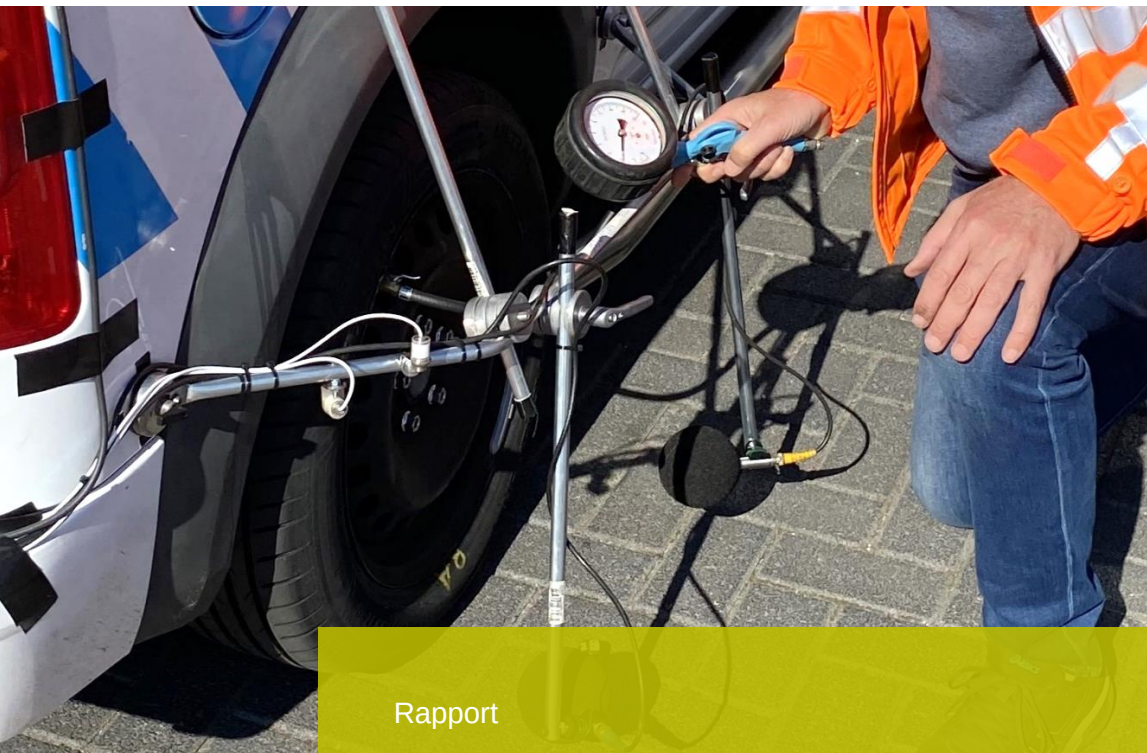




Rapport

Het effect van bandenspanning op rolgeluid

Colofon

Opdrachtnemer M+P raadgevende ingenieurs BV

Opdrachtgever Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
directie Wegen en Verkeersveiligheid, afdeling Wegverkeersbeleid
Postbus 20901
2500 EX DEN HAAG

Opdrachtnummer 31181557

Titel Het effect van bandenspanning op rolgeluid

Rapportnummer M+P.MIW.22.04.1

Revisie 2

Datum 29 december 2022

Aantal pagina's 25

Auteurs ing. Mark Mertens
ir. Bert Peeters

Contactpersoon ir. Erik de Graaff | 073-6589050 | vught@mp.nl

M+P Wolfskamerweg 47 | 5262 ES Vught
Visserstraat 50 | 1431 GJ Aalsmeer

www.mp.nl | onderdeel van de Müller-BBM groep | Lid NLingenieurs | ISO 9001 gecertificeerd

Copyright © M+P raadgevende ingenieurs BV | Niets van deze rapportage mag worden gebruikt voor andere doeleinden dan is overeengekomen tussen de opdrachtgever en M+P (DNR 2011 Artikel 46).

Samenvatting

Het programma Kies de Beste Band (KdBB) heeft als doel om het Nederlandse wagenpark veiliger, zuiniger, schoner en stiller te krijgen. Publiekscampagnes maken onderdeel uit van het KdBB-programma. Het doel van het programma inclusief campagne is het verbeteren van het bandenbewustzijn en daarmee de bandenspanning. Het aanhouden van de juiste bandenspanning is essentieel voor de prestaties van het voertuig en de levensduur van de band. Dit onderzoek gaat over de vraag of de bandenspanning ook invloed heeft op de rolgeluidemissie van een passerend voertuig. Het is uitgevoerd door M+P in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Onderzoeksmethode

De mate van invloed van bandenspanning op rolgeluid hangt af van diverse parameters. Om in een onderzoek van beperkte omvang een zo goed mogelijk beeld te creëren van eventueel optredende effecten is gekozen om te meten met drie soorten banden, op vier soorten wegdekken bij vijf verschillende bandenspanningen:

- banden: nieuwe zomerband, versleten zomerband en nieuwe winterband;
- wegdekken: ISO-wegdek (RDW), tweelaags ZOAB en ZOAB (A59) en DAB 11 bij Nuland;
- bandenspanning: referentiespanning -0,8 bar, -0,4 bar, +/-0,0 bar, +0,4 bar en +0,8 bar.

Voor dit onderzoek zijn met de nieuwe zomerband passagegeluidmetingen uitgevoerd conform de meetmethode uit UNECE richtlijn R117 op de testbaan bij de RDW in Lelystad. Daarnaast zijn met de Close-Proximity (CPX)-methode (ISO 11819-2) alle banden gemeten op alle wegdekken, al rijdend met behulp van microfoons nabij de banden.

Resultaten

Bij de beoordeling van de resultaten moet er rekening mee worden gehouden dat het een beperkt en daarmee indicatief onderzoek is, waarbij we op basis van de resultaten (nog) geen uitspraak kunnen doen of ze representatief zijn voor de Nederlandse landelijke situatie wat betreft gebruikte banden en effecten naar de omgeving.

De R117 passage-metingen laten zien dat het rolgeluid toeneemt als de bandenspanning toeneemt. De toename van de geluidniveaus bij toenemende bandenspanning is zo goed als lineair en circa 0,7 dB per 0,5 bar.

In de resultaten van de CPX-metingen met de nieuwe zomerband op het ISO-wegdek bij de RDW en het DAB 11 bij Nuland zien we een soortgelijke trend. Op deze wegdekken nemen de CPX-waarden circa 0,7 dB (ISO DAB) en 0,6 dB (DAB 11) toe per 0,5 bar toename in bandenspanning. Voor de versleten zomerband en de nieuwe winterband is de toename van het geluid op het DAB 11 bij Nuland met toenemende bandenspanning voor beide banden circa 0,4 dB per 0,5 bar.

