

# **Impacts van autonome voertuigen in de Provincie Noord-Holland en de Vervoerregio Amsterdam**

Maaïke Snelder – TNO en TU Delft – maaïke.snelder@tno.nl  
Hendrik Jan Bergveld – Arcadis – hendrikjan.bergveld@arcadis.com  
Chris de Veer – Provincie Noord-Holland – veerj@noord-holland.nl

## **Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 22 en 23 november 2018, Amersfoort**

### **Samenvatting**

Vaak wordt gewezen op de positieve effecten die we verwachten van de komst van zelfrijdende voertuigen zoals meer verkeersveiligheid en betere doorstroming. Uit de Impactstudie die Arcadis/TNO in opdracht van provincie Noord-Holland en Vervoerregio Amsterdam hebben uitgevoerd, blijkt dat het niet allemaal rozengeur en maneschijn is.

Voor elk mogelijk toekomstbeeld en in alle gebieden - van metropool tot landelijk - geldt dat de introductie van zelfrijdende voertuigen ten koste gaat van de doorstroming. Als gevolg van lagere kosten (zeker als er helemaal geen chauffeur meer nodig is) wordt mobiliteit toegankelijker voor een groter publiek en voor meer en langere verplaatsingen. Het aandeel conventioneel openbaar vervoer, fietsen en lopen neemt af met mogelijke negatieve consequenties voor de volksgezondheid. In scenario's waar niet wordt gedeeld kan het aantal voertuigverliesuren drie keer groter zijn dan is berekend in het hoge groeiscenario van het CPB. Dit ondanks een veronderstelde toename van de wegcapaciteit als gevolg van coöperatief rijden. De toegankelijkheid van het vervoer verbetert als gevolg van lagere kosten en een relatief lagere waarde van de tijdwaardering (Value of Time). Ook neemt de kansrijkheid van deelsystemen toe. Dit speelt vooral bij volledige automatisering, bijvoorbeeld met (vloot van) automatische deeltaxi's.

De geautomatiseerde systemen verminderen de kans op (menselijke) fouten in het verkeer. Echter, de verwachte toename in voertuigkilometers leidt tot een grotere kans op conflicten, zeker in de transitiefase (als er geen of minder volledig automatische voertuigen rondrijden). Extra aandacht is nodig voor de interactie met onvoorspelbare verkeersdeelnemers zoals fietsers en voetgangers.

Bij volledige automatisering en hoge bereidheid om te delen, neemt het aantal voertuigen sterk af (-58% ten opzichte van referentie). Deze voertuigen worden intensiever gebruikt. Hierdoor zijn minder parkeerplekken noodzakelijk. Deze ruimte kan anders worden besteed en garage-eigenaren en gemeenten moeten op zoek naar alternatieve inkomsten. Alleen als automatisering gepaard gaat met een omschakeling naar andere, schone brandstoffen, zoals elektrificatie, en voertuigen circulair worden geproduceerd, kunnen de negatieve effecten voor de leefbaarheid door de toename van het verkeer (deels) worden gecompenseerd.

Geconcludeerd wordt dat grootschalige introductie van zelfrijdende voertuigen overheidsinterventies noodzakelijk maakt om negatieve effecten te mitigeren. In de meest verstrekkende scenario's kan dat gaan om maatregelen die politiek impopulair zijn, zoals het ontmoedigen van het gebruik van zelfrijdende privéauto's en -taxi's in binnensteden en/of het invoeren van een kilometerheffing voor voertuigen. Om te blijven bewegen, zal in alle omstandigheden ingezet moeten worden op een toename van het delen van voertuigen.

## 1. Inleiding

Een niet te missen ontwikkeling van dit moment is de automatisering van voertuigen. Hoewel de invoering van volledig automatische voertuigen nog wel even op zich zal laten wachten (inschattingen variëren van 20 jaar tot 60 jaar (KiM, 2017)<sup>1</sup>), is het voor beleidsmakers en wegbeheerders van belang zich op deze ontwikkeling voor te bereiden. Immers, besluitvorming over nieuwe regelgeving of nieuwe infrastructuur kent ook de nodige doorlooptijd. Daarom hebben de provincie Noord-Holland en de Vervoerregio Amsterdam samen opdracht gegeven aan Arcadis/TNO een studie uit te voeren naar de mogelijke impact van autonome voertuigen in de provincie en de regio (zie Arcadis/TNO, 2018). Hierbij is een brede vraagstelling aangehouden, namelijk: welke gevolgen heeft de (verregeande) automatisering van rijtaken op sociaal, economisch, ruimtelijk en mobiliteitsgebied voor de inwoners van de Provincie Noord-Holland en de Vervoerregio Amsterdam? Eerder is een vergelijkbare studie uitgevoerd voor de gemeente Amsterdam die was beperkt tot het centrumstedelijk gebied (BCG, 2016).

In de studie is rekening gehouden met de ruimtelijk-economische karakteristieken van de diverse gebieden in Noord-Holland. Hiervoor is aangesloten bij de gebiedstypen die in de Omgevingsvisie van de provincie zijn genoemd, variërend van metropolitaan centrumstedelijk gebied (zeg: hartje Amsterdam) tot aan het landelijke gebied (bijvoorbeeld omgeving Ankeveen en Broek in Waterland). Om te kijken welke verschillende werkelijkheden zich kunnen ontplooiën is gebruik gemaakt van de scenario's die door het KiM zijn opgesteld voor de ontwikkeling van autonome voertuigen. Centraal hierin staan de mate van automatisering (laag-hoog) en de mate waarin het delen van voertuigen aan de orde is (laag-hoog). De combinatie van deze twee assen levert vier scenario's op. De mate van automatisering van voertuigen wordt hierbij aangeduid met de internationale SAE-levels die lopen van level 0 (geen/nauwelijks automatisering) tot level 5 (volledig geautomatiseerd). Overigens gaan we ervan uit dat zelfs bij een achterblijvende automatisering nog altijd een level 3 of 4 bereikt moet kunnen worden in de komende 30 jaar.

