

Monitoring luide voertuigen in Utrecht



TNO 2023 R12599 – Januari 2024

Monitoring luide voertuigen in Utrecht

Auteurs	ir. M.G. Dittrich P.W. Wessels MSc ing. F.H.M. Staats
Rubricering rapport	TNO Publiek
Titel	TNO Publiek
Rapporttekst	TNO Publiek
Bijlagen	TNO Publiek
Aantal pagina's	111 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	6
Opdrachtgever	Gemeente Utrecht
Projectnaam	Monitoring luide voertuigen in Utrecht
Projectnummer	060.48984

Alle rechten voorbehouden

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

© 2024 TNO

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
1 Inleiding	5
2 Methodiek en werkwijze.....	6
2.1 Luide voertuigen	6
2.2 Invloed meetlocatie.....	7
2.3 Keuze meetlocaties.....	7
2.4 Meetsystemen en opstelling	7
2.5 Dataopslag	9
2.6 Geluidlabels voertuigen.....	9
2.7 Verwerking en analyse	10
3 Meetlocaties en meetopstelling	13
3.1 Locatie Wolgadreef	14
3.2 Locatie Meester Tripkade	16
3.3 Locatie Amsterdamsestraatweg	19
4 Statistieken en analyse	23
4.1 Verkeer	23
4.2 Rijsnelheden.....	24
4.3 Luide passages.....	25
4.4 Geluidniveau volgens typekeuring.....	28
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 luide passages.....	33
4.10 Buitenlandse voertuigen	34
4.11 Akoestische kenmerken	34
4.12 Tonaal geluid, hoogtoerig optrekken en hard rijden	36
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	40
5 Potentiële maatregelen	42
5.1 Recente ontwikkelingen en studies	42
5.2 Infrastructuur	44
5.2.1 Wegafsluiting.....	44
5.2.2 Inrijverbod	45
5.2.3 Milieuzones en uitbreiding	45
5.2.4 Geluidzones.....	46
5.2.5 Snelheidsbeperking	46
5.2.6 Weginrichting	46
5.2.7 Limiet bij de gevel of langs de weg	46
5.2.8 Beperking van de geluidoverdracht.....	47
5.3 Maatregelen voertuigen.....	48

5.3.1	Automatische handhaving en controlepunten	48
5.3.2	Verbeterde bemande handhaving.....	49
5.3.3	Beperking van niet toegelaten en geluidverhogende componenten en software	49
5.3.4	Voertuigkeuring en APK.....	49
5.3.5	Europese en UNECE regelgeving	50
5.4	Maatregelen weggebruikers.....	50
5.4.1	Ontwikkeling geluidsflitspalen.....	51
5.4.2	Ecodriving	51
5.5	Voorlichting en communicatie	51
5.5.1	Hinder in kaart brengen	52
5.5.2	Voorlichting weggebruikers.....	53
5.6	Aanbevolen aanpak voor de drie locaties.....	53
6	Conclusies.....	55
	Referenties	59
Bijlage A:	Figuren en tabellen met luide events en kenmerken	61
Bijlage B:	Overzicht van akoestische kenmerken en voorbeelden van luide voertuigen	77
Bijlage C:	Event features voorbeelden	96
Bijlage D:	Matrix van potentiële maatregelen	99
Bijlage E:	Niveauperloop grafieken per locatie	102
Bijlage F:	Voertuigaanpassingen met effect op geluid	109

1 Inleiding

TNO heeft in opdracht van de Gemeente Utrecht op drie locaties in de stad luide voertuigen gemonitord. Doelstelling was om gedurende enkele dagen per locatie de luide voertuigpassages te registreren, daaruit de aard en oorzaken van de hoge geluidniveaus te achterhalen, en dit te vertalen naar potentiële maatregelen ter vermindering. Dit onderzoek is de vierde van een reeks metingen in de G4 steden waar vergelijkbare hinder geconstateerd is. Eerdere metingen waren in Amsterdam [1], Rotterdam [2] en Den Haag [3]. In deze steden en op de gekozen locaties kunnen infrastructuur, omgeving, verkeerssamenstelling en populaire routes verschillen en daarmee ook de potentiële maatregelen voor de aanpak.

De gekozen locaties zijn geselecteerd op basis van bekende hinder door piekgeluiden van zowel motorfietsen, scooters, brommers en auto's. Voor deze metingen in Utrecht is gefocust op drie doorgaande wegen met enkelvoudige rijstroken, met veel woningen in de buurt. De metingen in Utrecht vonden plaats steeds gedurende zeven dagen in mei, juni en juli, een periode waarin bij goed weer relatief veel luide voertuigen te verwachten zijn.

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

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

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

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.

Delen van teksten in dit rapport kunnen overeenkomen met eerdere monitoringrapporten voor zover de algemene inzichten en werkwijze onveranderd zijn.

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

2 Methodiek en werkwijze

2.1 Luide voertuigen

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

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

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

Voor dit soort eigenschappen worden ook wel toeslagen toegepast voor hinderlijkheid volgens normen zoals bijvoorbeeld ISO 1996 [4] echter wordt dit niet voor wegverkeer toegepast omdat wettelijke rekenmodellen van het jaargemiddelde zonder toeslagen uitgaan. Wel is al bijvoorbeeld in Oostenrijk geconstateerd dat de hinder van luide motorfietsen veel hoger is dan van andere wegvoertuigen [5]. Naast de bovengenoemde factoren spelen ook mee: de subjectieve beleving zoals gevoel van onveiligheid, verstoring van concentratie of spraakverstaanbaarheid en de perceptie dat het om onnodig geluid gaat, in tegenstelling tot bijvoorbeeld sirenes.

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

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

2.2 Invloed meetlocatie

Veel stedelijke locaties waar sprake is van geluidshinder hebben ook reflecties tussen bebouwing langs de weg, waardoor het geluid kan worden versterkt. Ten opzichte van een vrije veld situatie zullen de 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 Utrecht is er sprake van alle rijcondities zoals optrekken, doorrijden en afremmen, door de aanwezigheid van kruisingen.

De aantallen luide voertuigen zijn mede afhankelijk van kenmerken van de route en bestemming. Zo zijn aanvoerroutes naar recreatieve attracties en toeristische bestemmingen, touringroutes en horecagebieden potentiële hotspots voor geluidshinder. Op de meetlocaties in Utrecht is dit niet zonder meer duidelijk, behalve dat het doorgaande stadswegen betreft die met het centrum zijn verbonden.

2.3 Keuze meetlocaties

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

2.4 Meetsystemen en opstelling

Het meetsysteem, aan weerszijden van de weg geplaatst, bestond per meetpositie uit een geluidmonitoring unit van TNO en een ANPR² camera, videocamera en radar sensor van de firma Connection Systems voor kentekenherkenning, beeld, video en snelheidsmeting. Tevens is een derde microfoon zonder camera verderop langs de weg geplaatst om het verloop van de rijconditie te onderzoeken, ten behoeve van het EU project LENS [6][7].

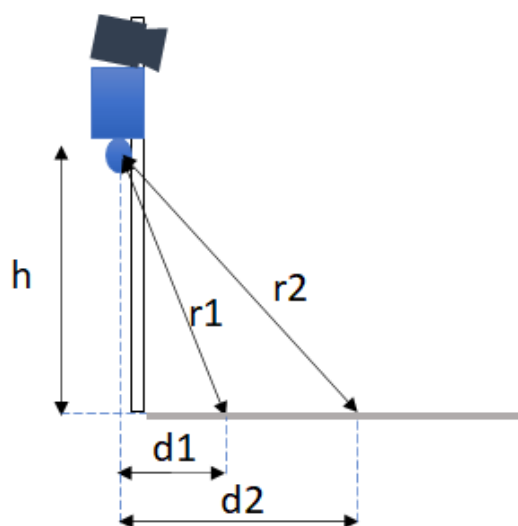
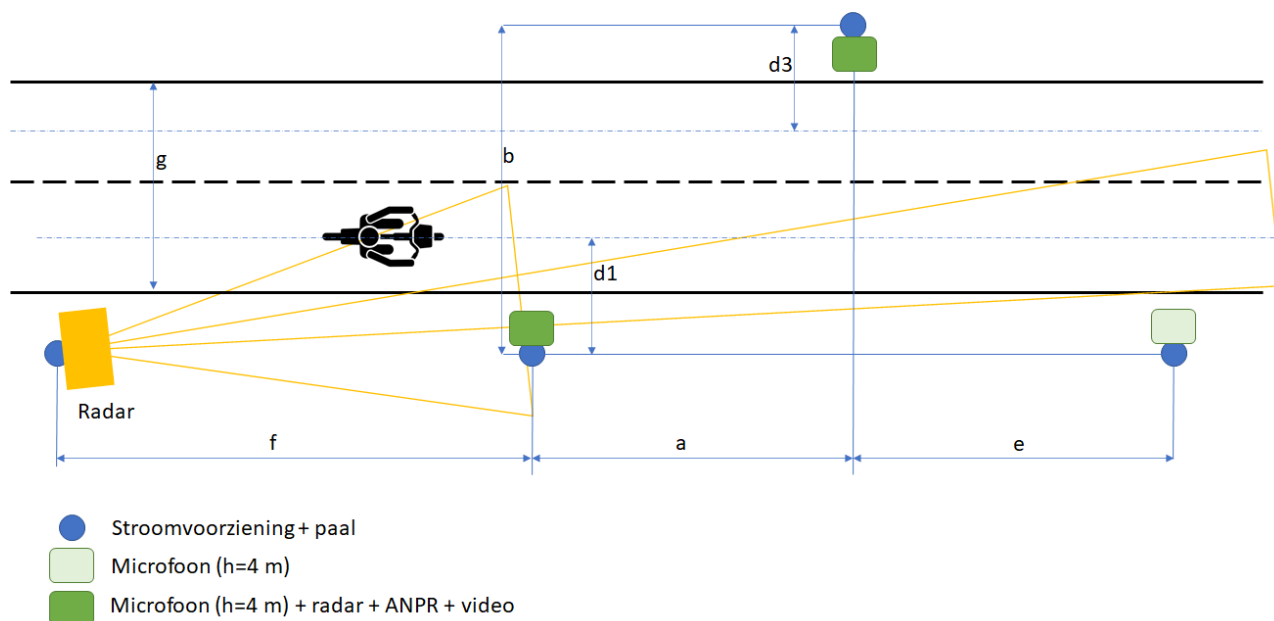
De opstelling staat schematisch in Figuur 2.1. De meetsystemen stonden dicht op de rijbaan, zodanig dat zij in elkaars beeldbereik lagen. Op basis van geluid van beide systemen is ook informatie over de positie te halen, en aan welke kant van de weg het hoogste niveau optreedt.

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

De afstand tussen de microfoons en de middenlijn van de nabijgelegen rijstrook 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.

² ANPR= Automatic Numberplate Recognition

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 2.1: Schema van de meetpostopstelling, boven, met onder de afstanden tot de middenrijlijn van de rijstroken ($d2$ is voor het geval van 2x2 rijstroken). De afstanden tussen meetposten variëren per meetlocatie en staan in Tabel 3.2.

2.5 Dataopslag

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

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

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

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

2.6 Geluidlabels voertuigen

Geluidlabels specifiek voor luide voertuigen zoals ontwikkeld voor de eerdere G4 metingen zijn ook bepaald. Veel daarvan zijn gerelateerd aan het toerental, dat sterk bepalend is voor het geluidniveau. Deze staan in Tabel 2.1.

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

Tabel 2.1: Geluidlabels voor luide voertuigen.

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

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

2.7 Verwerking en analyse

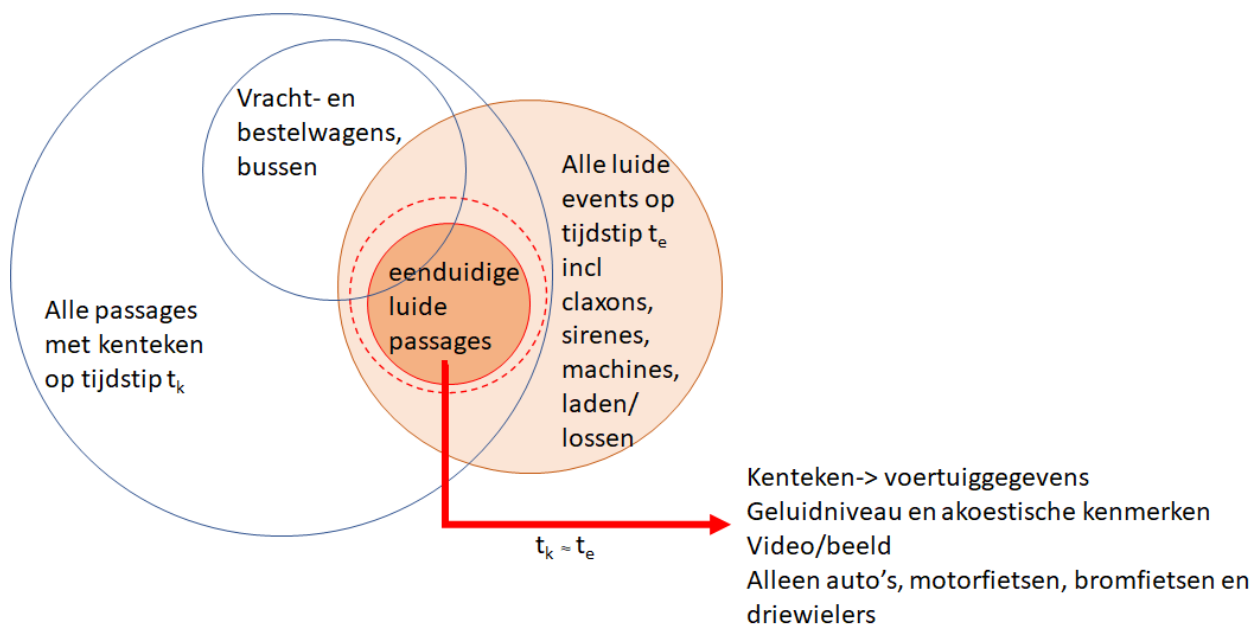
De akoestische kenmerken van de opgeslagen luide events zijn met behulp van algoritmes in Matlab bepaald. Deze kenmerken zijn gebruikt om de luide events in te delen in wel of niet relevant, en te classificeren in termen van niveau, frequentiegehalte, niveauverloop en andere kenmerken. Ten opzichte van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

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

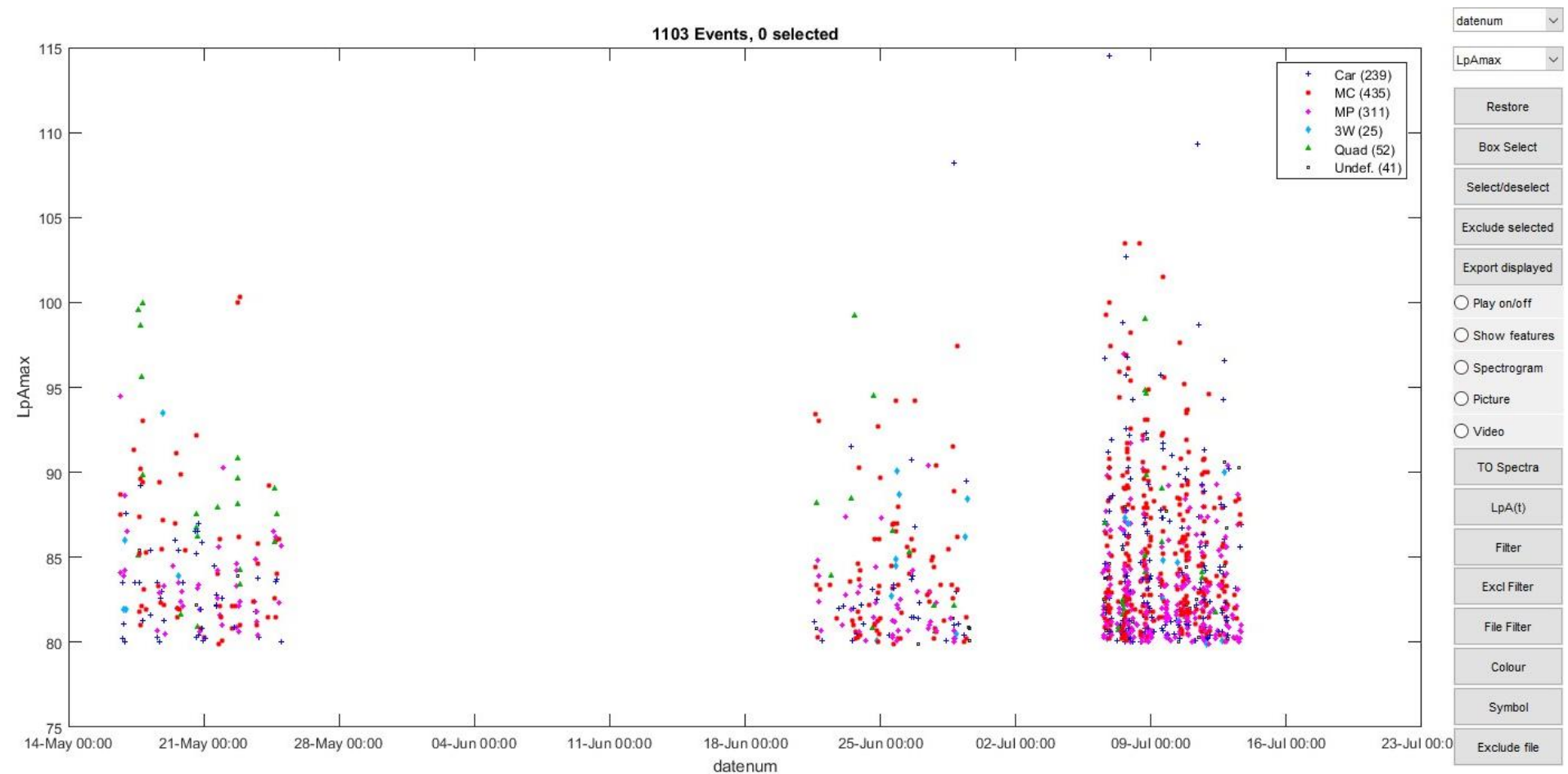
Voorbeelden van deze weergave staan in hoofdstuk 4 en in Bijlage B.

De werkwijze bij de selectie van luide events die afkomstig zijn van luide voertuigen staat schematisch in Figuur 2.2 weergegeven. Uit alle luide events wordt een selectie gemaakt op basis van akoestische kenmerken, zodanig dat niet relevante events worden weggelaten, zoals claxons, sirenes, trams, machines, laden en lossen, vogels, honden en stemmen. Uit de combinatie van kentekenregistraties en luide events wordt dan op basis van tijdstip en akoestische kenmerken een selectie gemaakt van eenduidig luide voertuigpassages. Vrachtwagens, bestelauto's en bussen worden weggelaten omdat zij nauwelijks afwijkend rijgedrag of technische manipulatie vertonen.

In dit onderzoek is een zogenaamde Event Browser toegepast waarmee de luide events kunnen worden getoond als functie van de verschillende akoestische kenmerken. Dit maakt een betere groepering en selectie van soorten events mogelijk. Ook kunnen events kort achtereen worden beluisterd. Een afbeelding van deze tool staat in Figuur 2.3. Hierin zijn de geselecteerde luide events gemeten op de drie locaties samen weergegeven, met het tijdstip op de horizontale as en het maximum geluidniveau L_{pAFmax} op de verticale as. Alle events kunnen interactief worden geselecteerd en hun akoestische en voertuiggegevens opgevraagd.



Figuur 2.2: Selectieproces voor luide voertuigpassages.

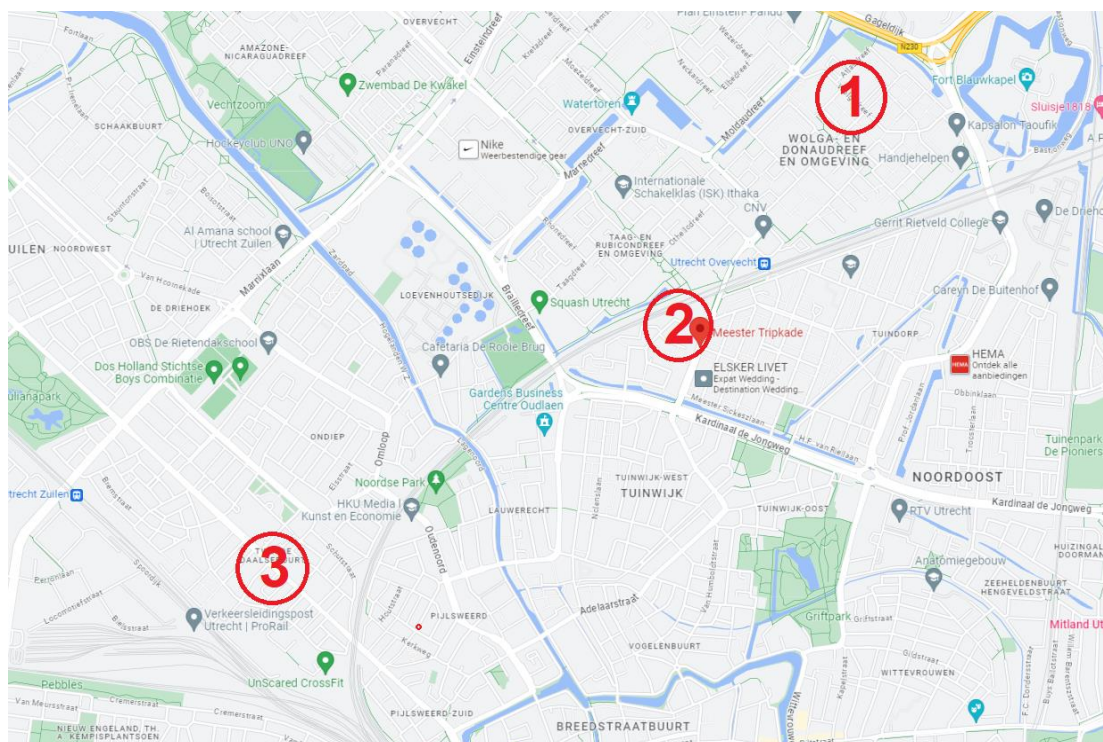


Figuur 2.3: Event Browser voor selectie, groepering en weergave van luide events. Hier getoond met tijdstip versus L_{pAFmax} -niveau van de luide voertuigen. De kleuren en symbolen in de Event Browser duiden hier de het voertuigtype aan. De meetlocatie is te onderscheiden aan het tijdsinterval: links locatie WD, rechts locaties TK en AS.

3 Meetlocaties en meetopstelling

Er is op drie locaties gemeten, aangegeven op de kaart in Figuur 3.1:

1. De Wolgadreef (WD), ter hoogte van de Fortunadreef;
2. De Meister Tripkade (TK), tussen de C. Krammalaan en de Schimmelpennincklaan;
3. De Amsterdamsestraatweg (AS), tussen de kruising Acaciastraat en de Jasmijnstraat.



Figuur 3.1: Meetlocaties in Utrecht. 1=Wolgadreef (WD), 2=Tripkade (TK), 3=Amsterdamsestraatweg (AS).

De wegbeschrijving, meetdatum en weeromstandigheden staan in Tabel 3.1, de geometrie in Tabel 3.2 voor de drie locaties.

Tabel 3.1: Overzicht meetlocaties, meetperiode, , en weercondities.

Locatie	Datum	Max. snelheid	Rij-stroken	Weer
1 Wolgadreef ter hoogte van de Fortunadreef	17 - 24 mei 2023	50 km/h	2 x 1	Droog en meestal zonnig, 5-24 graden. Gemiddelde windsnelheid < 6 m/s
2 Meester Tripkade tussen de Kraamlaan en de Schimmelpennincklaan	22-29 juni 2023	50 km/h	2 x 1	Meestal droog, zonnig of bewolkt, enkele buien. 12-32 graden. Gemiddelde windsnelheid < 5 m/s
3 Amsterdamsestraatweg , tussen kruising Acaciastraat en de Jasmijnstraat	6-13 juli 2023	50 km/h	2 x 1	Wisselend zonnig en bewolkt, meest droog, enkele regenbui, 13-34 graden. Gemiddelde windsnelheid < 5 m/s

De afstand tussen de meetposities varieert per meetlocatie en is gekozen op basis van praktische overwegingen zoals ruimte en zicht op de weg. Deze afstanden staan in Tabel 3.2. De symbolen voor de afmetingen zijn in Figuur 2.1 terug te vinden.

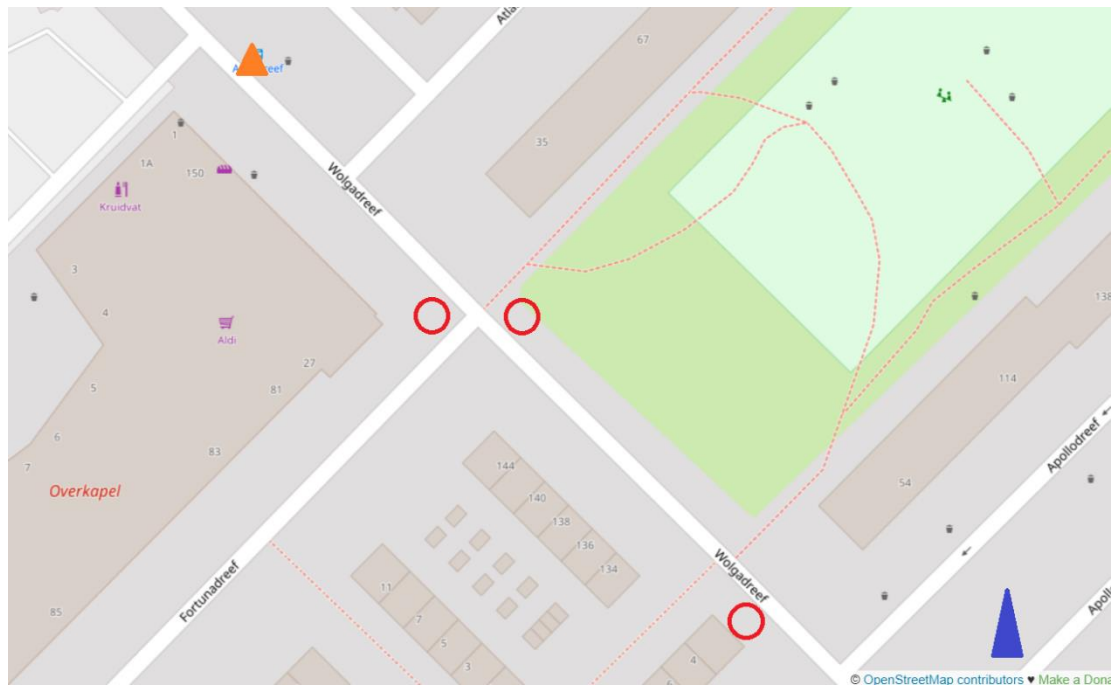
Tabel 3.2: Afstanden tussen meetposities en wegbreedtes voor de drie meetlocaties, overeenkomstig Figuur 2.1.

Locatie	a (m)	e (m)	f (m)	b (m)	g (m)	d1 (m)	d3 (m)
WD	12	55	57	10	8,5	3,7	2,5
TK	28	16	36	10	8	2,7	2,5
AS	65	15	24	8,5	7	2,5	2,5

3.1 Locatie Wolgadreef

De Wolgadreef is een doorgaande verbindingsweg door de wijk Overvecht, niet ver van de ring N230 aan de noordkant van de stad. De snelheidslimiet is 50 km/h. Op de gekozen meetlocatie ter hoogte van de Fortunadreef staan een aantal flats met 10 woonlagen op loodrecht op de weg. Verderop staan tweelaags rijtjeswoningen aan de weg. De bebouwing is afgewisseld met groenstroken en tuinen. Reflecties tussen gebouwen kunnen optreden. De meetposten stonden aan weerszijden van de weg ter hoogte van de zijstraat Fortunadreef. Hierdoor is er vaak afslaand verkeer. De nabije winkels en de noordelijke volgende bocht maakt dat verkeer richting Zuiden vaak optrekt en richting Noorden afremt. Metingen zijn hier uitgevoerd in de periode 17 tot en met 24 mei 2023.

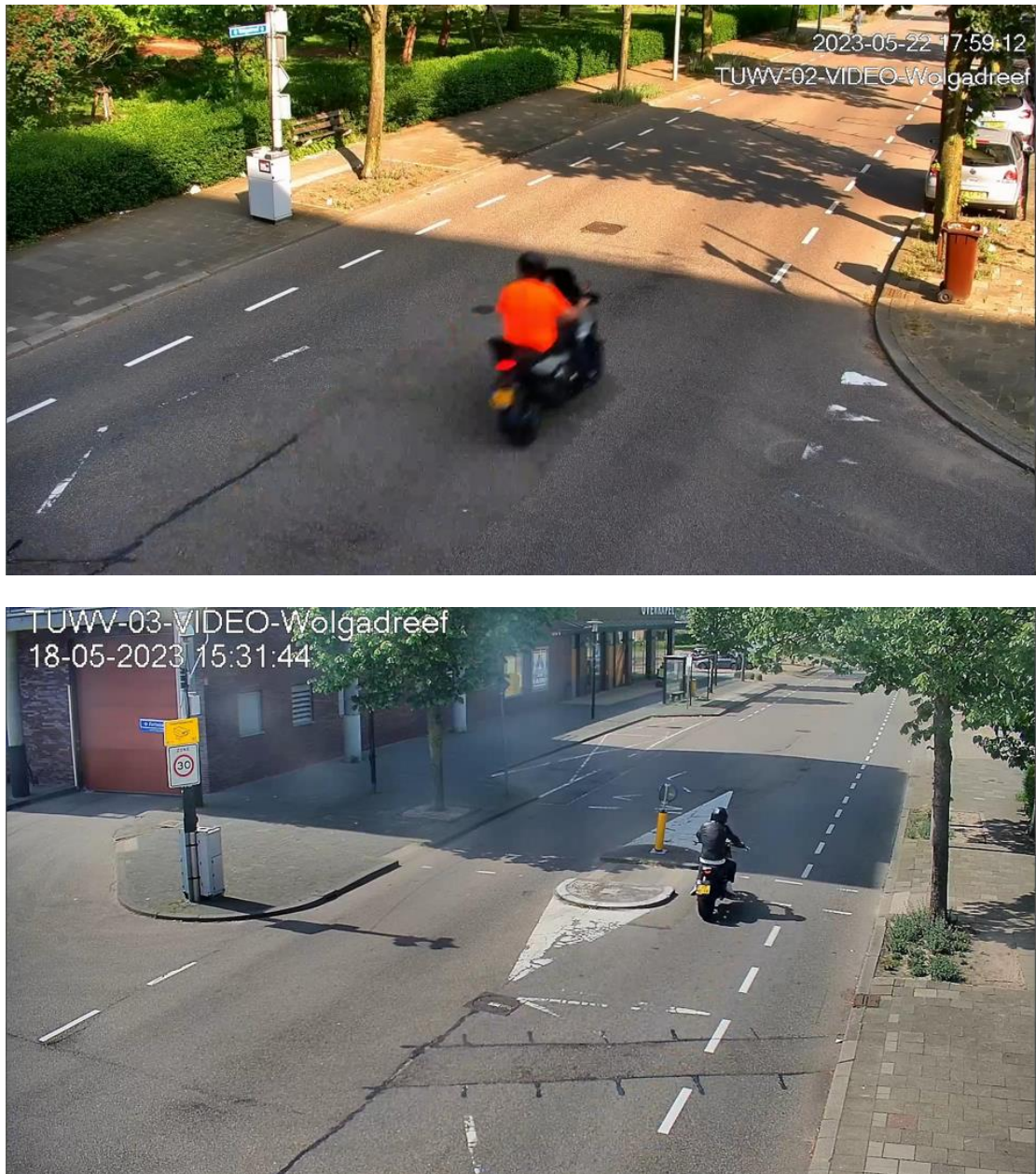
De locatie op de kaart met posities van de meetposten aangegeven staat in Figuur 3.2, foto's van beide meetposten in Figuur 3.3. Camerabeelden in beide richtingen staan in Figuur 3.4



Figuur 3.2: Meetlocatie Wolgadreef met meetposten.



Figuur 3.3: Meetposten op locatie Wolgadreef. links: vooraan meetpost 1 richting Zuid (cam02, westzijde), en daarachter meetpost 2 richting Noord (cam03), rechts: meetpost 3 verder naar het Zuiden aan de westzijde van de weg.



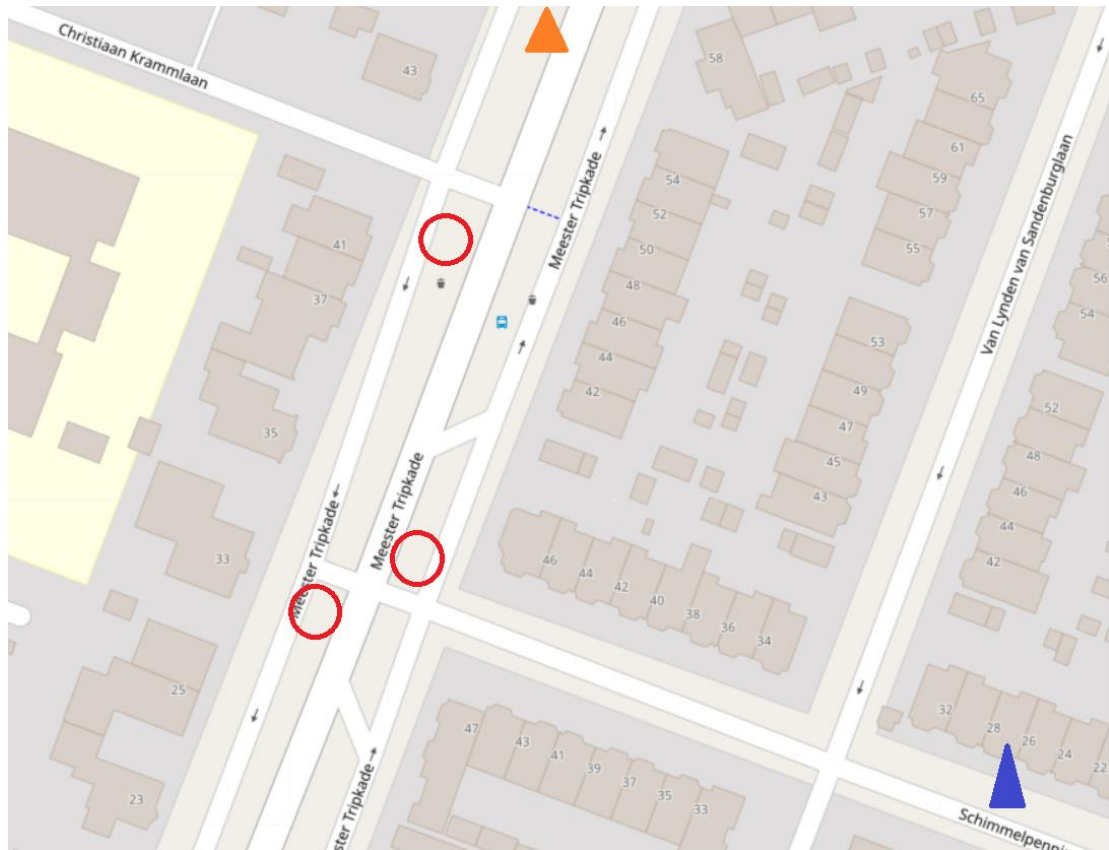
Figuur 3.4: Camerabeelden op locatie Wolgadreef. Boven: cam02 richting Zuid, onder: cam03 richting Noord.

3.2 Locatie Meester Tripkade

De Meester Tripkade is een doorgaande verbindingsweg met ventwegen door de wijk Noordoost. De snelheidslimiet is 50 km/h. Op de gekozen meetlocatie staan vrijstaande en rijenwoningen op enige afstand van de weg, waardoor wat minder reflecties optreden. De meetposten stonden aan weerszijden van de weg tussen de Kraamlaan en de Schimmelpennincklaan.. Metingen zijn hier uitgevoerd in de periode 22 tot en met 29 juni 2023.

De locatie op de kaart met posities van de meetposten aangegeven staat in Figuur 3.5, foto's van beide meetposten in Figuur 3.6. Camerabeelden in beide richtingen staan in Figuur 3.7. Veel van de luide events zijn in de richting Zuiden, komende vanaf het

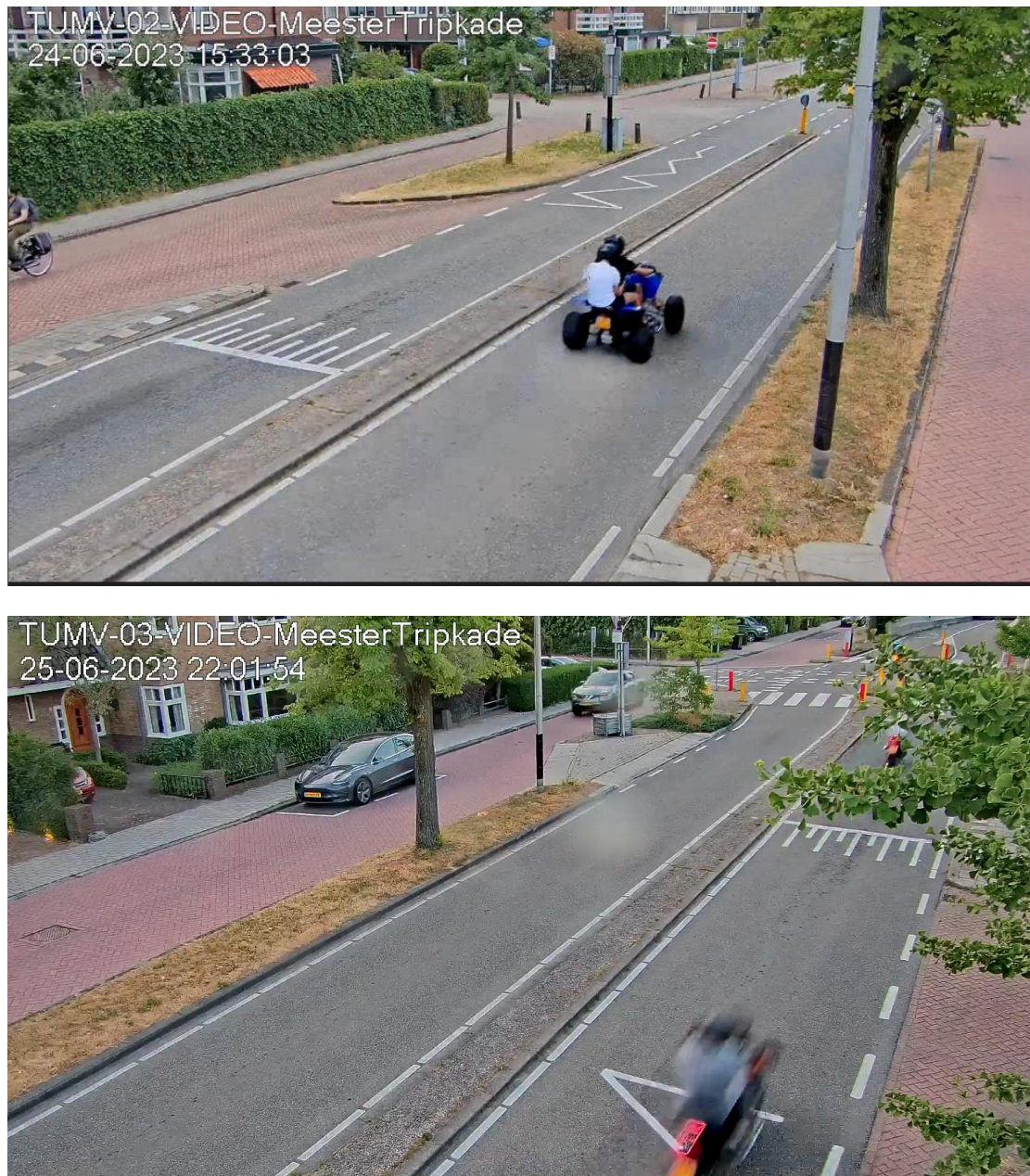
spoorviaduct en accelererend na de kruising Kraamlaan. In de andere richting wordt vaker afgeremd voor de verkeersdrempel of afslaand verkeer.



Figuur 3.5: Meetlocatie Tripkade met posities van de meetposten.



Figuur 3.6: Meetlocatie Tripkade met meetposten. Boven: meetpost 1 met radar verder naar achteren, onder: meetposten 2 (links) en 3(rechts).