De CPX-resultaten van de drie banden op het tweelaags ZOAB en het ZOAB laten een ander beeld zien. Voor deze combinaties is het verschil in geluidniveau slechts enkele tienden van een dB. Dit is in dezelfde orde van grootte als de nauwkeurigheid van de meetmethode wat betreft de herhaalbaarheid (0,3 dB).

Conclusie

Op basis van dit onderzoek kunnen we concluderen dat de bandenspanning invloed heeft op het rolgeluid. Bij de CPX-resultaten zien we bij een afname van de bandenspanning een afname van de geluidniveaus bij hoge frequenties en een toename bij lage frequenties. In dit onderzoek is vooral de toename van het geluid in de lagere frequenties bij lagere bandenspanning een aandachtspunt. Voor het geluid op grote afstand, bij de woningen langs de weg, geldt dat de lagere

frequenties belangrijker zijn dan de hoge frequenties omdat die doorgaans sneller als hinderlijk ervaren worden. Ook voor locaties achter een geluidscherm, of binnen in een gebouw, geldt dat lage frequenties belangrijker zijn.

Alles overziend concluderen we dat met het gekozen, beperkte onderzoek er een trend is gevonden van toenemend geluidniveau bij toename van de bandenspanning. Er is in dit onderzoek echter niet onderzocht of dit representatief is voor het Nederlandse wagenpark. We verwachten dat de gevonden effecten voor gangbare banden en wegdekken in de praktijk en op iets grotere afstand van het voertuig klein zijn. Aandachtspunt voor verder onderzoek zijn vooral de frequentie-gerelateerde effecten die bij de variatie van bandenspanning een rol spelen.

In 2021 is het rapport gepresenteerd van een Europees onderzoek waarbij voor dezelfde onderzoeksvraag een andere aanpak gehanteerd is: daarbij is in een laboratorium gemeten. In tegenstelling tot wat dit onderzoek laat zien, werd bij het Europese onderzoek een omgekeerde trend waargenomen: daar werd met toenemende bandenspanning een afname van het geluid gevonden. Dit bevestigt dat voor een gedegen uitspraak een mogelijk vervolgonderzoek zich vooral op de praktijksituatie moet richten.

Tot slot willen we benadrukken dat het in de praktijk van groot belang is om de bandenspanning te hanteren die voorgeschreven is in het instructieboekje van een voertuig. Dit vanwege de optimale balans tussen comfort, prestaties en veiligheid.

Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	6
1.1	Aanleiding	6
1.2	Onderzoeksvraag	6
1.3	Aanpak	6
1.4	Leeswijzer	7
2	Meetmethoden	8
2.1	Passeergeluid conform R117	8
2.2	CPX-methode	9
2.3	Meetbanden	10
2.3.1	Gegevens van de banden	10
2.3.2	Bandlast en bandenspanning	11
2.4	Wegvakken	11
3	Meetresultaten	13
3.1	R117 coast-by	13
3.2	CPX-metingen	13
3.3	Analyse	14
4	Conclusies en aanbevelingen	17
5	Literatuur	19
bijlage A	Rapport R117-metingen	20

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Binnen het programma Kies de Beste Band (KdBB) werken Rijksoverheid, de banden- en voertuigenbranche en consumentenorganisaties op diverse activiteiten samen. Het doel is om het Nederlandse wagenpark veiliger, zuiniger, schoner en stiller te krijgen. Publiekscampagnes tot bandenbewustzijn van automobilisten maken onderdeel uit van het KdBB-programma. Het doel van het programma inclusief campagne is het verbeteren van het bandenbewustzijn en daarmee de bandenspanning.

Uit diverse onderzoeken blijkt dat een groot deel van de voertuigen met onderspanning rijdt. Het aanhouden van de juiste bandenspanning is essentieel voor de veiligheid en CO₂ emissie van het voertuig en de levensduur van de band. De vraag is gerezen of de bandenspanning ook invloed heeft op de geluidemissie van een passerend voertuig. Meldingen in de literatuur en vragen bij deskundigen leveren een versnipperd beeld.

1.2 Onderzoeksvraag

Het ministerie van IenW heeft aan M+P gevraagd een onderzoek uit te voeren waarmee het effect van bandenspanning op de rolgeluidemissie van banden in Nederland wordt bepaald. De vraag is of met geluidmetingen een duidelijke verband wordt gevonden tussen bandenspanning en geluid en hoe groot de invloed van de bandenspanning dan is.

1.3 Aanpak

De invloed van bandenspanning op rolgeluid zal afhangen van het soort band en voertuig, het wegdektype en wellicht andere parameters. Het doel was om met beperkte inspanning een zo volledig mogelijk beeld te creëren van eventueel optredende effecten, om te beoordelen of er überhaupt een duidelijk effect is. Daarom is besloten om de volgende variaties toe te passen:

- drie soorten banden;
- vier soorten wegdekken;
- vijf verschillende bandenspanningen.

Voor dit onderzoek naar het rolgeluid van band-wegdek combinaties zijn twee internationaal gestandaardiseerde meetmethoden gebruikt:

- de voertuig coast-by methode conform UN-ECE R117 [1];
- de Close-Proximity (CPX)-methode conform ISO 11819-2 [2].

De R117 methode is gebruikt om op de geluidmeetvlakte van de RDW testbaan te meten. Dit soort metingen sluiten goed aan bij de inzichten en resultaten van bandenfabrikanten en keuringsinstanties. De testbaan van de RDW wordt ook vaker voor dergelijke metingen gebruikt. De CPX-methode wordt gebruikt om met de drie verschillende banden op het ISO-wegdek en een aantal Nederlandse praktijkwegdekken te meten. Dit soort metingen geeft een goed beeld van het effect dat er in Nederland in de praktijk verwacht mag worden.

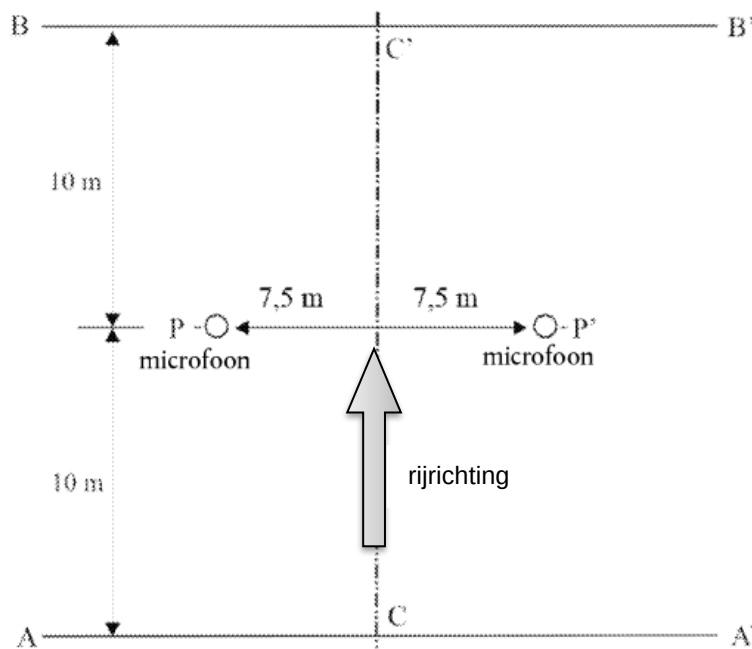
1.4 Leeswijzer

De toegepaste meetmethoden worden toegelicht in hoofdstuk 2. Vervolgens behandelt hoofdstuk 3 de bijbehorende meetresultaten en de analyse daarvan. Tot slot volgen in hoofdstuk 4 de conclusies en aanbevelingen.

