

Earth, Life & Social Sciences

Van Mourik Broekmanweg 6

2628 XE Delft

Postbus 49

2600 AA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 30 00

TNO-rapport**TNO 2016 R11225****Potentiële baten van Triple-A banden in 2013,
2016 en 2020**

Datum	15 september 2016
Auteur(s)	Stephan van Zyl (TNO) Michael Dittrich (TNO) Sven Jansen (TNO) Erik de Graaf (M+P)
Exemplaarnummer	2016-TL-RAP-0100299904
Aantal pagina's	46 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	-
Opdrachtgever	Ministerie van Infrastructuur en Milieu Johan Sliggers Postbus 20901 2500 EX DEN HAAG
Projectnaam	lenM - Mave meerjarencontract 2017 e.v.
Projectnummer	060.21428

Alle rechten voorbehouden.

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

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

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

© 2016 TNO

Executive summary

In a number of studies in 2014 and 2015, TNO and M+P calculated that Triple-A tires yield large gains for Dutch, European and municipal fleets, both for end users and society. In June 2014, the Dutch Ministry for Infrastructure and the Environment (I&M) organized a consultation with a large number of stakeholders. The conclusion of the stakeholder consultation was that the end user is not sufficiently aware of the potential benefits. In partnership with key stakeholders I&M therefore launched a campaign for the best tyre called 'Kies de beste band'. The campaign is aimed at improving the tyre consciousness of end users by on the one hand showing the end user how to choose the 'best tyre' (based on the tyre label and tyre performance tests on the internet), and on the other hand to ensure that the tyre pressure is regularly checked and inflated. The aim of the campaign is a conscious purchase choice and use of tyres by the end user.

In this study, the current state of the tyre in the Netherlands was determined for 2016, including expectations for the year 2020. The current distribution of most used tyres was based on a subset of the 7 most popular sizes and brands sold in 2016. Stakeholder consultations were used to make an expert judgement of the tyre label distribution in 2020. The tyre distribution in 2016 was compared to 2013 (known from previous studies) in order to evaluate the realized benefits over the past years in terms of energy consumption, traffic safety and noise emissions. The expected tyre distribution in 2020 was compared to 2016 in order to evaluate the expected savings potential of tyres in the near future. The potential of Triple-A tyres was recalculated based on current transport data (fuel price, transport activity, etc.). Finally, the savings potential of correctly inflated tyres was determined.

The results show a small but consistent shift towards better tyres between 2013 and 2016 in terms of rolling resistance, wet grip and noise. This is partly explained by the enforcement of the minimum requirements for labels in Europe. In addition, the Dutch campaign for the *best tyre* has probably helped to raise awareness among end-users and thus stimulate the use of better tyres. It is expected that the shift towards better tyres will continue in Europe until 2020. The current Dutch policy on tyres may accelerate this trend, in which case the conclusions from this study for 2020 are possibly (too) conservative.

The shift towards better tyres from 2013 to 2016 is expected to have enabled annual cost savings in the Netherlands of about 100 million Euros. The benefits are calculated by adding up the potentials in the fields of energy consumption, traffic safety and noise emissions. The shift towards lower rolling resistance tyres is expected to have saved about 60 million liters of fuel and 100 kilotonnes of CO₂. The use of tyres with better wet grip are expected to have resulted in a reduction of estimated 9 fatalities, 46 serious injuries and 54 minor injuries. The use of tyres with lower noise emissions will have yielded an average noise reduction of 0,2 dB, which results in roughly 20.000 less highly noise annoyed and 21.000 less highly sleep disturbed people.

Triple-A tyres still offer a great potential to make transport more sustainable, safer and quieter. Based on current transport data and a fleet that uses exclusively Triple-A tyres, the annual savings is estimated at around 700 million Euros. This potential is calculated from the following effects: energy savings of about 520 million liters fuel, a reduction in CO₂ of 1,3 million tons, 28 fewer deaths, 172 fewer serious injuries and 269 fewer minor

injuries. A reduction of the average noise level of 1,7 dB leads to a reduction of about 201.000 highly noise annoyed and 189.000 less highly sleep disturbed people.

It is expected that the trend towards better tyres will continue until 2020. The savings from Triple-A tyres will therefore be partly harvested: The annual cost savings in 2020 is expected to be approximately 150 million Euros. This potential is calculated from a fuel saving of about 140 million liters, a reduction in CO₂ of 0,3 million tons, 5 fewer deaths, 33 fewer serious injuries and 43 fewer minor injuries, an average noise reduction of 0,34 dB, 42.000 less highly noise annoyed and 40.000 less highly sleep disturbed people.

Additional savings of approximately 120 million Euros can be achieved by preventing under-inflation in tyres. This is probably an underestimate as the traffic potential is not included in the calculation. The calculated potential is purely based on the energy savings and noise reduction potential. In total this would result in a reduction of about 150 million liters of fuel, 0,4 million tons of CO₂, 36.000 less highly noise annoyed and 32.000 less highly sleep disturbed people.

The maximum savings potential can be realized by combining the use of Triple-A tyres and preventing under-inflation. The annual cost savings of these measures is estimated at approximately 850 million Euros. A large part of this potential can be realized by reduced noise emissions. The number of highly noise annoyed and highly sleep disturbed people in the Netherlands can be reduced by 240.000 and 227.000 people, respectively. The annual fuel savings are in the order of 670 million liters of fuel and 1,7 million tons of CO₂. The safety potential is approximately 28 fewer deaths, 172 fewer serious injuries and 269 fewer minor injuries.

Previous research has shown that better tyres are not necessarily more expensive. Given the large savings potential of good tyres and preventing tyre under-inflation, continuation of the current Dutch policy on tyres is advisable. However, the assessment of the most effective policy instrument is not part of this study.

Management samenvatting

In een aantal onderzoeken in 2014 en 2015 hebben TNO en M+P berekend dat Triple-A banden voor de Nederlandse, Europese en gemeentelijke wagenparken tot grote baten kunnen leiden voor zowel eindgebruiker en de maatschappij. In juni 2014 heeft het ministerie van IenM een overleg georganiseerd met een groot aantal stakeholders. De conclusie van dit overleg was dat de eindgebruiker zich onvoldoende bewust is van de mogelijke voordelen. Door IenM is, in samenwerking met belangrijke stakeholders, daarom de campagne gestart '*Kies de Beste Band*'. De campagne is gericht op het verbeteren van het bandenbewustzijn van de eindgebruiker door deze enerzijds te attenderen op het kiezen van de kwalitatief best mogelijke band (op basis van het bandenlabel en bandentesten op het internet) en anderzijds te zorgen dat de bandenspanning regelmatig wordt bijgehouden. Het doel van de campagne is een bewustere aanschafkeuze en gebruik van banden door de eindgebruiker.

In deze studie is onderzoek gedaan naar de kwaliteit van de meest gebruikte banden in Nederland anno 2016, inclusief verwachtingen voor het jaar 2020. De meest gebruikte banden zijn bepaald op basis van een subset van de 7 meest verkochte maten en merken. Op basis van stakeholderconsultaties is een inschatting gemaakt voor de verdeling van bandenlabels in 2020. Om inzicht te krijgen in de verschuiving van bandenlabels sinds 2013 zijn de bandenlabels in 2016 vergeleken met de labels in 2013 (bekend uit eerdere studies). De verwachtingen van 2020 zijn vergeleken met 2016 om inzicht te krijgen in het realiseerbare potentieel van bandenlabels op korte termijn. De potentiële baten van Triple-A banden zijn opnieuw berekend op basis van actuele gegevens (benzineprijs, verkeersgegevens etc). Ook is in kaart gebracht wat de potentiële baten zijn van hantering van de juiste bandenspanning.

De resultaten tonen dat er tussen 2013 en 2016 een kleine verschuiving naar betere labels heeft plaats gevonden voor zowel energie, veiligheid en geluid. Dit is deels te verklaren door de aanscherping van de minimumeisen voor labels in Europa. De Nederlandse campagne '*Kies de Beste Band*' heeft waarschijnlijk ook bijgedragen aan meer bewustwording waardoor de automobilist betere banden koopt. De verwachting is dat deze trend zich in Europa zal doorzetten tot 2020. Voortzetting van de bandencampagne in Nederland kan deze trend versnellen, waardoor de conclusies uit deze studie voor 2020 mogelijk (te) conservatief zijn.

De verschuiving naar betere banden tussen 2013 en 2016 heeft geresulteerd in een jaarlijkse kostenbesparing in Nederland van ongeveer 100 miljoen Euro. De baten zijn berekend door het potentieel op gebied van energiegebruik, veiligheid en geluid op te tellen. Zo heeft de reductie van energiegebruik door de lagere rolweerstand geleid tot 60 miljoen liter minder brandstofverbruik, ofwel 0,1 Megaton CO₂. Bovendien heeft het gebruik van banden met betere grip op nat wegdek naar verwachting hebben geresulteerd in een reductie van 9 verkeersdoden, 46 zwaar gewonden en 54 licht gewonden. Ten derde is de gemiddelde geluidbelasting naar verwachting afgenomen met 0,2 dB, hetgeen resulteert in een reductie van 20.000 ernstig geluidgehinderde en 21.000 ernstig slaapverstoorde mensen.

Triple-A banden bieden nog steeds veel potentie om het verkeer te verduurzamen, veiliger en stiller te maken. Het gebruik van 100% Triple-A banden zou in 2016 leiden tot ongeveer 700 miljoen Euro extra baten. Dit potentieel wordt berekend uit de volgende

effecten: een brandstofbesparing van ongeveer 520 miljoen liter, een reductie in CO₂ van 1,3 Megaton, 28 minder verkeersdoden, 172 minder zwaar gewonden en 269 minder licht gewonden. Een reductie van de gemiddelde geluidbelasting van 1,7 dB leidt daarnaast tot een reductie van ongeveer 201.000 ernstig geluidgehinderde en 189.000 ernstig slaapverstoorde mensen.

De verwachting is dat er in Nederland tot 2020 een deel van de mogelijke baten van Triple-A banden zal worden ingelopen door gebruik van steeds betere banden. Als de huidige trend naar betere bandenlabels zich doorzet zal de kostenbesparing in 2020 ongeveer 150 miljoen Euro bedragen ten opzichte van 2016. Dit potentieel wordt berekend uit de volgende effecten: een brandstofbesparing van ongeveer 140 miljoen liter, een reductie in CO₂ van 0,3 Megaton, 5 minder verkeersdoden, 33 minder zwaar gewonden en 43 minder licht gewonden, een gemiddelde geluidreductie van 0.34 dB, 42.000 minder ernstig geluidgehinderde en 40.000 minder ernstig slaapverstoorde mensen.

Door het voorkomen van onderspanning in banden kan in Nederland nog eens een additioneel potentieel gerealiseerd worden van ongeveer 120 miljoen Euro. Dit is waarschijnlijk een onderschatting omdat het verkeersveiligheidspotentieel zich niet eenvoudig laat berekenen. De potentiële baten zijn berekend voor alleen energiebesparing en geluidreductie. In totaal gaat het om ongeveer 150 miljoen liter brandstof en 0,4 Megaton CO₂, 36.000 minder ernstig geluidgehinderde en 32.000 minder ernstig slaapverstoorde mensen.

Het maximale besparingspotentieel wordt berekend door de potentiële baten van Triple-A banden te combineren met de potentiële baten van het voorkomen van onderspanning. De jaarlijkse kostenbesparing van beide maatregelen wordt geschat op ongeveer 850 miljoen Euro. Een groot deel van dit potentieel wordt gerealiseerd door geluidsreductie: Het aantal ernstig gehinderden en ernstig slaapverstoorden in Nederland wordt hierdoor gereduceerd met 240.000 en 227.000 mensen. Door brandstofbesparing wordt ongeveer 670 miljoen liter brandstof, 1,7 Megaton CO₂ en 300 miljoen Euro bespaard. Het verkeersveiligheidspotentieel is alleen voor de bandenkeuze ingeschat en bedraagt ongeveer 28 minder verkeersdoden, 172 minder zwaar gewonden en 269 minder licht gewonden.

Uit eerder onderzoek is bekend, dat betere banden niet per definitie duurder zijn. Gezien de grote potentiële baten van kwalitatief betere banden en het voorkomen van onderspanning is voortzetting van het huidige beleid op banden raadzaam. Het beoordelen van het meest effectieve beleidsinstrument is echter geen onderdeel van dit onderzoek.

Inhoudsopgave

	Executive summary.....	2
	Management samenvatting	4
1	Inleiding.....	7
1.1	Achtergrond	7
1.2	Doel	7
1.3	Aanpak	7
1.4	Structuur	8
2	Bandenlabels en bandenspanning	9
2.1	Bandenlabel recap.....	9
2.2	Methodiek	9
2.3	Bandenlabel waarden 2016.....	10
2.4	Verwachte bandenlabel waarden in 2020	13
2.5	Bandenspanning.....	14
3	Effecten van het bandenlabel en de bandenspanning op het energieverbruik van het verkeer in Nederland	16
3.1	Methodiek	16
3.2	Aannames en basisinformatie	17
3.3	Resultaten	19
3.4	Conclusie	23
4	Effecten van het bandenlabel en de bandenspanning op de verkeersveiligheid in Nederland	24
4.1	Methodiek	24
4.2	Aannames en basisinformatie	25
4.3	Resultaten	26
4.4	Conclusie	29
5	Effecten van het bandenlabel en de bandenspanning op het verkeersgeluid in Nederland	30
5.1	Methodiek	30
5.2	Aannames en basisinformatie	31
5.3	Resultaten	33
5.4	Conclusie	39
6	Potentiële baten van Triple-A banden en bandenspanning in 2013, 2016 en 2020 ...	41
7	Referenties	45
8	Ondertekening	46

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In een aantal onderzoeken in 2014 en 2015 hebben TNO en M+P berekend, dat Triple-A banden voor de Nederlandse, Europese en voor gemeentelijke wagenparken tot grote baten kunnen leiden voor zowel eindgebruiker en de maatschappij.

Door het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) is, in samenwerking met belangrijke stakeholders, daarom de campagne gestart '*Kies de Beste Band*'. De campagne is gericht op het verbeteren van het bandenbewustzijn van de eindgebruiker door enerzijds te attenderen op het kiezen van de kwalitatief best mogelijke band (via gebruik maken van het bandenlabel en bekijken van bandentesten op het internet) en anderzijds te zorgen dat de bandenspanning regelmatig wordt bijgehouden. Uitgangspunt bij de campagne is dat dit tot een bewustere keuze en gebruik van banden gaat leiden.

1.2 Doel

De verdeling van bandenlabel waardes in Nederland in 2013 is bekend uit eerdere onderzoeken. Sindsdien zijn nieuwe banden beschikbaar gekomen op de markt en oudere bandentypes zijn uit gefaseerd. Omtrent deze ontwikkeling stellen zich de volgende vragen:

- Wat zijn de potentiële baten van Triple-A uitgaande van de bandensituatie in 2016?
- Hoe vergelijken de cijfers van 2016 met 2013?

