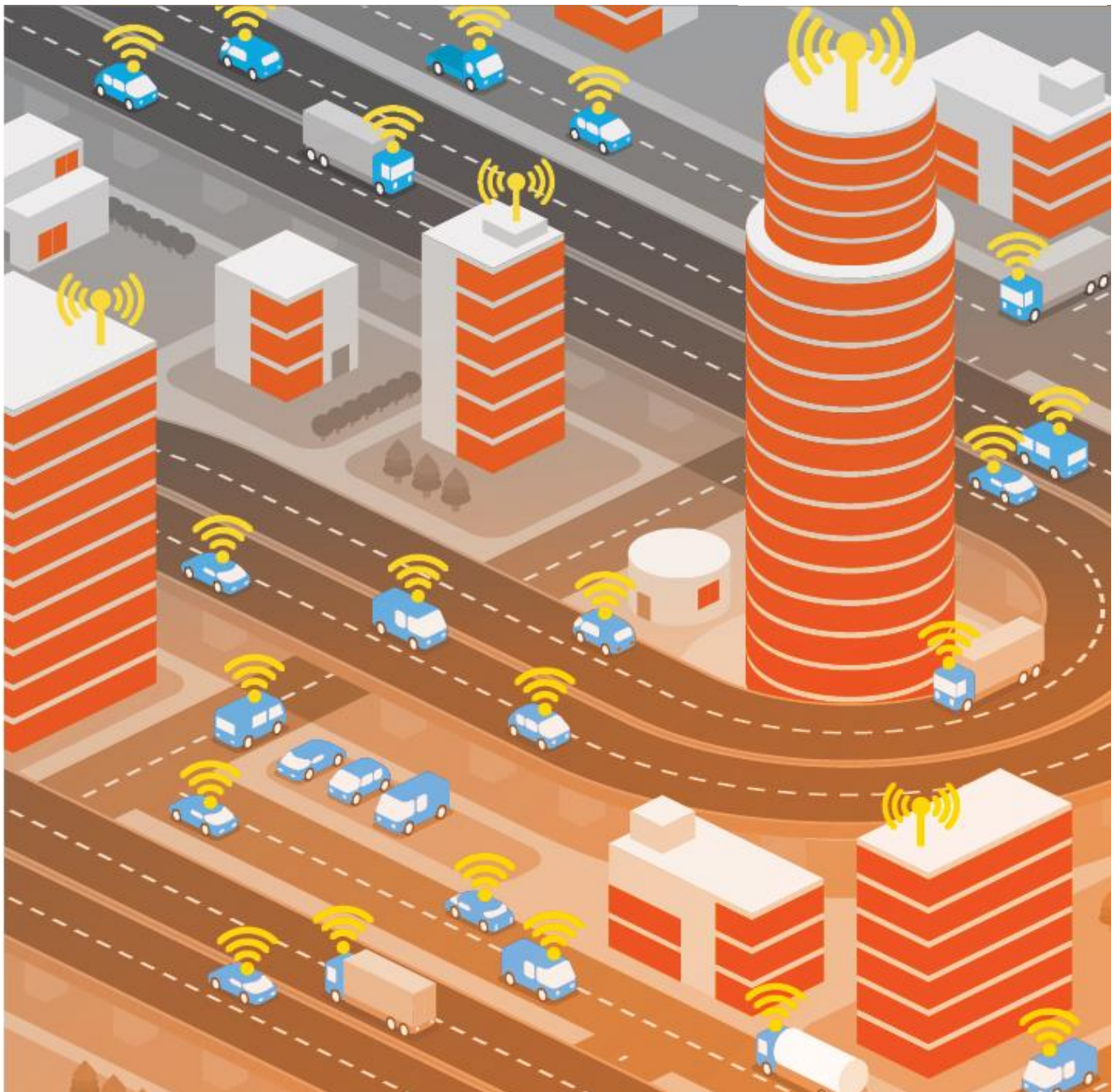


# IMPACTSTUDIE AUTONOME VOERTUIGEN

Provincie Noord-Holland, Vervoerregio Amsterdam

DEFINITIEVE RAPPORTAGE

Juli 2018





# Inhoudsopgave

<b>MANAGEMENTSAMENVATTING</b>	<b>1</b>
<b>ENGLISH SUMMARY</b>	<b>11</b>
<b>1 INLEIDING</b>	<b>13</b>
1.1 Aanleiding	13
1.2 Wat voorafging	13
1.3 Waar werken wij naar toe?	13
1.4 Context en doel rapport	14
1.5 Leeswijzer	15
<b>2 BELEIDSDOELSTELLINGEN, KPI'S EN INTERVENTIES</b>	<b>17</b>
2.1 Gehanteerde beleidsdocumenten	17
2.2 Overzicht (beleids)doelstellingen	17
2.3 Interventiemogelijkheden	18
<b>3 SCENARIO'S VOOR NOORD-HOLLAND</b>	<b>23</b>
3.1 Startpunt	23
3.2 Vervoersconcepten	28
3.3 Uitwerking scenario per gebiedstype	29
<b>4 IMPACTANALYSE (BELEIDSARM)</b>	<b>35</b>
4.1 Resultaten Provincie Noord-Holland	35
4.2 Resultaten per gebiedstype (kwantitatief)	40
4.3 Conclusies	47
<b>5 IMPACTANALYSE (BELEIDSRIJK)</b>	<b>51</b>
5.1 Bepalen mogelijke interventies	51
5.2 Uitkomsten impactanalyse (beleidsrijk)	58
5.3 Conclusie	63
<b>6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>65</b>
6.1 Algemene conclusies en aanbevelingen	65
6.2 Specifieke aanbevelingen	67
<b>REFERENTIES</b>	<b>71</b>
<b>COLOFON</b>	<b>73</b>

In deze rapportage worden de begrippen automatische voertuigen en zelfrijdende voertuigen door elkaar heen gebruikt. Zelfrijdend/automatisch kan hierbij naar alle niveaus van automatisering en naar zowel autonome als coöperatieve voertuigen verwijzen.



# MANAGEMENTSAMENVATTING

Een toekomst waarin zelfrijdende voertuigen het verkeersbeeld in de Provincie Noord-Holland bepalen: hoe ziet dat eruit en waar kunnen we dat – ofwel alleen op de snelweg, ofwel overal – verwachten? Deze vragen zijn omgeven door veel onzekerheden. Als technologische ontwikkelingen voorspoedig gaan, de technologie betaalbaar is, automobilisten zelfrijdende voertuigen zien zitten en de maatschappelijke effecten positief zijn, is een ‘zelfrijdende toekomst’ heel goed mogelijk en kan het verkeers- en vervoerssysteem radicaal veranderen. Interventies vanuit de overheid kunnen zo’n transitie naar een zelfrijdende toekomst bovendien versnellen. Tegelijkertijd kunnen er ‘showstoppers’ zijn: ontwikkelingen die een transitie in de weg zitten.

Gegeven bovenstaande achtergrond willen de Provincie Noord-Holland (de PNH) en de Vervoerregio Amsterdam (verder de Vervoerregio) gezamenlijk zicht krijgen op de impact van zelfrijdende voertuigen. Die impact wordt in deze studie onderzocht aan de hand van de centrale vraagstelling:

*Welke gevolgen heeft de verregaande automatisering van rijtaken op sociaal, economisch, ruimtelijk en mobiliteitsgebied voor de inwoners van de Provincie Noord-Holland en Vervoerregio Amsterdam?*

De combinatie Arcadis/TNO heeft in de periode november 2017 – april 2018 de impactanalyse naar de komst van autonome voertuigen uitgevoerd en vervolgens ook inzicht gegeven in de mogelijke interventies (handelingsperspectieven) voor de PNH en de Vervoerregio in de rol van wegbeheerder en concessieverlener van openbaar vervoer. De centrale vraagstelling is daarbij beantwoord door middel van vier deelvragen:

- Welke scenario’s kunnen in beeld worden gebracht voor de PNH en de Vervoerregio als gevolg van de komst van de autonome voertuigen?
- Welke impact zullen de autonome voertuigen hebben op de doelstellingen van PNH en de Vervoerregio gegeven de verschillende typologieën en demografische ontwikkelingen?
- Welke scenario’s voldoen meer of juist minder aan de beleidsdoelstellingen zoals geformuleerd door de PNH en de Vervoerregio?
- Welke interventies vanuit het perspectief van de wegbeheerder en concessieverlener kunnen (binnen de geschetste scenario’s) worden gepleegd?

De PNH en de Vervoerregio zijn in metropoolregioverband (MRA) eind 2016 gestart aan het MRA-programma ‘Smart Mobility’. Het programma richt zich inhoudelijk op een aantal pijlers waaronder een aantal pilots/projecten (zoals Smart Mobility Schiphol en Smart Roads). Daarnaast is de PNH, als onderdeel van de totstandkoming van de Omgevingsvisie (NH2050), bezig haar middellange termijn en lange termijn koers te bepalen. Eén van de pijlers binnen het programma ‘Smart Mobility’ is trendwatching. De impactanalyse naar de gevolgen van de automatisering van de rijtaken, maakt hier ook onderdeel van uit. Onderstaand worden per deelvraag de resultaten samengevat.

## Welke scenario’s kunnen in beeld worden gebracht voor de Provincie Noord-Holland en de Vervoerregio als gevolg van de komst van de autonome voertuigen?

Het KennisInstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) heeft in 2015 vier scenario’s voor een toekomstig verkeer- en vervoerssysteem met zelfrijdende voertuigen beschreven (Chauffeur aan het stuur (KiM, 2015)). Deze scenario’s verschillen van elkaar op het vlak van techniek en acceptatie (hoe ‘automatisch’ wordt de zelfrijdende auto?) en in de mate waarin consumenten willen delen (van autobezit en van ritten).

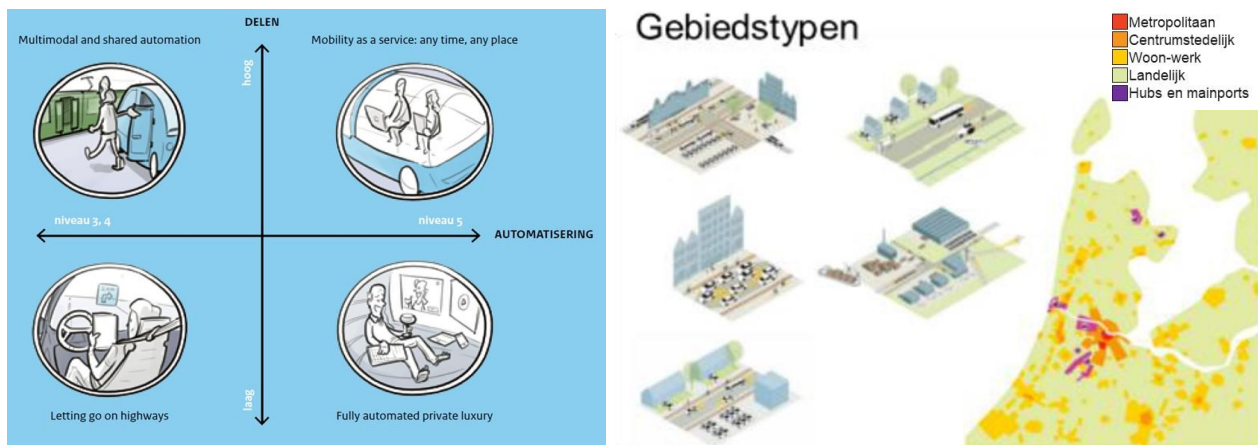
Op de ene as (‘hoe automatisch wordt de zelfrijdende auto’) wordt onderscheid gemaakt in zes niveaus, lopend van ‘no automation’ (Level 0) tot ‘full automation’ (Level 5). Bij Level 5 rijdt de auto volautomatisch op alle wegen en in elke situatie. De bestuurder is een passagier geworden en hoeft in geen enkele situatie zelf de controle over te nemen (dat is zelfs niet mogelijk). De tussenliggende niveaus kenmerken zich door een toenemende automatisering. In Level 1 en 2 houdt de bestuurder zelf de omgeving in de gaten, terwijl de techniek dit vanaf Level 3 (conditional automation) overneemt. Als de bestuurder in bepaalde omgevingen, zoals op de snelweg of in een parkeergarage, helemaal niet meer als ‘back-up’ nodig is, dan wordt gesproken over Level 4 (high automation). Het KiM maakt

onderscheid tussen enerzijds Level 5 als ene zijde van het spectrum en Level 3/4 aan de andere kant van het spectrum.

Op de andere as ('acceptatiegraad delen') maakt de mate waarin mensen voertuigen maar ook ritten gaan delen, veel verschil voor hoe de samenleving eruit gaat zien. Als de mensen blijven hechten aan privébezit, dan staan de straten vol met zelfrijdende auto's van verschillende merken. Als de mensen autodelen en/of riddelen grootschalig gaan accepteren is het ook denkbaar dat mensen voor iedere rit een auto laten voorrijden.

De vier resulterende scenario's zijn weergegeven in onderstaande figuur (zie verder hoofdstuk 3):

- Scenario 1 – Mobility as a Service: Any time, any place (Level 5 - Wel delen);
- Scenario 2 – Fully automated private luxury (Level 5 - Niet delen);
- Scenario 3 – Letting go on highways (Level 3/4 - Niet delen);
- Scenario 4 – Multimodal and shared automation (Level 3/4 - Wel delen).



De mobiliteitseffecten van zelfrijdende voertuigen kunnen zich op verschillende plekken ook verschillend manifesteren. Om recht te kunnen doen aan deze (mogelijke) verschillen, is in deze studie aangesloten bij de vijf gebiedstypen die in het 'Ontwikkelingsbeeld Mobiliteit 2050' en de 'Strategische Visie Mobiliteit' worden onderscheiden. De gebiedstypen verschillen op basis van de voornaamste functies en de verschillende mobiliteitskeuzes die mensen maken:

- Metropolitaan Centrumstedelijk gebied (tot het gebiedstype behoren het centrum van Amsterdam en het drukste deel van Amsterdam Zuid);
- Centrumstedelijk gebied (tot het gebiedstype behoren de rest van Amsterdam en bijvoorbeeld de centra van Alkmaar, Hilversum en Haarlem);
- Stedelijk woon-werkgebied (tot het gebiedstype behoren bijvoorbeeld: Enkhuizen, Heerhugowaard, IJmuiden en Bussum);
- Landelijk wonen en recreëren (tot het gebiedstype behoren bijvoorbeeld Lutjebroek, Ankeveen en Callantsoog);
- Hubs & mainports (Schiphol, Amsterdamse haven, Greenport Aalsmeer, de gebieden die vallen onder Greenport Noord-Holland en Tata Steel).

De onderverdeling van de PNH in vijf gebiedstypen is gevisualiseerd in bovenstaande figuur. Ten behoeve van de impactanalyse zijn de vier scenario's gecombineerd met de vijf gebiedstypen en daarbij gekoppeld aan de gebruikte vervoerconcepten (onder meer de zelfrijdende auto en zelfrijdende (deel)taxi in aanvulling op de 'conventionele concepten bus/tram/metro, trein, wandelen en fietsen).

Alle resultaten worden vergeleken met een referentiesituatie '2040Hoog' (Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving (WLO), CPB/PBL, 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. Het WLO-Laag scenario wordt gegeven de verdere verwachte groei niet realistisch geacht.

**Onzekerheid**

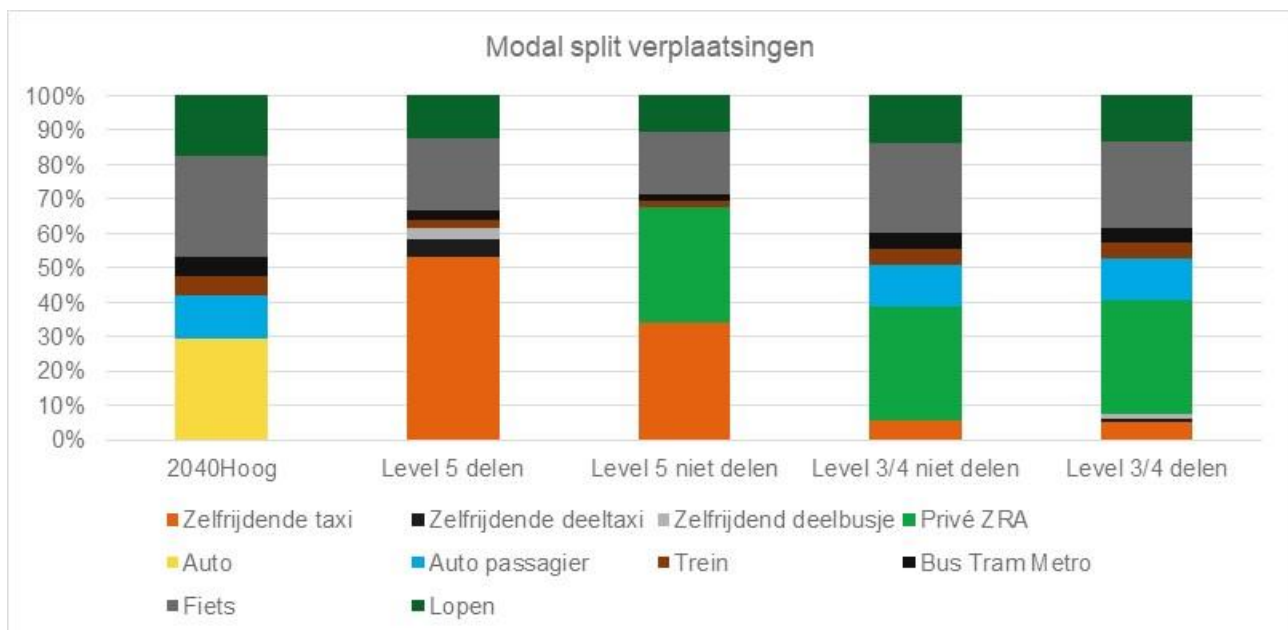
De scenario's zijn extreem gekozen. Deze keuze is gemaakt om duidelijk verschillen tussen de scenario's te zien en inzicht te krijgen in de maximale impact. In praktijk zal er een geleidelijke overgang plaatsvinden en zal er lange tijd een mix van voertuigen op de weg te vinden zijn. Er zijn geen uitspraken gedaan over verwachte penetratiegraden in verschillende jaartallen. Tevens zijn aannames gedaan ten aanzien van de bereidheid tot delen en reizigersvoorkeuren ten aanzien van zelfrijdende (deel)taxi's en deelbusjes. In een gevoeligheidsanalyse zijn deze aannames gevarieerd, om inzicht te krijgen in de bandbreedtes van de effecten.

De verwachte impact is bepaald ten opzichte van het WLO-scenario 2040 Hoog<sup>1</sup>. 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.

### Welke impact zullen de autonome voertuigen hebben op de doelstellingen van Noord-Holland en de Vervoerregio gegeven de verschillende typologieën en demografische ontwikkelingen?

De uitwerking van de scenario's per gebiedstype vormt de (beleidsarme) input voor een doorrekening met de door TNO ontwikkelde Quick Scan tool. De Quick Scan tool is ingezet om inzicht te bieden in verkeerskundige impacts van zelfrijdende voertuigen, waaronder veranderingen in de modal split, voertuigkilometers, het aantal benodigde voertuigen, reistijden en parkeeropbrengsten.

Het algemene beeld voor de Provincie Noord-Holland is dat zelfrijdende voertuigen, in alle scenario's, leiden tot een hogere druk op het wegennetwerk 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. Zelfrijdende voertuigen maken mobiliteit toegankelijker voor een groter publiek als gevolg van verwachte lagere kosten<sup>2</sup>, waarbij langere afstanden worden afgelegd. Zeker in Level 5-scenario's zijn rijtaken geheel geautomatiseerd en is geen chauffeur, rijervaring of het hebben van een rijbewijs vereist. Zelfrijdende voertuigen vormen daarmee een aantrekkelijk alternatief en het gebruik ervan gaat ten koste van wandelen, fietsen en het huidige OV (bus, tram, metro en trein). De modal split van verplaatsingen, vergeleken met de referentiesituatie, is weergegeven in onderstaande figuur.



Voor wat betreft het aantal benodigde voertuigen kan worden geconcludeerd dat er alleen in het Level 5 delen scenario sprake zal zijn van een daling; dit komt omdat er grotendeels alleen nog maar

<sup>1</sup> WLO-scenario 2040 Hoog (CPB/PBL, 2015)

<sup>2</sup> De kosten voor de nieuwe vervoerconcepten zijn gebaseerd op de in 2016 door BCG uitgevoerde studie (Impactanalyse Zelfrijdende Voertuigen). De kosten voor een zelfrijdende auto blijven ongeveer gelijk aan de huidige auto. De normale auto is even duur als een zelfrijdende auto (een zelfrijdende auto is waarschijnlijk duurder in aanschaf, maar goedkoper in gebruik door een lagere verzekeringspremie en brandstofverbruik). Indien gedeeld worden, worden de kosten over meerdere personen gedeeld waardoor ze lager worden.

deelvoertuigen nodig zijn, welke meerdere verplaatsingen per dag maken. In de overige scenario's is sprake van een (lichte) stijging van het aantal benodigde voertuigen.

De focus van de scenariostudie op verschillende gebiedstypen geeft inzicht in de mobiliteitseffecten van zelfrijdende voertuigen op verschillende locaties. Uit de Quick Scan tool doorrekening blijkt ook dat in het metropolitaan centrum stedelijk gebied, na introductie van zelfrijdende voertuigen, nog steeds relatief veel gebruik wordt gemaakt van het openbaar vervoer (train, bus, tram en metro), fietsen en lopen in vergelijking met de andere gebiedstypes (in alle scenario's). Tegelijkertijd is in dit gebied de toename van het aantal voertuigkilometers en voertuigverliesuren verreweg het grootst. Uit de doorrekening volgt dat hoe minder stedelijk het gebiedstype is, des te minder er gelopen en gefietst wordt, en des te meer er van de zelfrijdende auto gebruik gemaakt wordt (in alle scenario's). Toch is de toename in het aantal voertuigkilometers verreweg het grootst voor het metropolitaan centrumstedelijk gebied en daarmee ook veel groter dan de overige gebiedstypen.