2 Meetmethoden

2.1 Passeergeluid conform R117

In het reglement 117 (R117) van de Economische Commissie voor Europa [1] staat beschreven hoe, onder andere, het passeergeluid van een voertuig uniform gemeten moet worden. Er zijn eisen gesteld aan het wegdek (ISO 10844 [3]) en de meetprocedures zijn nauwkeurig beschreven. In figuur 1 staat een schematische weergave van de meetopstelling.



figuur 1

Schematische weergave van de meetopstelling voor passeergeluid volgens R117, met aangegeven het startpunt (A-A') en eindpunt (B-B') van de meetsectie, de rijlijn (C-C') en de meetmicrofoons (P en P') (bron: Reglement nr. 117)

De microfoons staan op 7,5 m afstand vanaf het midden van de rijlijn op een hoogte van 1,2 m ten opzichte van het wegdek. Het geluidmeetplein van de RDW in Lelystad voldoet aan de eisen voor het uitvoeren van deze metingen voor typekeuringen van voertuigen en banden. De totale lengte van het ISO-wegdek is bij de RDW circa 40 m. Optische sensoren detecteren wanneer het voertuig het start- en eindpunt passeert, daartussen wordt de geluidmeting automatisch uitgevoerd.

Voor dit onderzoek gebruiken we de "coast-by" methode waarbij de motor van het voertuig uitgeschakeld wordt voordat het voertuig het meetplein oprijdt. Hierdoor wordt het motor- en uitlaatgeluid geminimaliseerd en is het geluid van de banden bepalend voor het totale geluidniveau van de passage. De resultaten van deze meetmethode zijn daarmee nagenoeg onafhankelijk van het gebruikte voertuig.

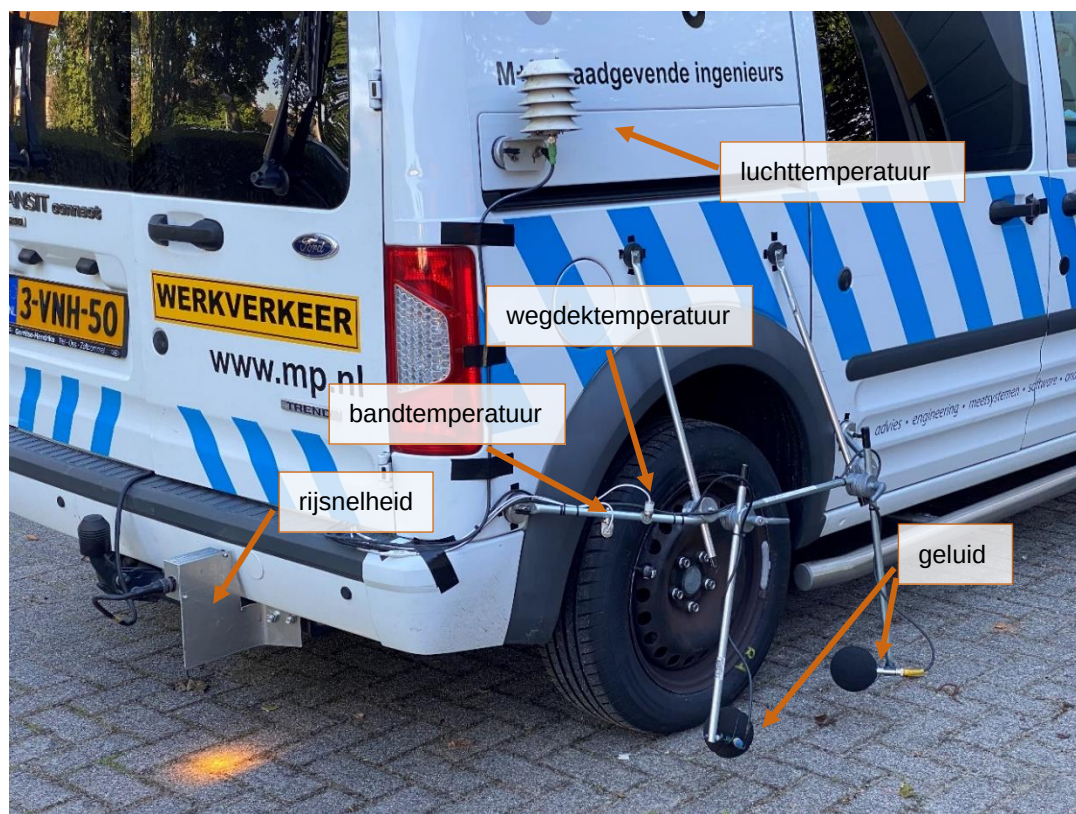
2.2 CPX-methode

De Close-Proximity (CPX)-methode (ISO 11819-2) [2] bestaat uit een systeem waarbij op korte afstand het geluid van een band gemeten wordt wanneer deze over het wegdek rolt. Deze meting geeft inzicht over het verloop van het geluidniveau over de gehele wegvaklengte.

Er is op enkele punten afgeweken van de voorschriften in de norm om praktische redenen. Door deze aangepaste aanpak kan er een betere vergelijking gemaakt kan worden tussen de meetmethoden. Het betreft de volgende punten:

- De metingen zijn uitgevoerd met hetzelfde voertuig. CPX-metingen zijn uitgevoerd op een compacte bestelwagen in plaats van de gebruikelijke 'geluidmeettrailer'. Er is gemeten aan een niet-aangedreven achterwiel aan de zijde zonder uitlaat. Hierdoor heeft het aandrijfgeluid een verwaarloosbare invloed op het resultaat;
- Er is alleen gemeten aan het rechterachterwiel. Dit maakt het mogelijk om met een gemotoriseerd voertuig CPX-metingen op de openbare weg uit te voeren; er is aan de rechterzijde nauwelijks invloed van verkeer dat links passeert;
- De bandlast is afgestemd op de voorschriften voor de R117-meting door aan het voertuig ballast toe te voegen;
- Er is geen correctie uitgevoerd voor geluidreflecties door het voertuig zelf. Door alle metingen met hetzelfde voertuig uit te voeren wordt eventuele invloed van reflecties bij het vergelijken van de resultaten tegen elkaar weggestrept.