Het is te veronderstellen, dat de volgende jaren steeds nieuwere banden op de markt zullen komen en oudere types zullen verdwijnen. Dit leidt tot de vraag:

- Wat zijn de verwachtingen voor 2020? Hoe vergelijken de cijfers van 2016 met 2020? Wat zijn de potentiële baten?

Niet alleen de keuze van banden, maar ook het voorkomen van onderspanning draagt bij aan zuiniger, veiliger en stiller vervoer.

- Wat zijn de baten als de banden ook op spanning worden gehouden?

Doel van dit onderzoek is het beantwoorden van de bovengenoemde onderzoeksvragen.

1.3 Aanpak

Stap 1 – Dataverzameling

In stap 1 wordt voor dit onderzoek relevante data verzameld. Dit zijn:

- Verdeling van bandenlabel in Nederland in 2016 en verwachting voor 2020.
- Bandenspanning anno 2016.
- Recente verkeersprestaties in Nederland: split naar voertuigen, gereden kilometers, aantallen doden en gewonden, aantallen geluidgehinderde slaapgestoorde mensen, de benzineprijs en brandstofverbruikscijfers.

Stap 2 - Effectberekening

De effecten van het bandenlabel en de bandenspanning worden bepaald voor de jaren 2013 (uit eerder onderzoek), 2016 en 2020 op basis van data uit stap 1. Het verschil van

de bandenlabel waardes wordt gebruikt om een uitspraak te maken over de volgende vijf cases:

- Herijking 2016 - Triple-A: De potentiële baten van A-label banden wordt op nieuw bepaald uitgaande van de verdeling van bandenlabels in 2016 en de recente verkeersgegevens in Nederland (stap1).
- Monitoring 2013 - 2016: Tussen 2013 en 2016 heeft een verschuiving in bandenlabels plaatsgevonden in Nederland. Welke baten zijn gerealiseerd op niveau van energie, geluid en veiligheid? Het effect wordt bepaald door de verdeling van bandenlabels in 2016 te vergelijken met de verdeling in 2013 en voor beide de potentiële baten van Triple-A banden uit te rekenen en gebruik te maken van de recente verkeersgegevens (stap 1).
- Prognose 2016 - 2020: De verwachte verdeling van bandenlabels in 2020 wordt vergeleken met de verdeling in 2016 om de potentiële baten van Triple-A banden van 2016 tot 2020 te bepalen. Ook voor 2020 worden dezelfde recente verkeersgegevens gebruikt (stap 1).
- Additioneel potentieel bandenspanning: De huidige verdeling van de bandenspanning in Nederland wordt gebruikt als baseline voor het bepalen van het potentieel van de juiste bandenspanning.
- Beste band en banden op spanning: De huidige verdeling van de bandenspanning en de gemiddelde band in Nederland wordt gebruikt als baseline voor het bepalen van het potentieel van de juiste bandenspanning en de beste band.

Potentiële baten worden steeds berekend voor het Nederlands grondgebied in termen van

- het energiebesparingspotentieel:
 - reductie brandstofverbruik [in liter benzine of diesel];
 - reductie CO₂ emissies [in tonnen];
 - kostenbesparing [in Euro].
- het verkeersveiligheidspotentieel:
 - reductie gewonden en doden [in aantallen]
 - kostenbesparing [in Euro].
- het geluidsreductiepotentieel:
 - reductie van de gemiddelde geluidemissies op wegen [dBs];
 - gemiddelde reducties van de geluidsbelasting bij de gevel [L_{den} en L_{night}];
 - reductie (ernstig) gehinderden en (ernstig) slaapverstoorden [in aantallen];
 - kostenbesparing [in Euro].

1.4 Structuur

Het rapport is als volgt opgebouwd: Hoofdstuk 2 begint met een analyse van de in Nederland meest voorkomende bandenlabel waarden in 2016. Deze waarden worden vergeleken met de bandenlabel waarden in 2013 (zie eerdere onderzoeken: [TNO, 2014b][TNO, 2015]) en 2020 (op basis van een expert inschatting). In de hoofdstukken 3, 4 en 5 worden de effecten van het bandenlabel en de bandenspanning voor de verschillende jaren 2013, 2016 en 2020 berekend. Uitgaande van de huidige verdeling van bandenlabel waarden worden de potentiële baten van A-label banden op nieuw berekend. In hoofdstuk 6 worden de berekende baten uit de vorige hoofdstukken op gebied van energie, veiligheid en geluid samenvat en worden de totale baten getoond.

Aan het begin van het rapport zijn de belangrijkste uitkomsten samengevat in een management samenvatting (in Nederlands en in Engels).

2 Bandenlabels en bandenspanning

2.1 Bandenlabel recap

Sinds 2012 worden alle autobanden voorzien van een bandenlabel. Hierop zijn de prestaties op het gebied van rolweerstand, grip op nat wegdek en geluid geclassificeerd. Voor rolweerstand en grip worden 7 klassen A t/m G aangehouden. Voor geluid zijn er drie klassen (1 t/m 3 geluidsgolfjes) en een waarde in dB(A). Daarnaast moeten banden voldoen aan typekeuringseisen. Hierbij wordt een minimum eis gesteld aan dezelfde prestatie criteria. De typekeuringseisen kunnen met enige vrijheid vertaald worden naar labelklassen. De vertaling staat in onderstaande tabel gegeven, inclusief. Hierbij gelden de nodige reminders, omdat er nogal wat uitzonderingen zijn bij de vertaling. Duidelijk is echter wel dat de laagste labelklassen (dus met de slechtste prestatie) langzaam worden uit gefaseerd vanwege steeds strengere typekeuringseisen.

Tabel 1: Typekeuringseis “vrij vertaald” naar een minimum* prestatie eis conform het label**:

	Jaar van invoering***	C1 (personenauto's)	C2 (bestelauto's)	C3 (bussen en vrachtwagens)
RR fase 1	2012	≤ F	≤ F	≤ E
RR fase 2	2016	≤ E	≤ E	≤ D
WG fase 1	2012	≤ E	≤ E	≤ D
Geluid fase 1	2003	≤ C	≤ C	≤ C
Geluid fase 2	2012	≤ B	≤ B	≤ B

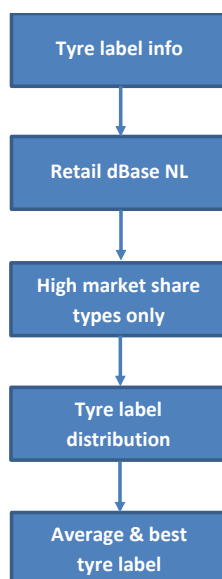
* speciale typen banden hebben soms iets minder strenge minimeisen

** de typekeuringslimit komt niet altijd precies overeen met de grens van een label klasse

*** de invoering gebeurt trapsgewijs vanaf deze datum. Eerder goedgekeurde banden mogen nog enige tijd daarna geproduceerd worden en eerder geproduceerde banden mogen nog enige tijd daarna verkocht worden

2.2 Methodiek

Het onderhavige onderzoek bouwt voort op het eerdere onderzoek van TNO en M+P uit 2013 en gebruikt dezelfde onderzoeksmethodiek [TNO, 2014b]. In Figuur 1 is de gebruikte onderzoeksmethodiek gevisualiseerd in een stroomdiagram. Essentieel hierbij is dat de analyses zijn gebaseerd op een subset van de 7 meest verkochte maten en merken. Dit is gedaan omdat verondersteld wordt dat dit een meer stabiele en relevante dataset oplevert. Stabiel, omdat verwacht wordt dat deze top 7 van jaar tot jaar redelijk constant is. De dataset wordt niet “vervuild” door relatief onbekende nieuwkomers die een jaar later misschien al weer van de markt verdwenen zijn. Relevant, omdat deze subset ongeveer 90% van de verkochte banden in Nederland vertegenwoordigt.



Figuur 1: Stroomdiagram van de onderzoeksmethodiek waarmee de verdelingen van bandenlabels is bepaald

2.3 Bandenlabel waarden 2016

2.3.1 Invloed van gekozen subset voor het peiljaar 2016

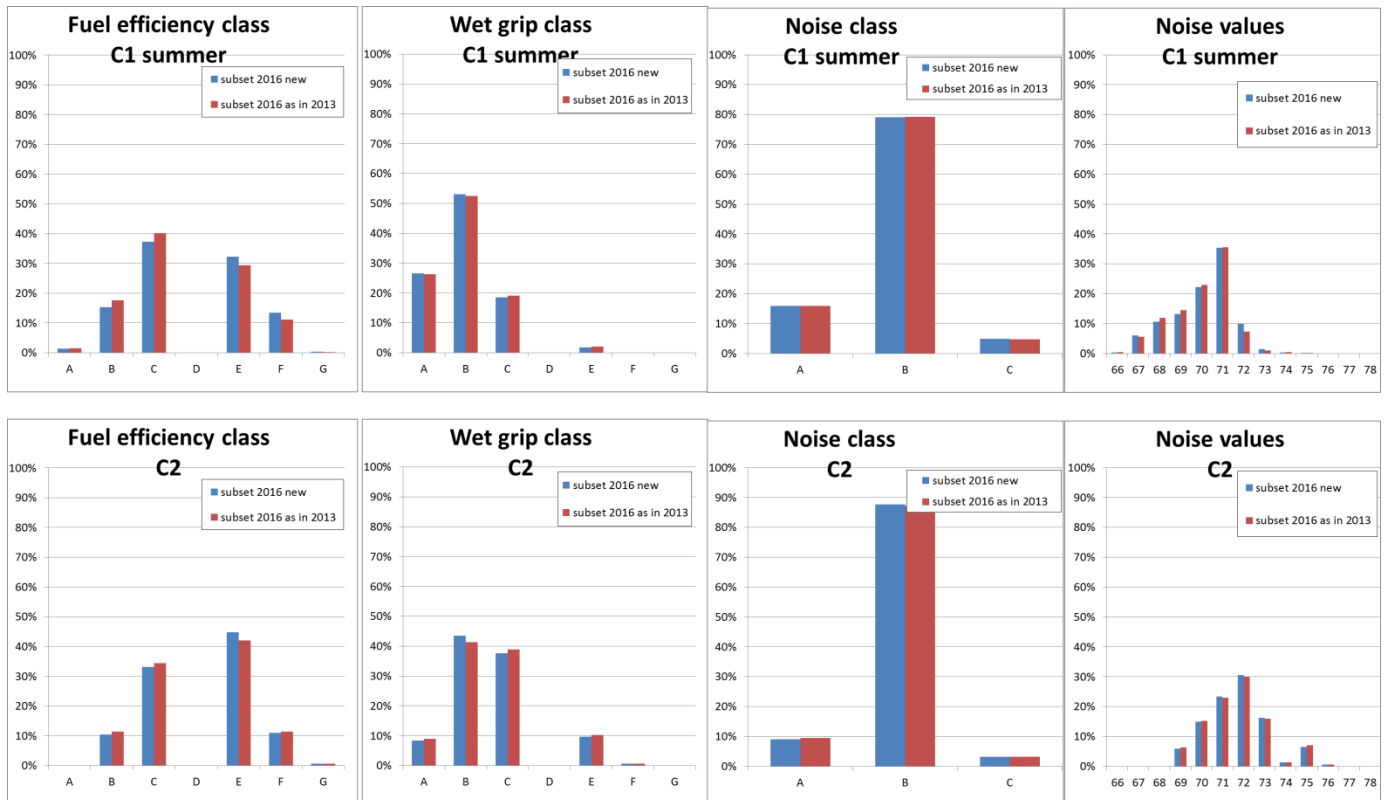
Zoals eerder beschreven, zijn de analyses gebaseerd op een subset van de 7 meest verkochte maten en merken. In het onderhavige onderzoek van 2016 is geverifieerd of deze top 7 inderdaad stabiel is ten opzichte van 2013. De top maten in 2013 en 2016 zijn weergegeven in Tabel 2. Tabel 3 toont het aantal banden in de dataset in 2013 en 2016. Van 2013 naar 2016 was er sprake van een kleine verschuiving in de top 7 maten in de segmenten C1 zomer, C2 zomer en C2 winter. Het effect van deze verschuiving op de labelwaardes is gegeven in Figuur 2. De verschuiving van de top 7 maten geeft een marginale, random verandering van de label waarden (geen trend).

Tabel 2: Wijzigingen in de top maten in vergelijking met subset uit 2013:

	behoorde in 2013 nog tot de Top 7	In 2016 opgevolgd door
C1 zomer	195/60R15	225/40R18
C2 zomer	205/75R16	215/70R15
C2 winter	225/70R15	215/70R15

Tabel 3: Aantallen banden in de dataset

	2016, top 7 idem als de dataset 2013	nieuwe top 7 2016
C1 zomer	476	524
C1 winter	202	93
C2 zomer	93	61
C2 winter	64	Geen wijziging
C3	377	Geen wijziging



Figuur 2: Herijking bandenlabels 2013

Voor het onderhavige onderzoek houden we bij de verdere analyse vast aan de top 7 van 2013. Dit heeft een marginaal effect op de labelverdeling en maakt een zuiverdere vergelijking mogelijk van de prestaties van banden in 2013 en 2016.

2.3.2 Vergelijking label data 2016 versus 2013

In Figuur 3 worden de label waarden van 2016 vergeleken met 2013. Voor alle aspecten en alle klassen banden is er een kleine verschuiving naar betere label waarden. Het aantal banden met een A (en B) label neemt toe en het aantal banden met het slechtste label neemt af. Naar verwachting zullen deze de komende maanden snel verder afnemen, mede als gevolg van strengere limieten voor de typegoedkeuring. De banden met de slechtste label waarden uit dit overzicht mogen vanaf 1 november 2016 niet meer geproduceerd worden (reeds geproduceerde banden mogen iets langer verkocht worden).



Figuur 3: Verdeling van bandenlabels 2016 vs. 2013

2.4 Verwachte bandenlabel waarden in 2020

2.4.1 Expert judgement voor het zichtjaar 2020

In deze paragraaf wordt een “expert judgement” gegeven voor de te verwachten labelwaarden in 2020. Dit expert judgment is gebaseerd op de visie van de vier auteurs en geverifieerd met een mini-enquête onder een twintigtal (internationale) vakgenoten.

De resultaten van deze mini-enquête bevestigen het expert judgment van de vier auteurs. Dit betekent ook dat de te verwachten trends in Nederland gelijk lopen met de internationale trends.

