

Methode voor vaststelling van emissiereductie CO₂-eq.

Type project:
CO₂ emissiereductie door gebruik van slimmer
werkende bandenpompen voor auto's

Datum: 2 december 2021
Kenmerk: SNK – Slimme Bandenpomp - 003
Status: Vastgesteld

Inhoud

1.	Inleiding.....	3
2.	Beschrijving projecttype	4
3.	Bepaling van additionaliteit en ‘ <i>common practice</i> ’ van de CO ₂ -emissiereductie	6
4.	Bepaling projectgrenzen	7
5.	Het referentiescenario: de Baseline	9
6.	Het Projectscenario en definiëring kengetallen en formules	14
7.	Plan voor monitoring van projectvoortgang	22
8.	Risico’s	25
	Literatuurlijst	28
	Bijlage 1: Toelichting op een slimmer werkende bandenpomp	29

Versiebeheer

Versie	Aanleiding	Datum
001	Vaststelling door Bestuur SNK	1 april 2021
002	Aanpassing omgang met indirecte emissieëffecten binnen EU ETS n.a.v. bestuursbesluit	3 juni 2021
003	<ul style="list-style-type: none"> - Aanpassing bandenspanning in de baseline - Correctie formule leegloopsnelheid en -factor - Herberekening oppompfrequentie - Aanpassing formule voor berekening van gemiddelde druk in de baseline - Idem voor berekening gemiddelde druk in project - Aanpassing formule voor afname rolweerstand, brandstofverbruik en emissies. 	2 december 2021

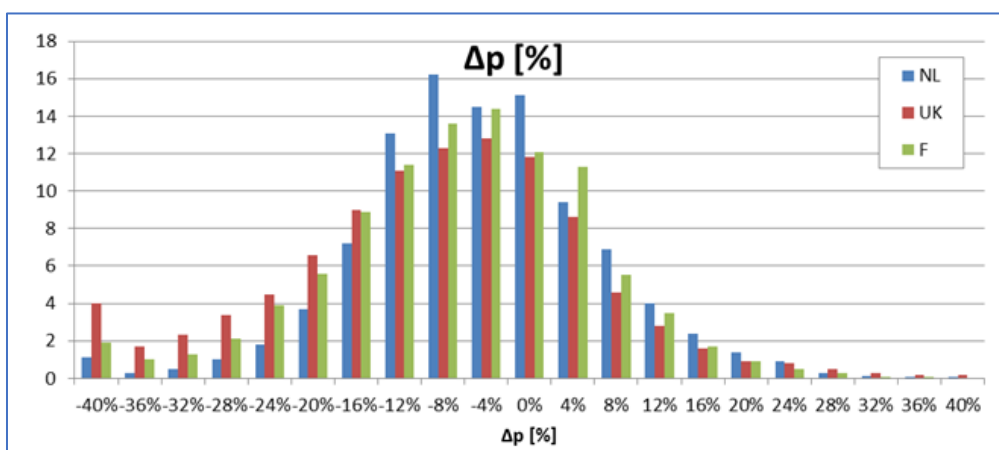
1. Inleiding

Autobanden zijn één van de bronnen van rolweerstand die de auto moet overwinnen om te rijden. Hiervoor is energie (brandstof) nodig. De rolweerstand van een band neemt toe naarmate deze zachter wordt en af bij een harder opgepompte band. Bij de typegoedkeuring van een auto schrijft de autofabrikant een adviesspanning voor bij een bepaalde bandenmaat. Deze spanning is nodig om veilig en zuinig te rijden en kent vaak een bepaalde bandbreedte die samenhangt met een normale of zwaardere belasting van de auto.

Autobanden lopen altijd langzaam leeg vanwege het drukverschil tussen binnen en buiten de band. Door het rubber van de band treedt gasdiffusie op. Daarnaast kunnen kleine lekken langs de velg, het ventiel of een inrijding in het loopvlak dit leeglopen versnellen. Normaliter is de snelheid waarmee banden leeglopen afhankelijk van vele factoren, waaronder de mate waarin het voertuig wordt gebruikt. In verschillende onderzoeken zijn leegloopsnelheden gevonden variërend tussen de 0,03 (statisch = niet mee gereden) en 0,2 bar/maand (dynamisch = inzet in verkeer) (Sivaros, 2015). Een gemiddelde factor die door California Air Resources Board (2008) wordt gebruikt is 0,07 bar/maand. TNO (2016a) houdt rekening met een leegloop van 0,05 bar/maand.

Door een band harder op te pompen, neemt de rolweerstand af en rijdt de auto zuiniger. Echter, een band kent vanuit veiligheid ook een maximale spanning, die vaak een stuk boven de adviesspanning bij zwaardere belasting ligt. Deze maximale waarde staat ook op de zijkant van de (normale) autoband en is 3,5 bar voor gewone auto's. Bestelauto's en busjes hebben vaak hogere bandenspanningen dan personenauto's en hebben dus ook banden die harder kunnen worden opgepompt.

Vanwege het leeglopen moeten banden regelmatig worden bijgepompt om weer op de door de autofabrikant geadviseerde minimale spanning te rijden. Gebeurt dit niet, dan rijdt een auto met onderspanning. Figuur 1 laat een verdeling zien van de bandenspanning t.o.v. de adviesspanning (= Δ [%] afwijking) in verschillende landen (Nederland, Verenigd Koninkrijk en Frankrijk). Uit de figuur blijkt dat de meeste auto's onderspanning hebben (de staven links van het percentage nul) (TNO, 2016a). Rijden met onderspanning leidt tot een verminderde verkeersveiligheid vanwege een snellere bandenslijtage, afname van de remweg, slechtere wegligging en een grotere kans op klapbanden. Ook leidt het tot een hoger brandstofverbruik met als gevolg extra uitstoot van CO₂, fijnstof en stikstof. Tenslotte zorgt onderspanning voor meer verkeerslawaaai.



Figuur 1. Percentage afwijking bandenspanning t.o.v. adviesspanning (TNO, 2016a)

In de praktijk rijdt ruim 60% van de auto's met onderspanning (Kies de Beste Band, 2020). Hiervoor bestaan twee redenen:

1. De meeste automobilisten pompen niet vaak genoeg de banden op, waardoor het natuurlijke effect van het langzaam leeglopen van de band niet tijdig ongedaan wordt gemaakt.
2. Automobilisten die hun banden oppompen bij tankstations, rijden in 51% van de gevallen weg met een te lage bandenspanning. Dit komt door de slechte werking van de luchtapparatuur op deze locaties en verkeerd gebruik ervan. 37% van de automobilisten verlaagt, zonder dit door te hebben, de bandenspanning zelfs t.o.v. de spanning waarmee de auto kwam aanrijden (CE Delft, 2019).

CE Delft (2019) laat zien wat er bij de gangbare luchtapparatuur bij tankstations verkeerd gaat en hoe dit verbeterd kan worden. In het onderzoek is het gebruik van deze apparatuur door automobilisten geobserveerd door bandenspanning van de auto voor en na gebruik van de apparatuur te meten. Met deze gegevens is een vergelijking gemaakt met de juiste voorgeschreven bandenspanning die bij de auto hoort. CE Delft (2019) concludeert dat met beter werkende apparatuur de gebruikers zouden wegrijden met hogere bandenspanningen die de juiste adviesspanning beter benaderen. De potentiële CO₂-besparing wanneer alle 8,5 miljoen personenauto's in Nederland voortaan met verbeterde apparatuur de banden zouden oppompen bedraagt 0,28 megaton (Mt) CO₂ per jaar (Tank-to-Wheel). Met de indirecte besparingen erbij van de voorkomen bandenslijtage en afname van emissies i.v.m. brandstofproductie (Well-to-Wheel) kan jaarlijks 0,37 Mt CO₂-uitstoot bespaard worden.

Met de door CE Delft (2019) voorgestelde verbeteringen, inclusief gebruik van een slimmer werkende bandenpomp, gaan auto's met een hogere bandenspanning rijden en stoten daardoor minder CO₂ uit per gereden kilometer. In dit methodedocument wordt het gebruik van slimmer werkende bandenpompen beschreven. Tevens heeft CE Delft de wijze beschreven waarop het gebruik van slimmer werkende bandenpompen leidt tot een lagere CO₂-uitstoot (zie bijlage 1).

In de volgende hoofdstukken wordt deze wijze toegelicht en wordt een methode voorgesteld om het verschil tussen de gangbare luchtpomp bij tankstations en het gebruik van slimmer werkende bandenpompen met een verbeterde werking uit te drukken in een CO₂-emissiereductie per keer gebruik.

2. Beschrijving projecttype

Bij de meeste tankstations en een aantal wasstraten kunnen automobilisten de bandenspanning van hun auto's, bestelauto's en bestelbusjes controleren en oppompen. Er zijn slechts drie toeleveranciers die op deze openbare locaties digitale luchtpompen plaatsen en/of exploiteren, waarvoor zij de technische apparatuur van twee bedrijven gebruiken: AIRtec Company en PCL (CE Delft, 2019). De werking van beide typen is identiek. Naar schatting zijn er circa 3.000 tankstations/locaties in Nederland die deze apparatuur gebruiken en automobilisten in staat stellen de bandenspanning controleren, veelal tegen betaling van een kleine vergoeding. Dit is het referentiescenario (de baseline) dat in dit methodedocument wordt gehanteerd. De doelgroep van de slimmer werkende bandenpompen bestaat dus uit de automobilisten die de banden van hun eigen (of geleasede) personenauto's, bestelauto's en busjes controleren bij deze openbare en gangbare luchtpompen bij tankstations en wasstraten. Professionele monteurs of werkplaatsen van garages behoren niet tot de doelgroep.

CE Delft (2019) berekent dat 79% van de auto's die komen aanrijden bij een luchtpomp, rijdt met onderspanning (d.w.z. lager dan de aanbevolen bandenspanning). Na gebruik van de gangbare luchtpomp zijn de banden van de auto's met gemiddeld 0,20 bar opgepompt. Toch rijdt 51% van de auto's nog steeds met onderspanning weg en heeft 37% minimaal één band met een lagere bandenspanning dan voor het oppompen. Het onderzoek laat zien dat met een aantal verbeteringen in gebruik en werking van de luchtpomp per band een hogere spanning van gemiddeld 0,61 bar kan worden behaald t.o.v. de spanning waarmee een auto kwam aanrijden.

Met een slimmer werkende bandenpomp rijdt nagenoeg elke automobilist na controle van de bandenspanning weg met een hogere bandenspanning dan bij een gangbare luchtpomp bij een tankstation. De automobilist hoeft hier verder niets voor te veranderen qua gedrag en kennis; de verbeterde werking van de slimmer werkende bandenpomp zorgt hier automatisch voor. Het enige verschil is de keuze van de automobilist om deze nieuwe, slimmer werkende bandenpomp te gaan gebruiken in plaats van de gangbare luchtpomp bij een tankstation. Mogelijke locaties voor de slimmer werkende bandenpomp zijn: tankstations of parkeerterreinen bij supermarkten, winkelcentra, bouwmarkten of (grote) bedrijven.

Kader 1: Extra voordelen van het rijden met minimaal de juiste bandenspanning.

Naast het zuiniger rijden met goed opgepompte banden is er nog een aantal goede redenen om met minimaal de juiste bandenspanning te rijden:¹

- Minder bandenslijtage. Door onderspanning slijten autobanden sneller. Bij 20% onderspanning is de levensduur al met 1/3 afgenomen (Kies de Beste Band, 2020).
- Minder uitstoot fijn stof (microplastics) en stikstof (NO_x). Fijnstof in de lucht bestaat voor 3 tot 7% uit bandenslijtstof. Daarnaast draagt bandenslijtage ook bij aan de plasticsoep in rivieren en oceanen: 5-10% van de plastics in de oceaan kan op het conto worden geschreven van bandenslijtstof (Plastic Soup Foundation, 2019). Het niet meer rijden met onderspanning verlaagt fijnstofuitstoot met 3,2% (TNO, 2011). Ook neemt de uitstoot van stikstof (NO_x) af met 0,9 tot 1,5%. Stikstof (NO_x) en fijnstof zijn grote veroorzakers van een slechte luchtkwaliteit, de oorzaak van smog, van ademhalingsproblemen en een te hoge stikstofdepositie in natuurgebieden.
- Verbeterde verkeersveiligheid. Auto's met een juiste bandenspanning hebben een kortere remweg en een betere wegligging en reageren beter bij een noodstop of een plotselinge uitwijkmanoeuvre. Het percentage ongelukken dat door onderspanning wordt veroorzaakt in de VS, Duitsland en Nederland bedraagt 0,5% (SWOV, 2012). Ongeveer 7% van alle auto's rijdt met een (vermoedelijk) lekke band. Volgens CE Delft (2019) heeft 16% van de auto's minimaal één band met een spanning van 1,5 bar of lager. Dat zijn lekke en erg lege banden die mogelijk gevaarlijke situaties en klapbanden veroorzaken. Slimmer werkende bandenpompen kunnen bij dergelijke lage/verdachte metingen een waarschuwing geven en adviseren wat de gebruiker het best kan doen.
- Minder verkeerslawaaai. Volgens CROW (2012) leidt een langdurige blootstelling aan wegverkeerslawaaai in Nederland jaarlijks tot enkele tientallen tot honderden sterfgevallen. Rijden met goed opgepompte banden zorgt voor veel minder verkeerslawaaai (een verlaging met 1 tot 2 decibel is mogelijk). Volgens TNO (2016b) leidt een reductie van de gemiddelde geluidbelasting van 1,7 dB tot een afname van ongeveer 201.000 ernstig geluidgehinderde en 189.000 ernstig slaapverstoorde mensen.
- Kostenbesparing. Vooral het voorkomen van brandstofverbruik en minder bandenslijtage leiden tot het verlagen van de kosten van het autorijden. Milieu Centraal (2020) schat dat dit een besparing van €60 euro per auto per jaar oplevert. Voor 9,3 miljoen en auto's en bestelauto's (-busjes) zou dat een besparing van €558 miljoen betekenen, of nog meer bij een iets hogere bandenspanning.

