



M+P | Onderdeel van
Müller-BBM groep
Mensen met oplossingen



Rapport

Monitoring bandenspanning - de derde monitoringsmeting (3-meting)

Colofon

Opdrachtnemer M+P raadgevende ingenieurs BV

Opdrachtgever Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Directoraat-Generaal Mobiliteit
Directie Wegen en Verkeersveiligheid

Opdrachtnummer 31158360

Titel Monitoring bandenspanning -
de derde monitoringsmeting
(3-meting)

Rapportnummer M+P.MIW.21.01.1

Revisie 2

Datum 11 februari 2022

Aantal pagina's 37

Auteurs ir. Erik de Graaff
ing. Mark Mertens

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

In opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) voert M+P periodiek onderzoek uit naar de ontwikkeling van de bandenspanning van Nederlandse auto's. De focus ligt op de correctheid van de bandenspanning in relatie tot de voorgeschreven adviesspanning. Dit onderzoek is gerelateerd aan het programma Kies de Beste Band (KdBB). Eén van de onderdelen binnen het programma KdBB is het verbeteren van de bandenspanning, o.a. door middel van publiekscampagnes. De ervaring van KdBB-partner stichting Band op Spanning (BOS) is dat bij 60% van de auto's minimaal één band onderspanning heeft. Het programma beoogt dit percentage te verminderen.

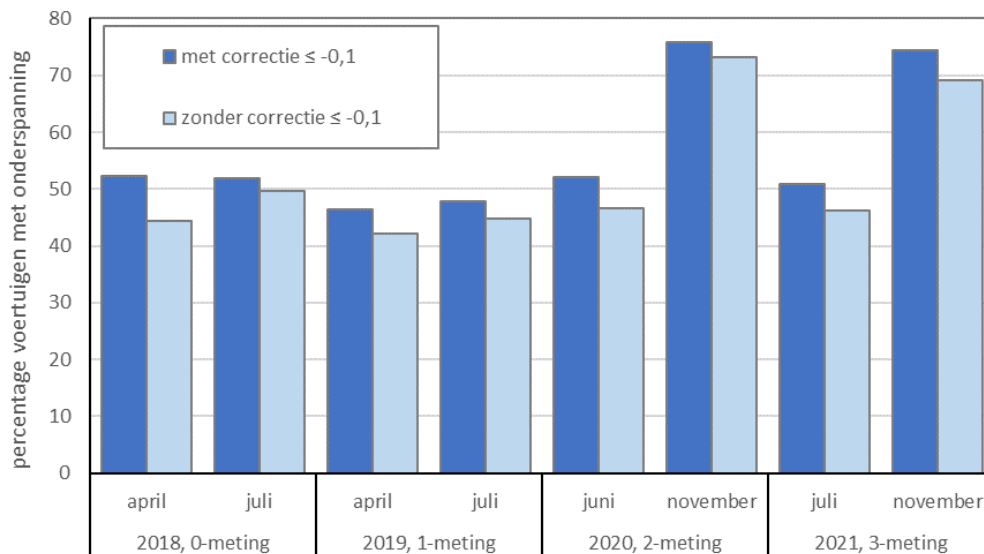
Het ministerie van IenW wil graag monitoren hoeveel effect het programma en de bijbehorende publiekscampagnes hebben. Er is daartoe in 2018 een 0-meting uitgevoerd. In 2019 is de eerste monitoringsmeting uitgevoerd gevolgd door de tweede monitoring in 2020. Het ministerie heeft M+P gevraagd om in 2021 de derde monitoringsmeting uit te voeren.

Dit rapport beschrijft de resultaten en bevindingen van de derde monitoringsmeting. De gehanteerde procedure voor deze meting komt overeen met die van de voorgaande sessies: in twee meetcampagnes zijn in totaal ruim 1000 voertuigen gemeten in de overdekte parkeergarage van IKEA Amersfoort. Deze 3-meting laat zien dat in 2021 63% van de gemeten voertuigen minimaal één band heeft met onderspanning ($\leq -0,1$ bar). Bij de 0-meting in 2018 was dit 52%, bij de 1-meting in 2019 47% en bij de 2-meting in 2020 was het 64%.

Opvallend is dat na een aanvankelijke verbetering van de bandenspanning tussen de 0-meting en 1-meting er bij de 2-meting een verslechtering is vastgesteld, met name tijdens het tweede toetsmoment in november 2020: 75% van de voertuigen had tenminste één band met onderspanning tegenover 52% in juni. In 2021 zien we hetzelfde effect optreden: 51% in juni versus 75% van de voertuigen in november.

Een onderspanning van 0,5 bar of meer wordt beschouwd als een gevaarlijke onderspanning. Voertuigen met banden met een gevaarlijke onderspanning zijn een belangrijk aandachtspunt voor het verbeteren van de verkeersveiligheid. Van de gemeten auto's heeft 22% één of meer banden met een gevaarlijke onderspanning. Dit percentage is hoger dan de 15% van 2018 respectievelijk 12% van 2019. Het ligt echter in lijn met het resultaat uit 2020: toen had 20% van de voertuigen tenminste één band met gevaarlijke onderspanning. Net als in 2020 is het nu ook het tweede toetsmoment dat slechter scoort. In november heeft 27% van de voertuigen tenminste 1 band met gevaarlijke onderspanning, in juli was dat 16%.

Bij de november 2020 meting is een duidelijke trendbreuk waargenomen van de mate van onderspanning. Een mogelijke oorzaak is een belangrijk verschil tussen meetsessies 0 en 1 en de meetsessies 2 en 3. Dat is dat de "wintersessies" niet meer in het voorjaar, maar in het najaar gedaan zijn. De toename van het aandeel auto's met een band met onderspanning in het najaar kan een effect zijn van de afnemende buitentemperatuur in het najaar. Als een automobilist op een warme zomerdag zijn banden op spanning zet, dan zal deze spanning in het najaar alleen al lager zijn door de lagere buitentemperatuur. Daarbovenop komt dan nog het spanningsverlies door de tijd. In het voorjaar treedt het omgekeerde effect op: Het spanningsverlies door de tijd wordt iets gecompenseerd door een stijgende omgevingstemperatuur.



figuur 1

Percentage van de voertuigen dat minimaal één band heeft met een onderspanning die kleiner of gelijk is aan de grenswaarde. Op de dataset van de waarden met correctie is voor alle banden met het 'Three Peak Mountain Snow Flake'-symbool een correctie toegepast van +0,2 bar op de adviesspanning.

Standaard hanteert BOS een correctie voor winterbanden van +0,2 bar bovenop de adviesspanning van de voertuigfabrikant. Technisch is deze correctie eigenlijk bedoeld als compensatie vóóraf, voor banden die gebruikt gaan worden in een toekomstige lagere, winterse, buitentemperatuur en daarmee lagere bandenspanning. Om praktische redenen gebruikt BOS de correctie echter in alle jaargetijden voor alle winter- en allseasonbanden met 3PMFS symbool. Maar deze werkwijze is gedurende het onderzoek ook constant gehouden vanwege de herhaalbaarheid van deze 3-meting ten opzichte van eerdere metingen. In figuur 1 is te zien dat het al dan niet toepassen van de correctie geen groot effect heeft op de uitkomsten van het onderzoek. Alle percentages zakken iets, maar de trend wordt niet beïnvloed.

Inhoudelijk en communicatief wordt dit punt wel steeds relevanter, vanwege de groeiende groep met allseasonbanden. Het al dan niet toepassen van een winterbandencorrectie voor allseasonbanden in de zomer lijkt tot vraagtekens; waar ook de websites van diverse gerenommeerde partijen geen duidelijk antwoord op geven. Voor de communicatie valt te overwegen om de "+0,2 bar winterbandencorrectie" om te werken naar een "+0,2 bar wintercorrectie" voor alle banden. Uit deze resultaten blijkt dat er in het najaar meer onderspanning optreedt dan in het voorjaar en de zomer. Dit kan wellicht verbeterd worden door de publiekscampagne van het programma KdBB intensiever op de herfst te richten. Dat kan hand in hand gaan met de bovenstaande "+0,2 bar wintercorrectie".

Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	6
1.1	Aanleiding en onderzoeksvraag	6
1.2	Leeswijzer	6
2	Opzet van het onderzoek	7
2.1	Bandenspanningsmetingen door Band Op Spanning	7
2.2	Temperatuurcorrecties	8
3	Resultaten van de 3-meting	9
3.1	Aantal voertuigen met onderspanning	9
3.2	Aantal banden met onderspanning	10
3.3	Analyse met marges	11
3.4	Monitoring van de trend in de tijd	11
4	Representativiteit van de steekproef	13
4.1	Gemeten wagenpark	13
4.1.1	Bouwjaar van de voertuigen	13
4.1.2	Voertuigmassa	14
4.1.3	Bandenmaten	15
5	Winter- / allseasonbanden en temperatuurcorrectie	17
5.1	Zomer-, winter-, of allseasonband?	17
5.2	Uitwerking op de resultaten	18
6	Resultaten en conclusies	20
7	Discussie en aanbevelingen	21
7.1	Doorlopende aandachtspunten	21
7.2	Meetperiodes	21
7.3	Temperatuurcorrectie of winterbandencorrectie	22
7.4	TPMS	22
8	Literatuur	23
bijlage A	Beschrijving werkprocedure monitoringsmetingen	24
bijlage B	Kalibratiecertificaten meetapparatuur	32
bijlage C	TPMS	34

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en onderzoeksvraag

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. Het aanhouden van de juiste bandenspanning is essentieel voor de prestaties van het voertuig en de levensduur van de band.

Banden verliezen hun luchtdruk met een tempo van 0,05 – 0,2 bar per maand. Om de bandenspanning op het gewenste niveau te houden moet deze regelmatig gecheckt en, indien nodig, verbeterd worden. Uit diverse onderzoeken blijkt dat een groot deel van de voertuigen met onderspanning rijdt. De ervaring van KdBB-partner stichting Band op Spanning (BOS) is dat bij 60% van de auto's minimaal één band onderspanning heeft. Het KdBB-programma beoogt dit percentage te verminderen.

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) wil monitoren hoeveel effect het programma heeft op de bandenspanning van het Nederlandse wagenpark. Daartoe zijn in 2018 een 0-meting [1] en in 2019 en 2020 monitoringsmetingen [2] [3] uitgevoerd. Het ministerie heeft M+P gevraagd om het vervolgonderzoek in 2021 uit te voeren. Overeenkomstig de procedure voor de vorige metingen is een derde monitoringsmeting (3-meting) uitgevoerd. Gevraagd is om de resultaten van deze dataset te analyseren en eventuele trends in de tijd vast te leggen voor toekomstig vervolgonderzoek. Daarnaast is gevraagd om eventueel aanvullende observaties en technische ontwikkelingen te signaleren, voor zover die relevant kunnen zijn voor deze monitoring of de campagne, met name op het gebied van winterbanden en allseasonbanden.

1.2 Leeswijzer

In dit rapport is beschreven hoe M+P dit onderzoek heeft uitgevoerd

- In hoofdstuk 2 worden de opzet en aanpak van de monitoringsmeting beknopt toegelicht. Een uitgebreide beschrijving staat in Bijlage A;
- In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de tweede monitoringsmeting gepresenteerd;
- Hoofdstuk 4 bespreekt de representativiteit van de steekproef;
- Hoofdstuk 5 behandelt het effect van de winterbandencorrectie;
- De resultaten en conclusies worden besproken in hoofdstuk 6 gegeven;
- In hoofdstuk 7 worden de aanvullende bevindingen bediscussieerd en aanbevelingen voor nader onderzoek gegeven;
- In Bijlage C wordt het Tyre Pressure Monitoring System (TPMS) behandeld. Hierbij wordt tevens gekeken of de aanwezigheid van TPMS invloed heeft op de resultaten.