Op dit moment verwachten de auteurs de volgende verschuivingen voor de drie criteria:

- Bij Geluid zal er een kleine verschuiving plaatsvinden, omdat de C labels verder uit zullen faseren. Deze zitten boven de huidige limiet en mogen in 2020 niet meer verkocht worden. Verder zal er een kleine “autonome” trend zijn naar steeds betere prestaties. Dit combinerend wordt hier een gelijke trend verwacht als van 2013 naar 2016.
- Bij Wet Grip is er geen duidelijke drive van limietwaarden. De huidige populatie is ruim beter dan de limiet. Wel is er een “autonome” trend naar steeds betere prestaties. Deze wordt meer dan bij geluid gestuurd door klantenwensen en/of marketing. Ook hier wordt een gelijke trend verwacht als van 2013 naar 2016.
- Bij Rolweerstand wordt een veel grotere verbetering verwacht. Enerzijds is dit ingegeven door de tweede fase limiet waarden die vanaf 1 nov 2016 geleidelijk van kracht worden (eerst nieuwe typen, dan productie en daarna verkoop). Hierdoor zullen zeker 15 a 20% van de huidige banden moeten worden verbeterd. Anderzijds is hier een forse klantenwens van met name voertuigfabrikanten in verband met CO₂ eisen, maar ook vanuit transporteurs in verband met brandstofbesparing.

De verwachtingen voor 2020 zijn vertaald in een kwantitatieve verschuiving. Deze is in Tabel 4 weergegeven als gemiddelde labelwaarde 2020. Ter vergelijking zijn tevens de gemiddeld labelwaardes van 2013 en 2016 opgenomen en ook de verdeling van Triple-A label banden.

Tabel 4: Gemiddelde labelwaardes voor Rolweerstand (RR), Grip op nat wegdek (WG) en Geluid (Noise en dB) in 2013, 2016, verwachting 2020 en Triple-A (AAA). 1=A, 2=B, 3=C, ...

		2013	2016	2020	AAA	Vershil 2013-2016	Vershil 2016-2020	Vershil 2016-AAA
C1	RR	4,4	4,0	3	1	0,3	1,0	3,0
	WG	2,6	2,3	2	1	0,4	0,3	1,3
	Noise	1,9	1,8	1,7	1	0,1	0,1	0,8
	dB	69,9	69,7	69,5	67 à 69	0,2	0,2	max. 1,7
C2	RR	4,3	4,1	3	1	0,2	1,1	3,1
	WG	2,7	2,6	2,5	1	0,1	0,1	1,6
	Noise	2,0	1,9	1,8	1	0,1	0,1	0,9
	dB	71,6	71,2	70,8	69 à 70	0,4	0,4	max. 2,2
C3	RR	3,7	3,6	3	1	0,2	0,6	2,6
	WG	2,5	2,5	2,4	1	0,1	0,1	1,5
	Noise	1,8	1,6	1,4	1	0,1	0,2	0,6
	dB	72,2	71,9	71,6	70 à 72	0,3	0,3	max. 1,9

2.4.2 *Invloed Nederlandse bandencampagne*

Het bovenstaande expert judgement is grotendeels gebaseerd op internationale trends. Op dit moment loopt er in Nederland echter een bewustwordingscampagne 'Kies de Beste Band' (<http://kiesdebesteband.nl/>). Deze campagne informeert de automobilist over de prestaties van banden, de rol van het bandenlabel en bandentesten en de baten die te behalen zijn met de montage van betere banden en het op spanning houden van banden. Het doel is om een vrijwillige marktverschuiving te realiseren naar banden met betere prestaties.

Daarnaast maakt Nederland zich internationaal (in Brussel en Geneve) hard voor een volgende aanscherping van de limietwaarden van banden. Hierdoor zouden de minimale prestaties van banden worden verbeterd. Ook dit zou kunnen resulteren in gemiddeld betere prestaties van banden.

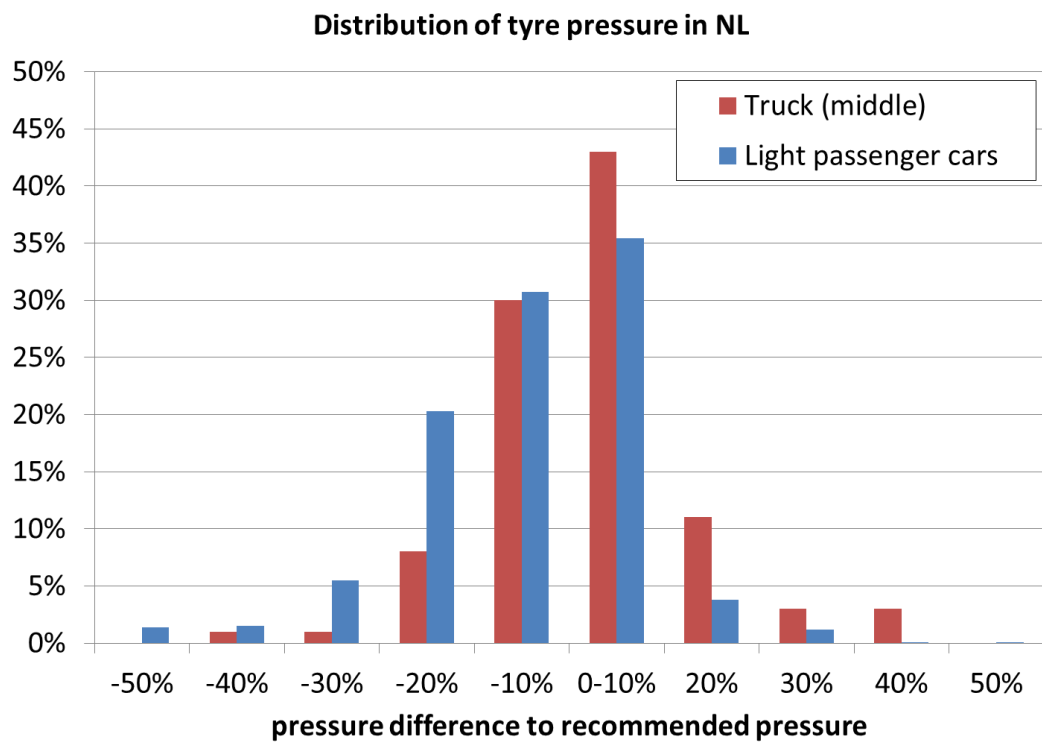
Het effect van beide initiatieven (campagne en aanscherping van limietwaarde) is op dit moment nog conservatief ingeschat (gelijk aan campagnes van andere landen c.q. aanscherping na 2020). Het zou echter kunnen zijn dat de bewustwording in Nederland de komende tijd fors verbetert of dat de discussie over de nieuwe limieten in een stroomversnelling komen. In dat geval zullen de verwachtingen voor 2020 naar boven bijgesteld moeten worden.

2.5 **Bandenspanning**

De bandenspanning van voertuigen wordt in Nederland niet centraal gedocumenteerd of gemonitord. De bandenspanning van voertuigen in Nederland wordt daarom bepaald op basis van beschikbare literatuurbronnen. Zowordt aangenomen, dat de bandenspanning in Nederland niet afwijkt van de bandenspanning in andere Europese landen. Voor licht wegverkeer (personen en bestelauto's) wordt uitgegaan van de bandenspanning verdeling zoals gedocumenteerd in [GRRF, 2008]. De bandenspanning voor zwaar wegverkeer (vracht en bussen) is bepaald op basis van [TNO, 2013].

De bandenspanning voor licht en zwaar wegverkeer is geplot in Figuur 4. De daadwerkelijke spanning wordt weergegeven als procentuele afwijking van de referentiespanning. Statistisch gezien hebben ongeveer 10% van de banden in het zwaar wegtransport een onderspanning die minimaal 20% lager is dan de referentiespanning. Een kleine aandeel van de banden (<2%) heeft zelfs een gevaarlijk lage onderspanning, i.e. 30 à 40% lager dan de referentie. Ongeveer 60% van de banden is met de juiste spanning opgepompt of heeft zelfs overspanning. In vergelijking met vrachtauto's is dit gedeelte veel kleiner voor personenauto's. Bij personenauto's is het eerder omgekeerd: 60% van de banden heeft onderspanning. De logistieke sector gaat, zo lijkt het, bewuster om met bandenspanning dan de gemiddelde Nederlandse automobilist.

Lichte onderspanning kan niet geheel worden voorkomen, omdat banden altijd lucht verliezen via osmose, diffusie van de lucht door de rubberen banden. Door de bandenspanning vaak te controleren en bij te pompen kan aanzienlijke onderspanning (20% of meer) wel worden voorkomen.



Figuur 4: Verdeling van de bandenspanning in Nederland in 2016 op basis van [GRRF, 2008][TNO, 2013]

3 Effecten van het bandenlabel en de bandenspanning op het energieverbruik van het verkeer in Nederland

De in 2016 bepaalde verdeling van bandenlabels laat doorgaans een verschuiving zien naar betere labels voor rolweerstand ten opzicht van 2013, zie hoofdstuk 2. De verwachting is dat deze trend zich tot 2020 zal doorzetten en zelfs versterken omdat een lagere rolweerstand zich direct vertaalt in een lagere brandstofverbruik. Marktpartijen hebben dus extra incentive om hiervoor te kiezen.

In dit hoofdstuk worden de effecten berekend van de bandenlabel waarden in de jaren 2013, 2016 en 2020. De resultaten worden gebruikt om uitspraken te maken voor de volgende vijf cases:

- Herijking 2016 - Triple-A: De potentiële baten van A-label banden wordt op nieuw bepaald uitgaande van de verdeling van bandenlabels in 2016 en de recente verkeersgegevens in Nederland (stap 1).
- Monitoring 2013 - 2016: Tussen 2013 en 2016 heeft een verschuiving in bandenlabels plaatsgevonden in Nederland. Welke baten zijn gerealiseerd op niveau van energie, geluid en veiligheid? Het effect wordt bepaald door de verdeling van bandenlabels in 2016 te vergelijken met de verdeling in 2013 en voor beide de potentiële baten van Triple-A banden uit te rekenen en gebruik te maken van de recente verkeersgegevens (stap 1).
- Prognose 2016 - 2020: De verwachte verdeling van bandenlabels in 2020 wordt vergeleken met de verdeling in 2016 om de potentiële baten van Triple-A banden van 2016 tot 2020 te bepalen. Ook voor 2020 worden dezelfde recente verkeersgegevens gebruikt (stap 1).
- Additioneel potentieel bandenspanning: De huidige verdeling van de bandenspanning in Nederland wordt gebruikt als baseline voor het bepalen van het potentieel van de juiste bandenspanning.
- Beste band en banden op spanning: De huidige verdeling van de bandenspanning en de gemiddelde band in Nederland wordt gebruikt als baseline voor het bepalen van het potentieel van de juiste bandenspanning en de beste band.

Het energiebesparingspotentieel wordt gecijferd door de volgende parameters:

- reductie brandstofverbruik [in liter benzine of diesel];
- reductie brandstofkosten [in Euro];
- en CO₂ emissies [in tonnen].

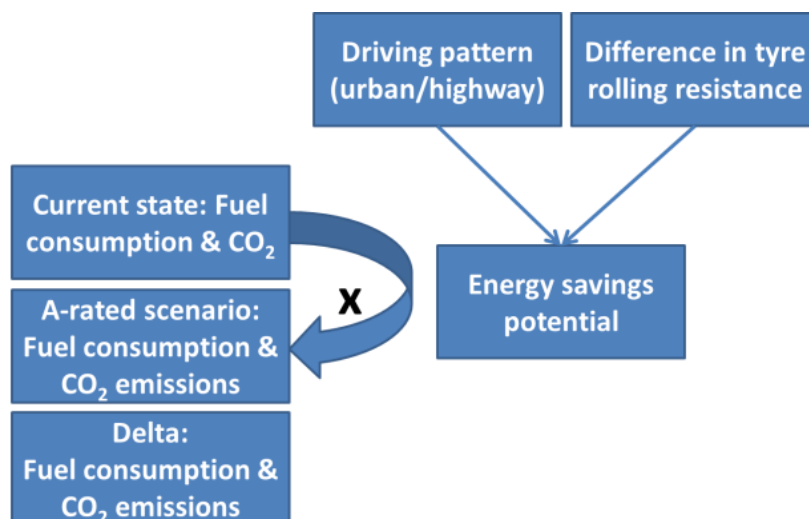
Voor de verschillende zichtjaren en scenario's (2013, 2016, 2020 en Triple-A) wordt voor alle doeljaren gebruik gemaakt van dezelfde set van de meest recente verkeersprestaties.

3.1 Methodiek

De gebruikte methodiek volgt de zelfde stappen als in de eerdere Triple-A studie. Een schematische overzicht van de stappen is weergegeven in Figuur 5. Een korte uitleg volgt onderstaande. Voor meer uitleg wordt verwezen naar [TNO, 2014b].

Uitgaande van de verkeersprestatie wordt het energiebesparingspotentieel berekend voor verschillende voertuigcategorieën. Een besparingspotentieel ontstaat doordat de rolweerstand van de band verandert, bijvoorbeeld door een beter label of het voorkomen van onderspanning. Een lagere rolweerstand resulteert in een lager brandstofverbruik en

CO₂-emissie. Het besparingspotentieel is ook afhankelijk van het rijgedrag. In de stad heeft rolweerstand een groter aandeel in het brandstofverbruik dan op de snelweg. Voor iedere voertuig wordt dus gerekend met een verdeling van stedelijke en snelweg kilometers.



Figuur 5: Schematische overzicht van de gebruikte methodiek, zie [TNO, 2014b]

3.2 Aannames en basisinformatie

De berekening van het energiebesparingspotentieel is gebaseerd op de meest recente verkeersprestaties in Nederland, zie Tabel 5. Het verreden aantal kilometer komt van CBS [CBS, 2016a] voor het jaar 2014. Het brandstofverbruik en CO₂-uitstoot van de voertuig categorieën zijn gebaseerd op geaggregeerde emissiefactoren uit VERSIT [TNO, 2016a]. Er is uitgegaan van de gemiddelde brandstofprijs in 2016 tot nu [CBS, 2016b]. Voor diesel is dit 1,10 €/l, voor benzine 1,45 €/l. De brandstofkosten exclusief accijns en BTW zijn 0,43 €/l voor diesel en 0,44 €/l voor benzine.

Tabel 5: Verkeersprestaties Nederland, 2014 [CBS, 2016a][TNO, 2016a][CBS, 2016b]

Voertuig categorieën	Verreden kilometer [Mkm]	Aandeel stedelijk [%]	Aandeel snelweg [%]	Brandstof verbruik [MI]	Brandstof kosten [M€]	CO ₂ uitstoot [MtCO ₂]
Personenauto's (benzine)	68.318	33%	67%	5.307	2.335	12,6
Personenauto's (diesel)	31.724	36%	64%	1.967	865	5,1
Bestelauto's	16.412	37%	63%	1.350	594	3,5
Middelzware vracht	218	23%	77%	45	19	0,1
Zware vracht	6.280	22%	78%	2.088	898	5,4
Bussen	619	44%	56%	200	88	0,5
TOTAAL	123.571			10.956	4.800	27

De verkeersprestaties laten zich samenvatten als volgt: Het wegverkeer in Nederland rijdt jaarlijks ca. 125 miljard kilometer. Daarbij verbruikt het 10 miljard liter aan brandstof, hetgeen overeen komt met 5 miljard Euro aan brandstofkosten [ex. accijns, ex. BTW]. Het wegverkeer veroorzaakt hierdoor een CO₂ uitstoot van ongeveer 27 Megaton.