¹ www.kiesdebesteband.nl, www.milieucentraal.nl en www.bandopspanning.nl

3. Bepaling van additionaliteit en ‘common practice’ van de CO₂-emissiereductie

Er bestaat geen beleid of wetgeving voor de werking van de gangbare luchtpompen op openbare locaties bij tankstations of wasstraten. Het is aan de markt om het gebruik en de werking van dergelijke apparatuur te faciliteren en een goede werking te waarborgen. Het is ook niet te verwachten dat er regelgeving op dit terrein komt. De huidige praktijk en werking van de gangbare luchtpompen is naar het oordeel van de overheid geen punt van discussie of onderwerp van onderzoek. Het rapport van CE Delft (2019) werd in december 2019 in de werkgroep *Kies de Beste Band* besproken. Daarbij gaf het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat expliciet aan dit rapport voor kennisgeving aan te nemen en alleen onder de aandacht van de branche (tankstations) te willen brengen in het regulier overleg.

Wel staat het onderwerp banden en bandenspanning op de klimaatagenda. Er is zelfs aan de *Klimaattafel Mobiliteit* een doelstelling opgenomen op het thema banden. De invulling hiervan wordt onder meer door de werkgroep *Kies de Beste Band* opgepakt die hiervoor al sinds 2015 onder meer een publiekscampagne ‘Kies de Beste Band’ uitvoert en die in algemene zin informatie verstrekt over het bandenlabel en het belang van rijden met de juiste bandenspanning. Dit is het enige overheidsbeleid op dit terrein en heeft dus geen betrekking op de werking of functionaliteit van de te gebruiken apparatuur om banden op te pompen.

Het is een vrijwillige en geen verplichte maatregel om verbeteringen aan te brengen of door te voeren op de aangeboden apparatuur aan automobilisten om de bandenspanning te controleren. Er is geen wet- of regelgeving die een dergelijke verbeterde werking van luchtapparatuur voorschrijft of in de toekomst gaat voorschrijven. En tot slot is er ook geen stimuleringsregeling of subsidie ter ondersteuning van beter werkende apparatuur. Zolang er op dit punt geen regel-of wetgeving wordt opgesteld en wordt ingevoerd, is de verbeterde werking van bandenpompen en de doordoor gerealiseerde reductie van CO₂-uitstoot daarom additioneel.

Mocht gedurende de looptijd van het project er toch geïnstrumenteerd beleid komen dat de maatregel van slimmer werkende bandenpomp voorschrijft of stimuleert, dan wordt het project na invoering van het beleidsinstrument nog gedurende vijf jaar als beleidsadditioneel beschouwd (zie hiervoor de regel Additionaliteit van emissiereducties in <https://nationaleCO2markt.nl/methoden/>).

Marktomvang en ‘common practice’

Naast de eis van beleidsadditioneiteit moet ook worden voldaan aan de voorwaarde dat de toegepaste project-technologie of -techniek nog niet gangbaar is in de relevante markt, dat wil zeggen toegepast in minder dan 20% van de gevallen in een relevante markt. Als beoordelingsmoment bij de validatie van een projectplan geldt de datum waarop een projectplan wordt ingediend.

Volgens TNO (2016b) kan in Nederland potentieel 0,4 MT CO₂-emissie a.g.v. rijden met onderspanning worden voorkomen: door verhoging van de bandenspanning tot aan de adviesbandenspanning. Staatssecretaris Van Veldhoven (Infrastructuur en Milieu) bevestigde in november 2018 deze omvang nog eens bij de start van een voorlichtingscampagne over bandenspanning: “Als alle auto’s met de juiste bandenspanning zouden rondrijden, zouden we zo’n 0,4 Mt CO₂ per jaar aan uitstoot besparen” (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018). CE Delft (2019) laat echter zien dat de potentiële besparing veel groter kan zijn door de bandenspanning verder te verhogen tot boven de adviesspanning. De extra verhoging van de bandenspanning kan met een slimmer werkende bandenpomp plaatsvinden en die wordt in elk projectplan als innovatieve projecttechniek toegepast. Momenteel staan er enkele slimmer werkende bandenpompen en is deze techniek, met nog geen procent marktaandeel, verre van gangbaar in de markt en wordt daarmee weinig gebruikt. Het begrip relevante markt wordt in dit kader gedefinieerd als de totale markt van het oppompen van banden van auto’s en bestelauto’s/-busjes, d.w.z. het totaal aantal banden dat jaarlijks wordt opgepompt in Nederland. Dit totaal wordt berekend door het aantal auto’s, bestelauto’s/-busjes te vermenigvuldigen met de oppompfrequentie van de Baseline (het aantal keer per jaar dat de banden worden opgepompt). Gebruikmakend van de meest recente kengetallen

(2018, zoals die in hoofdstuk 5 van dit document worden gebruikt), levert dat de volgende marktomvang op (Tabel 1):

1. Aantal auto's en bestelauto's/-busjes	9.256.594
2. Oppomfrequentie (per jaar)	3,02
3. Banden per voertuig	4
4. Totaal banden opgepompt/jaar	111.819.656
5. Grens 'common practice' (20% van totaal)	22.363.931

Aan de toets van 'common practice' is voldaan als het aantal banden dat in een jaar is opgepompt met een slimmer werkende bandenpomp (volgens CBS statistiek; zie hoofdstuk 5 voor de bronnen) lager is dan 20% van het totaal (zoals berekend volgens bovenstaande tabel). Voor deze berekening worden in het projectplan de meest recente gegevens van het CBS gebruikt. Indien op het moment van indienen van het projectplan is voldaan aan de toets 'common practice', geldt dit voor de looptijd van het gevalideerde projectplan van maximaal 10 jaar gedurende welke het project koolstofcertificaten kan ontvangen (zie ook de *Maximale termijn projectlevensduur* in hoofdstuk 6), ook al zou tijdens deze looptijd de marktomvang van het gebruik van de in het project geplaatste slimmer werkende bandenpompen boven de grens van 20% stijgen. In dat geval zijn nieuw geplande projecten, die ter validatie worden ingediend na de datum van de herziene (of beëindigde) versie van een methode document, niet meer additioneel en kunnen er op dergelijke projecten geen koolstofcertificaten worden verstrekt.

Dit methodedocument wordt jaarlijks door SNK getoetst op additionaliteit en 'common practice'. Zolang gebruik van de slimmer werkende bandenpomp nog niet wordt gestimuleerd door geïnstrumenteerd beleid en nog geen gangbare praktijk is, dan zijn ingediende projectplannen o.b.v. dit methodedocument additioneel. Indien deze situatie verandert, dan zal in dit methodedocument worden uitgelegd wat dit betekent voor nieuwe projecten (die nog niet zijn gevalideerd).

4. Bepaling projectgrenzen

Dit methodedocument gaat over het gebruik van slimmer werkende bandenpompen die leiden tot het zuiniger rijden van auto's en een vermindering van CO₂-emissie. In het referentiescenario checken automobilisten hun bandenspanning bij de gangbare luchtpompen bij tankstations. In het projectscenario doen automobilisten dat bij een slimmer werkende bandenpomp. Dit is een belangrijke parameter voor de afbakening van de projectgrens. In de basis verandert er dus niets aan het gedrag van automobilisten. Ze pompen met dezelfde frequentie hun banden op en doen dit op 'dezelfde wijze' als ze gewend zijn, alleen wel met andere apparatuur. Het grote verschil is dat men zuiniger rijdt vanwege een hogere bandenspanning.

Begrenzing gebruikers en vervoermiddelen

Deze methode heeft betrekking op alle motorvoertuigen met luchtdrukbanden die langzaam leeglopen en moeten worden opgepompt. De doelgroep van de slimmer werkende bandenpomp zijn motorvoertuigen met 3 of 4 luchtbanden en 2 assen met een maximale aan te brengen bandenspanning van 5 bar. Daar vallen personenauto's en bestelauto's (inclusief bestelbusjes en campers volgens het CBS) onder.² Deze

² Het Centraal Bureau van de Statistiek (CBS) heeft veel openbare data beschikbaar over onder meer het Nederlandse wagenpark en diverse relevante kengetallen over het gebruik en de samenstelling ervan:

<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/37209HVV/table?fromstatweb>

motorvoertuigen rijden de meeste kilometers en zijn verantwoordelijk voor de meeste aan brandstofgebruik gerelateerde CO₂-emissie. Waar in dit document sprake is van auto's worden dus personenauto's en bedrijfsauto's bedoeld. Andere gebruikersgroepen of vervoermiddelen die van slimmer werkende bandenpompen gebruik kunnen maken, zoals fietsen, bromfietsen, motoren, caravans, aanhangwagens en andere vervoermiddelen op luchtbanden vallen niet onder dit methodedocument en worden niet meegenomen in de berekening van de CO₂-emissiereductie. Bij gebruik van de slimme bandenpompen moeten deze gebruikersgroepen dus herkend kunnen worden.

Ook kleine en grote vrachtauto's en trucks die rijden met hogere bandenspanningen van circa 9 tot 10 bar vallen buiten het projecttype. Deze druk is te hoog om veilig mee te werken en daardoor is het gevaarlijk om zomaar door onbekwame chauffeurs de spanning te laten controleren.

Bepaling gebruik en aantal banden per keer gebruik

Elke separate gebruiker van een slimmer werkende bandenpomp moet worden vastgelegd om vast te stellen of deze tot de doelgroep behoort van dit methodedocument. Bij een slimmer werkende bandenpompen kunnen automobilisten een of meer banden oppompen, afhankelijk van de keuze van de gebruiker. De auto gaat zuiniger rijden doordat de banden in totaal minder rolweerstand hebben. Het maakt dus uit hoeveel banden opgepompt worden en minder rolweerstand hebben. De bepaling van het zuiniger rijden van de auto moet dus plaatsvinden op basis van een expliciete berekening waarbij elke opgepompte band voor 25% meetelt in de totale brandstofbesparing en daarmee de CO₂-emissiereductie van een auto. Er moet bij het gebruik van een slimmer werkende bandenpomp dus worden vastgelegd hoeveel banden er worden opgepompt.

Alleen binnen Nederland uitgevoerde acties om slimmer op te pompen

Stichting Nationale Koolstofmarkt (SNK) beperkt zich tot certificering van maatregelen die binnen de landsgrenzen van Nederland worden uitgevoerd, zoals het plaatsen van slimmer werkende bandenpompen in Nederland. Op nationale schaal zullen auto's door de maatregel minder hoeven te tanken wat leidt tot 1,5% minder brandstofgebruik per jaar in Nederland (CE Delft, 2019). Kortom, projecten worden begrensd door plaatsing van de apparatuur binnen de Nederlandse landsgrenzen. In het vaststellen van de kengetallen in hoofdstuk 5 wordt het totaal aantal kilometers aangegeven dat alleen de Nederlandse auto's rijden per jaar, niet de kilometers die buitenlandse auto's binnen Nederland maken. Ook worden daar de andere relevante parameters die betrokken zijn bij het uitrekenen van de CO₂-emissiereductie gedefinieerd en toegelicht. Op grond van de regel **Verrekening emissiereducties in het buitenland a.g.v. Nederlandse projectmaatregel** maakt het geen verschil of de Nederlandse auto's kilometers afleggen in Nederland of in het buitenland.

Directe en Indirecte CO₂-emissiereducties

Deze methode draait om het zuiniger laten rijden van auto's doordat zij minder brandstof gebruiken. Elke liter minder brandstof die de verminderde rolweerstand oplevert, hoeft dus niet getankt, noch geproduceerd, geraffineerd, vervoerd en gewonnen te worden. In dit methodedocument wordt deze totale well-to-wheel (d.w.z. directe en indirecte) besparing van brandstof als bron van de CO₂-emissiereductie gehanteerd, o.b.v. de waarden van de website [CO₂-emissiefactoren.nl](https://www.snk.nl/co2-emissiefactoren) (zie voor detailuitleg hoofdstuk 5).

De uitstoot Well-to-Wheel uitstaat bestaat uit twee delen: Well-to-Tank en Tank-to-Wheel. Het deel Well-to-Tank bevat de winning van olie, het transport ervan, de lekverliezen bij overslag/transport/afleveren, alsmede de olieraffinage. Olieraffinaderijen, voor zover binnen de EU, vallen onder het EU emissiehandelssysteem (ETS). Indien projecten o.b.v. dit methodedocument leiden tot lagere emissies bij olieraffinaderijen, dan bestaat de mogelijkheid dat dit leidt tot hogere emissies elders binnen het ETS. Dit zogenoemde waterbedeffect treedt op wanneer de raffinaderij de emissierechten die het overhoudt, doorverkoopt aan andere partijen in het ETS. Conform de Regel SNK over [CO₂-reductieberekening elektriciteit in het licht van het ETS](#) wordt er in dit

methodedocument voor gekozen om niet te corrigeren voor het waterbedeffect. De emissiereductie kan daardoor op basis van emissiefactoren Well-to-Wheel worden bepaald.

Een tweede indirecte CO₂-uitstootreductie betreft de aan bandenslijtage gerelateerde besparing. Omdat het (beter) oppompen van banden een verlengde levensduur van de autoband betekent, zou ook de levenscyclusanalyse (LCA) van een band interessant zijn. In dit methodedocument wordt deze CO₂-emissiereductie echter niet verder als opbrengst betrokken. Hiermee wordt bevorderd dat het wel berekende effect conservatief is ingeschat.