2 Opzet van het onderzoek

In dit hoofdstuk wordt beknopt beschreven hoe het onderzoek is opgezet. Een uitgebreide beschrijving is gegeven in Bijlage A. De onderzoeksopzet in deze 2-meting is grotendeels gelijk aan de gekozen opzet van de voorgaande metingen:

1. Steekproef: per toetsjaar worden twee kortdurende meetcampagnes uitgevoerd van ieder circa vijfhonderd voertuigen;
2. Metingen: de stichting BOS voert de metingen uit, zij hebben een beproefde en uitgekristalliseerde werkwijze (zie ook hoofdstuk 2.1). Deze aanpak is vastgesteld voorafgaand aan de 0-meting en daarna telkens herhaald. Om de repeteerbaarheid te garanderen is de aanpak tussentijds NIET bijgesteld naar recentere inzichten;
3. Verstoring door temperatuur: de omgevingstemperatuur wordt gemeten. Bij een grote afwijking van de referentietemperatuur van 20°C worden de meetresultaten van de bandenspanning gecorrigeerd naar de referentietemperatuur. Om invloed van opwarming van de banden door zoninstraling te voorkomen wordt de meetcampagne uitgevoerd in de overdekte parkeergarage van IKEA in Amersfoort. Alleen banden van voertuigen van mensen die terugkomen uit de winkel worden gemeten. Verondersteld wordt dat de banden dan zijn afgekoeld naar omgevingstemperatuur (zie ook hoofdstuk 2.2);
4. Toetsing van de representativiteit: met een aantal gerichte analyses wordt bepaald hoe representatief de steekproef is voor het Nederlandse wagenpark;
5. Aanvullende bevindingen: gaandeweg het onderzoek zijn diverse technische en theoretisch discussiepunten ten aanzien van bandenspanning naar boven gekomen.

2.1 Bandenspanningsmetingen door Band Op Spanning

BOS voert de controles uit met geïnstrueerd personeel. Een bestuurder die de IKEA verlaat en naar de parkeergarage loopt wordt gevraagd om mee te werken aan de meting. Er is dan (meestal) toegang tot de bandenspanningssticker in het voertuig en/of het instructieboekje.

Door BOS is een database met adviesspanningen ontwikkeld, op basis van adviesstickers die in auto's aanwezig zijn. Deze database is gekoppeld aan de RDW-database. Door het kenteken in te voeren wordt exact de juiste uitvoering van de auto achterhaald via de RDW-database. Hierna levert de database van BOS doorgaans de juiste bandenspanning, die overeenkomt met de sticker die in de auto zit. Zodoende heeft de medewerker direct de juiste informatie over de auto op zijn computerscherm. Indien door de eigenaar om een afwijkende bandenspanning is verzocht, dan wordt dit verzoek ingewilligd, geregistreerd en aangebracht op het voertuig.

De medewerker checkt en registreert de voor- en achterbandenmaten. Vervolgens worden noodzakelijke correctiefactoren gecheckt. Indien de banden nog warm zijn van het rijden wordt hiervoor een correctie toegepast. In dit onderzoek is dit niet van toepassing, omdat de bestuurders gevraagd worden als ze de winkel verlaten. Een eventuele correctie voor de omgevingstemperatuur wordt automatisch door de meetapparatuur aangebracht (zie ook hoofdstuk 2.2). Dit levert de doelspanning van dat moment op. Dit wordt vervolgens gebruikt om de meting te vergelijken met deze doelspanning. Is de meting lager dan wordt de band opgepompt. Bij een gelijk of hoger meetresultaat wordt de gemeten spanning aangehouden, de actuele bandenspanning wordt dus nooit verlaagd. Hierbij wordt tevens de hoogst gemeten spanning per as aangehouden als nieuwe doelspanning van de andere band op dezelfde as. Zodoende heeft de auto altijd per as dezelfde bandenspanning.

De volgende gegevens worden geregistreerd:

- Datum en tijd van de controle;
- Voertuigeigenschappen:

- Merk en type;
- Bouwjaar;
- Massa rijklaar;
- Voertuigcategorie (personen- / bestelwagen);
- Brandstofsoort;
- Aangetroffen bandenmaat voor en achter;
- Zomerband of winter- / allseasonband;
- Voorgeschreven bandenspanningen;
- Temperatuurcorrectie;
- Bandenspanning per band.

De metingen zijn geregistreerd en verzameld in een database. De analyse van de database is beschreven in hoofdstuk 3.

2.2 Temperatuurcorrecties

Er wordt ook rekening gehouden met een aantal temperatuurcorrecties. Met oplopende temperatuur, loopt immers ook de druk op in een band.

- Een correctie voor warm gereden banden in deze meetcampagne is niet van toepassing, omdat alleen voertuigen worden gemeten die al geruime tijd stil staan.
- Van de voorgeschreven bandenspanning wordt verondersteld dat deze waarde gebaseerd is op een omgevingstemperatuur en bandtemperatuur van 20 °C. Er wordt een temperatuurcorrectie toegepast van 0,1 bar per 10 °C afwijking, echter alleen als de omgevingstemperatuur lager is dan 10 °C of hoger dan 30 °C.
- Bij een voertuig dat op banden staat die het Three Peak Mountain Snow Flake (3PMSF) symbool dragen, wordt de voorgeschreven bandenspanning door BOS met 0,2 bar verhoogd. Deze correctie wordt toegepast ongeacht of het winterbanden of allseasonbanden zijn, zie ook hoofdstuk 5.

3 Resultaten van de 3-meting

Het eerste deel van de 3-meting is door BOS uitgevoerd in de periode van 17 juli tot en met 30 juli 2021, het tweede deel is uitgevoerd van 13 tot en met 26 november 2021. In juli is van 557 voertuigen de bandenspanning gemeten. In november zijn 564 voertuigen gecontroleerd. In juli stond 14,9% van de voertuigen op banden met het Three Peak Mountain Snow Flake (3PMSF) symbool, in november 24,3%.

3.1 Aantal voertuigen met onderspanning

Voor dit onderzoek wordt gekeken naar de afwijking van de gemeten bandenspanning ten opzichte van de voorgeschreven bandenspanning in bar. De meetresultaten worden tot één getal achter de komma gepresenteerd. Een afwijking van 0,0 bar wil zeggen dat de gemeten bandenspanning overeenkomt met de voorgeschreven bandenspanning. Een negatieve waarde betekent dat de gemeten waarde lager is dan de adviesspanning, ofwel dat er onderspanning is. De resultaten worden eerst gepresenteerd per gemeten voertuig (vier banden).

In tabel I staan de percentages aan voertuigen die tenminste één band hebben met een onderspanning van tenminste 0,1 bar. Deze waarden kunnen direct worden vergeleken met de 60% voertuigen met een band met onderspanning die in het programma KdBB wordt gecommuniceerd.

tabel I Percentage voertuigen waarvan ten minste één band een onderspanning heeft

afwijking [bar]	juli [%]	november [%]	gemiddeld [%]
≤ -0,1	50,8	74,5	62,7

Vervolgens is nagegaan wat het aantal banden per voertuig is met onderspanning. In tabel II is aangegeven wat het percentage voertuigen is waarvan respectievelijk één, twee, drie of vier banden een spanning hebben die tenminste 0,1 bar lager is dan de voorgeschreven bandenspanning.

tabel II Percentage voertuigen met één, twee, drie of vier banden met bandenspanning onder de voorgeschreven bandenspanning

aantal banden onderspanning	juli [%]	november [%]	gemiddeld [%]
1	10,6	9,1	9,8
2	13,7	16,2	15,0
3	6,0	6,2	6,1
4	20,6	43,1	31,9
totaal	50,8	74,5	62,7

Opvallend is dat er in november aanzienlijk meer voertuigen met een band op onderspanning zijn geregistreerd dan in juli. Dit is ook meer dan BOS gemiddeld bij hun metingen vindt. Het aandeel

voertuigen met 4 banden met onderspanning is zelfs verdubbeld ten opzichte van juli. In november waren van bijna de helft van de voertuigen alle banden te zacht.

3.2 Aantal banden met onderspanning

In de voorgaande analyse werd per voertuig bekeken of er tenminste één band met onderspanning is. In de volgende analyse wordt gekeken naar het aantal banden met onderspanning. Dit levert lagere percentages op. Een voorbeeld:

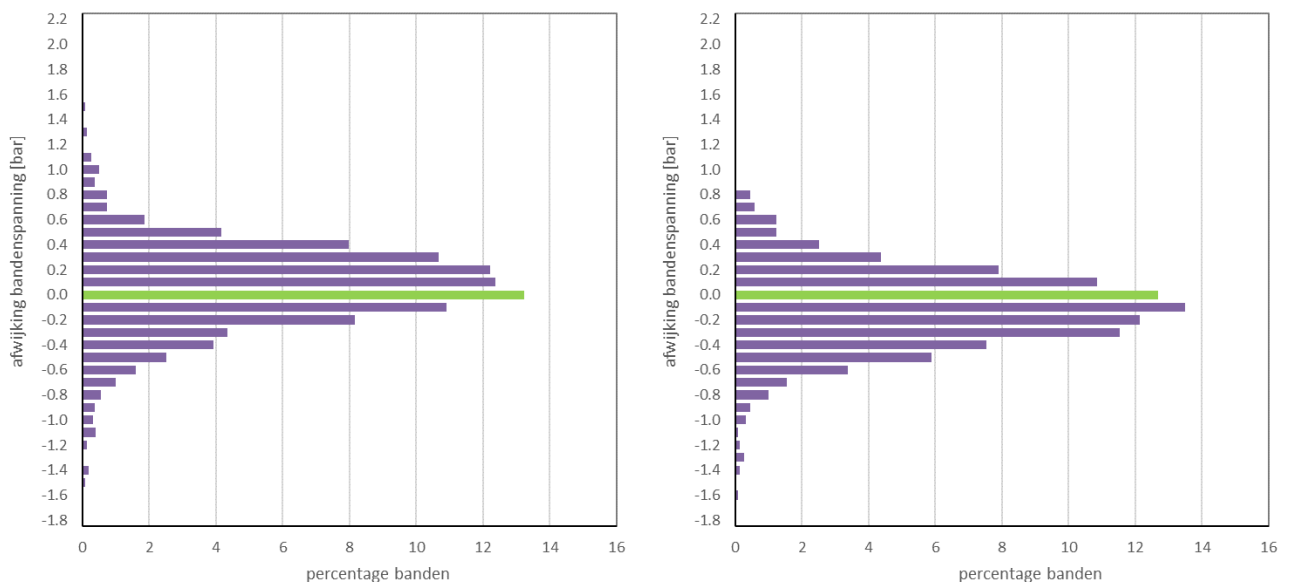
- Een voertuig met één enkele band met onderspanning, geeft drie correct opgepompte banden en daarmee 25% onderspanning bij het aantal de banden.
- Ditzelfde voertuig met één enkele band met onderspanning geeft nul voertuigen met correct opgepompte banden en daarmee 100% onderspanning bij de voertuigen.

De resultaten van de analyse voor de banden staan in tabel III.

tabel III Percentage banden dat onderspanning heeft

afwijking [bar]	juni/juli [%]	november [%]	gemiddeld [%]
$\leq -0,1$	34,6	58,1	46,4

Figuur 2 toont de statistische verdeling van meetresultaten van beide toetsmomenten als percentage van het aantal banden. Hierbij valt op dat er in juli meer banden waren met overspanning dan banden met onderspanning. In november is het beeld omgekeerd, toen waren er meer banden met onderspanning dan met overspanning.



figuur 2 Afwijking van de bandenspanning ten opzichte van de voorgeschreven spanning per band in juli (links) en november (rechts).