De verkeersprestaties verschillen licht met het eerdere onderzoek [TNO, 2014b] op een aantal punten: In deze studie is het aantal gereden kilometers lager, het brandstofverbruik hoger en de brandstofkosten lager. De redenen hiervoor zijn:

1. Het aantal gereden kilometers in het vorige onderzoek was gebaseerd op een verwachting voor het zichtjaar 2015. Daadwerkelijk is de economie minder hard gegroeid dan voorspeld waardoor het door CBS daadwerkelijk geregistreerde aantal kilometers in 2014 10% lager zijn dan werd verwacht voor 2015.
2. Het brandstofverbruik en de CO₂-emissies van voertuigen zijn in een recente studie naar boven gecorrigeerd om beter rekening te houden met het praktijkverbruik [TNO, 2016a] [TNO, 2016b]. Een vergelijking van het brandstofverbruik is weergegeven in de volgende tabel (Tabel 6). Het is te zien, dat het vooral om het lichte wegverkeer (personenauto's en bestelauto's) gaat. Op basis van de nieuwste inzicht verbruiken bestelwagens ca. 25% meer diesel dan eerder is geraamd.
3. De brandstofkosten zijn de afgelopen jaren (vooral in 2015) sterk gedaald.

Tabel 6: Vergelijking brandstofverbruik op basis van TNO emissiefactoren 2014 en 2016

Voertuig categorieën	Gemiddeld brandstofverbruik in liters per 100 km [TNO, 2014a]	Gemiddeld brandstofverbruik in liters per 100 km [TNO, 2016a][TNO, 2016b]
Personenauto's (benzine)	6,4	7,8
Personenauto's (diesel)	5,5	6,2
Bestelauto's	6,5	8,2
Middelzware vracht	13,2	13,6
Zware vracht	32,1	33,2
Bussen	31,1	32,3

Zoals geschetst in hoofdstuk 2 heeft er sinds 2013 doorgaans (over C1, C2 en C3 banden) een verschuiving plaatsgevonden naar betere labels voor rolweerstand. Een labelwaarde geeft steeds een bandbreedte aan. Een B-label voor personenauto's zegt bijvoorbeeld alleen dat het gemeten rolweerstand van de band tussen 6.6 en 7.7 [N/kN] ligt. De exacte meetwaarde wordt niet vermeldt. Als men voor ieder label van het gemiddelde waarde uitgaat heeft er tussen 2013 en 2016 een reductie van het rolweerstand plaatsgevonden tussen de 2 en 4% (zie Tabel 7). De verwachting voor 2020 is, dat het rolweerstand nog verder zal afnemen met 8-10%. De maximaal haalbare reductie (A-label banden) bedraagt op dit moment 30-35%.

Tabel 7: Het gemiddelde rolweerstand in 2013 en 2016, prognose voor 2020 en A-label waarden

Banden categorieën	2013	2016	2020	AAA	Vershil 2013-2016	Vershil 2016-2020	Vershil 2016-AAA
C1	9,5	9,1	8,4	6,5	0,33 (4%)	0,71 (8%)	1,94 (29%)
C2	8,3	8,1	7,4	5,5	0,18 (2%)	0,66 (8%)	1,93 (32%)
C3	3,6	6,1	5,6	4	0,15 (2%)	0,59 (10%)	1,55 (35%)

C1-, C2- en C3-banden worden respectievelijk toegepast in het lichte, middelzware en zware wegverkeer. Door gebruik te maken van de in [TNO, 2014b] beschreven methodiek, kan de effecten op het brandstofverbruik worden bepaald op basis van de veranderingen in de rolweerstand. Het besparingspotentieel is berekend op basis van de verdeling van voertuigkilometers in de stad en op het snelweg. Dit is belangrijk omdat het aandeel van de rolweerstand in het brandstofverbruik gemiddeld hoger is bij hoge snelheden als bij lage snelheden.

De effecten zijn weergegeven in Tabel 8 en geven aan, dat het brandstofverbruik sinds 2013 licht is afgenomen met ongeveer 0,5%. De verwachting is dat het brandstofverbruik tot 2020 verder zal worden teruggedrongen met goed 1%. Het resterende besparingspotentieel van A-label banden is nog steeds hoog en bedraagt 4-5%. Door de geëffectueerde besparing tussen 2013 en 2016 is het besparingspotentieel iets afgenomen. Het maximale potentieel van de juiste bandenspanning (= voorkomen van onderspanning) is in een eerdere studie in kaart gebracht [TNO, 2015] en bedraagt tussen de 1 en 1,5%.

Tabel 8: Verwacht effect van veranderingen in de rolweerstand op het brandstofverbruik

Voertuig categorieën	2013-2016 [%]	2016-2020 [%]	2016-AAA [%]	Banden-spanning t.o.v. 2016 [%]	Beste band en banden op spanning t.o.v. 2016 [%]
Personenauto's (benzine)	0,6%	1,3%	4,9%	1,5%	6,3%
Personenauto's (diesel)	0,6%	1,3%	4,9%	1,5%	6,3%
Bestelauto's	0,6%	1,3%	4,9%	1,5%	6,3%
Middelzware vracht	0,3%	1,0%	3,9%	0,9%	4,7%
Zware vracht	0,3%	1,1%	4,0%	1,0%	5,0%
Bussen	0,3%	1,1%	3,9%	1,0%	5,0%

3.3 Resultaten

De resultaten van de bovenbeschreven vier cases worden getoond in de volgende secties. De besparingen op brandstofkosten zijn berekend vanuit de maatschappelijke perspectieve: ex. accijns, ex. BTW. Een berekening vanuit de eindgebruiker perspectieve volgt onderaan voor case 5: de beste band en banden op spanning.

3.3.1 Monitoring 2013 – 2016

Tabel 9 geeft de absolute besparing weer voor de periode van 2013 tot 2016. De reductie van ongeveer 0,5% in het brandstofverbruik heeft geresulteerd in een besparing van grofweg 60 miljoen liter brandstof, hetgeen overeen komt met een kostenbesparing van 25 miljoen Euro en een reductie van 100 kilotonnen CO₂.

Tabel 9: Monitoring 2013 - 2016: Reductie in brandstofverbruik, brandstofkosten en CO₂-uitstoot vanuit de maatschappelijke perspectieve, i.e. exclusief belasting.

Voertuig categorieën	Verreden kilometer [Mkm]	Brandstof-verbruik [MI]	Brandstof-kosten [M€]	CO ₂ uitstoot [MtCO ₂]
Personenauto's (benzine)	68.318	32	14	0,1
Personenauto's (diesel)	31.724	12	5	0,0
Bestelauto's	16.412	8	4	0,0
Middelzware vracht	218	0	0	0,0
Zware vracht	6.280	6	2	0,0
Bussen	619	1	0	0,0
TOTAAL	123.571	58	25	0,1

3.3.2 Herijking 2016 – Triple-A

Tabel 10 geeft het resterend besparingspotentieel van A-label banden weer in de periode van 2016 tot 2020. De reductie van goed 4-5% in het brandstofverbruik vertaald zich naar een besparing van grofweg 500 miljoen liter brandstof, hetgeen over overeen komt met een kostenbesparing van 230 miljoen Euro en een reductie van 1,3 Megaton CO₂. Het valt op, dat het besparingspotentieel ten opzichte van eerdere berekeningen in [TNO, 2014b] licht is gedaald. Dit heeft te maken met de gerealiseerde verschuiving in bandenlabels van 2013 tot 2016. Dit effect wordt licht gecompenseerd door het naar boven bijgestelde brandstofverbruik van licht wegverkeer volgens [TNO, 2016a][TNO, 2016b].

Tabel 10: Herijking 2016 - Triple-A: Reductie in brandstofverbruik, brandstofkosten en CO₂-uitstoot vanuit de maatschappelijke perspectieve, i.e. exclusief belasting.

Voertuig categorieën	Verreden kilometer [Mkm]	Brandstof-verbruik [MI]	Brandstof-kosten [M€]	CO ₂ uitstoot [MtCO ₂]
Personenauto's (benzine)	68.318	261	115	0,6
Personenauto's (diesel)	31.724	97	43	0,3
Bestelauto's	16.412	66	29	0,2
Middelzware vracht	218	2	1	0,0
Zware vracht	6.280	84	36	0,2
Bussen	619	8	3	0,0
TOTAAL	123.571	517	227	1,3

3.3.3 Prognose 2016 – 2020

Tabel 11 geeft de naar verwachting mogelijke reductie weer in de periode van 2016 tot 2020. De reductie van goed 1% in het brandstofverbruik vertaalt zich naar een besparing van grofweg 140 miljoen liter brandstof, hetgeen over overeen komt met een kostenbesparing van 60 miljoen Euro en een reductie van 0,3 Megaton CO₂.

Tabel 11: Prognose 2016 - 2020: Reductie in brandstofverbruik, brandstofkosten en CO₂-uitstoot vanuit de maatschappelijke perspectieve, i.e. exclusief belasting.

Voertuig categorieën	Verreden kilometer [Mkm]	Brandstof-verbruik [MI]	Brandstof-kosten [M€]	CO ₂ uitstoot [MtCO ₂]
Personenauto's (benzine)	68.318	70	31	0,2
Personenauto's (diesel)	31.724	26	11	0,1
Bestelauto's	16.412	18	8	0,0
Middelzware vracht	218	0	0	0,0
Zware vracht	6.280	23	10	0,1
Bussen	619	2	1	0,0
TOTAAL	123.571	139	61	0,3

3.3.4 Additioneel potentieel bandenspanning

Het additioneel besparingspotentieel van de juiste bandenspanning is weergegeven in Tabel 12. Door het voorkomen van onderspanning laten zich 1-1,5% in het brandstofverbruik besparen. Dit komt overeen met een besparing van grofweg 150 miljoen liter brandstof, 70 miljoen Euro en een reductie van 0,4 Megaton CO₂.

Tabel 12: Additioneel potentieel bandenspanning: Reductie in brandstofverbruik, brandstofkosten en CO₂-uitstoot vanuit de maatschappelijke perspectieve, i.e. exclusief belasting.

Voertuig categorieën	Verreden kilometer [Mkm]	Brandstof-verbruik [MI]	Brandstof-kosten [M€]	CO ₂ uitstoot [MtCO ₂]
Personenauto's (benzine)	68.318	80	35	0,2
Personenauto's (diesel)	31.724	30	13	0,1
Bestelauto's	16.412	20	9	0,1
Middelzware vracht	218	0	0	0,0
Zware vracht	6.280	21	9	0,1
Bussen	619	2	1	0,0
TOTAAL	123.571	153	67	0,4

3.3.5 Beste band en banden op spanning

Het potentieel van de beste band in combinatie met de juiste bandenspanning is weergegeven in Tabel 13. Door het voorkomen van onderspanning en kiezen voor de beste band voor rolweerstand laten zich 1-1,5% in het brandstofverbruik besparen. Dit komt overeen met een besparing van grofweg 150 miljoen liter brandstof, 70 miljoen Euro en een reductie van 0,4 Megaton CO₂.

Tabel 13: Beste band en banden op spanning: Reductie in brandstofverbruik, brandstofkosten en CO₂-uitstoot vanuit de maatschappelijke perspectieve, i.e. exclusief belasting.

Voertuig categorieën	Verreden kilometer [Mkm]	Brandstof-verbruik [MJ]	Brandstof-kosten [M€]	CO ₂ uitstoot [MtCO ₂]
Personenauto's (benzine)	68.318	340	150	0,8
Personenauto's (diesel)	31.724	126	56	0,3
Bestelauto's	16.412	87	38	0,2
Middelzware vracht	218	1	1	0,0
Zware vracht	6.280	105	45	0,3
Bussen	619	10	4	0,0
TOTAAL	123.571	669	293	1,7

De potentiële besparing voor de eindgebruiker van de beste band (in combinatie met de juiste bandenspanning) wordt getoond in Tabel 14. Bij een jaarkilometrage van 17.000 en een praktijkverbruik van ongeveer 8 l/100km bespaart een gemiddelde benzine-auto ongeveer 120 Euro per jaar. Een zakelijke rijder met een diesel-auto en een jaarkilometrage van 35.000 kilometer bespaart ongeveer 150 Euro per jaar. Het grootste besparingspotentieel hebben zware vrachtauto's. Dit komt enerzijds door de hoge jaarkilometrage van 130.000 en anderzijds door het hoge percentage snelwegkilometers. De gemiddelde snelheid en het besparingspotentieel zijn hier hoger omdat het aandeel van de rolweerstand in het brandstofverbruik hoger is.

Tabel 14: Potentiële besparing voor de eindgebruiker bij gebruik van de beste band voor rolweerstand (en banden op spanning), i.e. inclusief belasting

Voertuig categorieën	Jaar-kilometrage [km]	Praktijk-verbruik [l/100km]	Reductie in brandstof-verbruik [l]	Reductie in brandstof-kosten [€]	Reductie in CO ₂ uitstoot [tCO ₂]
Personenauto's (benzine)	17.000	7,8	65 (84)	94 (121)	0,2 (0,2)
Personenauto's (diesel)	35.000	6,2	107 (138)	117 (151)	0,3 (0,4)
Bestelauto's	35.000	8,2	142 (183)	156 (201)	0,4 (0,5)
Middelzware vracht	60.000	13,6	318 (388)	349 (427)	0,8 (1,0)
Zware vracht	130.000	33,2	1736 (2150)	1909 (2365)	4,5 (5,6)
Bussen	50.000	32,3	634 (789)	697 (868)	1,7 (2,1)

3.4 Conclusie

Het potentieel van banden met laag rolweerstand en de banden op spanning is weergegeven in de volgende tabel voor vier cases. Het totale potentieel van lage rolweerstand banden en banden op spanning bedraagt jaarlijks 294 miljoen Euro, de som van beide potentiëlen.

Tabel 15: Maatschappelijk potentieel van banden met lage rolweerstand en de juiste bandenspanning

	Herijking 2016 – Triple-A	Monitoring 2013 - 2016	Prognose 2016 – 2020	Additioneel potentieel bandenspanning	Beste band en banden op spanning
Brandstofbesparing [MI]	517	58	139	153	669
Reductie van CO₂ emissies [MtCO₂]	1,3	0,1	0,3	0,4	1,7
Kostenbesparing [M€]	227	25	61	67	293

4 Effecten van het bandenlabel en de bandenspanning op de verkeersveiligheid in Nederland

De in 2016 bepaalde verdeling van bandenlabels laat doorgaans een verschuiving zien naar betere labels voor grip op nat wegdek ten opzicht van 2013, zie hoofdstuk 2. De verwachting is dat deze trend zich tot 2020 zal doorzetten.