De belangrijkste conclusies per gebiedstype zijn (zie verder paragraaf 4.1 en 4.2):

- Metropolitaan Centrumstedelijk gebied.** In alle scenario's verliezen fietsen en lopen terrein ten opzichte van de zelfrijdende taxi en de zelfrijdende privéauto. In beide Level 5 scenario's (Delen en Niet Delen) is dit nog sterker dan bij de beide Level 3/4 scenario's. Belangrijkste oorzaak ligt in de lagere Value of Time van zelfrijdende voertuigen (de monteiare waarde die gegeven wordt aan één uur reistijd): de reistijd kan anders/effectiever worden besteed (gemak). Het gevolg is dat het aantal voertuigkilometers in metropolitaan centrumstedelijk gebied meer dan verdubbelt met een substantiële stijging van het aantal voertuigverliesuren als gevolg. Kansen liggen er dan ook met name rondom het verbeteren van langzaam verkeer, verbeteren van de OV-verbindingen en hergebruik en/of herbestemming van (onnodige) parkeerfaciliteiten. De verdringing van andere modaliteiten door de introductie van zelfrijdende voertuigen vormt de belangrijkste bedreiging.
- Centrumstedelijk gebied.** Doordat voor dit gebiedstype iets langere afstanden worden afgelegd waarbij de privéauto en de zelfrijdende taxi aantrekkelijke alternatieven zijn voor fietsen en lopen, neemt het aandeel van de twee eerstgenoemden toe. De zelfrijdende alternatieven (beide Level 5 scenario's) halen aandeel weg van trein, bus, tram en metro. Het aantal voertuigkilometers en voertuigverliesuren neemt (met name in de beide Level 5 scenario's) toe ten opzichte van de referentiesituatie, al is de toename een stuk kleiner dan in metropolitaan centrumstedelijk gebied. In de beide Level 3/4 scenario's is de toename in voertuigkilometers en voertuigverliesuren kleiner. Kansen liggen hier in het verbeteren van langzaam verkeer, verbeteren van de OV-verbindingen en de uitrol van pilots ten behoeve van first- en last mile. De verdringing van andere modaliteiten door de introductie van zelfrijdende voertuigen vormt in dit gebiedstype de belangrijkste bedreiging. Ook kort parkeren faciliteiten rondom knooppunten worden overbelast.
- Stedelijk woon-werk gebied.** Dit gebiedstype is het meest voorkomende in Noord-Holland, en de modal split in dit gebied lijkt dan ook het meest op de modal split voor de hele provincie. De zelfrijdende privéauto en de zelfrijdende taxi hebben in het stedelijk woon-werk gebied een nog groter aandeel in de modal split dan in (metropolitaan) centrumstedelijk gebied. Dit resulteert ook in een afname van het aandeel fietsen, lopen, bus, tram, metro en trein. In dit gebiedstype neemt het aantal voertuigkilometers en voertuigverliesuren toe, waarbij deze toename het sterkst in het scenario Level 5 - Niet delen. Kansen zitten hier met name in de uitrol van pilots voor de first- en lastmile. De hogere belasting van het wegennetwerk voor de Level 5 scenario's als gevolg van verdringingseffecten van andere modaliteiten vormt hier de belangrijkste bedreiging.
- Landelijk wonen en recreëren gebied.** Het aandeel van de privéauto en de zelfrijdende taxi is in dit gebiedstype groot. Bij Level 5 - Niet delen neemt in dit gebiedstype het aantal voertuigverliesuren toe. Bij de overige scenario's neemt het aantal voertuigverliesuren licht af. Zelfrijdende voertuigen bieden in dit gebiedstype veel mogelijkheden voor betere en goedkopere bereikbaarheidsalternatieven, ook voor specifieke doelgroepen zoals ouderen en personen met een beperking. Dit biedt kansen voor een hernieuwing en/of aanpassing van het OV-systeem/OV-concessie. De hogere belasting van het wegennet, met name in het Level 5 - Niet Delen scenario, vormt de belangrijkste bedreiging binnen dit gebiedstype.
- Hubs en mainports.** Het aandeel van de privé(vracht)auto en de zelfrijdende taxi is in dit gebiedstype groot. Daarbij is het verschil tussen de diverse hubs groot. Er zullen hubs zijn, zoals Schiphol, met een veel hoger aandeel personenvervoer (met name trein). In dit gebiedstype neemt



het aantal voertuigkilometers licht toe, maar door de capaciteitstoename neemt het aantal voertuigverliesuren in alle scenario's (licht) af. In dit gebied liggen er kansen voor de uitrol van pilots voor first- en last-mile voor passagiers en de uitrol van nieuwe (logistieke) vervoersconcepten.

### Welke scenario's voldoen meer of juist minder aan de beleidsdoelstellingen zoals geformuleerd door de PNH en de Vervoerregio?

Om zicht te krijgen op welke scenario's meer of juist minder voldoen aan de beleidsdoelstellingen van de PNH en de Vervoerregio is op basis van diverse beleidsdocumenten, beleidsvisies e.d. een overzicht opgesteld van relevante beleidsdoelstellingen. De meest relevante beleidsdoelen gaan over economische en sociale ontwikkeling, doorstroming (bereikbaarheid), verkeerveiligheid, leefkwaliteit en duurzaamheid/leefbaarheid.

De resultaten van de uitgevoerde (beleidsarme) analyses laten zien dat er grote veranderingen in de mobiliteitskeuze kunnen plaatsvinden door de introductie van zelfrijdende voertuigen, met name in de beide Level 5 scenario's. Dit heeft aanzienlijke gevolgen voor mobiliteit, (openbare) ruimte en beïnvloed daarnaast ook sociale aspecten. Gekoppeld aan de beleidsdoelstellingen van de PNH en de Vervoerregio betekent dit het volgende (zie verder paragraaf 4.1):

- **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). Concluderend wordt er voor deze studie van uitgegaan dat zelfrijdende voertuigen een positieve invloed hebben op de bereikbaarheid in landelijke en minder stedelijke gebieden en een negatieve invloed hebben op de bereikbaarheid in de meer stedelijke gebieden.
- **Verkeerveiligheid.** 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. Concluderend wordt er voor deze studie van uitgegaan dat zelfrijdende voertuigen een neutrale of mogelijk positieve invloed hebben op de verkeerveiligheid.
- **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. Wanneer zelfrijdende voertuigen in de toekomst in hoge mate ook elektrisch rijden is de verwachting dat de negatieve effecten als gevolg van de stijging in voertuigkilometers gecompenseerd worden, waardoor een neutrale impact op de leefbaarheid en duurzaamheid te verwachten is. Is er echter geen sprake van elektrificatie van het voertuigpark dan is de verwachte impact negatief. 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. In alle scenario's is sprake van een toename van het aantal voertuigkilometers, echter in met name de stedelijke gebieden heeft dit ook een toenemend aantal voertuigenverliesuren tot gevolg. 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. Geconcludeerd kan worden dat zelfrijdende voertuigen een neutrale invloed hebben op de economische (maatschappelijke) ontwikkeling van de PNH en de Vervoerregio in algemene zin.

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. Het voorgaande leidt ertoe dat zelfrijdende voertuigen een neutrale tot negatieve invloed zullen hebben op de bedrijfsvoering.

- **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. Al met al wordt verwacht dat de komst van de autonome voertuigen neutraal (tot beperkt positief) bijdraagt aan de ruimtelijke ontwikkelingen.

Voor de transitiefase geldt dat een adaptief beleid nodig zal zijn om in te kunnen springen op veranderingen. Er zal nog sprake is 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 relatief meer 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 uiteindelijk 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.

### Welke interventies vanuit het perspectief van de wegbeheerder en concessieverlener kunnen (binnen de geschetste scenario's) worden gepleegd?

De kwalitatieve en de kwantitatieve uitkomsten van de (analyse) geven inzicht in de impact van zelfrijdende voertuigen op de beleidsdoelstellingen van de PNH en de Vervoerregio. Eén van de belangrijkste conclusies is dat het door de komst van zelfrijdende voertuigen naar verwachting nog drukker wordt op plekken die nu al druk zijn. Niet alleen deze conclusie, maar ook de andere

geïdentificeerde kansen en bedreigingen geven aanleiding tot het definiëren van interventies (handelingsperspectieven). Interventies bieden de mogelijkheid om enerzijds mogelijke positieve impacts en/of kansen te verzilveren (een extra boost te geven) en anderzijds negatieve impacts en/of bedreigingen te mitigeren. De beleidsdoelen bieden houvast voor de definitie van beide soorten interventies (faciliterend of mitigerend) vanuit de rol als wegbeheerder en concessieverlener die de PNH en de Vervoerregio hebben.

Met name voor het stedelijk gebied blijken de gevolgen van de komst van de zelfrijdende voertuigen groot te zijn (toename voertuigkilometers en voertuigverliesuren, wijziging modal shift). Ten behoeve van deze studie is een uitgebreide lijst met interventies opgesteld. Een aantal hiervan kunnen kwantitatief beoordeeld worden met behulp van de Quick Scan tool. In afstemming met de PNH/de Vervoerregio zijn daarom een select aantal interventies daadwerkelijk op hun effect beoordeeld. De met de Quick Scan tool doorgerekende interventies zijn onderverdeeld in vier categorieën en hieronder weergegeven. De doorgerekende interventies richten zich met name op het reduceren van voertuigkilometers en voertuigverliesuren in stedelijke gebieden. Voor het Level 3/4 – Niet delen scenario zijn geen interventies doorgerekend, omdat dit scenario erg veel overeenkomsten vertoont met het Level 3/4 - Delen scenario.

Categorie	Interventies
Ruimtelijke interventies	1. Ontmoedigen van parkeren nabij locatie in metropolitaan centrumstedelijk gebied.
OV-concessie interventies en stimuleren deelconcepten	2. Stimuleren van autodelen door middel van subsidies, kosten van ritdelen omlaag brengen of percentage personen dat bereid is tot delen omhoog (bijv. door deelbusjes)
	3. Promotie van autodelen door het ontmoedigen van privéauto's en zelfrijdende privétaxi's in bepaalde gebiedstypes (metropolitaan)
Prijsprikkels	4. Frequentie/capaciteit OV omhoog.
	5. Prijsprikkels om het aantal voertuigverliesuren te beperken. Deze inkomsten kunnen deels compenseren voor gemiste parkeerinkomsten (gemeentes) en lagere opbrengst van MRB en opcenten.
Infrastructuraanpassingen (aan zowel fysieke als aan digitale infrastructuur)	6. Invloed uitoefenen op sturing lokale en/ of netwerkstromen vanuit centrales, uitgedrukt in % voertuigen dat communiceert.

De belangrijkste conclusies zijn (zie verder hoofdstuk 5):

- **Level 5 scenario's Delen en Niet Delen.** Alleen met krachtige mix van interventies kan het aantal voertuigverliesuren in het 'metropolitaan centrumstedelijk gebied' worden teruggebracht tot onder het niveau van de Referentie 2040 Hoog. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om het ontmoedigen van zelfrijdende privéauto's en zelfrijdende taxi's of het invoeren van een prijsprikkel. In de overige gebiedstypes kan met een minder grote prijsprikkel het aantal voertuigkilometers tot onder het niveau van Referentie 2040 Hoog worden teruggebracht. Als zelfrijdende privéauto's en zelfrijdende taxi's verboden worden is wel een alternatief nodig in de vorm van deelconcepten.
- **Level 5 - Delen.** Een mix van andere interventies leidt eveneens tot een afname van het aantal voertuigkilometers. Ten opzichte van de interventie waarin alleen de zelfrijdende taxi wordt ontmoedigd, worden er toch iets meer voertuigkilometers afgelegd. Dit wordt veroorzaakt doordat deelconcepten populairder worden ten koste van fietsen en lopen. In het 'metropolitaan centrumstedelijk gebied' neemt ondanks de mix aan interventies het aantal voertuigverliesuren nog toe vergeleken bij de Referentie 2040 Hoog. In centrumstedelijk gebied nemen de voertuigverliesuren sterk af ten opzichte van de Referentie 2040 Hoog. In de overige gebiedstypes verdwijnen de voertuigverliesuren.
- **Level 5 – Niet Delen.** De interventies leiden tot een afname van verplaatsingen met zelfrijdende voertuigen en zelfrijdende privéauto's. Weliswaar neemt het aandeel fiets- en loopverplaatsingen beperkt toe, toch wordt het niveau van de Referentie 2040 Hoog niet gehaald. Ook het gebruik van OV (trein en bus, tram, metro) neemt toe bij alle interventies, maar blijft in veel gevallen onder het

niveau van de Referentie 2040 Hoog. Wanneer gekozen wordt voor prijsprikkels wordt het OV-aandeel wel hoger dan in Referentie 2040 Hoog. Dit geldt voor alle gebiedstypes.

- **Level 3/4 delen.** De interventie om 100% van de voertuigen uit te rusten met coöperatieve systemen heeft nauwelijks effect op de modal split. Het stimuleren van deelbusjes gaat ten koste van de zelfrijdende taxi en privé zelfrijdende auto. Het vergroten van het percentage voertuigen dat communiceert, leidt tot een kleine toename van voertuigkilometers. De mix van maatregelen om deelbusjes te stimuleren leidt tot een sterke afname van voertuigkilometers in metropolitaan centrumstedelijk gebied. In de overige gebiedstypes reduceert deze mix aan maatregelen het aantal voertuigkilometers tot ongeveer op het niveau van 2040 Hoog.
- Voor **alle scenario's** geldt dat met alle beschouwde interventies het aandeel fiets- en loopverplaatsingen in het Metropolitaan centrumstedelijk gebied onder het niveau van de Referentie 2040 Hoog blijft. In de andere gebiedstypen leidt alleen het ontmoedigen van privéauto's en zelfrijdende privétaxi's tot een groter of gelijk aandeel van fietsen en lopen.

Belangrijk is op te merken dat niet alle interventies door de PNH/de Vervoerregio uitgevoerd kunnen worden. Sommige verantwoordelijkheden liggen namelijk ook op gemeentelijke en/of landelijk niveau, waar de PNH/de Vervoerregio slechts een beïnvloedende rol in kan vervullen.

## Conclusies en aanbevelingen

De komst van zelfrijdende voertuigen leidt, in alle scenario's, tot een hogere druk op het wegennetwerk en daarmee (in de meeste gevallen) ook tot meer voertuigverliesuren voor weggebruikers. Interventies lijken daarmee noodzakelijk. Uitbreiding van de fysieke infrastructuur is met name in stedelijk gebied complex, gezien het feit dat de ruimte daarvoor doorgaans beperkt is. Een andere belangrijke conclusie is dat de komst van zelfrijdende voertuigen laat zien dat de modal split verschuift: Fietsen, lopen en openbaar vervoer worden minder populair.

Een eerste doorrekening van interventies laat zien dat een vergaande mix noodzakelijk is om leefbaarheid en bereikbaarheid van met name de stedelijke gebieden te waarborgen. De vraag is dan ook aan welke knoppen de PNH en de Vervoerregio nog verder kunnen draaien om enerzijds ongewenste effecten waar mogelijk te mitigeren en anderzijds juist de kansen die de komst van zelfrijdende voertuigen zeker ook biedt, waar mogelijk beter uit te nutten. Om binnen dat kader de juiste keuzes te maken hebben we een onderscheid gemaakt in een aantal algemene en een aantal specifieke aanbevelingen (zie verder hoofdstuk 6).

### *Algemene aanbevelingen*

Aanbevolen wordt op basis van de eerste doorrekening van interventies verder onderzoek te doen naar de benodigde mix van interventies. Daarbij gaat het in ieder geval om het ontmoedigen van zelfrijdende deeltaxi's en privéauto's in metropolitaan centrumstedelijk gebied evenals het invoeren van een prijsprikkel (Level 5-scenario's). Doel is hiermee zowel het aantal voertuigkilometers als het aantal voertuigverliesuren te reduceren en het aandeel fiets, lopen en OV te vergroten. Toevoegen van capaciteit kan, waar mogelijk, onderdeel zijn van de mix van maatregelen.

Aanbevolen wordt hierbij een adaptieve beleidsontwikkeling na te streven, omdat de onzekerheden rondom zelfrijdende voertuigen groot zijn, zowel qua tijdsindicatie als qua technologische en fysieke benodigdheden voor realisatie. Daarmee wordt ruimte gecreëerd om te kunnen inspelen op nieuwe ontwikkelingen en veranderende inzichten. Hierbij moet worden meegenomen dat de scheiding tussen collectieve vervoerssystemen (het huidige OV) en andere vervoersvormen vervagen, zeker waar het gaat om de Level 5 scenario's.

Aanbevolen wordt binnen de huidige concessie door middel van de vaak beschikbare experimenteeruimte, nu al te starten met innovatieve pilots.

Gegeven het voorgaande wordt tevens aanbevolen om de resultaten van de Impactstudie te koppelen aan diverse beleidstrajecten binnen de PNH/de Vervoerregio. Het gaat hierbij onder meer om de Omgevingsvisie, de gebiedsgerichte Programma-aanpak Bereikbaarheid en Toekomstbeeld OV.

### *Specifieke aanbevelingen*

Binnen de impactstudie is verondersteld dat, afhankelijk van het scenario, 100% van de voertuigen Level 3/4 of Level 5 zal zijn. In praktijk zal er een geleidelijke overgang plaatsvinden en zal er lange tijd

een mix van voertuigen op de weg te vinden zijn. Voor de specifieke aanbevelingen maken we een onderscheid naar aanbevelingen voor de transitieperiode en naar aanbevelingen om vanuit de nu nog generieke impactanalyse in te zoomen op specifieke effecten.

Voor de transitieperiode wordt aanbevolen, in lijn met de KiM-studie “Paden naar een zelfrijdende toekomst” om de weg naar het eindbeeld toe vast te leggen in zogenaamde ontwikkelpaden. Onderdeel van deze ontwikkelpaden zijn interventies, welke specifiek gericht zijn op de transitie naar een toekomst met zelfrijdende voertuigen en deelconcepten. Aanbevolen wordt uit te gaan van een drietal hoofdcategorieën van interventies tijdens de transitieperiode, gericht op “governance”, “infrastructuur (en vervoersmodaliteiten)” en “data/techniek”.

Voor de aanbevelingen met betrekking tot de eindbeelden is het belangrijk de stap te zetten “van modaliteit naar mobiliteit”, zoals reeds verwoord in de Strategische Visie Mobiliteit van de MRA. De belangrijkste aanbeveling is het opstellen van een integrale netwerkvisie is (voor weg én OV) met inbegrip van zelfrijdende voertuigen en (nieuwe) private en/of publieke deelconcepten. Hierin moeten de beleidsnormen die nu en straks moeten gelden gedefinieerd worden. Nu speelt ‘reistijd’ een belangrijke rol; bij zelfrijdende voertuigen gaat het meer om de toegankelijkheid van vervoer aangezien de reistijd anders benut kan worden (bijvoorbeeld als werktijd). Tenslotte zijn een aantal specifieke aanbevelingen gedaan rondom de beleidsthema’s in het economische, sociale en ruimtelijke domein (rondom verschuiving van de arbeidsmarkt en ruimtelijke spreiding).



## ENGLISH SUMMARY

What is the impact of self-driving cars, and how will this affect the society and policy making? These questions are surrounded by many uncertainties. In case self-driving vehicles and their effects are perceived as positive and technology keeps developing at a rapid pace (and hence becomes more affordable), a “self-driving future” will be possible. A future in which the traffic and transport system is radically different to today's, incorporating self-driving vehicles as alternatives and/or supplements for current transportation modes. Governmental interventions can also accelerate a transition to a self-driving future, while there are also contra-productive developments that might impede this transition.

Considering the aforementioned the Province of Noord-Holland and the Amsterdam Transport Region expressed interest to gain insight into the impact of self-driving vehicles on their society, and on their responsibilities. These impacts have been examined in this study based on the central question:

*What consequences does the advanced automation of driving tasks have on social-, economic-, spatial- and mobility development for the Province of Noord-Holland (de PNH) and the Amsterdam Transport Region, and how will this impact their role as infrastructure- and public transport managers*

In the period November 2017 - March 2018, the combination Arcadis/ TNO carried out an impact analysis on the introduction of self-driving vehicles. This study also provides insight into interventions for the Province and the Amsterdam Transport Region from their role as an infrastructure manager and a public transport concession provider.

The impact determination is performed through a scenario study, developing four scenarios which are projected on five distinct area types in the Province. These scenarios form the input for a model calculation, using the Quick Scan Tool as developed by TNO. The outcome of the model shows that the introduction of self-driving vehicles in the Province of Noord-Holland leads to an increase in vehicle kilometers for all area types and all scenario's. This results in an increase of the road network pressure (vehicle-loss-hours) for primarily urban areas for all scenarios, while the pressure on rural areas remains similar to the reference situation 2040 (except for the most extreme scenario where it increases). The increase in vehicle kilometers is explained by a switch in mode choice among users, preferring self-driving concepts over conventional transport modes, such as public transport (bus, tram, metro and train), cycling and walking. Self-driving vehicles form attractive transport alternatives which enable a larger public to have access to mobility because of lower user-costs and ease-of-use.

The aforementioned results in an improvement of social development, allowing a broader public to participate in the community. Also, a slight improvement is expected for traffic safety because of overall improvements in vehicle technology and performance, while however conflicts between fast and slow transportation modes (especially in highly dense areas) remain an attention point. A spatial change is expected because of a (minor) population exchange between urban and rural areas, and a change of the functional use of parking facilities (long term parking vs Kiss+Ride) in and around urban areas (nodes and mass attraction locations). From an economic perspective a change could occur in job markets, where some professions could become obsolete, while new markets and demands will emerge. Also, costs of asset management operations could rise because of an increase in vehicle kilometers on the road network, requiring more (frequent) maintenance. The increase in vehicle kilometers could result in an increased pressure on sustainability and livability (gas emission and sound exposure), which however could be compensated through parallel developments such as the electrification of vehicles.

Subsequently interventions are identified to facilitate opportunities and/or to mitigate risks on policy goals as a result of the introduction of self-driving vehicles. A selection of these interventions is used as input for the Quick Scan Tool to showcase the impacts of the interventions. This shows that far-reaching (combinations of) repressive measures are necessary to guarantee the accessibility of the traffic system and the quality of life in urban areas. This requires a multimodal and integrated network vision on the public transport system of the future. The multimodal and integrated network vision can also elaborate on opportunities for accessibility and livability improvement of less dense urban, rural, and recreational areas. This can be achieved through the deployment of new transport/mobility concepts such as Mobility as a Service for example. In the near future opportunities with these new mobility concepts can already be exploited through the deployment of pilots/experiments. This offers the chance for accessibility improvement to these areas in the short term.





# 1 INLEIDING

## 1.1 Aanleiding

De Provincie Noord-Holland (de PNH) en de Vervoerregio Amsterdam (verder de Vervoerregio) hebben de combinatie Arcadis/TNO gevraagd een impactanalyse uit te voeren naar de gevolgen van de komst van autonome voertuigen.

Aanleiding hiervoor is dat er op het gebied van mobiliteit veel verandert. De groeiende populariteit van deelsystemen en verdere automatisering van rijtaken maken dat het werk van voornoemde organisaties als respectievelijk wegbeheerder en concessieverlener zal veranderen. Daarnaast spelen er tal van parallelle ontwikkelingen zoals de transitie naar nieuwe brandstoffen.

## 1.2 Wat voorafging

De PNH en de Vervoerregio werken in metropoolregioverband (MRA) samen aan het MRA-programma Smart Mobility 2018-2022. Daarnaast is de PNH, als onderdeel van de totstandkoming van de Omgevingsvisie (NH2050), bezig haar middellange termijn en lange termijn koers te bepalen.

Eén van de pijlers binnen het programma 'Smart Mobility' is 'Voertuigtechnologie'. Deze studie gaat in op één van de trends: de automatisering van de rijtaken, waarbij de gevolgen van deze trend met een impactanalyse inzichtelijk worden gemaakt. De impactanalyse beschouwt hiervoor meerdere scenario's van autonoom vervoer, waarmee onder meer inzicht verschaft wordt in de rol van de wegbeheerder/concessieverlener in een wereld van veranderende mobiliteit.

## 1.3 Waar werken wij naar toe?

Doel is kennis te vergaren over de impact van zelfrijdende voertuigen voor de PNH/de Vervoerregio middels een impactstudie. De impactstudie moet inzicht leveren in de gevolgen van verregaande automatisering van rijtaken voor de inwoners binnen het gebied van de PNH/de Vervoerregio op sociaal, economisch-, ruimtelijk- en mobiliteitsgebied. Hieruit volgen vervolgens de handelingsperspectieven (interventies) voor de PNH als wegbeheerder en concessieverlener, en voor de Vervoerregio als concessieverlener.