3.3 Analyse met marges

Niet alleen het aantal voertuigen of banden met onderspanning is relevant. Ook de mate van onderspanning is relevant. Een onderspanning van 0,1 bar kan nog een toevalstreffer zijn. Een band kan immers een kleine afwijking van 0,1 bar van de voorgeschreven en ingestelde spanning krijgen ten gevolge van temperatuurwisselingen van 10 graden (zie ook discussie in hoofdstuk 5).

Om de ernst van onderspanning beter in kaart te brengen worden de gemeten bandenspanningswaarden geanalyseerd met een marge van 0,3 en 0,5 bar ten opzichte van de voorgeschreven bandenspanning. Een onderspanning van 0,3 bar of meer wordt gezien als een ernstige afwijking. Een onderspanning van 0,5 bar of meer wordt gezien als een gevaarlijke onderspanning met ernstige consequenties voor de veiligheid van het voertuig. Een dergelijke onderspanning zou ook moeten worden gedetecteerd door het TPMS (Tyre Pressure Monitoring System) dat sinds 2014 verplicht in alle nieuwe auto's is ingebouwd, zie ook Bijlage C.

In tabel IV staan de percentages van de banden met een onderspanning van respectievelijk tenminste 0,1 bar, 0,3 bar en 0,5 bar.

tabel IV *Percentage van de banden dat een onderspanning heeft die kleiner of gelijk is aan -0,1 bar, -0,3 bar, respectievelijk -0,5 bar*

onderspanning [bar]	juli [%]	november [%]	gemiddeld [%]
≤ -0,1	34,6	58,1	46,4
≤ -0,3	15,6	32,5	24,1
≤ -0,5	7,3	13,4	10,4

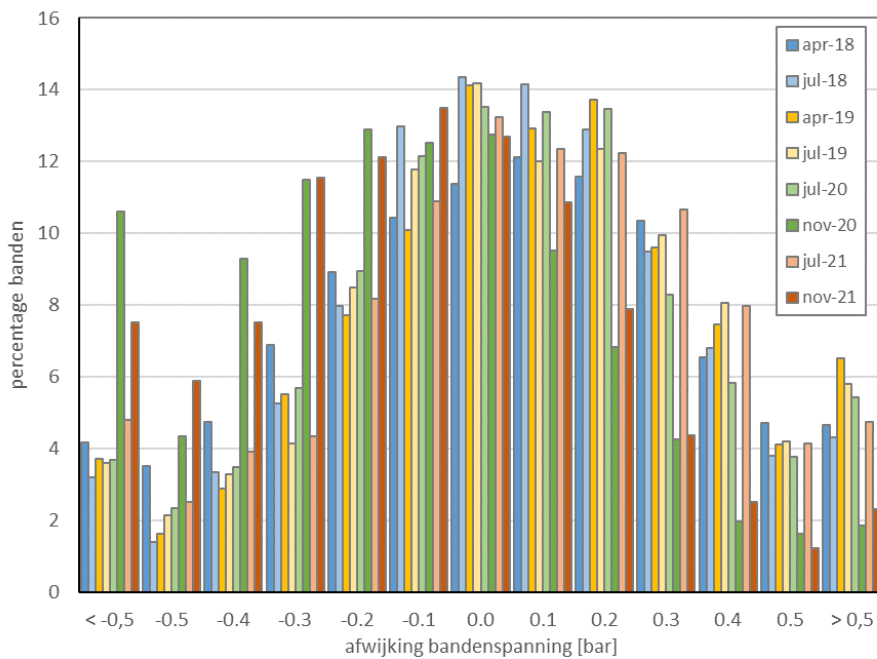
In tabel V staan de percentages van de voertuigen waarbij minimaal één band een onderspanning heeft van tenminste respectievelijk 0,1 bar, 0,3 bar en 0,5 bar. Op grond van deze analyse blijkt dat bijna 22% van de gemeten voertuigen rijdt met tenminste één band met een onderspanning van 0,5 bar of meer.

tabel V *Percentage van de voertuigen dat minimaal één band heeft met een onderspanning die kleiner of gelijk is aan -0,1 bar, -0,3 bar, respectievelijk -0,5 bar*

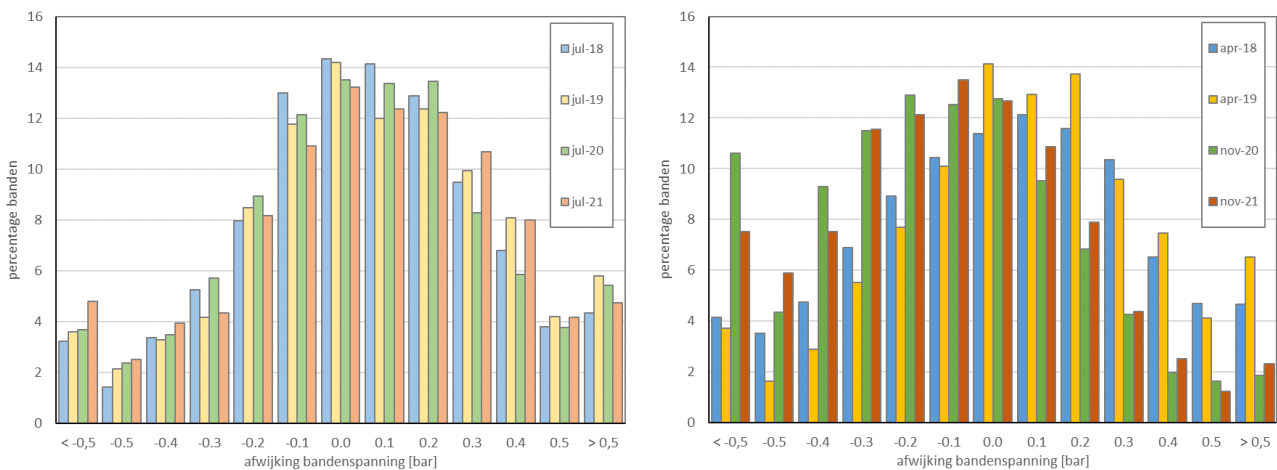
onderspanning [bar]	juni/juli [%]	november [%]	gemiddeld [%]
≤ -0,1	50,8	74,5	62,7
≤ -0,3	26,2	50,4	38,4
≤ -0,5	16,3	27,0	21,7

3.4 Monitoring van de trend in de tijd

De periode waarover de bandenspanning is gemonitord is nu nog te kort om trends in te ontdekken. Daarom zal voor dit moment enkel een vergelijking gegeven worden van de resultaten van de toetsmomenten. Deze zijn weergegeven in onderstaande figuren.



figuur 3 Afwijking van de bandenspanning ten opzichte van de voorgeschreven spanning per band per toetsmoment



figuur 4 Afwijking van de bandenspanning ten opzichte van de voorgeschreven spanning per band per toetsmoment opgesplitst in de zomer-sessie (juli, links) en de winter-sessie (april / november, rechts)

Ook uit deze figuren blijkt dat de verdeling van de afwijkingen in de bandenspanning bij de toetsmomenten in november 2020 en november 2021 behoorlijk anders zijn van alle andere toetsmomenten. Bij de toetsmomenten in april en juli ligt het zwaartepunt van de verdelingen rond 0 bar. Bij het toetsmoment in november ligt het zwaartepunt onder 0 bar. Het aandeel banden met een gevaarlijke onderspanning 0,5 bar of meer is in november aanzienlijk groter dan bij de andere toetsmomenten.

4 Representativiteit van de steekproef

In dit hoofdstuk wordt een analyse gemaakt van de representativiteit van deze steekproef voor de Nederlandse situatie, dit is om meerdere redenen van belang.

Ten eerste moet de monitoring stabiele en herhaalbare resultaten opleveren. Eén van de manieren om dit te waarborgen is dat er geen onbedoelde en onbekende oververtegenwoordiging is van bepaalde “steekproef-extremen”. Dit kunnen extremen zijn met betrekking tot voertuigen, bestuurders, mate van onderhoud, mate van bandenbewustzijn of andere redenen dat de toestand met betrekking tot bandenspanning binnen de steekproef zou afwijken van de gemiddelde situatie in Nederland. Ook moeten de resultaten gebruikt kunnen worden in eventuele toekomstige analyses. Tenslotte kunnen de gegevens van de toetsmomenten onderling worden vergeleken waaruit de herhaalbaarheid van de meting volgt.

Bijkomend voordeel is dat het belangrijkste meetresultaat van deze campagne, het percentage van de voertuigen dat rijdt met onderspanning, kan worden vergeleken met de eerder gecommuniceerde 60%. Deze waarde betreft een landelijk gemiddelde die over meerdere jaren is vastgesteld.

Voor dit onderzoek is gekozen voor een meetcampagne in de parkeergarage van IKEA in Amersfoort. Verondersteld wordt dat dit een tamelijk gemiddeld wagenpark en een gemiddelde verzameling bestuurders oplevert. In de volgende paragrafen wordt een aantal mogelijke invloedfactoren vastgelegd en besproken. Bij een vervolgmeting kan dan tenminste worden gezorgd dat deze factoren stabiel zijn.

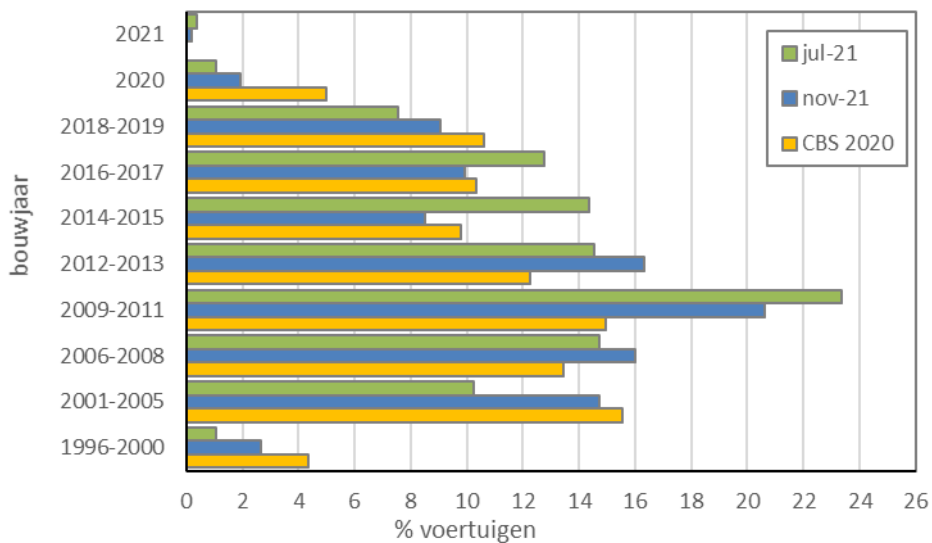
4.1 Gemeten wagenpark

De representativiteit van de gemeten voertuigen en banden is bepaald door een vergelijking te maken tussen de toetsmomenten onderling en door te vergelijken met statistieken van voertuigregistratie. Bij de voertuigen worden de volgende vergelijkingen gemaakt:

- Bouwjaar van de voertuigen;
- Voertuigmassa (rijklaar);
- Bandenmaten van de voertuigen.

4.1.1 Bouwjaar van de voertuigen

Het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) houdt gegevens bij van de in Nederland geregistreerde voertuigen [6]. Op basis van deze gegevens is een onderverdeling gemaakt voor de bouwjaar van de voertuigen in Nederland en is deze vergeleken met de bouwjaar van de voertuigen waaraan gemeten is (zie figuur 5).