In dit hoofdstuk zijn de effecten bepaald van betere labels op de verkeersveiligheid voor vijf cases:

- Herijking 2016 - Triple-A: De potentiële baten van A-label banden wordt op nieuw bepaald uitgaande van de verdeling van bandenlabels in 2016 en de recente verkeersgegevens in Nederland (stap1).
- Monitoring 2013 - 2016: Tussen 2013 en 2016 heeft een verschuiving in bandenlabels plaatsgevonden in Nederland. Welke baten zijn gerealiseerd op niveau van energie, geluid en veiligheid? Het effect wordt bepaald door de verdeling van bandenlabels in 2016 te vergelijken met de verdeling in 2013 en voor beide de potentiële baten van Triple-A banden uit te rekenen en gebruik te maken van de recente verkeersgegevens (stap 1).
- Prognose 2016 - 2020: De verwachte verdeling van bandenlabels in 2020 wordt vergeleken met de verdeling in 2016 om de potentiële baten van Triple-A banden van 2016 tot 2020 te bepalen. Ook voor 2020 worden dezelfde recente verkeersgegevens gebruikt (stap 1).
- Additioneel potentieel bandenspanning: De huidige verdeling van de bandenspanning in Nederland wordt gebruikt als baseline voor het bepalen van het potentieel van de juiste bandenspanning.
- Beste band en banden op spanning: De huidige verdeling van de bandenspanning en de gemiddelde band in Nederland wordt gebruikt als baseline voor het bepalen van het potentieel van de juiste bandenspanning en de beste band.

De volgende effecten worden berekend:

- Reductie van het aantal slachtoffers
 - Verkeersdoden
 - Zwaar gewonden
 - Licht gewonden
- Monetaire baten als gevolg van verbeterde verkeersveiligheid met minder doden en gewonden.

4.1 Methodiek

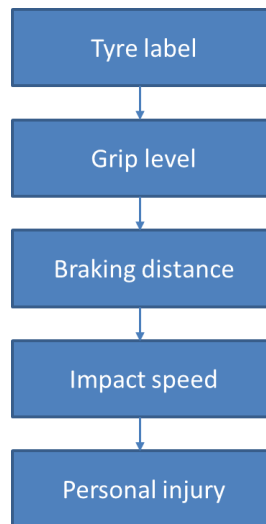
De gevolgde methodiek is dezelfde als in de Triple-A studie uit 2014 [TNO, 2014b]. De verbetering betreffende de wet grip eigenschap van personenwagenbanden is gebaseerd op de aanname dat bij ongevallen de botssnelheid op nat wegdek lager zal zijn bij banden met een wet grip label A. vanwege de betere grip op natte wegen. Als gevolg hiervan zijn de letsels gemiddeld minder ernstig. Een kort overzicht van de methode volgt hieronder.

Alleen ongevallen op een nat wegdek worden beschouwd, en de aard van de ongevallen is gerelateerd aan het type wegeninfrastructuur en typische rijnsnelheid. In het vorige onderzoek is de methodiek ontwikkeld voor een gedetailleerde beoordeling, namelijk voor vier verschillende scenario's op een nat wegdek:

A. Auto-auto ongevallen op stadswegen (50 km/u);

- B. Auto-auto ongevallen op provinciale wegen (80 km/u);
- C. Auto-auto-ongevallen op snelwegen (120 km/u);
- D. Auto-voetganger ongevallen.

De methode van verwerking wordt in onderstaand schema weergegeven. In het rapport van 2014 is de potentiële ongevalsreductie bepaald voor C1-, C2- en C3-banden volgens dit schema. Omdat het aantal mogelijke reducties van dodelijke slachtoffers erg klein bleek (4 voor C2 en 2 voor C3 banden) en een herberekening niet tot relevante cijfers zou kunnen lijden¹ is in dit rapport alleen een herberekening voor C1-banden gedaan.



Figuur 6: Schematische aanpak voor het bepalen van bandenlabel wetgrip

4.2 Aannames en basisinformatie

4.2.1 BRON data

Het uitgangspunt van de analyse is de causaliteit van ongevallen die op basis van ongevalsregistraties in 2009 is ingeschat [BRON, 2009], zie Tabel 16. Dit zijn de meest recente ongevalsregistraties waarin voldoende detail aanwezig is voor een betrouwbare inschatting van het aantal gewonden en verkeersdoden. Vanaf 2010 is in BRON de registratiegraad van gewonden onbekend, waardoor deze cijfers met de nodige voorzichtigheid betracht moeten worden. Ook voor het aantal dodelijke ongevallen is de registratiegraad afgenomen van 92% in 2009 naar 84% in 2014. Reden hiervoor is onder andere de invoering van een nieuw automatiseringssysteem en de kenmerkenmelding bij gelijktijdige afschaffing van de registratieset. Hierdoor kunnen een aantal reeksen na 2009 niet meer worden voortgezet. Er moet dus ervan worden uitgegaan, dat de aantallen in na 2009 zeer laag en dus onrealistisch zijn. De ongevallenstatistiek uit 2009 is nauwkeuriger aan de ene kant, aan de andere kant is het aantal ongevallen waarschijnlijk hoger dan nu vanwege de toegenomen verkeersveiligheid tussen 2009 en 2016.

¹ Herberekening leidt tot reductie van enkele decimale fracties in slachtoffers, bijvoorbeeld 0.3 minder zwaar gewonden.

Tabel 16: BRON ongevals cijfers 2009 op natte wegen

Auto-Auto/ Auto-voetganger	Stedelijk	Regionaal	Snelweg	Voetganger	Totaal
Verkeersdoden	19	52	18	8	97
Zwaar gewonden	327	226	74	56	683
Licht gewonden	1777	686	310	128	2901

4.2.2 Verdeling van banden

Omdat uit eerder onderzoek is gebleken, dat de reductie in het mogelijke aantal slachtoffers voor C2- en C3-banden (respectievelijk bestelauto's en bussen / vrachtwagens) redelijk klein was, wordt voor deze studie alleen naar C1-banden gekeken, namelijk personenauto's. Een verandering van één slachtoffer min of meer voor deze banden zou meteen en vrijwel grote relatieve verandering betekenen en wordt daarom niet verder uitgewerkt.

De wet grip label distributie van personenwagenbanden (C1) van 2016 staan vermeld in onderstaande tabel. In deze tabel is tevens de verdeling van 2013, de verwachte verdeling van 2020 en de verdeling van Triple-A banden weergegeven.

Tabel 17: Verdeling van C1 wet grip labels

Label	Waarde	2013	2016	2020	AAA	Vershil 2013- 2016	Vershil 2016- 2020	Vershil 2016- AAA
A	1	12%	20%	28%	100%	+8%	+8%	+72%
B	2	39%	46%	49%	0%	+7%	+3%	-49%
C	3	37%	29%	21%	0%	-8%	-8%	-21%
D	4	n.v.t.				n.v.t.		
E	5	12%	5%	2%	0%	-7%	-3%	-2%
F	6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Gemiddeld		2.61	2.24	1.99	1	-0.37	-0.25	-0.99

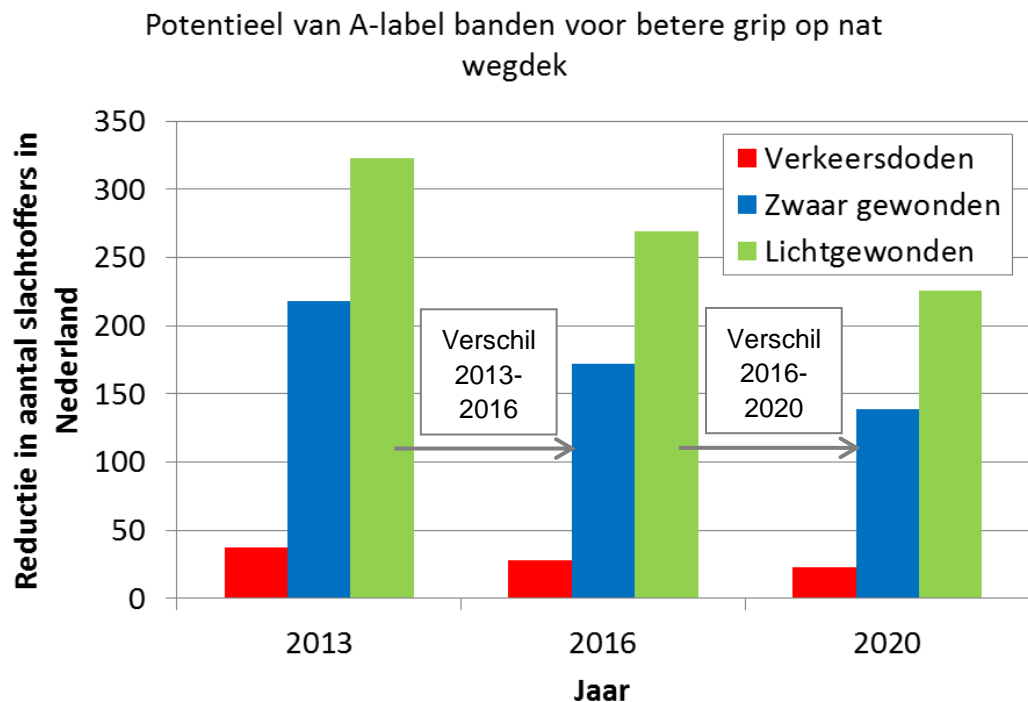
In 2016 is er duidelijk een verbetering opgetreden naar betere wet grip labels. Het aandeel wet grip label A is gestegen van 12% in 2013 naar 20% in 2016. Daarnaast hadden in 2013 50% (1/2) van de C1-banden een wet grip label A of B en dit is in 2016 gestegen naar 66% (2/3). Het aandeel C1-banden, dat geen wet grip A label heeft, is gedaald van 88% in 2013 naar 80% in 2016, hetgeen een afname betekent van ca. 9%.

4.3 Resultaten

De analysemethode genereert een inschatting van de reductie in verkeersslachtoffers door het gebruik van Triple-A banden. De resultaten uit de berekening zijn weergegeven in de onderstaande figuur voor auto ongevallen, en ongevallen waarbij voetgangers of fietsers worden aangereden.

Figuur 7 geeft voor de drie zichtjaren 2013, 2016 en 2020 het potentiële effect van het gebruik van A-label banden op het aantal verkeersslachtoffers in Nederland door betere grip op nat wegdek. Dit potentieel neemt over de jaren af door het gebruik van betere banden. Indien alle auto's uitgerust zijn met Triple-A banden zou het reductiepotentieel immers nul zijn. Het gerealiseerde potentieel tussen 2013 en 2016 en het verwachte

potentieel tussen 2016 en 2020 wordt in de volgende secties besproken, samen met het additioneel potentieel van de juiste bandenspanning.



Figuur 7: Potentieel van A-label banden voor betere grip op nat wegdek.

4.3.1 Monitoring 2013 – 2016

De gerealiseerde reductie van verkeersslachtoffers door gebruik van betere banden voor nat wegdek is gegeven in de Tabel 18. Zoals is af te lezen zijn er naar verwachting 9 minder verkeersdoden in 2016 doordat met betere banden gereden wordt.

Tabel 18: Monitoring 2013 – 2016: potentieel als gevolg van betere banden voor grip op nat wegdek

Auto-Auto/Auto-voetganger	2013 - 2016	Kostenbesparing [M€]
Verkeersdoden	9	22.5
Zwaar gewonden	46	12.9
Licht gewonden	54	0.5
TOTAAL		35.9

4.3.2 Herijking 2016 – Triple-A

Het absolute potentieel voor A-label banden voor betere grip op nat wegdek is weergegeven in Tabel 19. De prognose voor 2020 is dat er nog eens 5 verkeersdoden minder zullen zijn doordat met betere banden gereden wordt.

Tabel 19: Herijking 2016 – Triple-A: potentieel als gevolg van betere banden voor grip op nat wegdek

Auto-Auto/Auto-voetganger	2016 - AAA	Kostenbesparing [M€]
Verkeersdoden	28	70.0
Zwaar gewonden	172	48.2
Licht gewonden	269	2.4
TOTAAL		120.6

4.3.3 Prognose 2016 – 2020

De verwachte reductie van verkeersslachtoffers door gebruik van betere banden voor nat wegdek is gegeven in de Tabel 20. De prognose voor 2020 is dat er nog eens 5 verkeersdoden minder zullen zijn doordat met betere banden gereden wordt.

Tabel 20: Prognose 2016 – 2020: potentieel als gevolg van betere banden voor grip op nat wegdek

Auto-Auto/Auto-voetganger	2016 - 2020	Kostenbesparing [M€]
Verkeersdoden	5	12.5
Zwaar gewonden	33	9.2
Licht gewonden	43	0.4
TOTAAL		22.1

4.3.4 Additioneel potentieel bandenspanning

De bandenspanning is belangrijk voor de drukverdeling in het contact tussen band en wegdek. Bij een goede bandenspanning is deze drukverdeling optimaal voor een compromis tussen rolweerstand, slijtage en grip. De effecten van onderspanning op de grip zijn moeilijk in te schatten en verschillen tussen droog en nat wegdek. Verder heeft experimenteel onderzoek aangetoond dat de remweg bij onderspanning niet per se langer wordt, in sommige gevallen is de remweg zelfs korter. Daarmee is een inschatting met betrekking tot de grip moeilijk te maken.

Een citaat uit een grote studie uitgevoerd door het NHTSA [NHTSA, 2012] in de V.S. geeft de relatie tussen bandenspanning en ongevallen al volgt weer: *“Of the tires that were underinflated by more than 25 percent of the recommended pressure, approximately 10 percent were in vehicles that experienced tire problems in the pre-crash phase. In contrast, among the correctly inflated tires, a much smaller percentage (3.4%) belongs to vehicles that experienced tire problems. Thus, underinflation is not the only cause of tire problems; however, when tires are underinflated by 25 percent or more, tires are 3 times as likely to be cited as critical events in the pre-crash phase.”*

In de analyse die TNO uitgevoerd heeft voor de EU “Study on some safety-related aspects of tyre use” [TNO, 2014c] is berekend dat de kans op een ongeval met een klapband 35% reduceert door de banden op de juiste spanning te houden. De relatie met grip is uit beschikbare bronnen niet op te maken.

4.3.5 Beste band en banden op spanning

Het potentieel van de beste band voor grip op nat wegdek en banden op spanning is niet exact becijferd omdat er geen inschatting kan worden gemaakt van het potentieel van bandenspanning op zich. Het potentieel van de beste band en banden op spanning is op het minst zo groot als voor de beste band (zie Herijking 2016 – Triple-A).