Overige CO₂-emissiereducties en projectemissies

De plaatsing en het onderhoud van slimmer werkende bandenpompen vinden plaats met voertuigen. Tenzij wordt gereden met elektrische voertuigen op duurzaam opgewekte stroom, zal dit leiden tot CO₂-emissie. Er wordt per bandenpomp circa drie keer per jaar een (onderhouds)rit gemaakt met een dieselveertuig à gemiddeld circa 50 kilometer, in totaal 150 kilometer per jaar. Volgens de lijst van [CO₂-emissiefactoren.nl](https://www.koolstofmarkt.nl/CO2-emissiefactoren) is de CO₂-uitstoot van een dieselveertuig van meer dan 1.450 kg 173 gram/km. Per jaar zou dit circa 26 kg CO₂-uitstoot opleveren per bandenpomp.

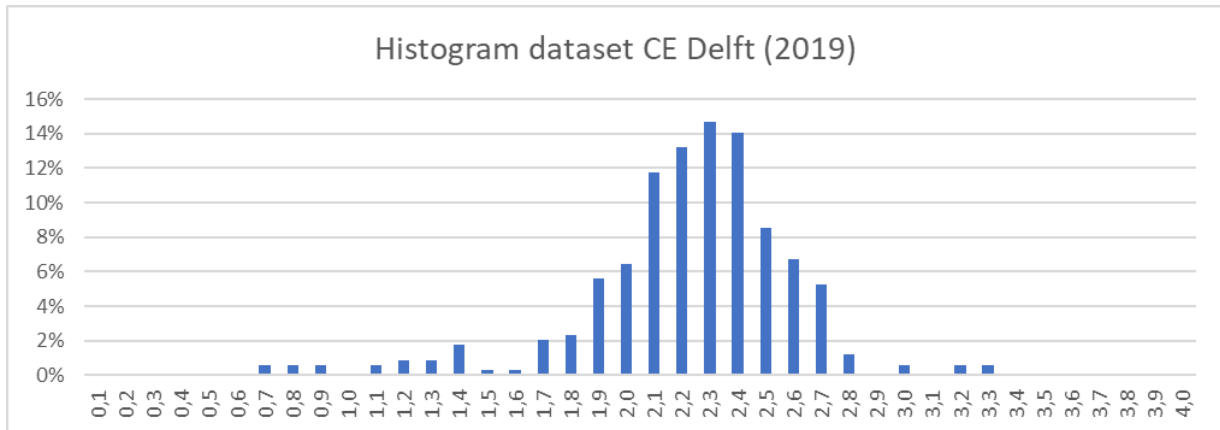
De emissies zijn het grootst in de gebruiksfase, met name bij de compressor. Gangbare luchtpompen bij tankstations hebben vaak ook verwarming om bevrozing in de winter te voorkomen, waarvoor ook stroom wordt gebruikt. Bandenpompen verbruiken circa 350 kWh per jaar. In dit methodedocument wordt ervan uitgegaan dat de elektriciteit wordt geproduceerd door een moderne gascentrale met een emissiefactor van 352 gCO₂/kWh (zie de regel **CO₂-reductieberekening elektriciteit in het licht van het ETS**). Per jaar veroorzaakt een gangbare luchtpomp bij tankstations of een slimmer werkende bandenpomp op netstroom daarom 123 kgCO₂/jaar ((350 kWh/jaar * 352 gCO₂/kWh)/1000). Indien slimmer werkende bandenpompen worden voorzien van een zonnepaneel om de stroomvoorziening te waarborgen, vindt er geen CO₂-emissie plaats in de gebruiksfase.

5. Het referentiescenario: de Baseline

Het referentiescenario is de huidige, gangbare praktijk (de baseline). Volgens dit scenario pompen automobilisten zo nu en dan (de één meer dan de ander) de banden van hun auto's op en dat doen ze bij gangbare luchtpompen bij tankstations. Het onderzoek van CE Delft (2019) biedt een goede dataset van metingen op grond waarvan de baseline kan worden bepaald. Deze data is verzameld bij verschillende tankstations waar automobilisten gebruik maakten van de gangbare luchtpompen. Hierbij:

- Is geobserveerd op welke wijze de automobilisten de luchtpompen hebben ingesteld en hebben gebruikt;
- Is geregistreerd met welke bandenspanningen de auto kwam aanrijden en weer wegreed na gebruik;
- Zijn diverse aanvullende gegevens uitgevraagd en geregistreerd

In totaal zijn van 23 maart 2019 tot 1 juni 2019 in dit onderzoek 92 auto's geobserveerd waarbij 341 banden zijn gemeten en geregistreerd. De gemiddelde spanning bij aankomst bleek 2,22 bar te zijn en de spanning werd met gemiddeld 0,20 bar verhoogd naar 2,42 bar. Figuur 2 toont een histogram van de beginbandenspanningen.



Figuur 2. Histogram van alle gemeten begin bandenspanningen in het onderzoek van CE Delft (2019)

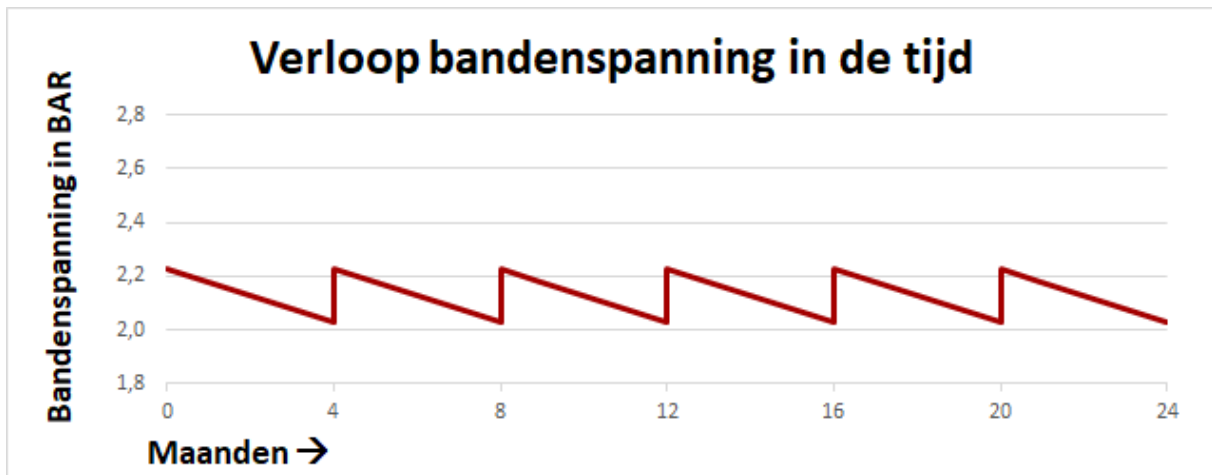
Om deze dataset te kunnen gebruiken als baseline moet de ruwe data worden genormaliseerd voor twee effecten die invloed hebben op de waarden van de gemeten bandenspanningen:

1. Warme banden: Tijdens het rijden warmen autobanden op wat leidt tot een toename van de bandenspanning. Hiervoor moet worden gecorrigeerd; de auto-/bandenleverancier adviseert de bandendruk te meten in een koude band en 0,3 bar harder op te pompen als de band warm is. Het percentage warme banden in de dataset is 63%. Bij warme banden wordt 0,3 bar van de beginmeting afgetrokken. Omdat het opwarmen van de banden tijdens het rijden overheerst ten opzichte van de omgevingstemperatuur (zie hierna), worden de bandenspanningen bij warme banden niet voor de omgevingstemperatuur gecorrigeerd.
2. Een verschil in omgevingstemperatuur ten tijde van de meting van de beginspanningen. Deze correctie vindt alleen plaats bij auto's die geen opgewarmde banden hebben (zie hierboven). Voor de locaties in het onderzoek van CE Delft (2019) is daarbij het dichtstbijzijnde KNMI meetstation gebruikt en de (max. dag)temperatuur op de dag van de metingen gebruikt. Uitgaande van de gemiddelde temperatuur van de dataset van 15,45° Celsius leidt een lagere omgevingstemperatuur ten tijde van de meting tot een correctie van plus 0,01 bar per 1° Celsius. Een hogere omgevingstemperatuur leidt tot een correctie van minus 0,01 bar per 1° Celsius.

Nadat deze correcties zijn uitgevoerd, is de gemiddelde beginbandenspanning van de referentie dataset 2,03 bar en de gemiddelde eindbandenspanning 2,23 bar bij een omgevingstemperatuur van 15,45° Celsius.

Verloop bandenspanning in de tijd.

Figuur 3 toont het verloop van de bandenspanning in de tijd voor het referentiescenario, waarbij de automobilist een gangbare luchtpomp bij een tankstation steeds op dezelfde wijze gebruikt. Gemiddeld bedraagt de eindbandenspanning 2,23 bar (zie hierboven). Dat levert een zaagtandgrafiek op van het verloop van de spanning van 1 band van deze auto in de tijd. In dit voorbeeld wordt een oppompfrequentie van 1 keer per 4 maanden gebruikt en na het oppompen daalt de bandenspanning langzaam met 0,20 bar (naar 2,03, zie hierboven), voor een periode van 2 jaar.



Figuur 3. Verloop van bandenspanning in referentiescenario (de baseline)

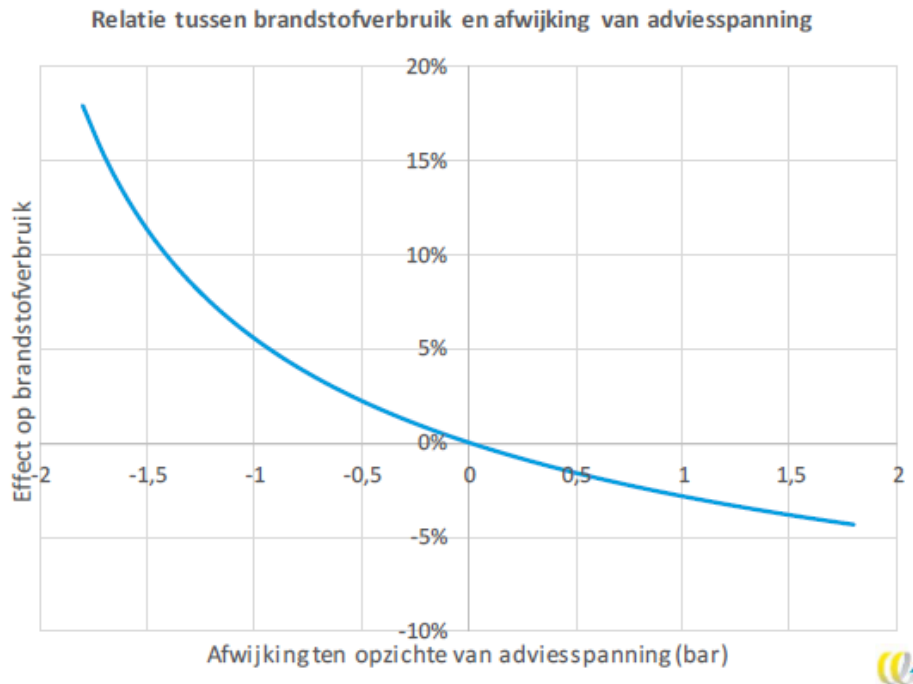
Relatie bandenspanning en brandstofverbruik.

Zoals de 'zaagtand' in Figuur 3 laat zien verliezen banden na te zijn opgepompt, langzaam hun spanning. CE Delft (2019) gaat, via een literatuuronderzoek, uitgebreid in op de relatie tussen brandstofverbruik en een veranderende bandenspanning (Tabel 2).

Tabel 2. Literatuurstudie naar relatie brandstofverbruik en bandenspanning

Bron	Relatie brandstofverbruik en bandenspanning
OECD, IEA (2005) Making cars more fuel efficient	1,32% extra brandstofverbruik per 10% onderspanning.
Varghese (2018)	1,58-1,65% extra brandstofverbruik per 10% onderspanning.
NHTSA (2012)	3,08% extra brandstofverbruik per 10% onderspanning. Literatuuronderzoek: 6 bronnen met waarden tussen 1 en 6% per 10% onderspanning.
Waddell (2012)	1,6% extra brandstofverbruik bij 10% extra rolweerstand.
Abdel-Fattah (2013)	1,8-2,2% hoger brandstofverbruik per 10% onderspanning.
Waddell (2007)	Drukverlies tussen 1,5-4% per maand. De rolweerstand neemt toe met 2/3 van drukverlies: 1,5% drukverlies is 1% toename rolweerstand (dus $p/p_0 \sim \pi/r_0$). Tenslotte levert 10% lagere rolweerstand ongeveer 1-2% brandstofbesparing op. Conclusie: 1,1% tot 1,5% hoger brandstofverbruik per 10% onderspanning.
TNO (2016)	$RRC \sim (P_{reference}/P)^{0.5-0.7}$ De waarde 0,5 is geschikt voor personenauto's. Het aandeel van de rolweerstand op de totale voertuigweerstand is gemiddeld 18%. Conclusie: 1,0 tot 1,3% hoger brandstofverbruik per 10% onderspanning.