De impact van de scenario's op de diverse beleidsvelden is met een specifiek daarvoor ontwikkelde tool in beeld gebracht. De zogenaamde Value of Time (de monetaire waarde die gegeven wordt aan een uur reistijd) speelt binnen het model een grote rol. Naarmate een groter deel van de tijd aan andere activiteiten dan het besturen van een voertuig besteedt kan worden, daalt de Value of Time. Bij het gebruik van zelfrijdende voertuigen ligt de Value of Time dus relatief laag. Daarnaast zijn de kosten voor (taxi en openbaar) vervoer lager omdat de personeelskosten van de chauffeur wegvallen.

Hoofdstuk 2 gaat in meer detail in op de aanpak. Hoofdstuk 3 beschrijft de te verwachte impact van automatisch rijden en auto- en rijdelen als er geen maatregelen worden genomen. Hoofdstuk 4 beschrijft vervolgens mogelijke maatregelen en de impact daarvan.

---

<sup>1</sup> Het gaat om grootschalige invoering van level 4 en level 5 zelfrijdende auto's. Er is een grote variëteit in de tijdspaden die diverse onderzoekers en experts aanhouden en er verschijnen regelmatig berichten dat het sneller kan, maar daarbij wordt vaak vergeten dat de vervanging van het wagenpark minimaal 15 jaar in beslag neemt.

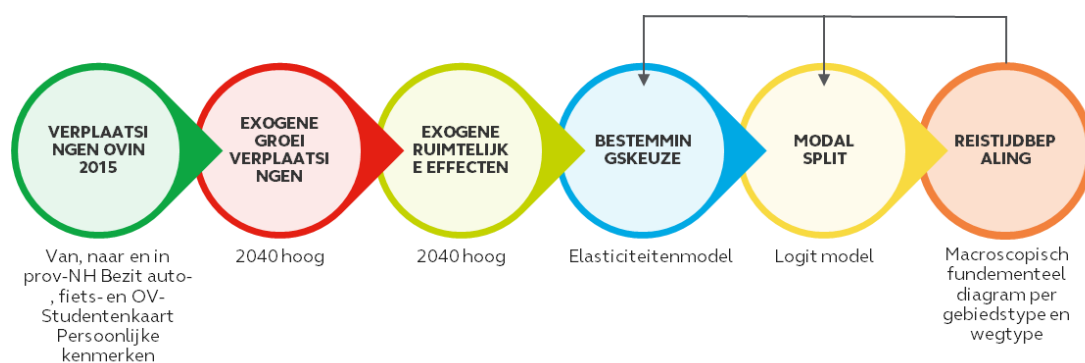
## 2. Aanpak

De 'standaard' verkeer- en vervoermodellen zijn nog niet geschikt om het gecombineerde effect van automatisch rijden en auto- en ritdelen te bepalen. Het LMS en NRM zijn wel aangepast om het effect van Level 3/4 automatisch rijden te kunnen inschatten. In het kader van de NMCA is daarmee in 2017 een eerste gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar de effecten van automatisch rijden met het LMS. Onderliggende studie gaat een aantal stappen verder. Naast Level 3/4 is ook Level 5 automatisch rijden beschouwd. Mensen die eerst geen auto konden rijden doordat ze te jong of te oud waren of geen rijbewijs hadden, kunnen dat nu ineens wel. Ook parkeren gaat er anders uit zien. Naast parkeren bij de bestemming en in garages, kunnen parkeerconcepten zoals valet parking en parkeren aan de rand van een wijk/stad een vlucht nemen. Dat laatste geldt zeker in combinatie met de komst van deelconcepten. De lagere kosten voor het gebruik van zelfrijdende auto's, taxi's, deeltaxi's en deelbusjes leiden in combinatie met een lagere tijdwaardering en hogere capaciteit tot een verandering in bestemmingskeuze, vervoerwijzekeuze, voertuigbezetting en daarmee ook tot andere reistijden. Tevens is het mogelijk dat ruimtelijke effecten optreden. Gelauff, et al. (2017) geven aan dat als gevolg van een lagere tijdwaardering een trek uit de steden plaatst vindt, terwijl als gevolg van een efficiënter OV-systeem in steden als gevolg van automatisering en delen een trek naar de steden plaats kan vinden.

Dit artikel presenteert daarom een tool waarmee de gecombineerde effecten van automatisch rijden en auto- en ritdelen kunnen worden verkend. De tool onderscheidt:

- 12 vervoerwijzen: autobestuurder, autopassagier, trein, bus tram metro, fiets, lopen, zelfrijdende auto (Level 3, 4 of 5), zelfrijdende privétaxi, zelfrijdende deeltaxi, zelfrijdend deelbusje, vrachtauto's en automatische vrachtauto's. Daarnaast zijn er nog shuttles. Omdat die echter op specifieke relaties rijden en ze vaak slechtst bedoeld zijn voor een deel van de reis (voor- en natransport), zijn ze niet als hoofdvervoermiddel opgenomen.
- 2 niveaus van communicatie: autonoom, coöperatief. Hierbij kan worden aangegeven hoeveel procent van de zelfrijdende voertuigen autonoom of coöperatief rijdt.
- 4 wegtypes: stroomwegen, gebiedsontsluitingswegen met gescheiden rijbanen, gebiedsontsluitingswegen met gemengd verkeer, erftoegangswegen.
- 5 gebiedstypes: metropolitaan centrumstedelijk gebied, centrumstedelijk gebied, stedelijk woon-werkgebied, landelijk wonen en recreëren, hubs (mainport en greenports)
- 5 doelgroepen: autobezit & huishoudinkomen >30.000 euro, autobezit & huishoudinkomen ≤30.000 euro, geen autobezit & huishoudinkomen >30.000 euro, geen autobezit & huishoudinkomen ≤30.000 euro, vrachtverkeer.
- 3 parkeertypes: parkeren nabij de bestemming (of afgezet worden bij de bestemming), valet parking (verondersteld dichterbij de bestemming te zijn) en parkeren aan de rand van de wijk/stad.