4.4 Conclusie

De resultaten uit dit hoofdstuk zijn samengevat in de volgende tabel. Het additioneel potentieel van de juiste bandenspanning op de verkeersveiligheid is niet becijferd. Het aantal onbekende invloeden is te groot om hier iets zinnigs over te zeggen. Het potentieel van de beste band en banden op spanning (case 5) is dan ook minstens zo groot als voor de beste band op zich, zie Herijking 2016 – Triple-A (case 1).

Tabel 21: Potentieel van betere banden voor grip op nat wegdek en de juiste bandenspanning

	Herijking 2016 – Triple-A	Monitoring 2013 – 2016	Prognose 2016 – 2020	Additioneel potentieel bandenspanning	Beste band en banden op spanning
Verkeersdoden	28	9	5	*	≥ 28
Zwaar gewonden	172	46	33	*	≥ 172
Licht gewonden	269	54	43	*	≥ 269
Kostenbesparing [M€]	121	36	22	*	≥ 121

* effect van bandenspanning op verkeersveiligheid niet becijferd.

5 Effecten van het bandenlabel en de bandenspanning op het verkeersgeluid in Nederland

De in 2016 bepaalde verdeling van bandenlabels laat doorgaans een verschuiving zien naar betere labels voor geluid ten opzichte van 2013, zoals besproken in hoofdstuk 2. Voor 2020 is een vergelijkbare verschuiving te verwachten wegens het aandeel banden dat de huidige limiet overschrijdt.

In dit hoofdstuk zijn de effecten bepaald van betere labels op het geluidsniveau voor vijf cases:

- Herijking 2016 - Triple-A: De potentiële baten van A-label banden wordt op nieuw bepaald uitgaande van de verdeling van bandenlabels in 2016 en de recente verkeersgegevens in Nederland (stap1).
- Monitoring 2013 - 2016: Tussen 2013 en 2016 heeft een verschuiving in bandenlabels plaatsgevonden in Nederland. Welke baten zijn gerealiseerd op niveau van energie, geluid en veiligheid? Het effect wordt bepaald door de verdeling van bandenlabels in 2016 te vergelijken met de verdeling in 2013 en voor beide de potentiële baten van Triple-A banden uit te rekenen en gebruik te maken van de recente verkeersgegevens (stap 1).
- Prognose 2016 - 2020: De verwachte verdeling van bandenlabels in 2020 wordt vergeleken met de verdeling in 2016 om de potentiële baten van Triple-A banden van 2016 tot 2020 te bepalen. Ook voor 2020 worden dezelfde recente verkeersgegevens gebruikt (stap 1).
- Additioneel potentieel bandenspanning: De huidige verdeling van de bandenspanning in Nederland wordt gebruikt als baseline voor het bepalen van het potentieel van de juiste bandenspanning.
- Beste band en banden op spanning: De huidige verdeling van de bandenspanning en de gemiddelde band in Nederland wordt gebruikt als baseline voor het bepalen van het potentieel van de juiste bandenspanning en de beste band.

De volgende effecten worden berekend:

- Reductie van de gemiddelde geluidemissies op wegen [dB];
- Gemiddelde reducties van geluidsbelasting bij de gevel [in L_{den} en L_{night}];
- Reductie van (ernstig) gehinderden en slaapverstoorden [in aantallen] en
- Kostenbesparing [in €].

Daarbij wordt van dezelfde verkeersintensiteiten en bevolkingsaantallen uitgegaan om het zuivere effect van stillere banden te beoordelen. In werkelijkheid zullen de verkeersintensiteit en de woondichtheid met de tijd toenemen waardoor geluidniveaus bij de gevel en aantallen gehinderden en slaapverstoorden hoger kunnen zijn.

5.1 Methodiek

De gevolgde methodiek is dezelfde als in de Triple-A studie uit 2014 [TNO, 2014b], die op zijn beurt is gebaseerd op de VENOLIVA studie uit 2011 voor de Europese Commissie [VENO, 2011]. De methodiek is daarom hier bondig samengevat.

Uitgangspunt van de methode was een Europese database van typekeuringsresultaten van voertuigen waarmee de geluidreductie wordt bepaald voor de condities acceleratie en constante snelheid, rekening houdend met het voertuigtype, de rijsnelheid, de

bandenlabel, het type wegdek en het wegtype. Hiermee wordt de geluidemissie van een verkeersstroom berekend voor intermitterend of vrijstromend verkeer, voor acht karakteristieke wegtypes en vijf soorten wegdek. Daaruit is voor een gemiddelde afstand tot de weg een gemiddeld L_{DEN} en L_{night} niveau bij de gevel te bepalen. Aantallen gehinderden en slaapverstoorden worden berekend uit de aantallen blootgesteld per situatie (uit weglengte en woondichtheid) met behulp van de standaard dosis-effect relaties.

Het effect van stillere banden wordt bepaald op basis van de verschuiving in de mix van bandenlabels van de voertuigvloot in een bepaald jaar. De vijf voertuigtypes die in de Venoliva studie zijn gebruikt zijn ingedeeld in de drie categorieën van het Nederlandse reken- en meetvoorschrift. De geluidreducties zijn berekend voor de case met Triple-A banden ten opzichte van de uitgangssituatie.

De monetaire baten worden berekend in relatie tot de (conservatieve) waardering van vastgoed en besparing op uitgaven voor de gezondheidszorg, waarbij van conservatieve cijfers is uitgegaan. Besparingen op geluidschermen, stille wegdekken en woningisolatie worden niet in beschouwing genomen omdat deze naar verhouding veel lager zijn.

5.2 Aannames en basisinformatie

Uitgangspunt is de verandering in de gemiddelde labelwaardes voor de geluidemissie van banden, zoals weergegeven in Tabel 22. De prognose voor 2020 is conservatief, dat wil zeggen dat de daling in de gemiddelde labelwaarde groter zou kunnen zijn dan in de periode 2013-2016.

Tabel 22: Gemiddelde labelwaardes voor geluid (Labelwaarde en niveau in dB) in 2013, 2016, verwachting 2020 en Triple-A (AAA).

		2013	2016	2020	AAA	Vershil 2013-2016	Vershil 2016-2020	Vershil 2016-AAA
C1	Noise	1,9	1,8	1,7	1	0,1	0,1	0,8
	dB	69,9	69,7	69,5	67 à 69	0,2	0,2	max. 1,7
C2	Noise	2,0	1,9	1,8	1	0,1	0,1	0,9
	dB	71,6	71,2	70,8	69 à 70	0,4	0,4	max. 2,2
C3	Noise	1,8	1,6	1,4	1	0,1	0,2	0,6
	dB	72,2	71,9	71,6	70 à 72	0,3	0,3	max. 1,9

Indien de bandlimieten worden aangescherpt, kan de ontwikkeling van de labelwaardes sneller verlopen, tot bijvoorbeeld 1 dB reductie in 2020.

5.2.1 Monitoring 2013 – 2016

Voor geluidemissie gemiddeld is sinds 2013 over alle soorten wegen een kleine verandering opgetreden ten gevolge van de verschuiving in bandenlabels. De overeenkomstige reductie in de geluidemissie staat in Tabel 23. De reductie in de L_{den} en L_{night} niveaus bij de gevel bedraagt 0,17 dB, uitgaande van constant blijvende verkeersintensiteit.

Voor 2016 wordt ervan uitgegaan dat het aandrijfgeluid nog niet sterk gereduceerd is wegens de aanpassing van voertuiglimieten in 2014 en wegens de levensduur van voertuigen van gemiddeld 13 jaar. In 2020 zullen de voertuiglimieten al meer effect hebben, waardoor reductie van het rolgeluid ook iets beter tot uiting komt.

Tabel 23: Reducties in de geluidemissie voor de drie voertuigcategorieën van 2013-2016.

Voertuigcategorieën	Reductie 2016/2013 [dB]
lichte voertuigen	0,1-0,18
middelzware voertuigen	0,19-0,33
voor zware voertuigen	0,14-0,25

5.2.2 Herijking 2016 – Triple-A

De mogelijke geluidreductie bij een 100% marktaandeel van Triple-A banden in 2016 is licht verminderd ten opzichte van 2013, zoals weergegeven in Tabel 24, ten gevolge van de reeds toegenomen aandeel stillere banden. De potentiële reductie in de L_{den} en L_{night} niveaus bij de gevel bedraagt gemiddeld 1,8 dB, uitgaande van constant blijvende verkeersintensiteit.

Tabel 24: Reducties in de geluidemissie voor de drie voertuigcategorieën bij denkbeeldige invoering van Triple-A banden in 2016.

Voertuigcategorieën	Reductie Triple-A/2016 [dB]
Licht	1,2-2,4
Middelzwaar	0,6-2,3
Zwaar	0,6-3,0

5.2.3 Prognose 2016 – 2020

Voor 2020 is een verschuiving te verwachten vergelijkbaar met 2013-16 wegens het aandeel banden dat de huidige limiet overschrijdt. De verwachte gemiddelde labelwaardes en reducties staan in Tabel 25. De reductie in de L_{den} en L_{night} niveaus bij de gevel bedraagt gemiddeld 0,34 dB, uitgaande van constant blijvende verkeersintensiteit.

Tabel 25: Prognose van reducties in de geluidemissie voor de drie voertuigcategorieën in 2020 ten opzichte van 2013.

Voertuigcategorieën	Reductie 2020/2016 [dB]
Licht	0,19-0,35
Middelzwaar	0,38-0,67
Zwaar	0,29-0,5

5.2.4 Additioneel potentieel bandenspanning

Het effect van de bandenspanning op geluidemissie is volgens de website bandopspanning.nl 1-2 dB. Aangezien weinig informatie en onderbouwing van dit getal te vinden is, wordt uitgegaan van 1 dB verhoging bij 20-30% onderspanning en 0,5 dB verhoging bij 10% onderspanning. De verdeling van onderspanning is bekend voor lichte en zware voertuigen. Indien deze toename van het geluid naar rato wordt toegepast op de voertuigvloot dan volgt voor lichte voertuigen een geluidtoename van 0,47 dB en voor zware voertuigen 0,25 dB. Dit is weergegeven in Tabel 26. De overeenkomstige reductie van de geluidemissie van de drie voertuigcategorieën staat in Tabel 27.

Tabel 26: Effect van onderspanning van banden op de gemiddelde geluidemissie van de banden van hele vloot

Voertuig-categorieën	10% onderspanning +0,5 dB	20-30% onderspanning +1 dB	Totale verhoging geluid in dB
Licht	31%	26%	0,47
Middelzwaar	30%	9%	0,25
Zwaar	30%	9%	0,25

Als alle onderspanning van alle banden zou worden geëlimineerd dan levert dit een reductie van 0,28 dB op in de L_{den} en L_{night} gemiddeld over alle wegtypes bij gelijkblijvende verkeersintensiteit.

Tabel 27: Prognose van reducties in de geluidemissie voor de drie voertuigcategorieën ten gevolge van eliminatie van onderspanning van banden.

Voertuigcategorieën	Reductie 2020/2016 [dB]
Licht	0,22-0,41
Middelzwaar	0,19-0,21
Zwaar	0,19-0,21

5.2.5 Beste band en banden op spanning

Het effect van optimale bandenspanning kan slechts eenmaal worden gehaald. Indien de optimale bandenspanning wordt gecombineerd met de Triple-A banden, resulteert dit in een grotere reductie zoals in Tabel 28 weergegeven. De reductie in L_{den} en L_{night} is dan gemiddeld 2,2 dB.

Tabel 28: Prognose van reducties in de geluidemissie voor de drie voertuigcategorieën in 2020 ten opzichte van 2013.

Voertuigcategorieën	Reductie 2020/2016 [dB]
Licht	1,3-2,9
Middelzwaar	0,56-2,8
Zwaar	0,68-3,6

5.3 Resultaten

De gemiddelde geluidreductie per voertuigcategorie en geluidreductie bij de gevel zijn voor de hierboven beschreven cases samengevat in Tabel 29 voor 2013, voor 2016, prognose 2020, veronderstelde onmiddellijke invoering van Triple-A banden en voor de optimale bandenspanning.

Tabel 29: Gemiddelde geluidreductie per voertuigcategorie en op het L_{den} en L_{night} niveau als gevolg van verschuiving naar stillere banden, voor 2016 op basis van de verkoopcijfers en prognose voor 2020.

Reductie voertuig categorieën in dB	Labels 2013-2016	Labels 2016-2020	Beste band 2016	Optimale banden spanning	Beste band en spanning
Licht	0,1-0,18	0,2-0,35	1,3-2,4	0,22-0,41	1,3-2,9
Middelzwaar	0,19-0,33	0,38-0,67	0,6-2,3	0,19-0,21	0,56-2,8
Zwaar	0,14-0,25	0,29-0,5	0,7-3,0	0,19-0,21	0,68-3,6
L_{den} en L_{night}	0,17	0,34	1,8	0,28	2,2

De daaruit resulterende reducties in de gemiddelde geluidemissie over alle wegtypes in de periode 2013-2016 zijn vergelijkbaar met de periode 2016 tot 2020. Het effect van invoering van de juiste bandenspanning voor de hele vloot (0,28 dB) is van dezelfde orde-grootte vergelijkbaar met het effect van de labelverschuiving van 2013-2020 (0,34 dB).

De L_{den} en L_{night} niveaus per wegtype en voor dezelfde cases staan in Tabel 30, en de geluidreducties in Tabel 31. De reducties in aantallen gehinderden en slaapverstoorden staan in Tabel 32 en grafisch in Figuur 8. Dezelfde informatie staat uitgesplitst naar wegtype in Tabel 33, en Figuur 9 voor ernstig gehinderden en ernstig slaapverstoorden.

Tabel 30: Gemiddelde L_{den} en L_{night} geluidniveaus bij de gevel voor 8 verschillende wegsituaties en zes cases.