Figuur 2 toont een foto van het meetvoertuig met daarop gemonteerd de apparatuur zoals die gebruikt is voor de R117 en CPX-metingen. Hierop is aangegeven welke grootheden gemeten worden door de verschillende meetinstrumenten.



figuur 2 Foto van meetvoertuig en meetapparatuur zoals gebruikt voor de CPX-metingen

2.3 Meetbanden

2.3.1 Gegevens van de banden

De metingen zijn uitgevoerd met drie verschillende type banden van Apollo Vredestein. Het betreffen:

- nieuwe zomerband;
- versleten zomerband;
- nieuwe winterband.

Van de nieuwe zomerband waren vier stuks beschikbaar, van de versleten zomerband en de nieuwe winterband beide één. De eigenschappen van de banden zijn gegeven in tabel I. Hierin is tevens aangegeven voor welke meetmethode de band gebruikt is.

tabel I *Eigenschappen van de gebruikte meetbanden*

	nieuwe zomerband	versleten zomerband	nieuwe winterband
type	Ultrac	Sporttrac 5 ECO proto ^{*)}	Wintrac
maten	205/55-R16	205/55-R16	205/55-R16
load index	91	91	91
speed index	H	V	H
profiel diepte [mm]	6	2	8
DOT-code	2322	0717	3122
hardheid (Shore A)	73	74	64
foto			
	meetmethode R117 en CPX	CPX	CPX

*) dit betreft een band die eerder door Apollo Vredestein geproduceerd en gebruikt is voor andere onderzoeken. Op basis van profiel en hardheidswaarde is er geen reden om aan te nemen dat deze band akoestisch anders reageert op bandenspanning dan een reguliere versleten zomerband

Deze banden zijn geselecteerd op basis van beschikbaarheid en hun specifieke profiel-eigenschappen. Binnen dit onderzoek is niet onderzocht of deze drie banden representatief zijn voor het totale, gemiddelde Nederlandse wagenpark.

2.3.2 Bandlast en bandenspanning

De referentie-bandenspanning en referentie-bandlast voor de banden zijn vastgesteld volgens de voorschriften in R117. De bandlast wordt dan afgestemd op $75 \pm 5\%$ van de maximale bandlast volgens de op de band aangegeven load index. Aan het meetvoertuig is ballast toegevoegd om aan deze voorwaarde te voldoen. Vervolgens is op basis van de werkelijke bandlast de referentiebandenspanning bepaald. De resulterende waarden zijn gegeven in tabel II.

N.B.: de referentie-bandenspanning is bepaald door technische onderzoeksvoorschriften en staat daarmee los van de geadviseerde bandenspanning zoals voorgeschreven in het onderhoudsboekje van het gebruikte voertuig.

tabel II Referentie-bandenspanning en bandlast

omschrijving	voorwielen	achterwielen
maximale bandlast [kg]	615	615
streef-bandlast [kg]	461	461
werkelijke bandlast [kg]	511	461
referentie-bandenspanning [bar]	2,1	1,8

De metingen zijn uitgevoerd met de volgende bandenspanningen:

- referentie + 0,8 bar;
- referentie + 0,4 bar;
- referentie +/- 0,0 bar;
- referentie - 0,4 bar;
- referentie - 0,8 bar;

Deze meetsessies zijn telkens per band op dezelfde dag uitgevoerd. Tussen de verschillende sessies in is geregistreerd wat op dat moment de actuele bandenspanning was (immers met opwarming van de banden neemt de druk toe) en is deze met 0,4 bar verlaagd voor de volgende sessie. In tegenstelling tot de voorschriften in R117 is de bandlast niet gewijzigd met het verlagen van de bandenspanning.

2.4 Wegvakken

De metingen voor pass-by geluid conform R117 zijn uitgevoerd op het testterrein van de RDW in Lelystad. Het geluidmeetplein heeft een ISO-wegdek volgens de voorschriften van ISO 10844. Het wegdek is verwarmd waardoor deze snel droogt na een eventuele regenbui.

De CPX-metingen zijn uitgevoerd op de volgende wegvakken¹:

- ISO-wegdek, RDW testterrein;
- Tweelaags ZOAB, A59, rechterrijstrook, km. 150,7 – 149,9;
- ZOAB, A59, rechterrijstrook, km. 148,0 – 147,0;
- DAB 11, Papendijk Nuland.

De wegdekken zijn enkele jaren oud en civieltechnisch in goede staat: geen zichtbare scheuren, rafeling of schades en dergelijken. Alle CPX-metingen zijn uitgevoerd bij een referentiesnelheid van 80 km/u.

¹ DAB: dicht asfaltbeton, ZOAB: zeer open asfaltbeton, tweelaags ZOAB: als ZOAB, maar dan met een grove onderlaag en een fijnere toplaag, ISO-wegdek is een erg glad DAB met strikte specificaties voor ruwheid, vlakheid en absorptie

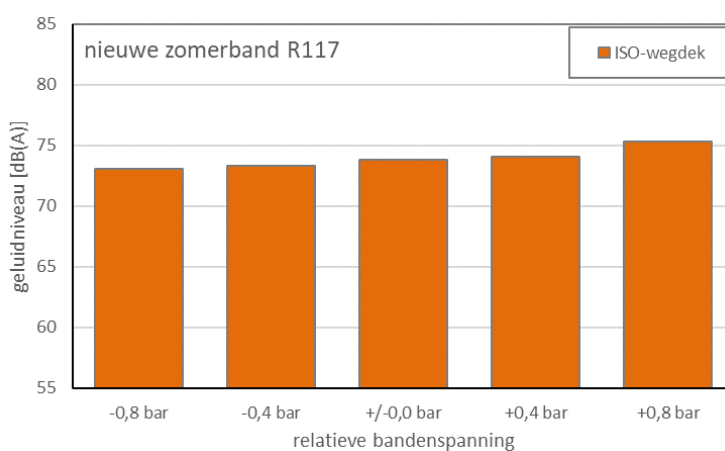
3 Meetresultaten

3.1 R117 coast-by

De coast-by metingen volgens R117 zijn uitgevoerd op 27 oktober 2022. De omstandigheden gedurende de metingen bij de verschillende bandenspanning zijn gegeven in tabel III, in Bijlage A is het meetrapport van de RDW opgenomen. De resultaten van de geluidmetingen zijn grafisch weergegeven in figuur 3.

tabel III Omstandigheden gedurende de verschillende meetsessies voor de R117 coast-by metingen