De volgende onderzoeksvragen staan centraal:

1. Welke impact zullen de autonome voertuigen hebben op de doelstellingen van Noord-Holland en de Vervoerregio gegeven de verschillende typologieën en demografische ontwikkelingen?
2. Welke scenario's kunnen in beeld worden gebracht voor de PNH en de Vervoerregio als gevolg van de komst van de autonome voertuigen?
3. Welke scenario's voldoen meer of juist minder aan de beleidsdoelstellingen zoals geformuleerd in de Strategische visie MRA?
4. Welke interventies vanuit het perspectief van de wegbeheerder en concessieverlener kunnen (binnen de geschetste scenario's) worden gepleegd?

Gevraagd is, als onderdeel van de uitwerking stil te staan bij de volgende specifieke elementen rondom autonome voertuigen:

- a. Welke kansen en bedreigingen kunnen in beeld worden gebracht met betrekking tot de komst van autonome voertuigen?
- b. Welke sturingsmogelijkheden dienen zich aan voor zowel de wegbeheerder als de concessieverlener?
- c. Welke consequenties hebben autonome voertuigen voor de openbare ruimte en infrastructuur?
- d. Welke mogelijkheden ontstaan er voor nieuwe mobiliteitsconcepten, inclusief Openbaar Vervoer?
- e. Welke invloed hebben autonome voertuigen op mobiliteit, ruimte, economie en sociale aspecten uitgaande van scenario's?

## 1.4 Context en doel rapport

In de periode november 2017 – maart 2018 is door Arcadis/TNO een uitgebreid onderzoek uitgevoerd. Hierbij is gewerkt vanuit **vier werkstromen** met in totaal zeven onderscheiden stappen:

### ***Inventarisatie beleidsdoelen, -indicatoren en interventiemogelijkheden.***

1. **Stap 1:** Het doel van deze stap is om een eenduidig overzicht op te stellen van de (beleids)doelstellingen van de PNH/de Vervoerregio, de bijbehorende (beleids)indicatoren en de interventies die de Provincie en de Vervoerregio kunnen plegen (=handelingsperspectief). Een dergelijk overzicht wordt ook wel een Klant-Eisen-Specificatie genoemd.

***Scenario's: In deze werkstroom zijn de verschillende toekomstscenario's uitgewerkt voor wat betreft de generieke en specifieke gevolgen voor de verschillende gebieden binnen de PNH/de Vervoerregio, inclusief nieuwe vervoersconcepten.***

2. **Stap 2:** Scenario's uitwerken naar de Noord-Hollandse situatie. Het doel van deze stap is om vier toekomstscenario's uit te werken en daar concrete invulling aan te geven voor de PNH/de Vervoerregio.

***Impact: In deze werkstroom is de impact bepaald van vier scenario's op de belangrijkste beleidsindicatoren voor de gedefinieerde toekomstscenario's in een situatie waarin de PNH/de Vervoerregio niets aanvullends doet (beleidsarm) en in een situatie waarin ze wel handelend optreden (beleidsrijk).***

3. **Stap 3:** Eerste impactanalyse. Het doel van deze stap is om een inschatting te maken van de effecten van de vier scenario's op de geselecteerde beleidsdoelen. Het gaat daarbij om de kwantitatieve effecten op mobiliteit in termen van voertuigverliesuren, aantal voertuigkilometers en vervoerwijzekeuze. Hierna geven we kwalitatief aan in welke mate de beleidsdoelstellingen voor de PNH/de Vervoerregio gehaald worden indien geen maatregelen gericht op de implementatie van autonome voertuigen of deelconcepten worden genomen (beleidsarm).
4. **Stap 4:** Moet-wil-kan. Het doel van deze stap is om mogelijke interventies in beeld te brengen vanuit het perspectief van de PNH/de Vervoerregio (als wegbeheerder en concessieverlener) en om zekerheden en onzekerheden in de tijd in beeld te brengen. Deze interventies worden per scenario en over de scenario's heen in beeld gebracht. Daarin wordt onderscheidt gemaakt naar generieke interventies, specifieke interventies (gericht op een bepaald gebiedstype) en aandachtspunten
5. **Stap 5:** Tweede impactanalyse. Het doel van deze stap is om een inschatting te maken van de effecten van de vier scenario's op de geselecteerde indicatoren en daarbij aan te geven in welke mate de interventies bijdragen aan het behalen van de doelstellingen door de PNH/de Vervoerregio (beleidsrijk).

***Handelingsperspectief: in deze werkstroom hebben wij het handelingsperspectief van de PNH/de Vervoerregio bepaald, gegeven de verwachte effecten in de scenario's.***

6. **Stap 6:** Interventie timing. Het doel van deze stap is aan te geven wanneer besluitvorming over verschillende interventies kan plaatsvinden en afwegingen gemaakt moeten worden.
7. **Stap 7:** Uitzoemen, conclusie en aanbevelingen. Het doel van deze stap is om de vragen van de PNH/de Vervoerregio te beantwoorden en conclusies te trekken.

Concreet zijn de volgende, en eerder bestuurlijk vastgestelde, stukken als input gebruikt:

- Impactanalyse Zelfrijdende Voertuigen voor gemeente Amsterdam, Boston Consulting Group, d.d. 17 augustus 2016
- Ontwikkelingsbeeld Mobiliteit 2050 voor PNH, Rapport, Must / RHDHV, d.d. 23 december 2016.
- Strategische visie Mobiliteit MRA, Inno-V, d.d. 12 september 2016.
- Paden naar een zelfrijdende toekomst – Vijf transitiestappen in beeld, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM), d.d. maart 2017.
- Chauffeur aan het stuur? Zelfrijdende voertuigen en het verkeer- en vervoersysteem van de toekomst, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM), d.d. oktober 2015.

## 1.5 Leeswijzer

De voorliggende rapportage vormt de weerslag van de onderzoeksactiviteiten binnen de vier werkstromen en de daarin onderscheiden zeven stappen. In hoofdstuk 2 worden achtereenvolgens de (beleids)doelstellingen en mogelijke interventies geschetst die de PNH/de Vervoerregio kunnen plegen. In hoofdstuk 3 wordt de blik op de toekomst gericht. Er worden vier scenario's uitgewerkt naar de Noord-Hollandse situatie, waarbij onderscheid wordt gemaakt naar verschillende gebiedstypen. Als aanzet om te komen tot interventies wordt in hoofdstuk 4 een deels kwantitatieve en deel kwalitatieve inschatting gemaakt van de impact van de vier scenario's op de (beleids)doelstellingen, zonder aanvullende maatregelen (beleidsarm). Mogelijke interventies die de PNH/de Vervoerregio per scenario moeten, kunnen en willen inzetten worden beschreven in hoofdstuk 5. Hoofdstuk 5 beschrijft ook de impact van een selectie van interventies (beleidsrijk). De interventies worden hierbij in tijd gezet (wanneer is besluitvorming over welke interventies nodig). Tenslotte worden in hoofdstuk 6 aanbevelingen gedeeld op basis van de conclusies in hoofdstuk 4 en 5 en wordt de koppeling gelegd met de beantwoording van de vragen die de PNH/de Vervoerregio hebben.

In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de indeling van het rapport, waarin een link is gelegd met zowel de onderzoeksvragen als de daarin te onderscheiden elementen.

Tabel 1: Overzicht van de hoofdstukindeling en de relatie met de onderzoeksvragen van het rapport

Hoofdstuk	Behandeling onderzoeksvraag/elementen
1: Introductie	-
2: Beleidsdoelstellingen, KPI's en interventies	<ul style="list-style-type: none"> <li>Welke sturingsmogelijkheden dienen zich aan voor zowel de wegbeheerder als de concessieverlener?</li> </ul>
3: Scenario's voor Noord-Holland	<ul style="list-style-type: none"> <li>Welke scenario's kunnen in beeld worden gebracht voor de PNH en Vervoerregio als gevolg van de komst van de autonome voertuigen?</li> </ul>
4: Impactanalyse (beleidsarm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Welke impact zullen de autonome voertuigen hebben op de doelstellingen van Noord-Holland en de Vervoerregio gegeven de verschillende scenario's, typologieën en demografische ontwikkelingen?</li> <li>Welke consequenties hebben autonome voertuigen voor mobiliteit, (openbare) ruimte, economie en sociale aspecten?</li> <li>Welke kansen en bedreigingen kunnen in beeld worden gebracht met betrekking tot de komst van autonome voertuigen?</li> </ul>
5: Bepaling interventies en uitkomst impactanalyse (beleidsrijk)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Welke interventies vanuit het perspectief van de wegbeheerder en concessieverlener kunnen binnen de geschetste scenario's worden gepleegd?</li> <li>Welke mogelijkheden ontstaan er voor nieuwe mobiliteitsconcepten inclusief Openbaar Vervoer?</li> </ul>
6: Aanbevelingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aanbevelingen op basis van conclusies hoofdstuk 4 en 5</li> </ul>



## 2 BELEIDSDOELSTELLINGEN, KPI'S EN INTERVENTIES

Doel van dit hoofdstuk is om een eenduidig overzicht op te stellen van de (beleids)doelstellingen en de bijbehorende indicatoren van zowel de PNH als de Vervoerregio, die als referentiekader gebruikt worden voor het beoordelen van de resultaten uit de impactanalyse. Dit wordt de Klant-Eisen-Specificatie genoemd, kortweg KES. Daarnaast is het doel om op voorhand te beschikken over een overzicht van interventiemogelijkheden die de PNH/de Vervoerregio kunnen plegen, bijvoorbeeld op het gebied van investeringen in het ontwerp/onderhoud van wegen, ruimtelijk beleid, OV-concessies, et cetera. Deze vormen later in de studie de basis voor het formuleren van de eigenlijke interventies.

### 2.1 Gehanteerde beleidsdocumenten

De KES-inventarisatie gaat uit van bestaande/vrijgegeven beleidsdocumenten. Bijlage A geeft een gedetailleerd overzicht van de beschouwde beleidsstukken voor de KES-inventarisatie.

Voor de Provincie Noord-Holland geldt dat gebruik gemaakt is van onder andere: NH2050-documenten, het Provinciaal Verkeers- en Vervoerplan, het coalitieakkoord, de investeringsstrategie en diverse Programma's van Eisen voor OV-concessies.

Voor de Vervoerregio geldt dat gebruik is gemaakt van onder andere de Strategische Visie Mobiliteit en het Vervoerplan van het Gemeentelijk Vervoerbedrijf. (GVB).

### 2.2 Overzicht (beleids)doelstellingen

Op basis van de beschouwde beleidsdocumenten geeft deze paragraaf inzicht in de brede beleidsdoelen van de PNH/de Vervoerregio.

#### 2.2.1 Provincie Noord-Holland

Op basis van de beleidsdocumenten analyse volgt dat de PNH een aantal samenhangende beleidsdoelen heeft geformuleerd:

- Doorstroming (bereikbaarheid);
- Verkeerveiligheid;
- Leefbaarheid.

Deze beleidsdoelen worden te zijner tijd doorvertaald in de Omgevingsvisie. Als hulpmiddel om de hoofdbambitie en daarmee samenhangende doelen voor de Omgevingsvisie NH2050 te bepalen zijn door de PNH drie verhaallijnen ontwikkeld<sup>3</sup>:

1. Gezond en veilig;
2. Economisch duurzaam;
3. Karakteristiek.

Een overzicht van alle beleidsdoelstellingen, de bijbehorende indicatoren en het (voor zover beschikbare) ambitieniveau van de Provincie Noord-Holland, zoals deze volgen uit de beleidsstukken, zijn opgenomen in Bijlage B voor de modaliteit "Auto" en in Bijlage C voor de modaliteit "Openbaar Vervoer".

#### 2.2.2 Vervoerregio Amsterdam

De Vervoerregio Amsterdam bestaat uit de gemeenten Aalsmeer, Amstelveen, Amsterdam, Beemster, Diemen, Edam-Volendam, Haarlemmermeer, Landsmeer, Oostzaan, Ouder-Amstel, Purmerend, Uithoorn, Waterland, Wormerland en Zaanstad<sup>4</sup>. Uit analyse van de beleidsdocumenten volgt dat de Vervoerregio een aantal samenhangende beleidsdoelen heeft geformuleerd:

- Economische (en sociale) ontwikkeling;
- Leefkwaliteit;

<sup>3</sup> Discussiedocument Koers NH2050, drie verhaallijnen op weg naar de koers NH2050. Oktober 2017.

<sup>4</sup> <https://vervoerregio.nl/pagina/home#wat-doen-wij>.

- Duurzaamheid (leefbaarheid)

De beleidsdoelen worden door middel van vijf strategieën verder ingevuld:

1. Vergemakkelijken en uitbreiden connectiviteit (of “van modaliteit naar mobiliteit”).
2. Zuiniger, schoner en stiller (of “Naar een CO<sub>2</sub> neutraal mobiliteitssysteem”).
3. Veilig, betrouwbaar en toegankelijk (of “Veilig en prettig van deur tot deur”).
4. Veraangename van verblijfsgebieden (of Mobiliteit en omgeving passen bij elkaar”).
5. Nabijheid van activiteiten (of “Nabijheid van dagelijkse activiteiten”).

Een overzicht van alle beleidsdoelstellingen, de bijbehorende indicatoren en het (voor zover beschikbare) ambitieniveau van de Vervoerregio Amsterdam, zoals deze volgen uit de beleidsstukken, zijn opgenomen in Bijlage D voor alle modaliteiten (auto en OV).

## 2.3 Interventiemogelijkheden

Onderdeel van deze studie ‘Impactanalyse Autonome Voertuigen’ is de PNH en de Vervoerregio inzicht te verschaffen in de handelingsperspectieven. Welke interventies kunnen de organisaties plegen, zowel beleidsmatig als specifiek voor de wegbeheerders- en concessieverlenerstaak?

Wij constateren dat overheden verschillende mogelijkheden hebben om hun doelen te bewerkstelligen<sup>5</sup>:

1. Zelf doen (productie, distributie door overheid);
2. Inkopen, aanbesteden;
3. Normeren (wetgeving, regulering, vergunningen, handhaven);
4. Toezicht;
5. Heffen (belasting, accijnzen);
6. Subsidies (onder andere aanbod, vraag, belastingaftrek);
7. Beïnvloeden (onder andere via het informeren van burgers en organisaties);
8. Partnerships en allianties (onder andere samenbrengen van partijen, co creatie).

Hieronder is voor Provincie en Vervoerregio aangegeven welke interventiemogelijkheden er zijn, geselecteerd op relevantie voor de scope van de impactstudie. In hoofdstuk 5 worden de interventies specifiek gemaakt voor de verschillende gebiedstypen.

### 2.3.1 Provincie Noord-Holland

De Provincie is verantwoordelijk voor een groot aantal zaken en voert ook een aantal landelijke wetten uit. Voor deze Impactanalyse zijn de volgende taken relevant. De Provincie:

- Maakt het beleid waar steden en dorpen kunnen uitbreiden en waar bedrijventerreinen en kantorenparken mogen worden aangelegd (Wet ruimtelijke ordening).
- Maakt het beleid (buiten bebouwde gemeentelijke gebieden) waar wegen, scheepvaartverbindingen, industriegebieden, agrarische en natuurgebieden en recreatieve voorzieningen komen. Daarvoor maakt de Provincie structuurplannen. Gemeenten houden hier rekening mee bij het maken van hun bestemmingsplannen.
- Is verantwoordelijk voor de aanleg en onderhoud van provinciale wegen, fietspaden en bruggen.
- Zorgt voor veilige routes voor vrachtwagens met gevaarlijke stoffen (Nationale milieuwetgeving).
- Realiseert nieuwe natuur en behoudt huidige natuur.
- Houdt toezicht op de naleving van milieuwetten voor lucht, bodem en water.
- Houdt toezicht op de gemeenten.

Gegeven bovenstaande taken kunnen de volgende, algemene interventies worden gedefinieerd:

<sup>5</sup> SER Advies nr. 2010/01

Tabel 2: Overzicht mogelijke interventies Provincie Noord-Holland.

Interventiemogelijkheid	Soort
Provinciale Ruimtelijke Verordening (tot 2021, daarna Omgevingsverordening): <ul style="list-style-type: none"> <li>Regels voor ruimtelijke plannen in Noord-Holland</li> </ul>	Normering, toezicht
Wegenverordening over aansluitingen op provinciale wegen (tot 2021, daarna Omgevingsverordening): <ul style="list-style-type: none"> <li>Regels voor veiligheid en bruikbaarheid van provinciale wegen, de belangen van verruiming van de weg en instandhouding van de weg tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten</li> </ul>	Normering, toezicht
Onderhoud bestaande infrastructuur en aanleg nieuwe verbindingen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Auto</li> <li>Openbaar Vervoer</li> <li>Langzaam verkeer</li> </ul>	Zelf doen, inkopen/aanbesteden
Financiële bijdrage projecten uit Provinciefonds aan gemeenten	Subsidies
Agenderen onderwerpen: <ul style="list-style-type: none"> <li>In Provinciale Staten intern Provincie.</li> <li>Richting Rijksoverheid (bijvoorbeeld via BO-MIRT of via lobby).</li> </ul>	Beïnvloeden/informeren
Aan goede doorstroming op de weg werken met: <ul style="list-style-type: none"> <li>Verkeersmanagement</li> <li>Slimme technieken</li> <li>Reisinformatie</li> <li>Werkzaamheden goed plannen</li> </ul>	Zelf doen, inkopen/aanbesteden
OV-concessieverlening (exclusief de Vervoerregio): <ul style="list-style-type: none"> <li>Verzwaren of verlichten van eisen aan openbaarvervoerbedrijven bij concessieverlening</li> <li>Aansturen bedrijven gedurende concessie</li> <li>Duur concessie bepalen binnen maximum gesteld door rijk</li> <li>Hoogte financiële vergoeding aan vervoerder bepalen</li> </ul>	Inkopen/aanbesteden, toezicht
Opcenten: <ul style="list-style-type: none"> <li>Rijk bepaalt maximum, daaronder heeft Provincie vrije keuze</li> </ul>	Heffen
Instellen subsidieregeling voor burgers, bedrijven of organisaties	Subsidies
Prioriteren doelgroepen	Normering, subsidies
Provincie als werkgever – reisgedrag medewerkers: <ul style="list-style-type: none"> <li>Reiskostenvergoeding bepalen</li> <li>Aankoop/exploitatie dienstvoertuigen</li> </ul>	Beïnvloeden/informeren, Inkopen/aanbesteden
Opzetten publiekscampagne, nieuwsberichten verspreiden	Beïnvloeden/informeren
Partnerships/allianties met bedrijven, maatschappelijke organisaties, overheden.           Bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> <li>Europese subsidieprojecten;</li> <li>Meewerken aan standaardisatie voor technische oplossingen;</li> <li>Memorandum of understanding;</li> <li>Deelname aan klankbordgroepen.</li> </ul>	Partnerships en allianties

### 2.3.2 Vervoerregio Amsterdam

De Vervoerregio Amsterdam is verantwoordelijk voor een optimale bereikbaarheid van de Amsterdamse regio. Voor deze Impactanalyse zijn de volgende taken van de Vervoerregio relevant<sup>6</sup>:

- Is opdrachtgever van het regionale en stedelijke openbaar vervoer. Hiervoor verleent de Vervoerregio concessies aan vervoerbedrijven.
- Ontwikkelt beleid voor het gebruik van het bestaande openbaar vervoer infrastructuurnetwerk en het fietsnetwerk. Het gaat daarbij om vernieuwing van infrastructuur en het optimaliseren van de verkeersveiligheid.

Gegeven bovenstaande taken kunnen de volgende interventies worden gedefinieerd:

Tabel 3: Overzicht mogelijke interventies Vervoerregio Amsterdam.

Interventiemogelijkheid	Soort
OV concessieverlening: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verzwaren of verlichten van eisen aan openbaarvervoerbedrijven bij concessieverlening;</li> <li>▪ Aansturen bedrijven gedurende concessie;</li> <li>▪ Duur concessie bepalen binnen maximum gesteld door rijk;</li> <li>▪ Hoogte financiële vergoeding aan vervoerder bepalen.</li> </ul>	Inkopen/aanbesteden, toezicht
Agenderen onderwerpen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ In portefeuillehoudersoverleg intern vervoerregio (politiek niveau).</li> <li>▪ Naar buiten toe (als 'blok' gemeenten).</li> </ul>	Beïnvloeden/informeren
Financiële bijdrage projecten uit Provinciefonds aan gemeenten	Subsidies
Regionaal verkeersmanagement: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Meefinancieren;</li> <li>▪ Mee adviseren</li> </ul>	Subsidies, Beïnvloeden/informeren
Vervoerregio als werkgever – reisgedrag medewerkers: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reiskostenvergoeding bepalen</li> <li>▪ Aankoop/exploitatie dienstvoertuigen</li> </ul>	Beïnvloeden/informeren, Inkopen/aanbesteden
Opzetten publiekscampagne, Nieuwsberichten verspreiden	Beïnvloeden/informeren
Partnerships/allianties met bedrijven, maatschappelijke organisaties, overheden. Met name ook richting gemeenten van de regio.	Partnerships en allianties

### 2.3.3 Interventies overige partijen

Hoewel de Provincie Noord-Holland en Vervoerregio Amsterdam veel interventiemogelijkheden hebben, zijn er echter ook diverse aspecten waar beiden geen formele taak of bevoegdheid hebben. Een aantal interventievoorbeelden van andere stakeholders zijn weergegeven in onderstaande tabel. De Provincie en Vervoerregio kunnen deze stakeholders mogelijk wel beïnvloeden om zo indirect te interveniëren.

Tabel 4: Interventiemogelijkheden overige stakeholders.

Interventiemogelijkheid	Soort	Stakeholder(s)
Toelating voertuigen op de weg (betreft voertuigen met kentekens).	Normering, toezicht	RDW
Aanleg/beheer/onderhoud van rijkswegen (herverdeling wegen) en spoor (regionalisering van spoor)	Zelf doen	Rijkswaterstaat, ProRail, NS, decentrale vervoerders
Aanleg/beheer/onderhoud gemeentelijke wegen. (Provincie heeft wel formele macht)	Zelf doen	Gemeenten

<sup>6</sup> <https://vervoerregio.nl/pagina/home#wat-doen-wij>.



Interventiemogelijkheid	Soort	Stakeholder(s)
om hierin in te grijpen vanuit de RO-bevoegdheden).		
Aanleg/beheer/onderhoud spoor	Zelf doen	ProRail
Exploitatie spoor	Zelf doen	NS
Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens (bevat bijvoorbeeld verbod vasthouden mobiele telefoon in motorvoertuigen)	Normering	Rijk
Ontheffing voor tests autonome voertuigen	Normering	RDW + betrokken wegbeheerder(s)
Richtlijn wegontwerp	Normering	CROW
Nieuwe bevoegdheden toekennen aan Provincie of vervoerregio	Algemeen	Rijk
Overige wetgeving van andere overheden (Europese Commissie, Rijk, gemeenten)	Normering	-
Standaardisatie	Normering	Diverse stakeholders - verenigd in standaardisatie-organisaties.