De gevonden waarden in de literatuur variëren tussen een 1 en 3% hoger brandstofverbruik per 10% onderspanning. CE Delft (2019) volgt hierbij de methodiek en formule in TNO (2016a). In dit methodedocument wordt deze benadering ook gekozen, waarmee een discussie over de gevonden besparing en CO₂-emissiereductie aan een project met slimmer werkende bandenpompen wordt voorkomen. Figuur 4 geeft deze relatie weer in een grafiek, waaruit valt af te lezen dat een afwijking van -1,0 bar t.o.v. de adviesspanning gemiddeld leidt tot ongeveer een 5% hoger brandstofverbruik. Echter, 1,0 bar onderspanning is zeer veel; een onderspanning van enkele tienden bar is veel gebruikelijker in de praktijk (CE Delft, 2019). De gemiddeld gemeten bandenspanning is -0,24 bar t.o.v. de geadviseerde bandenspanning. Elke band wordt gemiddeld opgepompt met 0,20 bar tot -0,04 bar t.o.v. de geadviseerde bandenspanning.



Figuur 4. Relatie tussen brandstofverbruik en afwijking van adviesspanning

Het bereik van deze bovenstaande grafiek is echter bijzonder groot op de horizontale as (van -2 bar tot +2 bar) t.o.v. de gemiddelde adviesspanning. De meetdata in het onderzoek van CE Delft (2019) laten zien dat nagenoeg alle gemeten bandenspanningen tussen circa -0,5 en +0,5 bar t.o.v. de geadviseerde bandenspanning liggen. Dat levert een licht gebogen curve op, wat betekent dat het (steeds) harder oppompen van een band leidt tot meer brandstofbesparing, maar dat deze besparing minder toeneemt naarmate de bandenspanning verder oploopt. De constatering dat een hogere spanning dan de adviesspanning leidt tot extra brandstofbesparing is belangrijk voor dit methodedocument, omdat met het gebruik van een slimmer werkende bandenpomp banden ook hoger kunnen worden opgepompt dan deze adviesbandenspanning. Volgens Figuur 4 en de gebruikte formule maakt dit echter voor de CO₂-emissiereductie geen verschil. Hierbij geldt de regel: hoe harder de band wordt opgepompt, hoe minder rolweerstand en hoe meer brandstofbesparing.

Kengetallen baseline

Het onderzoek en de dataset van CE Delft (2019) vormen de basis van de bepaling van de baseline voor dit projecttype. De gevonden bandenspanningen zijn, zoals hierboven beschreven, eerst genormaliseerd door te corrigeren voor de warme banden en omgevingstemperatuur, met als resultaat de volgende waarden:

- Beginspanning Baseline = 2,03032 bar (de spanning van de band bij aankomst reguliere bandenpomp)
- Eindspanning Baseline = 2,23098 bar (de spanning van de band bij wegrijden)

In navolging van TNO (2016a) gaat dit methodedocument uit van een gemiddelde leegloopsnelheid van 0,05 bar voor auto's in Nederland; dit zijn dan de gemiddelde auto's die met gemiddeld opgepompte banden rondrijden. Dat is de situatie die CE Delft (2019) heeft onderzocht en die in dit methodedocument ook voor de baseline wordt gehanteerd: een bandenspanning van gemiddeld 2,13065 bar. Daarmee is de leeglooppfactor per maand:

$$\frac{(2,13065 - 0,05)}{2,13065} = 0,97653$$

Met andere woorden: op basis van de leegloopsnelheid en de gekozen grondslag loopt een gemiddelde Nederlandse autoband met een snelheid van 2,3467% per maand leeg.

Met behulp van de Beginspanning Baseline, de Eindspanning Baseline en de Leegloopfactor is te bepalen hoe lang de Leeglooperperiode (in maanden) in het Baselinescenario is:

$$\text{Beginspanning Baseline} = \text{Eindspanning Baseline} * \text{Leegloopfactor}^{\text{Aantal maanden}}$$

$$2,03032 = 2,23098 * 0,97653^{\text{Aantal maanden}}$$

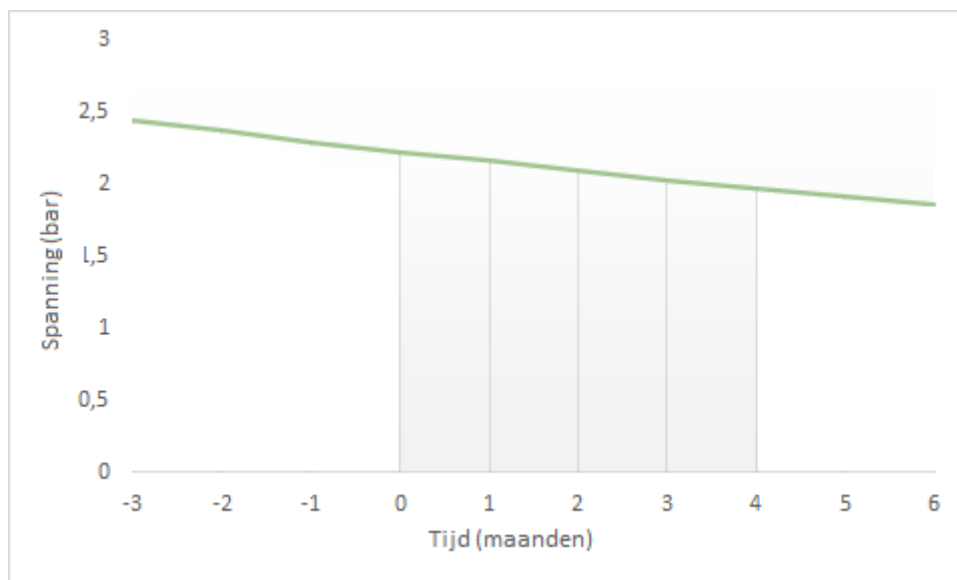
$$\text{Aantal maanden Leeglooperperiode} = 3,9689$$

Met behulp van deze Leeglooperperiode in de Baseline kan de oppompfrequentie worden berekend:

$$\text{Oppompfrequentie} = 12/3,9689$$

$$\text{Oppompfrequentie} = 3,02354 \text{ keer per jaar}$$

Op basis van de berekende kengetallen kan de gemiddelde bandenspanning worden berekend waarop auto's in het Baselinescenario rijden. Omdat de leegloopsnelheid geen constante is bij verschillende waarden van de bandenspanning, kan niet direct het rekenkundig gemiddelde tussen de Beginspanning Baseline en Eindspanning Baseline worden genomen. De gemiddelde bandenspanning van de Baseline worden berekend d.m.v. een integratie van de formule van de Leeglooperperiode die in Figuur 5 als groene, licht gebogen (holle) curve is weergegeven.



Figuur 5. Illustratie te integreren oppervlak om de gemiddelde bandenspanning van de Baseline vast te stellen

De gemiddelde druk is hierin weergegeven als het grijze oppervlak onder de grafieklijn, gedeeld door de periode. Dit kan als volgt in een formule worden weergegeven.

$$\text{Gemiddelde druk Baseline} = \frac{\text{Oppervlakte Grafiek}}{\text{Aantal Maanden}}$$

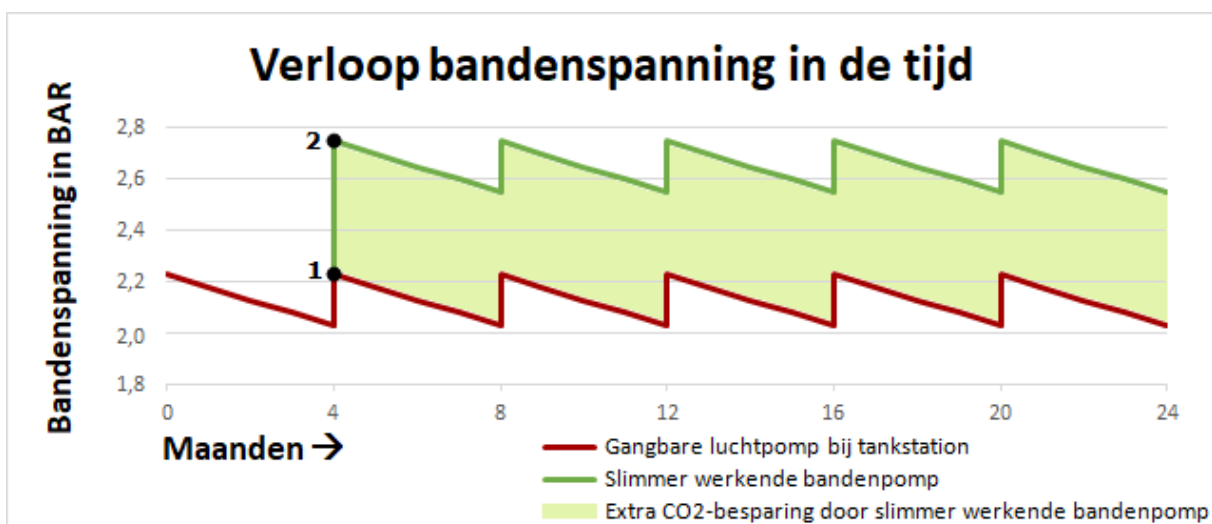
$$\text{Gemiddelde druk Baseline} = \frac{\int_0^{\text{Aantal Maanden}} \text{Eindspanning Baseline} * \text{Leeglooppfactor}^{\text{Aantal maanden}}}{\text{Aantal Maanden}}$$

$$\text{Gemiddelde druk Baseline} = \frac{\left(\frac{((2,23098 * 0,97653^{3,9689}) - (2,23098 * 0,97653^0))}{\ln(0,97653)} \right)}{3,9689}$$

$$\text{Gemiddelde druk autoband in Baseline} = 2,12907$$

6. Het Projectscenario en definiëring kengetallen en formules

In een project wordt een slimmer werkende bandenpomp gebruikt, waardoor de banden gemiddeld harder worden opgepompt dan in de Baseline. Hierdoor rijden die auto's met een lagere rolweerstand en met minder brandstofverbruik. Voortbouwend op de 'zaagtand' in Figuur 3 (de baseline) wordt het verloop van de bandenspanning in het projectscenario weergegeven als in Figuur 6, wanneer een automobilist met een slimmer werkende bandenpomp de bandenspanning gaat controleren. Het referentiescenario van de Baseline is weergegeven met de rode lijn, maar na vier maanden gebruikt de automobilist een slimmer werkende bandenpomp en wordt de band harder opgepompt, van punt 1 naar punt 2 (tot aan 2,75 bar in dit voorbeeld). Het resultaat van het gebruik van deze slimmer werkende bandenpomp is dat de bereikte bandenspanning hoger is dan in het referentiescenario: i.p.v. 2,23 bar bedraagt de eindspanning 2,75 bar.



Figuur 6. Verloop van bandenspanning bij slimmer werkende versus gangbare bandenpomp

Vervolgens neemt de bandenspanning net als in het referentiescenario af tussen de beide oppompmomenten. Deze afname is iets groter dan de afname in het referentiescenario (0,20 bar bij 0,05 bar/maand gedurende vier maanden), omdat een iets harder opgepompte band ook iets sneller leegloopt. Na weer eenzelfde periode van

vier maanden gaat deze gemiddelde automobilist de banden weer bij de slimmer werkende bandenpomp oppompen, enz., en ontstaat de groene zaagtand in Figuur 6. Hierdoor rijdt deze auto continu met meer bandenspanning en minder brandstofverbruik dan in het referentiescenario van de gangbare pomp, resulterend in een CO₂-emissiereductie.

In dit hoofdstuk worden de verschillende kengetallen en formules weergegeven die noodzakelijk zijn om de omvang van de Project CO₂-emissiereductie uit te rekenen. De volgende kengetallen over de huidige, gangbare praktijk en de gemiddelde auto in Nederland zijn nodig.

- Het brandstofverbruik van een (gemiddelde) auto, uitgedrukt in gram per kilometer om zo de CO₂-emissie per gereden kilometer auto te bepalen;
- Het aantal kilometers dat een auto per jaar rijdt: het jaarkilometrage;
- De relatie tussen de bandenspanning en het brandstofverbruik;
- De oppompfrequentie per jaar van een auto;
- De gemiddelde bandenspanning waar een auto mee rijdt (dit is de baseline);
- De Karakteristieke eindspanning van de slimmer werkende bandenpomp; en daarvan afgeleid
- De gemiddelde bandenspanning van auto's bij gebruik van de Slimmer werkende bandenpomp.

Brandstofverbruik van een (gemiddelde) auto

Een auto gebruikt brandstof of energie om te rijden. Er zijn veel verschillende typen auto's met een klein of groot verbruik per kilometer. Ook zijn er veel verschillende soorten brandstof, waarvan benzine en diesel de twee meest voorkomende zijn. Er zijn trends dat auto's steeds zuiniger worden, de brandstof waarop ze rijden verandert en er steeds meer elektrisch aangedreven auto's komen. Alle auto's hebben banden die op luchtdruk functioneren en afhankelijk van de hoogte van de spanning (en afwijking t.o.v. de adviesbandenspanning) een bepaalde rolweerstand hebben. Het energieverbruik om vooruit te komen en de rolweerstand van de banden te overwinnen, is dus verder niet afhankelijk van het type auto, de locatie van de band (voor of achter, links of rechts) of de soort brandstof. Ook moeten alle typen auto's net zo vaak de banden weer oppompen na verloop van tijd.

Als referentie in deze methode wordt een gemiddelde Nederlandse auto genomen, waarvan het brandstofverbruik goed is te bepalen door de waarde te nemen van een auto met onbekende brandstofsoort. Dit wordt op de website van CO₂-emissiefactoren per januari 2020 weergegeven.³ Zoals eerder aangeven wordt de CO₂-uitsoot van het verbruik Well-to-Wheel als Baseline gebruikt (Tabel 3).