	-0,8 bar	-0,4 bar	+/-0,0 bar	+0,4 bar	+0,8 bar
luchttemperatuur [°C]	16	16	15	15	14
wegdektemperatuur [°C]	25	24	24	23	22
windsnelheid [m/s]	4	4	3	5	3
windrichting [NZOW]	ZZO	ZZO	ZZO	Z	ZZO



figuur 3 Coast-by geluidniveaus conform R117 meting bij RDW

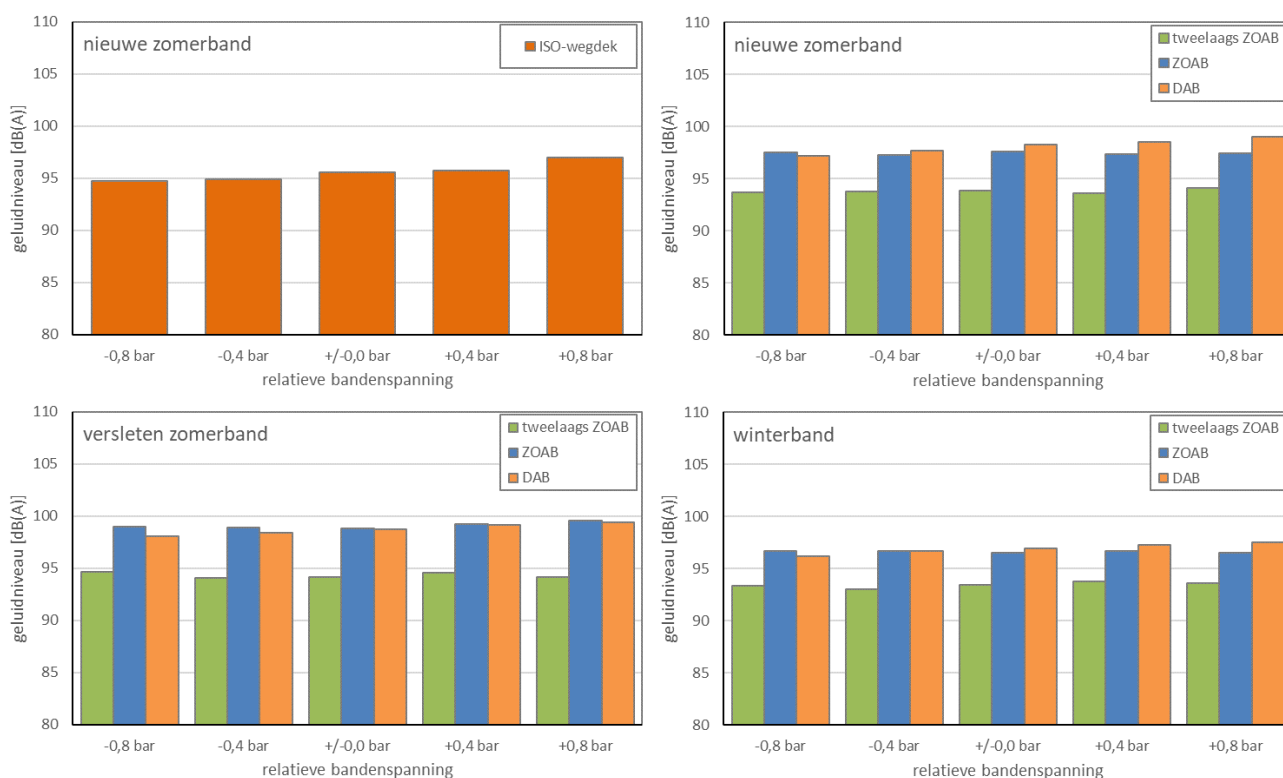
3.2 CPX-metingen

De CPX-metingen zijn op vier verschillende dagen uitgevoerd, voor iedere band zijn de meetsessies bij de verschillende bandenspanningen telkens op dezelfde dag uitgevoerd. In tabel IV zijn de omstandigheden gedurende de CPX-metingen gegeven. In figuur 4 staat een overzicht van de CPX-waarden.

tabel IV

Omstandigheden gedurende de CPX-metingen, per meetdag waarop de metingen bij de verschillende bandenspanningen zijn uitgevoerd

	nieuwe zomerband	nieuwe zomerband	versleten zomerband	nieuwe winterband
wegvak(ken)	ISO-wegdek	A59 en Nuland	A59 en Nuland	A59 en Nuland
meetdatum	27-10-2022	22-9-2022	23-9-2022	6-10-2022
luchttemperatuur [°C]	18 – 19	15 – 20	11 – 18	14 – 18
wegdektemperatuur [°C]	23 – 25	15 – 27	12 – 22	13 – 24
bandtemperatuur [°C]	16 – 36	27 – 40	22 – 30	24 – 34

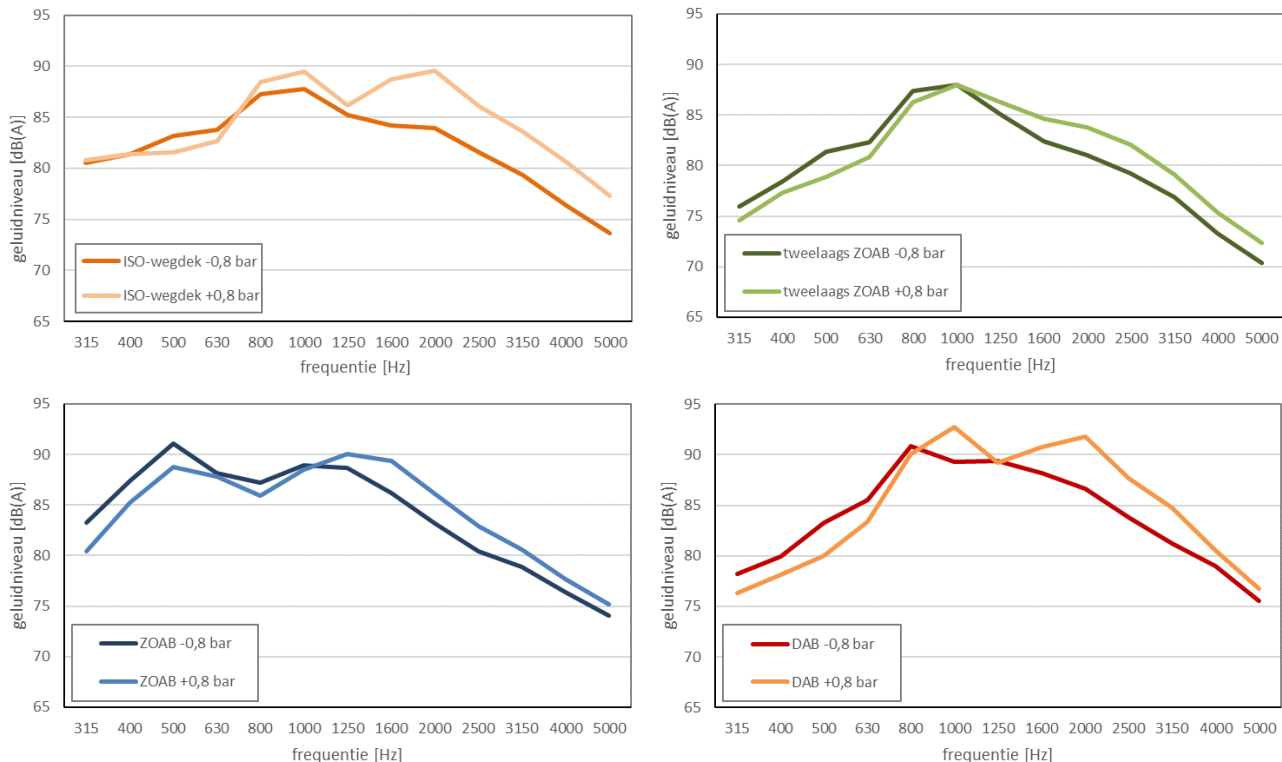


figuur 4

CPX-waarden op 80 km/u voor de nieuwe zomerband op het ISO-wegdek (linksboven), de nieuwe zomerband op de andere drie vakken (rechtsboven), de versleten zomerband (linksonder) en de winterband (rechtsonder)