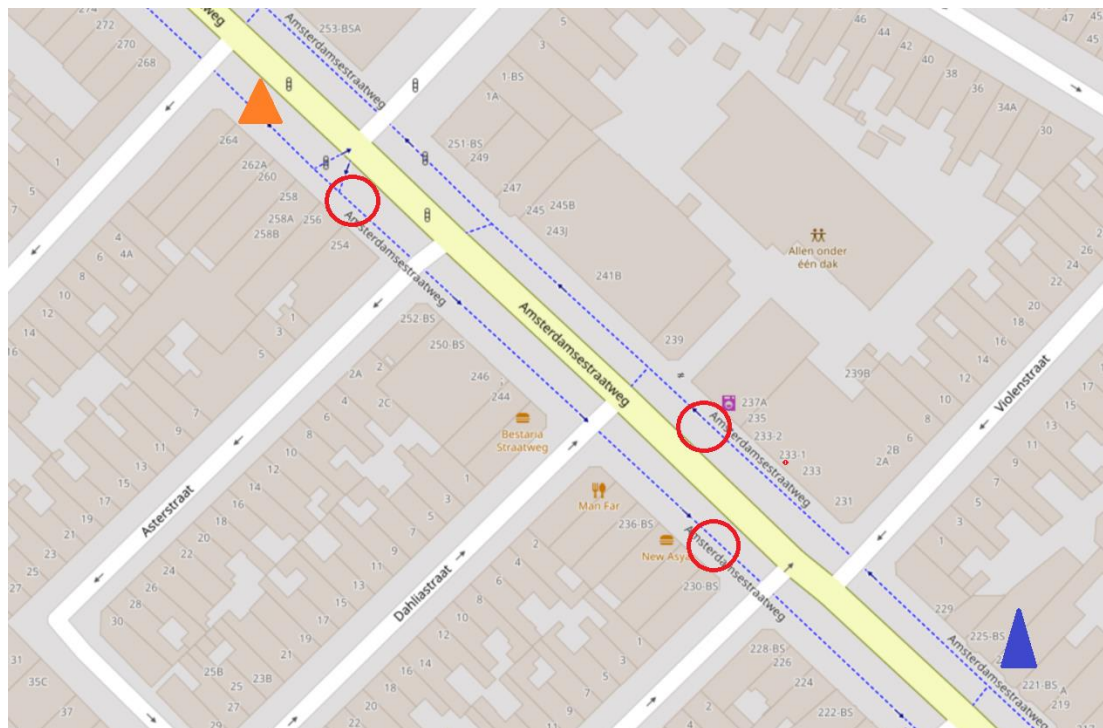


Figuur 3.7: Camerabeelden op locatie Tripkade. Boven: cam02 richting Zuid, onder: cam03 richting Noord (en spoorviaduct).

3.3 Locatie Amsterdamsestraatweg

De Amsterdamsestraatweg is een lange, rechte doorgaande hoofdweg door de wijk Noordwest met veel kleine zijstraten. De weg is erg druk en er zijn vaak files in de spits. De snelheidslimiet is 50 km/h. Bij de gekozen meetlocatie staan veel winkels met woningen erboven en meerlaags appartementen vrij dicht op de weg, waardoor reflecties optreden. De meetposten stonden aan weerszijden van de weg tussen de Acaciastraat en de Jasmijnstraat. Metingen zijn hier uitgevoerd in de periode 6 tot en met 13 juli 2023. De locatie op de kaart met posities van de meetposten aangegeven staat in Figuur 3.8 foto's van beide meetposten in Figuur 3.9 Camerabeelden in beide richtingen staan in Figuur 3.10.

Veel luide events zijn bij het optrekken vanaf de stoplichten, maar ook hard doorrijden bij vrije doorgang.



Figuur 3.8: Meetlocatie Amsterdamsestraatweg met posities van de meetposten.



Figuur 3.9: Meetposten op locatie Amsterdamsestraatweg. Boven: meetpost 1 richting Zuid (cam02, westzijde), onder: meetpost 2 richting Noord (cam03), in opbouw.



Figuur 3.10: Camerabeelden op locatie Amsterdamsestraatweg. Boven: cam02 richting Zuid, onder: cam03 richting Noord.

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

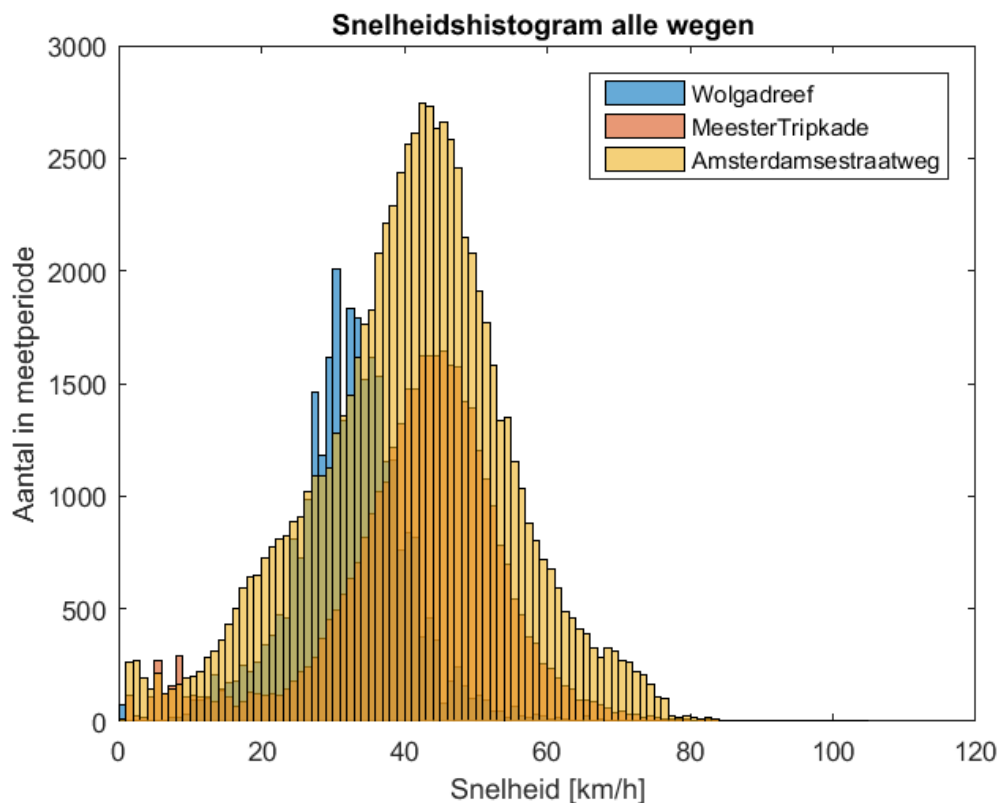
Het aantal voertuigen op basis van de kentekenregistratie staat voor de drie locaties in Tabel 4.1 ingedeeld naar RDW voertuigtype. De kolom 'overig' omvat onbekende of buitenlandse voertuigen. In totaal zijn 143159 voertuigen met kenteken geregistreerd op de drie locaties samen in de beschouwde meetperiodes. Het werkelijke aantal kan hoger zijn ten gevolge van overlapping van voertuigen, of slecht leesbare kentekens. De Amsterdamsestraatweg is met 10996 voertuigen per dag aanzienlijk drukker dan de Wolgadreef en de Tripkade, met 4182 en 5263 voertuigen per dag respectievelijk.

Tabel 4.1: 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	3W en Quads	Overig	Totaal
WD-ri. Noord	13044	1124	119	386	20	60	10	301	15064
WD-ri. Zuid	12185	928	101	375	86	265	19	249	14208
Totaal WD	25229	2052	220	761	106	325	29	550	29272
TK-ri. Noord	13726	1260	163	697	188	397	16	262	16709
TK-ri. Zuid	16785	1441	202	693	236	466	17	363	20203
Totaal TK	30511	2701	365	1390	424	863	33	625	36912
AS-ri. Noord	29876	3380	498	349	627	2054	89	1044	37917
AS-ri. Zuid	30810	3525	557	402	597	2006	92	1069	39058
Totaal AS	60686	6905	1055	751	1224	4060	181	2113	76975
Totaal	116426	11658	1640	2902	1754	5248	243	3288	143159

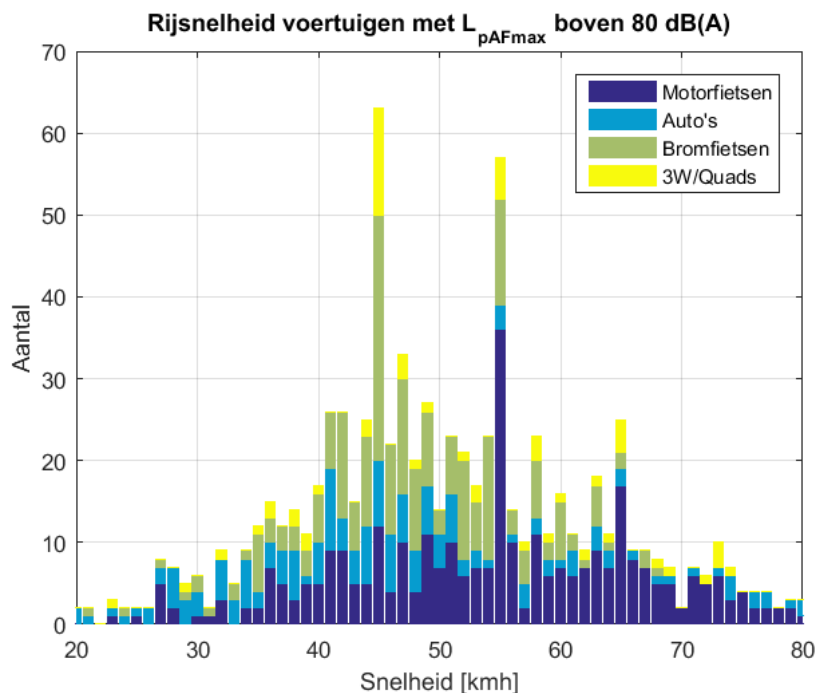
4.2 Rijnsnelheden

De rijnsnelheden zijn uit radarmetingen bepaald. In Figuur 4.1 zijn de histogrammen weergegeven van alle geregistreerde voertuigen op de drie locaties. De radar werkte niet altijd goed voor tweewielers met name op de Wolgadreef, hetgeen waar mogelijk aan de hand van video is bijgesteld. Op de Wolgadreef rijdt ca. 2% van alle voertuigen (mogelijk meer) harder dan 50 km/h, terwijl op dat de Tripkade 19% en op de Amsterdamsestraatweg 21% bedraagt. Op de Amsterdamsestraatweg is ook het effect van de nabijheid van de stoplichten te zien, met de iets hogere aantallen aan de linkerzijde van de histogramcurve rond de 20 km/h.



Figuur 4.1: Snelheidshistogram van alle geregistreerde voertuigen op alle locaties.

De snelheidshistogram voor alleen de luide voertuigen staat in Figuur 4.2. Daarin is te zien dat het aandeel motorfietsen naar de hogere snelheden toeneemt en het hoogste aantal boven de snelheidslimiet heeft.



Figuur 4.2: Snelheidshistogram van alle luide voertuigen op alle locaties.

4.3 Luide passages

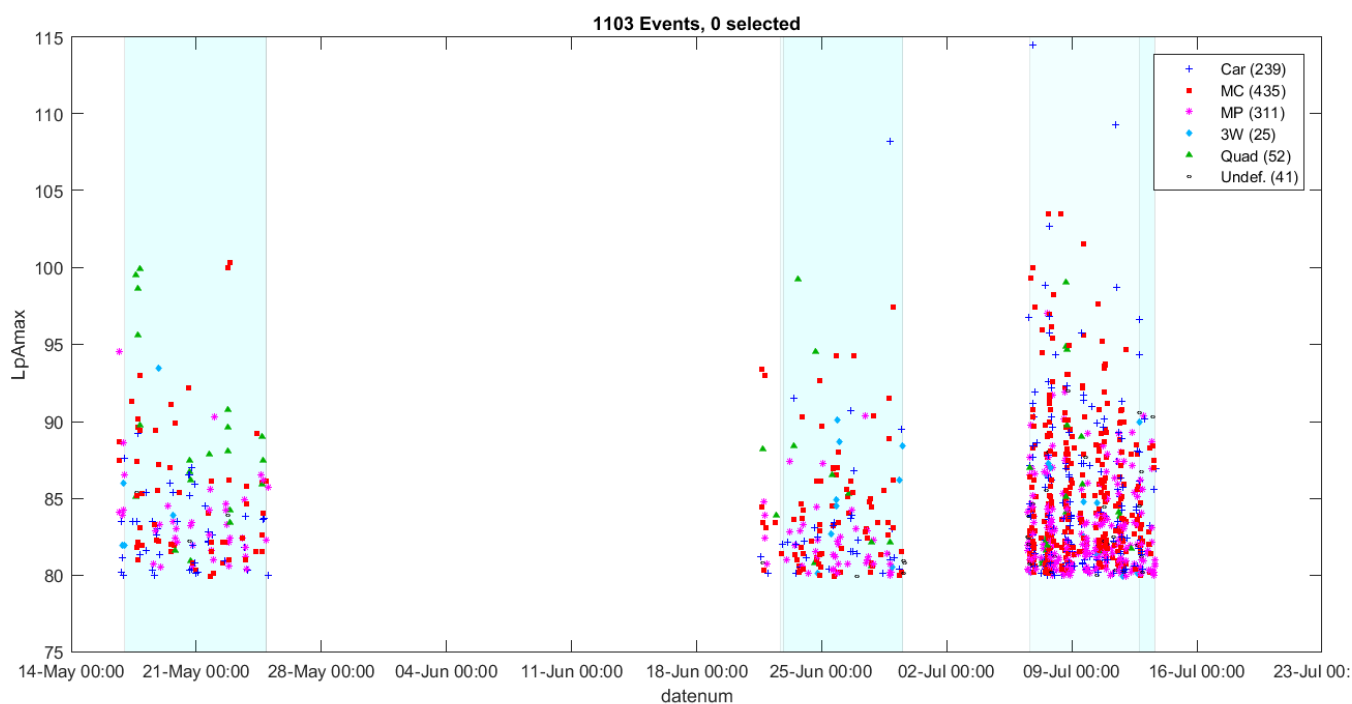
Uit de geluidmonitoring data op alle drie locaties waren in totaal 4426 luide events op drie meetposten samen geregistreerd met $L_{pAFmax} \geq 80$ dB(A) en 3425 events voor de twee meetposten met kenteken registratie. Boven dit niveau zijn de luidere voertuigen meestal van het overige verkeer te onderscheiden. Middels filtering op akoestische eigenschappen zijn deze events voor de twee meetposten teruggebracht tot 1103 unieke events van voertuigen met $L_{pAFmax} \geq 80$ dB(A), waarbij alle overige bronnen, bussen en vrachtwagens zijn weggelaten. Een groot deel van deze luide voertuigen was op de twee meetposities met kentekencamera detecteerbaar en een deel daarvan ook bij de derde microfoon, doorgaans bij hogere geluidniveaus en bij afwezigheid van andere bronnen. Van de 1103 luide voertuigpassages was van 186 het kenteken onbekend doordat het voertuig buiten bereik of meetperiode van het kentekencamera was, of een buitenlands of slecht leesbaar kenteken had. Van een zeer beperkt aantal luide voertuigen (5) was onduidelijk welk type voertuig het was.

De weggelaten geluiden waren onder andere claxons, sirenes, veegmachines, bladblazers of bosmaaiers, tractoren, koelaggregaten op vrachtauto's, afblaasventielen, stemmen, honden en vogels, piepende remmen en banden, sporadisch onweer en helikopters. Sommige van dergelijke geluidbronnen zijn quasi-stationair en/of dicht bij de microfoon. Verder zijn ook luide voertuigen weggelaten waarvan het geluid teveel vermengd of overstemd was.

De keuze voor 80 dB(A) als ondergrens is ingegeven door de akoestische eigenschappen van de omgeving op de drie locaties.

In Figuur 4.3 staan de luide voertuigen per type aangeduid met hun L_{pAFmax} -niveaus als functie van de tijd, voor auto's, motoren, bromfietsen en driewielers/quads. De lichtblauw gekleurde vlakken duiden de periodes aan waarin de kentekenregistratie aanstond.

Luide passages met ontbrekende kentekens ('Undef') zijn zover mogelijk auditief toegewezen aan voertuigtypes. Scooters kunnen zowel onder de groep bromfietsen vallen als onder de motorfietsen, afhankelijk van de motorinhoud, met de grens op 50 cc.



Figuur 4.3: Luide events van voertuigen met $L_{pAmax} \geq 80$ dB(A) aangeduid met symbolen voor auto's (Car), motorfietsen (MC), bromfietsen (MP) en driewielers (3W) en quads. Punten met symbool o hebben geen bijbehorend kenteken, maar zijn uit het geluidssignaal als voertuigen herkend. De gekleurde vlakken geven de periodes aan waarin kentekens werden gemeten.

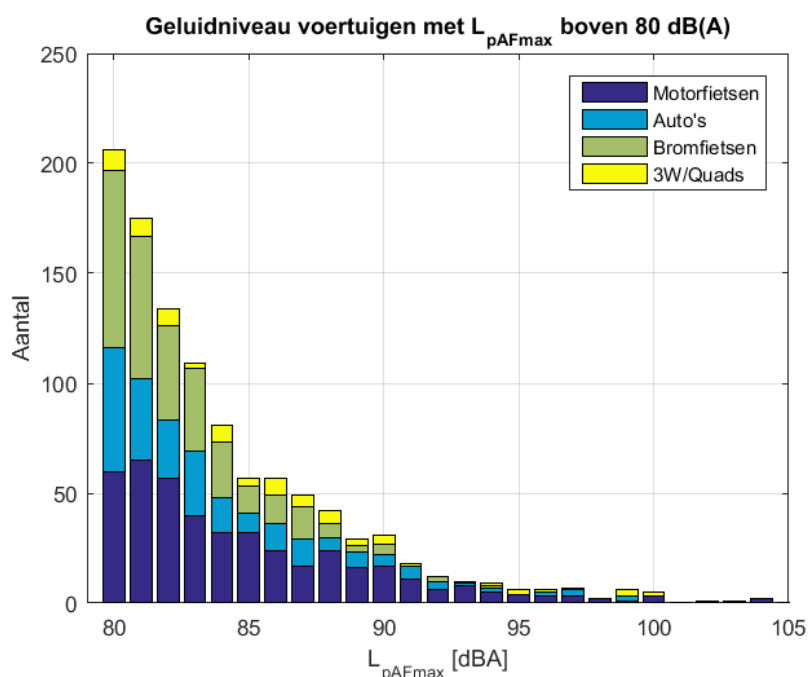
De aantallen van met kentekens geïdentificeerde luide voertuigen staan in Tabel 4.2. Deze cijfers zijn specifiek voor de gemeten locaties, tijdsbestek en verzamelde voertuiggegevens, en kunnen niet zonder meer worden geëxtrapoleerd voor andere locaties of over een langere periode.

Tabel 4.2: Aantallen geselecteerde luide voertuigen per locatie (twee meetposten) met niveau $L_{pAmax} \geq 80$ dB(A), waarvan het kenteken bepaald is, en vergelijking met totale voertuigaantallen.

Locatie	Auto's	Motorfietsen	Bromfietsen	3W en Quads	Bedrijfs-auto	Onbekend/overig	Totaal
WD	44	56	42	25	0	3	170
TK	30	78	41	20	4	2	175
AS	165	301	228	32	13	14	753
Totaal	239	435	311	77	17	19	1098
Percentage	21,8%	39,6%	28,3%	7,0%	1,5%	1,7%	100%
Verg. alle verkeer	116426	1754	5248	243	13298	6190	143159
Percentage	81,3%	1,2%	3,7%	0,2%	9,3%	4,3%	100%

Locatie AS heeft de meeste luide events, ongeveer een factor 4 meer dan de overige locaties. Hoewel de motorfietsen in percentage een laag aandeel in het verkeer hebben van rond de 1% , is hun aandeel in de luide events naar verhouding hoog met 40%.

De verdeling van luide events onder voertuigtypes staat in Figuur 4.4. Dit laat zien dat voor deze locaties de luide motorfietsen en bromfietsen in de meerderheid zijn, gevolgd door auto's. De motorfietsen produceren veel van de hoogste niveaus. De luide bromfietsen halen doorgaans minder hoge niveaus dan de luidste motorfietsen en auto's, zij zijn echter vaak wel lang hoorbaar en met meer hoogfrequent geluid, hetgeen in het smalbandige spectrogram goed te zien is. Voorbeelden van spectrogrammen en de overige akoestische karakteristieken staan in Bijlage B.



Figuur 4.4: 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 (Figuur A.1 t/m Figuur A.8). Hoge niveaus komen ook voor bij lage snelheden. Onder de luide voertuigen is een brede range aan voertuigleeftijd te zien, waaronder ook relatief nieuwe voertuigen. Naast de sportauto's en auto's met grotere cilinderinhoud zijn ook kleinere en middenklasser auto's vertegenwoordigd.

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

4.4 Geluidniveau volgens typekeuring

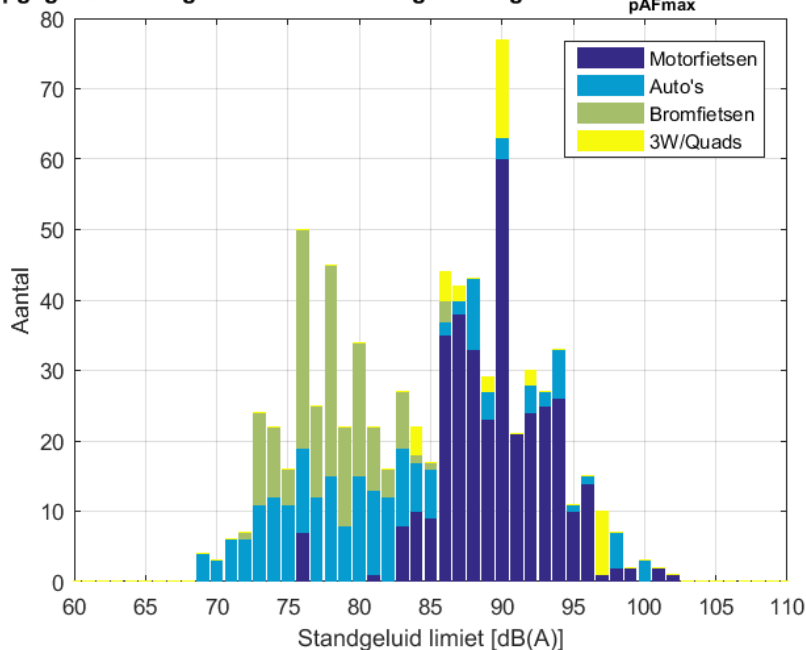
In de RDW database staan ook geluidniveaus volgens de typekeuring,

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

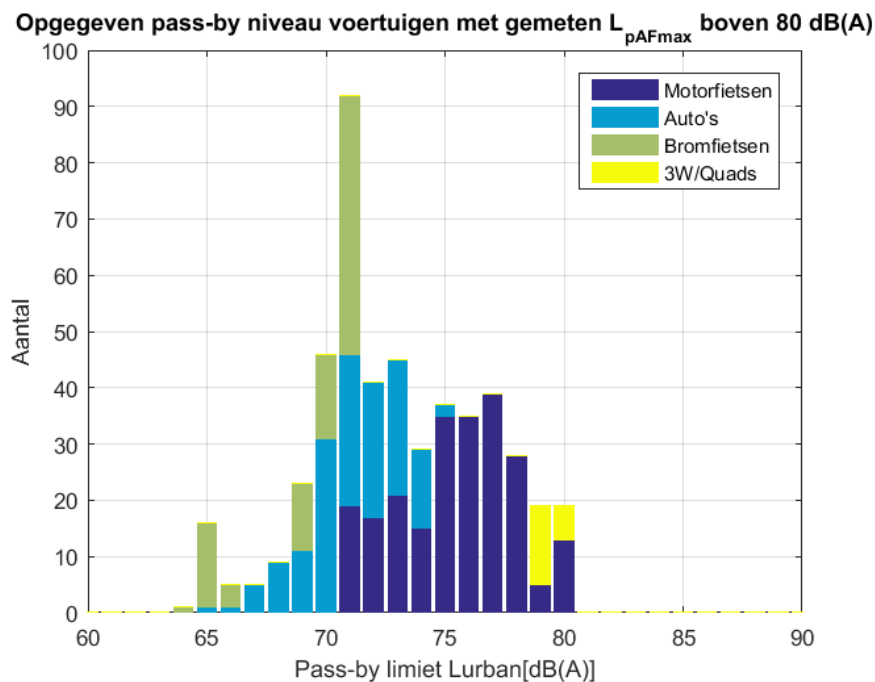
Hoewel de niveaus gemeten langs de weg niet direct vergelijkbaar zijn, is het toch inzichtelijk de RDW geluidniveaus te tonen, omdat deze wel een grove indicatie geven voor het mogelijke niveau onder normale rijomstandigheden (bedoeld als zijnde 'representatief') en zoals volgens de typekeuring.

De standgeluidniveaus en passageniveaus (beide L_{pAFmax}) volgens opgave van de RDW staan in Figuur 4.5 en Figuur 4.6 respectievelijk voor de luidste voertuigen. De opgegeven niveaus zijn voor motorfietsen en quads het hoogste.

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



Figuur 4.5: 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.

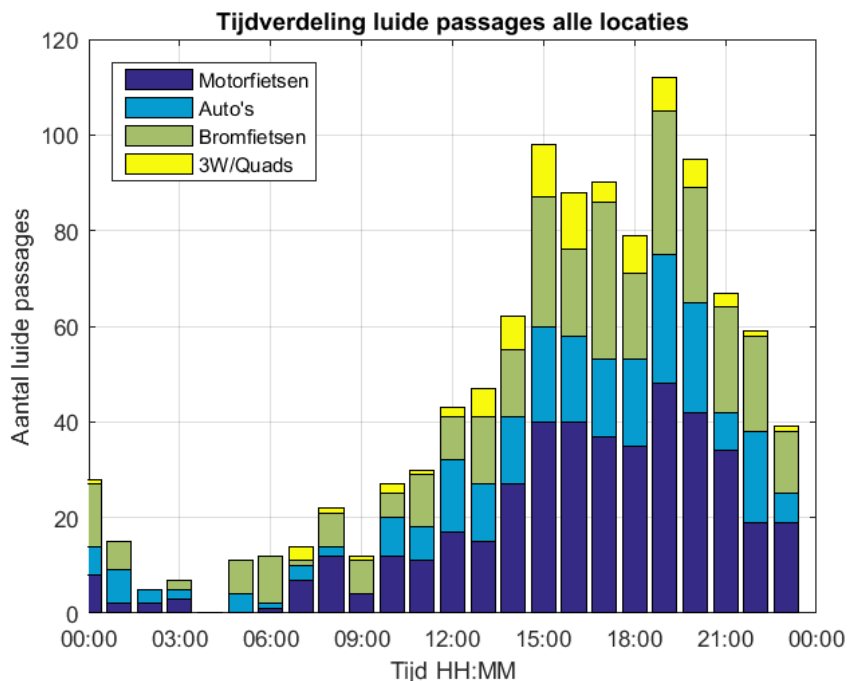


Figuur 4.6: Histogram van het opgegeven passagegeluidniveau (L_{pAFmax} op 7,5 m afstand) van de luidste voertuigen volgens de typekeuring. Het niveau L_{urban} is een gewogen gemiddelde van passages bij gematigd optrekken en constante snelheid.

4.5 Verdeling luide passages in de tijd

De verdeling van luide passages gedurende de dag is weergegeven in een histogram in Figuur 4.7. Hierin is te zien dat in de beschouwde meetperiode de meeste luide events in de middag en vroege avond voorkomen, tussen 14:00 en 22:00. Tussen middernacht en 07:00 zijn de minste luide events, maar toch nog een behoorlijk aantal, ca. 70. Hoge niveaus in de nacht zijn extra hinderlijk in verband met slaapverstoring en nachtrust.

De tijdverdeling per locatie staat in Bijlage A, Figuur A.9.

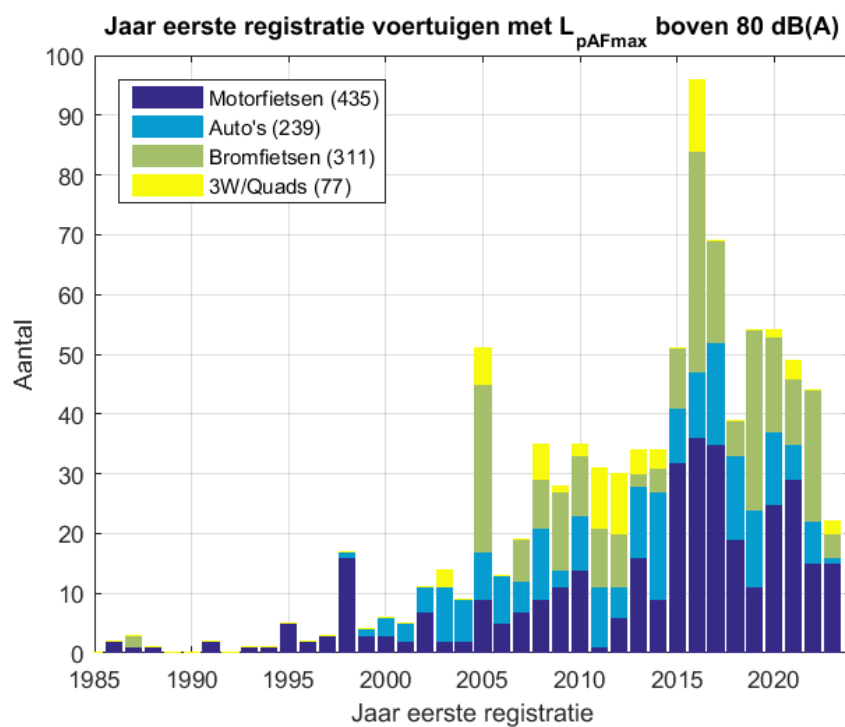


Figuur 4.7: Histogram van de tijdverdeling van luide passages per voertuigtype.

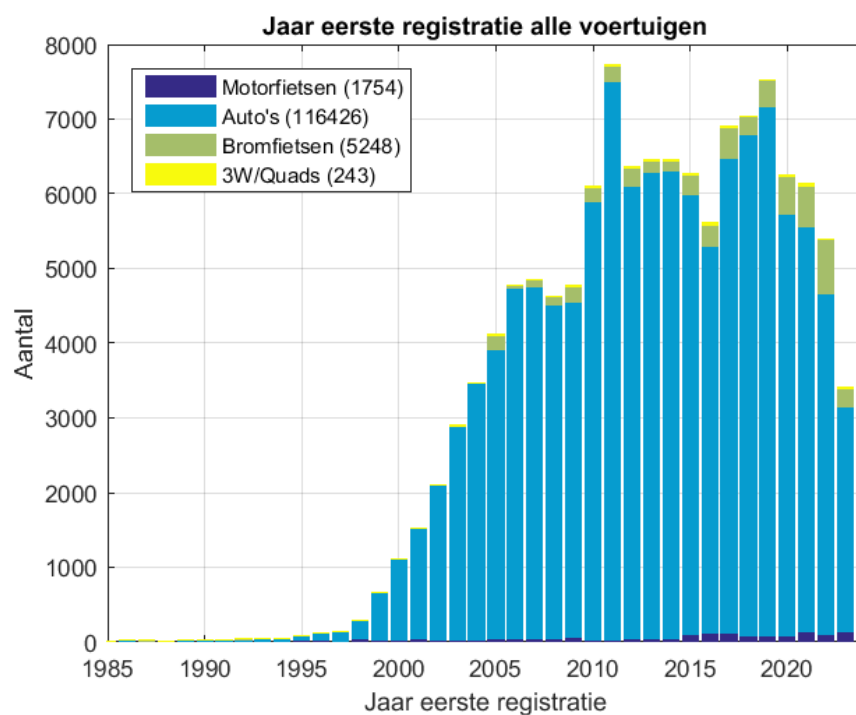
4.6 Voertuigleeftijd

De leeftijdsopbouw van alle luide voertuigen met $L_{pAFmax} \geq 80$ dB(A) is in een histogram weergegeven in Figuur 4.8. Hierin is te zien dat de meeste luide motorfietsen en bromfietsen een eerste jaar van registratie vanaf 2015 hebben. Voor auto's is dat een paar jaar eerder.

Ter vergelijking zijn de leeftijden van alle voertuigen, voor alle passages, op beide meetposten in Figuur 4.9 getoond, voor motorfietsen, auto's, bromfietsen en driewielers/quads. Hierin is ook te zien dat de nieuwere voertuigen sterker zijn vertegenwoordigd, auto's vanaf 2010 en motorfietsen en bromfietsen vanaf 2015. Dit past bij het gegeven dat nieuwere voertuigen de meeste kilometers maken (zie CBS data [Hoeveel rijden personenauto's? \(cbs.nl\)](https://www.cbs.nl/nl-nl/onderwerpen/hoeveel-rijden-personenauto's)).



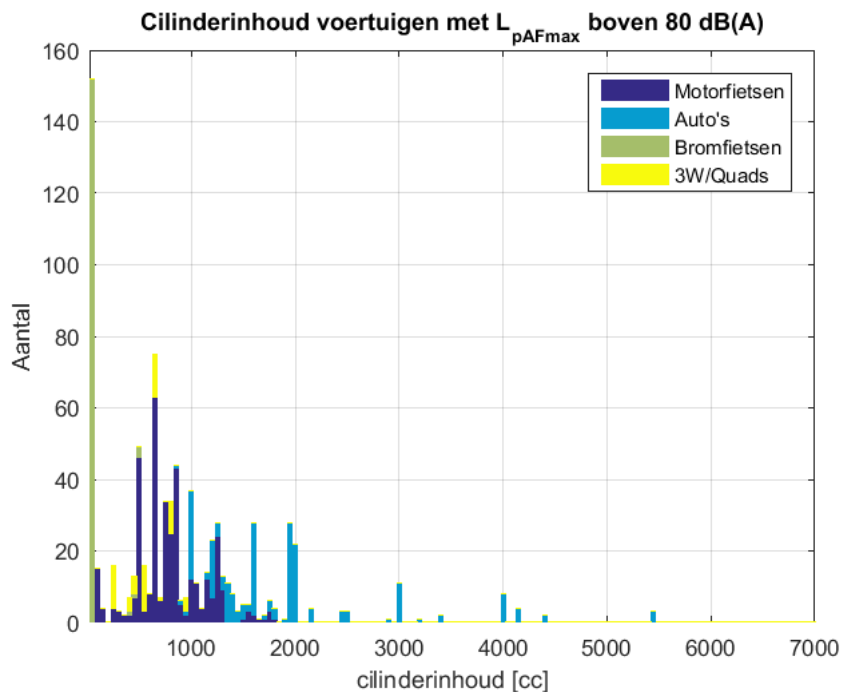
Figuur 4.8: Histogram van jaar eerste registratie van de luidste voertuigen.



Figuur 4.9: 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 4.10. Bij de luidste auto's is de cilinderinhoud voornamelijk tussen 1000 en 2000 cc met een beperkt aantal met grotere inhoud. De meest talrijke groep onder de motorfietsen heeft een cilinderinhoud van 500-1300 cc.



Figuur 4.10: Histogram van cilinderinhoud van de luidste voertuigen.

4.8 Merken luide voertuigen

Op basis van kentekeninformatie konden de aantallen per merk luide voertuigen worden geteld, weergegeven in Tabel 4.3. De merknamen zijn zoals opgegeven in de RDW database. De veel voorkomende merken zijn:

- › voor auto's (>20 events): Volkswagen, Mercedes, Audi;
- › voor motorfietsen (>20 events): Yamaha, BMW, Honda, Kawasaki, KTM;
- › voor bromfietsen (>20 events): Piaggio, Sym, Kymco;
- › voor driewielers en quads (>15 events): Bombardier, Piaggio, Yamaha.

De passages met aanduiding 'onbekend' zijn geïdentificeerd op basis van geluid en video, en vielen buiten beeld van de kentekencamera of hadden een buitenlands kenteken. Deze cijfers geven geen absoluut beeld, maar zijn indicatief op basis van de passages waarvan het kenteken bekend is en voor de beschouwde locaties en meetperiodes. De merken met hoge aantallen zijn deels ook te verklaren door hun hogere aantallen in de vloot in zijn geheel. Ter vergelijking zijn in Bijlage A, Tabel A.1 de aantallen gedetecteerde kentekens opgenomen per voertuigmerk. Dit is indicatief van de vlootsamenstelling met het voorbehoud dat sommige voertuigen herhaald passeren.

Tabel 4.3: Aantallen van luide voertuigen boven 80 dB(A) per merk op de drie locaties.

Auto's	Luide passages	Motorfietsen	Luide passages	Bromfietsen	Luide passages	3W/Quads	Luide passages
ONBEKEND	31	ONBEKEND	72	ONBEKEND	64	ONBEKEND	14
ALFA ROMEO	1	APRILIA	7	APRILIA	1	BOMBARDIER RECR.	21
AUDI	23	BMW	59	CHATENET	3	CFMOTO	3
BMW	17	DUCATI	13	GAZELLE	1	EAGLE MOTORSPOR	2
CITROEN	6	GILERA	12	GILERA	1	GILERA	1
DAIHATSU	1	HARLEY DAVIDSON	19	HONDA	1	KYMC	2
FIAT	2	HARLEY-DAVIDSON	1	KILLERBEE	3	PIAGGIO	18
FORD	7	HONDA	39	KYMC	21	YAMAHA	16
HONDA	1	KAWASAKI	25	LA SOURIS	17		
HYUNDAI	3	KTM	23	LIGIER	1		
JAGUAR LAND RO	1	MOTO GUZZI	1	MALAGUTI	1		
KIA	2	MOTO-GUZZI	4	MICROCAR	1		
LAND ROVER	2	MV AGUSTA	1	PEUGEOT	18		
MERCEDES-AMG	3	PIAGGIO	15	PIAGGIO	110		
MERCEDES-BENZ	35	ROYAL ENFIELD	1	PUCH	14		
MINI	5	SUZUKI	10	SYM	45		
MITSUBISHI	2	TRIUMPH	2	TOMOS	6		
NISSAN	1	YAMAHA	131	YAMAHA	2		
OPEL	7			ZUNDAPP	1		
PEUGEOT	2						
PORSCHE	5						
RENAULT	11						
SEAT	13						
SKODA	3						
SUZUKI	1						
TOYOTA	2						
VOLKSWAGEN	50						
VOLVO	2						

4.9 Herhaalde luide passages

Een beperkt aantal luide voertuigen met hetzelfde kenteken is geconstateerd dat drie keer of vaker passeerden in de beschouwde meeteriode, vooral op de Wolgadreef en deels ook de Tripkade:

- › Auto's:
Audi RS 5 coupe (3x), Hyundai coupe (3x), en twee VW Golf (3x).
- › Motorfietsen:
YAMAHA XP530-A (10x), YAMAHA MT-09 (5x), KAWASAKI VERSYS 650 (5x), GILERA M07 RUNNER (5x), KTM 1290 (3x), KTM 950 Supermotor (4x), BMW R 1250 GS (3x), HONDA ADV750 (3x), Piaggio 330cc (3x).
- › Bromfietsen:
Piaggio (11x), PEUGEOT KISBEE (7x), PUCH ZIP (8x), CHATENET CH22 (3x), SYM X'PRO (3x).
- › Driewielers:
Piaggio 278cc (4x).
- › Quads:
Bombardier Canam (11x), YAMAHA RAPTOR 700 (6x), YAMAHA AM1 (4x).

Een deel van deze herhaalde passages zijn op verschillende dagen, behalve de quads, waarvan een deel meerdere keren op een dag passeerde, vooral op de Wolgadreef.