Tabel 3. Emissies personenvervoer in Nederland (www.CO2Emissiefactoren.nl)

Personenvervoer	Eenheid	Kg CO ₂ /eenheid (WTW)	Kg CO ₂ /eenheid (TTW)	Kg CO ₂ /eenheid (WTT)
		TOTAAL (Well to Wheel)	Tank to Wheel	Well to Tank
Auto	Brandstofsoort onbekend Gewichtsklasse onbekend voertuigkilometer	0,195	0,163	0,032

Volgens Tabel 3 stoot een gemiddelde auto in Nederland 195 gram CO₂ uit per gereden kilometer. Dat komt voor een personenauto op benzine bijvoorbeeld neer op een verbruik van 7,18 liter per 100 kilometer (13,9 km op 1 liter). Bij het bepalen van deze CO₂-uitstoot op de website van [www.CO₂-emissiefactoren](http://www.CO2-emissiefactoren.nl) wordt uitgegaan van een gemiddeld wegtype en een auto in de gewichtsklasse middelzwaar. De volgende brandstofmix is gehanteerd:

³ <https://www.co2emissiefactoren.nl/lijst-emissiefactoren/> Vanuit de Green Deal CO₂-emissiefactoren zijn standaard-emissiefactoren vastgesteld voor consumenten en bedrijven om de CO₂-voetafdruk van activiteiten op te stellen en te vergelijken. Ieder jaar wordt deze lijst geactualiseerd door een breed panel van experts op basis van de meest recente inzichten. In dit Methodedocument wordt voor meerdere kengetallen van deze website gebruik gemaakt.

79,3% benzine, 15,8% diesel, 1,5% LPG, 3,0% benzine-hybride en 0,2% elektrisch. De uitstoot van 195 gram CO₂ uit per gereden kilometer hoort bij de gemiddelde bandenspanning waarop auto's in Nederland rijden, dus bij het Baseline scenario (Zijlstra & Rietkerk, 2020).

Het brandstofverbruik of de CO₂-uitstoot per kilometer wordt dus weergegeven op autoniveau. Aangenomen wordt dat de auto vier banden heeft en dat elke band een gelijke invloed heeft op de totale rolweerstand en dus elk met een factor 0,25 bijdraagt aan de totale rolweerstand. Immers, niet alle banden hebben altijd eenzelfde afwijking van de spanning t.o.v. de aan te brengen spanning. De berekeningen worden dan ook per band gemaakt en de vier banden samen leveren uiteindelijk een totale brandstofbesparing van een auto op.

Het jaarkilometrage

Het Centraal Bureau van de Statistiek (CBS) houdt het aantal kilometers bij dat wordt gereden door alleen de Nederlandse personenauto's en bestelauto's (CBS, 2018a) (zie Tabel 4).

Tabel 4. Aantal gereden kilometers door Nederlandse voertuigen per jaar (CBS, 2018a)

Voertuigtypes		Kilometers door Nederlandse voertuigen	
Perioden		Totaal kilometers Nederlandse voertuigen	
		x mln km	
Totaal motorvoertuigen	2018*		150 742,3
Personenauto	2018*		121 628,9
Bestelauto	2018*		18 217,0
Vrachtauto (excl. trekker voor oplegger)	2018*		2 537,5
Trekker voor oplegger	2018*		6 971,2
Speciaal voertuig	2018*		681,4
Bus	2018*		706,4

Relevant voor dit methodedocument zijn de gereden kilometers van Nederlandse personen- en bestelauto's gereden kilometers: 121,6 + 18,2 mln = 139.845,9 miljoen km/jaar.

Op basis van CBS (2018b) kan het totaal aantal personenauto's en bestelauto's worden vastgesteld: 9.256.594 (zie Tabel 5).

Tabel 5. Bepaling aantal auto's in Nederland (CBS, 2018b)

Regio's		Wegvoertuigen per 1 januari	
Perioden		Personenauto	Bestelauto
		aantal	
Nederland, totaal	2018	8 373 244	883 350

Bron: RDW, CBS

Met gegevens uit Tabel 4 en Tabel 5 kan het jaarkilometrage van een gemiddelde auto in Nederland worden bepaald op **15.107,7** km/auto.

Oppompfrequentie per jaar van een auto

Een auto waarvan de banden worden opgepompt, rijdt daarop verder tot de volgende keer dat de bandenspanning weer wordt gecontroleerd en de banden worden opgepompt. Vastgesteld moet worden hoeveel kilometer een auto rijdt tussen deze twee oppompmomenten. Immers over deze afstand kan een effect van het oppompen met een slimmer werkende bandenpomp worden berekend. Deze afstand is echter niet rechtstreeks uit literatuur of onderzoek bekend en moet indirect worden vastgesteld met behulp van de oppompfrequentie per jaar.

In het onderzoek van CE Delft (2019) blijkt dat tussen de twee momenten van oppompen gemiddeld 0,20 bar aan druk ontsnapt, omdat blijkt dat gemiddeld de druk van elke band in dit onderzoek met 0,20 bar wordt verhoogd. TNO (2016a) hanteert een leegloopsnelheid van 0,05 bar per maand. Op basis van deze informatie is in hoofdstuk 5 reeds een oppompfrequentie bepaald van 3,02 keer per jaar. Uitgaande van bovengenoemd gemiddeld kilometrage van een gemiddelde Nederlands auto (15.107,7 km/jaar), kan met deze oppompfrequentie worden uitgerekend dat een auto na het controleren van de bandenspanning bij een gangbare luchtpomp bij een tankstation gemiddeld 15.107,7 km/3,02 oppompbeurten = 4.996,7 kilometer/per beurt rijdt. Deze gemiddelde oppompfrequentie zal door het gebruik van een slimmer werkende bandenpomp niet veranderen en wordt als kengetal gebruikt voor beide scenario's: Het Baselinescenario en Projectscenario.

Omdat de oppompfrequentie en daarmee de afstand die na het gebruik van een slimmer werkende bandenpomp wordt afgelegd grote invloed heeft op de berekening van de Project CO₂-emissiereductie, dient in het projectplan een voorstel te worden opgenomen hoe dit kengetal kan worden bepaald om bij de voorgeschreven update van alle kengetallen te worden aangepast aan de eventueel veranderde oppompfrequentie.

Kader 2. Enquêtes naar oppompedrag

Er bestaan ook andere typen rapporten waarin de oppompfrequentie op basis van enquêtes kan worden afgeleid, zoals bijvoorbeeld dat van Achmea (2018) dat regelmatig wordt uitgevoerd onder ruim 2.000 automobilisten. Veel van deze enquêtes hebben echter het nadeel dat dit sociaal wenselijke antwoorden op kan leveren en de vraagstelling is vaak in de vorm van: *Hoe vaak controleert u de bandenspanning?* Dit is niet voldoende voor het afleiden van de oppompfrequentie. Dan zou de vraag net anders geformuleerd moeten worden; bijvoorbeeld: *Hoe vaak per jaar pompt u zelf de banden van uw auto op?* Bovendien worden andere belangrijke parameters die invloed hebben op de oppompfrequentie niet betrokken of bevroegd. Het is bijvoorbeeld van belang te weten waar iemand de banden oppompt en met welke apparatuur. Daarnaast is er een koppeling noodzakelijk tussen oppompfrequentie en jaarkilometrage omdat bekend is dat automobilisten die (zeer) weinig rijden ook minder dan gemiddeld hun banden oppompen (bijvoorbeeld 1 keer per jaar). Andersom geldt dit ook, waarbij frequente oppompers (bijvoorbeeld eens per 2 maanden) ook veel meer dan het gemiddelde kilometrage per jaar rijden. Zo kan ondanks een groot verschil in oppompfrequentie het aantal kilometers dat de auto rijdt na het oppompen voor beide groepen toch hetzelfde blijken te zijn.

Eventueel kan in een update van de kengetallen, zoals dit methodedocument voorschrijft gedurende de looptijd van projectplannen, voor het bepalen van de oppompfrequentie een verbeterd (enquête)onderzoek worden betrokken, mits dit voldoet aan de hier genoemde tekortkomingen en aanvullende noodzakelijke parameters. Daarmee zou ook een oppompfrequentie en afgeleide afstand kunnen worden berekend die een auto rijdt na het oppompen van de banden.

Karakteristieke eindspanning

In elk project wordt van een bepaald type slimmer werkende bandenpomp gebruik gemaakt door automobilisten die de spanning van de autobanden meten en indien nodig verhogen. Afhankelijk van het functioneren en de mogelijkheden van deze slimmer werkende bandenpomp en hoe de automobilisten deze gebruiken is een Karakteristieke eindspanning vast te stellen. Dat is de gemiddelde druk van een band waarmee de auto wegrijdt na gebruik van de slimmer werkende bandenpomp. Dit kan alleen vastgesteld worden in een vergelijkbaar onderzoek zoals ook het referentiescenario/baseline is vastgesteld door CE Delft (2019).

De Karakteristieke eindspanning wordt niet theoretisch bepaald, maar gebaseerd op de daadwerkelijk geconstateerde gemiddelde verhoging van de bandenspanning bij het gebruik van het type slimmer werkende bandenpomp. Dat kan alleen gebeuren in een praktijkonderzoek onder voldoende gebruikers. Daarmee kan betrouwbaar een gemiddelde eindbandenspanning worden bepaald en worden toegekend aan een bepaald type slimmer werkende bandenpomp.

Het is van belang vast te stellen dat de te gebruiken slimmer werkende bandenpomp iedere keer dat banden worden opgepompt dit op eenzelfde en uniforme wijze doet. Dit moet in het projectplan helder omschreven zijn, inclusief een definitie van een softwareversie die gedurende de levensduur van het project als uitgangspunt wordt genomen. De software stuurt het oppompen immers aan en is een essentieel onderdeel van elke bandenpomp. Met behulp van de softwareversie kan het gebruik op een server/computer geregistreerd worden met een zogenaamde logfile. Deze logfile is een belangrijk element in de monitoring van een project om de aan het project verbonden CO₂-emissiereductie goed en onafhankelijk te kunnen vaststellen.

In een projectplan wordt een betrouwbare Karakteristieke eindspanning vastgesteld o.b.v. data uit een uitgebreid onderzoek, dat minimaal de volgende voorgeschreven opzet kent:

1. In elk van de 12 Nederlandse provincies moeten minimaal 50 automobilisten de slimmer werkende bandenpomp gebruikt hebben, waarbij de volgende gegevens digitaal moeten worden vastgelegd:
 - a. Datum en tijdstip van gebruik;
 - b. Van welk vervoermiddel de gebruiker de banden oppompt (auto of ander vervoermiddel);
 - c. Dat de eigenaar met het betreffende vervoermiddel voor de eerste keer van dit type slimmer werkende bandenpomp gebruik maakt;
 - d. Per band moet de gemeten bandenspanning bij aankomst minimaal op honderdsten bar nauwkeurig worden geregistreerd;
 - e. Per band moet de aangebrachte bandenspanning waarop de auto wegrijdt minimaal op honderdsten bar nauwkeurig worden geregistreerd;
 - f. Het aantal banden per vervoermiddel dat is opgepompt moet worden vastgelegd;
2. De druksensor die wordt gebruikt in de slimmer werkende bandenpomp moet op honderdsten bar nauwkeurig de spanning registreren met een afwijking van maximaal 0,05 bar. De druksensor in de slimmer werkende bandenpomp moet zijn geïkset d.m.v. een ijkset met een geldig certificaat, dat niet ouder is dan 2 jaar;
3. Van elke keer gebruik moet een digitale logfile worden gemaakt en bewaard op een server;
4. Er wordt zodoende een betrouwbare dataset opgebouwd van 12 x 50 auto's met elk maximaal 4 banden. In totaal zijn dit minimaal 600 en maximaal 2.400 metingen van een band (van de gemeten bandenspanning bij aankomst en de aangebrachte bandenspanning waarop de auto wegrijdt);
5. Dit levert een gemiddeld gemeten bandenspanning en een gemiddeld aangebrachte bandenspanning op. Deze gemiddeld aangebrachte bandenspanning is de Karakteristieke eindspanning en die is kenmerkend is voor de onderzochte slimmer werkende bandenpomp.

Deze dataset moet in het projectplan als bijlage worden opgenomen. Daarnaast moet ook een definitie en omschrijving van de gebruikte softwareversie van de slimmer werkende bandenpomp in het projectplan worden opgenomen. Dit kan gebruikt worden door de onafhankelijk verifiërende organisatie die moet vaststellen hoeveel CO₂-emissiereductie er per (kalender)jaar wordt gerealiseerd. Daarbij is het van belang de software(versie) van de slimmer werkende bandenpomp te vergelijken met de in het projectplan opgenomen werking en de daaruit voortvloeiende Karakteristieke eindspanning. Tot slot moet de dataset van de Karakteristieke eindspanning op dezelfde wijze worden genormaliseerd als de dataset van de Baseline om deze met elkaar te kunnen vergelijken. Daartoe worden warme banden omgerekend naar koude banden (-0,3 bar) en bij koude banden wordt gecorrigeerd voor de gemiddelde temperatuur van de Baseline dataset van 15,45° Celsius (met 0,01 bar per 1 graad) (zie ook hoofdstuk 5).

Gemiddelde druk autobanden bij slimmer werkende bandenpomp (het Project)

Op basis van de Karakteristieke eindspanning kan op dezelfde wijze als bij de baseline (in hoofdstuk 5) de gemiddelde druk van de banden worden berekend bij aanvang van het Project. Hierbij wordt aangetekend dat door de hogere Karakteristieke eindspanning de bandenspanning per maand iets meer afneemt dan de leegloopsnelheid van 0,05 bar/maand. De Karakteristieke eindspanning neemt in het Project in de eerste maand af met 2,3467% (zoals vastgesteld bij het berekenen van de leegloopsnelheid in hoofdstuk 5). Dat levert met een hogere druk immers een hogere absolute leegloopsnelheid per maand op. Bijvoorbeeld met een Karakteristieke eindspanning van 2,75 bar neemt de druk af met 2,3467% * 2,75 bar = 0,06453 bar per maand.