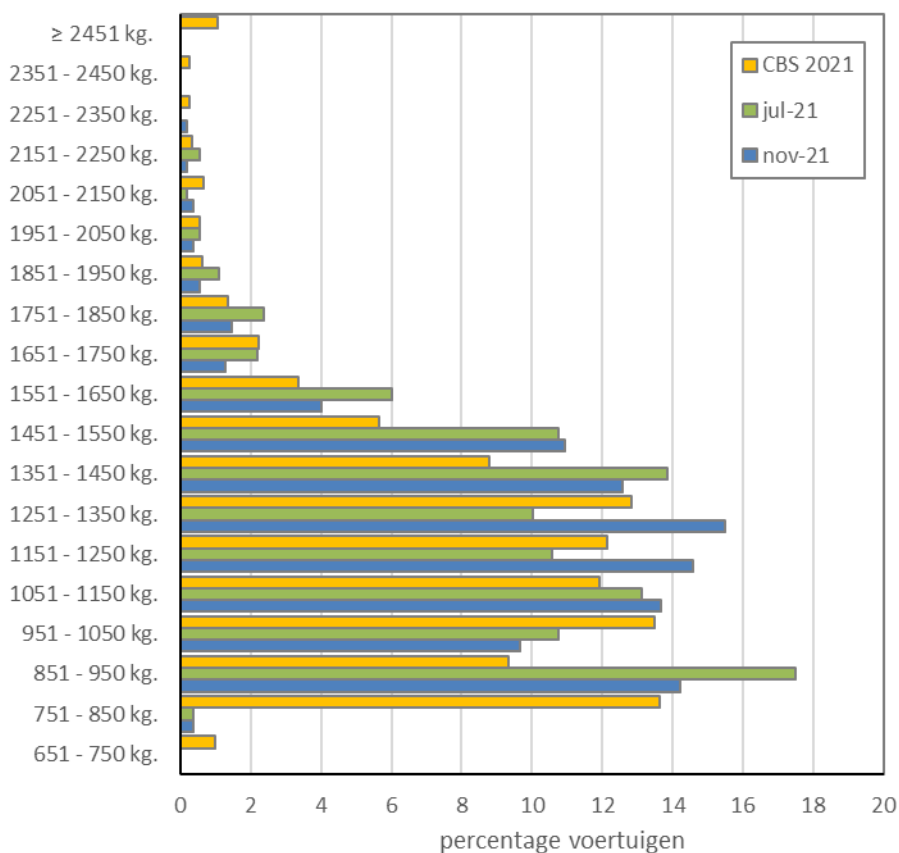


figuur 5 *Bouwjaren van de gemeten voertuigen in 2021 en geregistreerde voertuigen in 2020 volgens het CBS*

De verdeling van de leeftijden van het Nederlandse wagenpark is in de grafiek van het CBS iets vlakker dan bij de monitoringsmeting. Voor de bouwjaren 2006 tot en met 2017 is er verhoudingsgewijs een groter aantal voertuigen gemeten door BOS ten opzichte van de CBS-gegevens. De allerjongste en de alleroudste voertuigen (<één jaar en >vijftien jaar) waren tijdens de meetcampagnes iets minder vertegenwoordigd dan in de CBS-gegevens.

4.1.2 Voertuigmassa

Op basis van de kentekens van de gemeten voertuigen is nagegaan wat het rijklaargewicht van de voertuigen is. De resultaten van beide toetsmomenten van de 3-meting in 2021 staan in figuur 6.

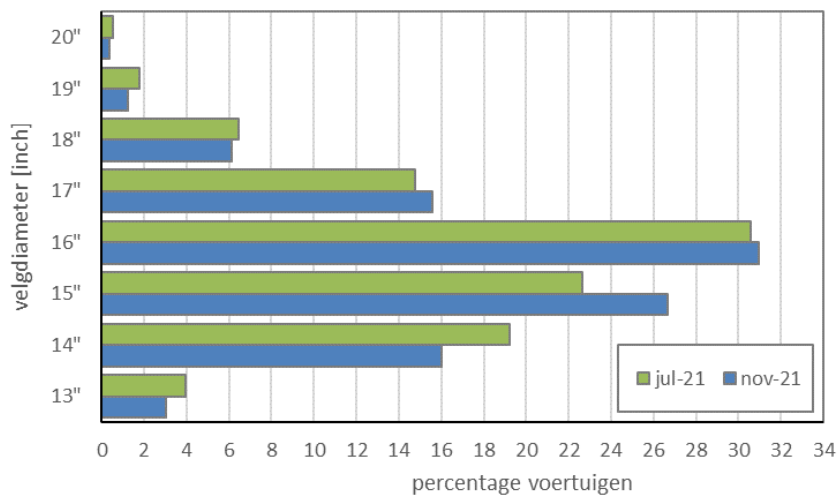


figuur 6 *Massa rijklaar van de voertuigen waaraan gemeten is*

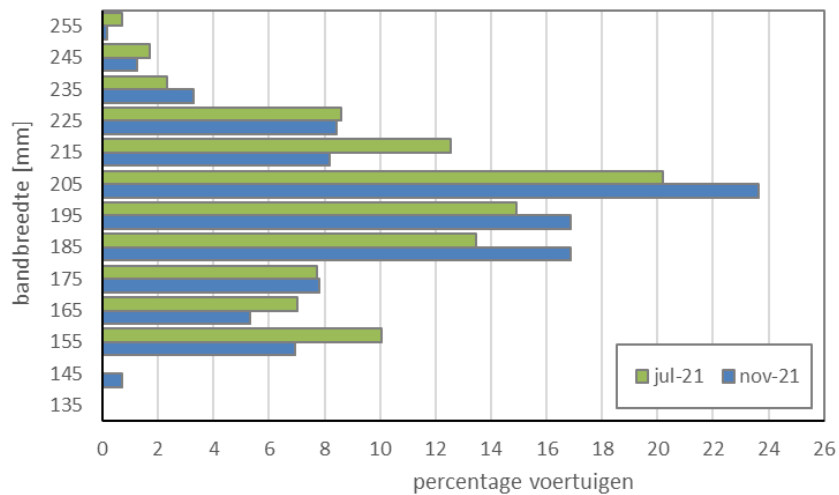
Ook hier komen de gevonden resultaten van de twee meetsessies behoorlijk goed overeen met de gegevens van het CBS.

4.1.3 **Bandenmaten**

Tijdens de metingen zijn ook de bandenmaten geregistreerd. Het vergelijk van de gemeten banden gebeurt op basis van de breedtemaat van de band (in millimeter) en velgdiameter (in inch). In de volgende figuren zijn de resultaten gepresenteerd.



figuur 7 *Velgdiameter van de gemeten banden*



figuur 8 *Bandbreedte van de gemeten banden*

De gegevens van de twee meetsessies voor de derde monitoringsmeting komen in grote lijnen overeen. Op basis van de resultaten kunnen we concluderen dat de verdeling van de voertuigen waaraan gemeten is, een representatieve doorsnede is van het Nederlandse wagenpark.

5 Winter- / allseasonbanden en temperatuurcorrectie

5.1 Zomer-, winter-, of allseasonband?

In het verleden konden bandenfabrikanten door middel van een “M+S” (mud and snow) markering aangeven dat een band geschikt was voor gebruik in winterse omstandigheden. Met de groeiende populariteit van winterbanden gingen steeds meer fabrikanten banden met de M+S markering produceren. In de praktijk bleken echter niet alle banden geschikt voor echte winterse omstandigheden. Daarom zijn er tests en specifieke minimumeisen voor geschiktheid voor winterse omstandigheden ontwikkeld om de winterbanden te beproeven. Als een band de tests aan de minimumeisen voldoet mag deze het Three Peak Mountain Snow Flake (3PMSF) symbool dragen. Pas dan mag deze als een band geschikt voor winterse omstandigheden worden beschouwd.



figuur 9 Foto van de wang van een band met 3PMSF-symbool en M+S markering

Moderne allseasonbanden kunnen lastig onderscheiden worden van winterbanden vanwege de sterke overeenkomsten in het profiel van het loopvlak. De meeste, moderne, allseasonbanden dragen ook het 3PMSF-symbool. Bij de 3-meting zijn de banden die duidelijk als allseasonband herkend zijn, als zodanig geregistreerd. Hierbij moet opgemerkt worden dat dit een subjectieve beoordeling van de operator is. Van de gemeten voertuigen droeg 19,6 % van de voertuigen banden het 3PMSF symbool, deze zijn dus beschouwd als winterband. Bij 7,4 % van de voertuigen zijn allseasonbanden herkend, bij 6,2 % van de voertuigen droegen de allseasonbanden het 3PMSF symbool.

Het werkelijke aandeel van allseasonbanden in de banden met het 3PMSF-symbool is hoogstwaarschijnlijk groter. Allseasonbanden zijn al jaren met een opmars bezig in Nederland. De verhouding in de verkopen van winterbanden versus allseasonbanden was in 2020 ca. 1:3 (bron: BOVAG).

De verhouding in de verkopen van winterbanden en allseasonbanden is ongeveer drie op één (respectievelijk). Deze verhouding komt redelijk overeen met de verhouding die tijdens de 3-meting vastgesteld is. Het is soms erg lastig om allseasonbanden op uiterlijk te onderscheiden van winterbanden. De meeste geregistreerde allseasonbanden droegen het 3PMSF symbool, de kans is aanwezig dat allseasonbanden daardoor toch als winterband geregistreerd zijn. Een allseasonband die voorzien is van het 3PMSF symbool wordt binnen dit onderzoek immers beschouwd als winterband, zonder deze markering wordt deze beschouwd als zomerband.

Standaard hanteert BOS voor banden met het 3PMSF-symbool een correctie van +0,2 bar boven op de adviesspanning van de voertuigfabrikant. Dit omdat er van uit gegaan wordt dat winterbanden bij lagere temperaturen gebruikt worden dan waarbij ze op spanning worden gezet, zie ook Bijlage A en hoofdstuk 2.2.

5.2 Uitwerking op de resultaten

Deze correctie van 0,2 bar voor banden met het 3PMSF-symbool is al enige tijd een discussiepunt. Deze correctie is bekend bij bandenexperts, er zijn echter maar weinig automobilisten die hier bekend mee zijn. De kans is dus niet groot dat een automobilist zelf ook deze correctie toe zal passen als deze de bandenspanning controleert.

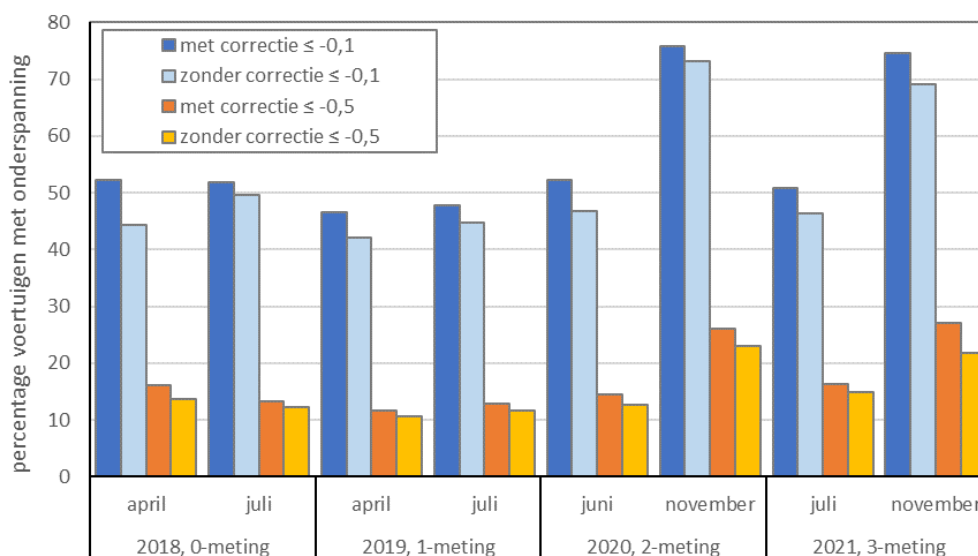
Het doel van de correctie is om alvast vooruit te corrigeren voor een toekomstige lagere buitentemperatuur in winterse omstandigheden. Een lagere buitentemperatuur resulteert immers in een lagere bandenspanning. Veel auto's met winterbanden zullen alleen de gematigde Nederlandse winter meemaken en dus niet bijvoorbeeld op wintersport gaan. Tot slot kun je jezelf afvragen of deze correctie ook nog wel van toepassing is voor auto's die in de zomer nog op winterbanden staan, laat staan voor allseasonbanden in de zomer.