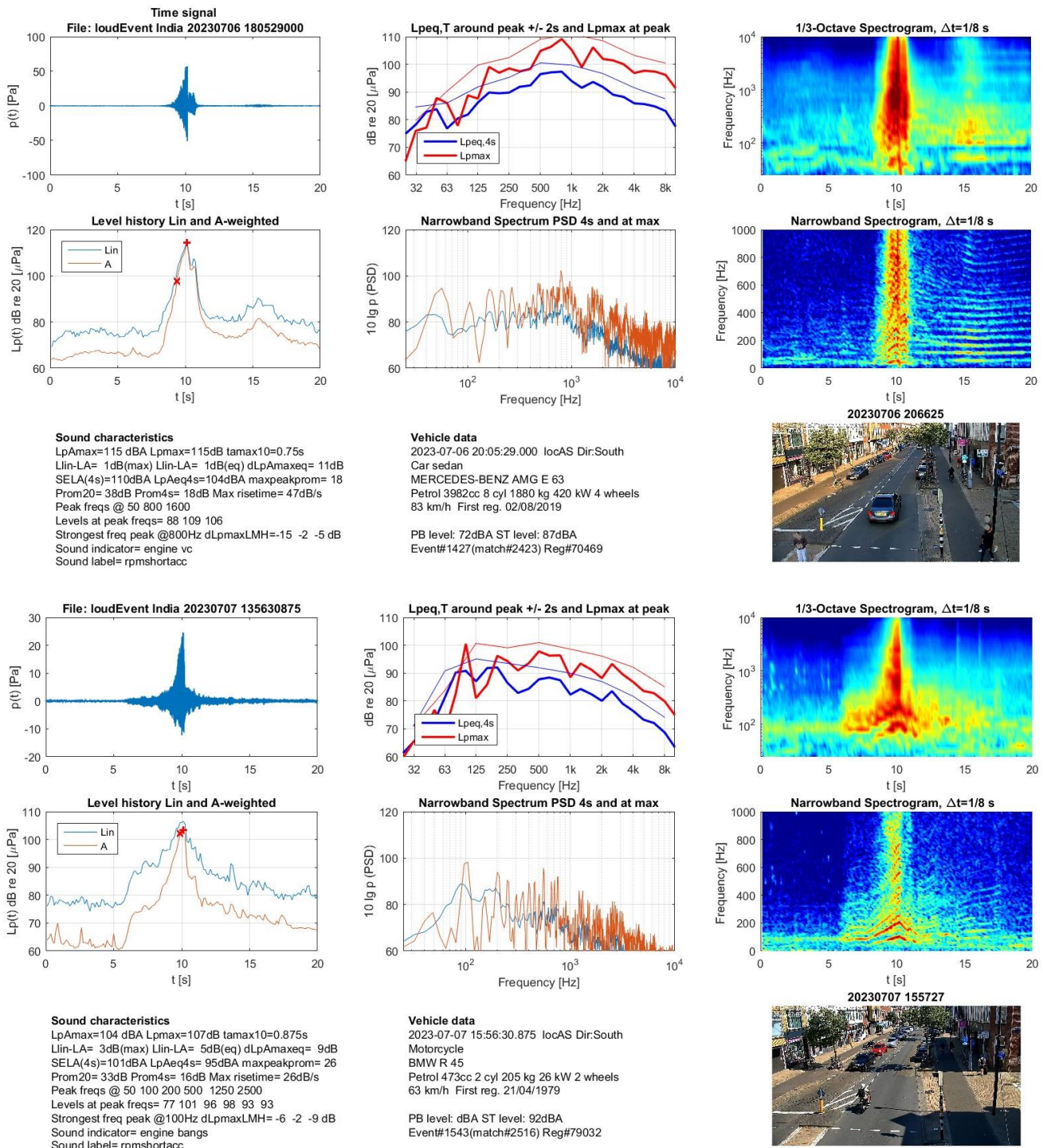
Een deel van deze passages valt binnen wat normaal te verwachten is op grond van woon-werkverkeer, werkverkeer en lokaal verkeer. Het is echter niet uitgesloten dat op andere tijden en locaties méér herhaalde passages voorkomen.

4.10 Buitenlandse voertuigen

In de kentekengegevens is te zien of het voertuig een buitenlandse kenteken heeft maar verder geen voertuigdata. Onder de luide voertuigen waarvan het kenteken kon worden gekoppeld, was 1,4% uit het buitenland. Ter vergelijking, voor alle 143159 geregistreerde kentekens was dat 1,6%.

4.11 Akoestische kenmerken

Naast het maximum geluidniveau is een reeks andere akoestische kenmerken meegenomen in de analyse. Voorbeelden van de luidste auto (115 dB(A)) en luidste motorfiets (104 dB(A)) staan in Figuur 4.11. Rechtsmidden is het smalbandige spectrogram te zien, met de zichtbare tonen van het motorgeluid.



Figuur 4.11: Twee voorbeelden van weergave van de akoestische kenmerken van zeer luide voertuigpassages. Boven: een auto, en onder: een motorfiets, beide van 20 seconden en sterk optrekkend. Legenda bij de grafieken: links boven: Tijdsignaal geluidsdruk; links midden: niveau verloop A-gewogen en ongewogen niveau; midden boven: een derde octaafspectrum van het maximum niveau en het equivalente niveau over 4 seconden; midden: smalbandig spectrum over 4 seconden; rechtsboven: spectrogram in een derde octaafbanden; rechts midden: smalbandige spectrogram; linksonder: akoestische parameters; midden onder: voertuigkenmerken herleid uit het kenteken; rechtsonder: geanonimiseerd beeld. Meer voorbeelden staan in Bijlage B.

4.12 Tonaal geluid, hoogtoerig optrekken en hard rijden

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

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

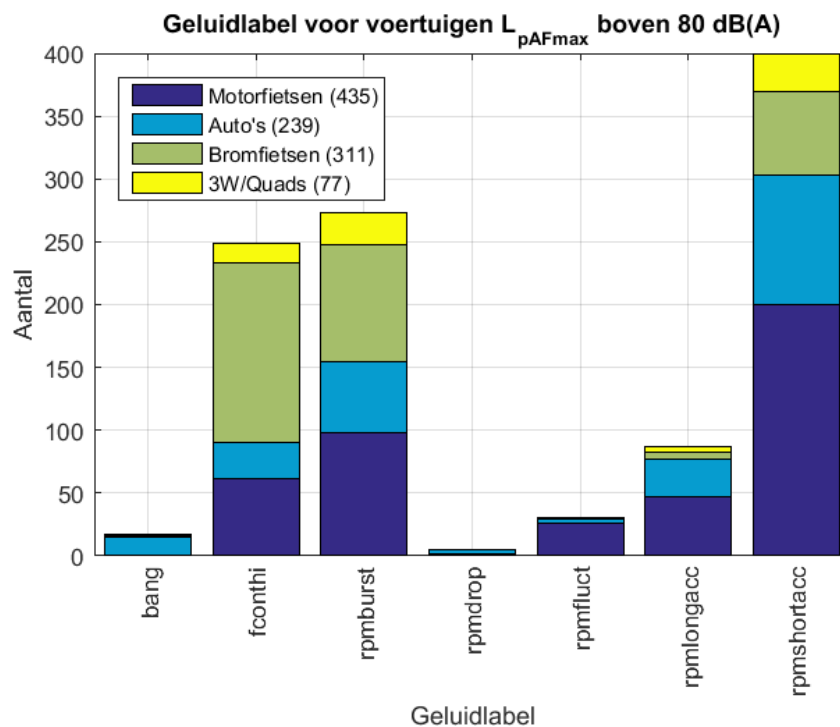
Hoogtoerig optrekken kan met een voertuig in oorspronkelijke staat, maar is waarschijnlijker voor voertuigen met een getunde ECU (chiptuning – herprogrammering van de regelelektronica) of ontgrenzing van het toerental. Veel voertuigen zijn op deze manier qua vermogen, toerental en schakelregime aan te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

4.13 Verdeling naar geluidlabel

Voor alle geselecteerde luide voertuigpassages waarvan het kenteken gedetecteerd is, is een indeling gemaakt naar geluidlabel, zoals gedefinieerd in Tabel 2.1. Dit is als histogram weergegeven in Figuur 4.12.

Hierin is te zien dat drie groepen hoog scoren: korte snelle toerenacceleratie (rpmshortacc), korte toerenpuls (rpmburst) en continu hoog toerental (fconthi). De bromfietsen zijn het sterkst vertegenwoordigd onder de label fconthi, die aangeeft dat er lange relatief continue tonen optreden. Uitlaatknallen (bangs) zijn ook geconstateerd. De labels rpmburst, rpmlongacc en rpmshortacc zijn sterk met gedrag te relateren, bang en fconthi mogelijk meer met voertuigaanpassingen zoals brandstofsysteem en toerental ontgrenzing respectievelijk.

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



Figuur 4.12: Histogram van geluidlabels van de luide voertuigen met bekend kenteken.

4.14 Uitlaatknallen

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

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

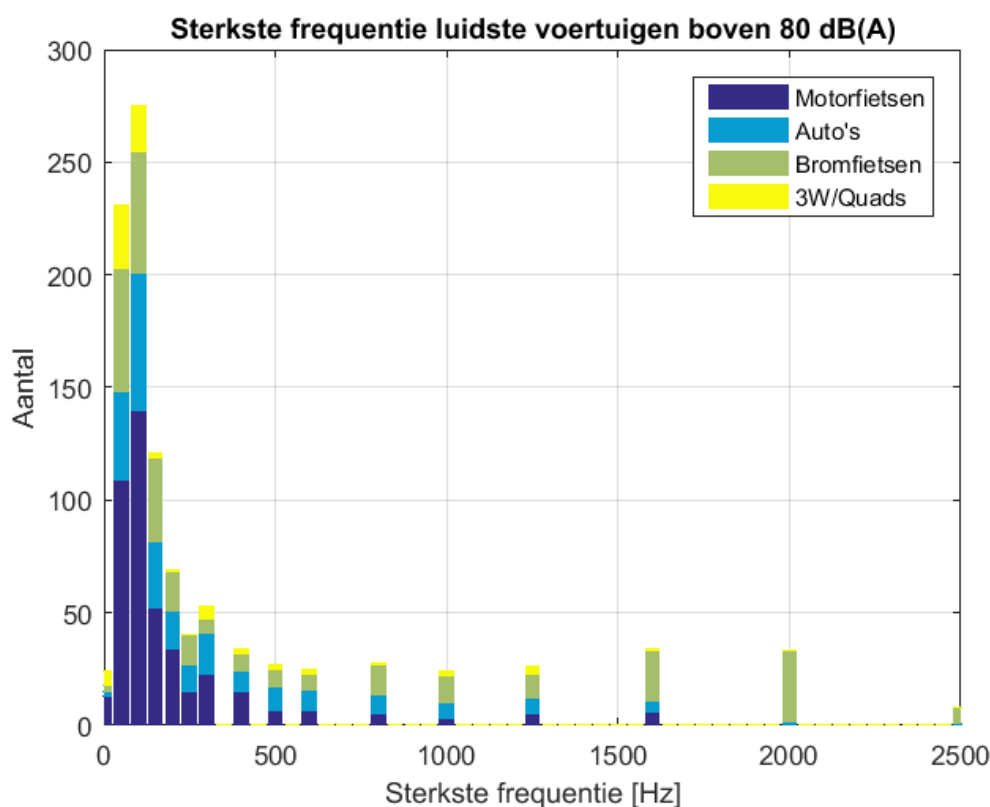
4.15 Relatie geluidspectrum met type voertuig

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

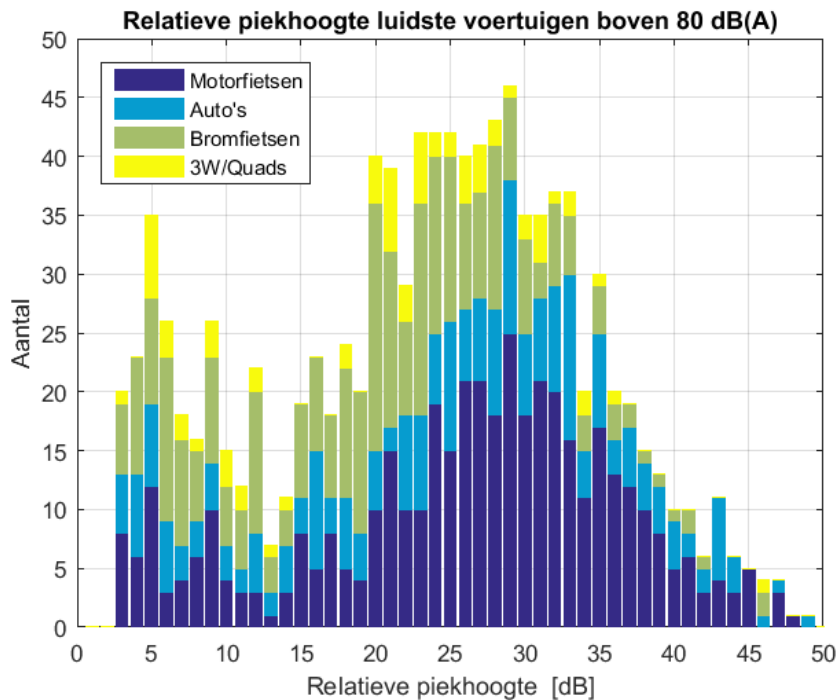
80 tot 500 Hz. Bij opgevoerde bromfietsen en racemotoren kunnen deze frequenties hoger uitvallen.

Een histogram van de voorkomende sterkste tonen van de luidste voertuigen met bekend kenteken staat in Figuur 4.13. De meeste liggen tussen 50 en 200 Hz. De frequenties boven 500 Hz zijn meestal hoogtoerige passages, bijvoorbeeld racemotoren en vooral bromfietsen. De relatieve hoogte van de sterkste frequentiepieken (meestal de grondtoon of ontstekingsfrequentie) in dB geeft een indicatie van de sterkte ten opzichte van de rest van het frequentiespectrum. Dit is weergegeven in Figuur 4.14 voor de luide voertuigen met bekend kenteken.

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



Figuur 4.13: Histogram van de frequenties met het hoogste tonale niveau bij de luidste voertuigen met bekend kenteken, tot 2500 Hz.



Figuur 4.14: Histogram van de relatieve hoogte van de sterkste frequentiepieken met het hoogste tonale niveau bij de luidste voertuigen met bekend kenteken.

4.16 Oorzaken van hoge geluidsniveaus

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

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

Knallende uitlaten zijn vaak het directe gevolg van tuning van het voertuig en bewust aangebracht en geactiveerd. Dit is vooral voor bij auto's geconstateerd, en in mindere mate ook bij motorfietsen. Bij voertuigen met knaluitlaten is meestal meer aan de hand in termen van tuning van het motorsysteem of met de uitlaat.

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

4.17 Samenvatting meetresultaten

Geluidsmetingen zijn langs drie 50 km/h wegen in Utrecht uitgevoerd gedurende drie keer zeven dagen in mei, juni en juli 2023. Hierbij zijn ook de kentekens van de passerende voertuigen met camera's geregistreerd. In de meetperiode zijn in totaal 143159 kentekens geregistreerd, waarvan 29272 op de Wolgadreef, 36912 op de Tripkade en 76975 op de Amsterdamsestraatweg.

In totaal zijn voor alle drie de locaties tesamen gedurende 7 dagen 1103 unieke luide events boven de 80 dB(A) geregistreerd, waarvan voor 917 het kenteken geregistreerd is. Hiervan waren 170 op de Wolgadreef, 176 op de Tripkade en 757 op de Amsterdamsestraatweg. Daarmee is iets onder de 1% luid oftewel boven de 80 dB(A). Onbekend is in hoeverre de aanwezigheid van de meetsystemen invloed had op het rijgedrag en het aantal luide events.

De luide voertuigen zijn nader onderzocht aan de hand van voertuiggegevens en akoestische kenmerken. Dit heeft geleid tot de volgende bevindingen:

- › De meeste luide events zijn gemeten tussen 14:00-22:00.
- › Op de Wolgadreef rijdt ca. 2% van alle voertuigen (mogelijk meer) harder dan 50 km/h, terwijl op dat de Tripkade 19% en op de Amsterdamsestraatweg 21% bedraagt.
- › Op de onderzochte locaties waren 22% van de luide voertuigen auto's, 40% motorfietsen, 28% bromfietsen en 7% quads of driewielers. Het aantal luide quads was opvallend hoog met 52 luide passages van 219 registraties oftewel 23%. Dit was veel meer vergeleken met metingen in andere steden.
- › De detectienauwkeurigheid op basis van kenteken is voor de drukke locatie Amsterdamsestraatweg lager, wegens dicht opeenvolgend verkeer, zijstraten en stoplichten in de buurt en de fietspaden. Daardoor kwam het voor dat tweewielers soms als auto werden gedetecteerd. Dit is te voorkomen door betere akoestische detectie. Dan is echter nog niet het juiste kenteken bekend.
- › De hoogste geluidsniveaus waren afkomstig van motorfietsen en auto's.
- › De hoge geluidsniveaus, oplopend tot 115 dB(A) langs de kant van de weg, kunnen het gevolg zijn van rijgedrag zoals hoogtoerig optrekken, hard rijden en/of aanpassingen van het voertuig waaronder tuning, ongeschikte uitlaat en deels ook van oorsprong luide voertuigen in oorspronkelijke staat. Afwijkingen of aanpassingen aan de uitlaat of motor zijn meestal goed herkenbaar aan de sterke tonen in het spectrum, en dus bruikbaar als indicatie voor handhaving.
- › Luide voertuigen zijn vooral met eerste registratie vanaf 2015. Deze jongere voertuigen zijn hetzij van oorsprong al luid en/of aangepast, al dan niet in combinatie met bepaald rijgedrag.
- › Op de beschouwde locaties en tijden waren onder de luide voertuigen bepaalde merken sterk vertegenwoordigd. Voor auto's waren dit Volkswagen, Mercedes, Audi; voor motorfietsen: Yamaha, BMW, Honda, Kawasaki, KTM; voor bromfietsen: Piaggio, Sym, Kymco; en voor driewielers en quads: Bombardier, Piaggio, Yamaha. Dit komt gedeeltelijk overeen met de vlootsamenstelling maar is ook een indicatie dat deze merken meer luide exemplaren vertonen.
- › Bij veel luide voertuigen is sprake van luid optrekken, schakelen en optoeren, hetgeen goed in het spectrogram te zien is, en dus als detectie voor gedrag bruikbaar is.
- › Sterke tonen in het uitlaatgeluid zijn goed zichtbaar in het spectrum en spectrogram en zijn een aanwijzing voor een te luide uitlaat.
- › Knaluitlaten zijn ca. 20 keer geconstateerd, de meeste bij auto's. Het werkelijke aantal is groter omdat dit niet altijd vlakbij de meetpositie optreedt.

- › Het percentage luide overtuigen voor al het verkeer in de Utrechtse metingen ligt op 0,8%, aanzienlijk hoger dan in de metingen in Amsterdam (0,2%), Rotterdam (0,3%) en Den Haag (0,1%). Dit is mogelijk te verklaren door het seizoen, de meetlocaties en de weersomstandigheden. De Amsterdamsestraatweg had naar verhouding de meeste luide passages van alle eerdere locaties inclusief de andere steden.

5 Potentiële maatregelen

Mogelijke maatregelen voor de aanpak van luide voertuigen zijn al eerder door TNO onderzocht [9][10][11][12] 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, maar nationale en internationale maatregelen zijn ook relevant wegens hun reikwijdte en potentiële effectiviteit.

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

5.1 Recente ontwikkelingen en studies

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

Kamerbrief Ministerie IenW en Nota RDW

In november 2022 is in een brief van het ministerie van IenW aan de Tweede Kamer een reactie gegeven op petitie van gemeente Bergen en de NEFOM over de aanpak van geluidsoverlast door motorvoertuigen [13] met een bijlage over onderzoek van de RDW naar mogelijke maatregelen [14]. In de brief van het ministerie wordt ingegaan op:

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

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

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

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

De RDW beveelt specifiek aan:

- › Vergroot de inzet van technische voertuigcontroles ten behoeve van controles op geluidsoverlast van personenvoertuigen, motoren en bromfietsen en de inzet van de RDW in dit kader. Informeer gemeenten over de mogelijkheid om deze controles uit te voeren en draag op gemeentelijk niveau zorg voor prioritering binnen de driehoek. Bepaal op basis van vooronderzoek (bijv. signalen van bewoners, resultaten zoals 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 [15] 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 geluidsniveaus 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 [16] is geconstateerd dat veel van de gecertificeerde vervanguitlaten niet voldoen aan de eisen. Gevolg is dat potentieel dat sommige voertuigeigenaren meer geluid produceren dan bedoeld.

SWECO studie

In een studie in opdracht van Gemeente Rotterdam in 2022 is onderzoek gedaan naar maatregelen tegen overlastgevers in het verkeer, door Ingenieursbureau SWECO [17]. 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.

EU-project LENS

Eind 2022 is het EU-project LENS gestart (L-vehicles Emissions and Noise mitigation Solutions, www.lens-horizoneurope.eu). Het consortium omvat onderzoeksinstituten waaronder TNO, universiteiten, fabrikanten en typekeuringsinstanties.

Doelstelling is de ontwikkeling en stimulering van maatregelen en best practices om het probleem van geluid en emissies van L-voertuigen op te lossen. LENS stelt ook oplossingen voor om de prestaties van toekomstige voertuigen te verbeteren en de impact van bestaande voertuigen te minimaliseren. Het project betreft stakeholders waaronder steden en belangengroepen bij het project voor feedback en interactie.

In het najaar van 2023 zijn twee rapporten geproduceerd die relevant zijn voor geluid:

- › Een rapport over de rijcondities waarvoor de hoogste emissies en geluidemissie optreedt [7], met vergelijking met de huidige regelgeving en aanbeveling voor een voorzien testprogramma voor 150 voertuigen.
- › Een rapport over voertuigmodificaties en hun effecten op geluid en emissies [8], mede op basis van een Europees enquête.

Haalbaarheid geluidflitspaal

TNO voert in 2023 een studie uit naar de haalbaarheid van de geluidflitspaal in Nederland. Hierin worden de functionele eisen, beschikbare systemen en technologieën en juridische aspecten onderzocht. Er wordt onderscheid gemaakt tussen waarschuwingsdisplays, systemen voor dataverzameling, systemen ter ondersteuning bij handhaving en systemen voor automatische handhaving en beboeting. Met name voor het laatste is de drempel nog hoog wegens de techniek en juridische redenen. In een aantal landen worden proeven met geluidflitspalen uitgevoerd (Frankrijk, Zwitserland, Duitsland, Verenigd Koninkrijk, USA o.a.). In Londen en in Taiwan worden al boetes uitgedeeld.

Proeven met waarschuwingsdisplays

In Rotterdam en Amsterdam zijn in 2023 proeven uitgevoerd met waarschuwingsdisplays voor luide voertuigen. De effectiviteit is nog onbekend. Tussen 2021 en 2023 zijn in Barendrecht displays ingezet die reageren op geluid om rijgedrag en geluid te beïnvloeden, in combinatie met wegversmalling (van twee naar één rijstrook). Er werd 31% afname in pieken boven 90 dB(A) van motorfietsen voor de display vastgesteld en 55% afname in combinatie met wegversmalling [22].

5.2 Infrastructuur

Maatregelen aan de infrastructuur omvatten wegafsluiting, inrijverboden, milieu- en geluidzones, snelheidsbeperkingen, de weginrichting, of geluidslimieten voor voertuigen bij de weg of in de omgeving. Ook is in sommige gevallen denkbaar de geluidoverdracht te reduceren middels afscherming of absorptie.

5.2.1 Wegafsluiting

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

5.2.2 Inrijverbod

Een selectief inrijverbod is mogelijk:

- › voor bepaalde voertuiggroepen middels bestaande verkeersborden (motorfietsen, bromfietsen o.a.);
- › op basis van het standgeluidniveau (zoals in Oostenrijk);
- › een aparte handhavingsdatabase of een keuring die aangeeft of het voertuig in stedelijke omgeving acceptabele geluidniveaus veroorzaakt.

Specifiek voor doorgaande routes zou kunnen worden gekeken in hoeverre dat de luide voertuigen deels omgeleid zouden kunnen worden, eventueel op bepaalde tijden. Hierbij is wel af te wegen in hoeverre de hinder slechts wordt verplaatst.

5.2.3 Milieuzones en uitbreiding

Utrecht heeft een milieuzone met beperkingen voor vervuilende voertuigen².

De volgende voertuigen mogen de milieuzone niet in of alleen met ontheffing:

- › dieselauto's en -bestelauto's met milieuklasse 3 of lager;
- › vrachtauto's en autobussen die op diesel rijden, met emissie klasse lager dan 6.

Brom- en snorfietsen, met name 2-takt zijn nog niet opgenomen. Deze zijn wel in andere steden zoals Amsterdam en Den Haag opgenomen, met eerste datum toelating vóór 1 januari 2011. Dit zou in Utrecht ook helpen een deel van de geluidhinder terug te dringen.

De milieuzone komt ook de geluidbelasting ten goede aangezien de oudere dieselvoertuigen zowel meer vervuilend als relatief lawaaiig kunnen zijn. Voor brom- en snorfietsen geldt dat ook.

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

Vanaf 1 januari 2025 wordt het centrum emissievrij en moeten alle nieuwe bestel- en vrachtauto's uitstootvrij als zij daar willen rijden. Voor oudere typen bestel- en vrachtauto's geldt er tot 2030 een landelijke overgangsregeling. Deze regeling voor Zero-Emissiezones³ (ZE-zones) geldt in 28 gemeentes in Nederland.

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

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

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

² www.utrecht.nl/wonen-en-leven/gezonde-leefomgeving/luchtkwaliteit/milieuzone/

³ <https://www.opwegnaarzes.nl/>

5.2.4 Geluidzones

In analogie met, of als uitbreiding op, de milieuzone zijn ook geluidzones denkbaar waarbij luide voertuigen worden geweerd op basis van:

- › Standgeluidniveau;
- › leeftijd en/of technische historie van voertuigaanpassingen en overtredingen;
- › type aandrijving (bijv. alleen elektrische of hybride voertuigen toelaten).

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

5.2.5 Snelheidsbeperking

Snelheidslimieten worden al in veel steden naar 30 km/h teruggebracht, hetgeen de geluidsexcessen zou kunnen helpen verminderen. Hoewel hoge geluidniveaus niet alleen van de snelheid afhangen, betekent dit wel dat hoogtoerig optrekken en hard rijden enigszins worden beperkt. Dit is denkbaar voor delen van de drie locaties in Utrecht, waar sommige voertuigen met zeer hoge snelheid en geluidniveau zijn geconstateerd.

5.2.6 Weginrichting

Op sommige locaties is weginrichting een optie om excessief rijgedrag te beïnvloeden, zoals bijvoorbeeld versmalling of verkeersdrempels. Verkeersdrempels kunnen met name helpen de excessieve snelheden te reduceren. De Tripkade is een voorbeeld van een lange rechte weg waar weinig beletsel is op hard te rijden. Daar ligt wel een verkeersdrempel bij de meetlocatie, echter heeft deze minder werking door de geringe hoogte en helling.

5.2.7 Limiet bij de gevel of langs de weg

Invoering van een geluidslimiet voor piekgeluid bij de gevel is juridisch lastig, echter een richtlijn hiervoor is wel denkbaar, zoals dat bijvoorbeeld in de Omgevingswet voor geluidsgevoelige locaties staat⁴: voor aandrijfgeluid van transportmiddelen een limiet op de gevel van 70 dB(A) voor de avond en de nacht. 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. Een limiet voor luide voertuigen op basis van L_{den} heeft geen zin omdat de pieken in het jaargemiddelde niet tot uiting komen.

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

In de toekomst zijn er mogelijk ook andere toepassingen denkbaar op basis van een limiet aan de weg. Daarbij is bijvoorbeeld te denken aan:

- › Het radicaal verlagen van de geluidniveaus, bijvoorbeeld tot 70-75 dB(A) langs de weg voor praktijkcondities. Daarvoor is dan een selectief toegangsbeleid nodig, bijvoorbeeld middels additionele geluidkeuring of op basis van type aandrijving.

⁴ <https://iplo.nl/thema/geluid/wetsinstrumenten/geluid-omgevingsplan/instructieregels-toelaten-activiteit/instructieregels-bereiken-aanvaardbaar-geluid>

- › Het weren van de luidste motoren. Vraag kan dan ook zijn of crossmotoren, quads, zware- en racemotoren op stedelijke wegen vlak naast woningen thuishoren, gezien de hoogte van de gemeten niveaus.

5.2.8 Beperking van de geluidoverdracht

Maatregelen in het overdrachtspad zijn ook denkbaar maar meestal ingrijpend voor de omgeving. Het gaat om bijvoorbeeld:

- › toevoeging van geluidabsorptie in een galmende straat, bijvoorbeeld op gevels;
- › afscherming van de rijbaan middels (lage) (absorberende) geluidschermen;
- › beïnvloeding van reflecties door toevoeging of aanpassing van de geometrie;
- › geluidisolierende gevels of voorzetgevels;
- › tunnels of wegverdiepingen.

Voor al deze maatregelen is dan de haalbaarheid op basis van kosten, effectiviteit, inpasbaarheid, veiligheid en acceptatie door bewoners nodig. Het geluidreducerend effect zal behalve voor luide voertuigen ook werken voor het band-wegdekgeluid van al het overige verkeer.

Absorptie

De absorptie in een straat met reflecties is mogelijk te reduceren indien voldoende absorberend oppervlak kan worden aangebracht. De mogelijkheden langs stedelijke wegen zijn echter zeer beperkt. Een optie is een constructie boven de weg die lucht en licht doorlaat, maar wel absorptie toevoegt. Hierbij is te denken aan absorberende panelen hangend of gemonteerd boven de weg. Het is echter de vraag of het potentiële effect opweegt tegen de benodigde kosten en andere randvoorwaarden. Absorptie aanbrengen aan de muren van woningen is technisch voorstelbaar maar mogelijk praktisch lastig uitvoerbaar zonder medewerking van bewoners.

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

Afscherming

Afscherming middels geluidschermen al dan niet laag kan effectief zijn maar is in stedelijke omgeving niet uitvoerbaar, behalve voor grotere wegen met veel verkeer en waar voldoende ruimte is.

Beïnvloeding reflecties

Dit is soms mogelijk door de inrichting van gebouwen of objecten tussen de weg en woningen.

Isolerende gevels

Voor bestaande woningen zijn behalve conventionele geluidisolatie, transparante voorzetgevels een mogelijkheid, waar er nog ruimte te maken is dicht op de woning. De vraag echter is of deze oplossing geschikt en kosteneffectief zou zijn voor de beschouwde locaties. Op de Amsterdamsestraatweg is naar verwachting te weinig ruimte hiervoor.

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

Ook geeft het CityHush project voorbeelden van stedelijke maatregelen voor stillere gebieden in de stad,

<http://www.cityhush.eu/results.html>.

Tunnel of wegverdieping

Ondertunneling kan zonder meer het leefklimaat verbeteren voor zowel geluid als emissies, maar is ingrijpend en alleen realistisch binnen een breder afwegingskader, zoals verkeersmanagement, veiligheid en stadsvernieuwing.

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

Mogelijkheden bij de meetlocaties

Met het ook op de bovengenoemde maatregelen is voor de Utrechtse meetlocaties het volgende te overwegen qua vermindering van de geluidoverdracht.

Bij de flats op de Wolgadreef is te denken aan afscherming of extra absorberende maatregelen bij de parken om weerkaatst geluid in de hoven te reduceren. Dit vereist wel een aparte technische beschouwing om te de mogelijkheden te beoordelen.

Op de Tripkade is een lage afscherming van de middenrijbaan denkbaar, echter kan dit leiden tot een nieuwe reflectiewand en mogelijke bouwkundige of verkeerskundige bezwaren.

Op de Amsterdamsestraatweg zou vooral aan absorptie kunnen worden gedacht, waarbij dit waarschijnlijk lastig technisch uitvoerbaar is gezien de toegankelijkheid van de stoep, fietspaden en oversteekmogelijkheden.

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 op basis van bestaande of aangepaste wetgeving worden gecontroleerd en waar nodig gesanctioneerd. Hierbij zou de taak van de handhavers kunnen worden verlicht middels digitalisering. De controletaak zou kunnen worden verschoven naar technische instanties zoals de RDW of keuringstations, waarbij wordt gecontroleerd op niet gecertificeerde onderdelen, chiptuning, andere mechanische of elektronische aanpassingen, en toegevoegde systemen die het geluid doen toenemen.

De volgorde zou als volgt kunnen zijn:

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

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

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

5.3.2 Verbeterde bemande handhaving

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

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

Een aandachtspunt is hier de subjectieve beoordeling van onnodig lawaai. Dit is mede door automatische meetsystemen te objectiveren. Dit is in de toekomst denkbaar middels herkenningssystemen die onnodig hard rijgedrag of aanwijzing voor te luide uitlaten kunnen signaleren.

Bij handhavingsacties van de Politie is een mogelijkheid remote meetsystemen in te zetten langs bekende routes met luide voertuigen, waarmee deze op afstand al te identificeren zijn, waardoor de controle verderop selectiever kan plaatsvinden.

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 onderzocht.

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 standmeting⁵, is nog lastig in de praktijk en laat een deel van de luide voertuigen nog door. De ASEP 6, (verbreding van het testbereik voor nieuwe voertuigen in de UNECE typekeuring), is nog erg complex en geeft nog te weinig grip op geluidemissie in de praktijk. Er wordt wel gewerkt aan een nieuwe versie. Definities van terminologie zijn nog te verbeteren en voorzieningen om de effecten van chiptuning en niet gecertificeerde uitlaten te reduceren zijn voor verbetering vatbaar. Dit alles ligt echter buiten de directe invloed van gemeentes, maar bij de overheid en de RDW via vertegenwoordiging bij de UNECE. Mogelijke verbeteringen, ook ten aanzien van geluidslimieten, zijn al voorgesteld in studies voor de EU en door TNO in 2019 [9][10]. In het LENS project [6] komt dit onderwerp ook aan de orde.

5.4 Maatregelen weggebruikers

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

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

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

Zoals hierboven al omschreven kan automatisering een rol spelen in de invulling en omvang van de handhaving op geluid. De beboeting middels automatische geluidsflitspalen is ook op termijn te verwachten, maar is nog steeds in ontwikkeling en onder beproeving in het buitenland (Hydra [[5]] en dBFlash [6] in Frankrijk). In Londen en in Taiwan zijn wel al veel boetes met automatische of semi-automatische systemen uitgedeeld. Naast technische uitdagingen zijn er ook juridische aspecten die aandacht verdienen, inclusief de invoering in

⁵ De standmeting is een stationaire meting van het voertuig bij vast toerental, waarbij de gashendel wordt losgelaten, met de microfoon op 50 cm afstand schuin achter de uitlaat. Het gemeten geluidsdruk niveau L_{pAFmax} wordt vergeleken met het controleniveau aangegeven op een plaatje en in de RDW database.

⁶ Additional Sound Emission Provisions, in UN R51 (wegvoertuigen) en UN R41 (motorfietsen)

wettelijk kader. Ook speelt de vraag of geluidflitspalen onder beheer van de politie of eventueel ook van de gemeente mogen zijn.

De omvang en aard van de sancties (boetes, WOK, inbeslagname, rijontzegging) verdient in het licht van de impact van de overlast nadere beschouwing met het oog op de pakkans en gevolgen voor overtreiders. 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. In enkele gemeentes lopen proeven met displays. In het buitenland worden deze systemen al langer toegepast, onder andere in Duitsland, Zwitserland en Frankrijk. De effectiviteit is nog onduidelijk. Displays kunnen soms de omgekeerde werking hebben als men de display graag wil laten oplichten. Daarom is aansluitende handhaving wenselijk.

De effectiviteit van statische waarschuwingsborden zoals bijvoorbeeld “Te luid geluid is uit”⁷ is nog onduidelijk.

5.4.1 Ontwikkeling geluidsfritspalen

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, gevolgd door een beoordeling door gemandateerd personeel (zoals in Londen al plaatsvindt). Daarbij zou bij voorkeur zoveel mogelijk selectie en analyse aan boord van de meetpost moeten plaatsvinden om de hoeveelheid data en overdracht te beperken. Aspecten zoals het te kiezen drempelniveau, meetsetup, omgevingsfactoren en privacyregels verdienen daarbij de aandacht. De systemen die in Frankrijk worden getest, de Hydra en de dBFlash, dienen te worden geëvalueerd hoe goed zij inzetbaar zijn in situaties zoals hier gemeten en in de andere G4 steden. Naar verwachting zullen zij beter in staat zijn te functioneren in complexere verkeerssituaties met meerdere opeenvolgende of overlappende voertuigen.

5.4.2 Ecodriving

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

5.5 Voorlichting en communicatie

Voorlichting en communicatie kunnen ook de situatie verbeteren zoals in de afgelopen 3 jaar al heeft plaatsgevonden tussen de G4 en andere gemeentes.

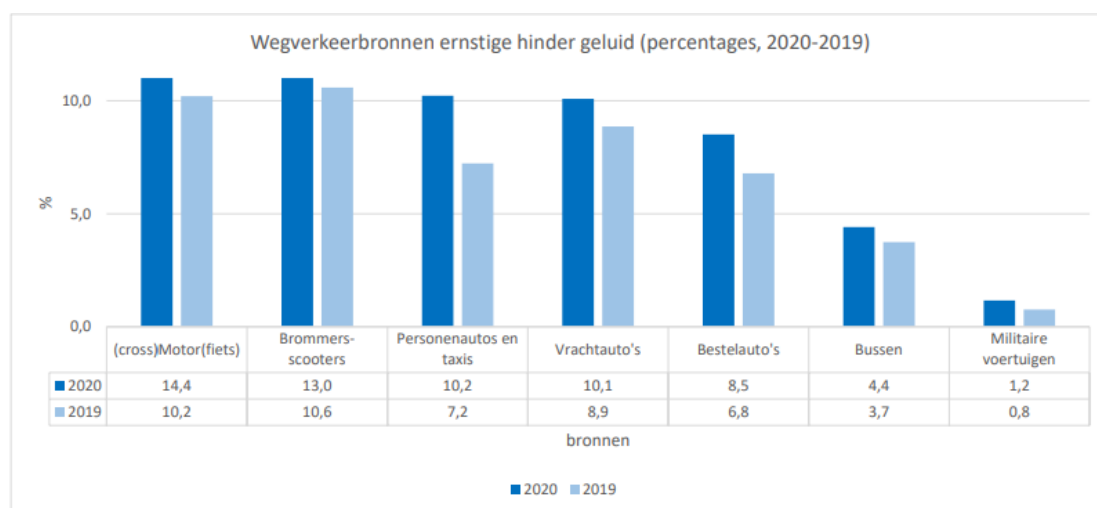
Pilots en de uitwisseling van best practice spelen hier een rol, waaronder ook de bevindingen van deze metingen en bijvoorbeeld de display systemen. De betrokkenheid van overige stakeholders zoals de belangenorganisaties van motorrijders en gehinderde bewoners helpt ook daarbij.

⁷ <https://www.motorrijdersactiegroep.nl/artikelen/te-luid-geluid-is-uit#:~:text=Met%20de%20campagne%20TE%20LUID,maar%20ook%20naar%20de%20politiek>

5.5.1 Hinder in kaart brengen

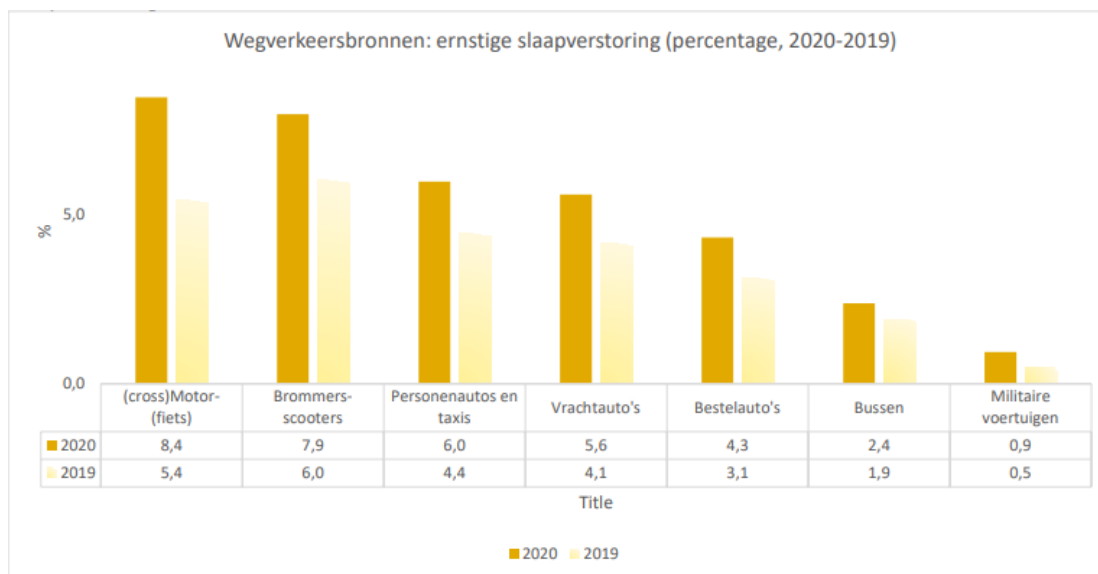
Het in kaart brengen van de hinder helpt ook bij de beoordeling van de impact van luide voertuigen. Uit de korte enquêtes op de hinderlocaties in Amsterdam bleek hoe ernstig de hinder kan zijn voor de betrokken bewoners, inclusief gezondheidseffecten. Dit is een nuttig instrument bij het vooraf beoordelen 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 rapporten van het RIVM⁸ vermeld dat in 2019 motorfietsen 10,2% en brommers en scooters 10,6 % ernstig gehinderden veroorzaakte op basis van enquêtes. In 2020 was deze hinder gestegen naar 14,4% voor motorfietsen en 13% voor brommers en scooters, mogelijk wegens thuiswerken tijdens de pandemie. Ook ernstige slaapverstoring door deze voertuigen is gestegen van 5,4% en 6% in 2019 naar respectievelijk 8,4% and 7,9% in 2020. Deze hindercijfers zijn de hoogste van alle voertuigtypes. Personenauto's liggen bijvoorbeeld ca. 2-3% lager, ondanks hun veel hogere aantallen. De hindercijfers voor auto's zijn vergelijkbaar met die voor vrachtauto's.