De berekening van de gemiddelde bandenspanning van het project vindt dan op dezelfde wijze plaats als in hoofdstuk 5 is weergegeven voor de gemiddelde druk van de Baseline, d.m.v. de volgende integratieberekening (met 2,75 bar als voorbeeld van de Karakteristieke eindspanning):

$$\text{Gemiddelde druk Project} = \frac{\text{Oppervlakte Grafiek}}{\text{Aantal Maanden}}$$

$$\text{Gemiddelde druk Project} = \frac{\int_0^{\text{aantal maanden}} \text{Kar. Eindspanning} * \text{Leegloopfactor}^{\text{Aantal maanden}}}{\text{Aantal maanden}}$$

$$\text{Gemiddelde druk Project} = \frac{\left(\frac{((2,75 * 0,97653^{3,9689}) - (2,75 * 0,97653^0))}{\ln(0,97653)} \right)}{3,9689}$$

$$\text{Gemiddelde bandenspanning i. g. v. Project} = 2,62439$$

Formule Rolweerstand

In hoofdstuk 5 is weergegeven dat in dit methodedocument de benadering van CE Delft (2019) en TNO (2016a) wordt gevolgd om de verandering van de Rolweerstand (RRC) van de harder opgepompte banden te gebruiken voor het berekenen van de afname van het brandstofverbruik. Als referentiespanning wordt in deze formule van de RRC de gemiddelde bandenspanning van de Baseline gebruikt. Met die spanning rijden immers de auto's in Nederland gemiddeld rond en zijn de kengetallen gedefinieerd.

Met de onderstaande formule wordt het verschil in rolweerstand berekend tussen de gemiddelde druk van de Baseline en die van het Project. Deze laatste zal gedurende de looptijd van het project, net als de andere kengetallen, geactualiseerd worden. Om een voorbeeld rekensom weer te geven wordt de gemiddelde

bandenspanning van het project gebruikt die hiervoor is berekend met een Karakteristieke eindspanning van 2,75 bar.

$$RRC = \left(\frac{\text{Gemiddelde bandenspanning Baseline}}{\text{Gemiddelde bandenspanning Project}} \right)^{0,5}$$

$$RRC = \left(\frac{2,12907}{2,62439} \right)^{0,5}$$

$$RRC = 0,90070$$

Op basis van de gevonden RRC is de Rolweerstand van de banden afgenomen bij de hogere spanning. De rolweerstand is in dit voorbeeld Project dus 9,93% (= 100% - 90,07%) lager dan de Rolweerstand van de Baseline. Het brandstofverbruik van een voertuig is afhankelijk van de voertuigweerstand, waarvan de rolweerstand er een is. Het aandeel van de rolweerstand (RRC) op de totale voertuigweerstand bedraagt volgens TNO (2016a) en CE Delft (2019) 18%. De afname van het brandstofverbruik wordt als volgt berekend:

$$\text{Percentage afname brandstofverbruik} = 9,9297 * 0,18$$

$$\text{Percentage afname brandstofverbruik} = 1,78735\%$$

Dit percentage is dus gebaseerd op het voorbeeld waarin de Karakteristieke eindspanning 2.75 bar is.

Berekening Project CO₂-emissiereductie

Nu alle benodigde kengetallen zijn bepaald en berekend, kan met onderstaande formule de Project CO₂-emissiereductie worden uitgerekend.

Project CO₂ emissiereductie

$$= (\text{Uitstoot} * \text{afname verbruik}) * \left(\frac{\text{jaarkilometrage}}{\text{oppompfrequentie}} \right) * \text{weegfactor band}$$

$$\text{Project CO}_2 \text{ emissiereductie} = (195 * 1,78735\%) * (15.107,8/3,02354) * 0,25$$

$$\text{Project CO}_2 \text{ emissiereductie} = 4,35382 \text{ Kg CO}_2 \text{ per band}$$

Stel dat een auto gebruik maakt van deze slimmer werkende voorbeeld bandenpomp en alle vier banden worden opgepompt, dan wordt daarmee dus (4 x 4,35382 kg =) 17,42 kg CO₂ minder uitgestoten

Aantal keer gebruik en bepaling totale CO₂-emissiereductie van een project

In een project worden slimmer werkende bandenpompen geplaatst en gebruikt. Voor elke keer dat één van de slimmer werkende bandenpompen wordt gebruikt, wordt per opgepompte band de berekende Project CO₂-Emissiereductie gebruikt. Dit wordt door de software geregistreerd, waarbij alle opgepompte banden worden bijgehouden en worden opgeteld. De software houdt eveneens per bandenpomp de cumulatieve CO₂-emissiereductie bij voor al het gebruik en dit wordt geregistreerd per projectperiode (en kalenderjaar). De totale CO₂-emissiereductie is dan bij elke in een project gebruikte slimmer werkende bandenpomp in de meest recente logfile op te zoeken. De totale CO₂-emissiereductie van alle gebruikte slimmer werkende bandenpompen in een project is daarmee ook direct beschikbaar door de pomptotalen op te tellen.

In het projectplan wordt aangegeven hoeveel slimmer werkende bandenpompen er geplaatst gaan worden in het project, met een inschatting van de gebruiksfrequentie per jaar. Gebaseerd op de Project CO₂-Emissiereductie kan de verwachte omvang van de totale jaarlijkse CO₂-emissiereductie worden aangegeven. Gezien het aantal auto's en de miljoenen keren gebruik van de gangbare luchtpompen bij tankstations, zullen er veel slimmer werkende bandenpompen in Nederland geplaatst kunnen worden. Het is aan de projectpartijen om dit te organiseren en te realiseren. Het is het aannemelijk dat in de eerste jaren van een project nog niet het beoogde aantal slimmer werkende bandenpompen functioneel is en dat toegewerkt wordt naar steeds meer plaatsingen met toenemend gebruik en een stijgende jaarlijkse CO₂-emissiereductie.

Voor de bepaling van de totale CO₂-emissiereductie is alleen het aantal keer gebruik van de groep slimmer werkende bandenpompen (per jaar) relevant. Afhankelijk van de Karakteristieke eindspanning van de in het projectplan opgenomen bandenpomp en het aantal keer gebruik van alle geplaatste bandenpompen, wordt een jaarlijkse CO₂-emissiereductie gerealiseerd. Is het aantal geplaatste pompen gering, of de Karakteristieke eindspanning relatief laag, dan leidt dit met eenzelfde aantal gebruikers per bandenpomp tot een lagere jaarlijkse CO₂-emissiereductie dan wanneer er veel pompen worden geplaatste en/of de Karakteristieke eindspanning relatief hoog is.

Maximale termijn projectlevensduur

Een projectplan dat wordt gevalideerd, d.w.z. het is correct opgesteld volgens de instructies in dit methodedocument, geldt voor maximaal 10 jaar. Deze projectduur en daarmee de periode waarover koolstofcertificaten kunnen worden verkregen, wordt door de projectpartijen in het projectplan weergegeven.

Tussentijdse wijzigingen aan het methodedocument, met uitzondering van hoofdstuk 3 over additionaliteit, hebben geen invloed op reeds gevalideerde projectplannen. Hierbij is aangetekend dat in dit methodedocument wordt bepaald (in hoofdstuk 8) dat enkele kengetallen en parameters eens per twee jaar opnieuw moeten worden vastgesteld op basis van de bronnen die daarbij ook in dit methodedocument zijn opgevoerd, of van bronnen afkomstig zijn van vergelijkbare kwaliteit. Vanaf de datum van validatie van een projectplan is de eerste verplichte update de derde passage van een jaarwisseling.

Indien gedurende de looptijd van een project de situatie omtrent additionaliteit wijzigt en het projecttype slimmer werkende bandenpomp niet meer additioneel is aan beleid en gangbare praktijk, dan kan het project nog gedurende vijf jaar na de gewijzigde situatie (per de datum van de wijziging van hoofdstuk 3 van dit methodedocument) koolstofcertificaten genereren. Zie hiervoor ook de SNK-regel *Additionaliteit van emissiereductie*.⁴

Vaststelling CO₂-Emissiereductie

Gezien de methodiek en wijze van monitoring worden koolstofcertificaten achteraf vastgesteld. De projectpartijen kunnen in het projectplan de frequentie van verificatie bepalen. Dit moet minimaal 1 keer per jaar plaatsvinden. Het vaststellen en toekennen van de laatste koolstofcertificaten (bij de laatste onafhankelijke Verificatie) vindt plaatst op het moment van aflopen van de maximale projectlevensduur. De CO₂-emissiereductie duurt daarna dus maximaal voort gedurende de periode die is gedefinieerd door de oppompfrequentie. Op het moment van vaststelling van dit methodedocument bedraagt die 3,02 keer per jaar oftewel 121 dagen.

⁴ <https://nationaleco2markt.nl/methoden/>

Samenvatting te gebruiken kengetallen

De volgende kengetallen van het Referentiescenario (baseline) en het Projectscenario zijn vastgesteld en toegelicht. Deze worden in de formules gebruikt om de Project CO₂-emissiereductie uit te rekenen.

- Gemiddelde CO₂-emissie per gereden kilometer van een auto in Nederland: 195 gram;
- Het totaal aantal personenauto's en bestelauto's : 9.256.594;
- Het jaarkilometrage van een gemiddelde auto in Nederland: 15.107,7 kilometer;
- Gemiddelde oppomfrequentie van de banden van een auto: 3,02 keer per jaar;
- Aantal kilometers dat een auto (zuiniger) rijdt na oppompen: 4.996,7 kilometer;
- Gemiddelde druk Baseline: 2,12907 bar
- Karakteristieke eindspanning: deze is afkomstig uit het projectplan (de project dataset) en op basis van deze waarde wordt de gemiddelde druk van het Project uitgerekend.

7. Plan voor monitoring van projectvoortgang

Aangezien de CO₂-emissiereductie door het gebruik van slimmer werkende bandenpompen niet rechtstreeks is te meten, wordt teruggerepen op een wetenschappelijke onderbouwing en berekening van de relatie tussen een verandering van bandenspanning en de verandering van brandstofverbruik. Dit is beschreven en toegelicht in de voorgaande hoofdstukken. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de voortgang van een project onafhankelijk moet worden gecontroleerd.

Eisen die gesteld worden aan een slimmer werkende bandenpomp

De in een projectplan opgevoerde slimmer werkende bandenpomp moet betrouwbaar functioneren en op de goede werking gecontroleerd kunnen worden. Daarom moet de werking minimaal voldoen aan de volgende voorwaarden:

- De werking en functionaliteiten zijn in het projectplan duidelijk omschreven in een softwareversie;
- Elke keer gebruik vindt plaats met behulp van de vastgelegde softwareversie zodat het oppompen van banden op een uniforme wijze plaatsvindt;
- Elke keer gebruik wordt met behulp van een logfile geregistreerd waarin verschillende verplichte parameters zijn opgenomen. De logfile wordt minimaal bewaard tot en met de laatste datum van de levensduur van een projectplan. Deze logfile en op te nemen parameters worden later in dit hoofdstuk toegelicht;
- Bij elke keer gebruik moet vastgesteld worden of de gebruiker met een vervoermiddel banden gaat oppompen zoals gedefinieerd in hoofdstuk 4, de projectbegrenzing. Het project wordt hierin begrensd tot de doelgroep motorvoertuigen met 3 of 4 luchtbanden en 2 assen met een maximale aan te brengen bandenspanning van 5 bar. Dat zijn personenauto's en bestelauto's (inclusief bestelbusjes en campers).
- In de logfile moet zijn geregistreerd of het gebruik (=oppompen van banden) wel of niet wordt betrokken in de bepaling van de CO₂-emissiereductie;
- De druksensor die gebruikt wordt heeft een meetafwijking van maximaal 0,05 bar. De druksensor moet eens per drie jaar worden geijkt met een (mobiele) ijkset die is voorzien van een geldig certificaat door een gecertificeerde instantie;
- Elke bandenpomp die in de SNK-certificering wordt betrokken, wordt vanaf een startdatum voorzien van deze softwareversie en wordt in een bestand opgenomen met de plaatsingslocatie, datum van plaatsing en met een vermelding of die bandenpomp nog actief is en welke softwareversie actief is.

Eventueel aangepaste versies van de werking van de gebruikte slimmer werkende bandenpomp in een project kunnen invloed hebben op de Karakteristieke eindspanning (hoofdstuk 7). Omdat de Karakteristieke eindspanning als verplicht kengetal wordt betrokken in de frequente updates, zal een aangepaste softwareversie

die mogelijk een veranderde werking (= Karakteristieke eindspanning) oplevert, een aangepaste Project CO₂ emissiereductie (aantal kg CO₂ per band) opleveren. Dit wordt dus op de updatemomenten in de softwareversie geregistreerd en aangepast waarmee voorkomen wordt dat er een te hoge of te lage totale CO₂ emissiereductie in het project wordt berekend. Een softwareaanpassing die, bijvoorbeeld, het gebruiksgemak verbetert of een uitbreiding betreft van onderdelen die daarmee ook indirect invloed kunnen hebben op de CO₂-emissiereductie, moet met versiebeheer worden vastgelegd, maar is dus vanzelfsprekend mogelijk.