L_{DEN}	Woonstraat inter-mitterend	Woonstraat vrij-stromend	Hoofdweg inter-mitterend	Hoofdweg vrij-stromend	Autoweg	Snelweg bebouwde kom	Snelweg buiten beb. Kom	Hoofdweg /buiten beb. kom
Referentie 2013	61,3	59,2	67,2	65,0	72,1	66,6	69,3	63,5
Bandenlabels 2016	61,1	59,1	67,1	64,8	71,9	66,4	69,1	63,3
Prognose 2020	61,0	58,9	67,0	64,6	71,7	66,2	69,0	63,2
Bandenspanning	61,1	58,9	67,1	64,6	71,7	66,3	69,0	63,2
Beste banden 2016	60,2	57,3	66,2	63,0	69,9	64,3	66,8	61,6
Beste banden+spanning	60,2	56,7	66,2	62,5	69,4	63,8	66,3	61,1

L_{NIGHT}								
Reference 2013	52,8	50,6	60,1	57,8	67,3	64,3	65,8	55,9
Tyre labels 2016	52,6	50,4	60,0	57,6	67,1	64,1	65,7	55,7
Prognosis 2020	52,5	50,2	59,8	57,3	66,9	63,9	65,5	55,5
Best inflation	52,6	50,3	59,9	57,4	67,0	64,0	65,5	55,6
Best tyres 2016	51,7	48,6	59,1	55,8	65,1	62,0	63,4	53,8
Best tyres+inflation	51,7	48,1	59,1	55,2	64,6	61,5	62,9	53,4

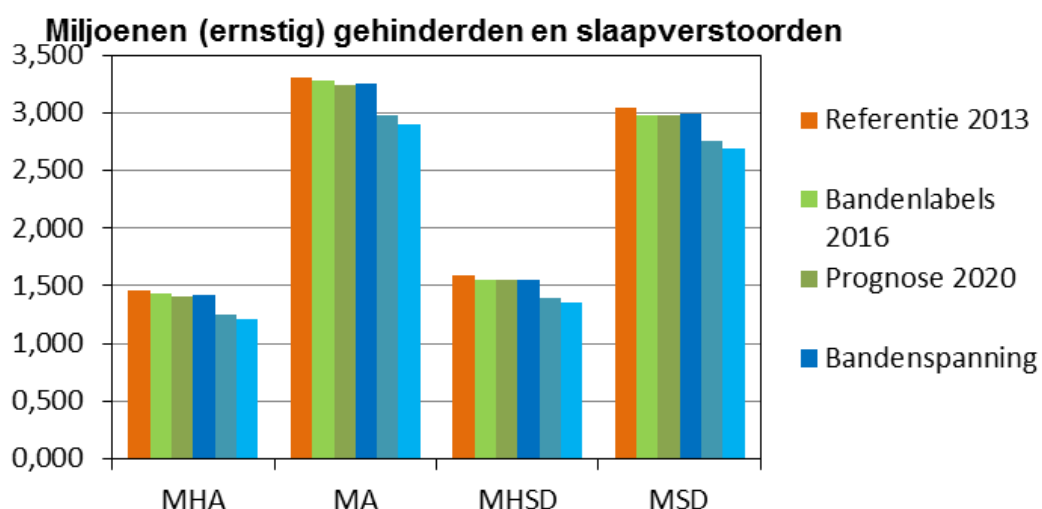
Tabel 31: Gemiddelde reducties in L_{den} en L_{night} geluidniveaus bij de gevel voor 8 verschillende wegsituaties en zes cases.

ALDEN	Woonstraat inter-mitterend	Woonstraat vrij-stromend	Hoofdweg inter-mitterend	Hoofdweg vrij-stromend	Autoweg	Snelweg bebouwde kom	Snelweg buiten beb. Kom	Hoofdweg /buiten
Referentie 2013	-	-	-	-	-	-	-	-
Bandenlabels 2016	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Prognose 2020	-0,2	-0,4	-0,2	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,4
Bandenspanning	-0,2	-0,4	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
Beste banden 2016	-0,9	-1,8	-0,9	-1,8	-1,9	-2,1	-2,3	-1,8
Beste banden+spanning	-1,1	-2,5	-1,0	-2,5	-2,7	-2,7	-3,0	-2,4

ALNIGHT								
Referentie 2013								
Bandenlabels 2016	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Prognose 2020	-0,2	-0,4	-0,2	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,4
Bandenspanning	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
Beste banden 2016	-0,9	-1,8	-0,8	-1,8	-2,0	-2,1	-2,3	-1,8
Beste banden+spanning	-1,0	-2,5	-1,0	-2,5	-2,7	-2,8	-3,0	-2,5

Tabel 32: Gemiddelde aantallen gehinderden en slaapverstoorden en reducties voor zes cases.
MHA = Millions Highly Annoyed, MA = Millions Annoyed,
MHSD = Millions Highly Sleep Disturbed, MSD = Millions Sleep Disturbed

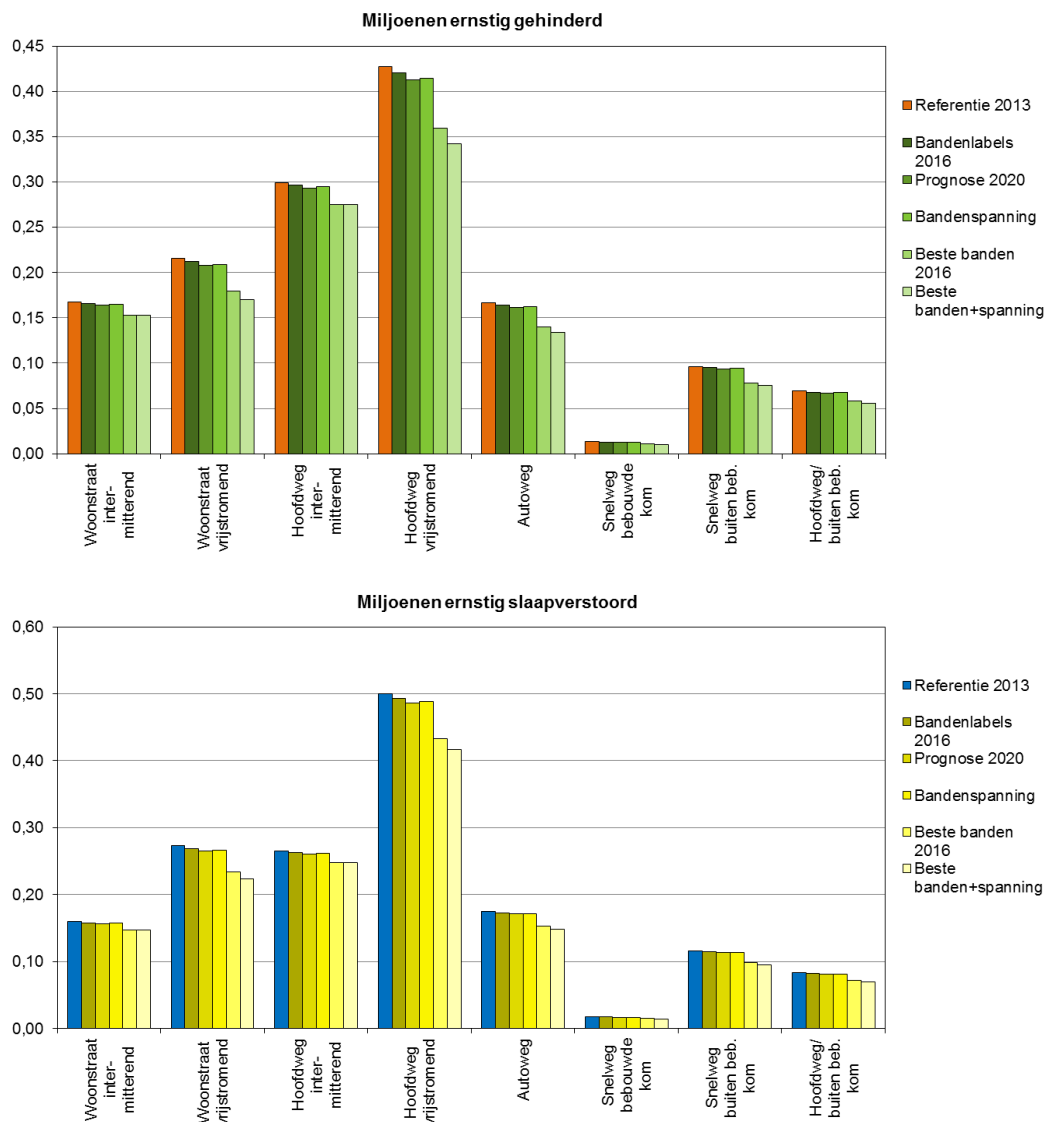
Hinder	MHA	MA	Vershil MHA	Vershil MA	%Vershil MHA	%Vershil MA
Referentie 2013	1,456	3,308	-	-	-	-
Bandenlabels 2016	1,434	3,274	-0,021	-0,034	-1,5%	-1,0%
Prognose 2020	1,413	3,240	-0,042	-0,068	-2,9%	-2,1%
Bandenspanning	1,420	3,250	-0,036	-0,058	-2,5%	-1,8%
Beste banden 2016	1,254	2,972	-0,201	-0,336	-13,8%	-10,2%
Beste banden+spanning	1,215	2,902	-0,240	-0,406	-16,5%	-12,3%
Slaapverstoring	MHSD	MSD	Vershil MHSD	Vershil MSD	%Vershil MHSD	%Vershil MSD
Referentie 2013	1,588	3,043				
Bandenlabels 2016	1,568	3,014	-0,020	-0,030	-1,3%	-1,0%
Prognose 2020	1,548	2,984	-0,040	-0,059	-2,5%	-2,0%
Bandenspanning	1,556	2,996	-0,032	-0,048	-2,0%	-1,6%
Beste banden 2016	1,399	2,756	-0,189	-0,287	-11,9%	-9,4%
Beste banden+spanning	1,360	2,696	-0,227	-0,347	-14,3%	-11,4%



Figuur 8: Gemiddelde aantallen (ernstig) gehinderden (MHA/MA) en (ernstig) slaapverstoorden (MHSD/MSD) voor zes cases.

Tabel 33: Aantallen gehinderden en slaapverstoorden voor 8 verschillende wegsituaties en zes cases.

		Woon- straat inter- mitterend	Woon- straat vrij- stromend	Hoofdweg inter- mitterend	Hoofdweg vrij- stromend	Autoweg	Snelweg bebouwde kom	Snelweg buiten beb. kom	Hoofdweg/ buiten beb.kom	Totaal
Miljoenen ernstig gestoord	Referentie 2013	0,168	0,216	0,299	0,427	0,166	0,013	0,096	0,069	1,456
	Bandenlabels 2016	0,166	0,212	0,296	0,420	0,164	0,013	0,095	0,068	1,434
	Prognose 2020	0,164	0,208	0,293	0,413	0,161	0,013	0,094	0,067	1,413
	Banden- spanning	0,165	0,209	0,295	0,415	0,162	0,013	0,094	0,067	1,420
	Beste banden 2016	0,153	0,180	0,275	0,359	0,140	0,011	0,078	0,058	1,254
	Beste banden+ spanning	0,153	0,170	0,275	0,342	0,134	0,010	0,075	0,056	1,215
Miljoenen ernstig slaap- verstoord	Referentie 2013	0,159	0,273	0,265	0,500	0,175	0,017	0,115	0,083	1,588
	Bandenlabels 2016	0,158	0,269	0,262	0,493	0,173	0,017	0,114	0,082	1,568
	Prognose 2020	0,156	0,265	0,260	0,486	0,171	0,017	0,113	0,081	1,548
	Banden- spanning	0,157	0,266	0,262	0,489	0,172	0,017	0,113	0,082	1,556
	Beste banden 2016	0,147	0,233	0,248	0,433	0,153	0,014	0,098	0,072	1,399
	Beste banden+ spanning	0,147	0,223	0,248	0,416	0,148	0,014	0,095	0,069	1,360



Figuur 9: Aantallen ernstig gehinderden (boven) en ernstig slaapverstoorden (onder) voor 8 verschillende wegsituaties en zes cases.

De baten zijn op dezelfde wijze berekend als in de Triple-A studie 2013, uit de gemiddelde geluidreductie, de waardering per huishouden per jaar voor de invloed op vastgoedprijzen (Hedonic pricing, HP) en besparingen op gezondheidszorg voor hartziekten. De berekende baten zijn indicatief.

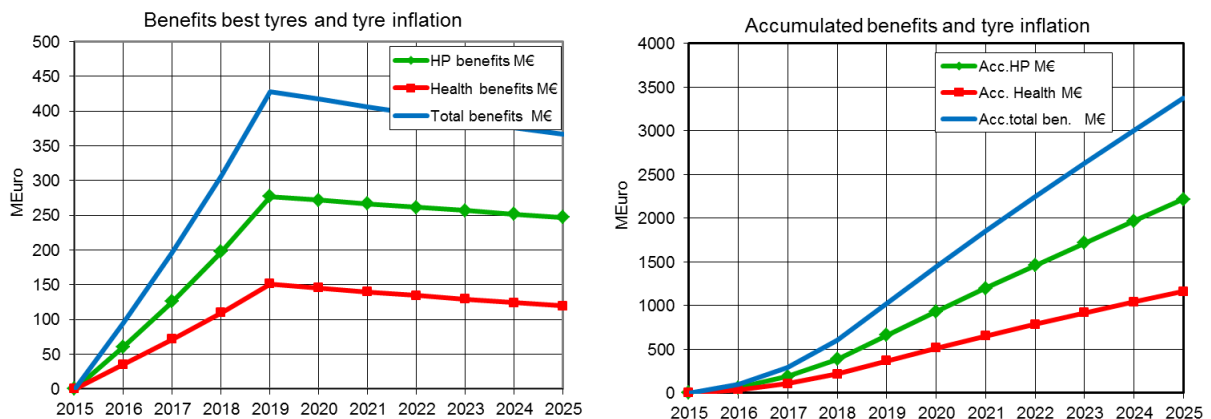
De baten voor HP zijn gebaseerd op de EU position paper uit 2003 [EUROSPOP, 2003], 25 Euro per huishouden per jaar per dB geluidreductie in 2002, en omgerekend naar 2015 28,40 Euro met een jaarlijkse groeipercentage van 1%. De baten voor besparing op gezondheidszorg zijn gebaseerd op cijfers uit Groot Brittannië [IGCB, 2010], waarbij een gemiddeld bedrag voor verschillende wegtypes is herleid, 16,75 Euro per huishouden per jaar per dB geluidreductie in 2015, ook weer met 1% jaarlijkse groei. Om de baten over de beschouwde periode 2016-2025 te berekenen wordt een discontovoet van 4% toegepast. Dat wil zeggen dat de toekomstige baten per jaar met 4% worden verminderd.

De monetaire baten van de geluidreducties van L_{den} bij de gevel zijn voor 2016, de prognose 2020, voor optimale bandenspanning en voor de invoering van de beste banden weergegeven in Tabel 34. Daarbij is onderscheid gemaakt naar de gecumuleerde baten over de hele periode 2016-2025, de jaargemiddelde baten over dezelfde periode en de jaargemiddelde baten bij onmiddellijke invoering. Deze baten gelden steeds op basis van de onder in Tabel 30 vermelde reductie in de geluidbelasting (L_{den} en L_{night} niveaus), en berekend over de periode 2016-2025.

Tabel 34: Monetaire baten van geluidreductie ten gevolge van stillere banden in 2016 en prognose voor 2020, berekend op dezelfde wijze als in de Triple-A studie.