Figuur 5.1: Percentages ernstige gehinderden per voertuigtype in 2019 en 2020 in Nederland op basis van enquêtes van het RIVM, bron [21].

⁸ www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2021-0236.pdf



Figuur 5.2: Percentages ernstig slaapverstoorden per voertuigtype in 2019 en 2020 in Nederland op basis van enquêtes van het RIVM, bron [21].

Het is van belang dergelijke enquêtes te actualiseren om te bezien hoe de situatie zich ontwikkelt. GGD onderzoek uit Amsterdam leverde zelfs percentages 19% ernstige hinder op voor motorfietsen in 2021 [21].

5.5.2 Voorlichting weggebruikers

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

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

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

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

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

5.6 Aanbevolen aanpak voor de drie locaties

De drie meetlocaties hebben veel overeenkomstige kenmerken en bevindingen, die zich laten vertalen in maatregelen.

Op basis van de metingen wordt aanbevolen:

- › Lokaal snelheidsreducerende maatregelen, vooral vlak na kruisingen, en waar de weg 'uitnodigt' tot hard rijden en dat rijgedrag door andere voertuigen wordt gevolgd.
- › Inzet van permanente of mobiele snelheidsflitspalen.

- › Inzet van waarschuwingsdisplays met indicatie van teveel lawaai en/of mogelijke beboeting.
- › Communicatie naar de weggebruikers (rijd rustig, woonwijk, sancties bij onnodig geluid), daarbij met de boodschap dat onnodig hoge toerentallen, te hoge rijsnelheid, knaluitlaten, niet gecertificeerde onderdelen en ontgrenzing en motortuning niet zijn toegestaan. Dit is mogelijk in aansluiting op de al toegepaste waarschuwingsdisplays voor geluid.
- › Extra handhaving op rijgedrag, onnodig geluid en voertuigconditie; bemand of automatisch, met eerste focus op onnodig luid rijgedrag, zoals te hoge toeren, en duidelijk aangepaste of opgevoerde voertuigen, op te verwachten overlasttijden.
- › Bij herhaalde overtredingen is ook te denken aan gebiedsverboden voor het voertuig, of een bredere vergunning om in de stad of stadsdelen te mogen rijden (zoals voor voertuigemissies in sommige steden) op basis van voertuigkenmerken en/of tijdsvenster.
- › Om voor de drie locaties gerichter maatregelen te kunnen inschatten is ook te overwegen verkeersonderzoek van de hier geïdentificeerde luide voertuiggroepen, waaronder trajecten, bestemmingen en herkomst. Hieruit volgen mogelijke maatregelen qua verkeersplanning en routing, waarbij echter verplaatsing van geluidhinder niet wenselijk is.
- › Bij uitblijvend effect van bovenstaande maatregelen, instelling van grenswaarden voor onnodig geluid van voertuigpassages langs de weg, te beginnen met 80 dB(A) overdag en 75 dB(A) 's nachts, voor auto's en gemotoriseerde twee- en driewielers. met semi-automatische handhaving op basis van 'onnodig geluid'.
- › Overweging van inrijverboden of routeverplichting voor luide voertuigen op basis van standgeluidniveau, categorie of andere kenmerken.
- › Specifiek voor Quads: deze groep was relatief veel aanwezig en is daarom mogelijk aan te pakken met specifieke maatregelen, bijvoorbeeld inrijverboden op bepaalde tijden, of indien van toepassing afspraken met verhuurders.

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.

6 Conclusies

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

Geluid van luide voertuigen is op drie locaties in Utrecht gemonitord gedurende zeven dagen per locatie in mei, juni en juli 2023. Naast geluid zijn ook kentekens geregistreerd waarmee voertuigkenmerken zijn bepaald.

De meetlocaties zijn doorgaande stedelijke verbindingswegen met snelheidslimiet 50 km/h. De Wolgadreef loopt door een woonwijk met flats met 10 woonlagen en tweelaags woningen afgewisseld met groene hoven en tuinen. De Meester Tripkade heeft zowel vrijstaande- als rijtjeswoningen met ventwegen en tuinen aan weerskanten, waardoor iets minder reflecties optreden. De Amsterdamsestraatweg heeft woningen vrij dicht op de weg aan weerskanten en is daardoor vrij sterk reflecterend. Er zijn veel klachten over luide voertuigen die ernstige hinder veroorzaken.

In de meetperiode van zeven dagen per locatie zijn in totaal 143159 kentekens geregistreerd, waarvan 29272 op de Wolgadreef, 36912 op de Tripkade en 76975 op de Amsterdamsestraatweg.

In totaal zijn voor alle drie de locaties tezamen gedurende 7 dagen 1103 unieke luide events boven de 80 dB(A) geregistreerd, waarvan voor 917 het kenteken geregistreerd is. Hiervan waren 170 op de Wolgadreef, 176 op de Tripkade en 757 op de Amsterdamsestraatweg. Daarmee is iets onder de 1% luid oftewel boven de 80 dB(A). Onbekend is in hoeverre de aanwezigheid van de meetsystemen invloed had op het rijgedrag en het aantal luide events.

De luide voertuigen zijn nader onderzocht aan de hand van voertuiggegevens en akoestische kenmerken. Dit heeft geleid tot de volgende bevindingen:

- › De meeste luide events zijn gemeten tussen 14:00-22:00.
- › Op de Wolgadreef rijdt ca. 2% van alle voertuigen (mogelijk meer) harder dan 50 km/h, terwijl op dat de Tripkade 19% en op de Amsterdamsestraatweg 21% bedraagt.
- › Op de onderzochte locaties waren 22% van de luide voertuigen auto's, 40% motorfietsen, 28% bromfietsen en 7% quads of driewielers. Het aantal quads was opvallend hoog vergeleken met metingen in andere steden en 23% daarvan was luid.
- › De allerhoogste geluidsniveaus waren voor deze locaties en meetperiode afkomstig van motorfietsen en auto's.
- › De detectienauwkeurigheid op basis van kentekens is voor de drukke locatie Amsterdamsestraatweg lager, wegens dicht opeenvolgend verkeer, zijstraten en stoplichten in de buurt en de fietspaden. Daardoor kwam het voor dat tweewielers soms als auto werden gedetecteerd. Dit is te voorkomen door betere akoestische detectie. Dan is echter nog niet het juiste kenteken bekend.
- › De hoge geluidsniveaus, oplopend tot 115 dB(A) langs de kant van de weg, kunnen het gevolg zijn van rijgedrag zoals hoogtoerig optrekken, hard rijden en/of aanpassingen van het voertuig waaronder tuning, ongeschikte uitlaat en deels ook van oorsprong luide

voertuigen in oorspronkelijke staat. Afwijkingen of aanpassingen aan de uitlaat of motor zijn meestal goed herkenbaar aan de sterke tonen in het spectrum, en dus bruikbaar als indicatie voor handhaving.

- › Luide voertuigen zijn vooral auto's met eerste registratie vanaf 2010 en motorfietsen en bromfietsen vanaf 2015. Deze voertuigen zijn van oorsprong al luid en/of aangepast, al dan niet in combinatie met bepaald rijgedrag.
- › Op de beschouwde locaties en tijden waren onder de luide voertuigen bepaalde merken sterk vertegenwoordigd. Voor auto's waren dit Volkswagen, Mercedes, Audi; voor motorfietsen: Yamaha, BMW, Honda, Kawasaki, KTM; voor bromfietsen: Piaggio, Sym, Kymco; en voor driewielers en quads: Bombardier, Piaggio, Yamaha. Dit komt gedeeltelijk overeen met de vlootsamenstelling maar is ook een indicatie dat deze merken meer luide exemplaren vertonen.
- › Bij veel luide voertuigen is sprake van luid optrekken, schakelen en optoeren, hetgeen goed in het spectrogram te zien is, en dus als detectie voor gedrag bruikbaar is.
- › Sterke tonen in het uitlaatgeluid zijn goed zichtbaar in het spectrum en spectrogram en zijn een aanwijzing voor een te luide uitlaat.
- › Knaluitlaten zijn ca. 20 keer geconstateerd, de meeste bij auto's. Het werkelijke aantal is groter omdat dit niet altijd vlakbij de meetpositie optreedt.

Opvallend is dat het percentage luide overtuigen voor al het verkeer in de Utrechtse metingen op 0,8% ligt, aanzienlijk hoger dan in de metingen in Amsterdam (0,2%), Rotterdam (0,3%) en Den Haag (0,1%). Mogelijke verklaring is het seizoen, de meetlocaties en de weersomstandigheden. De Amsterdamsestraatweg had naar verhouding de meeste luide passages van alle eerdere locaties inclusief de andere steden.

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

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

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

- › Geluid: hoog geluidniveau op afstand; een voertuig dat op 100 m afstand of meer goed hoorbaar is boven het overige verkeer uit, maakt mogelijk onnodig lawaai, hetzij als gevolg van rijgedrag hetzij door voertuigaanpassingen of beide.
- › Geluid: uitlaatknallen – dit wijst meteen op aanpassing of tuning, maar ook onnodig veel geluid (gedrag). Het kan hier gaan om zowel reeksen knallen of knallen tijdens het overschakelen.
- › Geluid: Bij optrekken of stilstaan onnodig veel toeren maken met hoog geluidniveau. Dit is primair een kwestie van gedrag, maar kan voor hoge geluidniveaus ook wijzen op voertuigaanpassingen.
- › Geluid: langdurig hoorbare hogere tonen en hoog toerental bij bromfietsen, al dan niet in combinatie met te hoge snelheid – vaak is hier sprake van opgevoerde exemplaren (ontgrensd of anders).

- › Geluid: inzet van onbemande remote meetsystemen langs verbindingroutes, waarmee voertuigen met hoog geluidniveau op afstand al te identificeren zijn, waardoor de controle selectiever kan plaatsvinden.
- › Uiterlijk: Type uitlaat (wel/niet gecertificeerd, zichtbaar te klein), conditie (beschadigd of zonder dB-killer).
- › Uiterlijk: schakelaars voor bediening van kleppen of motormanagement die specifiek geluid doen toenemen.

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

Voor onbemande handhaving (beboeting of indicatie voor oproep voor herkeuring) zou idealiter een geluidflitspaal nodig zijn, die er echter nog niet is in Nederland, of zoals het Hydra systeem [19] of het dBFlash systeem [20] die in Frankrijk nog getest worden. Dit onderzoek in Utrecht illustreert nogmaals hoe lastig het kan zijn op drukke wegen zo'n systeem in te zetten, met veel verschillende stoorgeluiden en veel voertuigen tegelijk. In ieder geval is een selectie en/of detectie systematiek nodig om juiste conclusies te trekken over de betreffende voertuigen. Detectietechnieken voor de scheiding van voertuigen onderling en van andere geluiden zijn hierbij van belang. Een geluidflitspaal is ook denkbaar met alleen detectie van gedrag en voertuigaanpassingen als basis voor oproep. Dat is mogelijk eenvoudiger dan een systeem voor beboeting. De punten hierboven genoemd voor bemande handhaving op basis van geluid zijn daarbij toepasbaar.

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

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

Voorlichting en communicatie richting weggebruikers is ook een mogelijke maatregel voor de onderzochte locaties: waarschuwingsdisplays voor te hoog geluid. Dit zal echter naar verwachting niet werken voor alle weggebruikers.

Voor wat betreft maatregelen om de geluidoverdracht te verminderen zijn weinig mogelijkheden behalve extra absorptie op muren om reflecties te verminderen.

Deze hebben alle echter mogelijke beperkingen wegens inpassing en acceptatie door de omgeving.

Aanbevelingen

De volgende maatregelen worden voor alle drie locaties voorgesteld:

- › Extra handhaving op rijgedrag, snelheid, onnodig geluid en voertuigconditie; bemand of automatisch, met mogelijke grenswaarde voor L_{pAFmax} langs de weg, waarbij overschrijding van een grensniveau als onnodig lawaai wordt vastgesteld, en op basis van akoestische kenmerken een indicatie van de oorzaak, zoals gedrag (toerentallen, knallen) of geluidskenmerken (zoals sterke tonen); de keuze voor een bepaalde grenswaarde is een beleidskeuze, afhankelijk van de locatie en beoogd effect. Om extreme niveaus te weren zou 85 of 90 dB(A) een beginpunt zijn, en 's nachts 5-10 dB lager.
- › Bij herhaalde overtredingen gebiedsverboden voor voertuigen, of een bredere vergunning om in de stad of stadsdelen te mogen rijden op basis van voertuigkenmerken en/of tijdsvenster.
- › Lokaal snelheidsreducerende maatregelen, vooral in de buurt van kruisingen en zijstraten, zoals op de Wolgadreef en de Amsterdamsestraatweg en bij doorgaande wegen met lange rechte open trajecten zoals de Tripkade.
- › Waarschuwingborden die triggeren op te hoog geluidniveau en mogelijke sancties.

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

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

Op grond van de UBA studie [15] is bekend dat ook sommige nieuwe voertuigen die aan de wettelijke eisen voldoen, vrij hoge niveaus kunnen produceren. Daarnaast is in de KBA studie [16] aangetoond dat sommige gecertificeerde vervanguitlaten niet aan de eisen voldoen in de praktijk. Handhaving door de politie kan dit niet oplossen, daarom is meer nodig ten aanzien van inspectie van voertuigen en vervangcomponenten door de ILT en andere instanties.

De SWECO studie [17] heeft aangetoond dat bepaalde gedragsaspecten van belang zijn in relatie tot luide voertuigen. Dit verdient nadere beschouwing om mogelijk nieuwe maatregelen te genereren in de sfeer van gedragsbeïnvloeding.

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

Referenties

- [1] M. Dittrich, P. Wessels, F. Staats, Monitoring luide voertuigen in Amsterdam, TNO-rapport TNO 2022 R10053, Den Haag, januari 2022.
- [2] M. Dittrich, P. Wessels, F. Staats, Monitoring luide voertuigen in Rotterdam, TNO-rapport TNO 2023 R10157b, Den Haag, mei 2023.
- [3] M. Dittrich, P. Wessels, F. Staats, Monitoring luide voertuigen in Den Haag, TNO-rapport TNO 2023 R10157b, Den Haag, mei 2023.
- [4] ISO 1996-1:2016 Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 1: Basic quantities and assessment procedures.
- [5] 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.
- [6] EU project LENS - L-vehicles Emissions and Noise mitigation Solutions, 2022-2025, www.lens-horizoneurope.eu
- [7] EU project LENS Report D6.1 Driving conditions, October 2023.
- [8] EU project LENS Report D5.1, Tampering and undesirable effects, September 2023.
- [9] 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>
- [10] 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>
- [11] 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>
- [12] M.G. Dittrich, P.J.G. van Beek, E. Salomons, Beleidsopties voor de aanpak van geluidhinder door gemotoriseerde tweewielers, TNO rapport TNO 2020 R11995, <https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2023D11440>
- [13] 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.
- [14] Nota aanpak geluidsoverlast, RDW, brief aan Ministerie van IenW, 22 november 2022.

- [15] C. Huth, G. Eberlei, Ma. Liepert, Überprüfung der Geräuschemissionen von Motorrädern im realen Verkehr, Abschlussbericht, Möhler + Partner Ingenieure AG, 86153 Augsburg, November 2019.
- [16] Campaign on noise emissions 2021, Presentatie KBA op de vergadering van de GRBP/UNECE in Geneve, september 2022.
- [17] F. Neijts, I. Mijnders, S. Altena, Maatregelen tegen overlastgevers in het verkeer, Ervaringen in het buitenland, SWECO, januari 2022.
- [18] C. Schoonebeek en M. Dittrich, Monitoring loud vehicles in Amsterdam, Eurocities Working Group Noise, Grenoble, April 5th 2022.
- [19] 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.
- [20] L. Pinel, S. Bouley, A. Purier, E. Tiffeneau, F. Lepercque: Acoustic imaging and machine learning for sources localization and identification : application to in situ vehicle pass-by noise, Proceedings Forum Acusticum, Torino 2023. (<https://dbflash-camera.com/en>)
- [21] R. van Poll, S. Simon: Ernstige hinder en slaapverstoring in Nederland – Onderzoek Beleving Woonomgeving (OBW) 2020 - Hinder in tijden van corona, RIVM-rapport 2021-0236 www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2021-0236.pdf
- [22] J. Potter: Effect gedragsbeïnvloeding wegverkeer, presentatie op GTL congres 2023, Hilversum.

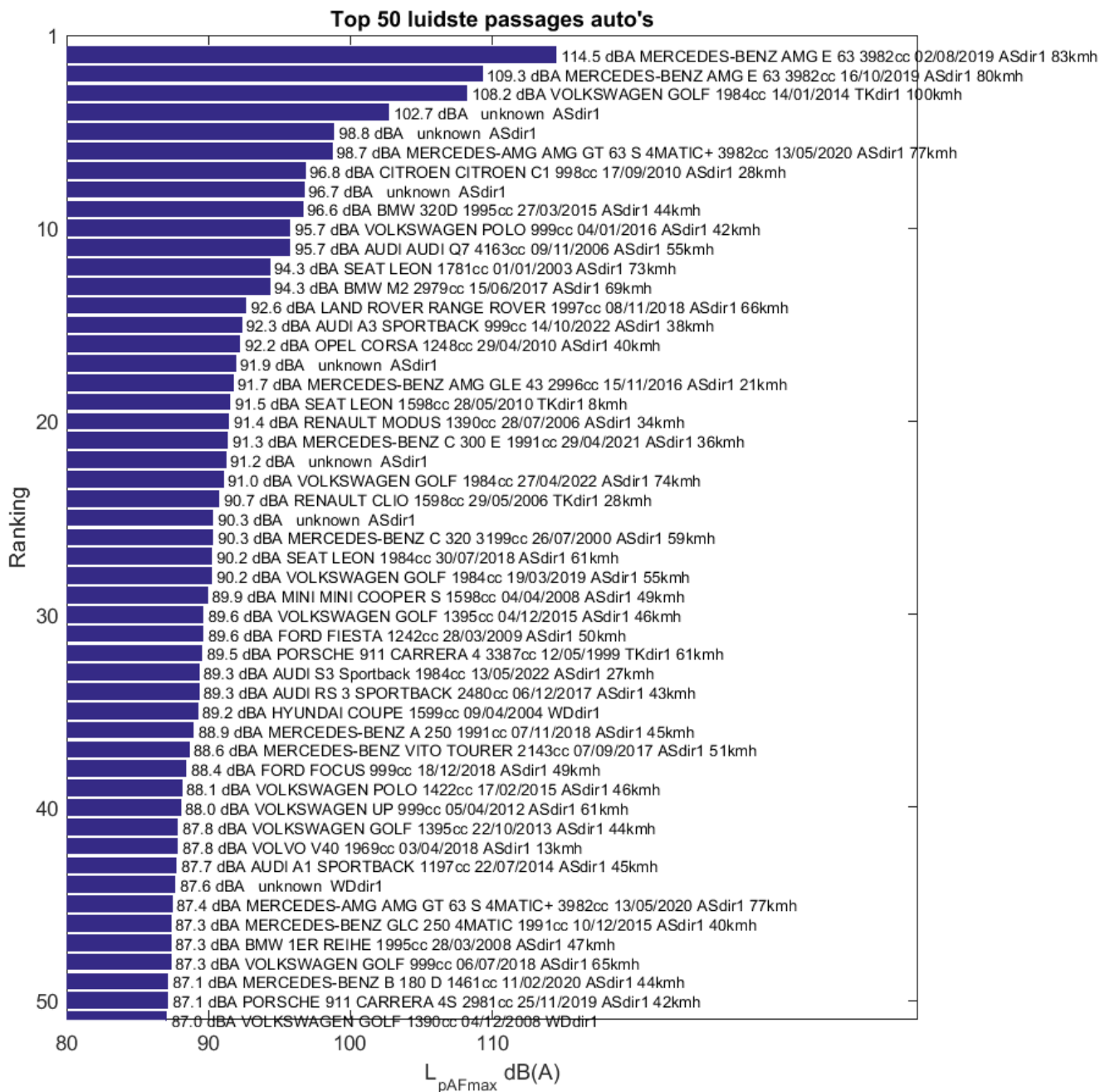
Bijlage A

Figuren en tabellen met luide events en kenmerken

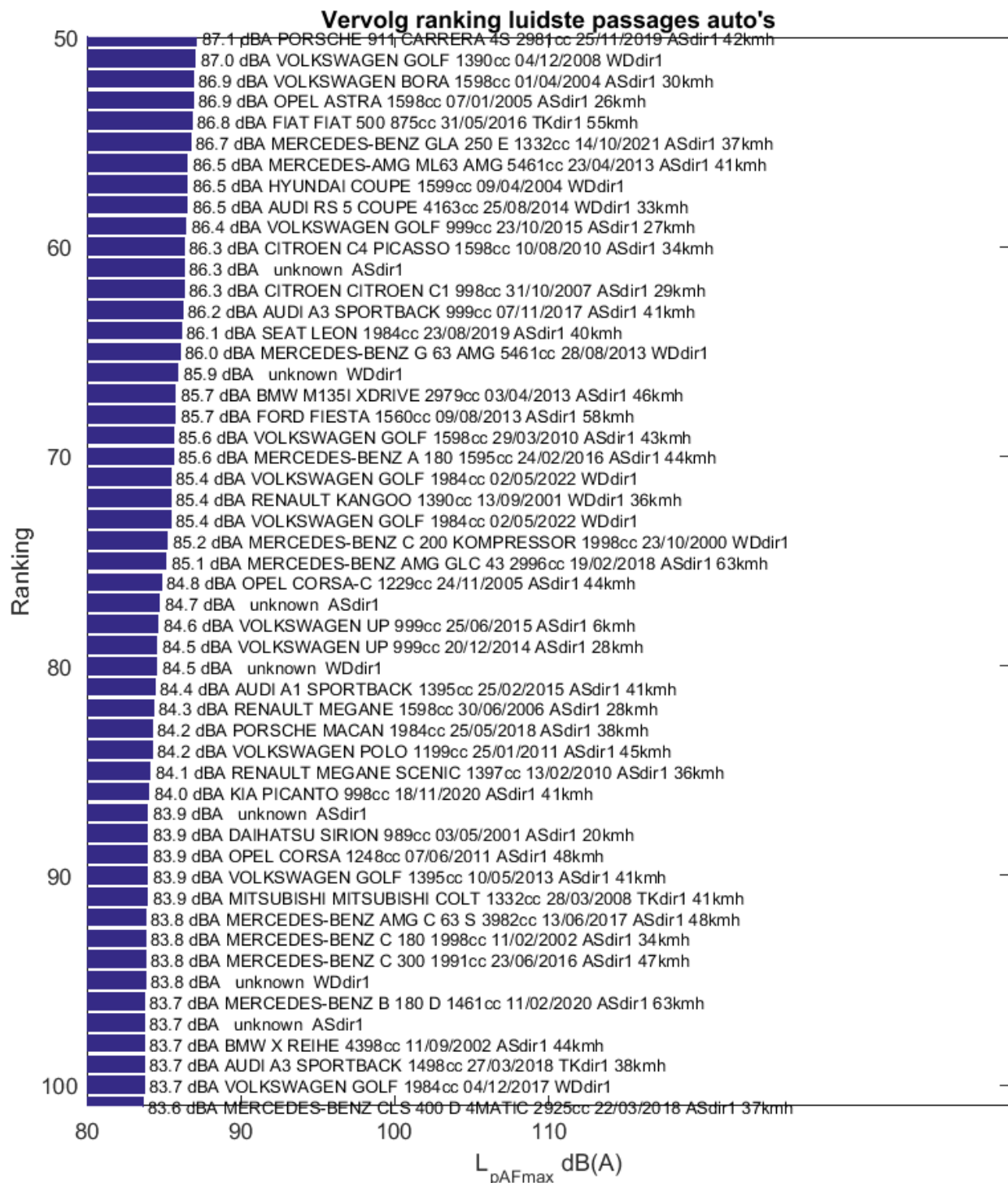
In de onderstaande figuren staan de gerangschikte geluidniveaus en enkele voertuig-kenmerken van voertuigpassages met de hoogste geluidniveaus, van de drie meetlocaties samen.

De tekst achter het geluidniveau L_{pAFmax} bevat:

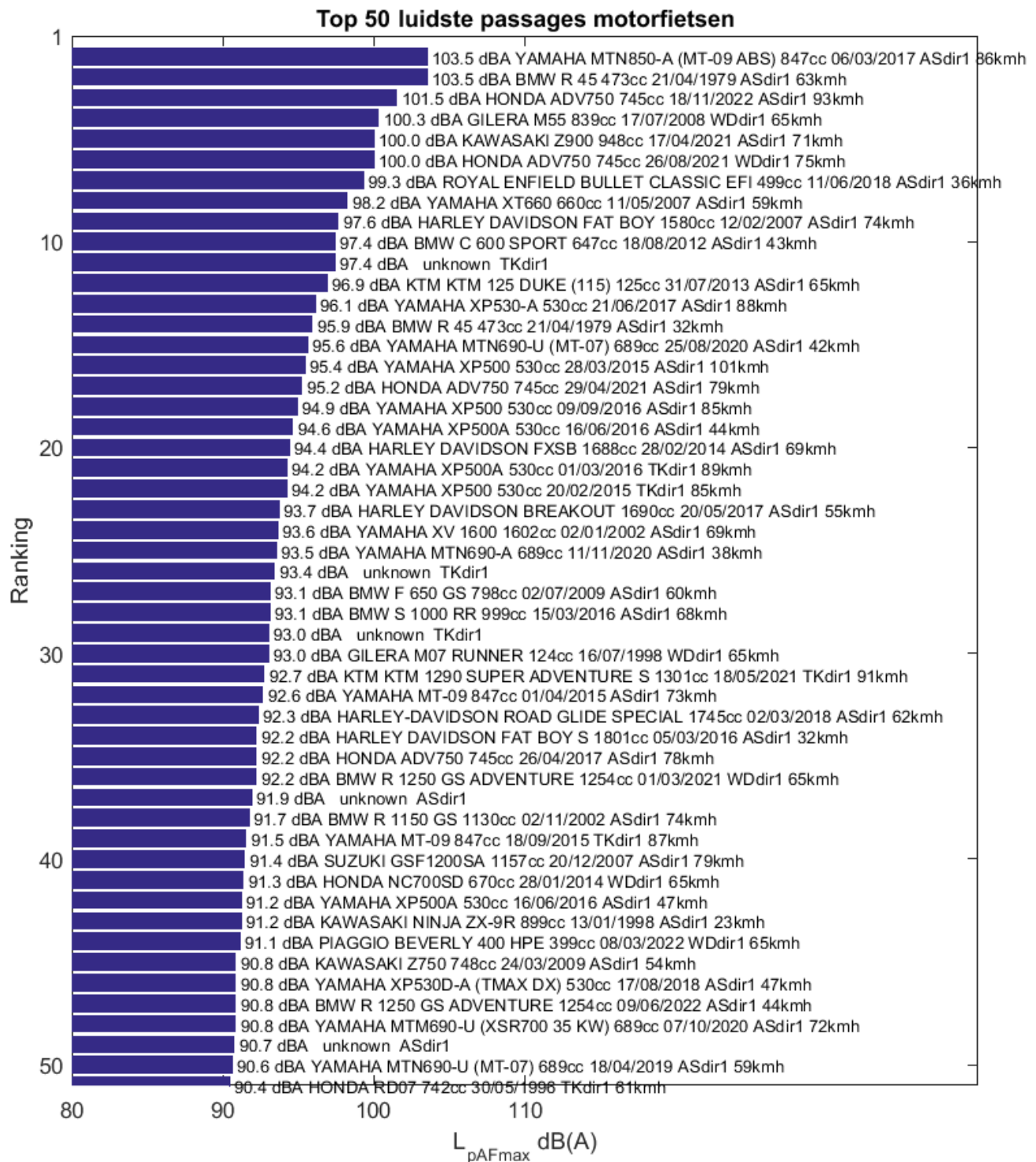
Merk en model voertuig, cilinderinhoud in cc, eerste registratiedatum van het voertuig, de locatie aangeduid met WDirN/ WDirS voor de Wolgadreef richting Noord of Zuid enzovoort, en de snelheid voor zover bekend.



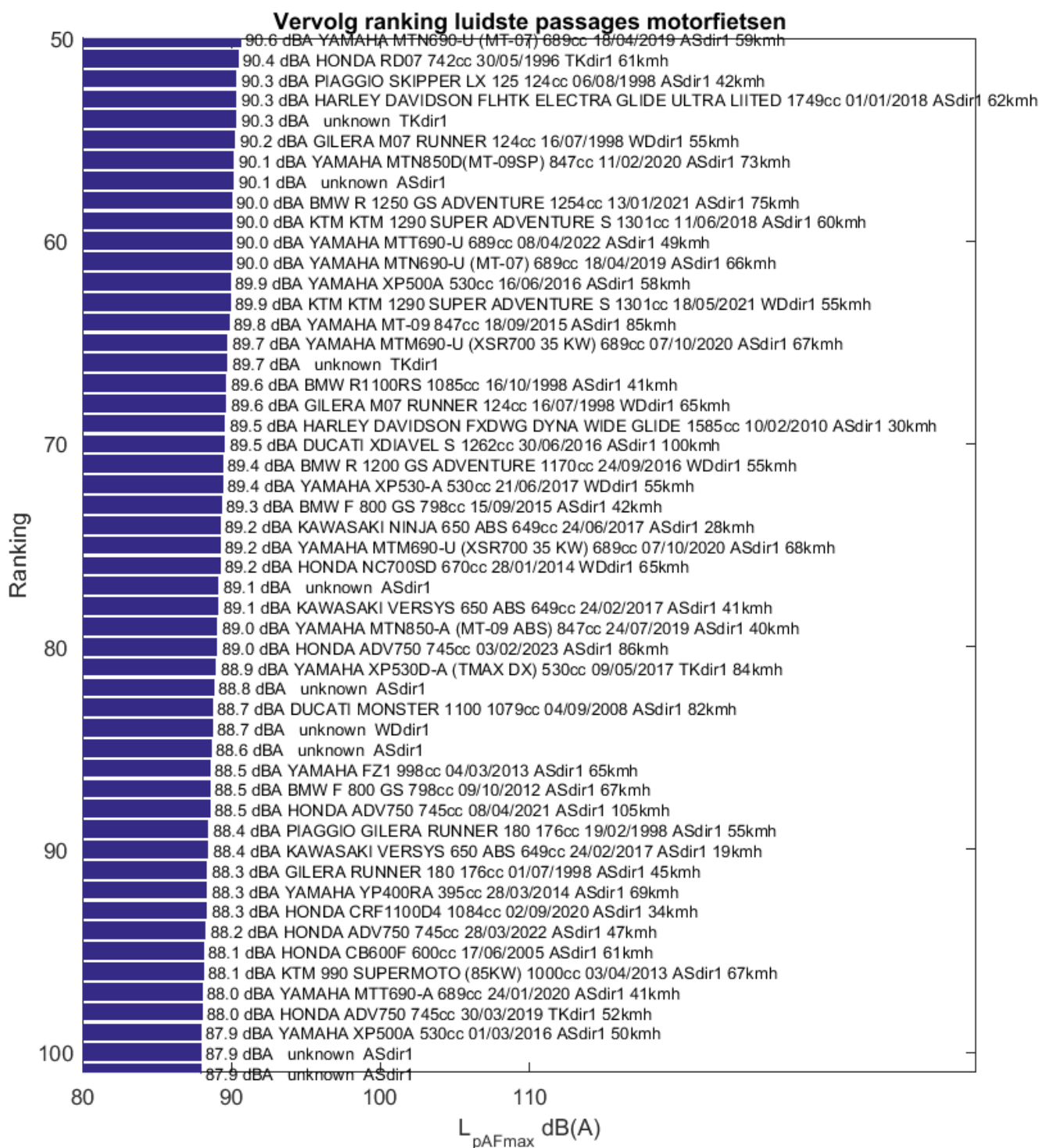
Figuur A.1: Ranking van de top 50 luidste auto's met bekend kenteken op basis van L_{pAFmax} , voor de drie locaties in Utrecht.



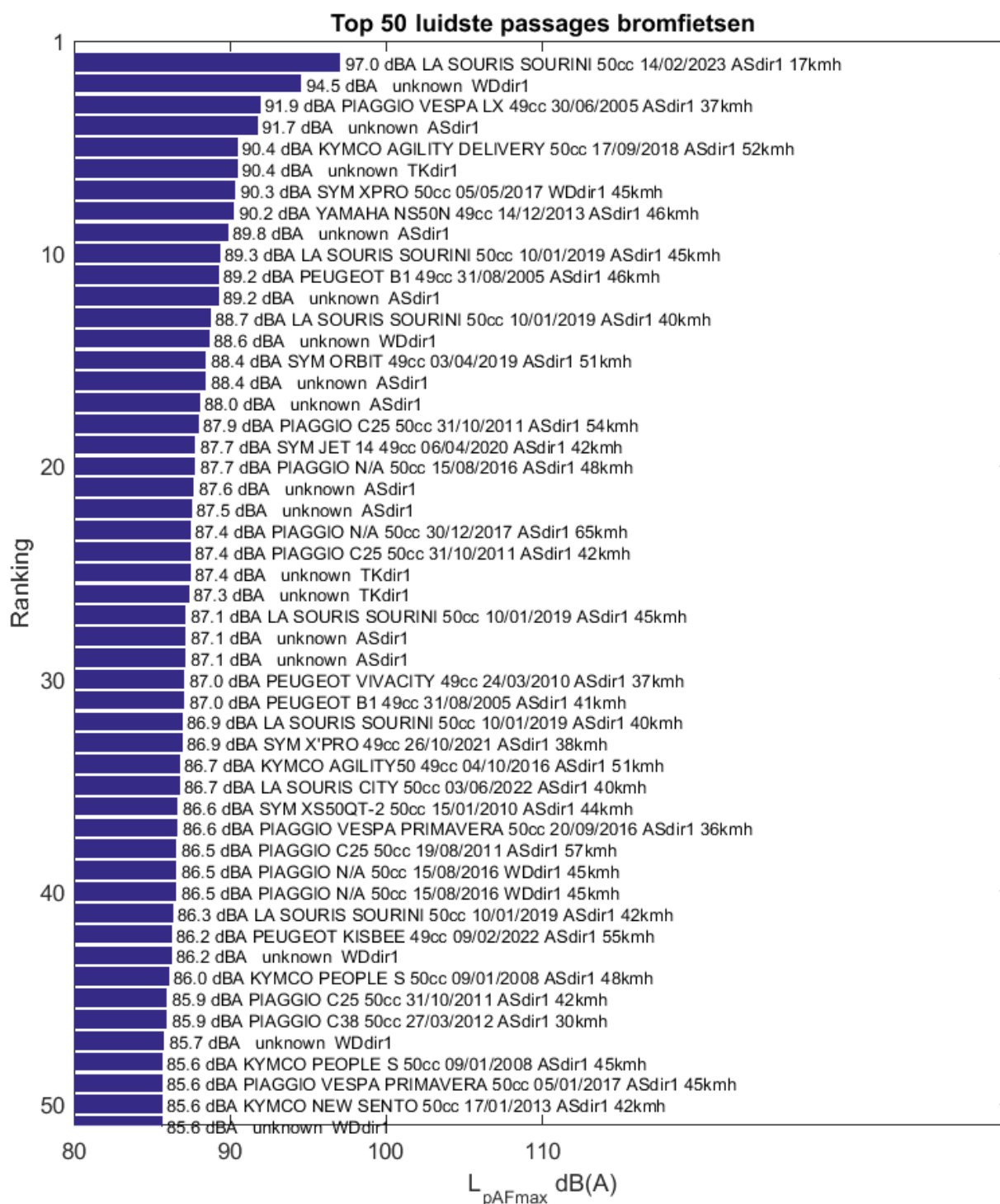
Figuur A.2: Vervolg ranking van de 50-100 luidste auto's met bekend kenteken op basis van L_{pAFmax} , voor de drie locaties in Utrecht.



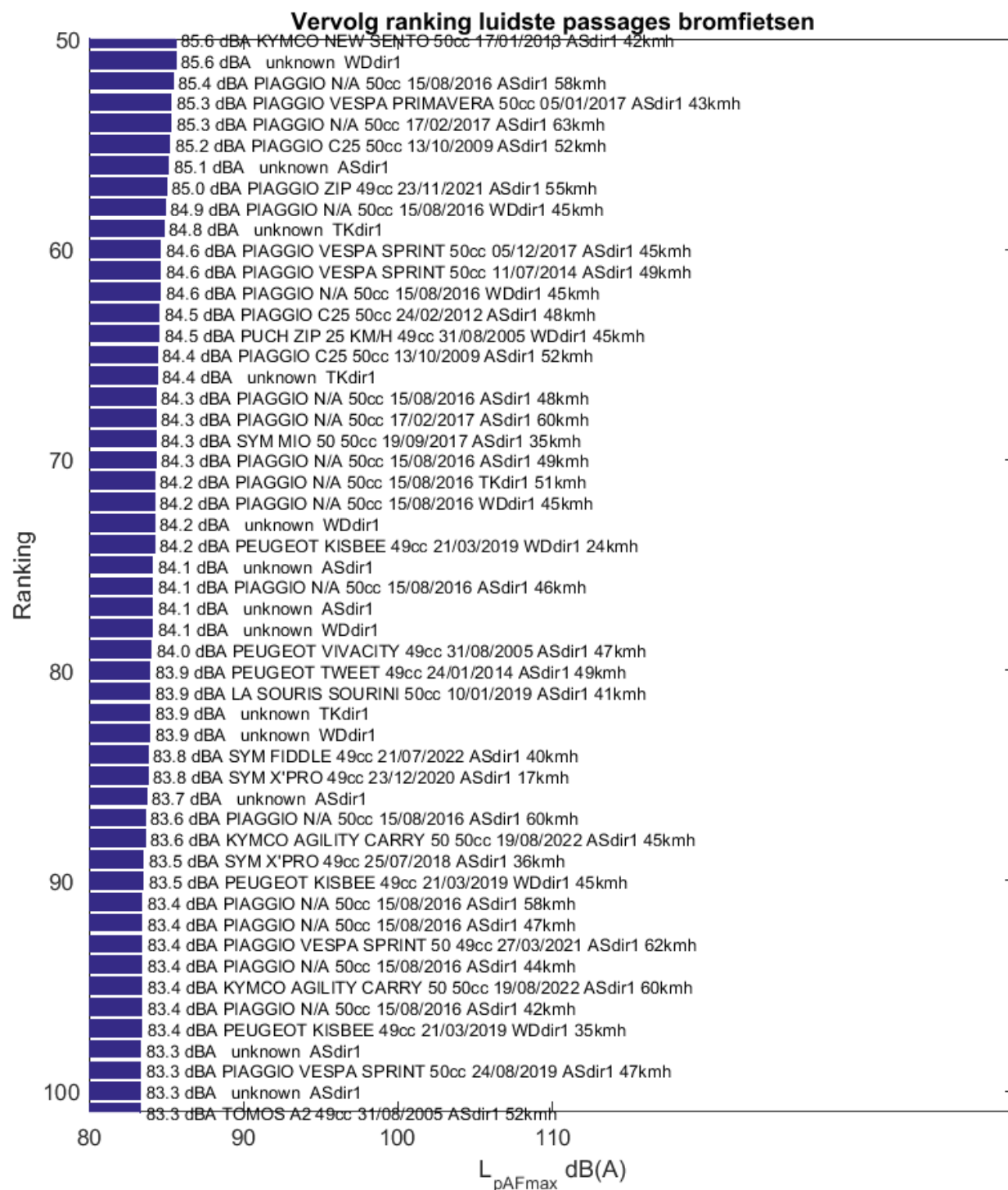
Figuur A.3: Ranking van de top 50 luidste motorfietsen met bekend kenteken op basis van L_{pAFmax} , voor de drie locaties in Utrecht.