Monitoring parameters en kengetallen

Onderdeel van de methode is dat er per keer gebruik, waarbij 1, 2, 3 of 4 banden worden opgepompt, een berekening plaatsvindt met behulp van de Project CO₂-emissiereductie. Deze is gebaseerd op de huidige kengetallen uit recente literatuur of kennisinstituten. Bij vaststelling van dit methodedocument gelden deze kengetallen. Na verloop van tijd kunnen deze kengetallen echter niet meer goed aansluiten op de dan geldende omstandigheden. Hierdoor bestaat er een verplichting voor de penvoerder van een projectplan om deze kengetallen en de daarop gebaseerde Project CO₂-emissiereductie te herzien gedurende de levensduur van een project. De eerste keer dat deze kengetallen na vaststelling van dit methodedocument moeten worden onderzocht en indien nodig moeten worden bijgesteld, is na het passeren van de derde jaarwisseling na de projectstart. Vervolgens moet dit om de twee jaar plaatsvinden tot aan de maximale levensduur van het project.

Indien er kengetallen moeten worden aangepast, moet dit in een softwareversie worden bijgehouden met versiebeheer. Tussen 1 januari en 1 april volgend op de ontstane verplichting van het doorvoeren van deze update, moet op alle slimmer werkende bandenpompen die onder een project vallen en in de monitoring worden betrokken, deze nieuwste softwareversie met updates functioneren. Vanaf het moment (ergens in dat eerste kwartaal van het kalenderjaar) dat de nieuwe softwareversie functioneert op de betreffende pomp wordt een aangepaste CO₂-emissiereductie per band uitgevoerd en in de logfile cumulatief opgeteld. Dit wordt geverifieerd door een onafhankelijke instelling die betrokken is bij de verificatie van de bereikte CO₂-emissiereductie.

In hoofdstuk 6 zijn de volgende relevante kengetallen beschreven die door de indiener en penvoerder van een projectplan in deze herziening betrokken worden:

- Gemiddelde CO₂-emissie per gereden kilometer van een auto in Nederland: 195 gram;
- Het totaal aantal personenauto's en bestelauto's : 9.256.594;
- Het jaarkilometrage van een gemiddelde auto in Nederland: 15.107,7 kilometer;
- Gemiddelde oppompfrequentie van de banden van een auto: 3,02 keer per jaar;
- Aantal kilometers dat een auto (zuiniger) rijdt na oppompen: 4.996,7 kilometer;
- Karakteristieke eindspanning;
- gemiddelde druk van het Project.

In hoofdstuk 6 zijn de huidige bronnen waar de kengetallen van afkomstig zijn weergegeven. Bij de herziening moeten de meest recente waarden die deze bronnen op de genoemde kengetallen geven, worden gebruikt. Indien de bron het betreffende kengetallen niet meer aanlevert of kan weergeven, wordt een bron van vergelijkbare kwaliteit gebruikt. Voor het aantal kilometers dat de auto rijdt na oppompen wordt de oppompfrequentie gebruikt en deze wordt onderzocht en bepaald op de wijze waarop dit in het projectplan is voorgesteld. Ook kan onderzocht worden of er een bepaling voorhanden is die is gebaseerd op een correcte en volledig uitgevoerde enquête, zoals in hoofdstuk 6 is beschreven (Achmea, 2018), en daarmee ook een betrouwbare oppompfrequentie oplevert.

Met deze bijgestelde meest recente kengetallen wordt de Project CO₂-emissiereductie opnieuw uitgerekend en in de software versie geregistreerd. Per keer gebruik wordt zo de eventueel herziene Project CO₂-emissiereductie

vastgelegd. Ook deze kengetallen moeten in de logfile worden weergegeven. Zo kan altijd achteraf worden gecontroleerd op welke grond de softwareversie een Project CO₂-emissiereductie heeft bepaald.

Met de herijking per twee jaar wordt voorkomen dat er een overschatting na verloop van tijd van de CO₂-emissiereductie kan optreden.

Gestelde eisen aan de logfile

De te gebruiken slimmer werkende bandenpomp genereert voor elke keer dat een gebruiker autobanden oppompt een zogenaamde logfile. Dit is een digitaal bestand waarin tal van parameters, kengetallen en de door het gebruik gerealiseerde CO₂-emissiereductie worden opgeslagen. De logfile wordt automatisch gestart door de computer in de bandenpomp zodra een gebruiker met de bandenpomp aan de slag gaat en wordt beëindigd als de gebruiker klaar is en de auto weer wegrijdt. De logfile zelf wordt bewaard op een dataserver tenminste tot na afloop van de projectlevensduur.

De logfile moet minimaal de volgende informatie-elementen overzichtelijk opslaan:

- Uniek bandenpomp identificatienummer;
- Locatie van de bandenpomp;
- Software versienummer dat actief is op de bandenpomp;
- Uniek logfilenummer;
- Datum en tijdstip van start en beëindiging van de logfile;
- Instellingen die de gebruiker selecteert, waaronder minimaal:
 - Voor welk type vervoermiddel de bandenpomp gebruikt wordt (auto of overig);
- Het aantal met succes opgepompte banden door per band een meting van de druk bij aanvang en de registratie van de bereikte bandenspanning te registreren;
- De verplichte kengetallen zoals eerder in dit hoofdstuk vermeld en die op dat moment geldig zijn;
- De gebruikte Project CO₂-emissiereductie per keer gebruik en per band;
- De berekende totale CO₂-emissiereductie op basis van het aantal opgepompte banden in deze logfile;
- Een optelling van de totale CO₂-emissiereductie op basis van het aantal logfiles vanaf de startdatum van deze unieke bandenpomp;
- Een optelling van de totale CO₂-emissiereductie per kalenderjaar van deze unieke bandenpomp.

Vanzelfsprekend kunnen er meer informatie elementen in de logfile worden opgenomen. De logfile moet op een dataserver opgeslagen en bewaard worden gedurende de projectlevensduur. De logfiles kunnen door de verifiërende instantie worden opgevraagd t.b.v. een steekproef.

Monitoring voortgang en vaststelling koolstofcertificaten

In een totaaloverzicht moeten alle in een project gebruikte slimmer werkende bandenpompen worden opgenomen. In dit overzicht moet de gerealiseerde totale CO₂-emissiereductie per bandenpomp zoals in de logfile weergegeven per kalenderjaar of monitoringsperiode worden opgenomen. Dit monitoringsrapport moet voldoende zijn voor het mogelijk maken van een verificatie van de emissiereductie.

In een projectplan moet ook worden aangegeven wat de door de penvoerder gewenste verificatiefrequentie is. Deze frequentie bedraagt minimaal 1 keer per kalenderjaar. Deze jaarlijkse rapportage vormt de basis voor de onafhankelijke verificatie van de CO₂-emissiereductie. De verificatie vindt plaats door een onafhankelijke instelling die voor deze taak geaccrediteerd is.

Onderdeel van de verificatie is het controleren van de logfiles en de softwareversie. Een steekproef onder willekeurige gebruikte slimmer werkende bandenpompen en logfiles van een bepaalde datum of periode moeten overhandigd kunnen worden om vast te stellen of de werking, de kengetallen en de berekende CO₂-

emissiereducties zoals in de logfile zijn opgenomen, overeenkomen met dit methodedocument en het projectplan. Dit wordt vastgelegd in een verificatierapport waarna vervolgens tot registratie en uitgifte van koolstofcertificaten door de SNK kan worden overgegaan.

8. Risico's

Mogelijk risico's omtrent het projecttype slimmer werkende bandenpomp worden hieronder benoemd.

Technisch

Zolang auto's op banden met perslucht rijden, zullen deze leeglopen. Ondanks verbeteringen en daarmee een afname in leegloopsnelheid, is het in de basis niet mogelijk de rubbereigenschappen van een band zo te veranderen dat er geen spanningsverlies meer optreedt. De komende tientallen jaren zullen autobanden nog steeds opgepompt moeten worden. Slimmer werkende bandenpompen zullen dus jarenlang gebruikt worden en CO₂-emissies reduceren. Als banden door technische veranderingen niet meer of minder snel leeglopen en dus ook minder frequent hoeven te worden opgepompt, vertaalt zich dat in een wijziging van kengetallen en daarmee in een aanpassing van de gebruikte parameters en Project CO₂-emissiereductie. Dit risico is daarmee afdoende afgedekt.

De gebruikte slimmer werkende bandenpomp

Deze methode is gebaseerd op een verbeterde werking van bandenpompen. Door in het methodedocument heldere eisen en voorwaarden aan het functioneren te stellen, wordt voorkomen dat er slechte en niet goed werkende bandenpompen in een project kunnen worden gebruikt. Onderdeel van de onafhankelijke monitoring is een toets op de werking zoals in het projectplan is opgenomen.

Het zou ook als risico gezien kunnen worden dat de in een projectplan te gebruiken type slimme bandenpomp niet beter werkt dan de gangbare apparatuur. Dit is ondervangen door eerst een Karakteristieke eindspanning te bepalen van het gebruik van dit type slimme bandenpomp. Dit is een uitgebreid onderzoek waarin wordt vastgesteld hoeveel spanning een autoband gemiddeld heeft na gebruik van het onderzochte type slimme bandenpomp. Is de Karakteristieke eindspanning relatief laag, of zelfs lager dan de aangebrachte spanning in de Baseline dan zal er ook geen of nauwelijks CO₂-emissiereductie aan het gebruik van dit type slimme bandenpomp worden toegekend.

Een gedragsverandering die optreedt onder gebruikers van bandenpompen

De overheid richt zich op informatievoorziening richting automobilisten en het aanzetten tot gedragsverandering. Dat doet ze al bijna 20 jaar vanuit de Campagne *Het Nieuwe Rijden*, waar het regelmatig controleren van de bandenspanning altijd een aandachtspunt is. Vanuit Klimaatbeleid is er nu met de campagnes van *Kies de Beste Band* en *Geef je banden Lucht* aandacht voor het bandenlabel en wederom het adviseren de banden op te pompen.

Stel dat veel automobilisten vaker de bandenspanning verhogen dan zal dit kengetal in de systematiek van dit methodedocument automatisch leiden tot een hogere oppompfrequentie die elk twee jaar verplicht moeten worden geüpdatet. Daarmee wordt de bereikte CO₂-emissiereductie dus ook automatisch lager omdat de tijdsduur en dus kilometrage waarover het zuiniger rijden wordt berekend, afneemt.

Dit risico dat de oppompfrequentie wordt beïnvloed door de werking van de slimmer werkende bandenpompen of door de uitvoering van een projectplan is bovendien ondervangen doordat in het projectplan een voorstel moet worden opgenomen om dit kengetal te onderzoeken of vast te stellen en zo nodig te herzien. Ditzelfde risico kan voortkomen uit het ontwerp en functioneren van een bepaald type slimme bandenpomp zoals in het

project wordt gebruikt. Echter, doordat de Karakteristieke eindspanning een kengetal is dat frequent wordt herzien, wordt ook dit risico geadresseerd.

Dit geldt ook voor het risico dat auto's zuiniger worden of minder (of meer) kilometers per jaar gaan rijden. Het aandeel elektrische auto's neemt komende 10 jaar naar verwachting sterk toe, met als gevolg minder fossiele brandstof per kilometer. Elektrische auto's hebben echter nog steeds een zekere CO₂-emissie per gereden kilometer en ze rijden vaak op hoge bandenspanningen. Uiteindelijk worden deze effecten ook met de vastgestelde verplichte update van de CO₂-emissie per gereden kilometer van een gemiddelde auto in Nederland geborgd en dit effect leidt daarmee ook niet tot een overschatting van de CO₂-emissiereductie.

Risico op verschil in CO₂ inhoud (WTW) van een liter brandstof in het buitenland

Bij de bepaling van het gehalte CO₂ van een liter brandstof wordt gebruik gemaakt van de in Nederland breed geaccepteerde bron van kengetallen van [CO₂-emissiefactoren.nl](https://www.cco2.nl/). In deze methode worden de door Nederlandse auto's gereden kilometers betrokken, ook die in het buitenland worden afgelegd. Het zou kunnen dat een klein deel van deze kilometers met in het buitenland getankte brandstof wordt verreden. In ons omringende landen wordt echter met dezelfde typen autobrandstof (voornamelijk diesel en benzine) gereden en de energie-inhoud verschilt niet tot nauwelijks van de Nederlandse waarden. In 2018 is de naamgeving en onderliggende samenstelling van autobrandstoffen geharmoniseerd waardoor overal in de EU dezelfde etikettering van toepassing is. In relatie met deze zeer kleine hoeveelheden daadwerkelijk in het buitenland getankte liters, wordt dit eventuele geringe verschil in gehalte CO₂ inhoud (WTW) verwaarloosbaar geacht en wordt dit verschil niet als een relevant risico beschouwd.

Automobilisten pompen geen banden op bij de nieuwe verbeterde bandenpomp

Het risico dat automobilisten massaal hun oude gangbare luchtpompen bij tankstations blijven gebruiken, is geen relevant risico omdat gekozen is voor het achteraf bepalen van de gerealiseerde CO₂-emissiereductie. Immers alleen het gebruik van de in een project betrokken slimmer werkende bandenpompen leidt tot een bepaling van de CO₂-emissiereductie. Het risico dat deze nieuw geplaatste slimmer werkende bandenpompen niet of nauwelijks gebruikt worden, ligt bij de projectpartners en penvoerder.

Het vinden en plaatsen van locaties is ook aan de projectpartners en vormt geen risico omdat er ruim voldoende locaties in Nederland in potentie beschikbaar zijn om de slimmer werkende bandenpompen te plaatsen. Vanwege de bepaling van de emissiereductie achteraf, is dit eveneens geen risico.