Figuur 1 geeft een beschrijving van de tool. De stappen worden onder de figuur verder toegelicht.



*Figuur 1: Modelbeschrijving*

1. De tool neemt alle verplaatsingen in en van en naar de provincie Noord-Holland uit het Onderzoek Verplaatsingen in Nederland 2015 (OVIN) als uitgangspunt.
2. De tool veronderstelt exogene groei van het aantal verplaatsingen per gebiedstype op basis van LMS-input voor het hoge WLO-scenario voor 2040. Daarnaast is de verandering in de capaciteit van stroomwegen, gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen exogene input voor de tool. Deze is eveneens bepaald op basis van LMS-input voor het hoge WLO-scenario voor 2040.
3. Bestemmingskeuze-effecten worden benaderd middels een tijdelasticiteit die uit het verkeersmodel van Amsterdam (VMA) is afgeleid. Omdat de tool geen reismotieven onderscheidt, is één gemiddelde elasticiteit verondersteld. Dit is een elasticiteit van -1. Dat wil zeggen dat als de reistijd of de tijdwaardering voor de auto met 10% afneemt, het aantal verplaatsingskilometers met 10% toeneemt. Dit representeert het effect dat mensen bijvoorbeeld verder kunnen gaan werken bij een lagere tijdwaardering, omdat ze reizen minder erg vinden.
4. Vervoerwijzekeuze-effecten worden bepaald met behulp van een logit model. Het model werkt met gegeneraliseerde kosten per vervoerwijze. De nutsfunctie bevat: kosten per kilometer, kosten per uur, parkeerkosten, parkeertijden, kosten prijsmechanismen (cordonheffing of kosten per kilometer), reistijd, extra reistijd bij ritdelen, een vervoerwijzespecifieke constante en leeftijdummies. Daarnaast spelen autobezit, rijbewijsbezit, fietsbezit en bezit van een OV-studentenkaart een rol in de vervoerwijzekeuze. Het modal-split model is gekalibreerd op basis van het OVIN 2015. De nieuwe vervoerconcepten zitten uiteraard nog niet in het OVIN. Hier zijn dus aannames voor gemaakt over de parameters van de nutsfunctie op basis van de kenmerken van de vervoerconcepten.
5. Reistijdbepaling (toedeling) vindt plaats met behulp van een macroscopisch fundamenteel diagram per gebiedstype en wegtype. Dit is dus geen toedeling op wegvakniveau. De parameters per wegtype zijn bepaald op basis van kenmerken van de wegtypes (free-flow snelheid en rijstrookcapaciteit) en gevalideerd op basis van (Knoop, et al., 2017) waarbij met grote hoeveelheden Google-data een macroscopisch fundamenteel diagram is bepaald voor stedelijke wegen. Tevens is gebruik gemaakt van gegevens uit het LMS.

De invoer van het model bestaat uit algemene (niet-scenariospecifieke) invoer, en invoer die per scenario verschilt.

### *Algemene invoer*

De kosten zijn afgeleid uit (BCG, 2016). De kosten van zelfrijdende auto's blijven naar verwachting gelijk aan die van de huidige auto's. De aanschafkosten zullen waarschijnlijk hoger zijn, maar de verzekeringskosten en brandstofkosten dalen. Als er gedeeld wordt dalen de kosten. Voor een zelfrijdende taxi, deeltaxi en deelbusje is aangenomen dat deze respectievelijk een 7.5% hoger, 30% lager en 65% lager zijn dan voor een autobestuurder. Bij level 3/4 zullen de kosten nog relatief hoog zijn omdat er nog een chauffeur nodig is.

De waarden voor de Value of Time zijn afkomstig uit (KIM, 2013). Voor zelfrijdende voertuigen zijn de waarden voor de Value of Time gebaseerd op (Snelder, et al., 2015). Voor een zelfrijdende auto, taxi, deeltaxi en deelbusje is aangenomen dat deze respectievelijk een 20%, 20%, 15% en 15% lagere tijdwaardering hebben dan een autobestuurder. Bij autodelen en ritdelen gaat de reistijd omhoog in verband met wachttijd en omrijtijd om andere mensen op te halen of weg te brengen. Aangenomen is dat zelfrijdende taxi's, deeltaxi's en deelbusjes de totale reistijd respectievelijk met 5%, 20% en 40% verhogen ten opzichte van privéauto's. Als de vloot groter wordt gaan deze percentages mogelijk omlaag.

Tot slot is voor een zelfrijdende taxi, deeltaxi en deelbusje aangenomen dat de vervoerwijze specifieke constanten (reizigersvoorkeuren) respectievelijk 40%, 80% en 100% zijn van de vervoerwijze specifieke constanten voor bus, tram en metro. Voor zelfrijdende auto's zijn deze gelijk verondersteld aan die van huidige auto.

In een gevoeligheidsanalyse zijn bovenstaande aannames gevarieerd, om inzicht te krijgen in de bandbreedtes van de effecten.