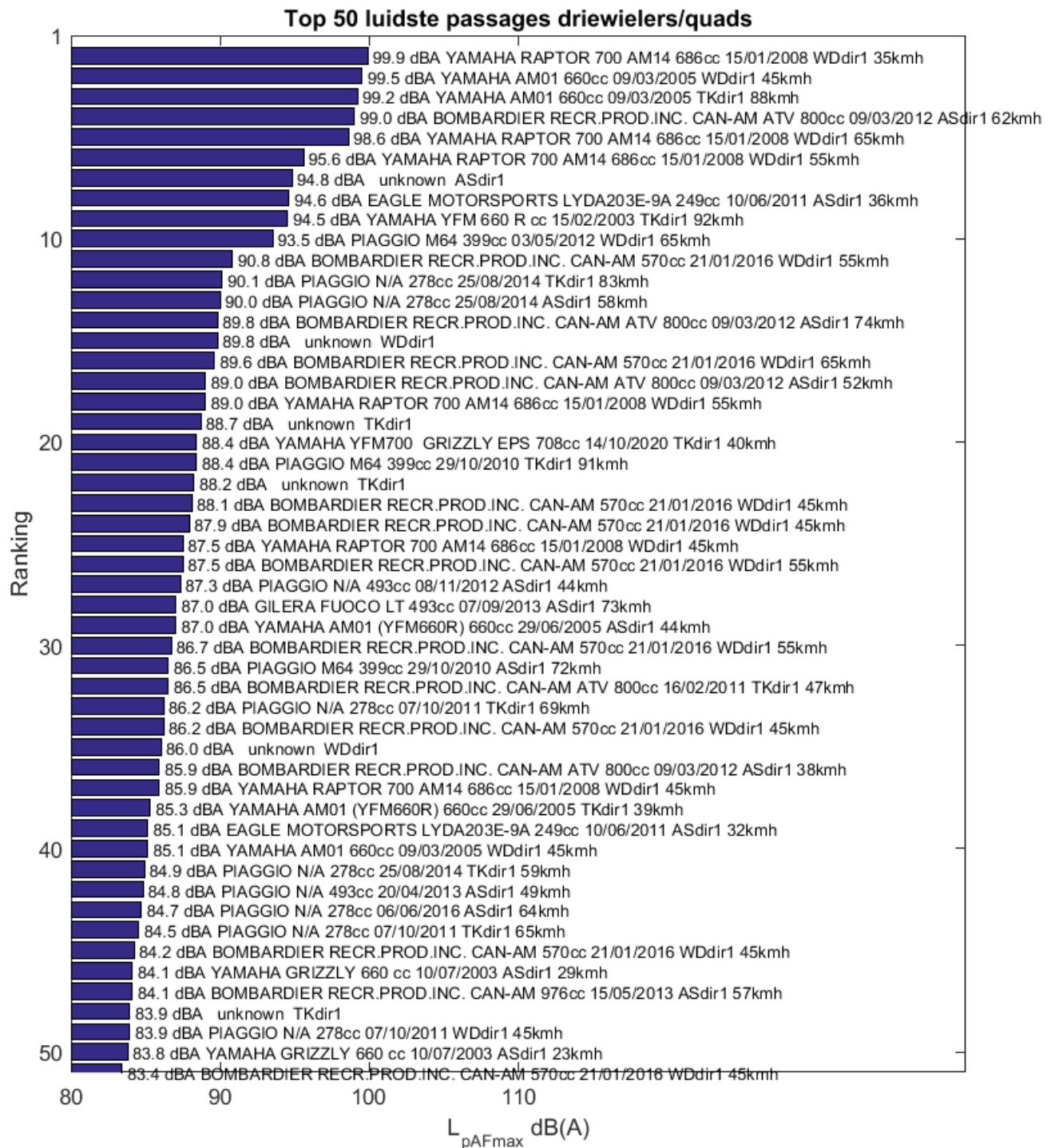
Figuur A.4: Vervolg ranking van de 50-100 luidste motorfietsen met bekend kenteken op basis van L_{pAFmax} , voor de drie locaties in Utrecht.



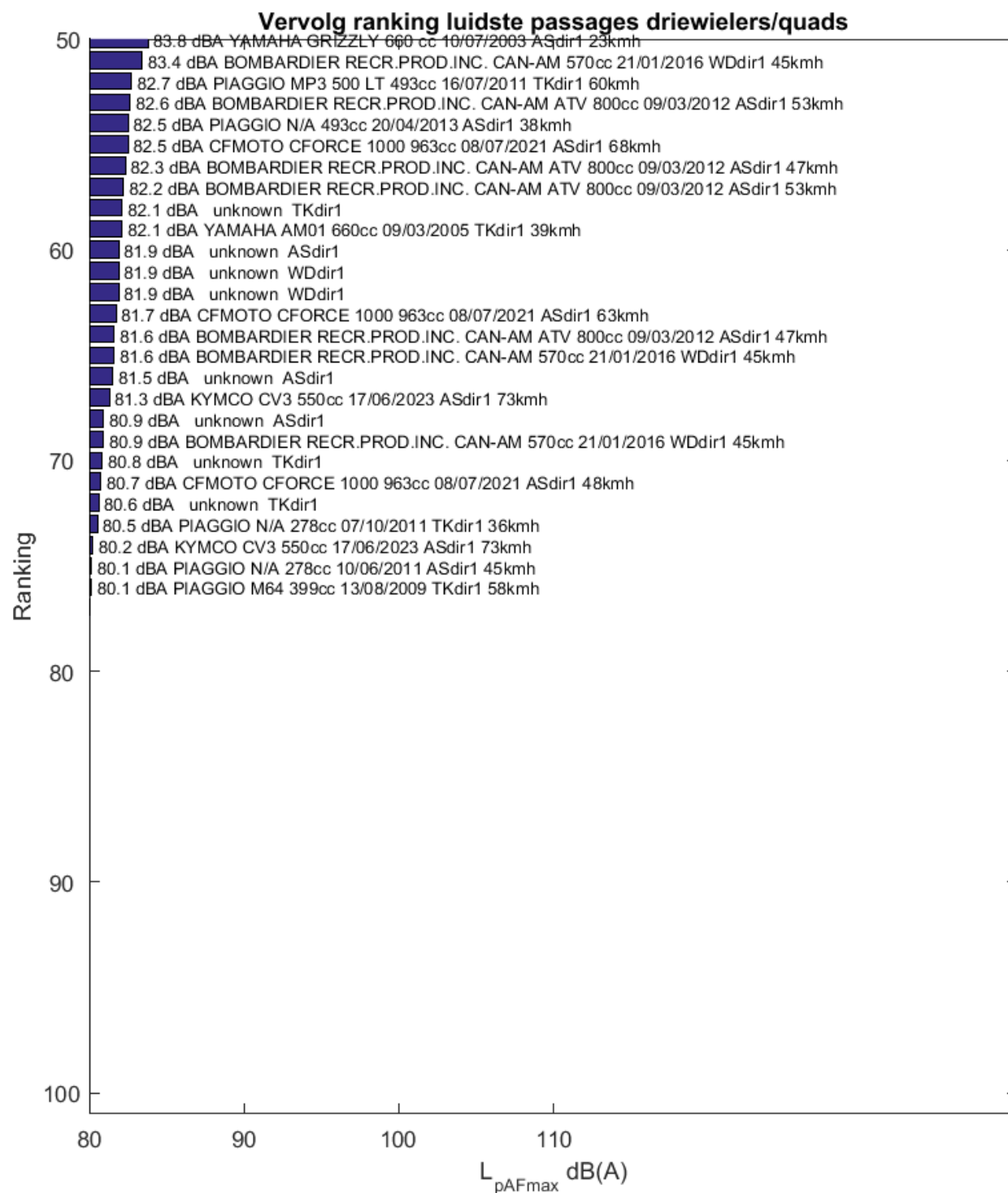
Figuur A.5: Ranking van de top 50 luidste bromfietsen met bekend kenteken op basis van L_{pAFmax} , voor de drie locaties in Utrecht.



Figuur A.6: Vervolg ranking van de 50-100 luidste bromfietsen met bekend kenteken op basis van L_{pAFmax} , voor de drie locaties in Utrecht.



Figuur A.7: Ranking van de top 50 luidste driewielers en quads met bekend kenteken op basis van L_{pAFmax} , voor de drie locaties in Utrecht.



Figuur A.8: Vervolg ranking van de 50-71 luidste driewielers en quads met bekend kenteken op basis van L_{pAFmax} , voor de drie locaties in Utrecht.

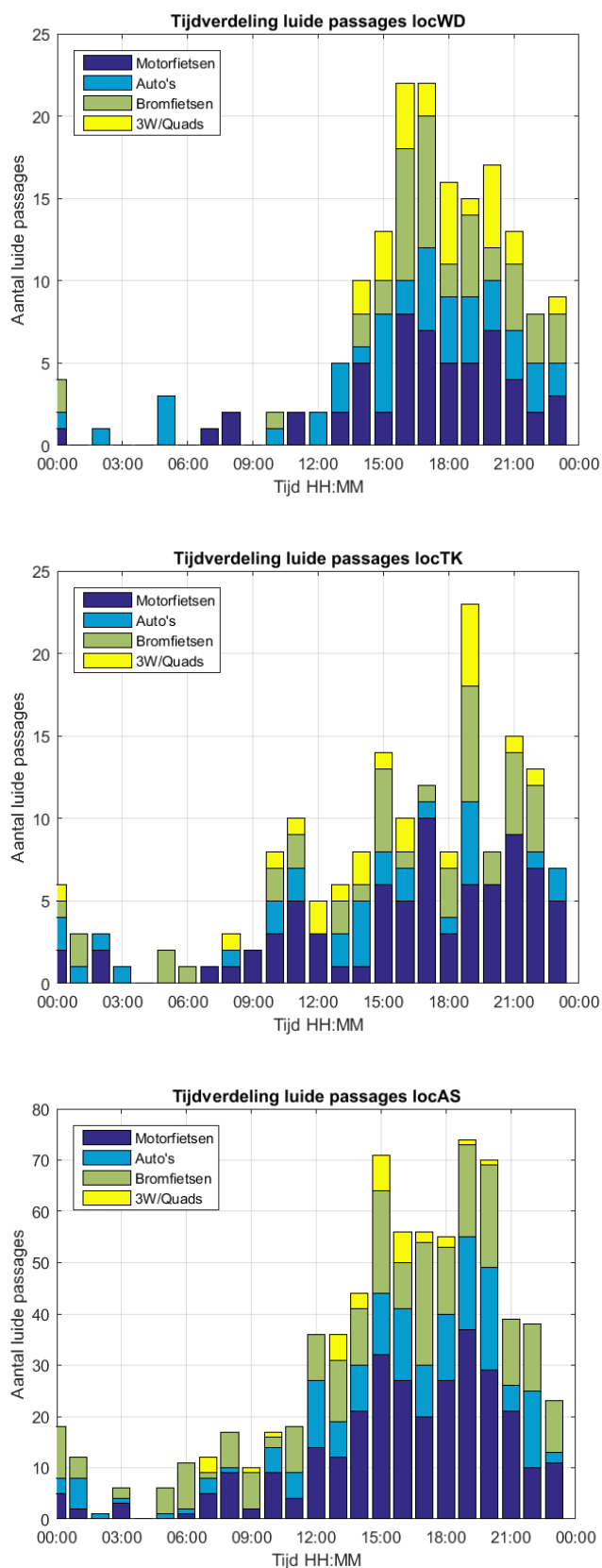
Tabel A.1: Totale aantallen geregistreerde voertuigpassages per merk.

Auto's	Aantal	Motorfietsen	Aantal	Bromfietsen	Aantal	3W/Quad	Aantal
ALFA ROMEO	263	APRILIA	20	AGM	58	BOMBARDIER RECR.	30
ALKO	1	BENELLI	2	AIMA	1	BRP	9
ALPINA	2	BMW	330	AIXAM	59	CFMOTO	8
ASTON MARTIN	3	BUELL	1	APRILIA	28	EAGLE MOTORSPORT	2
AUDI	5627	DI PIAGGIO & C. S.P	3	BAOTIAN	5	GILERA	9
AUTO UNION	9	DUCATI	32	BENZHOU	3	KYMCO	13
BENTLEY	6	GILERA	37	BETA	1	PEUGEOT	6
BINZ	3	HARLEY DAVIDSON	57	BTC	30	PIAGGIO	121
BMW	4575	HARLEY-DAVIDSON	1	BYE BIKE	1	YAMAHA	45
BMW I	80	HONDA	332	CAPRI	15		
BUERSTNER	1	HUSQVARNA	12	CASALINI	1		
BUICK	1	INDIAN MOTORCYC	1	CHATENET	6		
BURSTNER GMBH	1	KAWASAKI	125	DAYI MOTOR	4		
BYD	38	KTM	67	DERBI	2		
CADILLAC	4	KYMCO	2	DJJD	18		
CHEVROLET	579	MASH	1	DOOHAN	7		
CHRYSLER	91	MOTO GUZZI	10	E-MAX	112		
CITROEN	4677	MOTO MORINI	3	E-SCOOBIE	5		
CUPRA	96	MOTO-GUZZI	4	ECOOTER	11		
DACIA	491	MV AGUSTA	1	ELVECO	258		
DAEWOO	130	PIAGGIO	103	EMCO	6		
DAIHATSU	412	ROYAL ENFIELD	9	EVOMAXX	6		
DAIMLER	1	SUZUKI	124	FANTIC	1		
DAIMLER BENZ	1	TRIUMPH	13	FLYER	3		
DAIMLERCHRYSLER	22	YAMAHA	459	GAZELLE	6		
DETHLEFFS	1	ZERO MOTORCYCLE	2	GIANT	2		
DODGE	19	ZUENDAPP	3	GILERA	10		
DS	101			GOGORO	1		
FIAT	2764			GOVECS	7		
FISKER	2			GTS	17		
FORD	5467			HANWAY	4		
FORD-CNG-TECHNI	18			HONDA	44		
G.M.C.	9			HORWIN	26		
GMC-MIDAS	1			I-COCO	2		
HONDA	709			IICO	5		
HYUNDAI	2485			ITALJET	1		
INFINITI	4			IVA	53		
JAC	3			JDM	1		
JAGUAR	132			JIAYUAN	2		
JAGUAR CARS	10			JNEN	4		
JAGUAR LAND ROVE	35			KILLERBEE	30		
JEEP	89			KREIDLER	1		
KIA	3686			KYMCO	313		
LANCIA	57			LA SOURIS	419		
LAND ROVER	334			LIFAN	1		
LANDWIND	4			LIGIER	39		
LEXUS	204			LUQI	3		
LINCOLN	4			MALAGUTI	8		
LYNK&CO	515			MANGOSTEEN	11		

(Vervolg op volgende pagina)

Vervolg Tabel A.1: Totale aantallen geregistreerde voertuigpassages per merk.

Auto's	Aantal	Motorfietsen	Aantal	Bromfietsen	Aantal
MASERATI	3			MASH	1
MAZDA	1138			MICROCAR	68
MERCEDES-AMG	71			MODENA	1
MERCEDES-BENZ	8378			MOMO	1
MERCURY	5			MOTO ZETA	1
MG	76			MOTOWELL	10
MICRO COMPACT C	8			NIMOTO	2
MINI	1061			NIPPONIA	2
MITSUBISHI	982			NIU	35
NIO	1			ORION	1
NISSAN	2310			PEUGEOT	310
OLDSMOBILE	1			PIAGGIO	2003
OPEL	7103			PON	1
PEUGEOT	7398			PROFFY.COM	1
POLESTAR	171			PRONTO	3
PORSCHE	214			PUCH	57
POSSL	1			QWIC	1
RENAULT	6545			RIESE UND MU	1
ROLLS ROYCE	2			ROODER	2
ROVER	10			ROVER BIKES	5
SAAB	190			SEGWAY	15
SEAT	4710			SENZO	23
SERES	1			SILENCE	7
SKODA	2764			SKYTEAM	5
SMART	151			SPARTA	2
SSANGYONG	1			SPECIALIZED	1
SUBARU	97			SPYDER WHEEL	2
SUZUKI	1763			STROMER	28
TESLA	1209			SUNRA	1
TESLA MOTORS	92			SUPER SOCO	21
TOYOTA	7776			SUPERMOTOR	1
TRIUMPH	1			SYM	852
UAZ	2			TIANYING	1
VANDEN PLAS PRINCE	1			TISONG	1
VOLKSWAGEN	24634			TOMOS	41
VOLVO	3721			TURBHO	18
VW	65			UGBEST	11
WESTFALIA	3			UNU	3
				VIRAGGIO	7
				XINGYUE	1
				XINIX	1
				YAMAHA	32
				YINGANG	1
				YIYING	1
				ZNEN	11
				ZUNDAPP	4



Figuur A.9: Tijdverdeling luide passages per locatie:
 boven: Wolgadreef, midden: Tripkade, onder: Amsterdamsestraatweg.

In Tabellen A.2-A.4 staan voor iedere locatie apart de luidste 50 events van voertuigen, met de voertuiggegevens op basis van kenteken waar bekend, en de akoestische kenmerken herleid uit het tijdsignaal.

Legenda bij de tabellen

Event index	Volgnummer van de luide event
LocDir	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	Equivalente 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@mxprfr	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
sname	Geluidlabel voor omgevingsgeluiden

Tabel A.2: Luidste events locatie Wolgadreef.

Event inde LocDir	Date	Time	Type	EUtype	Make	Model	Nwls	Fuel	cc	Ncyl	Mass	Netpr	Firstreg	Speed	PBLmax	STLmax	LpAmax	Lpmax	SELA	LpAeq4s	dLmxLF	dLmxMF	dLmxHF	Prom4s	rtime	maxpfr	L@mxprfr	maxpkprc	dLAmxq	vslabel	snames	
657 Wdd2	22-5-2023	21:10:34	MC		GILERA	M55	2	Petrol	839	2	238	51	07/2008	65			93	100.3	102.6	97.9	91.7	-7.1	-2.4	-6.2	16.2	81.6	1600	91.8	7.7	8.6	rpmburst	engine bangs
281 Wdd1	22-5-2023	17:58:14	MC		HONDA	ADV750	2	Petrol	745	2	229	43.1	08/2021	75	72		88	100.0	102.2	97.4	91.2	-6.8	-2.4	-6.8	16.5	28.8	630	94.1	17.0	8.8	rpmshortac	engine
489 Wdd2	17-5-2023	20:21:01	3W		YAMAHA	RAPTOR 7	4	Petrol	686	1	178	15	01/2008	35			99.9	103.7	98.0	91.9	-2.8	-5.2	-7.9	15.7	48.8	125	98.6	26.5	8.0	rpmshortac	engine bangs	
84 Wdd1	17-5-2023	14:28:41	3W		YAMAHA	AM01	4	Petrol	660	1	210	12	03/2005	45			99.5	101.5	96.9	90.7	-5.5	-2.6	-7.6	16.6	32.0	1250	95.1	19.9	8.8	rpmstrongac	engine	
473 Wdd2	17-5-2023	17:28:59	3W		YAMAHA	RAPTOR 7	4	Petrol	686	1	178	15	01/2008	65			98.6	101.2	94.6	88.5	-4.7	-4.6	-5.0	17.4	42.4	5000	90.7	10.2	10.1	bang	engineL fcount impactthi bang	
478 Wdd2	17-5-2023	18:16:55	3W		YAMAHA	RAPTOR 7	4	Petrol	686	1	178	15	01/2008	55			95.6	101.2	95.3	89.1	-5.0	-1.8	-14.7	13.9	38.4	80	93.1	11.7	6.5	rpmburst	engineL fcountlo	
46 Wdd1	16-5-2023	17:10:49	MP				2										94.5	99.1	93.2	87.1	-3.7	-2.6	-18.9	14.7	24.0	160	95.4	29.8	7.4	rpmshortac	engine fcountlo bangs	
526 Wdd2	18-5-2023	20:46:33	3W		PIAGGIO	M64	3	Petrol	399	1	245	24	05/2012	65			93.5	97.2	88.1	81.9	-2.6	-6.8	-6.3	18.4	84.0	40	91.7	25.3	11.6	rpmburst	engine bangs	
493 Wdd2	17-5-2023	20:33:35	MC		GILERA	M07 RUN	2	Petrol	124	1	111	10	07/1998	65	77		76	93.0	100.1	91.5	85.3	-2.7	-4.2	-17.0	13.8	22.4	100	96.8	34.5	7.7	rpmburst	engineL fcountlo
190 Wdd1	20-5-2023	14:23:07	MC		BMW	R 1250 GS	2	Petrol	1254	2	261	100	03/2021	65	76		90	92.2	97.9	89.1	82.9	-2.2	-4.9	-11.1	16.2	37.6	125	95.5	29.3	9.3	rpmshortac	engineL bangs
72 Wdd1	17-5-2023	08:38:19	MC		HONDA	NC700SD	2	Petrol	670	2	214	35	01/2014	65	74		84	91.3	101.2	91.1	84.9	-1.5	-6.2	-19.4	14.1	20.8	125	95.5	10.6	6.4	rpmshortac	engineL fcountlo
158 Wdd1	19-5-2023	13:32:11	MC		PIAGGIO	BEVERLY 4	2	Petrol	399	1	188	26	03/2022	65	76		87	91.1	93.1	88.3	82.1	-11.0	-2.1	-5.2	16.8	54.4	400	88.2	28.1	9.0	rpmburst	engine bangs
647 Wdd2	22-5-2023	18:45:03	3W		BOMBARDIER	CAN-AM	4	Petrol	570	2	347	12.5	01/2016	55	79		90	90.8	95.7	90.3	84.0	-6.6	-1.3	-13.3	14.9	24.8	50	82.1	18.4	6.8	rpmburst	engine
256 Wdd1	21-5-2023	23:47:40	MP		SYM	XPRO	2	Petrol	50	1	107	2.3	05/2017	45	70		83	90.3	89.3	87.4	81.2	-15.2	-16.2	-0.2	17.0	53.6	2000	88.9	36.6	9.1	rpmburst	engine bangs
101 Wdd1	17-5-2023	17:29:46	MC		GILERA	M07 RUN	2	Petrol	124	1	111	10	07/1998	55	77		76	90.2	90.0	87.7	81.5	-10.8	-4.4	-2.6	15.1	44.8	1600	84.1	23.8	8.7	rpmburst	engine
178 Wdd1	19-5-2023	19:43:13	MC		KTM	KTM 1290	2	Petrol	1301	2	238	118	05/2021	55	76		92	89.9	96.0	87.7	81.5	-5.7	-1.8	-12.5	14.9	53.6	315	89.3	27.8	8.4	rpmshortac	engineL fcountlo
490 Wdd2	17-5-2023	20:21:29	3W				4										89.8	92.5	89.8	83.7	-7.9	-1.4	-9.5	13.9	23.2	100	81.8	10.5	6.1	rpmburst	engine fcountthi fcountlo	
96 Wdd1	17-5-2023	17:13:27	MC		GILERA	M07 RUN	2	Petrol	124	1	111	10	07/1998	65	77		76	89.6	89.8	88.0	81.8	-9.3	-3.8	-3.4	15.7	25.6	1600	82.7	21.4	7.8	rpmburst	engine bangs
642 Wdd2	22-5-2023	18:12:45	3W		BOMBARDIER	CAN-AM	4	Petrol	570	2	347	12.5	01/2016	65	79		90	89.6	93.0	89.3	83.1	-7.1	-1.5	-11.0	14.4	31.2	315	84.7	5.1	6.5	rpmshortac	engine
492 Wdd2	17-5-2023	20:32:31	MC		YAMAHA	XP530-A	2	Petrol	530	2	206	33.8	06/2017	55	75		87	89.4	97.5	88.2	82.0	-5.3	-2.8	-18.9	14.2	63.2	315	90.9	31.9	7.4	rpmshortac	engineL fcountlo
517 Wdd2	18-5-2023	17:33:02	MC		BMW	R 1200 GS	2	Petrol	1170	2	256	92	09/2016	55	76		93	89.4	95.6	90.5	84.3	-7.1	-6.0	-11.5	12.0	42.4	1250	85.0	27.9	5.1	rpmshortac	engineL bangs
95 Wdd1	17-5-2023	17:11:57	Car	Coupe	HYUNDAI	COUPE	4	Petrol	1599	4	1208	77	04/2004		73		81	89.2	96.3	89.7	83.5	-5.8	-5.5	-21.4	12.4	29.6	630	86.9	13.5	5.7	rpmshortac	engineL fcountlo bangs
335 Wdd1	24-5-2023	08:45:00	MC		HONDA	NC700SD	2	Petrol	670	2	214	35	01/2014	65	74		84	89.2	100.7	88.9	82.8	-0.8	-8.1	-19.6	13.7	16.8	160	92.1	5.0	6.4	rpmshortac	engineL
353 Wdd1	24-5-2023	16:37:49	3W		YAMAHA	RAPTOR 7	4	Petrol	686	1	178	15	01/2008	55			89.0	94.9	90.2	84.0	-5.5	-1.6	-17.7	12.8	17.6	63	85.9	8.2	5.0	fcountthi	engine fcountlo bangs	
411 Wdd2	16-5-2023	16:58:59	MC				2										88.7	96.4	86.8	80.6	-5.7	-3.5	-21.0	14.2	46.4	315	87.0	3.4	8.1	rpmshortac	engineL	
428 Wdd2	16-5-2023	21:53:11	MP				2										88.6	90.5	87.9	81.8	-5.6	-3.6	-5.8	14.9	23.2	80	84.7	32.3	6.8	rpmburst	engine fcountlo	
646 Wdd2	22-5-2023	18:43:16	3W		BOMBARDIER	CAN-AM	4	Petrol	570	2	347	12.5	01/2016	45	79		90	88.1	92.2	87.9	81.7	-4.7	-3.2	-11.5	13.9	14.4	160	82.2	9.6	6.4	rpmshortac	engine
234 Wdd1	21-5-2023	17:09:25	3W		BOMBARDIER	CAN-AM	4	Petrol	570	2	347	12.5	01/2016	45	79		90	87.9	91.3	87.0	80.8	-6.2	-1.6	-11.3	15.2	26.4	315	83.8	7.3	7.1	rpmshortac	engine bangs
62 Wdd1	16-5-2023	23:50:32	Car				4										87.6	94.2	86.9	80.7	-4.2	-2.1	-18.1	14.7	18.4	250	89.9	32.0	6.9	rpmstrongac	engineL	
44 Wdd1	16-5-2023	17:03:23	MC				2										87.5	93.5	84.9	78.7	-4.1	-2.4	-14.8	16.3	44.0	160	86.2	21.4	8.8	rpmburst	engineL	
194 Wdd1	20-5-2023	15:26:50	3W		BOMBARDIER	CAN-AM	4	Petrol	570	2	347	12.5	01/2016	55	79		90	87.5	93.3	87.9	81.7	-5.8	-2.3	-13.2	13.7	16.0	125	83.6	6.7	5.8	rpmshortac	engineL fcountlo
359 Wdd1	24-5-2023	18:03:12	3W		YAMAHA	RAPTOR 7	4	Petrol	686	1	178	15	01/2008	45			87.5	94.6	86.7	80.6	-3.6	-2.7	-15.4	14.7	64.0	80	87.2	5.5	6.9	rpmshortac	engineL fcountlo bangs	
464 Wdd2	17-5-2023	16:09:59	MC		YAMAHA	XP530E-A	2	Petrol	530	2	206	33.8	03/2018	35	75		87	87.4	94.8	88.1	81.9	-2.5	-4.4	-17.8	12.8	69.6	80	89.5	35.7	5.5	rpmburst	engineL
529 Wdd2	18-5-2023	21:23:20	MC		YAMAHA	XP530-A	2	Petrol	530	2	206	33.8	06/2017	55	75		87	87.2	97.5	83.7	77.5	-1.1	-6.6	-22.3	16.7	67.2	160	91.8	14.7	9.7	rpmburst	engineL
206 Wdd1	20-5-2023	18:09:28	Car	Stncar	VOLKSWAGEN	GOLF	4	Petrol	1390	4	1261	118	12/2008		68		75	87.0	90.8	87.1	80.9	-8.3	-1.7	-8.7	14.5	24.8	400	85.3	22.3	6.1	rpmstrongac	engine
536 Wdd2	19-5-2023	13:03:47	MC		BMW	R 1200 GS	2	Petrol	1170	2	234	81	09/2010	55	80		92	87.0	94.3	84.8	78.6	-1.0	-7.8	-13.1	15.8	20.8	100	92.8	29.4	8.4	rpmshortac	engineL
193 Wdd1	20-5-2023	15:25:27	3W		BOMBARDIER	CAN-AM	4	Petrol	570	2	347	12.5	01/2016	55	79		90	86.7	91.2	88.0	81.8	-6.1	-2.9	-12.4	13.1	17.6	100	80.1	11.8	4.9	rpmburst	engine fcountthi
63 Wdd1	17-5-2023	00:14:13	MP		PIAGGIO	N/A	2	Petrol	50	1	89	1.62	08/2016	45			86.5	88.4	87.0	80.8	-5.6	-3.3	-6.1	13.6	21.6	80	81.9	27.6	5.7	fcountthi	engine fcountlo bangs	
196 Wdd1	20-5-2023	15:36:14	Car	Coupe	AUDI	RS 5 COUP	4	Petrol	4163	8	1690	331	08/2014	33	73		78	86.5	90.6	84.6	78.4	-13.8	-0.3	-16.0	15.5	81.6	400	85.2	32.8	8.1	rpmburst	engine
348 Wdd1	24-5-2023	15:10:39	MP		PIAGGIO	N/A	2	Petrol	50	1	89	1.62	08/2016	45			86.5	89.0	86.6	80.4	-5.4	-3.9	-6.9	14.0	17.6	80	83.3	31.0	6.1	fcountthi	engine fcountlo	
559 Wdd2	20-5-2023	13:38:09	Car	Coupe	HYUNDAI	COUPE	4	Petrol	1599	4	1208	77	04/2004		73		81	86.5	97.0	86.8	80.6	-0.4	-10.4	-27.7	13.5	48.8	160	96.1	40.0	5.9	rpmburst	engineL fcountlo
570 Wdd2	20-5-2023	16:40:21	3W		BOMBARDIER	CAN-AM	4	Petrol	570	2	347	12.5	01/2016	45	79		90	86.2	92.1	84.5	78.3	-4.2	-2.5	-12.2	15.4	52.0	100	85.6	30.6	7.9	rpmburst	engineL fcountlo bangs
650 Wdd2	22-5-2023	20:02:03	MC		HONDA	ADV750	2	Petrol	745	2	229	43.1	08/2021	55	72		88	86.2	91.6	85.0	78.8	-2.7	-5.9	-10.8	15.1	26.4	125	86.7	30.8	7.4	rpmshortac	engineL fcountlo
724 Wdd2	24-5-2023	17:20:23	MP				2										86.2	88.8	83.0	76.9	-4.9	-3.6	-6.1	17.0	48.8	63	81.5	19.0	9.3	rpmburst	engine bangs	
371 Wdd1	24-5-2023	21:57:24	MC		PIAGGIO	BEVERLY 4	2	Petrol	399	1	188	26	03																			

Tabel A.3: Luidste events locatie Tripkade.

Event index	LocDnr	Date	Time	Type	EUtype	Make	Model	Nwls	Fuel	cc	Ncyl	Mass	Netpr	Firstreg	Speed	PBLmax	STLmax	LpAmax	Lpmax	SELA	LpAeq4s	dLmxLF	dLmxMF	dLmxHF	Prom4s	rtime	maxpfr	L@mxprfr	maxpkpro	dLAmxq	vslabel	snames	
1325	TKd2	28-6-2023	19:57:16	Car	Stncar	VOLKSWAGEN	GOLF	4	Petrol	1984	4	1405	221	01/2014	100		88	108.2	109.5	105.1	98.9	-19.2	-0.9	-7.2	17.1	64.8	1250	102.1	7.3	9.3	bang	engine	
832	TKd1	23-6-2023	16:03:32	3W		YAMAHA	AM01	4	Petrol	660	1	210	12	03/2005	88			99.2	102.7	97.3	91.1	-5.2	-3.0	-7.3	15.7	34.4	50	96.5	24.5	8.1	rpmburst	engine bangs	
1030	TKd1	28-6-2023	23:32:08	MC				2										97.4	100.2	95.7	89.5	-7.5	-2.1	-7.2	15.7	54.4	80	90.9	15.1	7.9	rpmshorta	engine bangs	
870	TKd1	24-6-2023	15:32:03	3W		YAMAHA	YFM 660 R	4	Petrol		1	200		02/2003	92			94.5	98.2	93.3	87.2	-8.2	-0.9	-13.2	15.1	20.8	400	93.6	23.0	7.3	rpmburst	engine	
915	TKd1	25-6-2023	19:32:07	MC		YAMAHA	XP500	2	Petrol	530	2	215	34,2	02/2015	85			86	94.2	98.8	93.3	87.1	-2.2	-6.0	-7.9	14.7	18.4	100	96.4	33.1	7.1	rpmshorta	engineL fcontlo
953	TKd1	26-6-2023	18:57:27	MC		YAMAHA	XP500A	2	Petrol	530	2	210	34,2	03/2016	89	77		86	94.2	97.5	91.9	85.7	-8.5	-1.3	-9.6	15.5	46.4	100	88.8	21.8	8.5	rpmshorta	engine
1097	TKd2	21-6-2023	15:03:06	MC				2										93.4	99.5	92.6	86.4	-8.4	-0.7	-25.4	14.4	30.4	315	98.1	40.9	7.0	rpmburst	engine	
785	TKd1	21-6-2023	19:11:11	MC				2										93.0	99.6	89.0	82.8	-3.9	-2.5	-15.9	16.8	24.8	63	93.7	27.3	10.2	rpmshorta	engineL	
878	TKd1	24-6-2023	21:00:25	MC		KTM	KTM 1290	2	Petrol	1301	2	238	118	05/2021	91	76		92	92.7	98.4	90.7	84.5	-5.6	-1.7	-13.3	16.1	32.0	315	91.7	26.5	8.2	rpmburst	engine
825	TKd1	23-6-2023	11:07:32	Car	MPV	SEAT	LEON	4	Diesel	1598	4	1225	77	05/2010	8			73	91.5	93.4	91.0	84.8	-8.8	-1.8	-6.7	14.7	40.8	2500	81.5	4.2	6.7	rpmlongaci	engine
1019	TKd1	28-6-2023	17:47:08	MC		YAMAHA	MT-09	2	Petrol	847	3	196	85	09/2015	87	78		94	91.5	99.8	89.6	83.4	-0.9	-8.3	-13.9	16.0	28.8	125	98.8	34.1	8.1	rpmlongaci	engineL
941	TKd1	26-6-2023	14:56:39	Car	HBack	RENAULT	CLIO	4	Petrol	1598	4	1125	82	05/2006	28			84	90.7	101.1	90.6	84.4	-1.1	-6.7	-20.7	13.1	35.2	630	83.8	4.1	6.3	rpmshorta	engineL
974	TKd1	27-6-2023	10:56:15	MP				2										90.4	92.4	87.6	81.4	-5.7	-3.9	-5.0	16.1	24.8	125	86.4	25.2	9.0	rpmburst	engine bangs	
996	TKd1	27-6-2023	21:09:06	MC		HONDA	RD07	2	Petrol	742	2	220	25	05/1996	61			85	90.4	95.5	85.8	79.6	-2.7	-4.1	-12.5	17.1	96.0	80	87.8	22.5	10.8	bang	engineL bangs
1174	TKd2	23-6-2023	21:59:04	MC				2										90.3	93.6	87.3	81.2	-5.9	-2.4	-7.8	16.7	32.0	400	88.6	22.1	9.1	rpmshorta	engine bangs	
918	TKd1	25-6-2023	21:00:07	3W		PIAGGIO	N/A	3	Petrol	278	1	217	17	08/2014	83			84	90.1	97.3	85.7	79.5	-1.6	-5.5	-15.2	17.8	36.8	63	91.1	20.9	10.6	rpmburst	engineL
890	TKd1	24-6-2023	23:27:22	MC				2										89.7	97.2	86.6	80.4	-2.0	-4.5	-15.7	16.4	20.0	80	93.0	30.9	9.3	rpmshorta	engineL	
1038	TKd1	29-6-2023	11:13:50	Car	Cabrio	PORSCHE	911 CARRE	4	Petrol	3387	6	1470	221	05/1999	61	73		100	89.5	99.4	90.1	83.9	-1.1	-7.2	-21.4	13.7	18.4	160	97.0	39.0	5.6	rpmlongaci	engineL
1021	TKd1	28-6-2023	18:54:13	MC		YAMAHA	XP530D-A	2	Petrol	530	2	209	33,8	05/2017	84	75		87	88.9	96.7	87.3	81.1	-5.6	-2.7	-18.7	15.7	25.6	250	90.1	32.2	7.8	rpmburst	engineL fcontlo
1251	TKd2	26-6-2023	00:03:40	3W				3										88.7	93.0	86.7	80.5	-6.3	-2.8	-10.7	15.8	30.4	100	86.4	22.7	8.2	rpmburst	engine bangs	
1041	TKd1	29-6-2023	12:32:03	3W		PIAGGIO	M64	3	Petrol	399	1	245	24	10/2010	91			89	88.4	94.7	87.3	81.1	-3.2	-6.0	-10.6	14.4	28.0	63	86.9	22.7	7.3	rpmburst	engineL
1147	TKd2	23-6-2023	11:11:01	3W		YAMAHA	YFM700 G	4	Petrol	708	1	306	15	10/2020	40	80		90	88.4	94.2	87.1	80.9	-1.3	-9.9	-8.3	14.0	50.4	80	92.2	29.6	7.5	rpmshorta	engineL bangs
781	TKd1	21-6-2023	16:33:49	3W				4										88.2	97.5	85.1	79.0	-1.2	-6.6	-17.0	15.9	20.0	100	93.3	33.6	9.2	rpmburst	engineL bangs	
921	TKd1	25-6-2023	22:00:56	MC		HONDA	ADV750	2	Petrol	745	2	231	40,3	03/2019	52	71		87	88.0	94.3	88.7	82.5	-2.6	-5.1	-12.5	13.8	65.6	100	86.7	9.3	5.5	rpmshorta	engineL bangs
1139	TKd2	23-6-2023	05:13:49	MP				2										87.4	91.8	89.8	83.6	-8.4	-2.9	-12.2	11.4	12.8	250	80.0	6.0	3.8	fconthi	engine fconthi fcontl	
896	TKd1	25-6-2023	01:36:49	MP				2										87.3	88.6	88.4	82.2	-7.6	-6.6	-2.1	12.9	14.4	8000	80.9	7.8	5.1	fconthi	engine fconthi fcontl	
907	TKd1	25-6-2023	15:53:37	MC		HONDA	ADV750	2	Petrol	745	2	229	35	04/2021	86	71		86	87.0	94.7	85.8	79.7	-2.1	-4.5	-15.7	15.0	24.0	400	86.0	9.7	7.3	rpmburst	engineL
1243	TKd2	25-6-2023	20:55:34	MC		HONDA	ADV750	2	Petrol	745	2	231	40,3	03/2019	63	71		87	87.0	92.3	84.2	78.0	-3.2	-3.5	-11.5	16.6	49.6	500	84.7	22.9	9.0	rpmshorta	engineL fcontlo bang
1236	TKd2	25-6-2023	15:24:12	MC		YAMAHA	XP500	2	Petrol	530	2	205	34,2	03/2015	63			86	86.9	92.9	83.5	77.3	-2.6	-4.1	-12.1	16.4	74.4	100	89.1	35.0	9.6	rpmburst	engineL
955	TKd1	26-6-2023	19:30:36	Car	HBack	FIAT	FIAT 500	4	Petrol	875	2	945	59	05/2016	55	73		83	86.8	89.1	84.4	78.2	-5.8	-3.1	-6.3	15.9	31.2	125	80.0	12.6	8.6	rpmburst	engine
912	TKd1	25-6-2023	19:03:14	MC		PIAGGIO	GP 800	2	Petrol	839	2	238	55	04/2011	58			86.5	89.8	86.3	80.1	-4.3	-3.5	-7.8	13.8	35.2	500	80.3	9.2	6.4	rpmshorta	engine fconthi fcontl	
1233	TKd2	25-6-2023	14:30:10	3W		BOMBARDIER	CAN-AM A	4	Petrol	800	2	316	14	02/2011	47	80		97	86.5	96.7	87.8	81.6	-2.4	-3.7	-23.7	12.5	20.8	80	93.7	45.4	4.9	fconthi	engineL fconthi fcon
1032	TKd1	29-6-2023	00:02:15	MC		APRILIA	PEGASO	2	Petrol	652	1	193	36	08/1998	85			96	86.2	91.5	84.2	78.0	-2.3	-4.7	-10.9	15.8	36.0	80	86.6	23.4	8.2	rpmshorta	engine
1037	TKd1	29-6-2023	08:41:09	3W		PIAGGIO	N/A	3	Petrol	278	1	217	17	10/2011	69			86.2	89.1	84.7	78.5	-5.9	-2.1	-8.8	15.4	20.0	500	84.0	24.0	7.7	rpmburst	engine bangs	
872	TKd1	24-6-2023	17:01:16	MC		APRILIA	RP	2	Petrol	998	2	221	92	07/2002	77			94	86.1	97.5	85.6	79.4	-0.6	-9.3	-22.9	14.1	22.4	125	96.4	44.3	6.7	rpmburst	engineL fcontlo
944	TKd1	26-6-2023	17:17:54	MC		YAMAHA	YP400R	2	Petrol	395	1	202	23	01/2014	49	77		85	86.1	94.6	86.7	80.5	-1.9	-4.6	-18.2	13.7	16.8	40	88.2	17.9	5.6	rpmlongaci	engineL fconthi fcon
1224	TKd2	24-6-2023	21:50:25	MC		HONDA	ADV750	2	Petrol	745	2	229	43,1	02/2022	72			88	86.1	95.3	86.1	79.9	-3.4	-5.9	-13.6	13.2	21.6	80	89.2	27.4	6.2	rpmlongaci	engineL
1225	TKd2	24-6-2023	22:58:52	MC		HONDA	ADV750	2	Petrol	745	2	229	43,1	08/2021	60	72		88	86.1	90.7	86.7	80.5	-3.8	-2.8	-13.2	13.2	28.0	630	83.6	23.4	5.6	rpmlongaci	engine fcontlo
1256	TKd2	26-6-2023	09:00:51	MC		HONDA	NX 650 DC	2	Petrol	644	1	173	32	01/1997	47			85	85.6	94.4	85.6	79.5	-1.2	-9.7	-12.7	13.5	24.0	63	89.9	25.5	6.1	rpmshorta	engineL
1010	TKd1	28-6-2023	11:48:37	MC		YAMAHA	MTN690-L	2	Petrol	689	2	177	35	07/2021	54	71		86	85.5	96.2	85.4	79.2	-2.5	-3.5	-29.0	13.6	36.0	200	91.3	30.7	6.3	fconthi	engineL fcontlo
950	TKd1	26-6-2023	17:17:54	MC		YAMAHA	XP530-A	2	Petrol	530	2	206	33,8	06/2017	25	75		87	85.4	96.1	87.7	81.5	-4.7	-1.9	-25.8	12.0	64.0	200	92.7	35.8	3.9	rpmshorta	engineL fcontlo
937	TKd1	26-6-2023	12:36:37	3W		YAMAHA	AM01 (YFM	4	Petrol	660	1	200	14	06/2005	39			92	85.3	95.2	86.6	80.4	-2.6	-3.5	-24.2	13.3	17.6	315	87.8	13.7	4.9	fconthi	engineL fcontlo
935	TKd1	26-6-2023	11:27:45	MC		TRIUMPH	SPEEDMASTER	2	Petrol	865	2	238	45	02/2008	45			87	85.1	93.0	85.3	79.1	-5.0	-1.7	-22.7	12.9	84.0	40	74.7	6.3	6.0	rpmshorta	engineL fconthi
986	TKd1	27-6-2023	17:29:48	MC		PIAGGIO	N/A	2	Petrol	330	1	179	25	06/2016	70	80		90	85.0	87.1	83.7	77.5	-6.2	-2.7	-6.8	15.0	24.8	50	78.5	20.9	7.5	rpmburst	engine fconthi bangs
914	TKd1	25-6-2023	19:14:35	3W		PIAGGIO	N/A	3	Petrol	278	1	217																					

Tabel A.4: Luidste events locatie Amsterdamsestraatweg.