3.3 Analyse

Uit bovenstaande resultaten blijkt dat op het DAB en ISO-wegdek het geluidniveau toeneemt bij oplopende bandenspanning. Op het tweelaags ZOAB en ZOAB zien we dit niet terug. De verklaring hiervoor vinden we als we verder inzoomen op de resultaten en naar de frequentiebanden gaan kijken in het geluidsspectrum. In figuur 5 zijn de geluidspectra gegeven van de CPX-metingen met de nieuwe zomerband bij relatieve bandenspanningen van -0,8 bar en +0,8 bar.



figuur 5 CPX-waarden per frequentieband van de nieuwe zomerband op het ISO-wegdek (linksboven), tweelaags ZOAB (rechtsboven), ZOAB (linksonder) en DAB (rechtsonder)

In bovenstaande figuur is duidelijk te zien dat bij de hogere bandenspanning de geluidniveaus met name in de hogere frequentiebanden toenemen. Dit treedt op in de frequentiebanden 1000 Hz en hoger. In de lagere frequentiebanden is er een afname van de geluidniveaus te zien.

Bij de andere banden zien we een soortgelijke afname van de geluidniveaus in de lagere frequentiebanden en een toename van de geluidniveaus in de hogere frequentiebanden, bij hogere bandenspanning.

De CPX-waarden in figuur 4 zijn telkens een energetisch gewogen som over de niveaus bij verschillende geluidfrequenties. De frequentiebanden waarin het geluidniveau het hoogst is wegen het zwaarst mee in het totale CPX-niveau. In het spectrum van het tweelaags ZOAB zijn deze 'dominante frequentiebanden' eenvoudig te herkennen: 800 Hz en 1000 Hz. Een verhoging of verlaging in een deze frequentieband werkt direct door in het overall-niveau. Buiten deze frequenties is dit effect kleiner.

Ondanks de vergelijkbare af- en toename van het geluid in respectievelijk de lage en hoge frequentiebanden, is de uitwerking op het gesommeerde overall-niveau anders bij de verschillende wegdekken:

- bij het ISO-wegdek en DAB treedt de toename op in de dominante frequentiebanden, dit resulteert in een hoger overall-geluidniveau bij hogere bandenspanning;
- op het tweelaags ZOAB vinden de af- en toename van de geluidniveaus plaats buiten de dominante frequenties, hierdoor werken deze niet door in het overall-niveau;
- in het spectrum van het ZOAB zijn twee dominante frequentiebanden. Deze frequentiebanden komen overeen met de banden waarin de af- en toename optreden met de hogere

bandenspanning. Omdat het geluidniveau in de ene frequentieband verhoogd wordt en in de andere verlaagd, blijft het overall-niveau onder de streep nagenoeg gelijk.

In algemene zin zien we in de CPX-resultaten bij een toename van de bandenspanning een toename van de geluidniveaus bij hoge frequenties en een afname bij lage frequenties. Deze geluidniveaus zijn vlak bij de band gemeten. Voor het geluid op grote afstand, bij de woningen langs de weg, geldt dat de lagere frequenties belangrijker zijn dan de hoge frequenties, omdat deze doorgaans sneller als hinderlijk ervaren worden. Daarnaast wordt hoogfrequent geluid in hogere mate door de lucht geabsorbeerd. En ook voor locaties achter een geluidscherm, of binnen in een gebouw, geldt dat lage frequenties belangrijker zijn omdat deze lastiger te dempen zijn.

De afname van het geluid bij lagere frequenties is daarom uiteindelijk belangrijker dan de toename bij hogere frequenties. Daarvoor lijkt een hogere bandenspanning dus gunstig te zijn.

4 Conclusies en aanbevelingen

Bij de beoordeling van de resultaten moet er rekening mee worden gehouden dat dit onderzoek opgezet is met een indicatieve aanpak en een beperkte omvang heeft. Met de gekozen methode wordt een eerste indicatie verkregen van het effect van bandenspanning op rolgeluid. Op basis van deze eerste resultaten kan bij een eventueel vervolgonderzoek nagegaan worden of de resultaten representatief zijn voor de Nederlandse landelijke situatie wat betreft gebruikte banden en effecten naar de omgeving.

Uit de resultaten kunnen we concluderen dat de bandenspanning invloed heeft op het rolgeluid van de banden op het wegdek. Uit de resultaten van de R117 coast-by metingen blijkt dat het rolgeluid toeneemt als de bandenspanning toeneemt. Op het ISO-wegdek is de toename van de geluidniveaus bij toenemende bandenspanning zo goed als lineair en circa 0,7 dB per 0,5 bar.

In de resultaten van de CPX-metingen met de nieuwe zomerband op het ISO-wegdek bij de RDW en het DAB 11 bij Nuland zien we een soortelijke trend. Op deze wegdekken nemen de CPX-waarden circa 0,7 dB (ISO DAB) en 0,6 dB (DAB 11) toe per 0,5 bar toename in bandenspanning. Voor de versleten zomerband en de nieuwe winterband is de toename van het geluid op het DAB 11 bij Nuland met toenemende bandenspanning voor beide banden circa 0,4 dB per 0,5 bar.

De CPX-resultaten van de drie banden op het tweelaags ZOAB en het ZOAB laten een ander beeld zien. Voor deze combinaties is het verschil in geluidniveau tussen de opeenvolgende metingen in dezelfde orde van grootte als de nauwkeurigheid van de meetmethode wat betreft de herhaalbaarheid: 0,3 dB.

Op alle wegdekken zien we dat in hogere frequentiebanden het geluidniveau bij oplopende bandenspanning toeneemt. De grootste toename treedt op buiten de frequentiebanden die het meest bepalend zijn voor het overall niveau. Daardoor is de uitwerking van deze toename op het overall niveau beperkt. Bij afnemende bandenspanning nemen de geluidniveaus juist in de lagere frequenties toe. Op het ZOAB en tweelaags ZOAB werkt dit ook door in het totale geluidniveau. Hierdoor is het verschil in totale geluidniveau voor de laagste en hoogste bandenspanning onder de streep erg klein.

In eerdere onderzoeken hebben we gezien dat verschillen in bandeigenschappen op een wegdek zoals (ISO-)DAB maximaal tot uiting komen. Dit effect zien we in dit onderzoek ook terug. Op de poreuze wegdekken heeft het wegdek een specifieke invloed op de geluidniveaus. De (iets) grovere textuur zorgt voor een nivellering van kleine verschillen in bandeigenschappen, de poreuze structuur en de absorberende eigenschappen zorgen juist voor een verlaging van het totale geluidniveau.