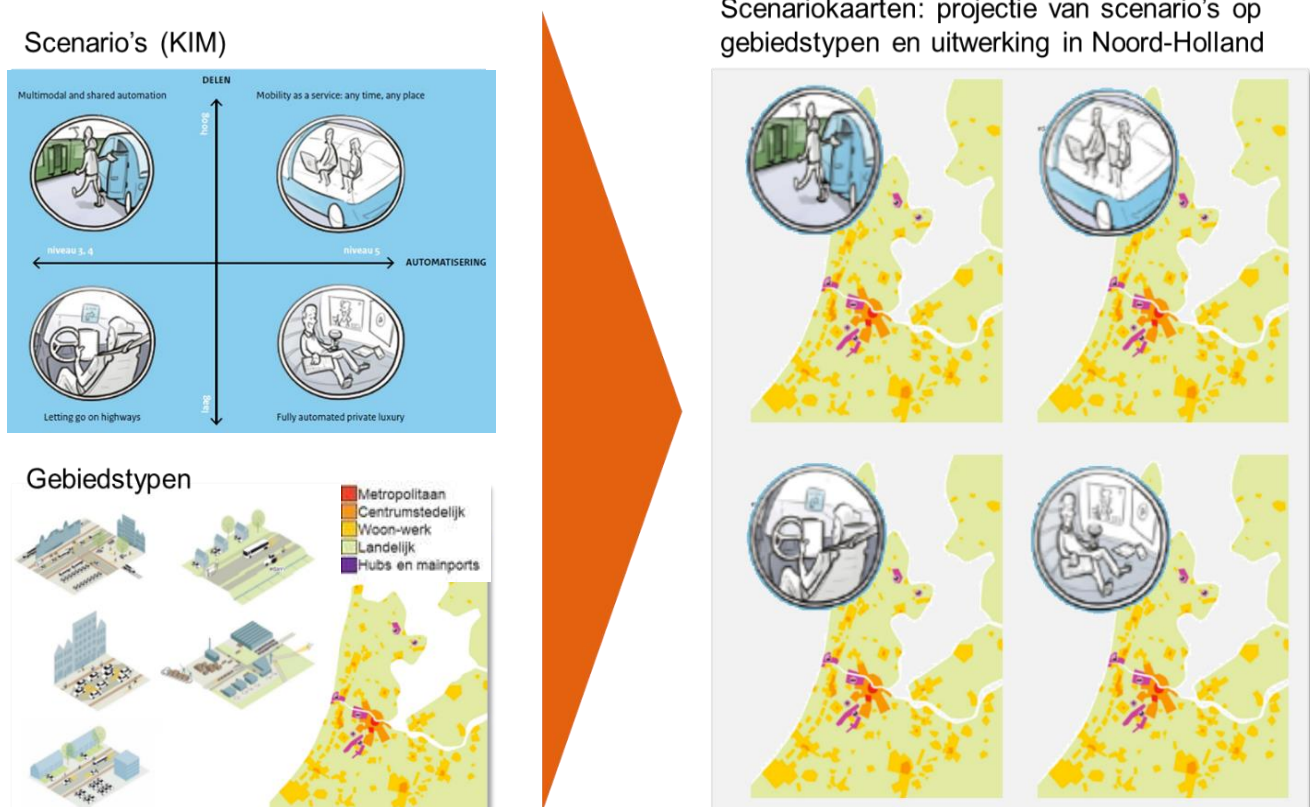


## 3 SCENARIO'S VOOR NOORD-HOLLAND

Doel van dit hoofdstuk is om vier toekomstscenario's uit te werken voor de verschillende te onderscheiden gebiedstypen binnen de PNH/de Vervoerregio. Hierbij wordt gebruik gemaakt van beschikbare informatie uit eerdere studies over zelfrijdende voertuigen en scenario's.

### 3.1 Startpunt

Primair startpunt voor de scenario-ontwikkeling voor de PNH/de Vervoerregio zijn de scenario's zoals beschreven in "Paden naar een zelfrijdende toekomst" van het KennisInstituut Mobiliteitsbeleid (KiM)<sup>7</sup>. Daarbij is ook het in opdracht van de gemeente Amsterdam door BCG uitgevoerde onderzoek, gericht op de stad Amsterdam, betrokken<sup>8</sup>. De scenario's worden gecombineerd met de gebiedstypering, zoals opgesteld in "Ontwikkelingsbeeld Mobiliteit 2050" van Must/RHDHV in opdracht van de PNH<sup>9</sup>. Het slim combineren van deze onderzoeken vormt de basis voor het ontwikkelen van scenario's naar de Noord-Hollandse situatie. Hier is concrete invulling aan gegeven voor de PNH/de Vervoerregio, zoals is afgebeeld in Figuur 1. In deze figuur is het proces geschetst om vanuit de KiM-scenario's en de verschillende gebiedstypen te komen tot scenariokaarten.



Figuur 1: Principe van combinatie scenario's en gebiedstypen.

#### 3.1.1 Scenario's KiM

Een toekomst waarin zelfrijdende voertuigen het verkeersbeeld bepalen: hoe ziet dat eruit en wanneer kunnen we dat – ofwel alleen op de snelweg, ofwel overal – verwachten? Deze vragen zijn omgeven door veel onzekerheden. Als technologische ontwikkelingen voorspoedig gaan, de technologie betaalbaar is, automobilisten zelfrijdende voertuigen zien zitten en de maatschappelijke effecten positief zijn, is een 'zelfrijdende toekomst' heel goed mogelijk. Beleidsmaatregelen kunnen zo'n transitie

<sup>7</sup> Paden naar een zelfrijdende toekomst – Vijf transitiestappen in beeld, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM), d.d. maart 2017.

<sup>8</sup> Impactanalyse Zelfrijdende Voertuigen, Boston Consulting Group, d.d. 17 augustus 2016.

<sup>9</sup> Ontwikkelingsbeeld Mobiliteit 2050 Provincie Noord-Holland, Rapport, Must / RHDHV, d.d. 23 december 2016.

naar een zelfrijdende toekomst bovendien versnellen. Tegelijkertijd kunnen er 'showstoppers' zijn: ontwikkelingen die een transitie in de weg zitten.

De rapportage 'Paden naar een zelfrijdende toekomst' maakt gebruik van een viertal eerder ontwikkelde scenario's<sup>10</sup>. Op basis van door het KiM in kaart gebrachte onzekerheden blijken twee onzekerheden maatgevend:

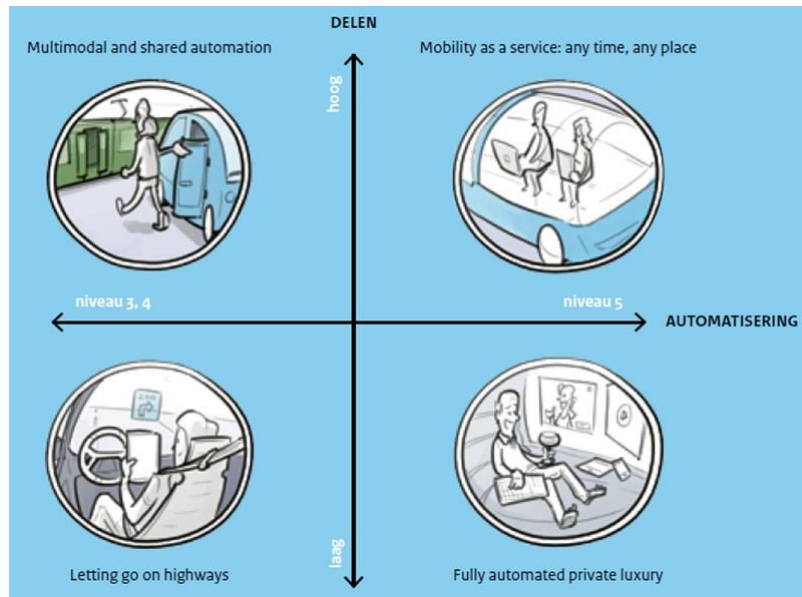
- Het niveau van automatisering. De Society of Automotive Engineers onderscheidt zes niveaus, lopend van 'no automation' (geen automatie = niveau 0) tot 'full automation' (volledige automatie = niveau 5). Bij volledige automatie rijdt de auto volautomatisch op alle wegen en in elke situatie. De bestuurder is een passagier geworden en hoeft in geen enkele situatie zelf de controle over te nemen. De tussenliggende niveaus kenmerken zich door een toenemende automatisering. In niveau 1 en 2 houdt de bestuurder zelf de omgeving in de gaten, terwijl de techniek dit vanaf niveau 3 (geconditioneerde automatie) overneemt. Als de bestuurder in bepaalde omgevingen, zoals op de snelweg of in een parkeergarage, helemaal niet meer als 'back-up' nodig is, dan wordt gesproken over niveau 4 (hoge mate van automatie).
- De mate van delen van autobezit en -ritten. Een auto staat een groot deel van de dag ongebruikt stil. Er is sprake van inefficiënt gebruik en van een grote overcapaciteit. Deze ongebruikte capaciteit ligt ten grondslag aan de deeleconomie, waarin online platformen worden ontwikkeld die het delen, vaak tegen een financiële vergoeding, mogelijk maken. Daarnaast zijn ook de gereduceerde gebruikskosten van belang bij deelauto's. Daarbij zijn twee vormen van delen te onderscheiden: het delen van een auto en het delen van autoritten (met meerdere mensen tegelijk in een auto zitten – mensen die elkaar niet per se kennen).

Tabel 5: Samenvattende tabel voor niveau van automatisering van voertuigen (bron: KiM).

Niveau	Aanduiding	Voorbeeld
<b>Menselijke bestuurder monitort de rijomgeving</b>		
0	No automation (geen automatisering)	Lane Departure Warning
1	Driver assistance (ondersteuning)	Adaptive Cruise Control
2	Partial automation (gedeeltelijke automatisering)	Parking Assistance
<b>Het automatische systeem monitort de rijomgeving</b>		
3	Conditional automation (geconditioneerde automatisering)	Highway Chauffeur
4	High automation (hoge mate van automatisering)	Parking Garage Pilot, Low speed shuttle
5	Full automation (volledige automatisering)	Robot Taxi

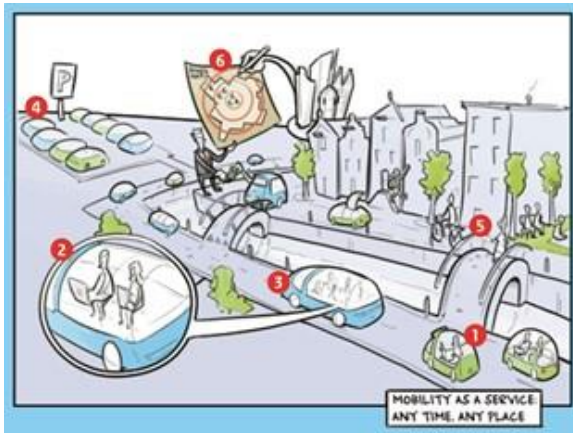
Op basis van het voorgaande zijn er vier scenario's gedefinieerd, gevisualiseerd in Figuur 2.

<sup>10</sup> Chauffeur aan het stuur? - Zelfrijdende voertuigen en het verkeer- en vervoersysteem van de toekomst, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM), d.d. oktober 2015.



Figuur 2: Scenario's zoals onderscheiden in 'Chauffeur aan het stuur?' (KiM), waarbij een onderscheid gemaakt is in het niveau van automatisering (Level 3/4 versus Level 5) en de mate van delen van autobezit en -ritten (hoog versus laag).

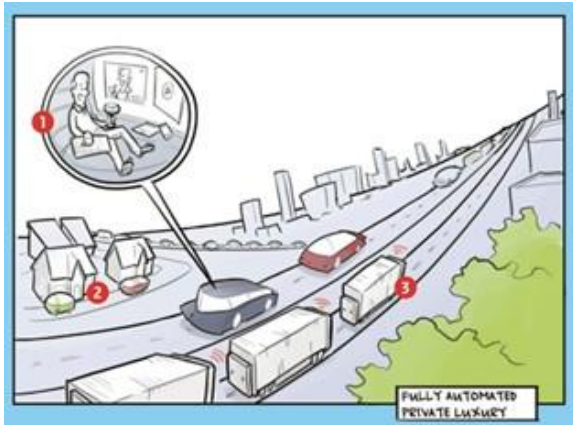
**Scenario 1 – Mobility as a Service: Any time, any place (Level 5 - Wel delen)**



In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat de technologie zich tot een hoog niveau ontwikkelt en dat consumenten in hoge mate bereid zijn hun vervoermiddel te delen. Mobiliteit wordt een dienst en zelfrijdende voertuigen zijn altijd en overal beschikbaar. In algemeenheid kan het scenario als volgt worden getypeerd:

- Deur tot deur reizen via automatische taxibots (1);
- De deeleconomie floreert (bezit en ritten) (2);
- Traditioneel of grotendeels verdwenen (3);
- Voertuigen parkeren zelf buiten stad (4);
- Fietsen en lopen populair (5);
- Prijs/km binnen stad neemt toe (6).

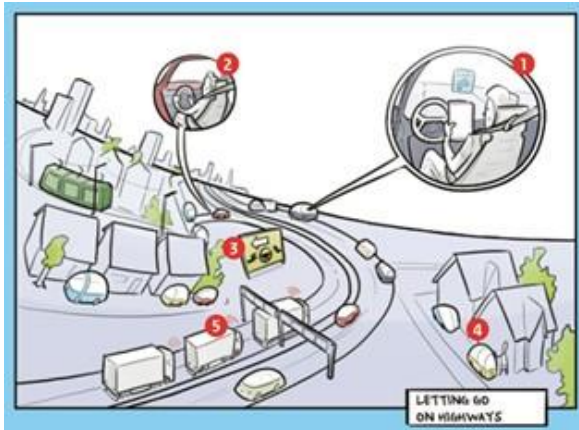
**Scenario 2 – Fully automated private luxury (Level 5 - Niet delen)**



In dit scenario hechten consumenten sterk aan het bezit van een eigen auto. In de auto is de technologie tot een hoog niveau ontwikkeld. In algemeenheid kan het scenario als volgt worden getypeerd:

- 'Fully connected' cocon, zonder stuur (1);
- Delen alleen binnen huishouden;
- Traditioneel of grotendeels verdwenen;
- Uber-achtig systeem voor mensen zonder auto;
- Auto's staan voor de deur (2);
- Mensen kopen hun auto's bij autodealers;
- Platoons op snelweg; geen cabine/chauffeur (3).

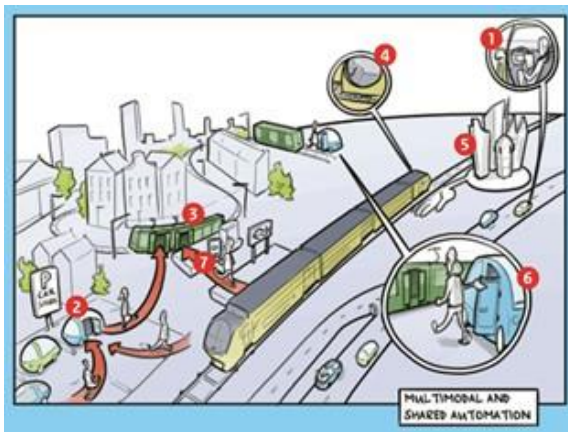
### Scenario 3 – Letting go on highways (Level 3/4 - Niet delen)



In dit scenario is de techniek minder ver ontwikkeld. In de drukke, onoverzichtelijke steden moeten automobilisten nog steeds zelf rijden. Een minderheid van de automobilisten is bereid een auto te delen. De meerderheid kiest voor het bezit van een eigen auto. In algemeenheid kan het scenario als volgt worden getypeerd:

- 'Handen los' op snelweg voor velen (1);
- 'Stuur in handen' in stad; wel ondersteunende systemen (niveau 1) (2);
- 'Transitiezone' nodig van snelweg naar stad (3);
- Automatisch inparkeren in parkeergarages
- Auto's staan voor deur (4)
- Platoons op snelweg; rustende chauffeur (5).

### Scenario 4 – Multimodal and shared automation (Level 3/4 - Wel delen)

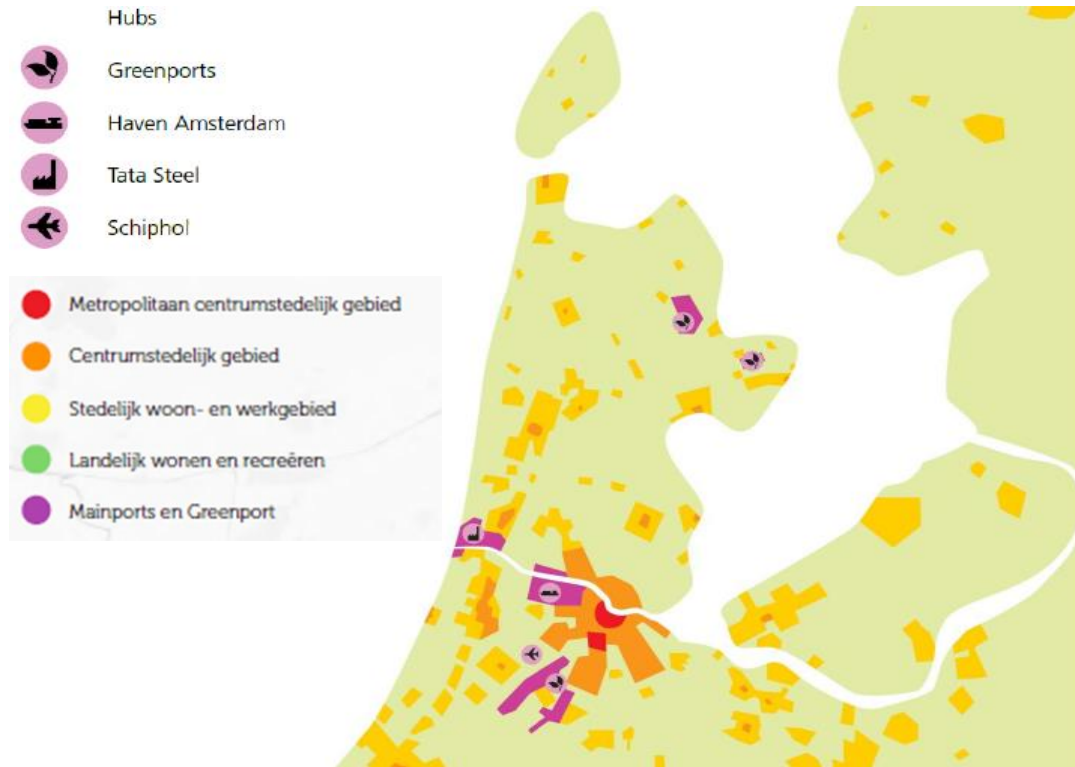


Het delen van een auto is in dit scenario de gewoonste zaak van de wereld. Volledig geautomatiseerd rijden zit er niet in, de technologie is daarvoor niet ver genoeg ontwikkeld en het draagvlak te beperkt. In algemeenheid kan het scenario als volgt worden getypeerd:

- 'Handen los' op snelweg voor velen (1);
- Hoge mate van delen (autobezit en ritten) (2);
- OV is populair vanwege voorkeur voor delen (3);
- Treinen/trams/metro's zonder bestuurder en hoge frequentie (4);
- Overheid stimuleert grootschalig OV in stad (5);
- Efficiënte multimodale rit en overstappen (6);
- Digitale reisassistent ondersteunt rit (7).

### 3.1.2 Gebiedstypen

De mobiliteitseffecten van zelfrijdende voertuigen kunnen zich op verschillende plekken anders manifesteren. Om recht te kunnen doen aan deze (mogelijke) verschillen, is in deze studie aangesloten bij de vijf gebiedstypen die in het 'Ontwikkelingsbeeld Mobiliteit 2050' en in de 'Strategische Visie Mobiliteit' worden onderscheiden. De gebiedstypen verschillen op basis van de voornaamste functies en de verschillende mobiliteitskeuzes die mensen maken. De onderverdeling in vijf gebiedstypen is gevisualiseerd in Figuur 3 en worden hieronder inhoudelijk toegelicht.



Figuur 3: Onderscheid in vijf gebiedstypen (bron: RHDHV/Must).

### Metropolitaan Centrumstedelijk gebied (Gebiedstype 1)

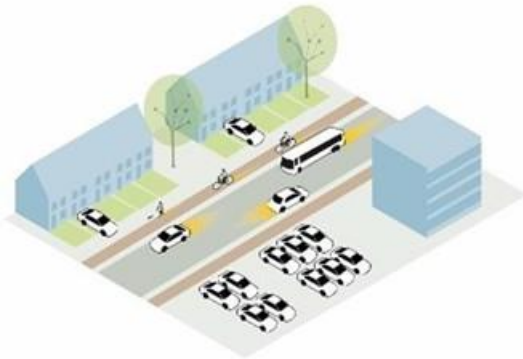


- Gebied gekenmerkt door een hoge dichtheid aan wonen, werken en recreëren;
- Omringd door gebieden met hoge dichtheiden aan wonen, werken en recreëren;
- Continue in- en uitgaande stromen, woon-werkverkeer, goederenverkeer en recreatieveverkeer;
- De typering geldt voor het centrum van Amsterdam en het drukste deel van Amsterdam Zuid.

### Centrumstedelijk gebied (Gebiedstype 2)



- Gebieden gekenmerkt door een hoge dichtheid aan wonen, werken en recreëren;
- Continue in- en uitgaande stromen, woon-werkverkeer en goederenverkeer en, in mindere mate, recreatieveverkeer;
- De typering geldt voor de rest van Amsterdam en bijvoorbeeld ook voor de centra van Alkmaar, Hilversum, Haarlem en Hoorn en Zandvoort.

**Stedelijk woon-werkgebied (Gebiedstype 3)**

- Gebieden gekenmerkt door wonen of werken;
- Richting en dikte verkeersstromen worden bepaald door belangrijkste functie van het gebied;
- De typering geldt bijvoorbeeld voor Enkhuizen, Heerhugowaard, IJmuiden en Bussum.

**Landelijk wonen en recreëren (Gebiedstype 4)**

- Gebieden gekenmerkt door een lage dichtheid aan wonen, werken of recreëren;
- Richting verkeersstromen wordt bepaald door belangrijkste functie van het gebied;
- Geconcentreerde verkeersstromen van en naar recreatieve bestemmingen op piekmomenten en hoogseizoenen;
- De typering geldt bijvoorbeeld voor Lutjebroek, Ankeveen en Callantsoog.

**Hubs & Mainports (Gebiedstype 5)**

- Gebieden gekenmerkt door een hoge dichtheid aan werken;
- Staat in verbinding met andere hubs in de wereld;
- Mainport en Greenports of Hubs: Schiphol, de Amsterdamse Haven, Greenport Aalsmeer, de gebieden die vallen onder de Greenport Noord-Holland Noord en TataSteel.

## 3.2 Vervoersconcepten

In de vorige paragraaf zijn de vier te hanteren scenario's en de vijf te onderscheiden gebiedstypen gedefinieerd. Een derde dimensie betreft de vervoersconcepten. BCG heeft in haar studie 'Impactanalyse Zelfrijdende Voertuigen' een drietal Autonome Voertuigconcepten gedefinieerd. Het gaat hierbij om:

- Zelfrijdende auto's. Een zelfrijdende auto biedt de bestuurder de mogelijkheid om het stuur los te laten (in bepaalde verkeerssituaties) en de reistijd anders te besteden.
- Zelfrijdende taxi's. Zelfrijdende taxi's zijn in principe hetzelfde als een zelfrijdende auto, maar worden geëxploiteerd door een commerciële aanbieder.
- Zelfrijdende deelbusjes. Het zelfrijdende busje zal een nieuwe vorm van OV mogelijk maken; on demand, (bijna) van deur tot deur, maar wel met meerdere passagiers met soortgelijk traject.