Event inde LocDir	Date	Time	Type	EUType	Make	Model	Nwls	Fuel	cc	Ncyl	Mass	Netpr	Firstreg	Speed	PBLmax	STLmax	LpAmax	Lpmax	SELA	LpAeq4s	dLmxLF	dLmxMF	dLmxHF	Prom4s	rtime	maxpfr	L@mxprfr	maxpkproi	dAmxq	vlabel	snames	
1427 Asd1	6-7-2023	20:05:29	Car	Sedan	MERCEDES-B	AMG E 63	4	Petrol	3982	8	1880	420	08/2019	83	72	87	114.5	115.2	109.9	103.7	-15.0	-1.7	-5.1	17.8	47.2	800	109.2	17.8	10.8	rpmshorta	engine	
2018 Asd1	11-7-2023	10:30:50	Car	Sedan	MERCEDES-B	AMG E 63	4	Petrol	3982	8	1880	420	10/2019	80	72	87	109.3	110.4	108.6	102.4	-15.4	-1.1	-7.0	13.6	49.6	2000	98.4	3.9	6.9	rpmdrop	engine	
1543 Asd1	7-7-2023	15:56:30	MC		BMW	R 45	2	Petrol	473	2	205	26	04/1979	63			92	103.5	106.6	100.9	94.7	-5.8	-2.1	-8.8	15.6	26.4	100	100.5	25.6	8.8	rpmshorta	engineL bangs
1657 Asd1	8-7-2023	09:23:22	MC		YAMAHA	MTN850-A	2	Petrol	847	3	186	84,6	03/2017	86	75	93	103.5	105.4	98.2	92.0	-7.1	-2.1	-7.6	18.6	136.0	630	99.1	30.0	11.5	rpmburst	engine	
1570 Asd1	7-7-2023	17:37:24	Car				4										102.7	111.1	99.0	92.9	-22.4	0.0	-34.6	17.4	44.0	250	110.9	53.4	9.8	rpmshorta	engineL	
1816 Asd1	9-7-2023	15:01:34	MC		HONDA	ADV750	2	Petrol	745	2	229	43,1	11/2022	93	72	88	101.5	104.1	99.8	93.6	-8.7	-1.8	-7.0	15.4	72.8	630	94.1	3.3	7.9	rpmshorta	engine fcontlo	
2427 Asd2	6-7-2023	20:14:56	MC		KAWASAKI	Z900	2	Petrol	948	4	205	92,2	04/2021	71	75	97	100.0	101.9	99.4	93.2	-14.8	-2.6	-8.2	14.7	56.8	400	90.3	4.3	6.8	rpmshorta	engine	
2391 Asd2	6-7-2023	16:12:36	MC		ROYAL ENFIE	BULLET CL	2	Petrol	499	1	188	20,3	06/2018	36	75	84	99.3	102.6	98.7	92.5	-4.9	-4.5	-5.7	14.5	129.6	1600	94.4	26.7	6.8	rpmdrop	engineL fconthi fcontlo bangs	
1724 Asd1	8-7-2023	16:45:53	3W		BOMBARDIER	CAN-AM A	4	Petrol	800	2	302	14	03/2012	62			97	99.0	99.5	95.5	89.3	-9.7	-0.9	-10.8	16.6	48.8	1000	96.0	30.6	9.7	rpmburst	engine
1491 Asd1	7-7-2023	12:18:02	Car				4										98.8	101.5	95.1	88.9	-14.3	-0.4	-12.9	16.8	84.8	630	95.3	7.5	9.9	bang	engine	
2970 Asd2	11-7-2023	11:34:14	Car	Stncar	MERCEDES-A	AMG GT 63	4	Petrol	3982	8	2020	470	05/2020	77	71	85	98.7	101.8	97.2	91.0	-6.9	-1.5	-10.2	14.6	43.2	80	93.2	16.4	7.7	rpmshorta	engine fconthi	
1627 Asd1	7-7-2023	23:07:04	MC		YAMAHA	XT660	2	Petrol	660	1	182	35	05/2007	59			84	98.2	103.6	97.2	91.1	-3.6	-3.7	-10.7	13.5	23.2	50	96.0	26.1	7.1	rpmshorta	engineL bangs
1887 Asd1	10-7-2023	11:48:55	MC		HARLEY DAVI	FAT BOY	2	Petrol	1580	2	305	63	02/2007	74			97.6	103.5	96.6	90.4	-3.2	-3.8	-9.8	15.3	41.6	200	96.5	19.7	7.2	rpmburst	engineL bangs	
1446 Asd1	6-7-2023	21:43:15	MC		BMW	C 600 SPO	2	Petrol	647	2	237	44	08/2012	43			90	97.4	101.6	100.2	94.0	-2.4	-5.1	-9.1	11.1	24.0	100	97.8	25.6	3.4	rpmshorta	engine fcontlo
1526 Asd1	7-7-2023	14:37:43	MP		LA SOURIS	SOURINI	2	Petrol	50	1	89	2,4	02/2023	17			80	97.0	99.9	98.0	91.8	-5.9	-1.9	-11.1	12.1	51.2	100	91.9	26.4	5.2	rpmshorta	engine fconthi fcontlo bangs
2535 Asd2	7-7-2023	17:36:28	MC		KTM	KTM 125 C	2	Petrol	125	1	125	11	07/2013	65			89	96.9	101.1	95.9	89.7	-7.1	-2.5	-12.9	14.6	32.8	125	92.2	15.2	7.2	rpmburst	engine bangs
2542 Asd1	7-7-2023	18:08:32	Car	HBack	CITROEN	CITROEN C	4	Petrol	998	3	780	50	09/2010	28	71	80	96.8	97.8	93.0	86.8	-18.9	-0.9	-7.7	16.9	120.8	630	92.4	16.3	10.0	bang	engine	
1365 Asd1	6-7-2023	14:40:22	Car				4										96.7	101.5	93.9	87.7	-5.2	-2.7	-12.3	15.9	64.0	250	94.3	16.8	9.0	rpmshorta	engine bangs	
3129 Asd2	12-7-2023	18:30:04	Car	Sedan	BMW	320D	4	Diesel	1995	4	1550	135	03/2015	44	72	75	96.6	100.5	91.7	85.5	-11.2	-0.8	-9.8	17.7	57.6	200	93.6	11.7	11.1	rpmshorta	engine bangs	
1607 Asd1	7-7-2023	20:07:33	MC		YAMAHA	XP530-A	2	Petrol	530	2	206	33,8	06/2017	88	75	87	96.1	104.4	96.4	90.3	-3.1	-5.8	-18.3	13.4	20.0	125	101.0	35.6	5.8	rpmshorta	engineL	
1471 Asd1	7-7-2023	08:27:30	MC		BMW	R 45	2	Petrol	473	2	205	26	04/1979	32			92	95.9	102.2	95.0	88.8	-2.6	-4.9	-19.4	15.0	24.0	800	91.6	10.1	7.1	rpmshorta	engineL fcontlo
1571 Asd1	7-7-2023	17:41:09	Car	Stncar	AUDI	AUDI Q7	4	Petrol	4163	8	2245	257	11/2006	55	73	77	95.7	99.6	89.8	83.6	-9.7	-0.7	-13.1	18.8	47.2	315	94.2	28.8	12.1	bang	engine bangs	
2741 Asd2	9-7-2023	12:39:54	Car	HBack	VOLKSWAGEN	POLO	4	Petrol	999	3	950	55	01/2016	42	72	78	95.7	102.9	95.2	89.1	-7.2	-2.4	-16.2	13.0	40.8	315	98.9	34.7	6.6	rpmplongac	engineL	
1823 Asd1	9-7-2023	15:50:49	MC		YAMAHA	MTN690-L	2	Petrol	689	2	176	35	08/2020	42	73	90	95.6	98.9	98.1	91.9	-7.4	-3.1	-7.6	11.8	37.6	500	89.2	4.7	3.7	rpmplongac	engineL fconthi fcontlo	
1624 Asd1	7-7-2023	22:38:18	MC		YAMAHA	XP500	2	Petrol	530	2	205	34,2	03/2015	101			86	95.4	99.5	93.9	87.7	-14.8	-2.7	-8.2	15.1	71.2	800	88.1	6.9	7.7	rpmburst	engine
2877 Asd2	10-7-2023	16:41:09	MC		HONDA	ADV750	2	Petrol	745	2	229	35	04/2021	79	71	86	95.2	99.9	94.0	87.8	-4.0	-4.3	-9.3	15.3	23.2	100	94.1	23.9	7.4	rpmshorta	engine bangs	
2692 Asd2	8-7-2023	20:25:08	MC		YAMAHA	XP500	2	Petrol	530	2	210	34,2	09/2016	85	77	86	94.9	99.1	91.4	85.2	-7.2	-1.5	-10.0	17.2	62.4	125	89.8	20.9	9.7	rpmshorta	engine bangs	
1723 Asd1	8-7-2023	16:39:13	3W				4										94.8	96.9	94.9	88.7	-6.6	-1.8	-9.4	13.6	54.4	315	86.2	5.1	6.1	rpmshorta	engine fcontlo bangs	
2658 Asd2	8-7-2023	17:52:12	3W		EAGLE MOTO	LYDA203E	4	Petrol	249	1	180	11	06/2011	36			94.6	97.2	96.0	89.8	-5.5	-2.9	-7.5	12.5	20.8	315	88.4	5.6	4.8	rpmplongac	engine fconthi	
3052 Asd2	12-7-2023	00:16:29	MC		YAMAHA	XP500A	2	Petrol	530	2	210	34,2	06/2016	44	77	86	94.6	99.4	93.3	87.1	-7.6	-3.4	-11.3	15.6	28.0	125	91.5	22.1	7.5	rpmburst	engine bangs	
1474 Asd1	7-7-2023	08:48:19	MC		HARLEY DAVI	FXSB	2	Petrol	1688	2	315	57	02/2014	69			94.4	101.8	93.3	87.2	-1.7	-6.1	-11.2	14.8	25.6	100	95.9	28.3	7.2	rpmshorta	engineL fcontlo	
2195 Asd1	12-7-2023	18:08:39	Car	Coupe	BMW	M2	4	Petrol	2979	6	1495	272	06/2017	69	75	94	94.3	102.7	90.8	84.6	-2.8	-3.6	-16.4	16.7	38.4	160	94.5	6.5	9.7	rpmburst	engineL	
2595 Asd2	8-7-2023	01:33:14	Car	HBack	SEAT	LEON	4	Petrol	1781	4	1341	154	01/2003	73	70	85	94.3	98.3	93.1	87.0	-5.6	-1.6	-16.5	14.3	28.8	160	91.9	29.3	7.3	rpmplongac	engine	
2904 Asd2	10-7-2023	20:42:07	MC		HARLEY DAVI	BREAKOUT	2	Petrol	1690	2	313	55	05/2017	55	75	93	93.7	105.3	92.7	86.5	-1.7	-7.4	-22.0	15.2	29.6	100	100.6	32.4	7.2	rpmshorta	engineL	
1956 Asd1	10-7-2023	19:43:08	MC		YAMAHA	XV 1600	2	Petrol	1602	2	325	46	01/2002	69			91	93.6	97.2	93.0	86.9	-2.4	-8.2	-5.5	14.6	34.4	80	90.6	15.1	6.7	rpmshorta	engine fcontlo bangs
2899 Asd2	10-7-2023	20:09:36	MC		YAMAHA	MTN690-A	2	Petrol	689	2	176	35	11/2020	38	73	90	93.5	101.4	90.6	84.4	-2.7	-5.3	-16.7	16.8	49.6	160	94.0	11.8	9.1	rpmshorta	engineL bangs	
1754 Asd1	8-7-2023	19:32:02	MC		BMW	S 1000 RR	2	Petrol	999	4	192	146	03/2016	68	79	99	93.1	101.4	91.9	85.7	-14.5	-0.2	-24.7	15.5	30.4	250	100.8	44.3	7.4	fconthi	engineL	
2649 Asd2	8-7-2023	16:51:31	MC		BMW	F 650 GS	2	Petrol	798	2	190	25	07/2009	60			89	93.1	100.9	92.7	86.5	-4.8	-4.0	-18.5	14.3	65.6	63	92.9	23.1	6.6	rpmshorta	engineL fcontlo
1555 Asd1	7-7-2023	16:44:53	Car	Stncar	LAND ROVER	RANGE RO	4	Petrol	1997	4	2554	221	11/2018	66	67	71	92.6	99.6	93.1	87.0	-6.0	-2.1	-19.5	13.2	18.4	315	91.1	4.4	5.6	rpmplongac	engineL fcontlo	
2575 Asd2	7-7-2023	22:09:27	MC		YAMAHA	MT-09	2	Petrol	847	3	196	85	04/2015	73			94	92.6	104.3	91.8	85.6	-0.5	-10.0	-23.7	14.6	27.2	160	101.9	42.7	7.0	rpmburst	engineL
1815 Asd1	9-7-2023	14:59:48	MC		HARLEY-DAVI	ROAD GLI	2	Petrol	1745	2	384	66	03/2018	62	75	93	92.3	106.3	93.3	87.1	-0.3	-11.4	-24.8	13.2	56.8	100	102.0	33.6	5.2	rpmburst	engineL fcontlo	
2664 Asd2	8-7-2023	18:08:57	Car	HBack	AUDI	A3 SPORTE	4	Petrol	999	3	1195	81	10/2022	38	70	71	92.3	93.3	91.3	85.1	-11.8	-1.8	-5.6	15.3	34.4	1000	83.2	5.9	7.2	rpmshorta	engine fcontlo bangs	
1612 Asd1	7-7-2023	20:48:14	Car	HBack	OPEL	CORSA	4	Diesel	1248	4	1129	70	04/2010	40			76	92.2	99.7	93.9	87.8	-10.4	-6.9	-15.5	11.8	35.2	100	88.5	32.4	4.4	rpmshorta	engineL fcontlo
1696 Asd1	8-7-2023	14:27:22	MC		HONDA	ADV750	2	Petrol	745	2	231	40,3	04/2017	78	71	87	92.2	95.6	90.8	84.6	-5.7	-4.6	-6.7	15.1</								

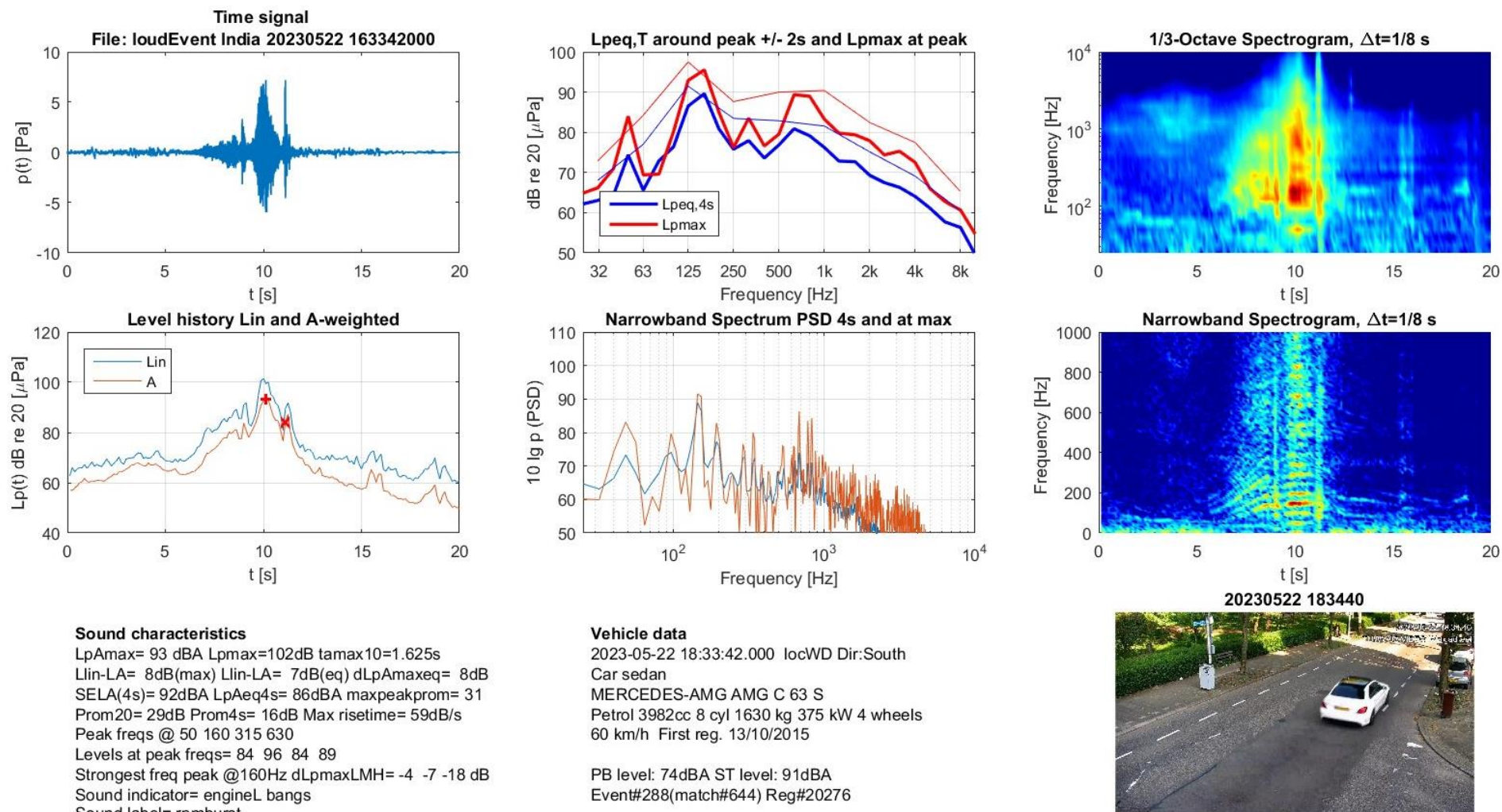
Bijlage B

Overzicht van akoestische kenmerken en voorbeelden van luide voertuigen

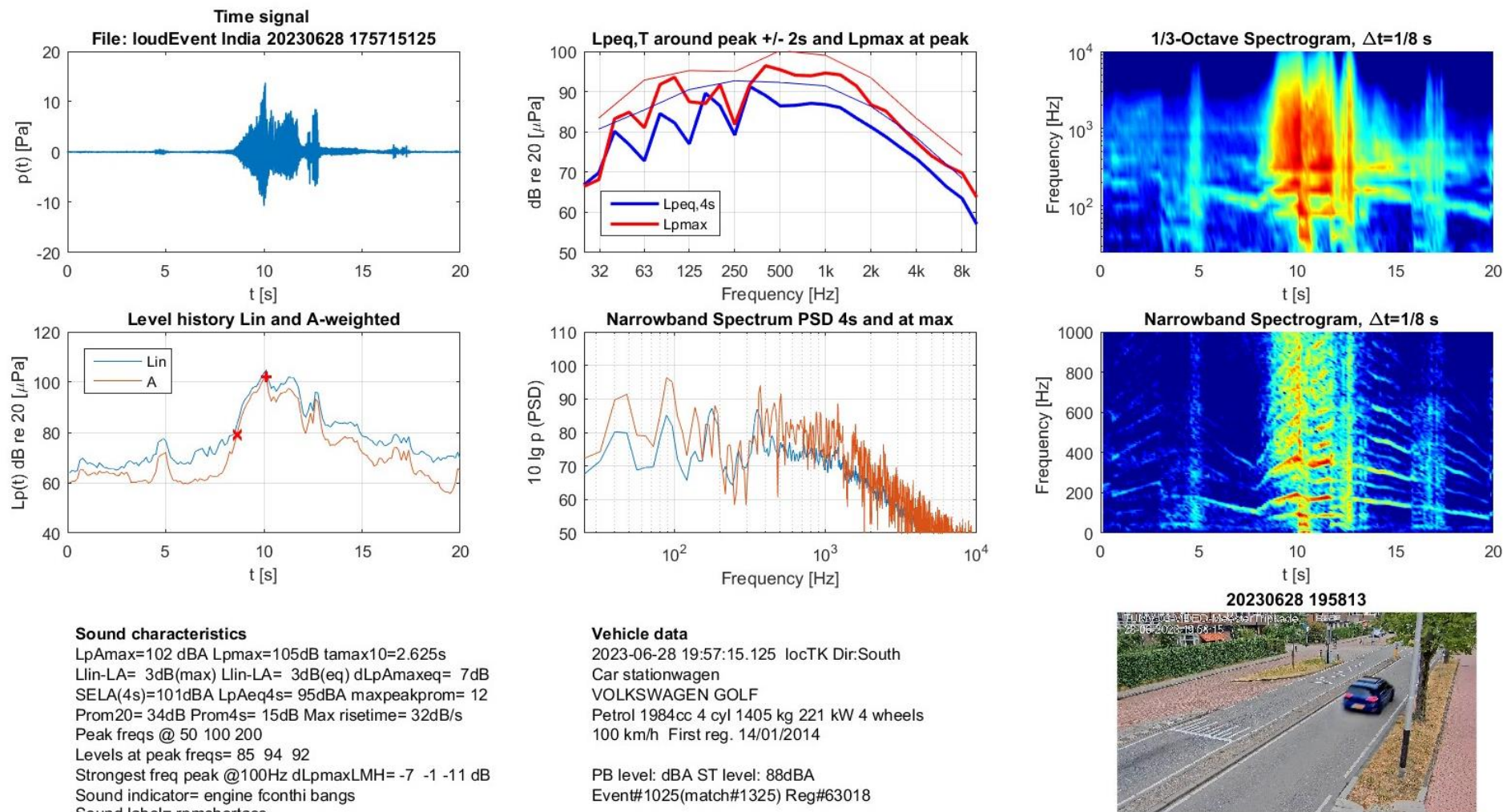
De voertuiggegevens en akoestische kenmerken die bij luide passages worden opgeslagen staan in Tabel B.1. De voertuiggegevens zijn grotendeels afkomstig uit de RDW database op basis van het kenteken. De akoestische kenmerken worden gebruikt zowel om voertuigen van andere geluiden te onderscheiden als ook om de karakteristieken van voertuiggeluid te bepalen.

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

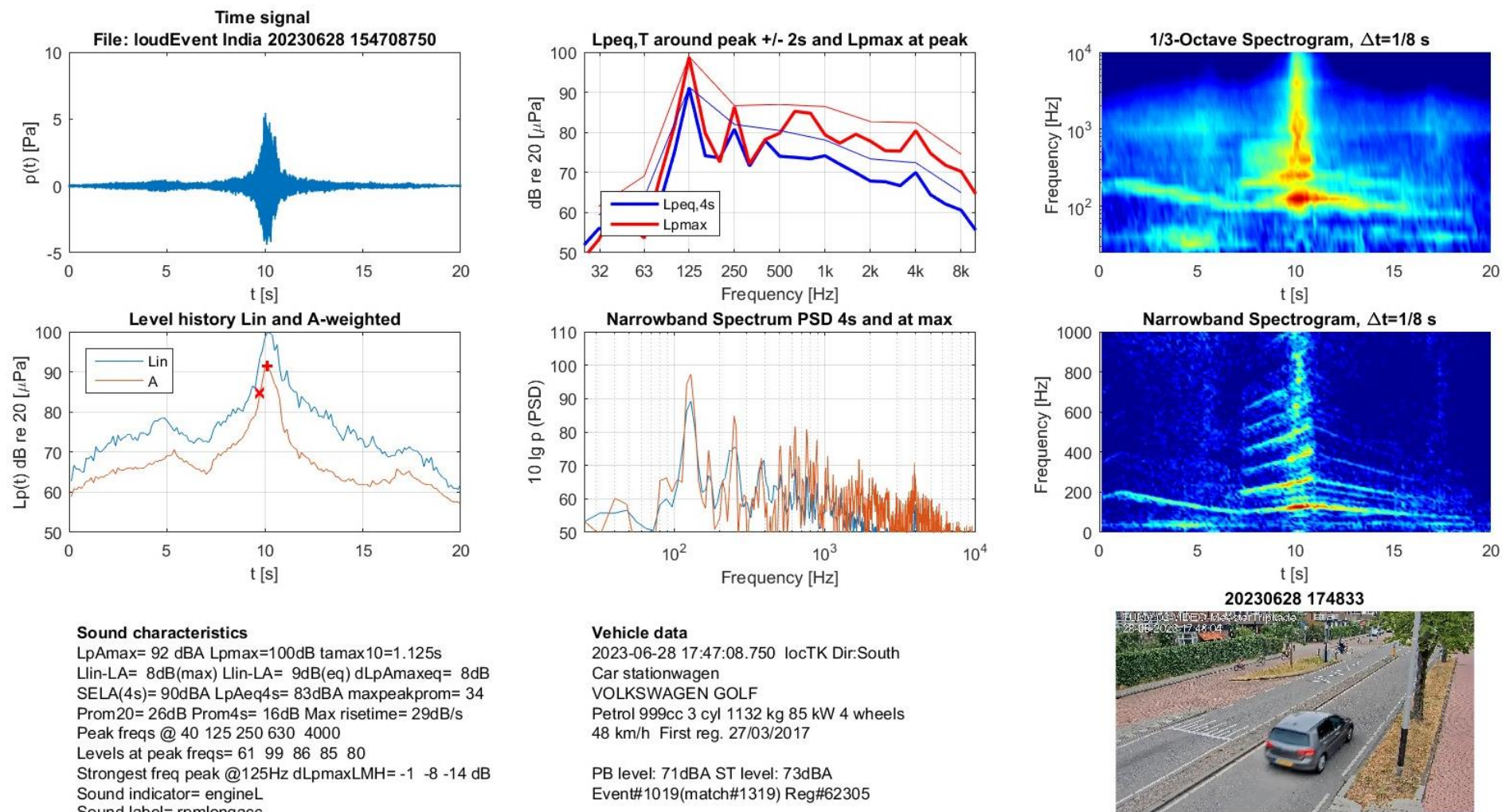
Voertuiggegevens	Geluidgegevens	
Id	sigfiledir	calibratorScore
Location	sigfilename	sireneScore
dir	vidfiledir	pieken10dB
lane	vidfilename	piekenClaxon
date	picfiledir	fClaxon
time	LpAmax, Lpmax	cClaxon
datenum	tLpAmax, tamax	harmDiff1_Hz
tdist	LpAeq4s, Lpeq4s	harmDiff2_Hz
speed	LLAmax, LLAeq	harmDiff3_Hz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



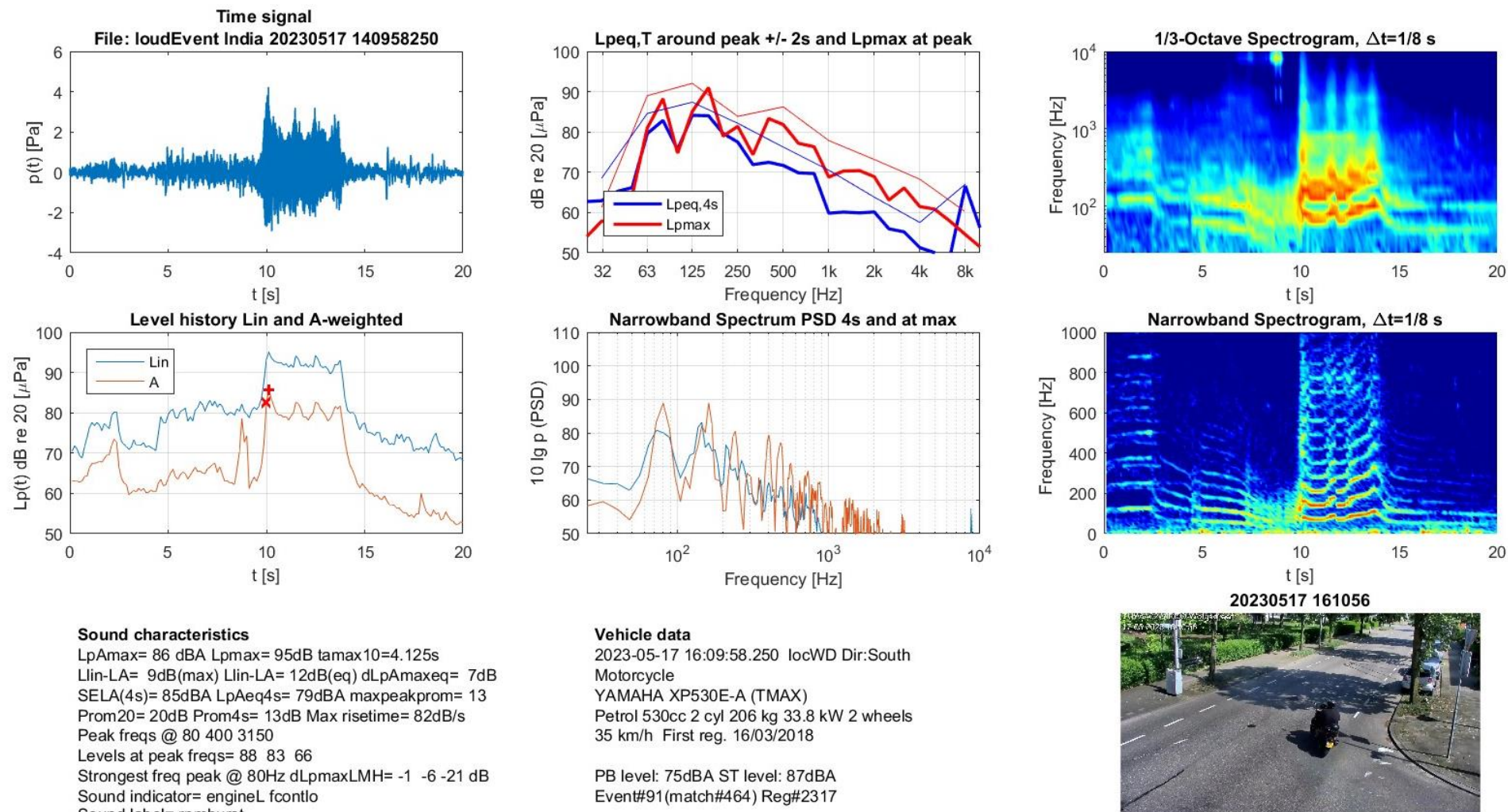
Figuur B.1: Akoestische kenmerken van een optrekkende auto toerentalpieken (rpmburst) en uitlaatknallen.



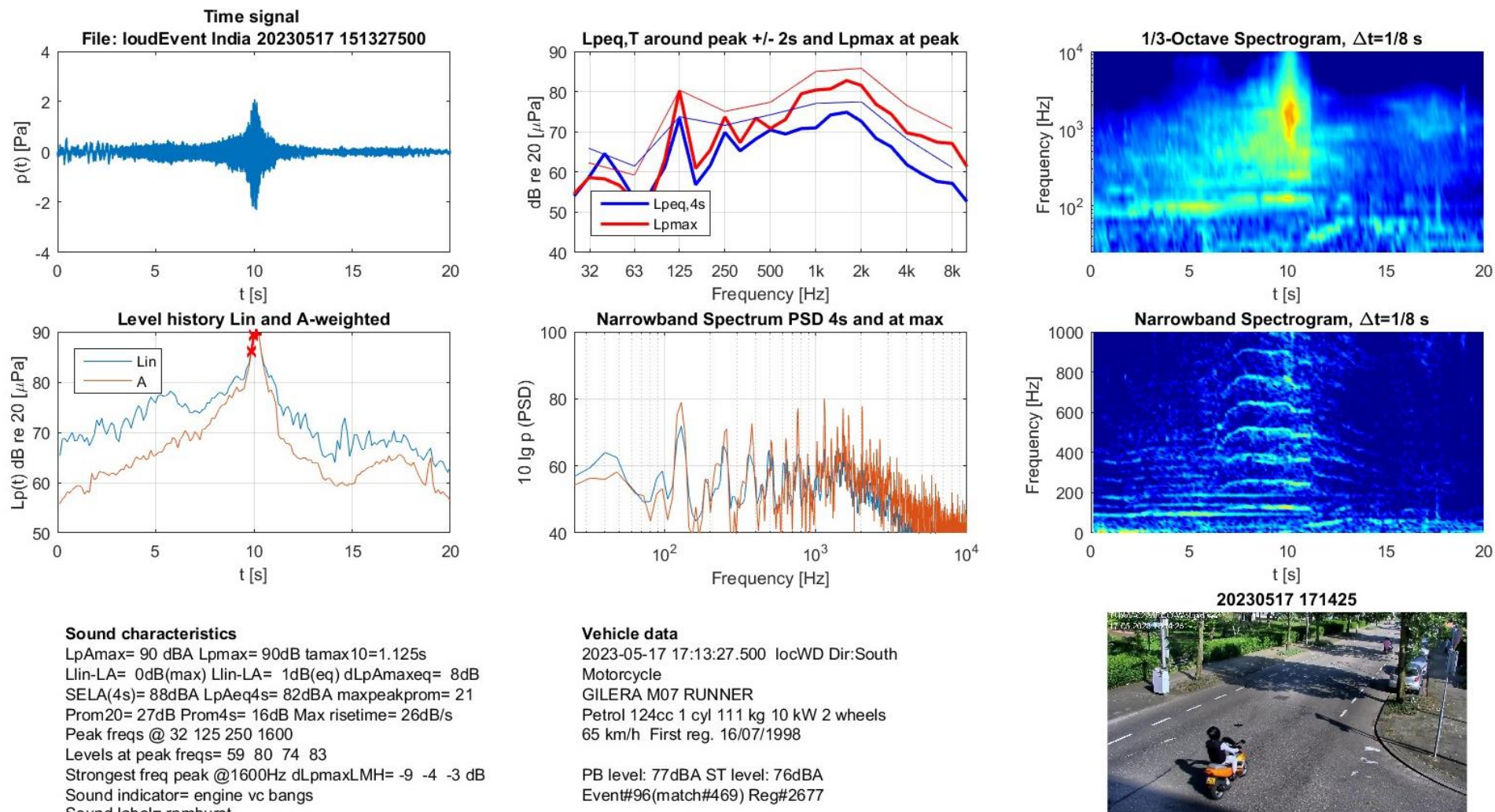
Figuur B.2: Akoestische kenmerken van een schakelende auto (rpmshortacc) en uitlaatknallen.



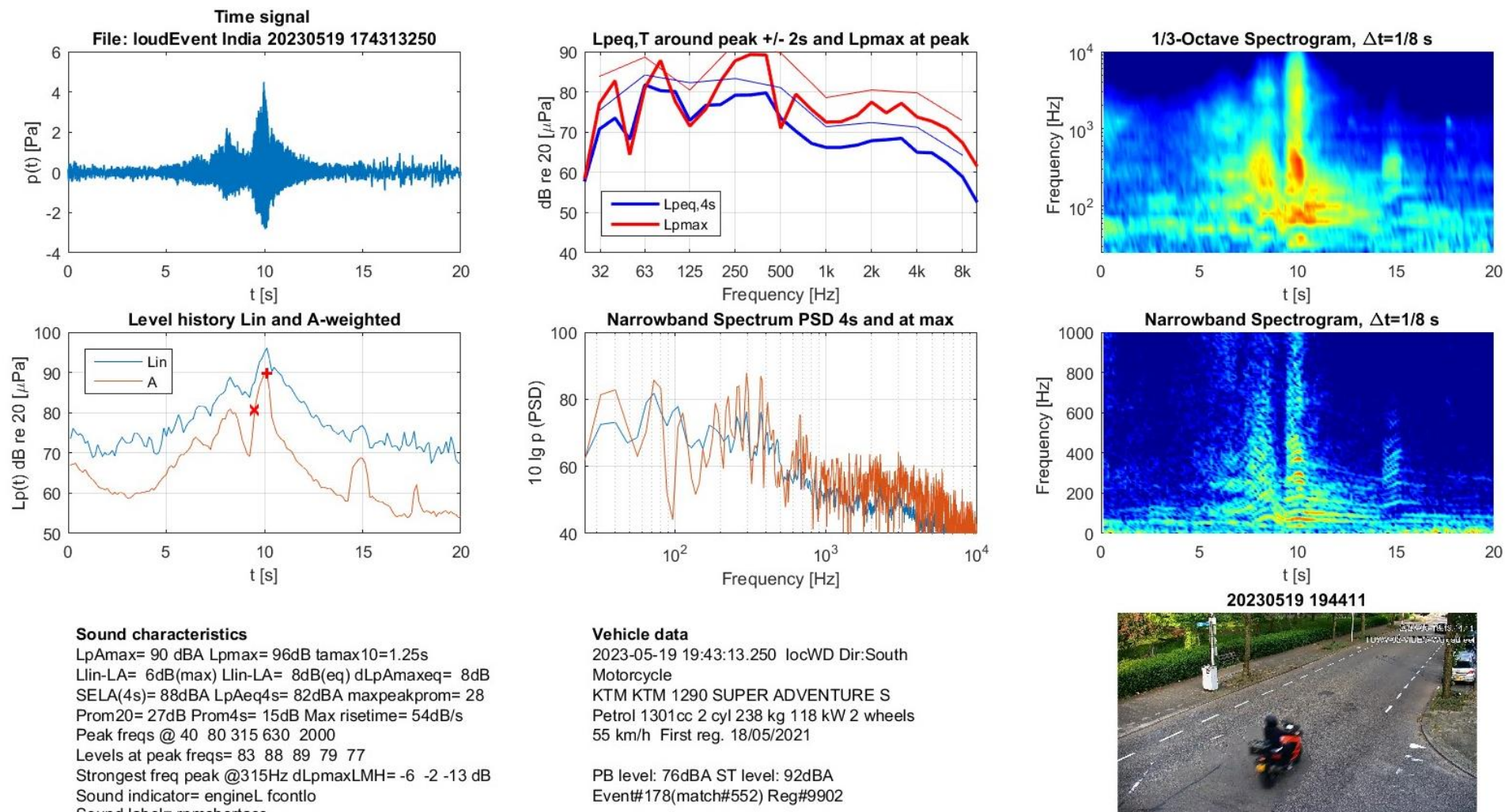
Figuur B.3: Akoestische kenmerken van een lang optrekkende auto (rpmlongacc).