Bij de doorwerking van deze indicatieve resultaten naar werkelijke effecten voor de omgeving van de weg moet daarom met het volgende rekening worden gehouden:

- We hebben een indicatieve methode gebruikt, waarbij we metingen doen dicht bij de band;
- Voor dit onderzoek is een beperkt aantal banden gebruikt. Het is niet bekend of deze banden representatief zijn voor de banden van het Nederlandse wagenpark;
- De verschillen die we zien in de frequentiebanden zijn enkel vastgesteld met de CPX-methode. Het is onbekend of deze frequentieafhankelijkheid van de verschillen op dezelfde manier waargenomen zou worden in de passageniveaus.

Voor een eventueel vervolgonderzoek zien wij de volgende aandachtspunten:

- Nagaan of de spectrale verschillen die vastgesteld zijn met de CPX-methode ook bij passageniveaus optreden;

- Vervolgens bepalen hoe dit uitwerkt op grotere afstand van de weg;
- Meer variatie aanbrengen in bandenmerken en -typen voor zowel de CPX-methode als de passage-metingen.

Uit dit onderzoek blijkt dat de bandenspanning invloed heeft op het rolgeluid. Bij de CPX-resultaten zien we bij een toename van de bandenspanning een toename van de geluidniveaus bij hoge frequenties en een afname bij lage frequenties. In dit onderzoek is vooral de toename van het geluid in de lagere frequenties bij lagere bandenspanning een aandachtspunt. Voor het geluid op grote afstand, bij de woningen langs de weg, geldt dat de lagere frequenties belangrijker zijn dan de hoge frequenties. En ook voor locaties achter een geluidscherm, of binnen in een gebouw, geldt dat lage frequenties belangrijker zijn.

Alles overziend concluderen we dat weliswaar met de gekozen meetmethoden er een lijkt te zijn van toenemend geluidniveau bij toename van de bandenspanning, maar dat het de verwachting is dat dit effect voor gangbare banden en wegdekken in de praktijk en op iets grotere afstand van het voertuig klein is. Aandachtspunt voor verder onderzoek zijn de frequentie-gerelateerde effecten die bij de variatie van bandenspanning een rol spelen.

In 2021 is het rapport gepresenteerd van een Europees onderzoek [4] waarbij voor dezelfde onderzoeksvraag een andere aanpak gehanteerd is. Daarbij zijn de vergelijkende metingen in een laboratorium uitgevoerd waarbij de banden over een kunstmatig wegdek op een grote trommel rolden. In tegenstelling tot wat dit onderzoek laat zien, werd bij het Europese onderzoek een omgekeerde trend waargenomen: daar werd met toenemende bandenspanning een afname van het geluid gevonden. Bij dat onderzoek is ook alleen dicht bij de band gemeten en geeft dus geen inzicht in de mogelijke effecten op grotere afstand. Dit bevestigt dat voor een gedegen uitspraak een mogelijk vervolgonderzoek zich vooral op de praktijksituatie moet richten.

Tot slot willen we benadrukken dat het in de praktijk van groot belang is om de bandenspanning te hanteren die voorgeschreven is in het instructieboekje van een voertuig. Dit vanwege de optimale balans tussen comfort, prestaties en veiligheid.

5 Literatuur

- [1] Reglement nr. 117 van de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties (VN/ECE) — Uniforme bepalingen voor de goedkeuring van banden wat rolgeluidemissies en/of grip op nat wegdek en/of rolweerstand betreft [2016/1350];
- [2] ISO 11819-2, “Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The Close-Proximity (CPX) method”;
- [3] ISO 10844:2021, Acoustics — Specification of test tracks for measuring sound emitted by road vehicles and their tyres;
- [4] “The influence of tyre inflation pressure and load on noise levels”, CEDR Transnational Road Research Programme, Call 2018: Noise and Nuisance, 10 september 2021.

Bijlage A

Rapport R117-metingen

THE NETHERLANDS

TEST REPORT

Statement regarding the tyre/road noise emission of a tyre in accordance with ECE Regulation no. 117-02 up to and including supplement 13.

Test report number : RDW-SPE-0122752

0.1. Name and address of manufacturer : Apollo/Vredestein

0.2. Make : Vredestein

0.3. Type : Ultrac
Dotcode : 2322

0.4. Category of use : Snow (M+S)
Snow tyre for use in severe snow condition : No
Traction tyre (in case of C2 or C3-tyre) : No

0.5. Tyre Class (C1, C2 or C3) : C1

Test(s) : The tests have been carried out according to the above-mentioned Regulation, accept for the tire pressure. On request of the customer the rolling sound emission is tested at 5 different tyre pressures:
1: +0.8 bar; 2: +0.4 bar; 3: +/- 0 bar; 4: -0.4 bar and 5: -0.8 bar compared to the tyre pressures according the guidelines. See Item 3.6.

Conclusion : See the test results of each test serie.

Tests conducted on : 27 October 2022

By : D. Visser

Lelystad (NL),
25 November 2022
The test engineer,



Test report No: RDW-SPE-0122752

1. Test vehicle
 - 1.1. Make, model, year, modification : Ford, Transit Connect, 2011
 - 1.2. Test vehicle wheelbase : 2910 mm
 - 1.3. Wheel alignment (toe in, camber and caster) shall be in full accordance with the manufacturer's recommendation : Fail; on request on the customer the alignment has not been corrected
2. Test location
 - 2.1. Location of test track : RDW Test Centre - Lelystad
 - 2.2. Date of track certification to ISO 10844:2014 : 15-09-2022 (a + b); 1-12-2020 (c)
 - 2.3. Issued by : MÜLLER-BBM
 - 2.4. Method of certification : a: Evenness and Slope with laser method (1 every 2 years);
b: Mean Profile Depth with Laser profilometer (1 every 2 years);
c: Acoustic Absorption with Impedance Tube (1 every 4 years).
 - Temperature measure sensor type : Reinhardt road surface temperature sensor
3. Tyre test details
 - 3.1. Tyre size designation : 205/55R16
 - 3.2. Tyre service description : Standard
 - 3.3. Load Index : 91 (615 kg)
Speed Category : H
 - 3.4. Reference inflation pressure : 250 kPa
 - 3.5. Test rim width code : 6.5J

3.6. Test conditions

	Front left	Front right	Rear left	Rear right	Q _{t,avr}
Test mass (kg)	508	514	459	463	486.0
Tyre load index (%)	82.6	83.6	74.6	75.3	79.0
Inflation pressure (cold) (kPa) *	210	210	180	180	

* : condition before raising the pressure for starting the test serie.