Deze concepten zijn in deze studie aangevuld en/of verder gedifferentieerd. Daarmee ontstaan zeven vervoersconcepten die al dan niet binnen elk van de gebiedstypen en scenario's beschikbaar zullen zijn:

- Zelfrijdende (privé)auto (niet gedeeld). Privéauto met functies voor automatisch rijden op bepaalde wegen (Level 3/4) of overal (Level 5).
- Zelfrijdende taxi (niet gedeeld). Level 3/4: Taxidienst waarbij chauffeur alleen eerste en laatste stukje zelf hoeft te rijden; in Level 5: Taxidienst zonder chauffeur, deur-tot-deur.
- Zelfrijdende deeltaxi (ritdelen). In Level 3/4: Taxidienst waarbij chauffeur alleen eerste en laatste stukje zelf hoeft te rijden; in Level 5: Taxidienst zonder chauffeur, deur-tot-deur, er worden continu mensen opgepikt en afgezet.
- Zelfrijdende bus (gedeeld). In Level 3/4: Nog wel een bestuurder, maar die hoeft maar klein deel van de kilometers zelf te rijden (bus kan op stroomwegen en op gebiedsontsluitingswegen met gescheiden snel en langzaam verkeer autonoom rijden); in Level 5: geen bestuurder meer nodig.
- Low speed shuttle (last mile solution). Voor- en natransport, van/naar OV-halte of parkeerterrein.
- Zelfrijdende vrachtwagen. Bij Level 3/4 is nog een chauffeur nodig voor kleine stukjes van een rit; bij Level 5 is geen chauffeur meer nodig.
- Truck platoons. Bij Level 3/4 wordt eerste vrachtwagen manueel bestuurd, rest volgt; bij Level 5 rijdt hele platoon automatisch.

In Bijlage E zijn de nieuwe vervoersconcepten en de belangrijkste kenmerken in detail geschetst. Deze zeven nieuwe vervoersconcepten zijn een aanvulling op de bestaande vervoersconcepten: trein, bus, tram en metro.

Voor alle vervoersconcepten geldt dat alleen automatisch gereden wordt daar waar het kan:

- In Level 5 is het uitgangspunt dat overal autonoom (zelfrijdend) gereden wordt. De aanname is dat de voertuigen veiliger worden, anders komen ze er niet, en dat de voertuigen met een snelheid kunnen blijven rijden waarmee ze nu ook rijden. De veiligheid gaat dus niet ten koste van de snelheid.
- In Level 3/4 is het uitgangspunt dat niet overal automatisch/autonoom gereden wordt:
  - Stroomweg: wordt wel automatisch/autonoom gereden;
  - Gebiedsontsluitingsweg waarbij er sprake is van gescheiden snel en langzaam verkeer (bijvoorbeeld bij belangrijke verkeersaders): wordt wel automatisch/autonoom gereden;
  - Gebiedsontsluitingsweg waarbij er geen sprake is van gescheiden snel en langzaam verkeer: wordt niet automatisch/autonoom gereden;
  - Erftoegangsweg: wordt niet automatisch/autonoom gereden.

#### Voor- en natransport

Voor- en natransport van het openbaar vervoer (met name trein) zijn niet in de tool meegenomen. Mogelijk zal hier in de toekomst ook een deel van worden vervangen door zelfrijdende (deel) taxi's, zelfrijdende deelbusjes en shuttles. Het voor- en natransport maakt maar een klein deel uit van het totaal aantal verplaatsingen en verplaatsingskilometers, omdat in de huidige situatie, maar ongeveer 3% van alle verplaatsingen met de trein als hoofdvervoerwijze wordt afgelegd. Een verschuiving van een deel van het voor- en natransport naar zelfrijdende voertuigen zal dus beperkt invloed hebben op de verkeersafwikkeling. Op de wegen van en naar de stations en bij de fietsenstallingen etc. kan de invloed echter wel groot zijn.

### 3.3 Uitwerking scenario per gebiedstype

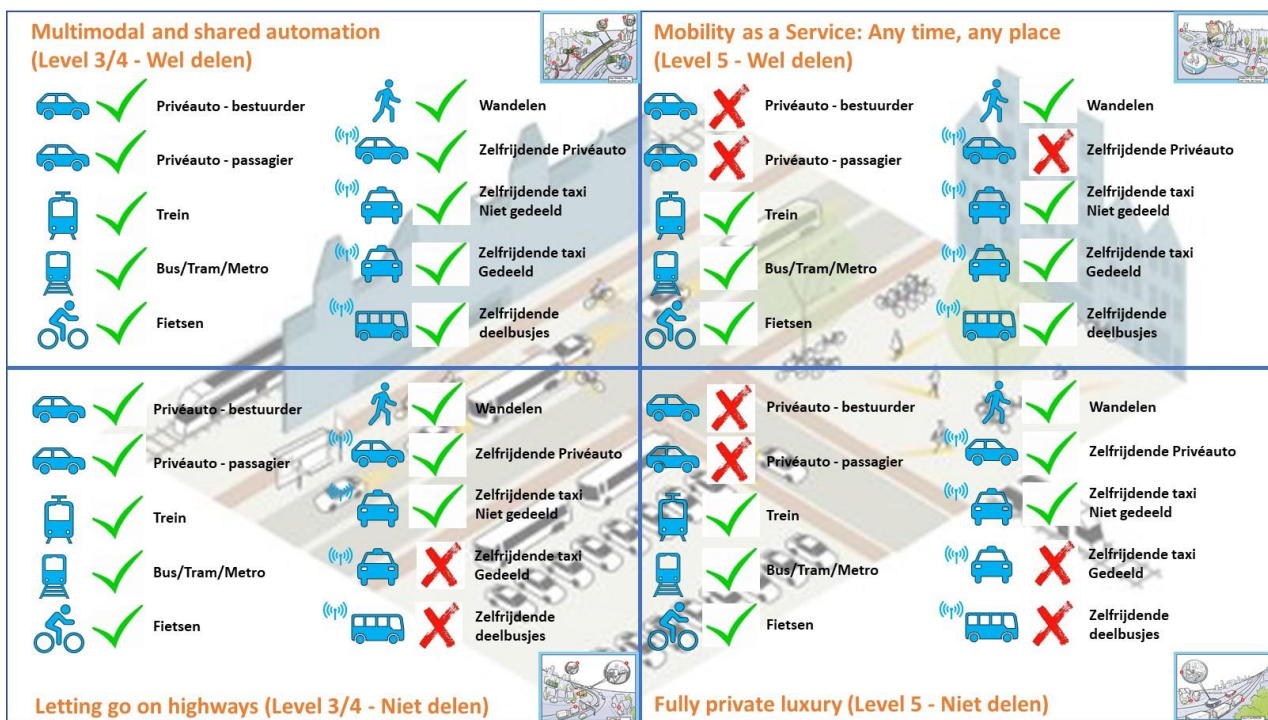
Op basis van de vier onderscheiden KiM-scenario's, de vijf onderscheiden gebiedstypen en de onderscheiden vervoersconcepten is een verdere uitwerking per gebiedstype gemaakt. De uitwerking heeft plaatsgevonden in een expertsessie onder leiding van Bart van Arem (TU Delft) met specialisten van Arcadis, TNO, de PNH en de Vervoerregio. Dit heeft geresulteerd in een geografische uitwerking van welke vervoersconcepten kansrijk zijn in elk van de gebiedstypen.

Naast de gedefinieerde zeven (aanvullende) vervoerconcepten is ook rekening gehouden met bus, tram, metro (concessie in de PNH/de Vervoerregio) en trein (hoofdrailnet). Voor wat betreft zelfrijdende vrachtwagens geldt dat deze in dezelfde gebiedstypen en wegtypen zijn toegestaan als zelfrijdende privéauto's. In de Level 5 scenario's is bovendien verondersteld dat vrachtwagens coöperatief rijden (truck platoons). Met betrekking de Low-Speed-Shuttle is verondersteld dat deze op specifieke relaties worden in gezet als voor- en natransport. Indien parkeren op afstand is verondersteld kunnen shuttles

ook worden ingezet van P+R-locaties naar specifieke bestemmingen. Daarnaast zijn in de beide Level 3/4 scenario's de zelfrijdende (deel)taxi en deelbusjes duurder dan in de Level 5 scenario's (er is immers een chauffeur benodigd).

### 3.3.1 Metropolitaan centrumstedelijk gebied (Gebiedstype 1)

De uitwerking voor het metropolitaan centrumstedelijk gebied (binnenstad Amsterdam, Zuidas) is weergegeven in Figuur 4. Binnen de beide Level 5 scenario's is geen ruimte voor conventionele (Level 3/4) privéauto's. Daarnaast is in Level 5 – Wel delen ook geen ruimte voor de zelfrijdende privéauto; dit in tegenstelling tot Level 5 – Niet delen, waar deze wel is toegestaan. Er worden hubs verondersteld, waarbij reizigers overstappen op collectief vervoer (metro, tram) op de 'dikkere lijnen' (de lijnen waar de vervoervraag de inzet van collectief vervoer rechtvaardigt). De hubs vormen ook het knooppunt voor de (logistieke) distributie. In het metropolitaan stedelijk gebied wordt nadrukkelijk ingezet op fietsen en lopen. Het Openbaar Vervoer in de delen-scenario's concentreert zich op die lijnen waar er voldoende vervoervraag is. In de beide Niet Delen scenario's zijn de zelfrijdende deeltaxi en deelbusjes niet beschikbaar.



Figuur 4: Uitwerking scenario's voor gebiedstype Metropolitaan centrumstedelijk gebied.

### 3.3.2 Centrumstedelijk gebied (Gebiedstype 2)

De uitwerking voor het centrumstedelijk gebied is weergegeven in Figuur 5.

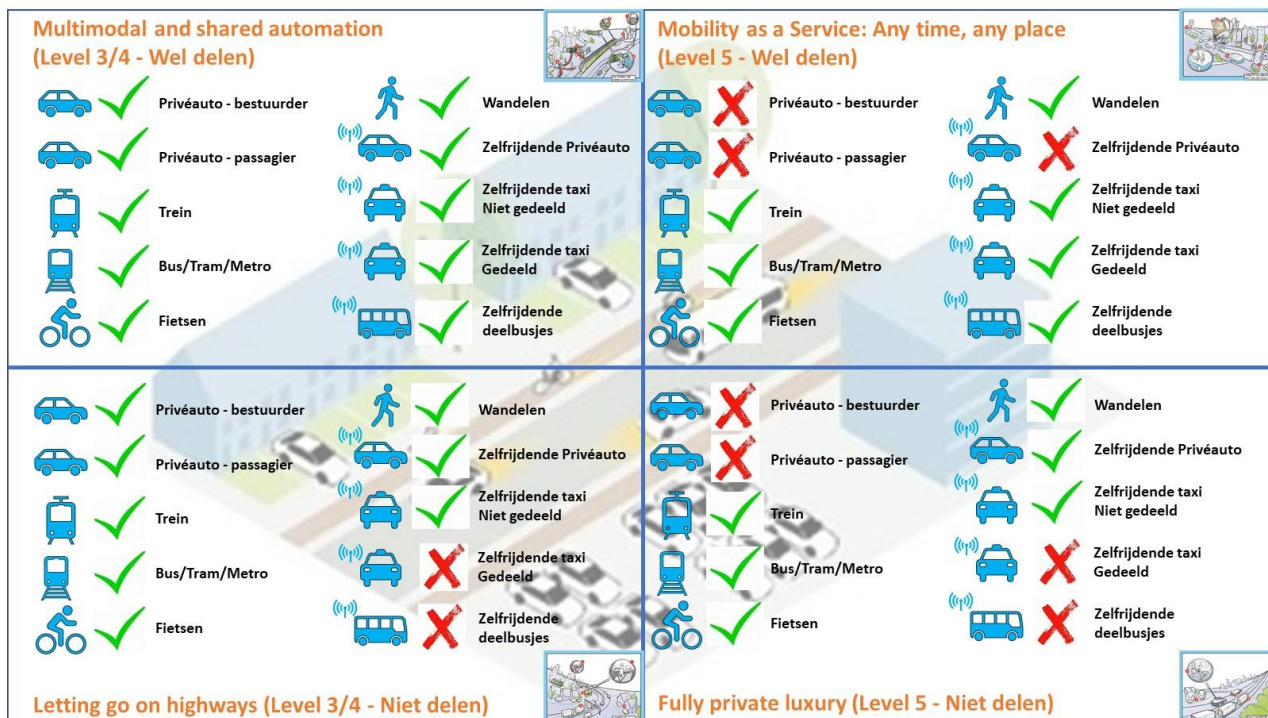
Multimodal and shared automation (Level 3/4 - Wel delen)		Mobility as a Service: Any time, any place (Level 5 - Wel delen)	
✓ Privéauto - bestuurder	✓ Wandelen	✗ Privéauto - bestuurder	✓ Wandelen
✓ Privéauto - passagier	✓ Zelfrijdende Privéauto	✗ Privéauto - passagier	✗ Zelfrijdende Privéauto
✓ Trein	✓ Zelfrijdende taxi Niet gedeeld	✓ Trein	✓ Zelfrijdende taxi Niet gedeeld
✓ Bus/Tram/Metro	✓ Zelfrijdende taxi Gedeeld	✓ Bus/Tram/Metro	✓ Zelfrijdende taxi Gedeeld
✓ Fietsen	✓ Zelfrijdende deelbusjes	✓ Fietsen	✓ Zelfrijdende deelbusjes
✓ Privéauto - bestuurder	✓ Wandelen	✗ Privéauto - bestuurder	✓ Wandelen
✓ Privéauto - passagier	✓ Zelfrijdende Privéauto	✗ Privéauto - passagier	✓ Zelfrijdende Privéauto
✓ Trein	✓ Zelfrijdende taxi Niet gedeeld	✓ Trein	✓ Zelfrijdende taxi Niet gedeeld
✓ Bus/Tram/Metro	✗ Zelfrijdende taxi Gedeeld	✓ Bus/Tram/Metro	✗ Zelfrijdende taxi Gedeeld
✓ Fietsen	✗ Zelfrijdende deelbusjes	✓ Fietsen	✗ Zelfrijdende deelbusjes
Letting go on highways (Level 3/4 - Niet delen)		Fully private luxury (Level 5 - Niet delen)	

Figuur 5: Uitwerking scenario's Centrumstedelijk gebied.

Binnen de beide Level 5 scenario's is geen ruimte is voor conventionele (Level 3/4) privéauto's. Daarnaast is in Level 5 – Wel delen ook geen ruimte voor de zelfrijdende privéauto; dit in tegenstelling tot Level 5 – Niet delen, waar deze wel is toegestaan. Via hubs kunnen de reizigers overstappen op collectief vervoer (bus, metro, tram, trein), waar de vervoervraag de inzet van collectief vervoer rechtvaardigt. Ook in het centrumstedelijk gebied wordt nadrukkelijk ingezet op fietsen en lopen. In de beide Niet Delen scenario's zijn de zelfrijdende deeltaxi en deelbusjes niet beschikbaar.

### 3.3.3 Stedelijk woon-werkgebied (Gebiedstype 3)

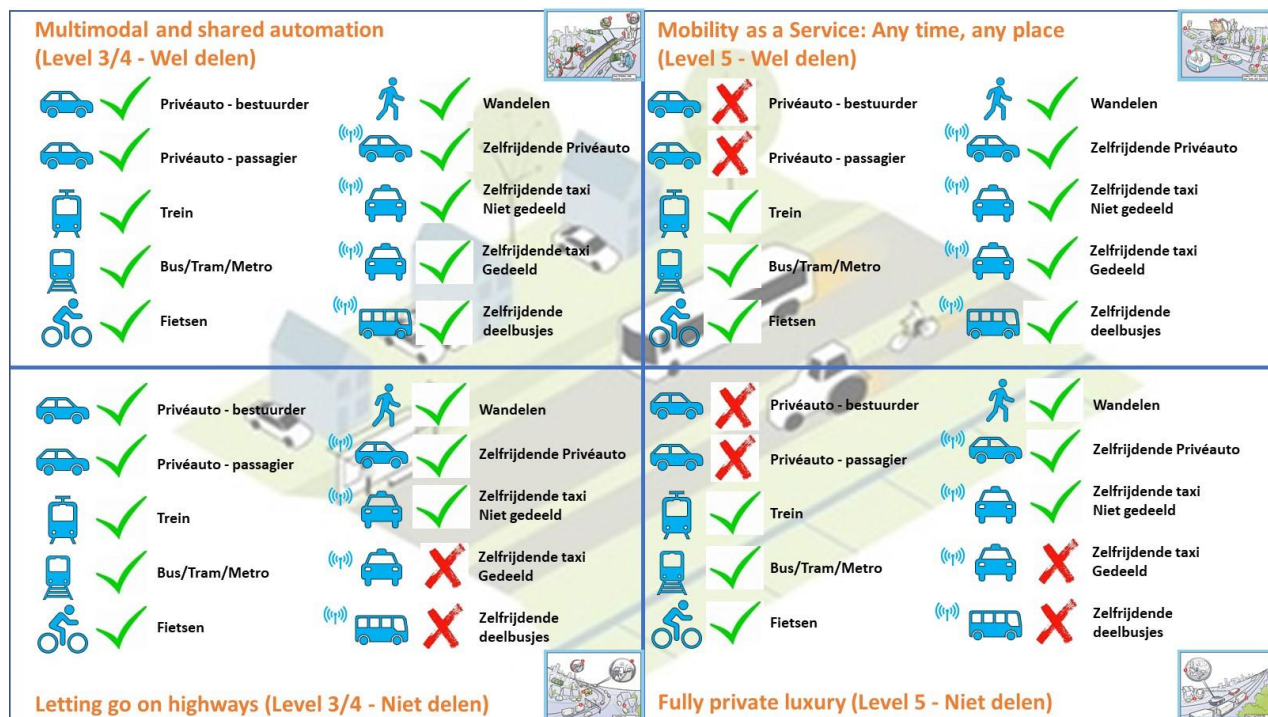
De uitwerking voor het Stedelijk woon-werk gebied is weergegeven in Figuur 6. Binnen de beide Level 5 scenario's is geen ruimte is voor conventionele (Level 3/4) privéauto's. Daarnaast is in Level 5 – Wel delen ook geen ruimte voor de zelfrijdende privéauto; dit in tegenstelling tot Level 5 – Niet delen, waar deze wel is toegestaan. In de beide Niet Delen scenario's zijn de zelfrijdende deeltaxi en deelbusjes niet beschikbaar. Ook in het stedelijk woon-werkgebied wordt ingezet op fietsen en lopen.



Figuur 6: Uitwerking scenario's Stedelijk woon-werkgebied.

### 3.3.4 Landelijk wonen en recreëren (Gebiedstype 4)

De uitwerking voor het Landelijk wonen en recreëren gebied is weergegeven in Figuur 7. Grootste verschil is dat de zelfrijdende privéauto in alle scenario's is toegestaan. Collectieve vervoerconcepten zijn in het landelijk gebied minder gangbaar en worden vooral gebruikt voor doelgroepenvervoer en/of ten behoeve van recreatie. Net zoals in de andere gebiedstypen is er binnen de beide Level 5 scenario's geen ruimte is voor conventionele (Level 3/4) privéauto's.



Figuur 7: Uitwerking scenario's Landelijk wonen en recreëren.

### 3.3.5 Hubs & Mainports (Gebiedstype 5)

De uitwerking voor Hubs & Mainports is weergegeven in Figuur 8. Parkeren vindt zoveel mogelijk plaats aan de randen. Deelbusjes en/of low speed shuttles verzorgen het collectief vervoer naar de bestemming.



Figuur 8: Uitwerking scenario's Hubs & Mainports.



## 4 IMPACTANALYSE (BELEIDSARM)

De uitwerking van de scenario's per gebiedstype vormt de input voor een beleidsarme doorrekening naar impact met de door TNO ontwikkelde Quick Scan Tool (zie Bijlage F voor de beschrijving en de invoer voor deze tool). Dit hoofdstuk beschrijft de uitkomsten van deze impactanalyse. Met behulp van de Quick Scan tool is een kwantitatieve inschatting gemaakt van de te verwachten effecten van de verschillende scenario's per gebiedstype voor personenmobiliteit. Vrachtverkeer is ook in het model verwerkt, maar niet meegenomen in de vervoerwijzekeuze. Deze kwantitatieve mobiliteitseffecten zijn vervolgens vertaald naar een kwalitatieve beoordeling van de impact op de geïdentificeerde beleidsdoelstellingen van de PNH en de Vervoerregio op de thema's bereikbaarheid, verkeersveiligheid, leefbaarheid, sociale-, economische- en ruimtelijke ontwikkeling). De impactanalyse beschouwt primair de effecten van de komst van zelfrijdende voertuigen. Overige ontwikkelingen, waaronder de vorm van aandrijving (elektrificatie of overige aandrijfvormen) worden als een parallelle ontwikkeling beschouwd.

Hoofdstuk 4 is als volgt opgebouwd:

- Paragraaf 4.1 schetst de resultaten van de Quick Scan tool. Allereerst worden de kwantitatieve resultaten voor de gehele Provincie Noord-Holland (gemiddelde van alle gebiedstypen) besproken, waarna ook de kwalitatieve impact van deze resultaten t.a.v. de beleidsdoelen wordt toegelicht.
- Paragraaf 4.2 beschrijft de kwantitatieve resultaten per gebiedstype, waarbij scenario's met elkaar vergeleken worden.
- Paragraaf 4.3 beschrijft tot slot de conclusies.

### Onzekerheid

De scenario's zijn extreem gekozen. Dat wil zeggen dat, afhankelijk van het scenario, verondersteld is dat 100% van de voertuigen Level 3/4 of Level 5 zijn. Deze keuze is gemaakt om duidelijk verschillen tussen de scenario's te zien en inzicht te krijgen in de maximale impact. In praktijk zal er een geleidelijke overgang plaatsvinden en zal er lange tijd een mix van voertuigen op de weg te vinden zijn. Er zijn geen uitspraken gedaan over verwachte penetratiegraden in verschillende jaartallen. Tevens zijn aannames gedaan ten aanzien van de bereidheid tot delen en reizigersvoorkeuren ten aanzien van zelfrijdende (deel)taxi's en deelbusjes. In een gevoeligheidsanalyse zijn deze aannames gevarieerd, om inzicht te krijgen in de bandbreedtes van de effecten.

De verwachte impact is bepaald ten opzichte van het WLO-scenario 2040 Hoog. Indien het lage scenario zich 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.

De kosten voor de nieuwe vervoerconcepten zijn gebaseerd op de eerder door BCG uitgevoerde studie 'Impactanalyse Zelfrijdende Voertuigen' (BCG, 2016). De kosten voor een zelfrijdende auto blijven ongeveer gelijk aan de huidige auto. Indien gedeeld worden, worden de kosten over meerdere personen gedeeld waardoor ze lager worden.