Risico dat de verkeersveiligheid nadelig wordt beïnvloed

Het gebruik van een slimmer werkende bandenpomp heeft geen nadelig effect op de verkeersveiligheid. Dat risico ontstaat pas bij een bandenspanning ver boven de adviesspanning bij normaal gebruik. Autobanden klappen niet door harder oppompen met een gangbare luchtpomp of een slimmer werkende bandenpomp. Deze pompen kunnen tot circa 5 bar druk leveren, terwijl een autoband pas klapt bij een druk ver boven de 20 bar. Het is dus onmogelijk een band per ongeluk te hard op te pompen en zo te laten klappen.

Risico dat het gebruik niet goed wordt vastgelegd in de logfile

Door heldere eisen aan de werking van de te gebruiken slimmer werkende bandenpompen te stellen is dit risico goed gecontroleerd. Er zijn bovendien harde eisen gesteld aan de informatie die in de logfile moet worden opgenomen. Ook de logfile zelf moet bewaard worden tot voorbij de projectduur. Gebruikers zullen zelf de instelling en de bediening van de slimmer werkende bandenpomp op zich nemen. Zij zijn erbij gebaat dit veilig en juist te doen en eventueel verkeerd of minder goed gebruik is ondervangen in de bepaling van de Karakteristieke eindspanning van dit type bandenpomp. Ontbreekt de logfile van een gebruikte bandenpomp of wordt deze met eventueel een groter aantal van meerdere bandenpompen niet goed op een server bewaard,

dan vervalt de basis voor een onafhankelijke monitoring en worden er geen koolstofcertificaten uitgegeven. Dit is risico voor de projectpartners, maar niet voor SNK omdat er geen oneigenlijke certificaten worden uitgegeven.

Literatuurlijst

- Achmea. (2018). *Bandenbewustzijn van de Nederlandse Automobilist*. In opdracht het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat: 2013-2016-18.
- California Air Resources Board. (2008). *Tire Pressure Regulation to Reduce Climate Change Emissions*. California Environmental Protection Agency – Air Resources Board.
- CBS. (2018a). Opgehaald van <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80302ned/table?ts=1580738215580>
- CBS. (2018b). Opgehaald van <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/37209HVV/table?fromstatweb>
- CE Delft. (2019). *Praktijkgebruik van gangbare luchtpompen bij tankstations - Praktijkmeting en CO2-effect*. Delft: CE Delft Publicatienummer: 19.190305.169.
- CROW. (2012). *Stiller verkeer = gezondere leefomgeving*. Onderzoek uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu voor het programma Stiller op Weg.
- JRC. (2020). *JEC Well-to-Tank report v5*. EU Science Hub. Opgehaald van JRC 2020, JEC Well-toTank report v5; EU Science Hub
- Kies de Beste Band. (2020). *Factsheet: Feiten over banden en bandenspanning*. Opgehaald van www.kiesdebesteband.nl/factsheet.
- Milieu Centraal. (2020). *autokeuze-en-gebruik/hou-je-autobanden-op-spanning*. Opgehaald van duurzaamvervoer: <https://www.milieucentraal.nl/duurzaam-vervoer/autokeuze-en-gebruik/hou-je-autobanden-op-spanning/>
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2018, 11 12). *Nieuwsbericht*. Opgehaald van <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2018/11/12/autoband-op-juiste-spanning-beter-voor-milieu-en-portemonnee>
- Plastic Soup Foundation. (2019). *bandenslijtage op een na belangrijkste bron van microplastics in water en lucht*. Opgehaald van <https://www.plasticsoupfoundation.org/2019/06/bandenslijtage-op-een-na-belangrijkste-bron-van-microplastics-in-water-en-lucht/>
- Sivaros, M. (2015). Air permeability investigation towards automotive tyre pressure sustainability and life saving. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*.
- SWOV. (2012). *Factsheet Algemene Periodieke Keuring (apk) van voertuigen*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid.
- TNO. (2011). *Het effect van bandenspanning op de emissie van luchtverontreinigende componenten*. TNO-060-DTM-2011-03706. Opgehaald van TNO, (TNO-060-DTM-2011-03706, 2011). Het effect van bandenspanning op de emissie van luchtverontreinigende componenten
- TNO. (2016a). *Quick-scan Band op Spanning- effectiviteit van het plaatsen van 1000 slimme Bandenpompen in NL*. TNO 2016 R10428.
- TNO. (2016b). *Potentiële baten van Triple-A banden in 2013, 2016 en 2020*. TNO 2016 R11225.
- Zijlstra, J., & Rietkerk, J. (2020, januari 17). *Methodiek berekening CO2-emissiefactoren personenauto's*. Opgehaald van CO2 Emissiefactoren: <https://www.co2emissiefactoren.nl/wp-content/uploads/2020/01/20200121-Notitie-methodiek-CO2-emissiefactoren-personenautos.pdf>

Bijlage 1: Toelichting op een slimmer werkende bandenpomp

In dit methodedocument wordt het gebruik van een slimmer werkende bandenpomp beschreven. Deze pomp past de verbeteringen toe die CE Delft (2019) heeft weergegeven en kan op zichzelf nog een aantal toegevoegde verbeteringen in gebruik en werking kennen. Dit leidt ertoe dat in vergelijking met de gangbaar gebruikte luchtpomp bij tankstations, elke auto die deze slimmer werkende bandenpomp gebruikt wegrijdt met hoger opgepompte banden. Daarmee rijden de auto's na gebruik met minder rolweerstand verder en stoten daardoor minder CO₂ per gereden kilometer uit.

In deze bijlage wordt kort beschreven dat het goed oppompen van banden in de praktijk moeilijker is dan gedacht, zo blijkt uit onderzoek. Er gaat in de huidige praktijk helaas veel mis. Dat komt omdat de gebruiker zelf een aantal aspecten goed moet weten en begrijpen, voordat die een gangbare luchtpomp gaat gebruiken en de druk op de display instelt.

De eerste stap is al belangrijk: de juiste adviesspanning verschilt per autotype en uitvoering en is afhankelijk van de aanwezige bandenmaat. Belangrijk is te weten dat de adviesspanning zoals de autofabrikant in de auto weergeeft op een sticker of in het technische boekje geldt bij een buiten temperatuur van 20 graden Celsius en de weergegeven bandenmaat. Op basis van de door de fabrikant geadviseerde spanning bij normaal gebruik, zijn dus de volgende correcties noodzakelijk:

- Afwijkende buitenluchttemperatuur;
- Aanwezigheid van opgewarmde banden (door het rijden);
- Aanwezigheid van winterbanden;
- Een afwijking van de aanwezige bandenmaat t.o.v. voorgeschreven bandenmaat

Uit het onderzoek van CE Delft (2019) blijkt dat er geen enkele gebruiker (nul procent) is die deze 4 noodzakelijke correcties kent dus toepast. Ondanks dat bijvoorbeeld op nagenoeg alle luchtpompen gebruiksinstructies staan om bij warme banden de in te stellen spanning te verhogen met 0,3 bar en in deze situatie nooit de spanning te verlagen. Gebruikers lezen geen instructies, zo blijkt. In de praktijk is bovendien het ontwerp van de behuizing van de gangbare luchtpomp niet geschikt om gelijktijdig bij een wiel de pompstok op het ventiel te drukken en op het kleine display de meting te zien. Alle gebruikers wachten het piepsignaal af, ten teken dat de bandenspanning is gecorrigeerd naar de ingestelde spanning.

In de praktijk levert het correct toepassen van correctiefactoren dus vaak een andere in te stellen bandenspanning op dan op de sticker in de auto staat. Bovendien moet de gebruiker tijdens het gebruik van de gangbare luchtpomp ook goed opletten; de spanning mag namelijk niet verlaagd worden bij opgewarmde banden (door het rijden). Daarbij is het ook niet de bedoeling de spanning te verlagen bij "koude banden". Dit betekent dat de gebruiker de meting moet zien en pas daarna moet beslissen wat er moet gebeuren. Helaas is de werking van de luchtpomp standaard zo dat dit niet mogelijk is en de luchtpomp automatisch naar de ingestelde spanning gaat corrigeren. Dus afblazen (zonder dat dit zichtbaar is) of oppompen. In beide gevallen eindigt het gebruik met dezelfde piepsignalen. Om toe te lichten wat slimmer kan en welke omvang correcties hebben en hoe deze toegepast moeten worden, wordt de werking van de gangbare Luchtpomp als uitgangspunt genomen.

Gangbare luchtpompen kennen de volgende technische werking: er is een kleine digitale display waarop de in te stellen spanning wordt weergegeven. Dit is in veel gevallen ook de display waarin de meting van de bandenspanning wordt weergegeven bij aanvang en bij eventuele tussenmetingen tijdens het corrigeren van de spanning naar de ingestelde waarde. De in te stellen waarde (de gewenste bandenspanning) vindt plaats door twee toetsen, een plus en min toets, in te drukken die de waarde in de display bij aanvang (vaak standaard 2,20 bar) met stapjes van 0,10 bar wijzigt naar de gewenste eindspanning na corrigeren.

Na instellen, drukt de gebruiker de pompstok op het ventiel waarna de druksensor in de luchtpomp de meting van de aanwezige druk in de band laat zien in de display. Is de druk anders dan de ingestelde waarde, dan gaat de luchtpomp corrigeren. Dus afblazen bij een hogere druk en oppompen bij een lagere druk. Is de druk in de band gelijk aan de ingestelde waarde, dan klinkt een piepsignaal en gaat de display knipperen. Het piepsignaal is een 1 tonig geluid dat in enkele korte pulsen klinkt. Indien de pompstok vervolgens van het ventiel wordt gehaald, houdt de herhaling van deze piep op en staat de ingestelde waarde weer in de display. Dus de eindwaarde of eerste meting is niet zichtbaar.

Wat hierbij slimmer kan: niet afblazen als er een hogere spanning wordt gemeten. Vaak is de ingestelde spanning te laag (omdat er bijvoorbeeld niet voor warme banden wordt gecorrigeerd) en daarbij weten veel mensen niet goed welke adviesspanning er bij hun auto en hun bandenmaat hoort. Uit het onderzoek van CE Delft is gebleken dat 37% onbedoeld en zich daar niet van bewust de spanning verlaagt. Een slimmer werkende bandenpomp kan op een (groter) display bijvoorbeeld een melding geven van de hoger gemeten spanning.

Soms drukt de gebruiker de pompstok niet goed op het ventiel en ontsnapt er lucht tussen pompstok en ventiel. Dat signaleert de druksensor en dit levert een foutmelding op. Het corrigeren van de spanning stopt dan en in de display staat dan een code (vaak Er2 = Error 2) en de (zelfde) pieptoon klinkt. Als de pompstok van het ventiel wordt gehaald, stopt het piepsignaal en verdwijnt de melding in de display en staat daar weer de ingestelde druk. De gebruiker kan het verschil tussen het bereiken van de ingestelde waarde of het optreden van een error niet meer (na het verwijderen van de pompstok van het ventiel) zien of horen. Vaak denkt de gebruiker, ten onrechte, dat de band dus klaar is.

Wat hierbij slimmer kan: een slimmer werkende bandenpomp geeft een ander signaal (in beeld en geluid) waardoor de gebruiker weet en leest dat die betreffende band nog niet klaar is en nog verder opgepompt moet worden. Zo wordt het gebruik van de pomp verbeterd en worden de banden op de goede spanning gebracht. De druksensor van de gangbare luchtpomp meet de druk vaak in honderdsten nauwkeurig en meet daarmee de druk in de band, voor, tijdens en na het corrigeren. De computer in de luchtpomp houdt geen rekening met enige correctiefactor of omstandigheid. De gebruiker wordt geacht zelf de noodzakelijke correcties toe te passen voor opgewarmde banden, winterbanden, buitenluchttemperatuur, afwijkende bandenmaat ten opzicht van die bij de adviesspanning van de auto hoort. De band heeft na correct gebruik en corrigeren van de gemeten spanning dus de druk die is ingesteld en zichtbaar is op de display en dat is vaak niet de juiste druk.

Wat hierbij slimmer kan: een slimmer werkende bandenpomp kan via software automatisch enkele instellingen en correctiefactoren toepassen. Eventueel kan de gebruiker via een display worden verzocht deze instellingen ook zelf aan te brengen voordat de bandenspanning wordt gecontroleerd en banden worden opgepompt. Hierbij kan zelfs een toepassing worden aangeboden om met behulp van het kenteken de juiste adviesspanning geautomatiseerd op te zoeken in de display te tonen. Zo wordt het vinden en instellen van de juiste spanning ook makkelijker, worden fouten voorkomen en rijdt de auto met de juiste spanning weg.

Dat het noodzakelijk is automobilisten te helpen met het correct instellen van de bandenspanning komt ook in de verzamelde data ten behoeve van het CE Delft rapport duidelijk naar voren. Uit deze data blijkt dat van de 42% gebruikers die hun best doen en de spanning op de sticker of in het boekje opzoeken, in 70% van de gevallen alsnog een verkeerde spanning nemen om de luchtpomp mee in te stellen. 6% gokt de spanning en 4% neemt de standaard druk van 2,2 bar die bij aanvang in de display staat van de gangbare luchtpomp. Ook een soort van gok, want zelden precies de juiste waarde. In totaal gokt maar liefst 10% van de gebruikers de in te stellen spanning.

CE Delft (2019) heeft een aantal concrete voorstellen in hun rapport onderzocht die een verbeterde werking opleveren. Met het toepassen van deze verbeteringen, neemt de bandenspanning van de auto's die weggrijden toe. Gemiddeld bedraagt deze theoretische toename 0,61 bar. Uit de data die CE Delft in dit rapport gebruikt

blijkt dat indien de voorgestelde verbeteringen zouden worden toegepast, 95% van de auto's wegrijdt na gebruik van een (theoretisch) slimmer werkende bandenpomp met minimaal de bandenspanning die voor de auto geldt bij normaal gebruik.