### *Scenario invoer*

In deze studie zijn extreme scenario's verkend waarbij 100% van de voertuigen L3/4 of L5 is. Dit geeft dus inzicht in maximumeffecten. In praktijk is er een lange transitiefase waarbij een mix van voertuigen op de weg zal zien. Transitiepaden vallen echter buiten de scope van dit paper. Er zijn dus geen uitspraken gedaan over verwachte penetratiegraden in verschillende jaartallen. In de level 5 scenario's is aangenomen dat de voertuigen op alle wegen met een 'normale' snelheid kunnen rijden en veilig zijn. In de level 3/4 scenario's kunnen ze op stroomwegen en gebiedsontsluitingswegen met gescheiden rijbanen automatisch rijden. In de Level 5 scenario's is aangenomen dat alle voertuigen met elkaar en de infrastructuur communiceren. Bij Level 3/4 is aangenomen dat dit 60% is en dus 40% van de voertuigen autonoom is.

Per scenario is gedefinieerd welke vervoerconcepten zijn toegestaan. In het L5-delen scenario's zijn in alle gebiedstypes met uitzondering van landelijk gebied privéauto's verboden. In L5 niet-delen zijn automatische privéauto's wel toegestaan. Zelfrijdende taxi's zijn in alle gebiedstypes en scenario's toegestaan. Zelfrijdende deeltaxi's en deelbusjes zijn allen in L3/4-delen en L5-delen toegestaan.

Per scenario en gebiedstype is tevens een voorkeur voor parkeerconcepten aangegeven. In L5-delen worden mensen opgehaald en afgezet nabij hun bestemming. In L5 niet-delen

verschilt de mix van parkeersoorten per gebiedstype. In de level 3/4 scenario's verschilt de mix ook per gebiedstype met slechts een klein aandeel valet parking.

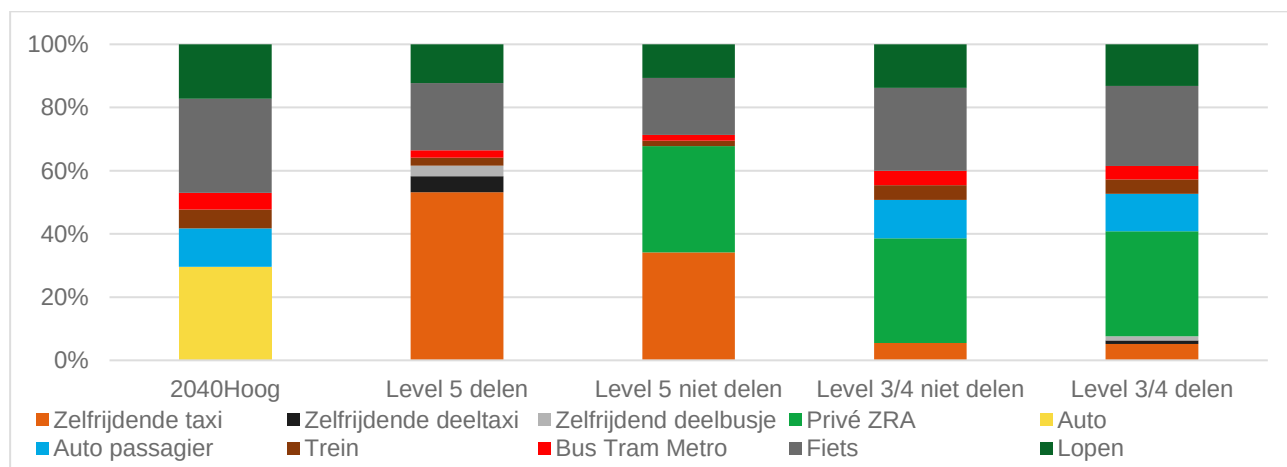
### 3. Beleidsarm

#### 3.1 Kwantitatieve resultaten beleidsarm provinciaal niveau

In Figuur 2 is de modal split op basis van het aantal verplaatsingen weergegeven voor de vier automatisch rijden en delen scenario's. Alle resultaten worden vergeleken met een referentiesituatie '2040Hoog' (PBL/CPB, 2015). Dit betreft de situatie met autonome ontwikkelingen (onder andere bevolkingsgroei en - spreiding) binnen de provincie, zonder zelfrijdende voertuigen. Er is voor het WLO-Hoog scenario gekozen, omdat de Provincie Noord-Holland (terugkijkend op de gerealiseerde groei) zich al jarenlang rondom dit scenario beweegt. Indien het lage scenario zich toch voordoet zullen er minder voertuigverliesuren zijn en zal de impact van automatisch rijden naar verwachting ook lager zijn, omdat dat daarin minder technologische vooruitgang wordt verondersteld

Figuur 2 laat zien dat de modal split van verplaatsingen aanzienlijk verandert wanneer zelfrijdende voertuigen en de bijbehorende deelconcepten hun intreden doen:

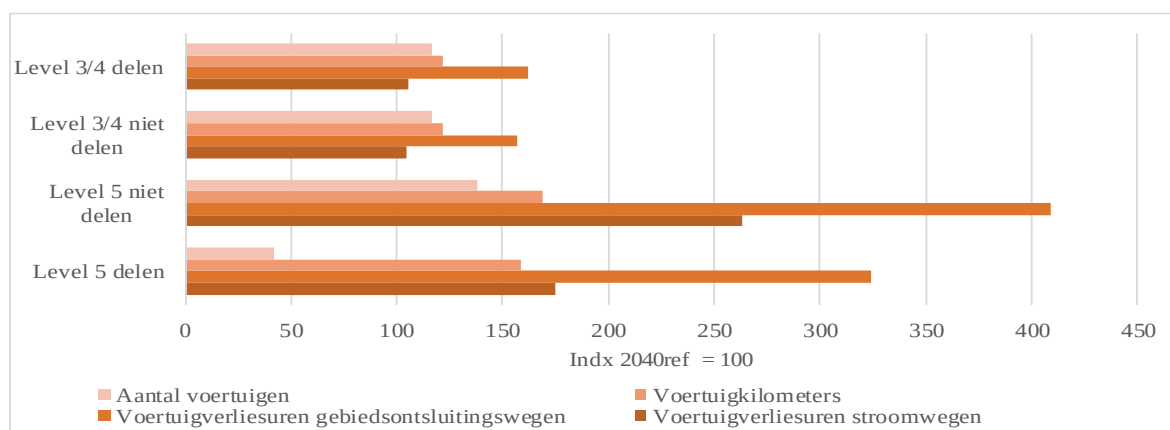
- Het aandeel fietsen en lopen neemt licht af ten opzichte van de referentiesituatie, met name bij Level 5 scenario's vanwege de aantrekkelijkheid van de nieuwe gemotoriseerde vervoerswijzen in termen van kosten en reistijd (Value of Time).
- De huidige privéauto wordt vervangen door de zelfrijdende privéauto of - gedeelde auto. Passagiers in huidige personenauto's rijden in Level 5 scenario's als passagiers in zelfrijdende auto's of kiezen een zelfrijdende taxi of deelconcept (zij komen dus niet meer als aparte categorie voor).
- Het aandeel zelfrijdende taxi neemt sterk toe in Level 5 scenario's, omdat het goedkoop is (als gevolg van het niet nodig zijn van een chauffeur).
- Er is een kleine vraag naar zelfrijdende deeltaxi's en deelbusjes in de delen scenario's (Level 5 en Level 3/4). In Level 5 delen gaat het om ongeveer 8% van de verplaatsingen. In het Level 3/4 delen scenario is een chauffeur nodig en is daardoor de prijs relatief hoog. Er is daarom beperkte vraag naar zelfrijdende taxi's en - deelbusjes. Ook is er weinig verschil in modal split met het Level 3/4 niet-delen scenario.



Figuur 2: Modal split – verplaatsingen (Provincie Noord-Holland)

Figuur 3 geeft een overzicht van de voertuigkilometers, voertuigverliesuren en het aantal benodigde voertuigen voor de vier scenario's. Hierin zijn alle voertuigkilometers van auto's, zelfrijdende privéauto's, zelfrijdende taxi's, zelfrijdende deeltaxi's en zelfrijdend busjes opgeteld. Uit de analyse van het aantal voertuigkilometers en voertuigverliesuren blijkt dat de situatie aanzienlijk verandert wanneer zelfrijdende voertuigen en - deelconcepten hun intrede doen:

- Een toename van het aantal voertuigkilometers in alle scenario's ten opzichte van referentiesituatie, waarbij de grootste stijging optreedt in Level 5 scenario's (maximum treedt op bij Level 5-niet delen). De nieuwe vervoersconcepten in de Level 5 scenario's zijn zeer aantrekkelijk (lage kosten en lagere value of time ten opzichte van de referentiesituatie) waarbij ook langere afstanden worden afgelegd;
- Stijging voertuigverliesuren in alle scenario's ten opzichte van referentiesituatie, ondanks een veronderstelde toename van de weggennetwerk capaciteit als gevolg van coöperatief rijden;
- Sterke daling van het aantal benodigde voertuigen in Level 5 delen scenario ten opzichte van de referentiesituatie. Dit komt omdat deelvoertuigen meer verplaatsingen per dag maken dan een privéauto.
- (Lichte) stijging van het benodigde aantal voertuigen voor de overige scenario's ten opzichte van de referentiesituatie.



*Figuur 3: Verkeerseffecten en benodigde aantal voertuigen (scenario's ten opzichte van 2040Hoog referentiescenario).*

Bij de resultaten is nader onderscheid te maken naar gebiedstypes. De verkeersbelasting op het netwerk neemt toe in alle gebiedstypen, terwijl dit alleen in de stedelijke gebieden leidt tot een toename van voertuigverliesuren voor alle scenario's. De meeste voertuigverliesuren treden op in het metropolitaan centrum stedelijk gebied en nemen geleidelijk af in de richting van het landelijk gebied. Het probleem is dus het grootst in het metropolitaan centrum stedelijk gebied, ondanks dat in dit gebied relatief gezien (ten opzichte van de andere gebiedstypen) veel mensen gebruik maken van wandelen, fietsen, bus, tram, metro en trein. De introductie van zelfrijdende voertuigen zal voor het landelijk gebied met name een kans zijn om de toegankelijkheid van het gebied te verbeteren doordat er een afname plaatsvindt van het aantal voertuigverliesuren, terwijl er meer vervoersalternatieven beschikbaar komen. Alleen in het Level 5-niet delen scenario is sprake van een substantiële toename van het aantal voertuigverliesuren in dit gebied.

### *3.2 Kwalitatieve resultaten beleidsarm provinciaal niveau*

Deze paragraaf beschrijft de invloed van automatisch rijden en auto- en ritdelen op de bereikbaarheid, verkeersveiligheid, leefbaarheid en economische, sociale en ruimtelijke ontwikkelingen.

#### *Bereikbaarheid*

In alle scenario's is sprake van een hoger aantal voertuigkilometers. Deze toename in mobiliteit zorgt voor een positief effect op de bereikbaarheid van onder andere banen. De keerzijde is dat de toename in voertuigkilometers een negatieve impact heeft op de doorstroming in met name stedelijke gebieden (de toename van voertuigverliesuren vindt vooral plaats in de stedelijke gebieden). Deze toename wordt in de meeste gevallen niet gecompenseerd door de veronderstelde (substantiële) verhoging van de capaciteit van het wegennetwerk (als gevolg van coöperatief rijden).