### 4.1 Resultaten Provincie Noord-Holland

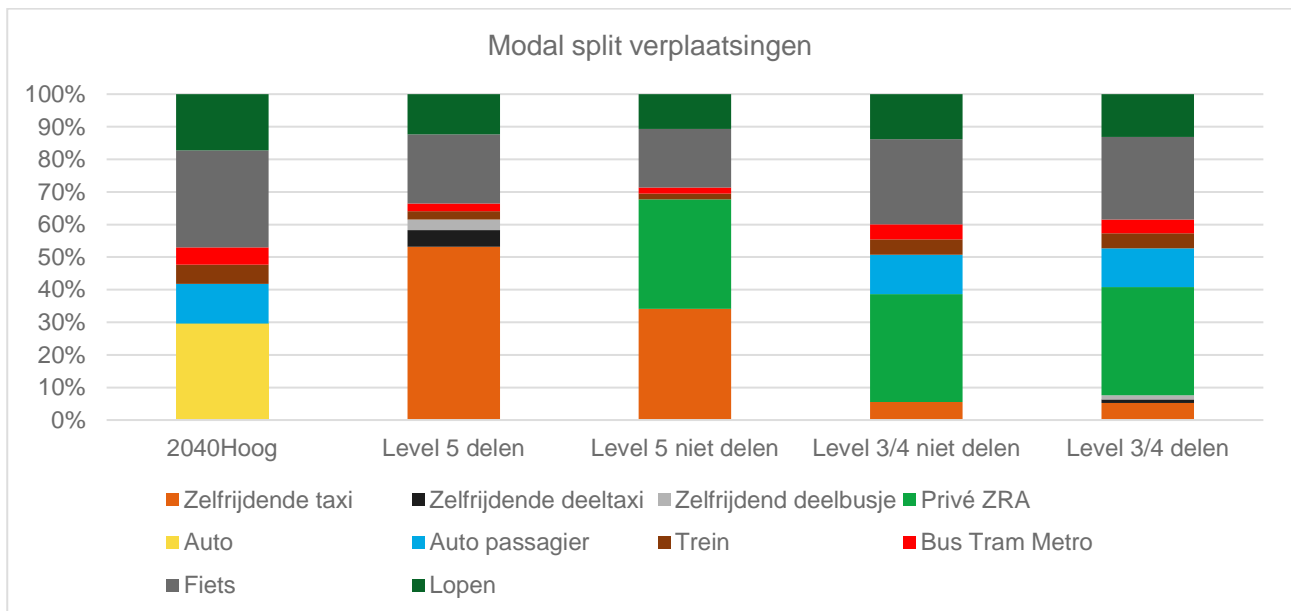
De Quick Scan tool is ingezet om inzicht te bieden in verkeerskundige impacts van zelfrijdende voertuigen, waaronder veranderingen in de modal split, voertuigkilometers, het aantal benodigde voertuigen, reistijden en parkeeropbrengsten. Dit hoofdstuk geeft een selectie van de belangrijkste verkeerskundige resultaten weer. Alle verkeerskundige resultaten van de Quick Scan tool kunnen gevonden worden in Bijlage G.

Paragraaf 4.1.1 geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten op het niveau van de provincie Noord-Holland. Paragraaf 4.1.2 vertaalt deze kwantitatieve resultaten naar een kwalitatieve beoordeling van de beleidsdoelen van de provincie.

#### 4.1.1 Resultaten Quick Scan tool (kwantitatief)

In Figuur 9 en Figuur 10 worden de belangrijkste Provincie-brede resultaten weergegeven van de vier beschouwde scenario's met zelfrijdende voertuigen. Hierin is onderscheid gemaakt naar de modal split (verplaatsingen), het aantal voertuigkilometers (weg) en de benodigde hoeveelheid voertuigen per

scenario. Alle resultaten worden vergeleken met een referentiesituatie '2040Hoog'<sup>11</sup>. Dit betreft de situatie met autonome ontwikkelingen (onder andere bevolkingsgroei en - spreiding) binnen de provincie, zonder zelfrijdende voertuigen. In de doorgerekende scenario's zijn zelfrijdende voertuigen wel opgenomen, waardoor de vergelijking van deze scenario's met de referentiesituatie inzicht biedt in de impact van 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. Het WLO-Laal scenario wordt gegeven de verdere verwachte groei niet realistisch geacht.



Figuur 9: Modal split – verplaatsingen (Provincie Noord-Holland)

Uit bovenstaande analyse is te herleiden dat de modal split van verplaatsingen aanzienlijk verandert wanneer zelfrijdende voertuigen en de bijbehorende deelconcepten hun intreden doen:

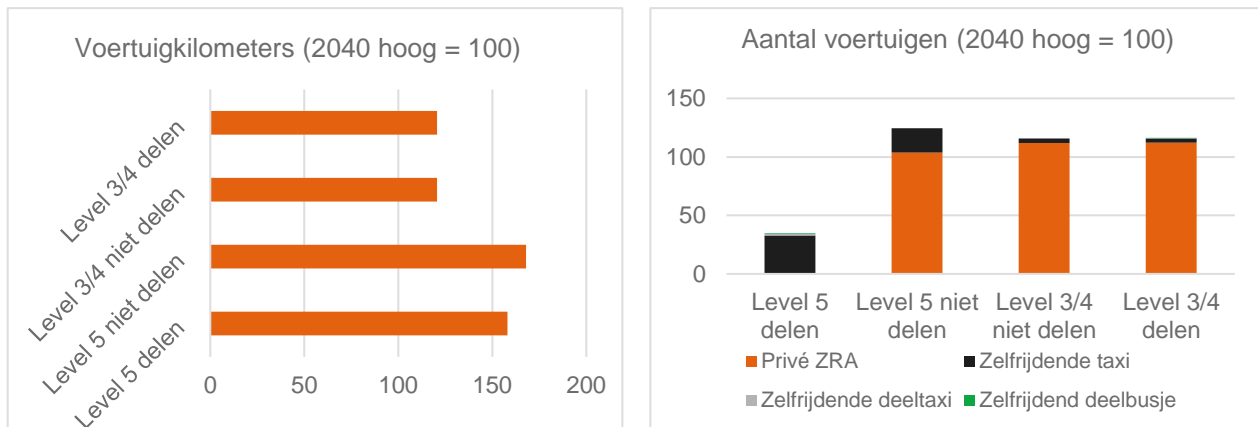
- Het aandeel **fietsen en lopen neemt licht af ten opzichte van de referentiesituatie**, met name bij Level 5 scenario's vanwege de aantrekkelijkheid van de nieuwe gemotoriseerde vervoerswijzen in termen van kosten en reistijd (Value of Time).
- De huidige **privéauto wordt vervangen door de zelfrijdende 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)<sup>12</sup>.
- 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 10 geeft een overzicht van de voertuigkilometers 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.

<sup>11</sup> Welvaart en Leefomgeving, Toekomstverkenning, PBL/CPB 2015.

<sup>12</sup> Bij level 5 is aangenomen dat alle auto's level 5 zijn (input), waardoor de huidige privéauto vanzelf vervalt. Tevens is in level 5 delen de zelfrijdende privéauto (privé ZRA) verboden in alle gebiedstypes met uitzondering van het landelijk gebied. In de output komt de zelfrijdende privéauto dus nog nauwelijks voor. Vervolgens maakt het model een keuze tussen de overige vervoerconcepten, waaronder de deelconcepten.





Figuur 10: Links: Voertuigkilometers. Rechts: aantal benodigde voertuigen (scenario's ten opzichte van 2040Hoog referentiescenario).

Uit de analyse van het aantal voertuigkilometers en voertuigverliesuren (verwerkt in Bijlage G) 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 wegennetwerk 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.<sup>13</sup>
- **(Lichte) stijging van het benodigde aantal voertuigen voor de overige scenario's ten opzichte van de referentiesituatie**.

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. 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).

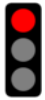


#### Value of Time

Zelfrijdende voertuigen vormen een aantrekkelijk alternatief omdat ze voor veel verplaatsingen goedkoper en sneller zijn dan wandelen, fietsen en het huidige OV (bus, tram, metro en trein). De vraag is in hoeverre fietsers en wandelaars echt zullen switchen aangezien naast kosten reistijd ook andere aspecten zoals gezondheid en gemak een rol spelen bij keuzes. Deze aspecten zijn meegenomen in het vervoerwijze keuzemodel van de Quick Scan tool via een 'vervoerwijze specifieke constante' die reizigersvoorkeuren weergeeft. Aangezien reizigersvoorkeuren voor toekomstige vervoermiddelen onbekend zijn, zijn hier aannames over gedaan. Als de zelfrijdende voertuigen een aantrekkelijk alternatief worden gevonden door reizigers zal ongeveer 30% van de wandelaars en fietser switchen. Dit is in lijn met een enquête die door BCG is gehouden voor Amsterdam. Die enquête geeft aan dat circa 50% van de treinreizigers, 70% van de bus, tram en metro gebruikers en 30% van de fietsers over zou willen stappen naar zelfrijdende voertuigen. In bijlage G is een gevoeligheidsanalyse weergegeven van de reizigersvoorkeuren. Hieruit blijkt dat bij de meest pessimistische instellingen van de reizigersvoorkeuren, het aandeel van wandelen en fietsen ongeveer gelijk blijft aan het referentiescenario 2040 Hoog.




<sup>13</sup> Aangenomen is dat een zelfrijdende (deel) taxi of deelbusje vijf (gecombineerde) ritten per dag kan uitvoeren. Daardoor zijn er minder voertuigen nodig voor hetzelfde aantal ritten. Het verschil tussen een deeltaxi en een deelbusje is dat de gemiddelde bezettingsgraad hoger is, waardoor er minder voertuigen ingezet hoeven worden om hetzelfde aantal personen te vervoeren. Een aandachtspunt is piekbelasting in de spitsperioden. Hier is een efficiënte inzet van voertuigen verondersteld.





### 4.1.2 Resultaten Provincie Noord-Holland (kwalitatief)



De kwantitatieve resultaten van de Quick Scan tool zijn in dit hoofdstuk doorvertaald naar de impact op de geïdentificeerde beleidsdoelen. Hier is op kwalitatieve wijze een beoordeling gegeven of de ontwikkelingen negatief, positief of neutraal bijdragen aan het behalen van de beleidsdoelen van de PNH en de Vervoerregio. Tabel 6 geeft een overzicht van de kwalitatieve beoordeling van de ontwikkelingen binnen de provincie, waarbij toegelicht wordt voor welk gebiedstype de ontwikkeling van belang is.

	= negatieve ontwikkeling		= neutrale ontwikkeling		= positieve ontwikkeling
---	--------------------------	---	-------------------------	---	--------------------------

Tabel 6: Kwalitatieve beoordeling van impacts Zelfrijdende voertuigen t.a.v. beleidsdoelen de PNH/de Vervoerregio (Gebiedstype 1 = Metropolitaan centrumstedelijk gebied; 2 = Centrumstedelijk gebied; 3 = Stedelijk woon-werkgebied; 4 = Landelijk wonen/recreëren gebied; 5 =Hubs/Mainport).

Beleidsdoelen	Effecten	Ontwikkeling
Bereikbaarheid	<ul style="list-style-type: none"> <li>In alle scenario's is sprake van een toename van het aantal voertuigkilometers. Deze toename in mobiliteit zorgt voor een positief effect op de bereikbaarheid.</li> <li>Sterke toename van voertuigverliesuren in stedelijke gebieden voor alle scenario's, met name in metropolitaan centrumstedelijk gebied. Bereikbaarheidsopgaven van centra en knooppunten in centrumstedelijk en stedelijke gebied.</li> <li>Substantiële toename in verkeersintensiteit voor K+R-faciliteiten rondom Schiphol (onder andere door verdringingseffecten zelfrijdende voertuigen ten opzichte van de trein). De overige mainports zien een afname van voertuigverliesuren op corridors als gevolg van coöperatief rijden.</li> <li>Het landelijk gebied profiteert van een verbeterde toegankelijkheid tot vervoer, waarbij kansen ontstaan voor zelfrijdende deelconcepten om het huidige OV aan te vullen en/of deels te vervangen.</li> <li>De negatieve effecten zijn sterkst voor de Level 5 scenario's, waarbij Level 5 – Niet Delen maatgevend (maximaal) is.</li> <li>In de transitiefase geldt dat er sprake is van gemengd verkeer ('slimme' en 'domme' voertuigen) en 'slimme' voertuigen die nog niet alles (zelf) kunnen waarnemen. Daardoor is interactie met de infrastructuur en wegkantsystemen noodzakelijk.</li> </ul>	<div style="text-align: center;">                       Gebiedstype 1-3                 </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">                       Gebiedstype 4-5                 </div>
Verkeers-veiligheid	<ul style="list-style-type: none"> <li>Normaalgesproken leidt een toename van voertuigkilometers tot een verhoogde blootstelling aan conflicten en daarmee tot een verhoogde kans op ongevallen. Echter wordt ook verondersteld (op basis van huidige onderzoeken) dat door ontwikkelingen in voertuigtechnologie en -prestaties (geen vermoeidheid, lagere reactietijd) een lagere ongevalskans verwacht mag worden door het gebruik van zelfrijdende voertuigen;</li> <li>In stedelijke gebieden is er meer risico op conflicten tussen zelfrijdende voertuigen en onvoorspelbare verkeersdeelnemers (fietsers en voetgangers) wat leidt tot een hogere ongevalskans dan in gebieden waar geen of minder interactie is. NB: Het kan ook zo zijn dat zelfrijdende voertuigen dusdanig ontworpen worden dat ze zeer risicomijdend rijden, waardoor het in complexe stedelijke verkeerssituaties waarschijnlijk erg lastig wordt om een acceptabele gemiddelde snelheid te bereiken.</li> <li>In de transitiefase zullen relatief meer ongevallen met betrokkenheid van zelfrijdende voertuigen plaatsvinden, welke te wijten zijn aan de nog niet volledig uitontwikkelde technologie. Dit vraagt om een beheerste transitiefase waarin een beperkt aantal zelfrijdende voertuigen wordt toegelaten. Deze ongevallen zullen bovenmatig veel media-aandacht krijgen, wat vraagt om een zorgvuldige (communicatie/media)strategie. In de strategie moet het eindbeeld</li> </ul>	<div style="text-align: center;">                       Gebiedstype 1-5, waarbij stedelijk gebied aandacht behoeft vanwege de hoge mate van interactie tussen snel- en langzaam verkeer                 </div>

Beleidsdoelen	Effecten	Ontwikkeling
Duurzaamheid/ Leefbaarheid	<p>steeds voorop staan, waarbij zelfrijdende voertuigen uiteindelijk zullen zorgen voor meer veiligheid.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Door een sterke toename van voertuigkilometers in alle gebieden zijn er, op basis van de gehanteerde uitgangspunten, meer leefbaarheidsissues door onder andere meer uitstoot van vervuilende stoffen en geluid. Onduidelijk is in welke mate gewicht en formaat (kleinere/lichtere zelfrijdende voertuigen) dit effect zullen compenseren.</li> <li>▪ Verdringing van duurzame vervoersalternatieven zoals OV, fietsen en lopen door zelfrijdende voertuigen in alle gebieden. Het verlies van aandeel van de 'gezonde modaliteiten' is een aandachtspunt (volksgezondheid).</li> <li>▪ Indien elektrificeren van voertuigen wordt beschouwd als een parallelle ontwikkeling, worden voertuigen echter schoner en stiller en worden de bovenbeschreven effecten (deels) gecompenseerd; bandengeluid blijft echter bestaan.</li> <li>▪ NB: Andere uitgangspunten kunnen leiden tot andere uitkomsten. Voorbeelden zijn een hogere elektrificatie en/of circulair produceren.</li> </ul>	 <p>Gebiedstype 1-5</p>  <p>Gebiedstype 1-5, indien parallelle ontwikkeling van elektrificatie wordt beschouwd</p>
Sociale ontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verbetering van de toegankelijkheid tot en gebruik van vervoer voor de bevolking in alle gebieden door de introductie van betere en goedkopere vervoersalternatieven.</li> <li>▪ Grote verdringingseffecten voor huidig/conventioneel OV door komst van zelfrijdende voertuigen in alle gebieden; echter wel kansen voor verbetering OV-kwaliteit door gebruik zelfrijdende voertuigen (bijvoorbeeld op dunnere lijnen en/of voor first en last-mile vervoer).</li> <li>▪ Kansen voor het creëren van een aantrekkelijk woongebied en meer maatschappelijke participatie van doelgroepen in dunbevolkte gebieden door een verbeterde toegankelijkheid van vervoer.</li> <li>▪ In de Level 5 scenario's zullen er zowel positieve als negatieve consequenties zijn op de arbeidsmarkt. Er bestaat namelijk de kans dat sommige beroepen en diensten overbodig worden of in mindere mate nodig zijn. Het meest voor de hand liggende beroep is de beroepschauffeur, maar daarnaast kan er ook minder vraag zijn naar auto gerelateerde (reparatie) beroepen, verzekeraars agenten, wetsdienaars en ambtenaren. Daarentegen zijn er door de komst van zelfrijdende voertuigen ook kansen voor ontwikkeling van (kennisintensieve) banen waaronder dataverwerking en – analyse, en (cyber)security met betrekking tot onderhoud en systeemintegratie bijvoorbeeld.</li> <li>▪ In de transitiefase zal aandacht besteed moeten worden aan het loopbaanperspectief van beroepschauffeurs. In haar rol als concessieverlener dienen PNH en de Vervoerregio hier aandacht aan te besteden in nieuwe concessies.</li> </ul>	 <p>Gebiedstype 1-5</p>
Economische ontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hierbij dient onderscheid gemaakt te worden naar bedrijfsvoering voor diverse overheden (Rijk, provincie en gemeenten) en economische ontwikkeling in een breder perspectief (maatschappelijke kosten/baten).</li> <li>▪ De impact op de financiële bedrijfsvoering (volgens de huidige uitgangspunten) van diverse overheden is neutraal tot negatief: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ De toename in voertuigkilometers betekent over het algemeen dat er meer schade zal ontstaan aan de infrastructuur, waardoor meer investeringen benodigd zijn voor onderhoud van de infrastructuur. Daarentegen staat dat zelfrijdende voertuigen vanuit een infrastructuur perspectief kosten-efficiënter zijn doordat ze minder ruimtebeslag (op infrastructuur) nodig hebben om dezelfde capaciteit te realiseren.</li> <li>○ De inkomsten uit boetes (voor bijvoorbeeld te hard rijden) dalen, als ook de inkomsten uit opcenten als gevolg van een daling van het aantal benodigde voertuigen.</li> <li>○ De parkeerinkomsten (voor gemeenten en de Vervoerregio) nemen ook substantieel af in de delen scenario's.</li> <li>○ Omscholen van overbodige beroepen waaronder beroepschauffeurs en rijkschoolhouders.</li> </ul> </li> </ul>	 <p>Gebiedstype 1-5 voor provinciale bedrijfsvoering</p>

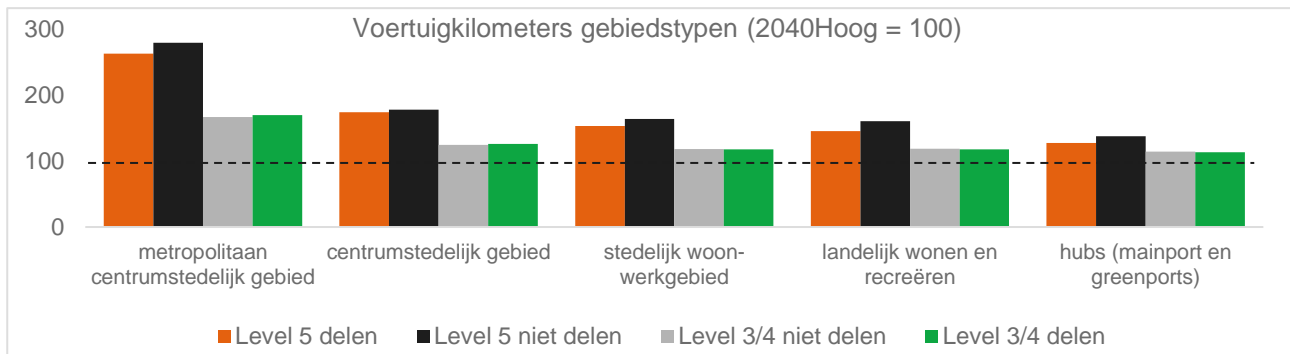
Beleidsdoelen	Effecten	Ontwikkeling
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ De impact op de economische ontwikkeling in een breder perspectief (maatschappij) is moeilijk te beoordelen op basis van alleen het huidige onderzoek en wordt ingeschat op neutraal:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ De toenemende mobiliteit maakt meer banen bereikbaar voor meer mensen. Hoewel het drukker wordt, blijven de economische kerngebieden wel bereikbaar (aandachtspunt is of dit ook in voldoende mate voor Centrum Amsterdam en de Zuidas geldt). Daarnaast zijn er vaak meerdere alternatieven beschikbaar.</li> <li>○ Toename in schade aan infrastructuur betekent dat aannemers vaker ingezet dienen te worden en dus meer zullen verdienen.</li> <li>○ Kansen voor uitrol nieuwe logistieke concepten kunnen de bereikbaarheid en groei van hubs en mainports mogelijk maken (bijvoorbeeld West-as, Greenport-Schiphol, Zuid-as Dok), onder andere door de uitrol van platooning.</li> <li>○ Kansen voor ontwikkeling van nieuwe markten en diensten terwijl sommige huidige beroepen komen te vervallen;</li> <li>○ Kosten en baten veranderingen door wijzigingen in het aantal verkeersongevallen, betrouwbaarheid reistijd, reistijdverlies als gevolg van ongevallen en milieubelasting.</li> </ul> </li> <li>▪ In de transitiefase zullen meerdere systemen/functies in stand moeten worden gehouden. Een adaptief economisch/financieel beleid zal noodzakelijk zijn om in te kunnen springen op de veranderingen.</li> </ul>	 <p>Gebiedstype 1-5 voor breder perspectief (maatschappij)</p>
Ruimtelijke ontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Voor de ruimtelijke ontwikkeling is onderscheid gemaakt naar ruimtelijke spreiding en functioneel ruimtegebruik.</li> <li>▪ Door toedoen van zelfrijdende voertuigen is een geringe ruimtelijke spreiding te verwachten, omdat overige ontwikkelingen in veel hogere mate invloed hebben op de spreiding.               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Door zelfrijdende voertuigen kunnen twee beperkte en tegenstrijdige effecten optreden. Een trek naar (metropolitain) centrumstedelijk gebied als gevolg van een betere beschikbaarheid van OV (inclusief deelconcepten) en een trek naar stedelijk woon-werkgebied en landelijk gebied als gevolg van zelfrijdende auto's (reistijd wordt werktijd, met meer comfort worden meer voorzieningen bereikbaar).</li> </ul> </li> <li>▪ Voor het functioneel ruimtegebruik als gevolg van zelfrijdende voertuigen geldt:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Voor de delen scenario's (met name Level 5 delen) geldt dat stedelijke gebieden een groot deel van parkeerfaciliteiten herbestemd kunnen worden voor andere doeleinden. Daarentegen zijn wel meer K+R en/of afzet stroken benodigd rondom knooppunten en overige locaties met (massa)concentratie om een verdere druk op de doorstroming te voorkomen.</li> </ul> </li> <li>▪ In de transitiefase zullen parkeerfaciliteiten noodzakelijk blijven. Reductie is pas aan de orde wanneer een aanzienlijk deel van de bevolking de overstap maakt op de autonome voertuigen. Bij de ontwikkeling van nieuwe parkeerfaciliteiten moet rekening gehouden worden met herbestemming van het gebouw en/of locatie.</li> </ul>	 <p>Gebiedstype 1-5</p>

## 4.2 Resultaten per gebiedstype (kwantitatief)

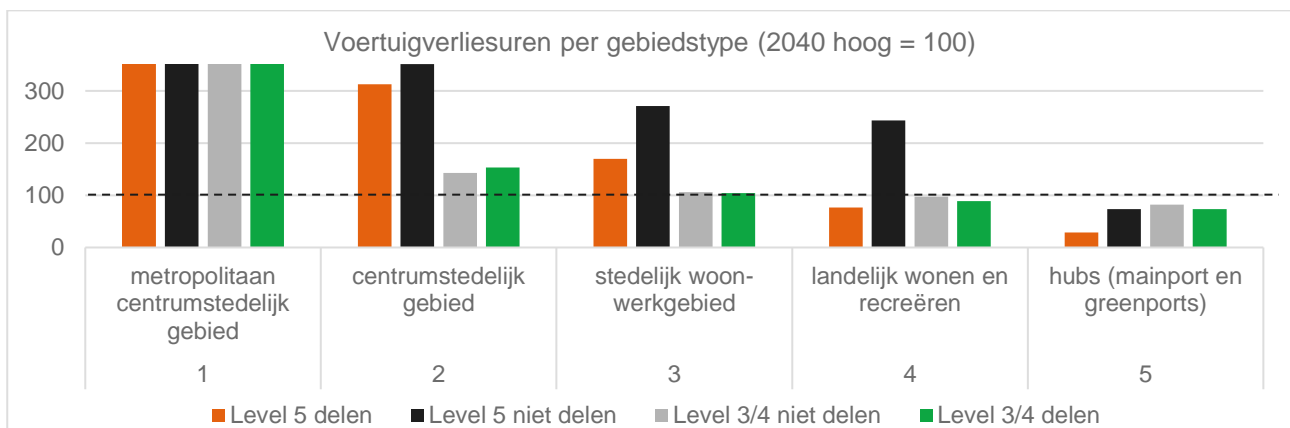
Deze paragraaf geeft een uitsplitsing van de kwantitatieve resultaten naar gebiedstypes binnen de provincie. Alle resultaten worden vergeleken met een referentiesituatie '2040Hoog'<sup>14</sup>.