Het effect van deze correctie is voor deze en de voorgaande metingen onderzocht. Hiertoe is de analyse uitgevoerd met een afwijkende analyse waarbij de correctie teruggedraaid is. De resultaten zijn weergegeven in tabel VI en figuur 10.

tabel VI

Percentage van de voertuigen dat minimaal één band heeft met een onderspanning die kleiner of gelijk is aan de -0,1 bar, respectievelijk -0,5 bar. Op de dataset van de waarden met correctie is voor alle banden met het 3PMSF-symbool een correctie toegepast van +0,2 bar op de adviesspanning.

onderspanning [bar]		met correctie		zonder correctie	
		≤ -0,1	≤ -0,5	≤ -0,1	≤ -0,5
2018 0-meting	april	52,3	16,2	44,4	13,7
	juli	51,9	13,2	49,6	12,3
	gemiddeld	52,1	14,7	47,0	13,0
2019 1-meting	april	46,5	11,7	42,1	10,7
	juli	47,8	12,8	44,7	11,7
	gemiddeld	47,2	12,3	43,5	11,2
2020 2-meting	juni	52,2	14,5	46,7	12,6
	november	75,9	26,2	73,1	23,0
	gemiddeld	64,1	20,4	59,9	17,8
2021 3-meting	juli	50,8	16,3	46,3	14,9
	november	74,5	27,0	69,1	21,8
	gemiddeld	62,7	21,7	57,8	18,4



figuur 10 *Percentage van de voertuigen dat minimaal één band heeft met een onderspanning die kleiner of gelijk is aan de grenswaarde. Op de dataset van de waarden met correctie is voor alle banden met het 3PMSF-symbool een correctie toegepast van +0,2 bar op de adviesspanning.*

Uit bovenstaande gegevens blijkt dat er in de eindresultaten een duidelijk effect is van het al dan niet toepassen van de correctie. Het verschil in de analyses volgt uit het aandeel voertuigen met banden met het 3PMSF-symbool per toetsmoment. Per toetsmoment resulteert de aangepaste analyse met ongecorrigeerde gegevens in een verlaging van circa 1 tot 8 procentpunt op het aandeel voertuigen met onderspanning. De gemiddelde verlaging is circa 3 procentpunt. De trend van de meetresultaten in de tijd wordt echter niet beïnvloed door het al dan niet toepassen van de correctie.

6 Resultaten en conclusies

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste resultaten en conclusies samengevat.

Voor deze 3-meting zijn twee meet sessies uitgevoerd in de parkeergarage van IKEA Amersfoort; één in juli en één in november 2021. Bij iedere meet sessie is aan ruim 500 voertuigen gemeten.

Het uitgangspunt voor een correcte bandenspanning is de bandenspanning die de voertuigfabrikant voorschrijft voor half beladen voertuigen. Met een eventuele aanpassing voor vol beladen voertuigen wordt geen rekening gehouden. In juli was bijna 15% van de voertuigen voorzien van banden met het 3PMSF-symbool. In november was dit ruim 24%. Voor banden met het 3PMSF-symbool wordt de doelspanning verhoogd met 0,2 bar. Een eventuele correctie voor warm gereden banden was niet nodig vanwege de gekozen aanpak.

Uit de meetresultaten blijkt dat bijna 63% van de gemeten voertuigen ten minste één band heeft met een te lage bandenspanning. Van de gemeten banden (vier per voertuig) heeft ruime 46% een te lage spanning. Te laag betekent dat de gemeten bandenspanning minimaal 0,1 bar lager is dan de voorgeschreven bandenspanning voor een voertuig met halve belading. Ruim 20% van de voertuigen heeft tenminste één band met een gevaarlijke onderspanning van 0,5 bar of meer.

Dit resultaat van de 3-meting van 63% kan direct worden vergeleken met het resultaat van de voorgaande metingen: 52% in 2018, 47% in 2019 en 64% in 2020. Deze metingen zijn goed geschikt om de ontwikkeling van de bandenspanning te monitoren. De opzet van de meting geeft een representatieve doorsnee van het Nederlandse wagenpark en geeft goed reproduceerbare resultaten die tamelijk ongevoelig zijn voor versturende factoren, met name temperatureffecten.

De verplichting van TPMS per 2014 lijkt bij te dragen aan de verbetering van de bandenspanning. Het percentage voertuigen met gevaarlijke onderspanning ($\leq -0,5$ bar) is wat lager bij voertuigen vanaf bouwjaar 2014. Tegelijkertijd is gevaarlijke onderspanning nog niet uitgebannen bij voertuigen vanaf bouwjaar 2014. TPMS of bouwjaar lijkt weinig effect te hebben op het percentage voertuigen met kleine onderspanning.

Bij de november-sessie van deze 3-meting en het toetsmoment in november 2020 is een duidelijke trendbreuk waargenomen van de mate van onderspanning. Binnen de kaders van dit onderzoek wordt alleen een analyse gemaakt van de meetresultaten en wordt niet gezocht naar verklaringen. Toch kunnen daar wel enkele suggesties voor worden gegeven.

De meet sessie in november 2020 heeft plaatsgevonden in een sterk afwijkend jaar. Door de Covid-19 pandemie waren er landelijk op veel fronten maatregelen getroffen die een sterke uitwerking hebben gehad op het doen en laten van bijna het hele land (zie ook [3]). Het is niet ondenkbaar dat deze "corona-maatregelen" een effect hadden op de resultaten van de november-sessie van de 2-meting.

Een andere suggestie is dat de meetperiodes van de 2- en 3-meting afwijken van de 0- en 1-meting. De 0- en 1-meting zijn in het voorjaar en de zomer uitgevoerd, de 2- en 3-meting in de zomer en het najaar. De toename van de auto's met een band met onderspanning in het najaar van 2020 en 2021 kan een effect zijn van het temperatuurverloop gedurende het jaar (zie ook [1]). Als een automobilist op een warme zomerdag zijn banden op spanning zet, dan zal deze spanning in het najaar al lager zijn door de lagere buitentemperatuur. Dit staat los van het continue verlies van de bandenspanning en is enkel een gevolg van de lagere buitentemperatuur.

7 Discussie en aanbevelingen

Uit dit onderzoek volgen een aantal aandachtspunten, onduidelijkheden en aanbevelingen voor vervolgonderzoek. Deze komen voor een deel overeen met de punten naar aanleiding van voorgaande toetsmomenten. Gelijke punten worden kort samengevat, nieuwe punten worden in dit hoofdstuk toegelicht en vastgelegd. Daarmee wordt invulling gegeven aan één van de onderzoeksvragen: het vastleggen van aanvullende inzichten.

7.1 Doorlopende aandachtspunten

De volgende aandachtspunten zijn bij de eerdere toetsmomenten al aangestipt en blijven van kracht:

- Onderspanning is ongewenst vanwege toenemende CO₂-uitstoot en slijtage en verminderde wegligging en veiligheid. Maar ook grote overspanning is slecht voor slijtage, wegligging, veiligheid en daarnaast ook voor comfort. De eerste vraag is welke afwijking van het voorschrift als ernstig moet worden bestempeld, is die ondergrens van -0,5 bar voor TPMS niet te laag? De tweede vraag is hoe ernstig (grote) overspanning is en of dit ook relevant zou moeten zijn voor het programma KdBB.
- Bij de meeste auto's wordt er bij de voorgeschreven bandenspanning onderscheid gemaakt in de mate van belading. Veelal zijn er twee waarden, één voor de halve belading en één voor volle belading. Soms wordt er nog een extra waarde gegeven voor het langdurig rijden met hoge snelheid. Bij het huidige onderzoek is er van uit gegaan dat alle auto's zouden moeten rijden met de voorgeschreven bandenspanning voor de halve belading, dit is doorgaans de laagste voorgeschreven waarde. Een deel van de automobilisten zal echter een hogere doelspanning hebben, omdat zij met een vol beladen voertuig rijden. Een gemeten bandenspanning tussen de twee voorgeschreven bandenspanningen (voor half en vol beladen voertuig) wordt in de huidige systematiek geregistreerd als overspanning, maar zou voor auto's met volle belading eigenlijk als onderspanning moeten worden geregistreerd. Het totaal aantal voertuigen met onderspanning zou hierdoor toenemen.
- De feitelijke bandenspanning is sterk afhankelijk van de omgevingstemperatuur en van de warmteontwikkeling in en rond de band en daarmee van het rijgedrag en rijomstandigheden. Vanwege de variërende bandtemperatuur varieert de druk in de band. De bandenspanning verandert ongeveer 0,1 bar per 10 graden temperatuurverandering. Het temperatuurverloop van de band kan gemakkelijk meer dan 50 graden over de dag variëren en nog meer tussen twee bandenpompmomenten. De invloed van deze temperaturen kan daardoor gemakkelijk groter zijn dan 0,5 bar en beïnvloedt dus in zeer belangrijke mate de bandenspanning van een voertuig.
De invloed van temperatuur en de soms daarvoor geadviseerde gecorrigeerde bandenspanning (b.v. +0,2 bar voor winterbanden) is een interessant punt waarvoor verdere discussie zinvol is.

7.2 Meetperiodes

De opvallende afwijking van de november-meetsessie in 2020 kan een gevolg zijn van de Covid-19-maatregelen. In november 2021 is echter een soortgelijke afwijking gevonden. De effecten van de Covid-maatregelen waren in 2021 duidelijk minder dan in 2020. We verwachten daarom dat de afwijkende november-resultaten mede het gevolg zijn van het buitentemperatuurverloop gedurende een jaar. De metingen die gedurende de jaren uitgevoerd zijn in het voorjaar (0- en 1-meting) en in de zomer (0-, 1-, 2- en 3-meting) vertonen in grote lijnen een soortgelijk beeld. De metingen in het najaar (2- en 3-meting) wijken daarvan af. Om na te kunnen gaan of dit een structureel effect is

raden wij aan om een volgende sessie wederom in de zomer en in het najaar te organiseren. Hopelijk zijn dan ook de corona-effecten nog verder gereduceerd of geheel verdwenen.

Als het een structureel effect blijkt, dan zouden de publiekscampagnes van het programma KdBB erop afgestemd kunnen worden. Dan zouden bestuurders in het najaar intensiever aan hun bandenspanning herinnerd moeten worden, omdat in dat seizoen de terugloop in de spanning het grootst is.