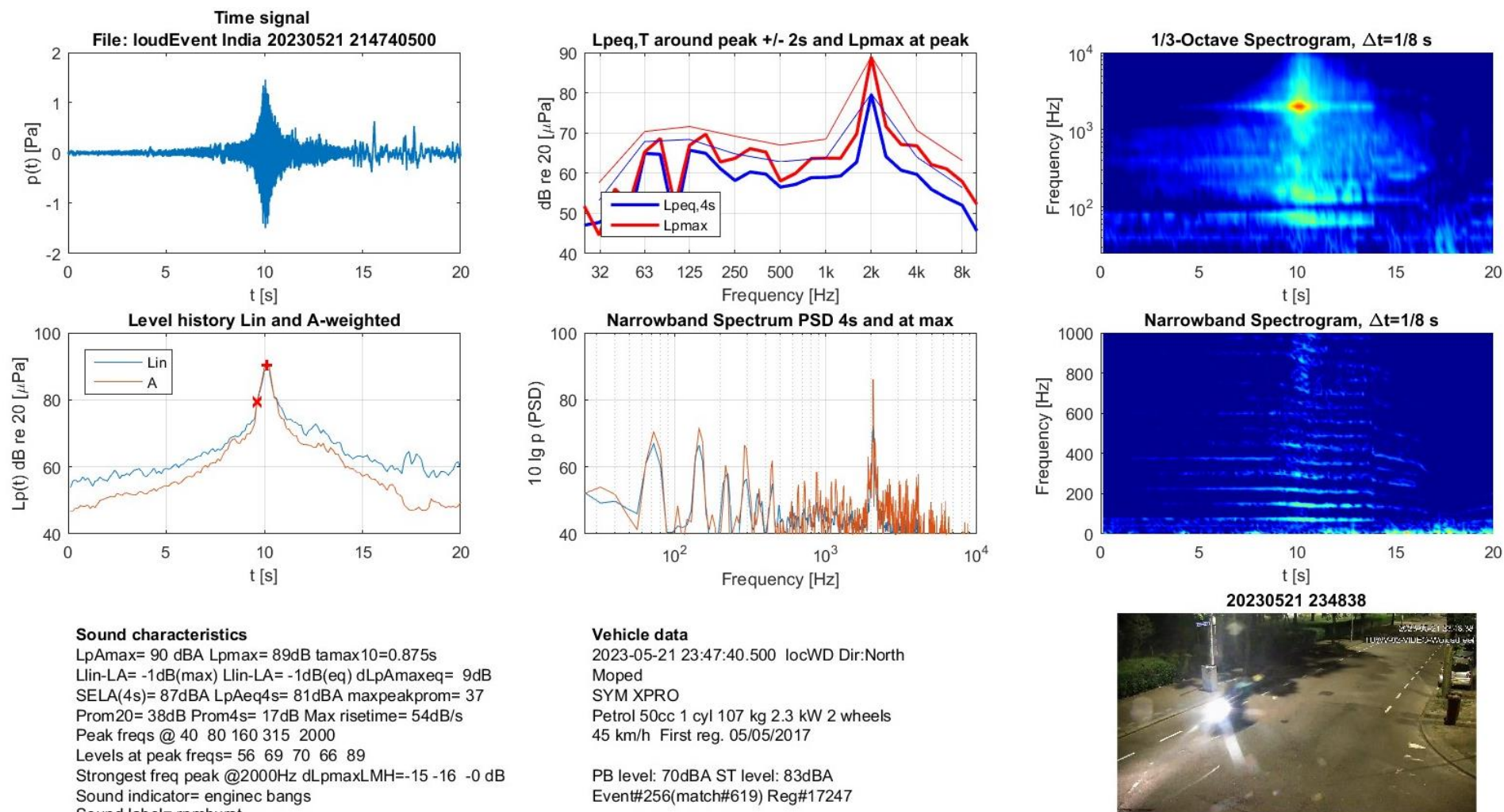
Figuur B.4: Akoestische kenmerken van een optrekkende motorfiets met snel toenemend motortoerental (rpmburst).



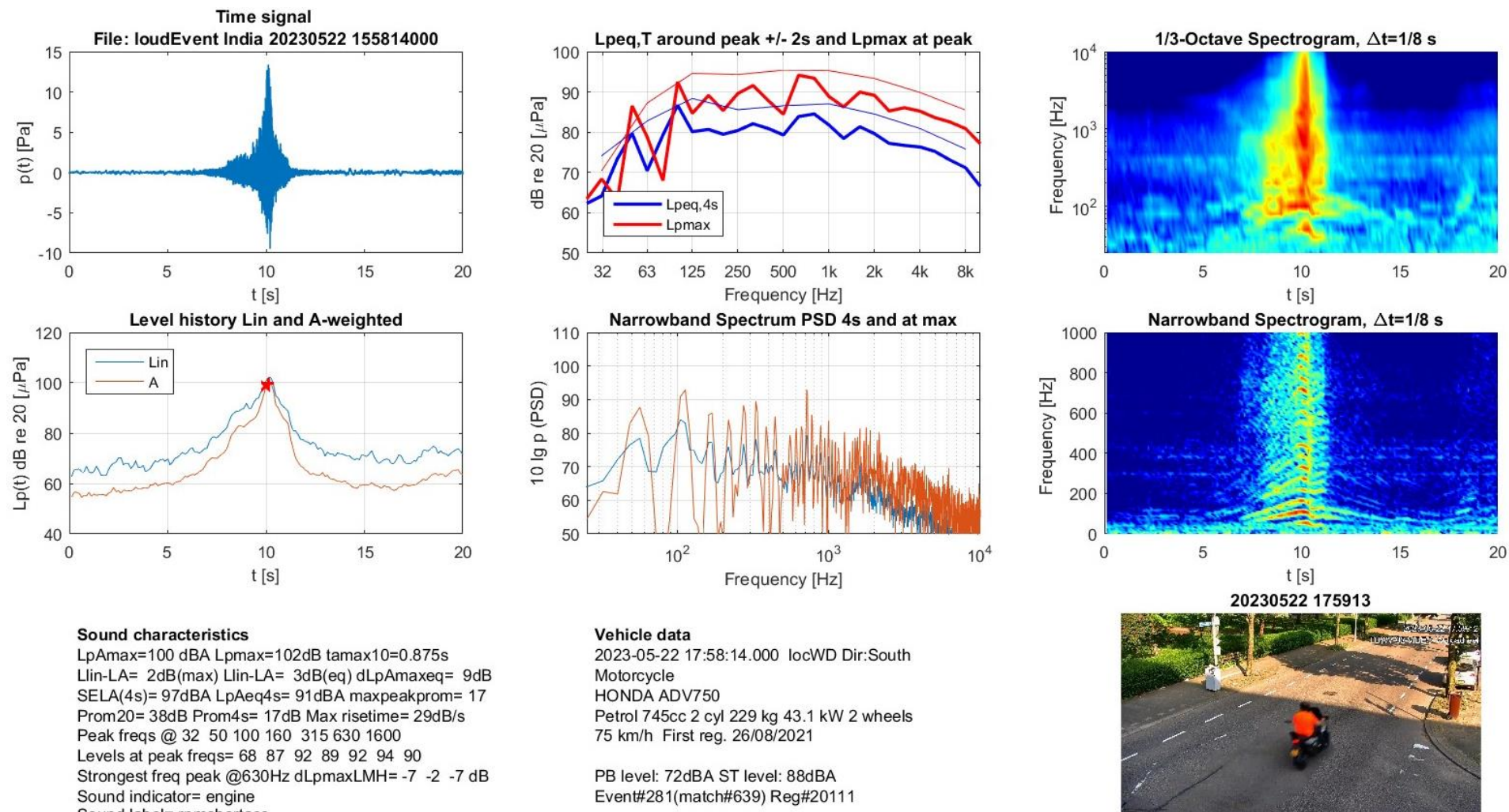
Figuur B.5: Akoestische kenmerken van een optrekkende motorfiets met snel toenemend motortoerental (rpmburst).



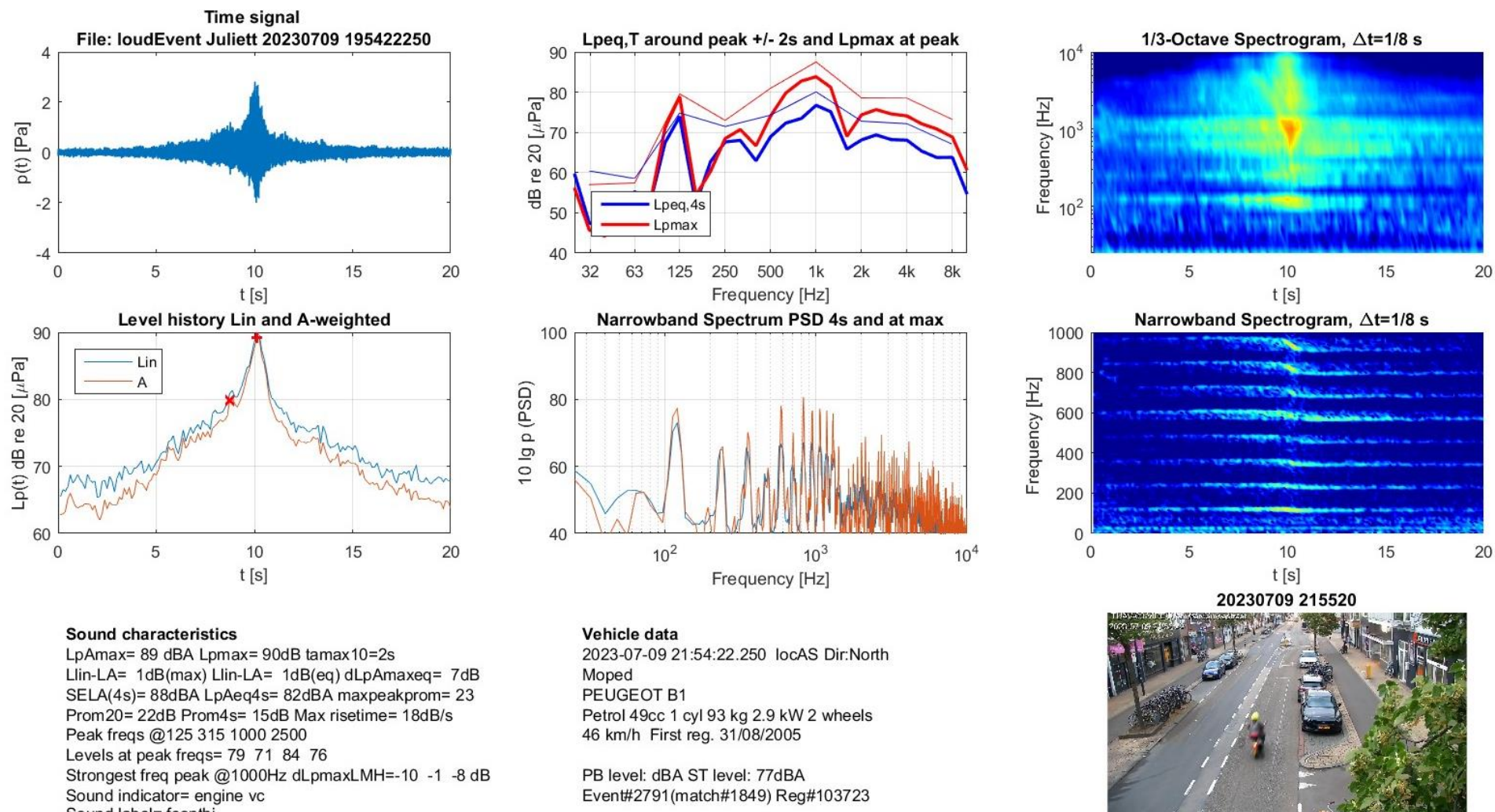
Figuur B.6: Akoestische kenmerken van een kort optrekkende motorfiets (rpmshortacc).



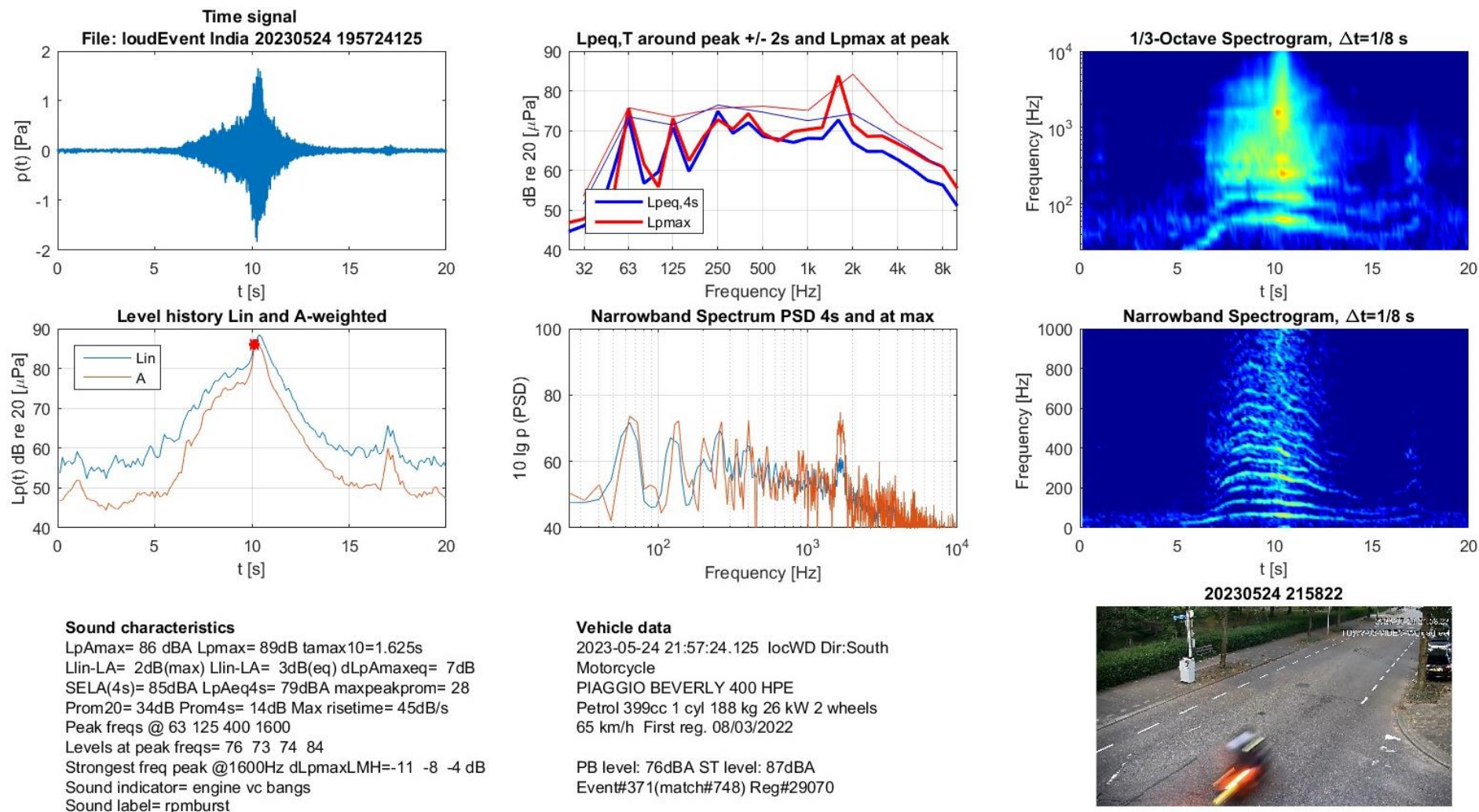
Figuur B.7: Akoestische kenmerken van een bromfiets met korte toerentalpiek (rpmburst).



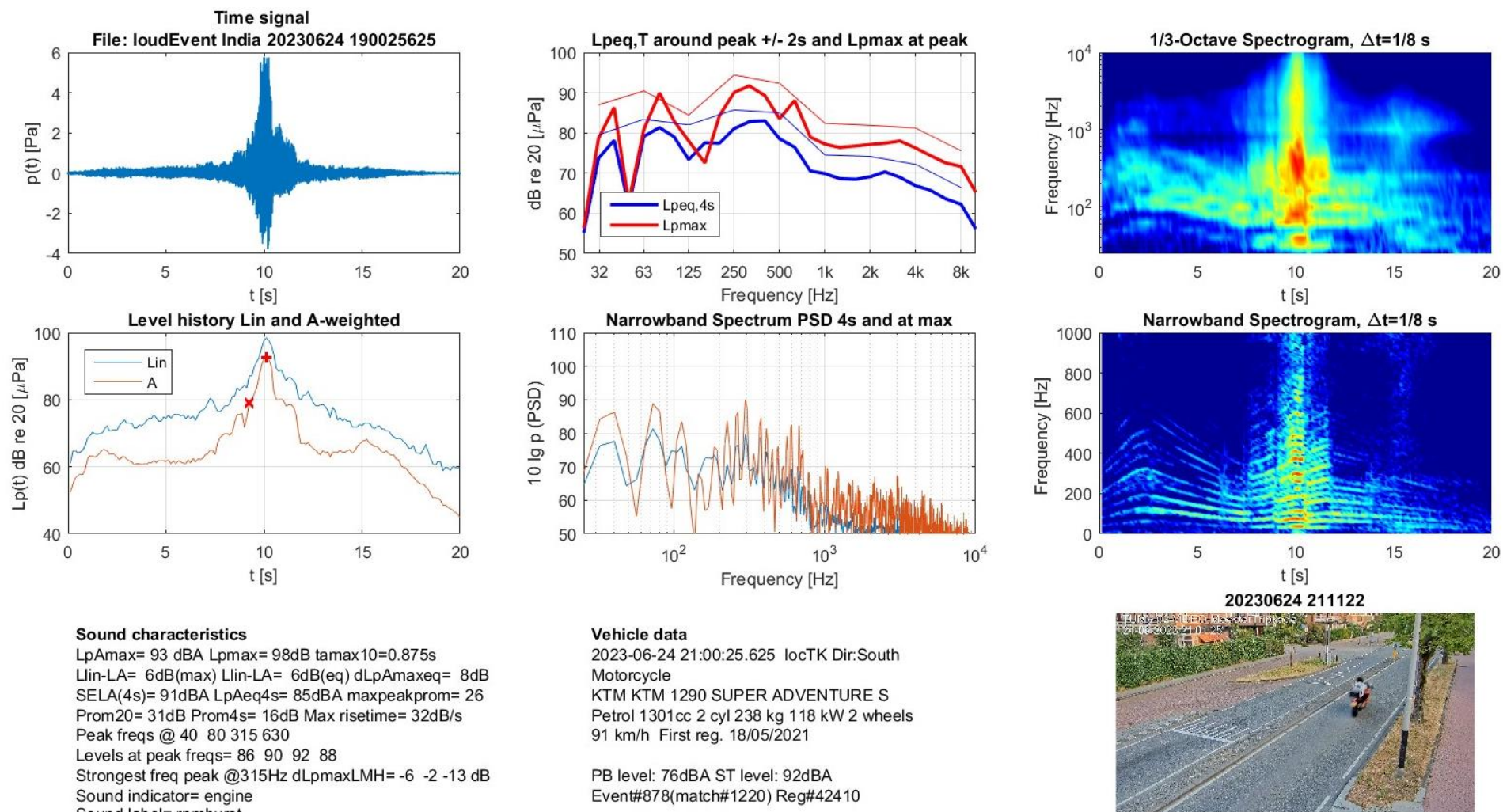
Figuur B.8: Akoestische kenmerken van een kort optrekkende motorfiets (rpmshortacc).



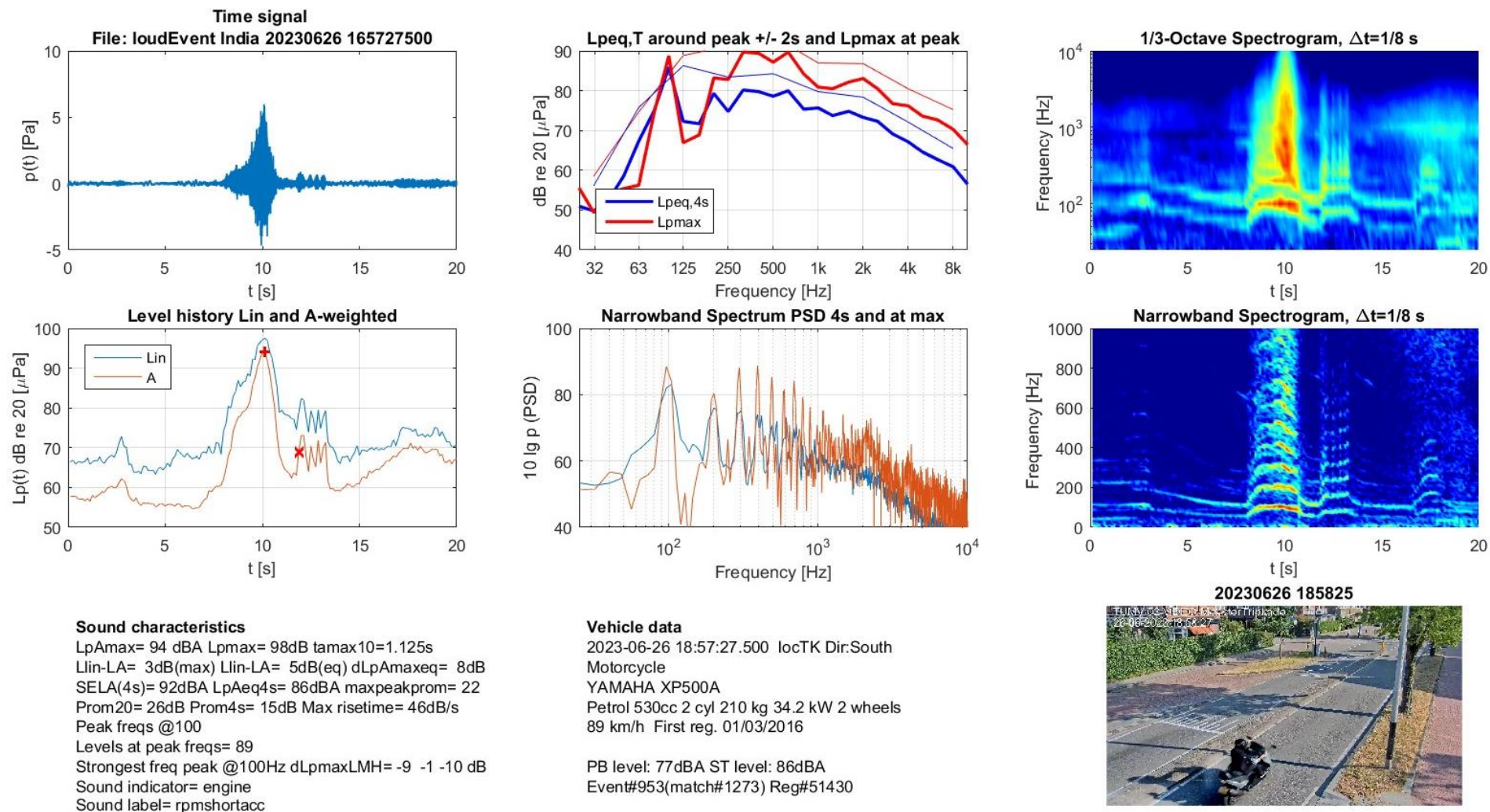
Figuur B.9: Akoestische kenmerken van een bromfiets met continu hoog toerental (rpmconthi).



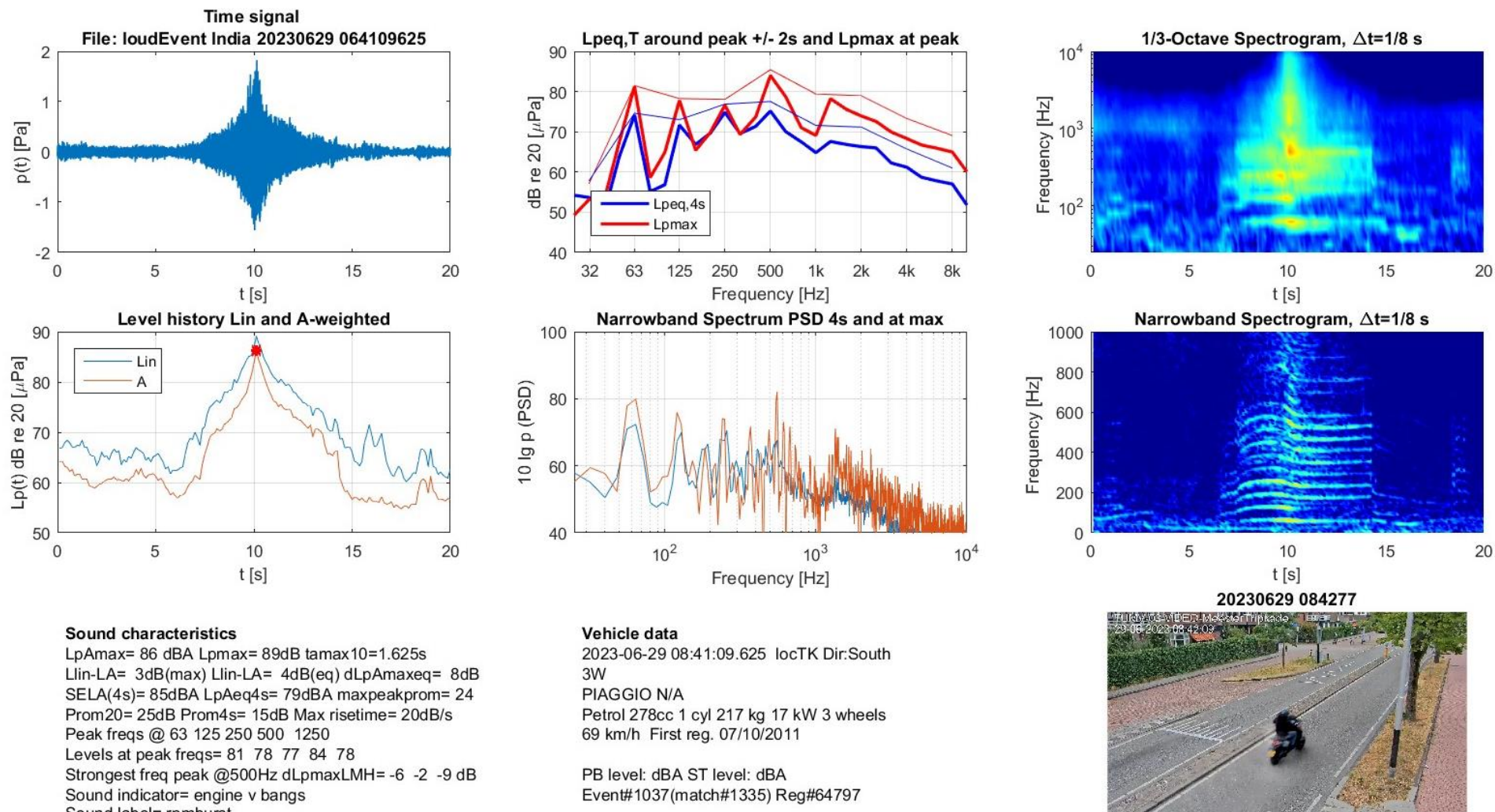
Figuur B.10: Akoestische kenmerken van een motorfiets met korte toerental piek(rpmburst).



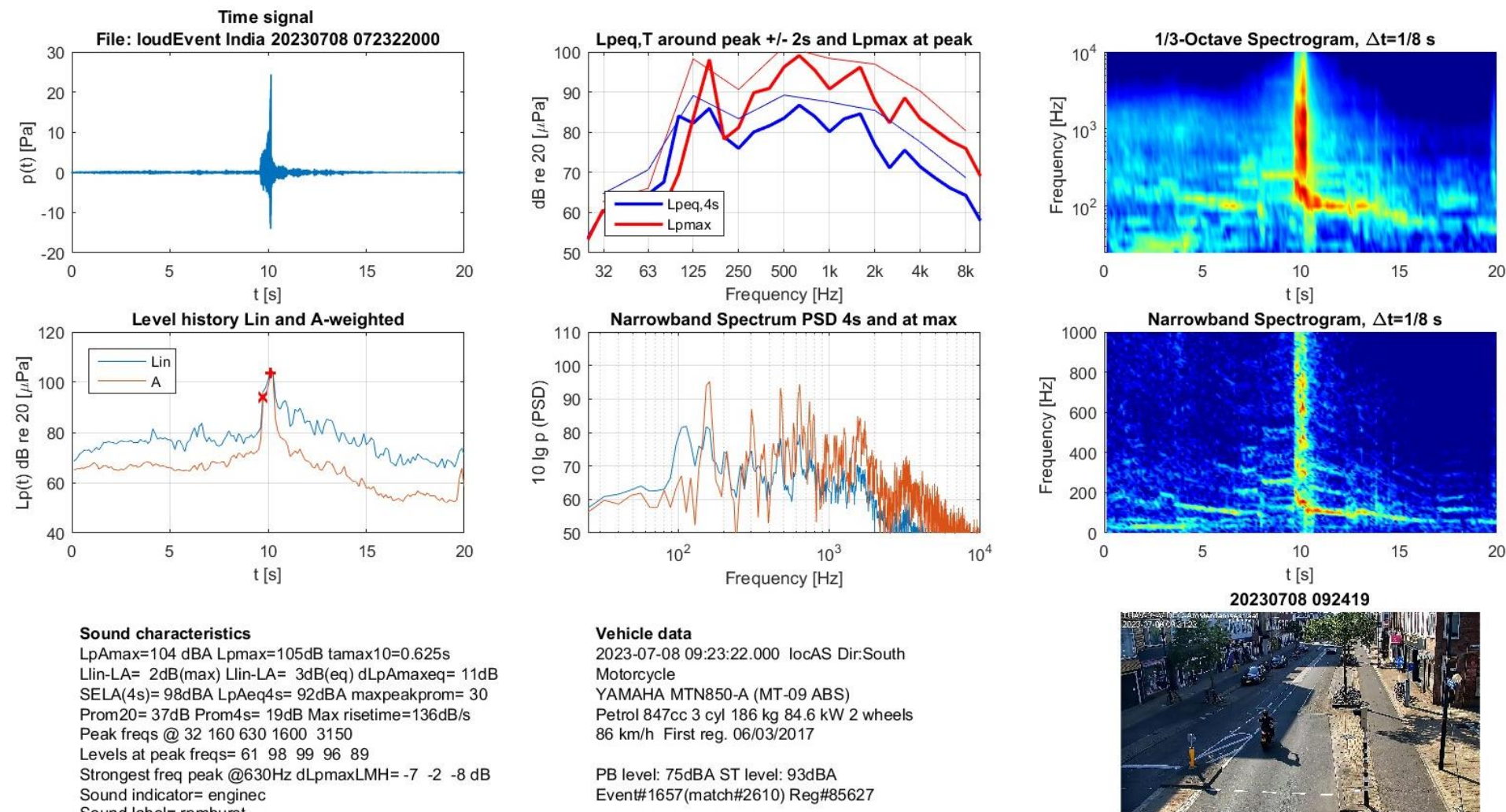
Figuur B.11: Akoestische kenmerken van een motorfiets met korte toerental piek (rpmburst).



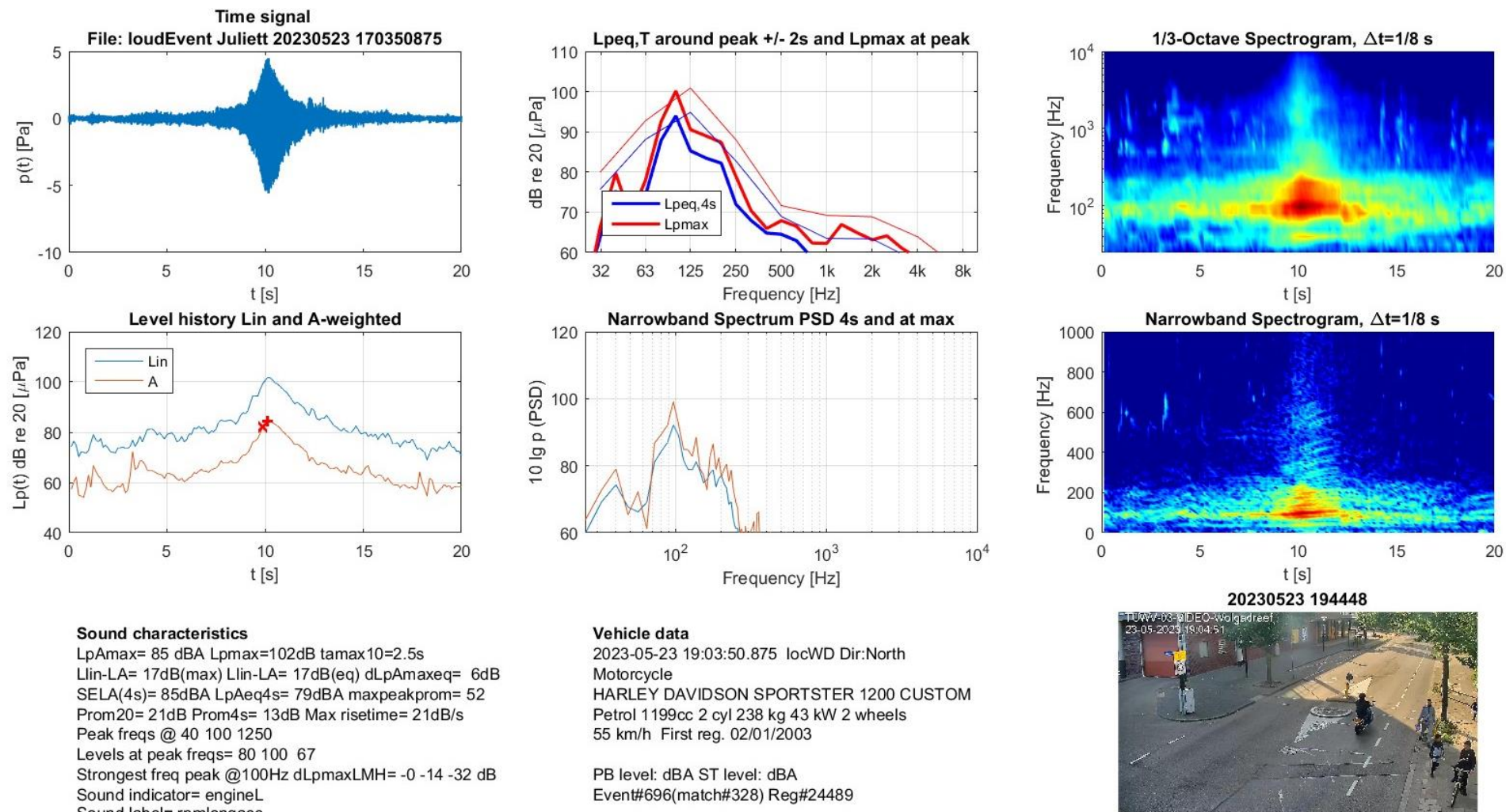
Figuur B.12: Akoestische kenmerken van een kort optrekkende motorfiets (rpmshortacc).



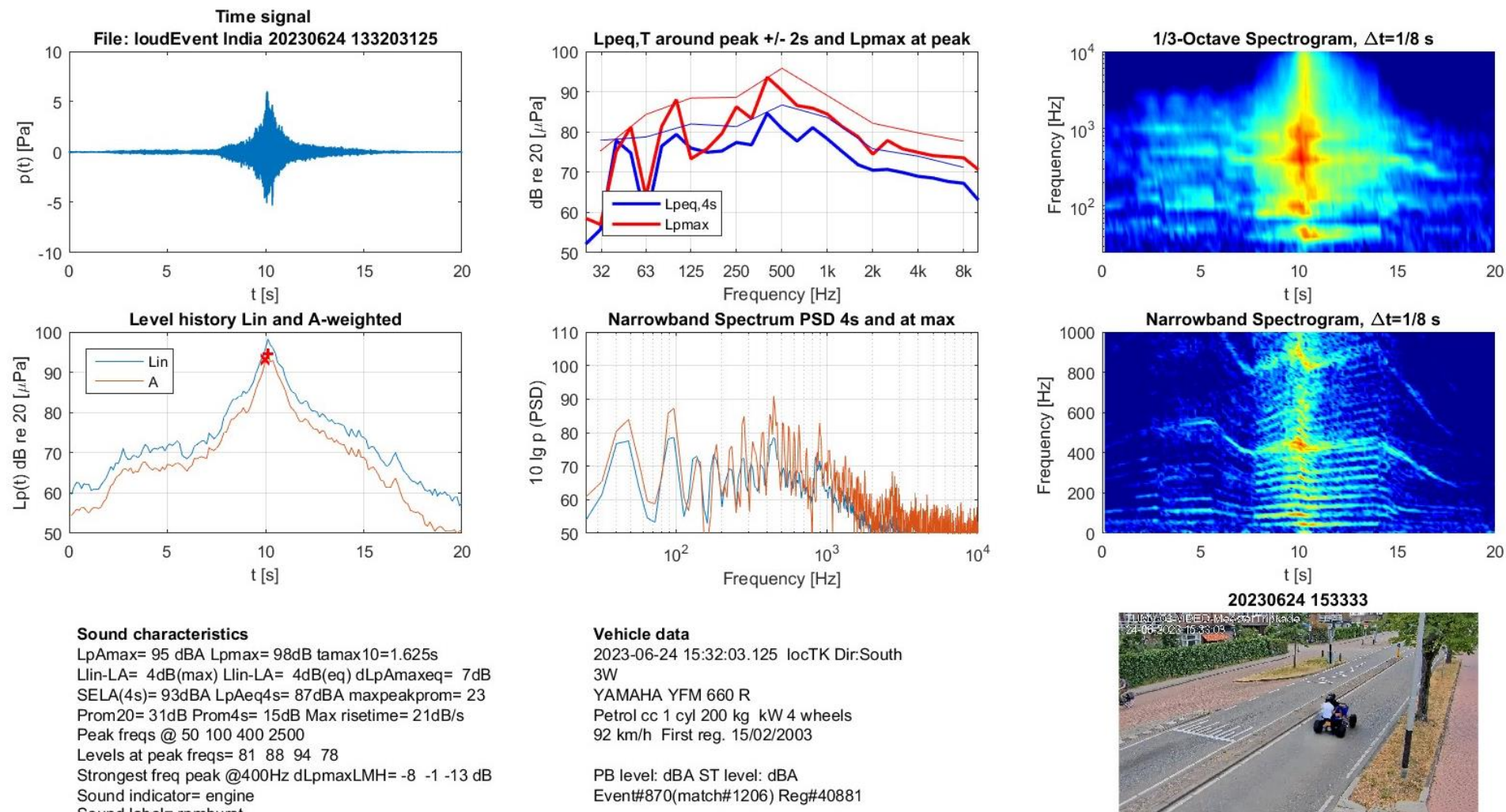
Figuur B.13: Akoestische kenmerken van een motorfiets met toerentalpiek (rpmburst).



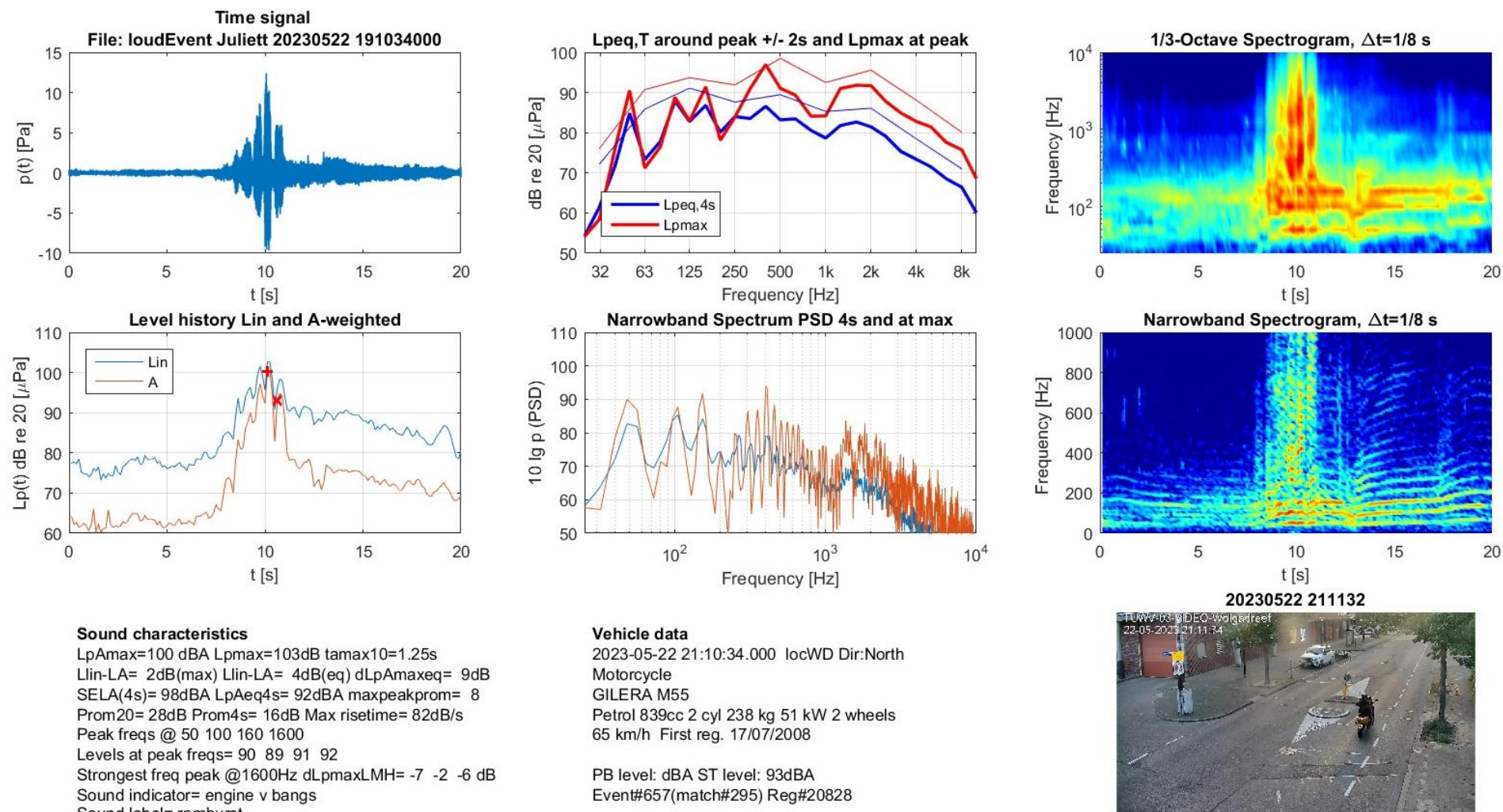
Figuur B.14: Akoestische kenmerken van een motorfiets met korte toerentalpiek (rpmburst).