In Figuur 11 en 12 zijn de resultaten opgenomen voor voertuigkilometers en voertuigverliesuren voor alle gebiedstypen en scenario's, waarmee een vergelijking gemaakt kan worden tussen deelgebieden, maar ook tussen scenario's. In bijlage F zijn ook de overige parameters uitgewerkt.

<sup>14</sup> Welvaart en Leefomgeving, Toekomstverkenning, PBL/CPB 2015.



Figuur 11: Overzicht voertuigkilometers per gebiedstype voor alle scenario's. De referentiesituatie '2040Hoog' is weergegeven als stippellijn.



Figuur 12: Overzicht voertuigverliesuren per gebiedstype voor alle scenario's. Merk op dat voor het metropolitaan centrumstedelijk gebied de hoogte van de kolommen gemaximaliseerd is op 350, terwijl deze waarden in realiteit hoger zijn. De referentiesituatie '2040Hoog' is weergegeven als stippellijn.

De resultaten van de bovenstaande analyse laten zien dat (inclusief bijlage F):

- In het **metropolitaan centrumstedelijk gebied wordt meer gelopen en gefietst dan in overige gebiedstypen (alle scenario's)**. Ook wordt er relatief veel gebruik gemaakt van trein, bus, tram en metro;
- De modal split in centrumstedelijk gebied lijkt nog behoorlijk op de modal split van metropolitaan centrumstedelijk gebied. **Des te minder stedelijk het gebiedstype, des te minder er gelopen en gefietst wordt, en des te meer er van de auto gebruik gemaakt wordt (alle scenario's)**;
- Voor **de hubs (mainports en greenports) geldt dat de verschillen tussen de hubs groot kunnen zijn**. Een hub als Schiphol kent een aanzienlijk aandeel van openbaar vervoer, voor andere hubs ligt dit aandeel veel lager. Gemiddeld gezien worden er veel autoverplaatsingen gemaakt (in alle scenario's). Deelconcepten worden mondjesmaat gebruikt;
- **De toename in voertuigkilometers is het grootst voor het metropolitaan centrumstedelijk gebied groot en daarmee ook veel groter dan de overige gebiedstypen**. Het aantal voertuigverliesuren is in dit gebied ook veel ongunstiger dan in de overige gebieden. De Level 5 scenario's zijn daarbij aanzienlijk ongunstiger dan de Level 3/4 scenario's, waarbij het Level 5-niet delen scenario maatgevend is. Er is weinig verschil tussen de Level 3/4 scenario's.

Er treden grote verschillen op tussen stedelijk en landelijk gebied. Voor hubs & mainports is te concluderen dat de karakteristieken van de hubs/mainports juist dusdanig verschillend zijn dat een gemiddelde waarde voor dit gebied als geheel (zoals aangenomen in de Quick Scan tool) geen goede representatie weergeeft van de mogelijke impact per hub/mainport type.

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 bereikbaarheidsprobleem 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. Er kiezen kennelijk toch ook veel reizigers voor de auto.

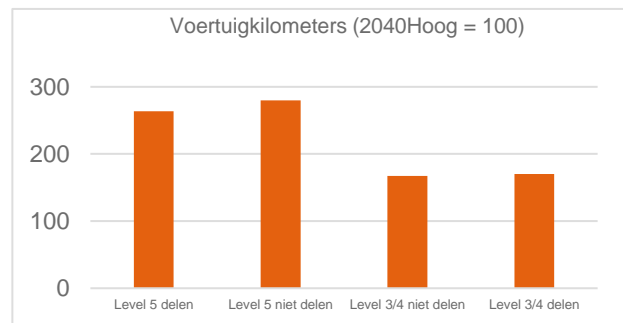
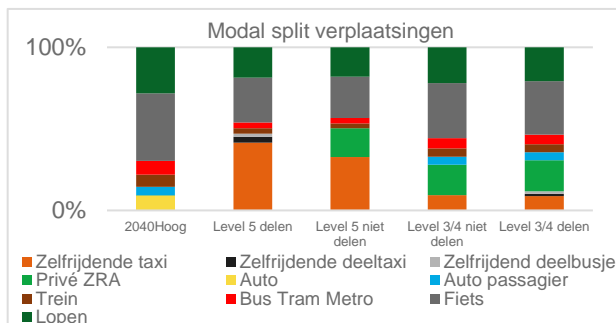
De introductie van zelfrijdende voertuigen zal voor het landelijk gebied met name een kans zijn om de toegankelijkheid van het gebied te verbeteren doordat er een afname plaatsvindt van het aantal voertuigverliesuren, terwijl er meer vervoersalternatieven beschikbaar worden. Alleen in het Level 5-niet delen scenario is sprake van een substantiële toename van het aantal voertuigverliesuren in dit gebied.

Op de volgende pagina's wordt per deelgebied ingegaan op de resultaten. Hier wordt een vergelijking gemaakt tussen de vier scenario's (met zelfrijdende voertuigen) en de referentiesituatie 2040Hoog (zonder zelfrijdende voertuigen).

#### 4.2.1 Metropolaan centrumstedelijk gebied

##### Metropolaan centrumstedelijk gebied (gebiedstype 1)

De typering geldt voor het centrum van Amsterdam en het drukste deel Amsterdam Zuid



- Het aandeel van fietsen en lopen neemt af in de zelfrijdende voertuigen scenario's. De afname is het grootst voor de Level 5 scenario's.
- Het aandeel trein, bus, tram, metro neemt af in de zelfrijdende voertuigen scenario's. De afname is het grootst voor de Level 5 scenario's en in mindere mate voor de Level 3/4 scenario's.
- Het gebruik van de huidige privéauto is laag in de referentiesituatie en wordt vervangen door de zelfrijdende (deel)auto. Hierbij is het aandeel van de zelfrijdende taxi substantieel hoger voor de Level 5 scenario's (maximaal bij Level 5 - Delen) dan de Level 3/4 scenario's.
- Het aandeel autopassagiers blijft vrijwel gelijk in de Level 3/4 scenario's.
- De zelfrijdende deeltaxi en deelbusje worden alleen gebruikt in de delen scenario's (Level 5 en Level 3/4), waarbij het aandeel groter is in de Level 5 scenario's.
- De privé zelfrijdende auto komt niet voor in het Level 5 delen scenario, maar wel in de overige scenario's, waarbij het in de Level 3/4 scenario's een lichtelijk hoger aandeel heeft. Er is een marginaal verschil tussen het aandeel voor de Level 3/4 scenario's.
- Er is een toename van voertuigkilometers in alle scenario's ten opzichte van referentiesituatie, waarbij de grootste stijging optreedt in de Level 5 scenario's. Hierbij is in het Level 5-niet delen scenario de groei het grootst.
- De ruime verdubbeling van het aantal voertuigkilometers in de Level 5 scenario's kan niet opgevangen worden door de verwachte stijging van de capaciteit met 30% (door coöperatief rijden). Ook in de Level 3/4 scenario's is naar verwachting de stijging van de capaciteit niet toereikend om de groei van het aantal voertuigkilometers op te vangen.
- Gezien de huidige, al vrij hoge, belasting van het wegennet zal een (forse) stijging van voertuigverliesuren optreden in alle scenario's ten opzichte van de referentiesituatie (2040 Hoog).

#### Algemeen beeld

In alle scenario's verliezen fietsen en lopen terrein ten opzichte van de zelfrijdende taxi en de zelfrijdende privéauto. Bij de twee Level 5 scenario's is dit nog sterker dan bij de Level 3/4 scenario's. Het gevolg is dat het aantal voertuigkilometers in metropolaan centrumstedelijk gebied meer dan verdubbelt met een substantiële stijging van het aantal voertuigverliesuren als gevolg.

## Kansen

- Verbeteren van de langzaam verkeer en OV-verbindingen en faciliteiten, en stimuleren van het gebruik ervan.
- Hergebruik en/of herbestemming van parkeerfaciliteiten.

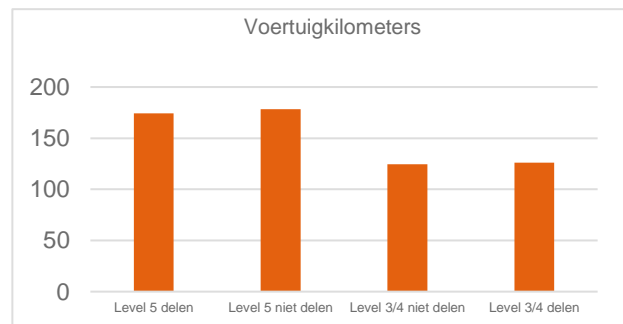
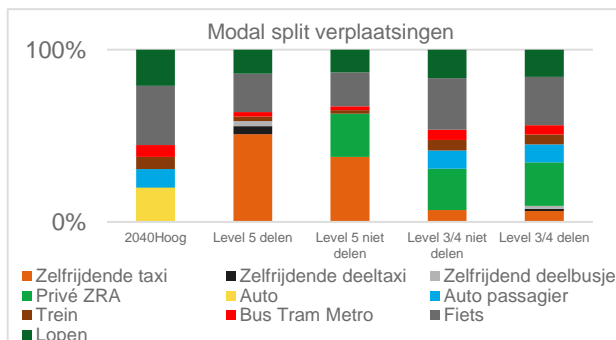
## Bedreigingen

- Verdringingseffecten van andere modaliteiten door de introductie van zelfrijdende voertuigen waardoor een extreem hoge belasting van het wegennetwerk optreedt in alle scenario's. Er is behoefte aan het reguleren en/of ontmoedigen van de toegang van zelfrijdende voertuigen in en rondom het gehele metropolitaan centrumstedelijk gebied.
- Overbelasting van K+R-faciliteiten rondom knooppunten en overige locaties met (massa)concentratie
- In stedelijke gebieden is er meer risico op conflicten tussen zelfrijdende voertuigen en onvoorspelbare verkeersdeelnemers (fietsers en voetgangers) wat leidt tot een hogere ongevalskans dan in gebieden waar minder interactie is. NB Het kan ook zo zijn dat zelfrijdende voertuigen dusdanig ontworpen worden dat ze zeer risicomijdend rijden, waardoor het in complexe stedelijke verkeerssituaties waarschijnlijk erg lastig wordt om een acceptabele gemiddelde snelheid te bereiken.

## 4.2.2 Centrumstedelijk gebied

### Centrumstedelijk gebied (gebiedstype 2)

De typering geldt voor de rest van Amsterdam en bijvoorbeeld van de centra van Alkmaar, Hilversum, Haarlem, Hoorn en Zandvoort



- Het aandeel van fietsen en lopen neemt substantieel en matig af voor respectievelijk de Level 5 en Level 3/4 scenario's.
- Ook het aandeel van bus, tram, metro en trein neemt sterk af in de Level 5 scenario's. De afname is echter marginaal in de Level 3/4 scenario's.
- Het autogebruik neemt toe. Het gebruik van de huidige privéauto is circa 25% in de referentiesituatie en wordt vervangen door de zelfrijdende (deel)auto. Hierbij is het aandeel van de zelfrijdende taxi veel hoger in de Level 5 scenario's (maximaal bij Level 5 delen) dan in de Level 3/4 scenario's vanwege de gereduceerde kosten.
- Er is een toename van voertuigkilometers in alle scenario's ten opzichte van referentiesituatie, waarbij de grootste stijging optreedt in de Level 5 scenario's.
- Er treedt een stijging op van voertuigverliesuren in alle scenario's ten opzichte van de referentiesituatie (2040 Hoog), ondanks een veronderstelde stijging van de capaciteit van het wegennetwerk als gevolg van coöperatief rijden.
- Met name overbelasting in Level 5 scenario's.
- De toename in voertuigkilometers en voertuigverliesuren is minder dan in het metropolitaan centrum stedelijk gebied.

- De zelfrijdende deeltaxi en deelbusje worden alleen gebruikt in de delen scenario's (Level 5 en Level 3/4), waarbij het aandeel groter is in de Level 5 scenario's.
- Het aandeel autopassagiers blijft vrijwel gelijk in de Level 3/4 scenario's.
- De privé zelfrijdende auto komt niet voor in het Level 5 delen scenario, maar wel in de overige scenario's, waarbij het in de Level 3/4 scenario's een lichtelijk hoger aandeel heeft. Er is een marginaal verschil tussen het aandeel voor de Level 3/4 scenario's.

### Algemeen beeld

Doordat voor dit gebiedstype iets langere afstanden worden afgelegd zijn de privéauto en de zelfrijdende taxi aantrekkelijke alternatieven voor fietsen en lopen; het aandeel neemt daardoor ook toe. Deze modaliteiten nemen, met name voor de Level 5 scenario's, ook aandeel weg van trein, bus, tram en metro. Het aantal voertuigkilometers en voertuigverliesuren neemt in dit gebiedstype toe ten opzichte van de referentiesituatie (2040 Hoog), met name in de Level 5 scenario's. De negatieve effecten van de toename zijn echter kleiner dan in metropolitaan centrum stedelijk gebied, omdat de bevolkingsdichtheidsgraad kleiner is. Bij de twee Level 3/4 scenario's is een kleinere toename in voertuigkilometers en voertuigverliesuren zichtbaar.

### Kansen

- Uitrol van pilots ten behoeve van first- en last-mile vervoer van en naar centra en/of knooppunten of alternatieven voor gedurende daluren (in plaats van niet-rendabele buslijnen).
- Verbeteren van de langzaam verkeer en OV-verbindingen en faciliteiten, en stimuleren van het gebruik ervan.
- Mogelijkheden voor hergebruik van huidige (lang)parkeerfaciliteiten in met name de Level 5 scenario's.

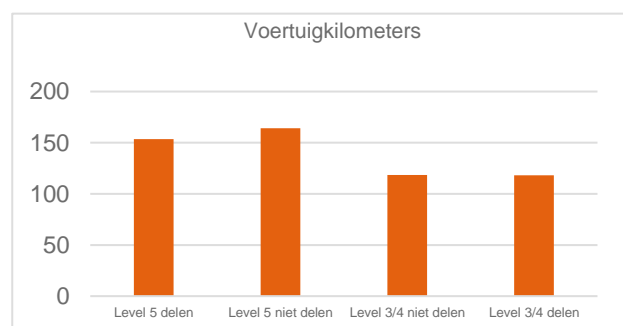
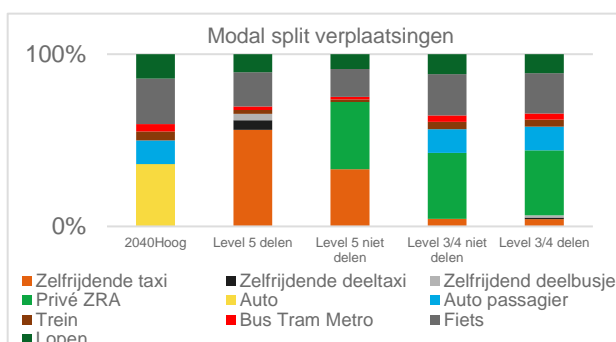
### Bedreigingen

- Verdringingseffecten van andere modaliteiten door de introductie van zelfrijdende voertuigen waardoor een hoge belasting van het wegennetwerk optreedt in alle scenario's. Dit geldt met name in en rondom centra en knooppunten. Er is behoefte aan het reguleren van de toegang van zelfrijdende voertuigen in en rondom knooppunten en centra.
- Overbelasting kort parkeren faciliteiten rondom knooppunten (bijvoorbeeld stations).

## 4.2.3 Stedelijk woon-werk gebied

### Stedelijk woon-werk gebied (gebiedstype 3)

De typering geldt bijvoorbeeld voor: Enkhuizen, Heerhugowaard, IJmuiden en Bussum



- Het aandeel fietsen en lopen neemt matig af voor de Level 3/4 scenario's en in grotere mate voor de Level 5 scenario's (met name Level 5-niet delen).
- Het aandeel bus, tram, metro en trein blijft ongeveer gelijk in de Level 3/4 scenario's en neemt af in de Level 5 scenario's.
- Er is een toename van voertuigkilometers in alle scenario's ten opzichte van referentiesituatie, waarbij de grootste stijging optreedt in de L5 scenario's.
- Er treedt een stijging op in voertuigverliesuren in alle scenario's ten opzichte van referentiesituatie,



- Het autogebruik neemt toe. Het gebruik van de huidige privéauto circa 35% in de referentiesituatie en dit wordt vervangen door de zelfrijdende (deel)auto. Hierbij is het aandeel van de zelfrijdende taxi veel hoger in de Level 5 scenario's (maximaal bij Level 5 delen) dan in de Level 3/4 scenario's. Het aandeel van de zelfrijdende privéauto is aanzienlijk in de Level 3/4 scenario's en de Level 5 niet-delen scenario's.
- De zelfrijdende deeltaxi en -busje zijn alleen van toepassing in de delen scenario's waarbij het aandeel in de Level 3/4 delen scenario bijna verwaarloosbaar is.
- Het aandeel autopassagiers blijft vrijwel gelijk in de Level 3/4 scenario's.

ondanks een veronderstelde stijging van de capaciteit van het wegennetwerk als gevolg van coöperatief rijden. De stijging is in de Level 3/4 scenario's echter zeer beperkt.

- De toename in voertuigkilometers is minder dan in het centrumstedelijk gebied en substantieel minder dan in het metropolitaan centrumstedelijk gebied.

### Algemeen beeld

De zelfrijdende privéauto en de zelfrijdende taxi hebben in stedelijk woon-werk gebied nog een groter aandeel in de modal split dan in (metropolitaan) centrumstedelijk gebied. Dit gaat met name ten koste van de huidige privéauto en is in mindere mate ook toe te schrijven aan de afname van het aandeel fietsen, lopen, bus, tram, metro en trein. Dit gebiedstype is het meest voorkomende in Noord-Holland (qua aantal bewoners), en de modal split in dit gebied lijkt dan ook het meest op de modal split voor de hele provincie. Ook in dit gebiedstype neemt het aantal voertuigkilometers en voertuigverliesuren toe. De toename in voertuigverliesuren is het sterkst in Level 5 niet delen.

### Kansen

- Uitrol van pilots ten behoeve van first- en last-mile vervoer van en naar centra en/of knooppunten of alternatieven voor gedurende daluren (in plaats van niet-rendabele buslijnen).
- Verbeteren van de langzaam verkeer verbindingen en faciliteiten.

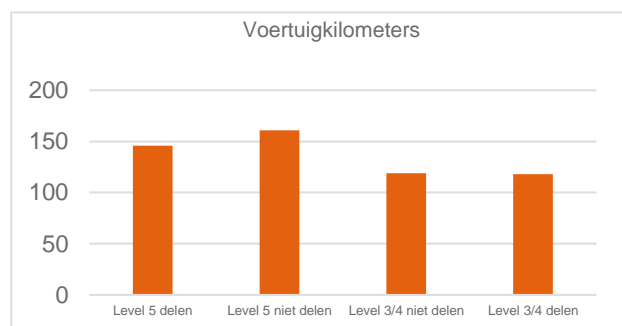
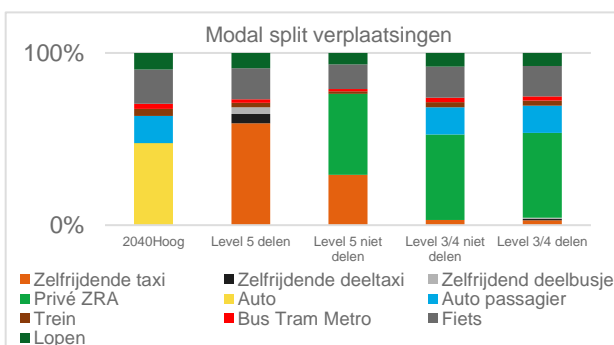
### Bedreigingen

- Verdringingseffecten van andere modaliteiten door de introductie van zelfrijdende voertuigen waardoor een hoge belasting van het wegennetwerk optreedt voor de Level 5 scenario's. Dit geldt met name in en rondom centra en knooppunten. Er is behoefte aan het reguleren van de toegang van zelfrijdende voertuigen in en rondom knooppunten en centra (eventueel gedurende specifieke dagdelen).

## 4.2.4 Landelijk wonen en recreëren

### Landelijk wonen en recreëren (gebiedstype 4)

De typering geldt bijvoorbeeld voor: Lutjebroek, Ankeveen en Callantsoog



- Het aandeel van fietsen en lopen neemt marginaal af voor de Level 3/4 scenario's en de Level 5 delen scenario, en in grotere mate voor het Level 5 niet-delen scenario.
- Het aandeel van bus, tram, metro en trein neemt marginaal af voor de Level 3/4 scenario's en de
- Er is een toename van voertuigkilometers in alle scenario's ten opzichte van referentiesituatie, waarbij de grootste stijging optreedt in de L5 scenario's.
- Er zal een stijging van voertuigverliesuren optreden in het Level 5 niet delen scenario ten

Level 5 delen scenario, en in grotere mate voor het Level 5 niet-delen scenario.

- Het gebruik van de huidige privéauto is substantieel in de referentiesituatie en dit wordt voor een groot deel overgenomen door de zelfrijdende privéauto in de Level 3/4 scenario's, met een marginaal aandeel voor de zelfrijdende taxi. In het Level 5 niet-delen scenario is er meer balans tussen de verdeling van zelfrijdende deeltaxi en -privéauto, waarbij zij samen verantwoordelijk zijn voor het grootste deel van de totale modal split van verplaatsingen.
- De zelfrijdende deeltaxi en -busje zijn alleen van toepassing in de delen scenario's waarbij het aandeel in de Level 3/4 delen scenario bijna verwaarloosbaar is.

opzichte van referentiesituatie, ondanks een veronderstelde stijging van de capaciteit van het wegennetwerk als gevolg van coöperatief rijden. In de overige scenario's betekent de verwachte toename van de capaciteit in combinatie met de beperkte groei van het aantal voertuigkilometers dat het aantal voertuigverliesuren afneemt.

- De toename in voertuigkilometers is vergelijkbaar met het stedelijk woon-werk gebied en daarmee substantieel minder dan het metropolitaan centrumstedelijk gebied.

### Algemeen beeld

Het aandeel van de privéauto en de zelfrijdende taxi is in dit gebiedstype groot. Bij Level 5-niet delen neemt in dit gebiedstype het aantal voertuigverliesuren toe. Bij de overige scenario's neemt het aantal voertuigverliesuren licht af.