7.3 **Temperatuurcorrectie of winterbandencorrectie**

Ook in deze 3-meting is weer duidelijk dat de 0,2 bar bandenspanningscorrectie voor winterbanden invloed heeft op de meetresultaten. Wij adviseren om een bredere discussie te voeren over de bandenspanningscorrectie voor winterbanden en/of winterse omstandigheden. Deze discussie zou moeten leiden tot enerzijds een eenduidigere communicatie en anderzijds een effectievere afstemming van de bandenspanning over het jaar heen. Op dit moment communiceren diverse partijen namelijk verschillend over deze correctie. In deze discussie zouden onder andere de volgende stellingen aan bod kunnen komen:

- Technisch lijkt het inmiddels algemeen duidelijk dat deze correctie bedoeld is als temperatuurcorrectie, voor als de band gebruikt gaat worden onder koudere omstandigheden dan waaronder deze is opgepompt. Dit geldt bijvoorbeeld voor gebruik in de winter en oppompen in de zomer of warme garage.
- De winterbandencorrectie zo ook moeten worden toegepast op zomerbanden die in winter worden gebruikt, maar niet op winterbanden die in de zomer worden gebruikt. Hetzelfde geldt voor allseasonbanden.
- Psychologisch of communicatief kan het handig zijn om de ingeburgerde term winterbandencorrectie te blijven gebruiken.
- De koppeling van wintercorrectie met winterbandencorrectie is effectief voor een land zoals Duitsland, waar de meeste auto's ieder half jaar wisselen tussen zomer- en winterbanden, maar is niet effectief voor een land zoals Nederland, waar een meerderheid van de auto's niet wisselt en waar een groeiend deel van auto's is voorzien van allseasonbanden
- Een alternatief voor de winterbandencorrectie is het intensiveren van de communicatie over bandenspanning in het najaar.

7.4 **TPMS**

TPMS zou een positief effect moeten hebben op de beperking onderspanning. Bestuurders zouden zich vaker bewust moeten zijn van bandenspanning en zij zouden gewaarschuwd moeten worden voor gevaarlijke onderspanning: bijv. $\leq -0,5$ bar of $\leq -20\%$ (afhankelijk van het systeem). Aan de andere kant kunnen bestuurders ook gaan vertrouwen op TPMS, men denkt dat TPMS alles regelt. Kleine onderspanning zou op die manier vaker voor kunnen gaan komen.

Binnen dit onderzoek is niet bekend welke voertuigen met bouwjaar voor 2015 uitgerust zijn met TPMS. Het is ook niet bekend welke variant TPMS op de voertuigen is geïnstalleerd. Het is ook niet bekend of bij voertuigen met gevaarlijke onderspanning het TPMS een waarschuwing op het dashboard aangaf.

Om deze vragen te beantwoorden moet bekend zijn welke voertuigen uitgerust zijn met een TPMS-systeem. In het huidige onderzoek kon dit niet meegenomen worden.

8 Literatuur

- [1] “0-meting bandenspanning”, M+P.MIENM.17.04.1, 17 december 2018;
- [2] “Monitoring bandenspanning - de eerste monitoringsmeting (1 meting)”, M+P.MIW.19.02.1, 10 december 2019;
- [3] “Monitoring bandenspanning - de tweede monitoringsmeting (2 meting)”, M+P.MIW.20.02.1, 16 februari 2021;
- [4] “GRRF TPMS Task Force Conclusions”, rapport TPM-03-02_rev1, Version 05 dd. 18 June 2008;
- [5] “OICA Study about Influence Factors to the Low Tire Pressure Warning Threshold”, GRRF TPMS Task Force, document TPM-03-07, 19 June 2008;
- [6] Voertuiggegevens CBS:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/82044NED/table?ts=1529569835048>
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/71405ned/table?ts=1642519693801>;
- [7] Mobiliteit in cijfers BOVAG en RAI-vereniging,
<https://bovagrai.info/auto/2017/registraties/2-5-ontwikkeling-gemiddelde-voertuighoogte-breedte-en-gewicht/>.

Bijlage A

Beschrijving werkprocedure monitoringsmetingen

Opzet van het onderzoek

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe het onderzoek is opgezet. Het hoofddoel van deze metingen is het betrouwbaar monitoren van trends in de tijd. Daarvoor moet het onderzoek vooral goed herhaalbaar zijn en gebruik maken van goed gestandaardiseerde, betrouwbare procedures. Desondanks zijn er altijd externe ontwikkelingen waar het onderzoek op moet inspelen. Zo is er de opvallend groei in Allseasonbanden die vraagt om scherpere keuzes en procedures bij het meten van de bandenspanning. Daarnaast wordt TPMS bij steeds meer auto's toegepast. Beide factoren hebben mogelijk ook gevolgen voor de communicatie door het programma KdBB.

Keuzes voor de aanpak

Door M+P is een plan van aanpak opgesteld voor de opstart (0-meting) en monitoring van de bandenspanning. Na zorgvuldige afweging van de overwegingen zijn de volgende keuzes gemaakt voor het plan van aanpak:

1. Steekproef: Bij het bepalen van een geschikte steekproef is ervoor gekozen om per toetsjaar twee kortdurende meetcampagnes uit te voeren van ieder circa vijfhonderd voertuigen. De eerste meetcampagne zal in het voorjaar in het winterbandenseizoen plaats vinden. De tweede meetcampagne zal in de zomer in het zomerbandenseizoen plaats vinden. Beiden zouden niet te dicht na de bandenwisselweken moeten plaats vinden, omdat dan een relatief grote groep banden net gemonteerd en op de juiste spanning gezet zou moeten zijn. Door twee meetcampagnes uit te voeren kan ook direct de herhaalbaarheid en stabiliteit van de meetcampagnes aan elkaar gespiegeld worden. Dit geeft meteen een interne toetsing voor onderzoeksdoelstelling twee (herhaalbaar en stabiel experiment).
2. Metingen en Doelspanning: de stichting BOS voert de metingen uit. Zij hebben de vereiste pool van medewerkers en apparatuur en beschikken over een beproefde en uitgekristalliseerde werkwijze. Daarbij beschikken zij over een goede bron en werkwijze voor de adviesspanning en doelspanning. De adviesspanning is de bandenspanning zoals die door de voertuigfabrikant wordt voorgeschreven middels het instructieboekje en een sticker in het voertuig. De doelspanning kan hiervan afwijken, doordat er rekening wordt gehouden met correcties voor warme banden, winterbanden en afwijkende bandenmaten. De metingen en werkwijze van BOS zullen tijdens een meetcampagne onafhankelijk worden ge-audit door M+P.
3. Verstoring door temperatuur: de omgevingstemperatuur wordt gemeten en meetresultaten van de bandenspanning worden gecorrigeerd naar een referentietemperatuur van 20°C. Dit behoort al tot de standaard werkwijze van BOS. Om invloed van zoninstraling te voorkomen is gekozen voor een meetcampagne in een overdekte parkeergarage. BOS heeft toestemming gekregen om metingen uit te voeren in de parkeergarage van IKEA in Amersfoort. Om de invloed van opwarmen door rijden te voorkomen is de keuze gemaakt om alleen voertuigen te meten van mensen die terugkomen uit de winkel. Verondersteld wordt dat hun auto minimaal een half uur stil heeft gestaan en de banden zijn afgekoeld naar omgevingstemperatuur.
4. Toetsing van de representativiteit: met een aantal gerichte analyses wordt bepaald hoe representatief de steekproef is voor het Nederlandse wagenpark. Hierbij worden voertuigkenmerken zoals gewicht, leeftijd en bandenmaat gespiegeld aan de verdeling zoals die voor heel Nederland geldt op grond van CBS-data en dergelijken. Het gaat hierbij niet om het bepalen van een mogelijk oorzakelijk verband tussen één van deze parameters en de mate van onderspanning van de banden. Het gaat hier om te bepalen of de gebruikte steekproef representatief is voor het Nederlandse wagenpark.
5. Aanvullende bevindingen: Gaandeweg het onderzoek zijn diverse technische en theoretisch discussiepunten ten aanzien van bandenspanning naar boven gekomen. Er is

voor gekozen om in dit rapport een aantal punten kort toe te lichten. Het is aan de opdrachtgever om te bepalen welke punten relevant genoeg zijn om later verder uit te diepen.

Bandenspanningsmetingen door Band Op Spanning

Band op Spanning (BOS) heeft diverse mogelijkheden om bandenspanning te controleren en bij te pompen. Zo zijn er de slimme bandenpompen. Dit zijn volautomatische pompen waar de automobilist zelf het initiatief tot controle neemt en de apparatuur bedient. Daarnaast zijn er meetcampagnes die door de medewerkers van BOS worden uitgevoerd met behulp van mobiele apparatuur. Bij deze meetcampagnes zijn er verschillende mogelijkheden. Bij sommige campagnes is de bestuurder niet bij het voertuig aanwezig en wordt het voertuig gecontroleerd op basis van kenteken informatie. Bij andere campagnes is er wél interactie met de bestuurder en wordt de bestuurder gevraagd om mee te werken aan de meting. Er is dan toegang tot de bandenspanningssticker in het voertuig of het instructieboekje. Voor dit onderzoek is medewerking gevraagd aan de bestuurder en toegang tot de bandenspanningssticker in het voertuig.

Gedurende de metingen is de werkwijze van BOS op locatie 'ge-audit' door M+P. Ter plaatse is door BOS de procedure uitgelegd en toegepast op de auto van de medewerker van M+P. Daarbij zijn ook de werking van de apparatuur toegelicht en de bijbehorende controlecertificaten ter inzage gepresenteerd.



figuur 11

Controle van de bandenspanning door Band Op Spanning tijdens de 1-meting

Standaard aanpak bij de meetcampagnes door BOS

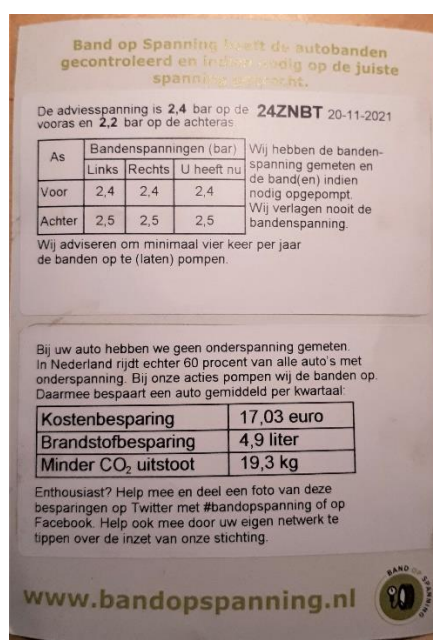
BOS werkt met een pool van werkstudenten uit Utrecht. Bij hun inwerktraject krijgen de werkstudenten een opleiding. Hierbij leren zij meer over het onderwerp bandenspanning in het algemeen, krijgen zij een training in de werkwijze van BOS, leren zij omgaan met de software en apparatuur en leren zij communiceren met bestuurders tijdens meetcampagnes.

Tijdens een meting wordt de volgende werkwijze gehanteerd: Uitgangspunt is de software die door BOS zelf is ontwikkeld. Door BOS is een database met adviesspanningen ontwikkeld, op basis van adviesstickers die in auto's aanwezig zijn. Deze database is gekoppeld aan de RDW-database. Door het kenteken in te voeren wordt exact de juiste uitvoering van de auto achterhaald via de RDW-database. Hiermee levert de software precies de juiste bandenspanning, die overeenkomt met de sticker die in de auto zit. Zodoende heeft de medewerker direct de juiste informatie over de auto op zijn computerscherm.

Ook het kenteken, locatie, medewerker en eventuele opvallende bijzonderheden als beschadigingen, te weinig profieldiepte worden geregistreerd. Indien door de eigenaar een afwijkende bandenspanning is verzocht, dan wordt deze ook geregistreerd en aangebracht.

De medewerker checkt en registreert de voor- en achterbandenmaten. Vervolgens worden noodzakelijke correctiefactoren gecheckt en indien van toepassing aangebracht. Dit levert de doelspanning van dat moment op. Dit wordt vervolgens gebruikt om de meting te vergelijken met deze doelspanning. Is de meting lager dan wordt de band opgepompt. Bij een gelijk of hoger meetresultaat wordt de gemeten spanning aangehouden. Er wordt nooit lucht afgeblazen, dat wil zeggen: de actuele bandenspanning wordt nooit verlaagd. Hierbij wordt tevens de hoogst gemeten spanning per as aangehouden als nieuwe doelspanning van de andere band op dezelfde as. Zodoende heeft de auto altijd per as dezelfde bandenspanning.