#### *Verkeersveiligheid*

In alle scenario's is sprake van meer voertuigkilometers. Normaalgesproken resulteert dat in een hoger verwacht aantal ongevallen en meer materiële en immateriële schade. Dit risico lijkt groter in de stedelijke gebieden, omdat daar sprake is van een grotere interactie tussen snel en langzaam verkeer. Hier staat tegenover dat experts ervan uit gaan dat de mogelijke extra risico's door de verdere technologische ontwikkelingen in voertuigveiligheid (misschien wel meer dan) gecompenseerd gaan worden.

#### *Leefbaarheid en/of duurzaamheid*

In alle scenario's is sprake van meer voertuigkilometers wat in principe, bij het huidige niveau van elektrificatie, resulteert in meer uitstoot van CO<sub>2</sub> en schadelijke stoffen. Daarnaast treedt een hogere geluidsbelasting op. De verwachting is echter ook dat voertuigen op steeds grotere schaal elektrisch (op basis van duurzame energiebronnen) zullen gaan rijden en meer circulair geproduceerd wordt, waardoor de uitstoot van CO<sub>2</sub> en schadelijke stoffen verwacht wordt af te nemen. De geluidsoverlast als gevolg van banden blijft wel bestaan. De ontwikkeling van zowel zelfrijdende als elektrische voertuigen hoeven niet noodzakelijkerwijs hand in hand te gaan. Tot slot is de verdringing van duurzame vervoersalternatieven zoals OV, fietsen en lopen door zelfrijdende voertuigen in alle gebieden een aandachtspunt en is het verlies van aandeel van de 'gezonde modaliteiten' een aandachtspunt voor de volksgezondheid.

#### *Economische ontwikkeling*

Economische ontwikkeling (van een gebied) is gebaat bij een goede bereikbaarheid. De toenemende mobiliteit maakt meer banen bereikbaar voor meer mensen. Hoewel het drukker wordt, blijven de economische kerngebieden wel bereikbaar, doordat er vaak meerdere alternatieven beschikbaar zijn (aandachtspunt is of dit ook in voldoende mate voor Centrum Amsterdam en de Zuidas geldt). De toename van mobiliteit biedt daarnaast kansen voor met name mainports.

Een andere component betreft de financiële bedrijfsvoering door de PNH en de Vervoerregio. In scenario's waarbij gebruik wordt gemaakt van deelconcepten kan er veel veranderen in het aantal benodigde voertuigen en ook in de locaties waar voertuigen (kort) parkeren. Als het benodigde aantal voertuigen daalt, dalen onder meer ook de



belastinginkomsten uit de provinciale opcenten. In de beide Level 5 scenario's zal daarnaast als gevolg van de verregaande automatisering sprake zijn van arbeidsmarktverschuiving (bepaalde beroepsgroepen worden overbodig; anderen komen op). En hoewel de PNH en de Vervoerregio zelf geen parkeergarages/terreinen bezitten zullen ook de inkomsten uit parkeren substantieel dalen bij het gebruik van deelconcepten. Meer voertuigkilometers betekent ook frequenter beheer en onderhoud van de infrastructuur.

#### *Sociale ontwikkeling (toegankelijkheid en gebruik van vervoer)*

De introductie van zelfrijdende voertuigen levert betere en goedkopere vervoersalternatieven op, waardoor in principe een groter deel van de bevolking toegang heeft tot en gebruik kan maken van vervoer. Het aandeel van conventioneel OV (bus/tram/metro/trein) neemt in alle scenario's af, al is deze afname in de beide Level 3/4 scenario's kleiner dan in de beide Level 5 scenario's. Ervan uitgaande dat deelconcepten naar verwachting goedkoper kunnen worden geëxploiteerd, wordt verondersteld dat deze ontwikkeling positief kan uitpakken voor gebieden met lage (bevolkings)dichtheid. Daardoor kunnen goedkopere deelconcepten in plaats komen van de huidige dunnere OV-lijnen. De deelconcepten zullen minder snel ten koste gaan van de hoogfrequente en/of snelle OV-verbindingen. Er treedt ook een arbeidsmarktverschuiving op, waarbij bepaalde beroepsgroepen (beroepschauffeurs en rijinstructeurs) verdwijnen en anderen juist opkomen door de komst van autonome voertuigen. Concluderend wordt er voor deze studie van uitgegaan dat zelfrijdende voertuigen een positieve of mogelijk neutrale invloed hebben op de sociale ontwikkeling.

#### *Ruimtelijke ontwikkeling (functioneel gebruik ruimte en spreiding)*

Verwacht wordt dat een klein deel van de bevolking zich elders vestigt als gevolg van de invoering van zelfrijdende voertuigen. Immers, reistijd wordt onderdeel van de werktijd en wordt daarmee effectiever. Bovendien kunnen met meer comfort meer voorzieningen bereikt worden. Tegelijkertijd spelen bij de vestigingskeuze vele factoren een rol, waaronder het voorzieningenniveau in de regio versus in de stedelijke gebieden. In de deelconcepten en voor de Level 5 scenario's zal de (lang)parkeerbehoefte sterk afnemen in met name stedelijke gebieden waarbij, indien überhaupt nodig, gezocht zal worden naar goedkopere parkeerfaciliteiten aan de randen van steden. Daarnaast zal de behoefte aan Kiss+Ride stroken bij knooppunten juist toenemen.