Baten	HP M€	Gezondheid M€	Totale baten M€
Bandenlabels 2016			
Gecumuleerd 2016-2025	174	91	266
Jaargemiddeld	17	9	27
Jaargemiddeld bij snelle implementatie	21	12	33
Bandenlabels 2020			
Gecumuleerd 2016-2025	348	182	531
Jaargemiddeld	35	18	53
Jaargemiddeld bij snelle implementatie	43	23	66
Herijking 2016 Beste banden			
Gecumuleerd 2016-2025	1819	952	2772
Jaargemiddeld	182	95	277
Jaargemiddeld bij snelle implementatie	227	124	350
Juiste bandenspanning			
Gecumuleerd 2016-2025	287	150	437
Jaargemiddeld	29	15	44
Jaargemiddeld bij snelle implementatie	35	19	54
Beste banden en bandenspanning			
Gecumuleerd 2016-2025	2216	1159	3375
Jaargemiddeld	222	116	337
Jaargemiddeld bij snelle implementatie	277	151	428

De hoogste baten zijn te verwachten voor invoering van de beste banden en optimale bandenspanning. De jaarlijkse ontwikkeling van baten en cumulatieve baten zijn grafisch weergegeven in Figuur 10.



Figuur 10: Ontwikkeling van baten (links) en gecumuleerde baten (rechts) voor waardering, gezondheid en totaal, voor de invoering van de beste banden en optimale bandenspanning in de periode 2016-2025.

5.4 Conclusie

De reducties in geluidemissie, geluidbelasting, aantallen gehinderden en slaapverstoorden en monetaire baten zijn onderzocht op dezelfde wijze als in de Triple-A studie uit 2013. Daarbij zijn de volgende cases beschouwd:

- Verschuiving in bandenlabels 2016 op basis van de VACO database;
- Prognose verschuiving in bandenlabels 2020;
- Effect van optimale bandenspanning op basis van het indicatieve effect;
- Invoering van beste banden vanaf 2016, rekening houdend met de labelverschuiving sinds 2013
- Invoering van beste banden en optimale bandenspanning.

Voor de case in 2016 en 2020 is ten gevolge van de verschuiving in de mix van bandenlabels een reductie in de geluidbelasting te verwachten van 0,17 dB en 0,34 dB respectievelijk. Invoering van de optimale bandenspanning levert een reductie van 0,28 dB in de gemiddelde geluidbelasting. Indien de beste banden in 2016 zouden worden ingevoerd daalt de geluidbelasting met 1,7 dB, en als dat in combinatie is met optimale bandenspanning, met 2,2 dB.

Aantallen gehinderden en slaapverstoorden dalen met rond de 1% in 2016, 2-3% in 2020 en 1,5-2,5% voor de invoering van optimale bandenspanning. Indien de beste banden in 2016 zouden worden ingevoerd is de daling 9-14%, en als dat in combinatie is met optimale bandenspanning, 11-16%.

Tabel 35: Samenvatting van cases voor geluidreductie, ernstig gehinderden en slaapverstoorden en kostenbesparing.

	Herijking 2016 – Triple-A	Monitoring 2013 – 2016	Prognose 2016 – 2020	Additioneel potentieel bandenspanning	Beste band en banden op spanning
Gemiddelde reductie geluidbelasting gevel [dB]	1,7	0,17	0,34	0,28	2,2
Reductie ernstig gehinderden [#]	201.000	21.000	42.000	36.000	240.000
Reductie ernstig slaapverstoorden [#]	189.000	20.000	40.000	32.000	227.000
Kostenbesparing [M€]	350	33	66	54	428

De monetaire baten zijn berekend voor waardering van geluidreductie en besparing op gezondheidskosten. De totale jaarlijkse baten ten gevolge van de te verwachten verschuiving in bandenlabels in 2020 bedragen 66 miljoen Euro. Voor de invoering van de beste banden in combinatie met optimale bandenspanning bedragen de totale jaarlijkse baten 337 miljoen Euro bij geleidelijke ontwikkeling, of 428 miljoen Euro bij snelle implementatie.

Verder zijn alle vergelijkingen gemaakt uitgaande van gelijkblijvende verkeersintensiteiten, weglengtes en woondichtheden, om de vergelijking met de Triple-A studie beter te kunnen maken. De reducties ten gevolge van de bandenlabels tot 2016 liggen namelijk in dezelfde ordegrootte als ten gevolge van de verkeersgroei. Weglengtes en woondichtheden veranderen zeer langzaam en hebben beperkt effect op de eindresultaten.

6 Potentiële baten van Triple-A banden en bandenspanning in 2013, 2016 en 2020

De resultaten uit de eerdere hoofdstukken zijn in de volgende tabellen in één overzicht samengevat. Ieder overzicht toont het absolute jaarlijkse besparingspotentieel op gebied van energieverbruik, verkeersveiligheid en verkeersgeluid. Het besparingspotentieel is ook vertaald naar een kostenbesparing. De kostenbesparing geeft een indicatie van de overall effectiviteit voor de verschillende cases.

De in 2016 bepaalde verdeling van bandenlabels laat doorgaans een verschuiving zien naar betere labels ten opzicht van 2013. Dit is deels te verklaren door de aanscherping van de minimumeisen voor labels in Europa. De Nederlandse campagne *'Kies de Beste Band'* heeft waarschijnlijk ook bijgedragen dat mensen meer bewust zijn en dus betere banden kopen. Het door de verschuiving gerealiseerde besparing wordt weergegeven in Tabel 36. De absolute kostenbesparing wordt geschat op ongeveer 100 miljoen Euro.

Tabel 36: Monitoring 2013 – 2016: besparing op gebied van energie, verkeersveiligheid en geluid

	Energiebesparing	Verbetering van de verkeersveiligheid	Geluidsreductie	TOTAAL
Brandstofbesparing [MJ]	58	-	-	58
Reductie van CO₂ emissies [MtCO₂]	0,1	-	-	0,1
Reductie verkeersdoden [#]	-	9	-	9
Reductie zwaar gewonden [#]	-	46	-	46
Reductie licht gewonden [#]	-	54	-	54
Gemiddelde reductie geluidbelasting gevel [dB]	-	-	0,17	0,17
Reductie ernstig gehinderden [#]	-	-	21.000	21.000
Reductie ernstig slaapverstoorden [#]	-	-	20.000	20.000
Kostenbesparing [M€]	25	36	33	94

Triple-A banden bieden veel potentie om het verkeer te verduurzamen, veiliger en stiller te maken. Het besparingspotentieel van Triple-A banden wordt getoond in Tabel 37. Uitgaande van de huidige verkeersprestaties bieden Triple-A banden nog steeds een grote kostenbesparingspotentieel van ongeveer 700 miljoen Euro. Het potentieel is lager dan ingeschat in de vorige studie [TNO, 2014b]. Dit heeft twee hoofdredenen: 1) Deel van het besparingspotentieel is al gerealiseerd in de jaren tussen 2013 en 2016. 2) De kostenbesparing op energie niveau valt lager uit door de lage olieprijs. Energiebesparende maatregelen zijn daardoor minder rendabel.

Tabel 37: Herijking 2016 - Triple-A: besparingspotentieel op gebied van energie, verkeersveiligheid en geluid

	Energiebesparings- potentieel	Verkeersveiligheids- potentieel	Geluidsreductie- potentieel	TOTAAL
Brandstofbesparing [MJ]	517	-	-	517
Reductie van CO₂ emissies [MtCO₂]	1,3	-	-	1,3
Reductie verkeersdoden [#]	-	28	-	28
Reductie zwaar gewonden [#]	-	172	-	172
Reductie licht gewonden [#]	-	269	-	269
Gemiddelde reductie geluidbelasting gevel [dB]	-	-	1,8	1,8
Reductie ernstig gehinderden [#]	-	-	201.000	201.000
Reductie ernstig slaapverstoorden [#]	-	-	189.000	189.000
Kostenbesparing [M€]	227	121	350	698

De verwachting is dat de trend naar betere banden zich de komende jaren in Europa zal doorzetten. In de berekening van het besparingspotentieel in 2020 is er van uitgegaan, dat de verschuiving tussen 2013 en 2016 met de zelfde snelheid doorloopt tot 2020. Het verwachte besparingspotentieel tussen 2016 en 2020 bedraagt dan ongeveer 150 miljoen Euro (zie Tabel 38). Hier valt te vermelden, dat de voortzetting van de bandencampagne in Nederland deze trend kan versnellen, waardoor de huidige inschattingen voor 2020 mogelijk conservatief zullen blijken.

Tabel 38: Prognose 2016 – 2020: besparingspotentieel op gebied van energie, verkeersveiligheid en geluid

	Energiebesparings- potentieel	Verkeersveiligheids- potentieel	Geluidsreductie- potentieel	TOTAAL
Brandstofbesparing [MJ]	139	-	-	139
Reductie van CO₂ emissies [MtCO₂]	0,3	-	-	0,3
Reductie verkeersdoden [#]	-	5	-	5
Reductie zwaar gewonden [#]	-	33	-	33
Reductie licht gewonden [#]	-	43	-	43
Gemiddelde reductie geluidbelasting gevel [dB]	-	-	0,34	0,34
Reductie ernstig gehinderden [#]	-	-	42.000	42.000
Reductie ernstig slaapverstoorden [#]	-	-	40.000	40.000
Kostenbesparing [M€]	61	22	66	149

Tabel 39 toont het additioneel besparingspotentieel van bandenspanning. Banden in licht en zwaar wegverkeer zijn vaak niet op de juiste spanning opgepompt. Door de bandenspanning vaker te controleren en bij te pompen laten zich in Nederland nog besparingen realiseren. Het additioneel besparingspotentieel van bandenspanning bedraagt ongeveer 120 miljoen Euro. Dit is exclusief de reductie van externe kosten door een verbeterde verkeersveiligheid. Het effect van bandenspanning op de verkeersveiligheid is moeilijk te berekenen, omdat de interactie van diverse invloedfactoren niet bekend is.

Tabel 39: Additioneel potentieel bandenspanning: besparingspotentieel op gebied van energie, verkeersveiligheid en geluid

	Energiebesparings- potentieel	Verkeersveiligheids- potentieel	Geluidsreductie- potentieel	TOTAAL
Brandstofbesparing [MJ]	153	-	-	153
Reductie van CO₂ emissies [MtCO₂]	0,4	-	-	0,4
Reductie verkeersdoden [#]	-	*	-	*
Reductie zwaar gewonden [#]	-	*	-	*
Reductie licht gewonden [#]	-	*	-	*
Gemiddelde reductie geluidbelasting gevel [dB]	-	-	0,28	0,28
Reductie ernstig gehinderden [#]	-	-	36.000	36.000
Reductie ernstig slaapverstoorden [#]	-	-	32.000	32.000
Kostenbesparing [M€]	67	*	54	121*

* effect van bandenspanning op verkeersveiligheid niet berekend.

Het totale potentieel van Triple-A banden en bandenspanning wordt getoond in Tabel 40 en bedraagt ongeveer 850 miljoen Euro hoog. Een groot deel van het potentieel kan worden gerealiseerd door geluidsreductie: Het aantal ernstig gehinderden en ernstig slaapverstoorden in Nederland laten zich hierdoor terugdringen met 240.000 en 227.000 mensen. Door brandstofbesparing kan ongeveer 670 miljoen liter brandstof, 1,7 Megaton CO₂ en 300 miljoen Euro bespaard worden.

Tabel 40: Potentieel Triple-A bandenlabel en bandenspanning: besparingspotentieel op gebied van energie, verkeersveiligheid en geluid

	Energiebesparings- potentieel	Verkeersveiligheids- potentieel	Geluidsreductie- potentieel	TOTAAL
Brandstofbesparing [MJ]	662	-	-	662
Reductie van CO₂ emissies [MtCO₂]	1,6	-	-	1,6
Reductie verkeersdoden [#]	-	28*	-	28*
Reductie zwaar gewonden [#]	-	172*	-	172*
Reductie licht gewonden [#]	-	269*	-	269*
Gemiddelde reductie geluidbelasting gevel [dB]	-	-	2,2	2,2
Reductie ernstig gehinderden [#]	-	-	240.000	240.000
Reductie ernstig slaapverstoorden [#]	-	-	227.000	227.000
Kostenbesparing [M€]	290	121*	428	839*

* effect van bandenspanning op verkeersveiligheid niet becijferd.

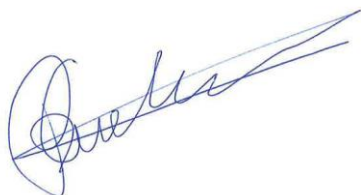
7 Referenties

- [BRON, 2009] Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland (BRON), 2009 (<http://www.swov.nl/NL/Research/cijfers/Toelichting-gegevensbronnen/BRON.html>).
- [CBS, 2016a] Verkeersprestaties personenauto's, bestelauto's, vracht en bussen, CBS (staline.cbs.nl), 18.08.2016
- [CBS, 2016b] Pompprijzen motorbrandstoffen, CBS (staline.cbs.nl), 18.08.2016
- [EUPOPOP, 2003] Valuation of Noise - Position Paper of the Working Group on Health and Socio-Economic Aspects, European Commission, Brussels, 4 December 2003.
- [GRRF, 2008] GRRF TPMS Task Force Conclusions, Version 05, June 2008
- [IGCB, 2010] Noise & Health – Valuing the Human Health Impacts of Environmental Noise Exposure A Response By The Interdepartmental Group on Costs and Benefits Noise Subject Group (IGCB(N)), July 2010.
- [NHTSA, 2012] Tire-Related Factors in the Pre-Crash Phase, NHTSA, 2012
- [TNO, 2013] Study on Tyre Pressure Monitoring Systems (TPMS) as a means to reduce Light-Commercial and Heavy-Duty Vehicles fuel consumption and CO₂-emissions, Zyl et al., TNO & TU Graz, 2013.
- [TNO, 2014a] Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands, TNO/CBS/PBL/RWS, 2014
- [TNO, 2014b] Potential benefits of Triple-A tyres in The Netherlands, Zyl et al., TNO & M+P, 2014.
- [TNO, 2014c] Study on some safety-related aspects of tyre use, Jansen et al., TNO & TML, 2014
- [TNO, 2015] Potential benefits of energy-efficient tyres and correct tyre pressure maintenance for the vehicle fleet of the Dutch National Road Authority (RWS), the municipal fleet of Amsterdam and the municipal fleet of Rotterdam, Zyl et al., TNO, 2015.
- [TNO, 2016a] Dutch CO₂ emission factors for road vehicles, Ligterink et al., TNO, 2016
- [TNO, 2016b] 2016 Emission factors for diesel Euro-6 passenger cars, light commercial vehicles and Euro-VI trucks
- [VENO, 2011] De Roo, F., Dittrich, M, e.a.: VENOLIVA - Vehicle Noise Limit Values - Comparison of two noise emission test methods, Final report, TNO report MON-RPT-2010-02103, 30 March 2011.

8 Ondertekening

Delft, 15 september 2016

TNO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rob Cuelenaere', with a stylized, elongated flourish extending to the right.

Rob Cuelenaere
Projectleider

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Stephan van Zyl', with a stylized, elongated flourish extending to the right.

Stephan van Zyl
Auteur