Van de resultaten wordt een sticker geprint en op een resultatenkaart geplakt om mee te geven aan de bestuurder. Daarop is ook een schatting gegeven van de te bereiken besparing vanwege het bijpompen, in euro's, in liters brandstof en in kg CO₂.



figuur 12 Uitdraai van het meetresultaat zoals dat aan deelnemers wordt overhandigd

Specifieke uitvoering van de meetcampagnes in dit project

Bij deze meetcampagne is ervoor gekozen om de metingen uit te voeren op de parkeerplaats van de IKEA in Amersfoort. Klanten van de IKEA worden benaderd bij het verlaten van de winkel. Er wordt aangenomen dat het voertuig dan minimaal een half uur in de parkeergarage heeft gestaan en de banden zijn afgekoeld naar omgevingstemperatuur. De temperatuurcorrectie voor warme banden vervalt daarmee. En zo ontstaat ook een stabielere dataset, omdat de onzekerheid over opwarmtijd en het effect op de bandenspanning verdwijnt.

De werkwijze van BOS komt verder overeen met de methode zoals beschreven in hoofdstuk 0.

De volgende gegevens worden geregistreerd:

- Datum en tijd van de controle;
- Voertuigeigenschappen:
 - Merk en type;
 - Bouwjaar;
 - Massa rijklaar;
 - Voertuigcategorie (personen- / bestelwagen);
 - Brandstofsoort;
 - Aangetroffen bandenmaat voor en achter;
 - Zomer- of winterband;
 - Voorgescreven bandenspanningen;
- Temperatuurcorrectie;
- Bandenspanning per band.

De metingen zijn geregistreerd en verzameld in een database. De analyse van de database is beschreven in hoofdstuk 3.

Invloed van meetlocatie op de verdeling van voertuigen en bestuurders

De locatie van een meetcampagne heeft invloed op de verdeling van voertuigen en bestuurders. Bij een meetcampagne op de parkeerplaats van een evenement over elektrische auto's zal een andere verdeling aan auto's en bestuurders worden gevonden dan op het parkeerterrein van de buurtsupermarkt. In Wassenaar kan een andere verdeling van voertuigen en bestuurders worden gevonden dan in Spijkenisse.

BOS voert door het jaar heen veel metingen uit. Er wordt op zeer diverse plekken in het land gecontroleerd. Dit kan een willekeurig tankstation langs een rijksweg zijn of een parkeerplaats van een winkel. Ze komen op parkeerplaatsen van evenementen en op verzoek bij bedrijven langs om de bandenspanningen te controleren. Daarnaast hebben zij op diverse locaties slimme bandenpompen staan. Bij sommige campagnes wordt de medewerking van de bestuurders gevraagd. Bij andere campagnes worden alle voertuigen op een parkeerterrein gemeten (bijvoorbeeld in opdracht van een bedrijf op het bedrijfsparkeerterrein). Bij hun slimme bandenpompen ligt het initiatief tot meten en pompen bij de bestuurder. Omdat BOS het hele jaar door op een grote variatie aan locaties metingen uitvoert, kan aangenomen worden dat hun bestand met gemeten bandenspanningen is gevuld met een behoorlijke doorsnede van het Nederlandse wagenpark. Het streven is om in het onderhavige project deze doorsnede zoveel mogelijk te benaderen en eventuele afwijkingen te registreren.

De meetcampagne is, overeenkomstig met de 0-meting, uitgevoerd in de parkeergarage van IKEA in Amersfoort. Verondersteld wordt dat dit een tamelijk gemiddeld wagenpark en verzameling bestuurders oplevert. Het wordt later geverifieerd of dit ook daadwerkelijk bereikt is. Medewerkers van BOS vragen aan de bestuurders die de winkel verlaten of de bandenspanningen van hun auto

gecontroleerd mag worden. Een neveneffect van deze aanpak is, dat het vragen van medewerking mogelijk effect heeft op de representativiteit van de steekproef. Automobilisten die niet willen meewerken hebben mogelijk een lagere interesse in bandenspanning in het algemeen en zullen daarom wellicht minder vaak controleren en hun wellicht hebben hun banden daarom méér onderspanning. De automobilisten die wél meewerken zouden hierdoor automatisch meer dan gemiddeld gemotiveerd kunnen zijn en hun banden hebben wellicht minder onderspanning dan gemiddeld. Hierdoor zouden de onderhavige meetresultaten een te gunstig beeld kunnen geven ten opzichte van de gemiddelde onderspanning in Nederland.

Om deze redenen kunnen de resultaten van de 0-meting (52% onderspanning) en de 1-meting (47% onderspanning) wél onderling worden vergeleken, maar niet met eerdere uitspraken (60% onderspanning).

Bepaling voorgeschreven bandenspanning

LUFTDRUCK		PRESSURE		PRESSION		PRESIÓN	
für kalte Reifen		for cold tires		des pneus froids		de inflado	
Geschwindigkeit Speed Vitesse Velocidad							
205/60 R16	Up to 210 km/h			2,1	30	2,1	30
	Up to 130 mph			2,5	36	2,8	41
	Over 210 km/h			2,2	32	2,2	32
	Over 130 mph			2,6	38	3,0	44
225/55 R16 245/45 R17	Up to 210 km/h			2,1	30	2,1	30
	Up to 130 mph			2,2	32	2,5	36
	Over 210 km/h			2,2	32	2,2	32
	Over 130 mph			2,5	36	2,9	42
Warme Reifen. Warm tires up to:		+ 0,3 bar + 4 psi		Pneus échauffés jusqu'à: Neumáticos calientes hasta:			

figuur 13

Voorbeeld van een sticker met de geadviseerde bandenspanning. Er staat erg veel informatie op en het is twijfelachtig of de gemiddelde automobilist dit nog begrijpt en hier het goede getal uit gaat halen. Er wordt gecommuniceerd in een combinatie van tekst, getallen en beeltenissen, in vier verschillende talen en in twee verschillende stelsels voor meeteenheden. De adviesspanning houdt rekening met verschillen in vóór- en achteras, verschillen in bandenmaat, verschillen in de belading, verschillen in de rijnsnelheid en verschillen tussen koude en warme banden. Medewerkers van BOS zijn getraind om deze stickers te ontcijferen en gebruiken deze informatie om de adviesspanning voor het voertuig te bepalen.

Een belangrijk onderdeel van de procedure is het bepalen van de juiste adviesspanning. Voor het bepalen van de adviesspanning hanteert BOS de volgende werkwijze:

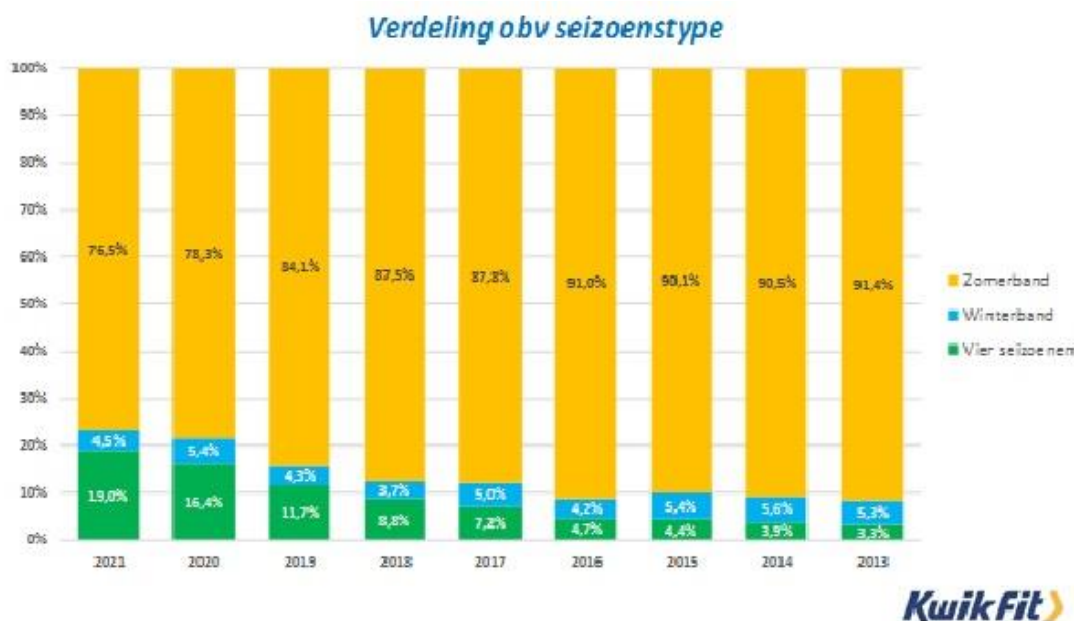
- De feitelijke bron van alle data is steeds de informatie die bij het voertuig zelf aangeleverd wordt in de vorm van een sticker en/of instructieboekje;
- In de loop der jaren heeft BOS heel veel van die stickers gefotografeerd, gekoppeld aan kenteken en type voertuig en opgeslagen in een eigen database;

- Deze database is inmiddels zo compleet dat het bij de meeste metingen de primaire bron is om de adviesspanning te bepalen;
- Ter verificatie van het individuele voertuig en ter verdere completering van de database worden nog voortdurend foto's gemaakt van de stickers van gemeten voertuigen. Dit uiteraard alleen als het voertuig toegankelijk is;
- Als het voertuig voorzien is van banden met afwijkende maten of als het een speciaal en/of zeldzaam voertuig betreft, dan wordt de hoogste voorgeschreven bandenspanning voor dat voertuig gebruikt;
- Er wordt uitgegaan van de bandenspanning die voorgeschreven is voor een minimale belading van het voertuig. Als de voorgeschreven spanning verschilt tussen de voor- en achteras is hier rekening mee gehouden. Bij sommige voertuigen is een hogere bandenspanning voorgeschreven als het voertuig langdurig met volle belading of met hoge snelheid rijdt. Deze hogere bandenspanningen worden niet gebruikt.

Temperatuurcorrecties

Er wordt ook rekening gehouden met een aantal temperatuurcorrecties. Met oplopende temperatuur, loopt immers ook de druk op (bij gelijk volume).