Voor de transitiefase geldt dat een adaptief beleid nodig zal zijn om in te kunnen springen op veranderingen. Er zal nog sprake zijn van gemengd verkeer ('slimme' en 'domme' voertuigen) en 'slimme' voertuigen die nog niet alles (zelf) kunnen waarnemen, waardoor interactie met de infrastructuur en wegkantsystemen noodzakelijk is. In de transitiefase zullen ongevallen met betrokkenheid van zelfrijdende voertuigen plaatsvinden, welke te wijten zijn aan de nog niet volledig uitontwikkelde technologie. Dit vraagt om een beheerste transitiestrategie. In de strategie moet het eindbeeld steeds voorop staan, waarbij zelfrijdende voertuigen zullen zorgen voor meer verkeersveiligheid en/of hoger veiligheidsniveau. De transitiefase betekent hoe dan ook dat verschillende systemen/functies in stand moeten worden gehouden; voor zowel conventionele voertuigen als voor zelfrijdende voertuigen. Afhankelijk van het tempo van de opmars van de (volledig) zelfrijdende auto kan geleidelijk een aanvang worden gemaakt met het reduceren van parkeerruimte.

### 3.3 Conclusies beleidsarm

Samenvattend is te concluderen dat zelfrijdende voertuigen binnen de provincie, in alle scenario's, zullen leiden tot meer voertuigkilometers, wat voor een deel zal leiden tot een toenemende druk op het wegennet en daarmee (in de meeste gevallen) ook tot meer voertuigverliesuren voor weggebruikers. De toename in voertuigkilometers is te verklaren door een veranderende modaliteitkeuze onder gebruikers, waarbij zelfrijdende voertuigen (op de weg) toegankelijker worden voor een groter publiek. Zelfrijdende voertuigen vormen namelijk een aantrekkelijk alternatief en zullen ten koste gaan van wandelen, fietsen en het huidige OV (bus, tram, metro en trein). Uitbreiding van de fysieke infrastructuur is met name in stedelijk gebied complex, gezien het feit dat de ruimte daarvoor doorgaans beperkt is.

## 4. Beleidsrijk

### 4.1 Interventies

Interventies bieden de mogelijkheid om enerzijds positieve impact en/of kansen te verzilveren (of een extra boost te geven) en anderzijds negatieve impacts en/of bedreigingen te mitigeren. De gedefinieerde interventies liggen binnen de invloedssfeer van de provincie Noord-Holland en de Vervoerregio Amsterdam en zijn gekoppeld aan de mogelijkheden die deze overheden hebben om beleidsdoelstellingen te realiseren. Voor het beschouwde beleidsdoelstellingen is gebruik gemaakt van diverse beleidsdocumenten, zoals de (concept) Omgevingsvisie (NH2050), Coalitieakkoord, Programma's van Eisen voor OV-concessies en Investeringsstrategie Noord-Hollandse Infrastructuur.

Op basis van de resultaten van de beleidsarme impactanalyse is bepaald welke interventies de Provincie Noord-Holland en de Vervoerregio Amsterdam kunnen plegen in hun rol als wegbeheerder en als concessieverlener. Hierbij is een koppeling gelegd tussen de geïdentificeerde kansen en bedreigingen per gebiedstype (met betrekking tot de beleidsdoelen) en de mogelijkheden om kansen te faciliteren en/of bedreigingen te mitigeren. Overheden hebben verschillende mogelijkheden om hun doelen te bewerkstelligen. Voor de interventies die de PNH en de Vervoerregio kunnen plegen is een onderscheid gemaakt naar drie typen:

- Generieke interventies – Dit betreft noodzakelijke, oftewel no-regret interventies die veelal een faciliterende functie hebben met als doel om de PNH en de Vervoerregio voor te bereiden op de introductie van zelfrijdende voertuigen. Voorbeelden zijn:
  - Het opstellen van een integrale netwerkvisie voor verkeers- en vervoersverbindingen;
  - Het ontwikkelen van toetsingskaders en het uitvoeren van een robuustheidscheck op lopende/toekomstige infrastructuurinvesteringen;
  - Het herzien van de assetmanagementstrategie.
- Specifieke interventies – Dit betreft interventies die een mitigerende functie hebben, dat wil zeggen met als hoofddoel het adresseren van de (ongewenste/negatieve) gevolgen van zelfrijdende voertuigen. De interventies zijn per gebiedstype gedefinieerd. Voorbeelden zijn:
  - Het invoeren van prijsprikkels (parkeerbeleid, etc.);
  - Het aanpassen van parkeernormen;
  - Het herijken van de OV-Concessies.

- Aandachtspunten – Dit zijn zaken die nu wellicht nu nog geen concrete doelstelling zijn, maar een goede kans bieden om zaken te organiseren naar de toekomst toe, als voorbereiding op de introductie van zelfrijdende voertuigen en deelconcepten. Voorbeelden zijn:
  - Het herzien van het opcentenbeleid (bij deelconcepten daalt het totaal aantal voertuigen). Dit vraagt om een anticiperende overheid.
  - Verkeersveiligheid. Integrale standpuntvorming in samenwerking met o.a. RDW om te komen tot verkeersveiligheid bij de uitrol en het gebruik van zelfrijdende voertuigen.

Een selectie van deze interventies is doorerekend met de tool om inzichten te krijgen in het effect van (combinaties van) interventies, de zogeheten beleidsrijke impactanalyse. Hiervoor is in overleg met Provincie Noord-Holland en de Vervoerregio Amsterdam een vierdeling gemaakt van categorieën, waarbinnen een aantal interventies zijn geselecteerd die zijn doorrekend. Deze zijn opgenomen in onderstaande tabel.