4. Test results

4.1. Meetserie 1 (+0.8 bar)

Run no.	Test speed (km/h)	Direction of run	Sound level left (1) dB(A)	Sound level right (1) dB(A)	Air temperature (°C)	Track temperature (°C)	Wind Speed (m/s)	Sound level temperature corrected
1	69.9	ENE	73.7	73.8	18.1	22.6	3	N.A.
2	73.8	ENE	74.6	74.0	18.2	22.6	3	N.A.
3	75.2	ENE	74.3	74.7	17.5	22.0	3	N.A.
4	79.0	ENE	75.4	75.1	18.1	22.5	3	N.A.
5	81.1	ENE	75.6	75.6	17.6	22.0	4	N.A.
6	84.7	ENE	75.8	75.7	17.7	22.0	3	N.A.
7	85.4	ENE	75.9	75.7	18.2	22.6	4	N.A.
8	88.3	ENE	76.6	76.2	17.9	22.2	3	N.A.

Sound level after temperature correction according to paragraph 4.2. of annex 3 of ECE Regulation 117.

: **75.31** dB(A)

Temp. track surface:	22 °C	Meteo condition:	Dry
Windspeed:	3 m/s	Winddirection:	SSE
Barometerpressure:	1020 mBar	Temperature:	14 °C
Ambient noise:	<55 dB(A)	Relative humidity:	80 %

4.2. Meetserie 2 (+0.4 bar)

Run no.	Test speed (km/h)	Direction of run	Sound level left (1) dB(A)	Sound level right (1) dB(A)	Air temperature (°C)	Track temperature (°C)	Wind Speed (m/s)	Sound level temperature corrected
1	71.4	ENE	71.8	71.9	17.7	23.2	3	N.A.
2	72.9	ENE	72.5	73.0	17.7	23.3	5	N.A.
3	77.2	ENE	73.6	73.2	17.7	23.2	4	N.A.
4	79.1	ENE	74.3	73.1	17.7	23.3	5	N.A.
5	80.6	ENE	74.5	73.4	17.8	23.3	5	N.A.
6	81.1	ENE	74.4	74.3	17.8	23.1	5	N.A.
7	84.3	ENE	75.4	74.6	17.9	23.3	5	N.A.
8	88.3	ENE	75.7	75.0	17.9	23.4	5	N.A.

Sound level after temperature correction according to paragraph 4.2. of annex 3 of ECE Regulation 117.

: **74.05** dB(A)

Temp. track surface:	23 °C	Meteo condition:	Dry
Windspeed:	5 m/s	Winddirection:	S
Barometerpressure:	1020 mBar	Temperature:	15 °C
Ambient noise:	<55 dB(A)	Relative humidity:	78 %

4.3. Meetserie 3 (+/- 0 bar)

Run no.	Test speed (km/h)	Direction of run	Sound level left (1) dB(A)	Sound level right (1) dB(A)	Air temperature (°C)	Track temperature (°C)	Wind Speed (m/s)	Sound level temperature corrected
1	70.9	ENE	72.2	71.7	18.1	23.4	3	N.A.
2	74.9	ENE	72.6	72.6	18.0	23.6	4	N.A.
3	76.7	ENE	73.7	73.1	18.1	23.6	3	N.A.
4	79.6	ENE	74	73.4	18.0	23.5	3	N.A.
5	81.7	ENE	74.4	73.6	18.1	23.5	4	N.A.
6	83.7	ENE	74.5	74.0	18.1	23.6	3	N.A.
7	85.7	ENE	75	74.0	18.1	23.6	4	N.A.
8	88.5	ENE	75.6	74.9	18.1	23.7	3	N.A.

Sound level after temperature correction according to paragraph 4.2. of annex 3 of ECE Regulation 117.

: **73.81** dB(A)

Temp. track surface:	24 °C	Meteo condition:	Dry
Windspeed:	3 m/s	Winddirection:	SSE
Barometerpressure:	1019 mBar	Temperature:	15 °C
Ambient noise:	<55 dB(A)	Relative humidity:	77 %

4.4. Meetserie 4 (- 0.4 bar)

Run no.	Test speed (km/h)	Direction of run	Sound level left (1) dB(A)	Sound level right (1) dB(A)	Air temperature (°C)	Track temperature (°C)	Wind Speed (m/s)	Sound level temperature corrected
1	71.2	ENE	71.5	71.0	18.9	24.5	4	N.A.
2	75.1	ENE	72.4	72.0	19.0	24.6	3	N.A.
3	76.0	ENE	72.9	72.3	19.1	24.6	4	N.A.
4	78.8	ENE	73.2	72.6	18.9	24.0	4	N.A.
5	81.2	ENE	73.9	72.7	18.9	24.1	4	N.A.
6	84.3	ENE	74.1	73.5	18.9	24.1	3	N.A.
7	86.5	ENE	74.7	73.9	19.1	24.3	3	N.A.
8	89.0	ENE	75.1	74.9	19.3	24.5	3	N.A.

Sound level after temperature correction according to paragraph 4.2. of annex 3 of ECE Regulation 117.

: **73.29** dB(A)

Temp. track surface:	24 °C	Meteo condition:	Dry
Windspeed:	4 m/s	Winddirection:	SSE
Barometerpressure:	1019 mBar	Temperature:	16 °C
Ambient noise:	<55 dB(A)	Relative humidity:	76 %

4.5. **Meetserie 5 (- 0.8 bar)**

Run no.	Test speed (km/h)	Direction of run	Sound level left (1) dB(A)	Sound level right (1) dB(A)	Air temperature (°C)	Track temperature (°C)	Wind Speed (m/s)	Sound level temperature corrected
1	69.9	ENE	71.1	71.1	18.9	24.4	3	N.A.
2	72.7	ENE	71.4	71.0	18.9	24.5	5	N.A.
3	77.1	ENE	72.6	71.7	18.9	24.6	4	N.A.
4	79.9	ENE	73.2	72.6	19.0	24.5	3	N.A.
5	80.8	ENE	73.5	73.0	19.0	24.6	4	N.A.
6	83.5	ENE	74.1	73.3	18.9	24.6	3	N.A.
7	85.6	ENE	74.6	73.7	19.0	24.6	3	N.A.
8	88.1	ENE	74.2	74.2	18.9	24.5	3	N.A.

Sound level after temperature correction according to paragraph 4.2. of annex 3 of ECE Regulation 117.

: **73.07** dB(A)

Temp. track surface:	25 °C	Meteo condition:	Dry
Windspeed:	4 m/s	Winddirection:	SSE
Barometerpressure:	1019 mBar	Temperature:	16 °C
Ambient noise:	<55 dB(A)	Relative humidity:	75 %

5.1

Remarks:

Used test equipment:

6.1

Description	Required accuracy	Registration number
Vehicle speed	± 1 km/h	OPS27
Temperature	± 1 °C	WST14
Tyre pressure	± 0.2 bar	N.A. (customer equipment)
Wind speed	± 1 m/s	WST14
Scale	± 10 kg	OPS08
Sound pressure level	Type 1 (IEC61672-1:2013)	OPS27
Sound calibrator	Class 1 (IEC60942:2017)	GEL77