Figuur B.15: Akoestische kenmerken van een motorfiets met langere schakelinterval (rpmlongacc).



Figuur B.16: Akoestische kenmerken van een quad met korte toerentalpiek (rpmburst).



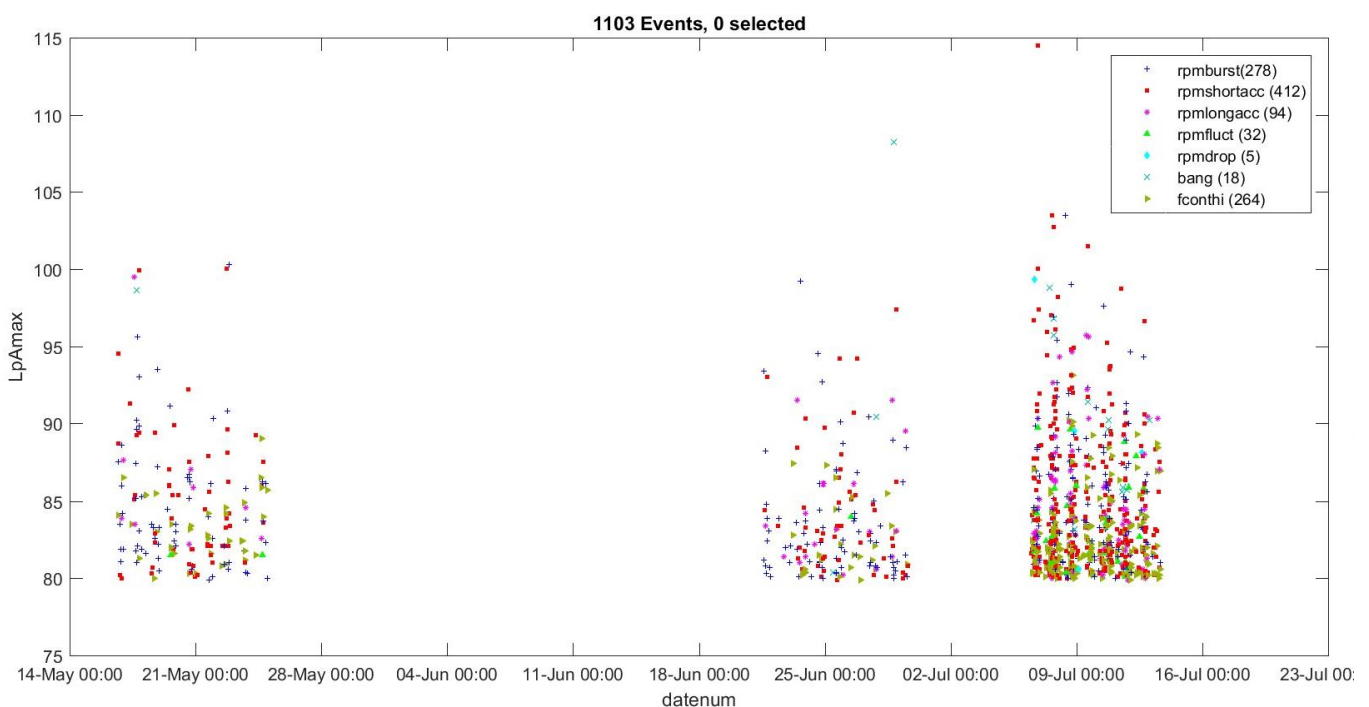
Figuur B.17: Akoestische kenmerken van een motorfiets met meerdere toerentalpieken (rpmburst).

Bijlage C

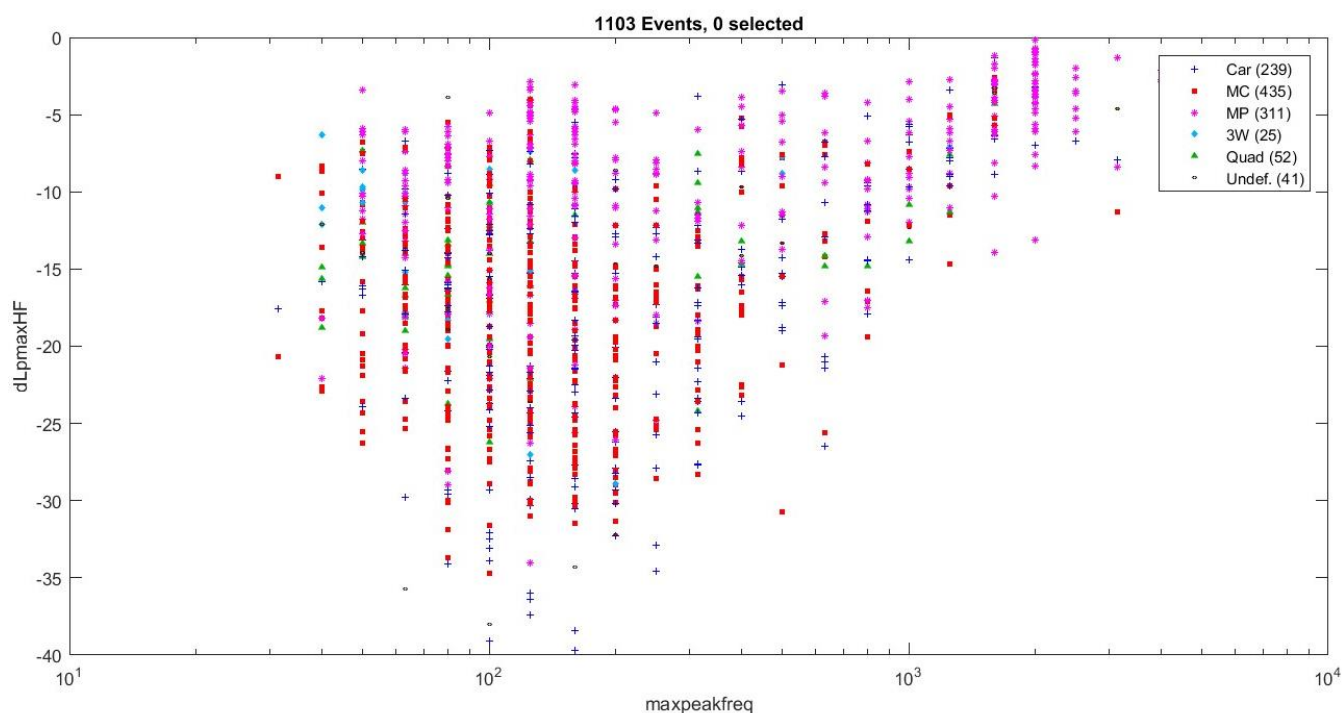
Event features voorbeelden

De onderstaande figuren tonen de luide voertuigpassages per voertuigsoort en in verschillende weergaves van de akoestische kenmerken, met behulp van de Event browser. Het frequentiegehalte wordt aangegeven met het verschil van het totale spectrum met het frequentiegebied laag- midden of hoog (dLpmaxLF, dLpmaxMF, dLpmaxHF).

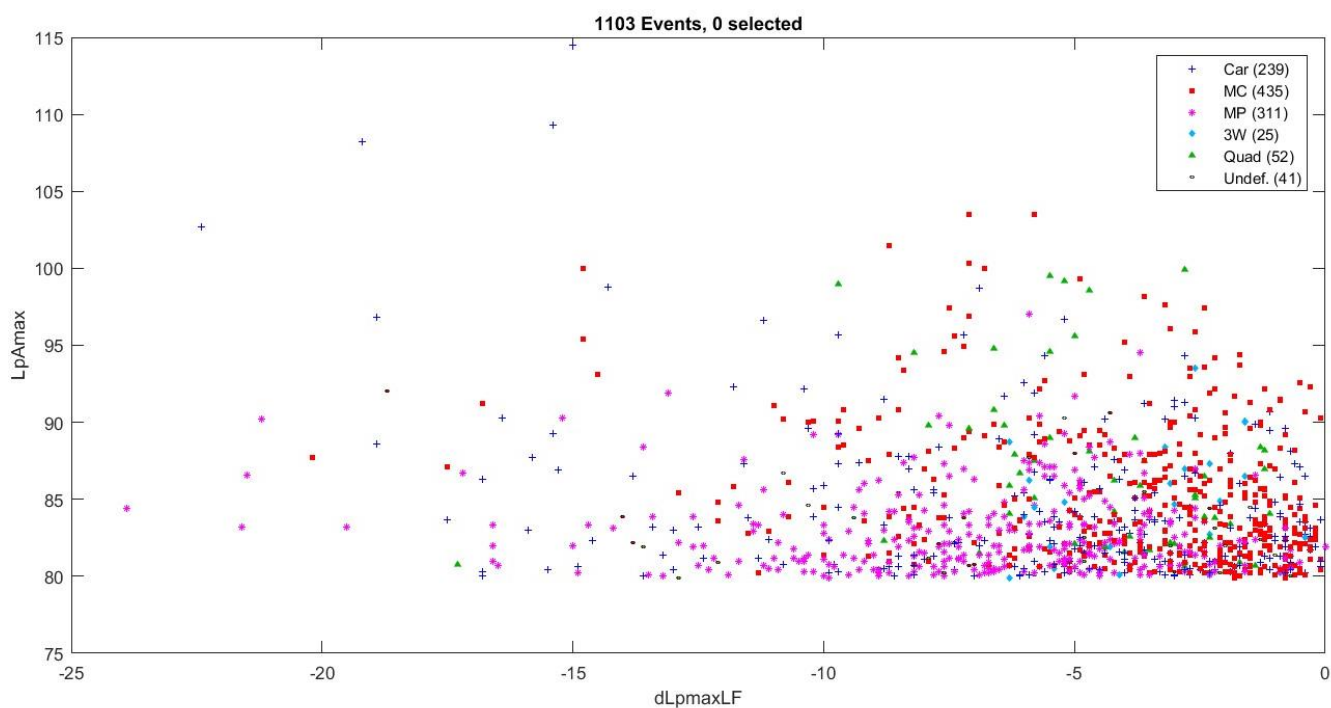
De verschillende weergaves maken het mogelijk voertuigen op basis van akoestische kenmerken te groeperen, zij het dat dit nooit 100% eenduidig is.



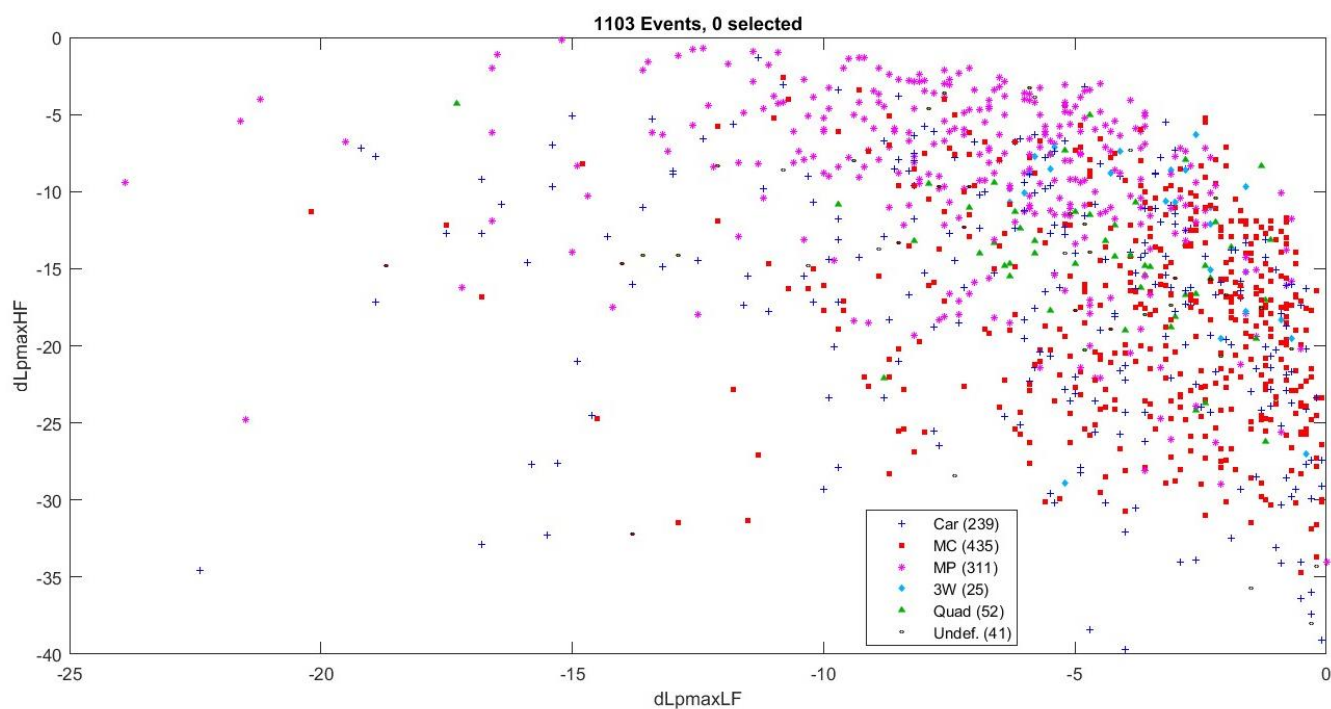
Figuur C.1: L_{pAFmax} van events in de tijd, met type geluidlabel aangeduid. Korte acceleratie (rpmshortacc) zoals bij motorfietsen en sterke hoge frequentiegehalte (fconthi) zoals bij bromfietsen komen het meeste voor.



Figuur C.2: Events weergegeven voor geluidkenmerken per voertuigtype: maximum piekfrequentie tegen hoogfrequent spectrumgehalte. Bromfietsen zijn goed te onderscheiden met hoog hoogfrequent gehalte, en motorfietsen met laagfrequent gehalte.



Figuur C.3: L_{pAmax} van events uitgezet tegen laagfrequent spectrumgehalte (horizontaal), per voertuigtype.



Figuur C.4: Hoogfrequent spectrumgehalte tegen laagfrequent spectrumgehalte (horizontaal) tegen elkaar uitgezet, per voertuigtype.

Bijlage D

Matrix van potentiële maatregelen

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

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

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

D.1 Maatregelen infrastructuur

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

D.2 Maatregelen voertuigen

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

D.3 Maatregelen weggebruikers

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

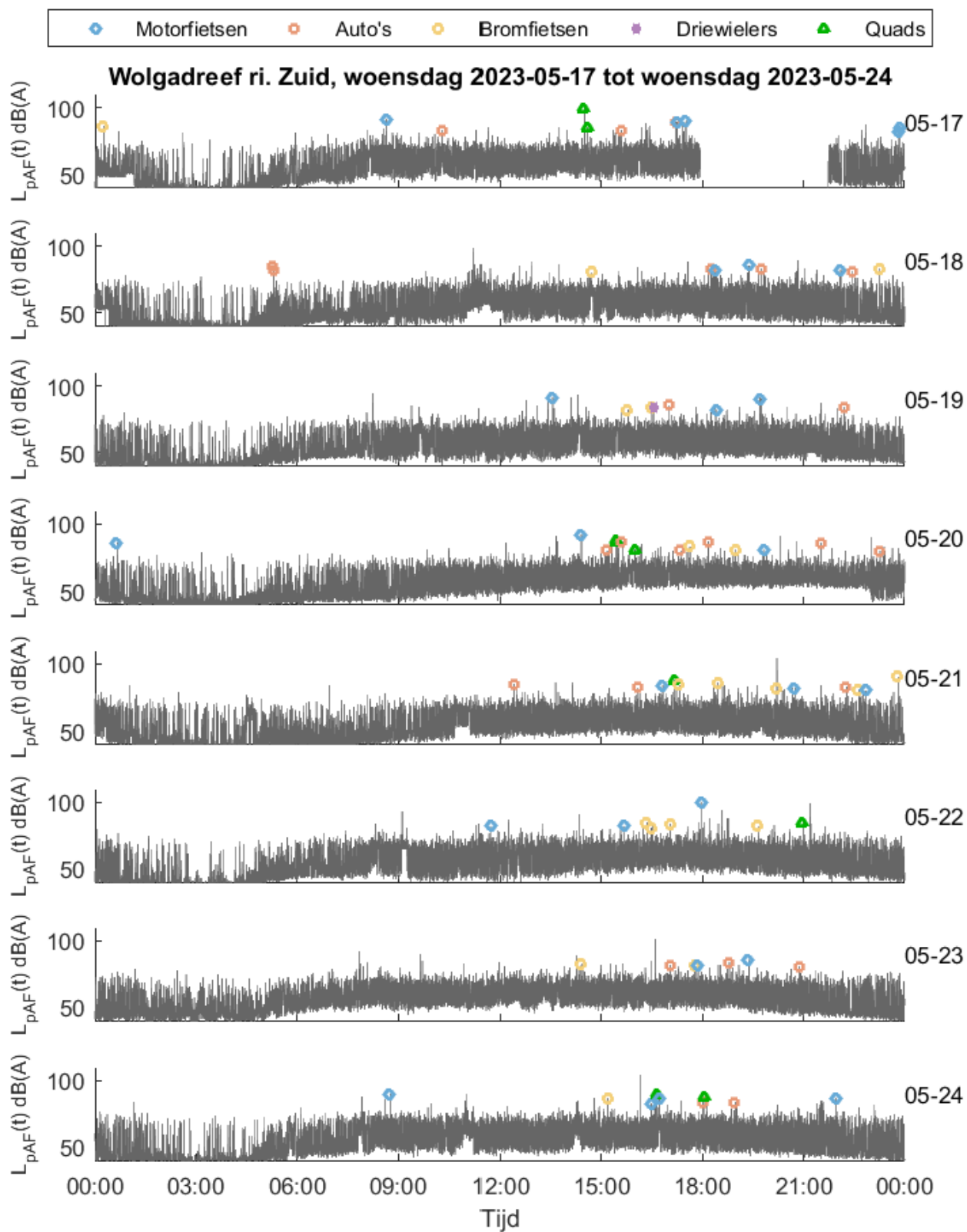
D.4 Maatregelen communicatie

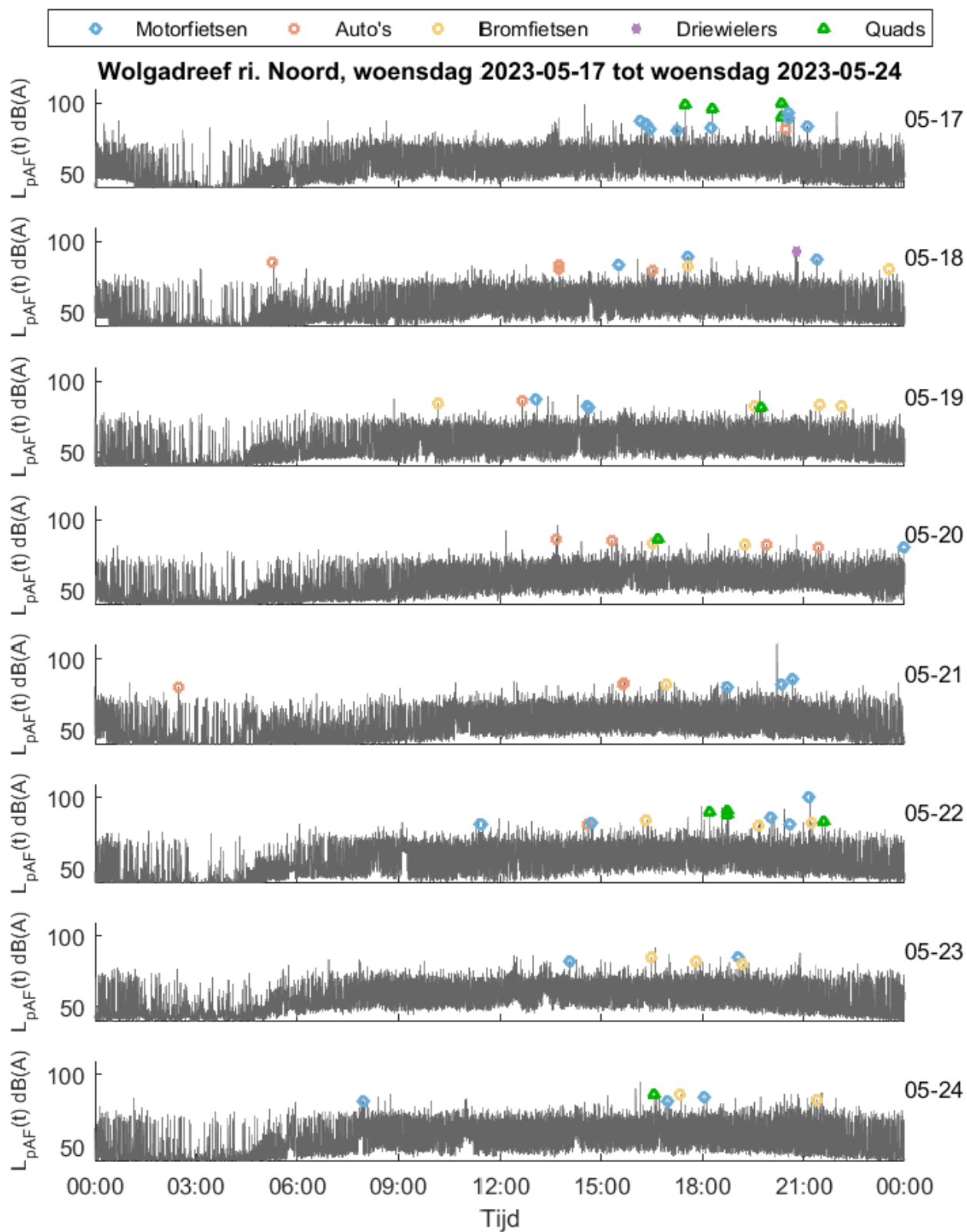
Beleids optie	Reeds mogelijk?	Nationaal/ Lokaal/ Internationaal	Wettelijke grondslag	Partijen
Best practice uitwisseling voor gemeentes	Ja	Nationaal	Geen	Gemeentes
In kaart brengen van hinder (motoren als aparte groep)	Ja	Nationaal/Lokaal	END Actieplan	GGD, RIVM, Gemeentes, RO
Voorlichtingscampagnes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

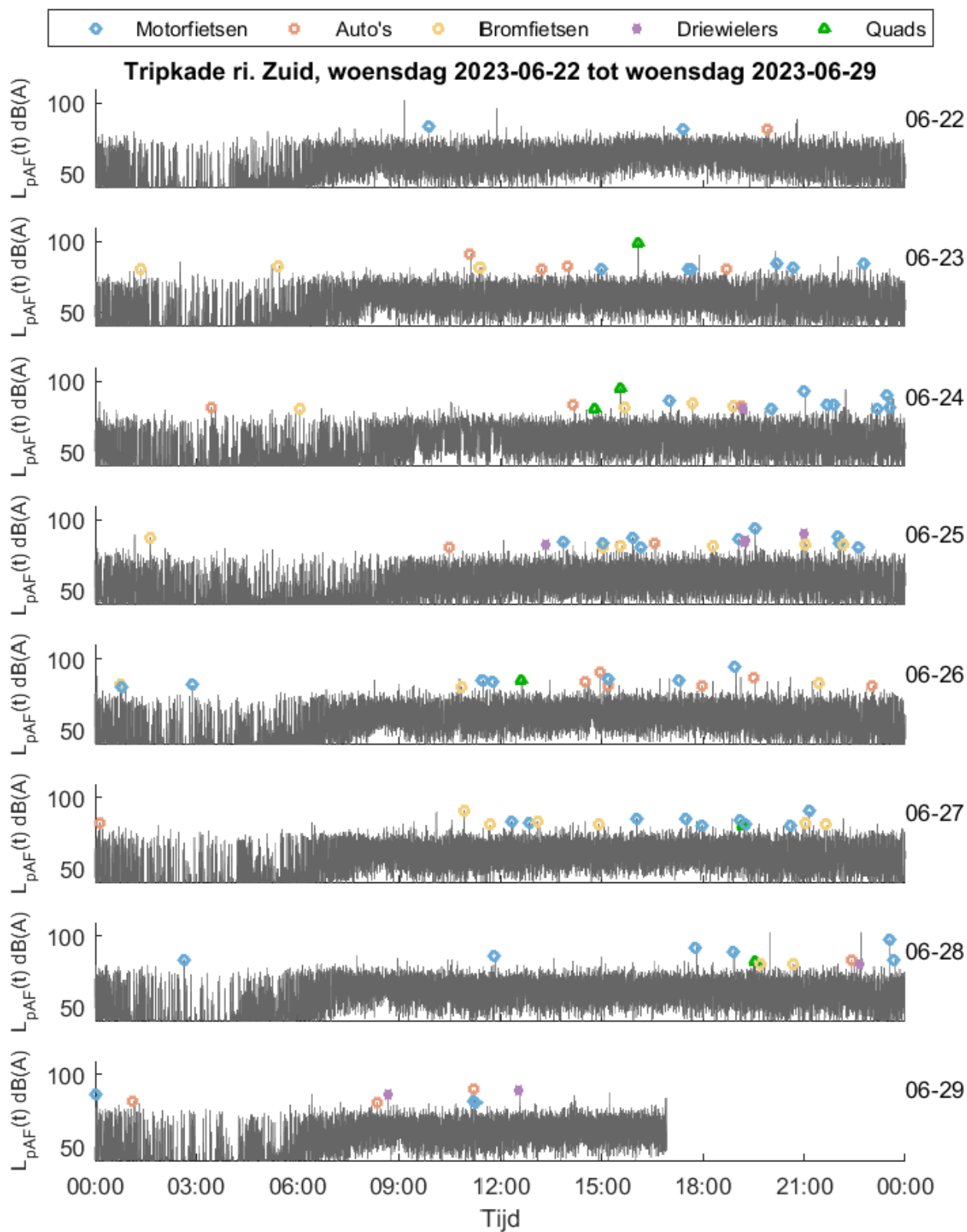
Bijlage E

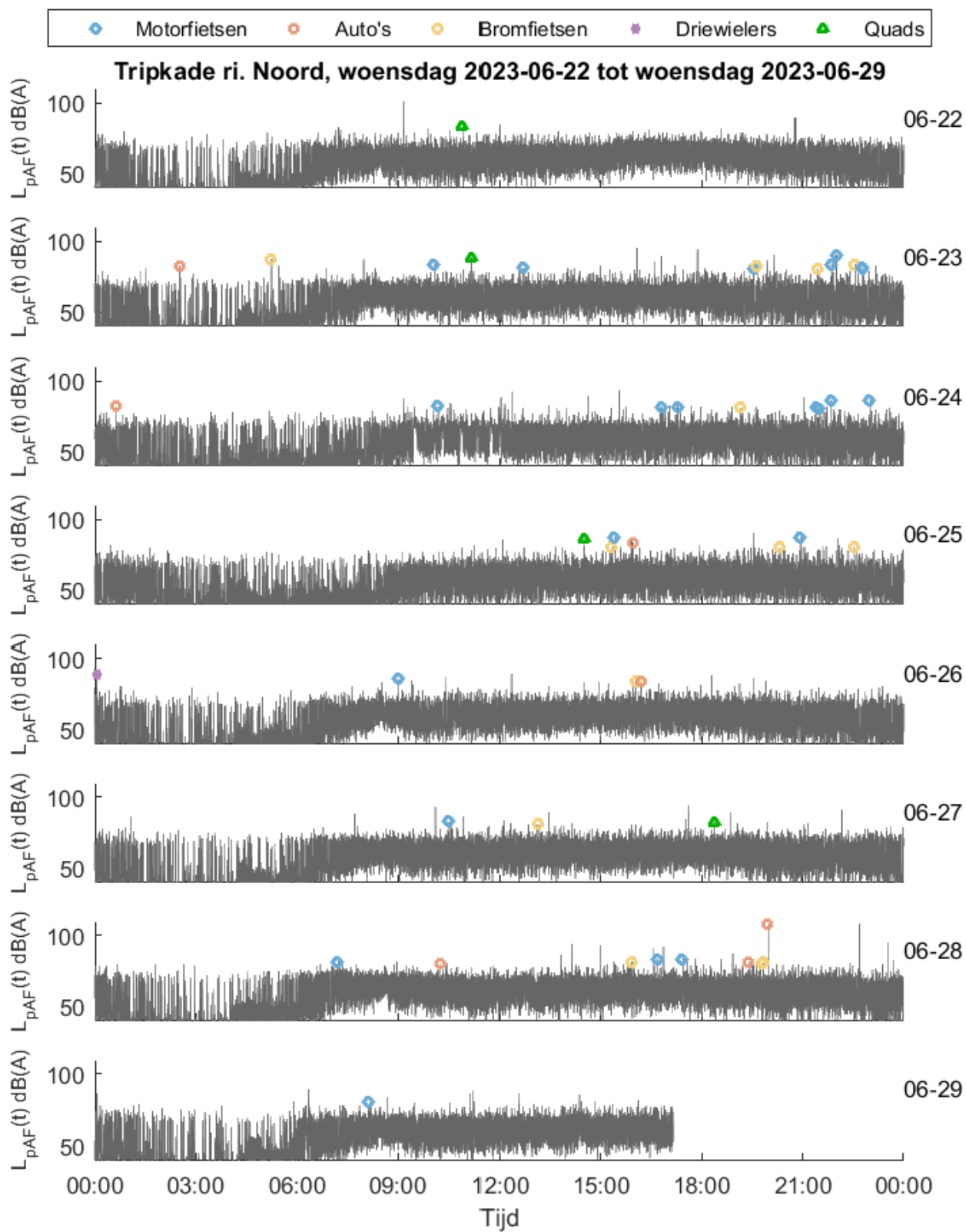
Niveauverloop grafieken per locatie

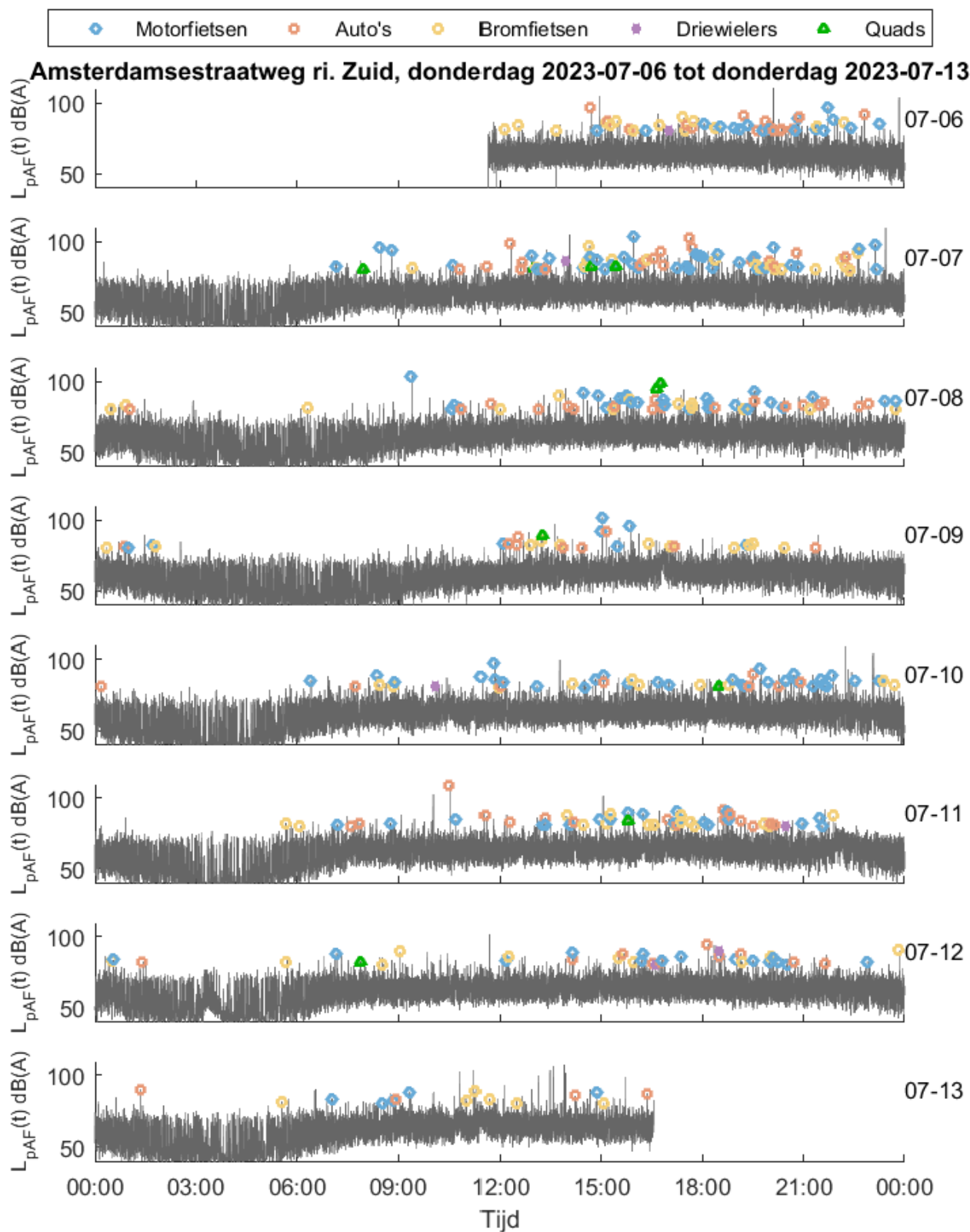
In de figuren hieronder staat het A-gewogen geluiddrukkniveau $L_{pAF}(t)$ niveauverloop gemeten bij de weg, per dag en per locatie, met daarin de geluidspieken van luide voertuigen met het type voertuig aangegeven.

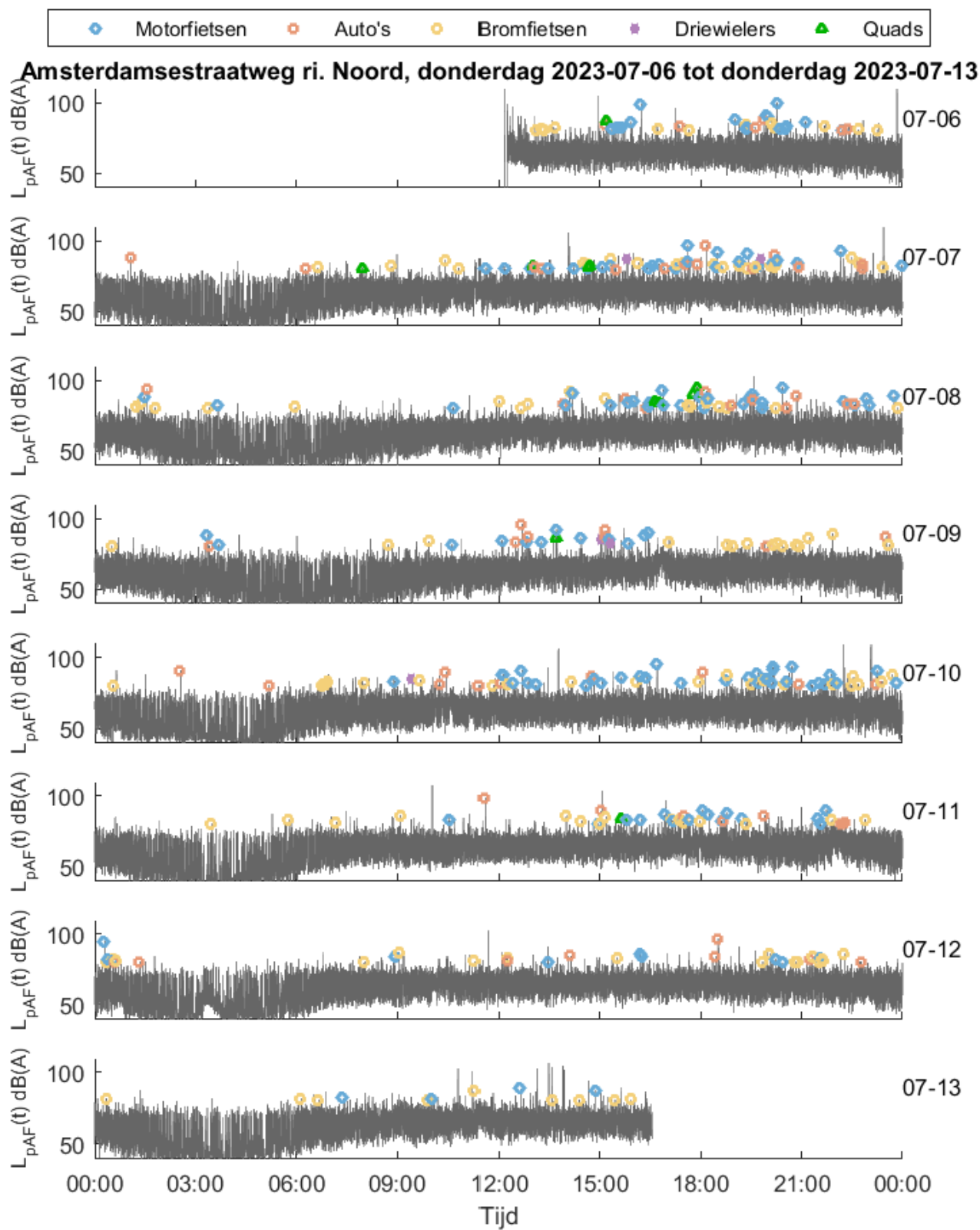










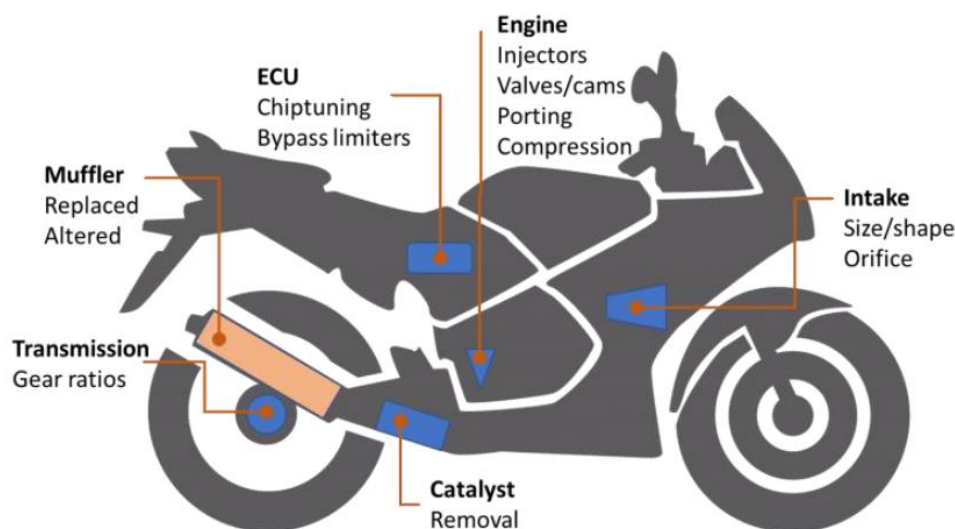


Bijlage F

Voertuigaanpassingen met effect op geluid

Er zijn veel verschillende aanpassingen aan voertuigen die het geluid kunnen doen toenemen. Daarmee hoeft het voertuig niet continu luid te zijn, maar onder zekere condities, bijvoorbeeld hard optrekken, later terugschakelen of hoge snelheid.

Enkele mogelijkheden voor motorfietsen zijn weergegeven in Figuur F1 (bron: EU project LENS). Bij auto's zijn vergelijkbare aanpassingen mogelijk zij het soms wat lastiger uitvoerbaar. Bromfietsen worden vaak opgevoerd of ontgrend (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	

Defence, Safety & Security

Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
www.tno.nl