*Tabel 1: Interventies*

| <b>Categorie</b>                                                               | <b>Interventies</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ruimtelijke interventies                                                       | Ontmoedigen van parkeren nabij locatie in metropolitaan centrumstedelijk gebied.                                                                                                                                                                                                                                                             |
| OV-concessie interventies en stimuleren deelconcepten                          | Stimuleren van autodelen door middel van subsidies, kosten van ritdelen omlaag brengen of percentage personen dat bereid is tot delen omhoog (bijv. door deelbusjes)<br>Promotie van autodelen door het ontmoedigen van privéauto's en zelfrijdende privétaxi's in bepaalde gebiedstypes (metropolitaan)<br>Frequentie/capaciteit OV omhoog. |
| Prijsprikkels                                                                  | Prijsprikkels om het aantal voertuigverliesuren te beperken. Deze inkomsten kunnen deels compenseren voor gemiste parkeerinkomsten (gemeentes) en lagere opbrengst van MRB en opcenten.                                                                                                                                                      |
| Infrastructuuraanpassingen (aan zowel fysieke als aan digitale infrastructuur) | Invloed uitoefenen op sturing lokale en/ of netwerkstromen vanuit centrales, uitgedrukt in % voertuigen dat communiceert.                                                                                                                                                                                                                    |

#### *4.2 Resultaten interventies*

Voor de presentatie van de resultaten is de keus gemaakt voor het Level 5 – Niet Delen scenario, in het Metropolitaan Centrum Stedelijk Gebiedstype, omdat hier de grootste impact te verwachten is van de komst van zelfrijdende voertuigen. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 4. De scenariodoorrekening toont aan dat in het Metropolitaan Centrumstedelijk gebiedstype alleen het scenario met grote prijsprikkel (30 cent/kilometer) leidt tot een afname van het aantal autogerelateerde verplaatsingen ten

opzichte van het 2040 WLO-Hoog scenario. Het aandeel fiets- en loopverplaatsingen neemt weliswaar toe bij alle doorgerekende interventies, maar toch wordt niveau 2040 Hoog niet gehaald. Dat geldt ook voor het OV-gebruik (trein, bus, tram en metro). Het gebruik neemt weliswaar toe, maar blijft in veel gevallen onder het niveau 2040 Hoog. Alleen bij een prijsprikkel van 15 of 30 cent/kilometer is het gebruik hoger dan in 2040 Hoog. Een prijsprikkel van 5 cent/kilometer heeft een beperkte impact op het aantal verplaatsingen, terwijl 15 of 30 cent/kilometer leidt tot een afname van het gebruik van zelfrijdende auto's en taxi's van 67% in de totale modal split naar respectievelijk 52% voor auto's en 41% voor taxi's. Het versnellen van het OV (met ca. 20%) heeft slechts een beperkt effect op de modal split. Hoewel het aantal voertuigkilometers daalt blijven deze hoger dan in de referentie 2040 Hoog.



**Figuur 4: Modal Split verplaatsingen Metropoolitaan Centrumstedelijk gebied (boven) en voertuigkilometers (onder, 2040Hoog = 100)**

#### 4.3 Conclusies beleidsrijk interventies

Een eerste doorrekening van interventies laat zien dat een vergaande mix van interventies noodzakelijk is om leefbaarheid en bereikbaarheid van met name de stedelijke gebieden te waarborgen (met volksgezondheid als belangrijk aandachtspunt). De exacte samenstelling van de meest effectieve mix van interventies verdient nog verder onderzoek. Daarbij verdient in ieder geval het ontmoedigen van zelfrijdende deeltaxi's en privéauto's

in metropolitaan centrumstedelijk gebied aandacht evenals het invoeren van prijsprikkels (Level 5-scenario's). Doel van de mix van interventies moet zijn zowel het aantal voertuigkilometers als het aantal voertuigverliesuren te reduceren tot op of onder het niveau Referentie 2040 Hoog en het aandeel fiets, lopen en OV te vergroten. Overigens betekent de Referentie 2040 Hoog sowieso al een groei ten opzichte van vandaag de dag, dus verdergaande ambities zullen extra maatregelen vragen. Voor de overige gebiedstypen kan met een minder vergaande mix van maatregelen/interventies worden volstaan.

## Dankwoord

Dit artikel is gebaseerd op de Impactstudie Autonome voertuigen voor de Provincie Noord-Holland en Vervoerregio Amsterdam. De auteurs danken iedereen die hieraan heeft bijgedragen. Meer informatie hierover en het volledige hoofd- en bijlagerapport is te vinden op:

[https://www.noord-holland.nl/Actueel/Archief/2018/Juli\\_2018/Effecten\\_van\\_de\\_komst\\_van\\_zelfrijdend\\_vervoer\\_nog\\_erg\\_onzeker](https://www.noord-holland.nl/Actueel/Archief/2018/Juli_2018/Effecten_van_de_komst_van_zelfrijdend_vervoer_nog_erg_onzeker)

De tool die gebruikt is voor de impactbepaling is mede ontwikkeld in het onderzoeksproject STAD (Spatial and Transport impacts of Automated Driving)

## Referenties

- Arcadis and TNO, 2018. *IMPACTSTUDIE AUTONOME VOERTUIGEN*, Amersfoort.
- BCG, 2016. *Impactanalyse zelfrijdende voertuigen*, Amsterdam.
- Gelauff, G., Ossokina, I. and Teulings, C., 2017. *Spatial effects of automated driving: dispersion, concentration or both?*, The Hague.
- KiM, 2017. *Paden naar een zelfrijdende toekomst – Vijf transitiestappen in beeld*, The Hague.
- KIM, 2013. *De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden*, The Hague: Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- Knoop, V.L., van Erp, P. and Hoogendoorn, S.P., 2017. Het schatten van drukte in de stad. *NM Magazine*.
- PBL and CPB, 2015. *Welvaart en Leefomgeving, Toekomstverkenning*, The Hague.
- Snelder, M., van Arem, B., Hoogendoorn, R. and van Nes, R., 2015. *Methodische Verkenning Zelfrijdende Auto's en Bereikbaarheid*, Delft.