- Normaliter wordt er rekening gehouden met een correctie voor warm gereden banden. Als de banden nog warm zijn van het rijden wordt de doelspanning met 0,3 bar opgehoogd. In de onderhavige meetcampagne wordt met deze correctie echter geen rekening gehouden omdat alleen voertuigen worden gemeten die al geruime tijd stil staan.
- Van de voorgeschreven bandenspanning wordt verondersteld dat deze waarde gebaseerd is op een omgevingstemperatuur en bandtemperatuur van 20 °C (werkplaats). Er wordt automatisch een temperatuurcorrectie toegepast van 0,1 bar per 10 °C, echter alleen als de omgevingstemperatuur lager is dan 10 °C of hoger dan 30 °C.
- Bij een voertuig dat op winterbanden staat, wordt de voorgeschreven bandenspanning met 0,2 bar verhoogd. Winterbanden zijn ontworpen om ingezet te worden in winterse omstandigheden. Omdat de temperaturen dan circa 20 °C lager zijn dan de werkplaatstemperatuur, wordt hier vooraf al +0,2 bar voor gecorrigeerd. Belangrijk detail voor deze metingen is dat BOS de winterbandencorrectie altijd toepast, onafhankelijk van de temperatuur. VACO en bandenfabrikanten zijn hier genuanceerder over en stellen de correctie afhankelijk van het temperatuurverschil tussen check en gebruik.
- Een punt van aandacht is de allseasonband (vierseizoenenband). Dit soort banden worden steeds populairder en wordt daarom ook steeds relevanter voor dit onderzoek. allseasonbanden worden het hele jaar door gebruikt, zowel bij zomerse als winterse temperaturen. Het is daarom technisch niet geheel duidelijk of deze banden een 0,2 bar winterbandencorrectie moeten hebben of niet. De jongste instructie voor de operators van BOS is, dat een winterbandencorrectie op allseasonbanden moet worden toegepast als deze een sneeuwvloksymbool hebben. Als het sneeuwvloksymbool niet aanwezig is, dan worden de allseasonbanden gerekend tot de zomerbanden en wordt de winterbandencorrectie niet toegepast. Bij de 0-meting in 2018 was deze instructie minder expliciet en is er mogelijk een deel van de allseasonbanden als zomerbanden gezien, ook als deze een sneeuwvloksymbool hadden.



figuur 14

Ontwikkeling van het aandeel allseasonbanden, zomer- en winterbanden in de tijd op grond van een jaarlijkse steekproef op meer dan 2000 banden (per jaar)

Meetapparatuur en herhaalbaarheid van de metingen

BOS heeft een eigen referentie ijkset die (minimaal) jaarlijks gekalibreerd en gecertificeerd wordt door een onafhankelijk instituut. De meetapparatuur van BOS wordt (minimaal) tweejaarlijks aan de ijkset getoetst. In Bijlage B is een afdruck van het bij de steekproef gebruikte certificaat bijgevoegd. De instrumenten hebben een onnauwkeurigheid kleiner dan 0,5% Full Scale ofwel maximaal 0,05 bar. De tweejaarlijkse toetsing is gebruikelijk voor dergelijke apparatuur, maar het valt te overwegen om voor deze specifieke meetcampagne een extra tussentijdse toetsing uit te voeren.

De apparatuur meet in eenheden van 0,01 bar, maar geeft op de display de meetwaarde in eenheden van 0,1 bar. Dit betekent dat de nauwkeurigheid van de druksensor een orde groter is dan de afleesnauwkeurigheid van de display. Dit blijkt ook tijdens metingen. Herhalingsmetingen geven consequent dezelfde waarde, onder voorwaarde, dat de bediening door de operator snel en adequaat is. Bij het plaatsen van de peilstok op het bandenventiel lekt er altijd een kleine hoeveelheid lucht uit de band. Bij een goede bediening is de lekkage minimaal en is de herhalingsmeting identiek, ook na meerdere metingen. In uitzonderingsgevallen kan er bij herhaalde bediening iets meer lucht uit het ventiel lekken en kan de aflezing na enige metingen 0,1 bar lager uitvallen.

Bijlage B

Kalibratiecertificaten meetapparatuur



IJK RAPPORT BANDENSPANNINGSMETER

De meting is uitgevoerd met perslucht / ~~stikstof~~ en een gekalibreerd instrument dat minimaal eenmaal per jaar wordt gekalibreerd door een RVA geaccrediteerde instantie.

Merk instrument: SPECIAL INSTRUMENTS Type: PREMO SR Typenummer: 1876
 Meetbereik: 0-15 BAR Kalibratie certificaat nr.: 1909-14150

Ten behoeve van buggy: H

Testdruk (in BAR)	Aangegeven waarde (in BAR)	Afwijking (in BAR)
0,5	0,50	0,00
1,0	0,99	0,01
1,5	1,48	0,02
2,0	1,97	0,03
2,5	2,47	0,03
3,0	2,95	0,05
3,5	3,45	0,05

Datum onderzoek: 01-06-2020 Uitgevoerd door: MENNO KOVINGS

Toegestane afwijking 0,05 BAR

Het instrument is: Goedgekeurd / ~~Afgekeurd~~

IJKRAPPORT BUGGY

Bijlage C

TPMS

Het effect van TPMS

Het Tyre Pressure Monitoring System (TPMS) is een bandenspanning-meetsysteem waarmee nieuwe auto's sinds november 2014 verplicht moeten zijn uitgerust. Het systeem zou positief effect moeten hebben op de mate van (ernstige) onderspanning van autobanden en daarmee effect op de programma KdBB en dit onderzoeksproject. Voor het onderzoek is een beknopte analyse uitgevoerd naar het effect van TPMS op onderspanning.

Voor TPMS is de verwachting dat het:

- een gunstig effect heeft op de mate waarin gevaarlijke onderspanning voorkomt: bijvoorbeeld $\leq -0,5$ bar of $\leq -20\%$ (afhankelijk van het systeem);
- het aantal gevallen met gevaarlijke onderspanning niet tot nul zal reduceren;
- geen effect heeft op het aantal voertuigen / banden met kleine onderspanning.

Werking van het systeem

TPMS meet de spanning van de banden onder het voertuig bij het opstarten en tijdens het rijden, het waarschuwt de bestuurder als er belangrijke onderspanning optreedt. Er zijn directe en indirecte meetsystemen. Een direct systeem is voorzien van sensoren in de banden, een indirect systeem baseert de bepaling op de rolomtrek van de banden. Ongeveer 2 op de 3 TPMS-systemen is van het directe type. Alle TPMS-systemen moeten een waarschuwing geven bij méér dan 20% onderspanning en/of bij een spanning lager dan 1,5 bar.

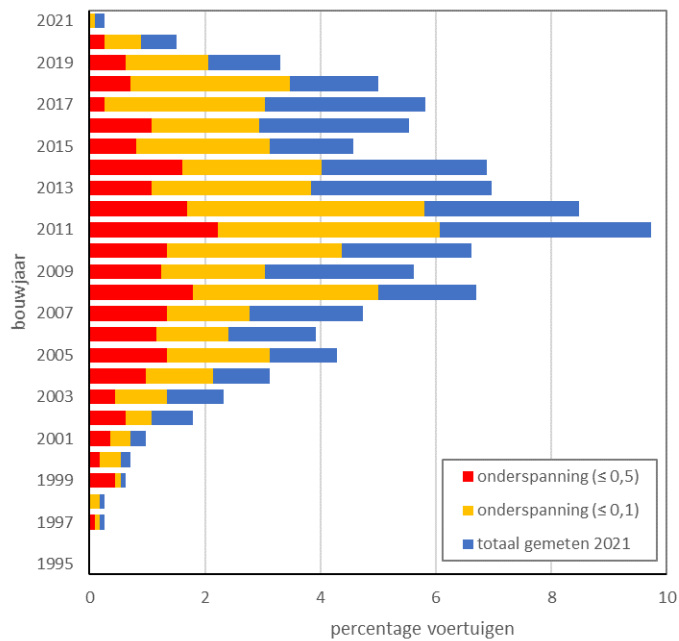
TPMS is in Europa verplicht op nieuw verkochte voertuigen vanaf 1 november 2014, maar werd al zeker tien jaar daarvoor vrijwillig door fabrikanten ingevoerd in een groeiend aantal voertuigmodellen. In het begin waren dit alleen de luxere modellen, later werd TPMS bij steeds meer modellen ingevoerd. Het is onduidelijk hoe het percentage voertuigen met TPMS zich heeft ontwikkeld als functie van het bouwjaar. Zeker is dat vanaf bouwjaar 2015 100% van de nieuwe voertuigen is uitgerust met TPMS. Voertuigen vanaf bouwjaar 2015 vormen 23% van de huidige steekproef. Dit betekent dat minimaal 23% van de voertuigen is uitgerust met TPMS. Waarschijnlijk zijn het er ruim meer door al eerder met TPMS uitgeruste voertuigen. Dit percentage zal komende jaren nog verder groeien.

Als TPMS verplicht is voor een bepaald voertuig, geldt deze verplichting ook als er andere banden worden gemonteerd. Met name bij de wisseling tussen winter- en zomerbanden kan het systeem bij auto-eigenaren voor ergernis zorgen. Een indirect TPMS-systeem moet opnieuw ingeleerd worden, bij een direct systeem moeten mogelijk extra sensoren aangeschaft worden. Het voorkomen van deze "rompslomp" met TPMS kan (mede) een reden zijn voor de groeiende populariteit van allseasonbanden.

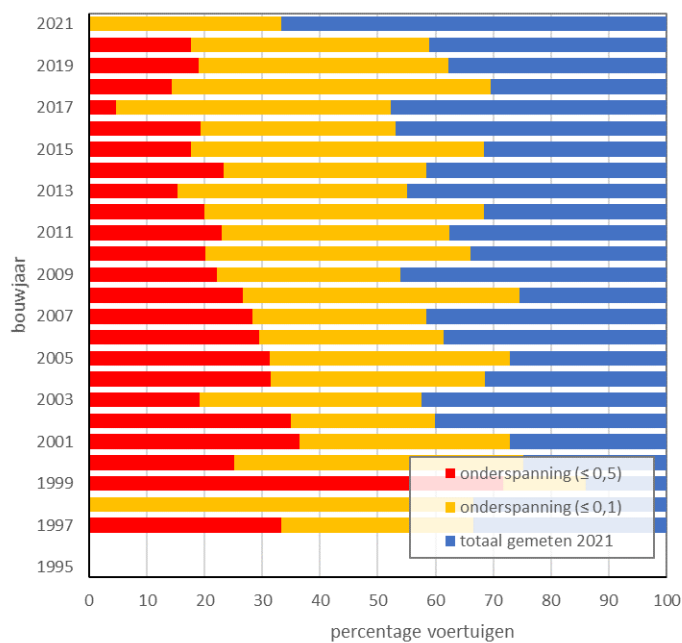
TPMS en meetresultaten

Rekening houdend met de invoeringsdatum van TPMS, zou verwacht kunnen worden dat vanaf bouwjaar 2014 minder voertuigen een te lage bandenspanning hebben. Met name de grote (kritische) afwijkingen zouden aanzienlijk gereduceerd moeten zijn.

In figuur 15 is per bouwjaar het percentage gemeten voertuigen weergegeven met daarin het aandeel van die voertuigen dat een onderspanning heeft ($\leq -0,1$ bar) en dat een gevaarlijke onderspanning ($\leq -0,5$ bar) heeft. Dezelfde resultaten zijn weergegeven in figuur 16, maar dan met het relatieve aandeel per bouwjaar. Dat wil zeggen: een score van 20% betekent dat één op de vijf voertuigen van dat bouwjaar onderspanning heeft.



figuur 15 Bouwjaren van de gemeten voertuigen in 2021 met daarin aangegeven het aandeel met onderspanning



figuur 16 Gemeten voertuigen in 2021 met per bouwjaar het aandeel met onderspanning

Bij de beoordeling van de resultaten van deze figuren moet er rekening mee worden gehouden dat in de oudere bouwjaar en 2021 slechts een klein aantal voertuigen gemeten is. De percentages kunnen hierdoor niet betrouwbaar bepaald worden. In de recentere bouwjaar lijkt er geen groot

verschil tussen de voertuigen van vóór 2014 en de voertuigen vanaf 2014. De voertuigen uit 2017 scoren behoorlijk goed met betrekking tot de gevaarlijke onderspanning ($\leq -0,5$ bar). De voertuigen met bouwjaar daarvoor en daarna scoren daarentegen helemaal niet goed.

Opvallend is ook dat er, met uitzondering van 2017, bij de voertuigen met bouwjaar 2014 t/m 2018 nog steeds een behoorlijk aantal voertuigen met gevaarlijke onderspanning ($\leq -0,5$ bar) voorkomt, ondanks het feit dat deze voertuigen uitgerust moeten zijn met TPMS en dat het systeem hiervoor zou moeten waarschuwen.