### Kansen

- Door toegankelijker bereikbaarheidsalternatieven (als gevolg van de introductie van zelfrijdende voertuigen) is een betere en langdurigere betrokkenheid in de maatschappij te faciliteren voor bepaalde doelgroepen, waaronder ouderen en minder validen (bijvoorbeeld doordat ouderen langer thuis kunnen blijven wonen).
- Herziening van de financieringsopties voor vervoer van speciale doelgroepen, waarbij mogelijkheden zijn voor het bundelen van budgetten (bijvoorbeeld PGB-vervoer).
- Hernieuwing en/of aanpassing van het OV-systeem, waarbij huidige niet-rendabele OV-trajecten (bijvoorbeeld buslijnen) vervangen kunnen worden door zelfrijdende deelconcepten;
- Uitrol van pilots met zelfrijdende deelconcepten

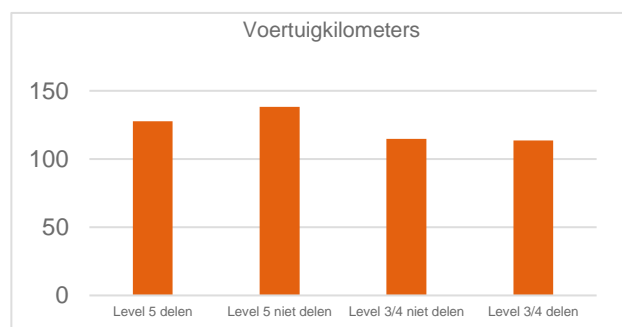
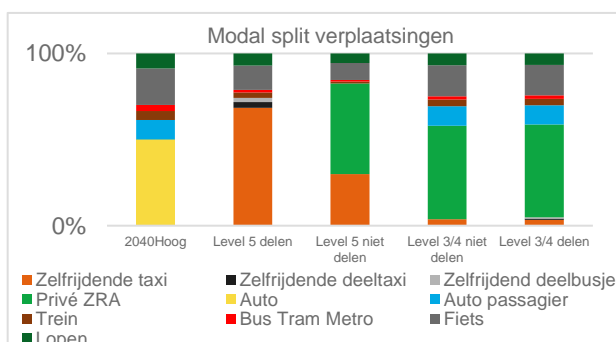
### Bedreigingen

- Hoge belasting van het wegennetwerk voor het Level 5-niet delen scenario, waarbij capaciteitsproblemen ontstaan op huidige en/of toekomstige knelpunten (bijvoorbeeld op de N9).
- Doordat landelijke gebieden beter bereikbaar worden door de komst van zelfrijdende voertuigen en een prettig woongebied vormen bestaat de kans dat een deel van de bevolking (met name vermogenden) naar aantrekkelijke landelijke gebieden kan trekken (bijvoorbeeld rondom de duinen of 't Gooi), terwijl overige gebieden te maken krijgen met ontvolking.

## 4.2.5 Hubs en mainports

### Hubs en Mainports (gebiedstype 5)

Locaties: Schiphol, Haven van Amsterdam, Greenport Aalsmeer & Noord Holland Noord en TataSteel



- De modal split is een gemiddelde voor alle beschouwde hubs. Er zullen echter duidelijke verschillen zijn tussen de verschillende type hubs, denk aan Schiphol met een veel hoger aandeel

- Er is een toename van voertuigkilometers in alle scenario's ten opzichte van referentiesituatie, waarbij de grootste stijging optreedt in de Level 5 scenario's (en maatgevend voor L5 niet-delen).

personenvervoer ten opzichte van de overige hubs. In het algemeen geldt dat voor de hubs de zelfrijdende taxi en/of de privé zelfrijdende auto een hoog aandeel hebben, vergelijkbaar met het gebiedstype landelijk wonen en recreëren.

- Door de komst van de zelfrijdende voertuigen neemt het aandeel van regulier OV wat af, evenals de aandelen fietsen en lopen.

- Naar verwachting zal een daling van het aantal voertuigverliesuren optreden in alle scenario's ten opzichte van referentiesituatie, dankzij een veronderstelde stijging van de capaciteit van het wegennetwerk als gevolg van coöperatief rijden.
- De toename in voertuigkilometers is kleiner dan in de overige deelgebieden.

### Algemeen beeld

Het aandeel van de privé (vracht)auto en de zelfrijdende taxi is in dit gebiedstype groot. In dit gebiedstype neemt het aantal voertuigkilometers licht toe, maar door de capaciteitstoename neemt echter het aantal voertuigverliesuren in alle scenario's (licht) af.

#### Kansen

- Ruimtelijke spreiding K+R-faciliteiten op Schiphol met kans voor uitrol business case (bijvoorbeeld "premium service" = dichtbij terminal parkeren, terwijl "basic service" = op afstand parkeren).
- Uitrol passagier vervoer-pilots op Schiphol met zelfrijdende voertuigen voor last-mile vervoer van/naar terminal (bijvoorbeeld voor de "basic service" K+R-afnemers).
- Mogelijkheid voor de uitrol van logistieke vervoer concepten, c.q. pilots, voor vrachtvervoer met zelfrijdende voertuigen tussen Greenport en Schiphol Rijk (bijvoorbeeld een ongestoorde logistieke verbinding op exclusieve infrastructuur), West-as en/of Zuid-as Dok logistiek centrum

#### Bedreigingen

- Bereikbaarheidsopgave voor Schiphol door een hoog verkeersaanbod naar terminal als gevolg van uitrol zelfrijdende voertuigen (taxi's) voor met name K+R.
- Opgave voor overige hubs ten aanzien van assetmanagement door een mogelijke toename van schade aan de infrastructuur (op de belangrijkste vrachtcorridors bijvoorbeeld) als gevolg van een toename in verkeersintensiteit van vrachtvervoer (mogelijk ook rijspoorvorming door platooning).

## 4.3 Conclusies

De resultaten van de voorgaande analyse laat zien dat er grote veranderingen in de vervoerwijzekeuze kunnen plaatsvinden door de introductie van zelfrijdende voertuigen, met name voor de Level 5 scenario's. Dit heeft aanzienlijke gevolgen voor mobiliteit. De doorvertaling van de mobiliteitsimpact naar de impact op (openbare) ruimte, economie en sociale beleidsaspecten laat vervolgens respectievelijk een neutraal, licht negatief en licht positief beeld zien. Hieronder worden de belangrijkste conclusies van dit hoofdstuk samengevat.

### 4.3.1 Bereikbaarheid

In alle scenario's is sprake van een **hoger aantal voertuigkilometers wat voor met name de stedelijke gebieden een negatieve impact heeft op de doorstroming, terwijl het kansen biedt in landelijk gebied**. In elk scenario blijkt het aantal voertuigkilometers sterk toe te nemen, wat veelal niet gecompenseerd wordt door de veronderstelde (substantiële) verhoging van de capaciteit van het wegennetwerk (als gevolg van coöperatief rijden). Communicatie tussen voertuigen en tussen voertuigen en de infrastructuur wordt zeer belangrijk geacht voor capaciteitstoename van het wegennet. De capaciteit wordt vooral in de Level 5 scenario's verondersteld substantieel te stijgen, omdat alle voertuigen dan met elkaar en de infrastructuur communiceren. Bij de Level 3/4 scenario's is dit in mindere mate het geval en de capaciteit wordt daar verondersteld licht te stijgen. Vooral in het metropolitaan centrumstedelijk gebied neemt het aantal voertuigkilometers naar verwachting sterk toe in de Level 5 scenario's, waardoor er ook een sterke toename optreedt van het aantal voertuigverliesuren. De toename van voertuigverliesuren wordt kleiner naarmate de verstedelijkingsgraad lager is en er verder van het metropolitane centrumstedelijk gebied wordt gereisd. Voor het landelijk gebied is, met uitzondering van het Level 5-niet delen scenario, zelfs sprake van een lichte afname van voertuigverliesuren. In (metropolitaan) centrumstedelijk gebied is er daarnaast een verhoogde kans op conflicten tussen gemotoriseerd (en zelfrijdend) verkeer en langzaam verkeer

(fietsers, voetgangers). Het neemt ook meer toe dan in de andere gebiedstypes omdat het aantal voertuigkilometers hier sterkst stijgt.

#### 4.3.2 Verkeersveiligheid

In alle scenario's is sprake van meer voertuigkilometers. Normaalgesproken resulteert dat in een verhoogde blootstelling aan een ongevalskans en dus materiële en immateriële schade. Met name in stedelijke gebieden is er een verhoogde kans op interactie tussen snelverkeer (gemotoriseerde voertuigen) en langzaam verkeer. Het risico op een ongeval kan echter gecompenseerd en/of zelfs overtroffen worden als gevolg van technologische ontwikkelingen rondom zelfrijdende voertuigen, waarbij in de literatuur vrijwel altijd wordt uitgegaan van een substantiële daling van de kans op een ongeval. Door verbeteringen van de voertuigtechnologie en voertuigprestaties is de aanname dat het aantal eenzijdige ongevallen (van de weg raken) en het aantal kop-staartbotsingen zal afnemen. Het bovenstaande kan echter pas volledig gestaafd worden nadat er substantieel veel gereden is met zelfrijdende voertuigen op openbare wegen gedurende experimenten. Zodoende wordt geconcludeerd dat de introductie van zelfrijdende voertuigen een **neutrale tot positieve invloed heeft op de verkeersveiligheid**.

#### 4.3.3 Duurzaamheid en/of leefbaarheid

In alle scenario's is op basis van de gehanteerde uitgangspunten sprake van meer voertuigkilometers wat leidt tot meer uitstoot van CO<sub>2</sub> en schadelijke stoffen (onder andere fijnstof). Ook levert het een hogere geluidsbelasting op, waardoor aangenomen kan worden dat het een negatieve impact heeft op de leefbaarheid. Parallel aan de ontwikkeling van zelfrijdende voertuigen is het echter de verwachting dat voertuigen op steeds grotere schaal elektrisch (of op alternatieve brandstoffen) zullen rijden, waardoor de uitstoot van met name CO<sub>2</sub> en schadelijke stoffen (en in veel mindere mate geluid) verwacht wordt af te nemen. Op basis van het voorgaande is te concluderen dat bijvoorbeeld met andere uitgangspunten, zoals elektrificatie van zelfrijdende voertuigen en/of een circulair productieproces een verbeterend effect kan hebben, waardoor **een negatieve tot neutrale impact op de leefbaarheid en duurzaamheid te verwachten** is. 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 het aandeel van de 'gezonde modaliteiten' een aandachtspunt voor de volksgezondheid.

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

De bevolking krijgt door de introductie van zelfrijdende voertuigen en – deelconcepten goedkopere en mogelijk snellere en/of comfortabelere vervoersalternatieven tot haar beschikking, waardoor de toegankelijkheid tot vervoer vergroot wordt. In landelijke gebied bijvoorbeeld worden kansen gecreëerd voor een aantrekkelijk woongebied en meer maatschappelijke participatie van specifieke doelgroepen (ouderen en personen met een beperking).

Uit de impactanalyse blijkt dat de introductie van zelfrijdende voertuigen leidt tot een afname van het aandeel OV (huidig/conventioneel bus, tram, metro, trein) in alle scenario's. Verondersteld wordt dat deze ontwikkelingen vooral ten koste zullen gaan van de dunnere OV-lijnen en niet van de hoogfrequente en/of snelle OV-verbindingen. De deelconcepten zijn vooral bij de Level 5 scenario's aantrekkelijk, omdat ze zeer goedkoop zijn, terwijl deze nauwelijks gekozen worden in de Level 3/4 scenario's (verhoogde kosten omdat nog een chauffeur nodig is).

De Level 5 scenario's zullen daarnaast zowel positieve als negatieve consequenties hebben voor de beroepsbevolking. Zo is de kans groot dat beroepschauffeurs overbodig worden, als ook dat er afname plaatsvindt van de vraag naar auto gerelateerde (reparatie) beroepen. Daarentegen staat dat er andere (kennisintensieve) banen voor terug kunnen komen, zoals onder andere op het gebied van mapping, dataverwerking, data-analyse en (cyber)security.

Op basis van het voorgaande is te concluderen dat **zelfrijdende voertuigen neutraal tot positief bijdragen aan de sociale ontwikkeling**.

#### 4.3.5 Economische ontwikkeling

Voor de economische ontwikkeling moet onderscheid gemaakt worden tussen de bedrijfsvoering voor diverse overheden (op het niveau van het Rijk, Provincie en gemeenten) en de bredere economische impact op de maatschappij, als gevolg van de introductie van zelfrijdende voertuigen.

Voor het eerstgenoemde (bedrijfsvoering verscheidene overheden) geldt dat de provincie en gemeenten moeten anticiperen op lagere inkomsten uit opcenten en (lang)parkeren. Dit is het gevolg van respectievelijk een afname in het aantal benodigde voertuigen voor de delen scenario's, en doordat de behoefte aan lang parkeren substantieel afneemt in de Level 5 scenario's waar geen chauffeur benodigd is (verondersteld is dat parkeren op afstand goedkoper is dan parkeren nabij de bestemming). Daarnaast kunnen vlooteigenaren van gedeelde voertuigen (taxi's, deeltaxi's, gedeelde busjes) besluiten hun voertuigen in een andere provincie te registreren, waardoor een andere regulering toegepast moet worden om opcenten te kunnen innen. Ook zal door een toename in het aantal voertuigkilometers in alle scenario's meer schade ontstaan aan de infrastructuur, waardoor het onderhoud meerkosten met zich meebrengt voor de provincie. Tenslotte zal er ook geld beschikbaar moeten worden gesteld voor het omscholen van overbodige en/of in vraag afnemende beroepen, waaronder beroepschauffeurs en rij scholen. Voor de provinciale bedrijfsvoering geldt dat, zonder enige vorm van regulering, de introductie van zelfrijdende voertuigen een **neutrale tot negatieve bijdrage zal hebben aan de economische ontwikkeling van de Provincie**.

Voor de bredere economische impact op de maatschappij geldt dat de mobiliteit toeneemt en daarmee meer banen bereikbaar worden voor meer mensen. Hoewel het drukker wordt door een toename van het aantal voertuigkilometers en aantal voertuigverliesuren blijven economische kerngebieden bereikbaar door het ter beschikking hebben van meerdere alternatieven. Er liggen kansen voor een verbetering van de bereikbaarheid voor hubs en mainports door onder andere de uitrol van nieuwe logistieke concepten. Ook zal er door de toename van de onderhoudsvraag van infrastructuur meer uitgegeven moeten worden richting aannemers. Ten slotte zal er ook er uitwisseling plaatsvinden tussen het verdwijnen en ontstaan van banen en markten, waarvan niet duidelijk is wat de netto economische impact zal zijn. Om een gedegen inzicht te verkrijgen in het nettoresultaat van de economische impact op de maatschappij zal er uitgebreid aanvullend onderzoek moet plaatsvinden naar de maatschappelijke kosten en baten als gevolg van de introductie van zelfrijdende voertuigen.

Op basis van het voorgaande is slechts in beperkte mate een voorspelling te doen op de brede economische impact voor de maatschappij. Aangenomen wordt dat het nettoresultaat van de introductie van zelfrijdende voertuigen **neutraal bijdraagt aan de ontwikkeling van de provincie**.

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

Voor dit onderzoek zijn ruimtelijke ontwikkelingen als input meegenomen in de Quick Scan tool. De ontwikkelingen zijn bepaald aan de hand van een tweetal voorgaande studies (KiM-scenario's en Ontwikkelingsbeeld Mobiliteit 2050 de PNH) en de uitkomsten van de scenarioworkshop met de PNH en de Vervoerregio. Voor de ruimtelijke ontwikkeling is onderscheid gemaakt naar ruimtelijke spreiding van de bevolking en functioneel ruimtegebruik.

Voor de ruimtelijke spreiding is de verwachting dat zelfrijdende voertuigen een beperkte impact uitoefenen, omdat bevolkings spreiding ook afhankelijk is van overige factoren, waaronder het voorzieningenniveau (activiteiten en werkgelegenheid) in de regio. Verwacht wordt dat een klein deel van de bevolking zich elders vestigt. Door de verbeterde bereikbaarheid (als gevolg van goedkopere vervoeralternatieven) kan enerzijds een trek plaatsvinden naar de stedelijke gebieden, terwijl anderen mogelijk de voorkeur geven aan een aantrekkelijk woonlocatie in het landelijk gebied (reistijd wordt werktijd, met meer comfort meer voorzieningen bereikbaar).

Op het gebied van functioneel ruimtegebruik is te verwachten dat zelfrijdende voertuigen een grote invloed gaan hebben, met name voor de level 5 scenario's waarin geen chauffeurs benodigd zijn, en waar bovendien ook het aantal benodigde voertuigen sterk afneemt (Level 5 delen scenario). De (lang)parkeerbehoefte neemt sterk af voor deze scenario's en de behoefte aan K+R-plekken en instap- en afzetstroken neemt juist sterk toe. Het gevolg is een ruimtelijke herinrichting van overbodige parkeerfaciliteiten en uitbreiding van benodigde K+R-faciliteiten in stedelijke gebieden en in en rondom knooppunten, wat een impact heeft op de leefbaarheid van het gebied.

**De impact op** de bijdrage aan **de ruimtelijke ontwikkeling wordt als neutraal beoordeeld**. De geschetste ontwikkelingen hebben immers zowel positieve als negatieve gevolgen voor stedelijke en landelijke gebieden, waarbij het nettoresultaat niet is vast te stellen op basis van de Quick scan analyse zoals binnen deze studie uitgevoerd.

De kwantitatieve uitkomsten van de Quick Scan tool geven inzicht in de kansen en bedreigingen voor elk van de gebiedstypen. Zoals aangegeven betreft het hier nog een beleidsarme doorrekening. Interventies zijn noodzakelijk om enerzijds positieve impact en/of kansen te verzilveren (een extra boost te geven) en anderzijds negatieve impact en/of bedreigingen te mitigeren. De beleidsdoelen bieden houvast voor de definitie van beide soorten interventies (faciliterend of mitigerend) De interventies zijn nader uitgewerkt in hoofdstuk 5.

#### 4.3.7 Transitiefase

Voor de transitiefase geldt dat een adaptief beleid nodig zal zijn om in te kunnen springen op veranderingen. Er zal nog sprake is van gemengd verkeer ('slimme' en 'domme' voertuigen) en 'slimme' voertuigen kunnen nog niet alles (zelf) waarnemen, waardoor interactie met de infrastructuur en wegkantssystemen noodzakelijk is. In de transitiefase zullen relatief meer ongevallen met betrokkenheid van zelfrijdende voertuigen plaatsvinden, welke te wijten zijn aan de nog niet volledig uitontwikkelde technologie. Dit vraagt om een beheerste transitiestrategie (onder andere toelating, communicatie). In de strategie moet het eindbeeld steeds voorop staan, waarbij zelfrijdende voertuigen uiteindelijk 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.

## 5 IMPACTANALYSE (BELEIDSRIJK)

Op basis van de resultaten van de beleidsarme impactanalyse uit hoofdstuk 4 is bepaald welke interventies de PNH en de Vervoerregio kunnen plegen. 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.

Een selectie van deze interventies is doorgerkend met de Quick Scan tool om inzichten te krijgen in het effect van (combinaties van) interventies, de zogeheten beleidsrijke impactanalyse.

Paragraaf 5.1 schetst een overzicht van de interventies die de PNH en de Vervoerregio kunnen plegen. Hierbij is onderscheid gemaakt naar drie typen:

- Generieke interventies;
- Specifieke interventies;
- Aandachtspunten.

Het resultaat van paragraaf 5.1 is een overzicht van interventies vanuit het invloedgebied van de PNH en de Vervoerregio in hun rol als wegbeheerder en als concessieverlener.

Een beperkt aantal interventies blijken geschikt om door te rekenen met de Quick Scan tool. In paragraaf 5.2 wordt de impact van deze selectie aan interventies gepresenteerd (beleidsrijk). Hierbij worden de resultaten afgezet tegen de situatie waarin geen interventies zijn toegepast (beleidsarm).

Tenslotte worden de conclusies besproken in paragraaf 5.3. De conclusies geven een overzicht van de belangrijkste interventies die de PNH en de Vervoerregio kunnen plegen vanuit het perspectief van de wegbeheerder en vanuit het perspectief van OV-concessieverlener. Daarnaast biedt het inzicht in de effectiviteit van interventies om ongewenste gevolgen van zelfrijdende voertuigen te beperken in de gebiedstypen.

### 5.1 Bepalen mogelijke interventies

Uit de impactanalyse (beleidsarm) komt naar voren dat de introductie van zelfrijdende voertuigen een sterke impact heeft op de vervoerwijze keuze van mensen doordat het een aantrekkelijk vervoersalternatief vormt voor de huidig beschikbare modaliteiten. Dit heeft zowel positieve als negatieve gevolgen, waarbij een aantal noodzakelijke en gewenste interventies nodig zijn om de negatieve effecten van zelfrijdende voertuigen te voorkomen of te beperken. Hieronder is door experts van Arcadis een lijst met mogelijke (categorieën van) interventies opgesteld die in het invloedssfeer liggen van de PNH en de Vervoerregio:

- Provinciale ruimtelijke verordening;
- Wegenverordening over aansluitingen op provinciale wegen;
- Onderhoud bestaande infrastructuur en aanleg nieuwe verbindingen;
- Financiële bijdrage projecten uit Provinciefonds aan gemeenten;
- Verkeersmanagement, reisinformatie, techniek;
- OV-concessieverlening;
- Opcenten;
- Subsidierегeling voor burgers, bedrijven en organisaties;
- Prioriteren doelgroepen;
- Provincie/de Vervoerregio als werkgever;
- Publiekscampagne en marketing;
- Partnerships/allianties met bedrijven en maatschappelijke organisaties;

In onderstaande worden de interventies nader toegelicht.

### 5.1.1 Generieke interventies

In deze paragraaf wordt ingegaan op de 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 (geschikt maken) op de introductie van zelfrijdende voertuigen.

In diverse (inter)nationale studies<sup>15</sup> <sup>16</sup> naar de mate waarop landen zijn voorbereid op de komst van autonome voertuigen, scoort Nederland hoog. Eén van de redenen hiervoor is de goede staat waarin de Nederlandse infrastructuur zich bevindt. Voordat wij ingaan op interventies is het van belang te benadrukken dat het handhaven van het huidige (hoge) niveau van de kwaliteit van de wegen (het assetmanagement) een wezenlijke bijdrage levert aan het functioneren van (nieuwe) rijtaakondersteunende systemen (Level 3/4) en volledig zelfrijdende voertuigen (Level 5).

We concluderen dat het verkeer en vervoerssysteem, op weg naar de Level 5 scenario's, op de lange termijn structureel anders zal zijn dan de wijze waarop dit nu georganiseerd is. Zo zal de scheiding tussen collectieve vervoerssystemen (het huidig openbaar vervoer) en andere vervoersvormen vervagen en zullen gemengde, mogelijk grotendeels (private) deelsystemen ontstaan. De druk op het wegennet in het metropolitaan en centrumstedelijk gebied maken dat, mede vanwege noodzakelijke interventies, vaker dan in de huidige situatie gebruik wordt gemaakt van meerdere modaliteiten.

Er zal verandering moeten optreden in het bewustzijn van alle geledingen binnen de PNH en de Vervoerregio die betrokken zijn bij lange termijn beleidsontwikkeling en (lange termijn) investeringen op het gebied van mobiliteit, ruimtelijke ordening en economie.

Een belangrijke eerste stap is de ontwikkeling van een integrale netwerkvisie voor verkeer- en vervoersverbindingen (vervoersrelaties) binnen het netwerk van wegen, spoor, bus en transferpunten. Hierin ontstaat ruimte voor de uitrol van alternatieve (of gecombineerde) vervoersconcepten of juist de opheffing van huidige niet rendabele vervoersconcepten, bijvoorbeeld (dunne) OV-verbindingen in dunbevolkte gebieden (onder andere spoor en/of busverbindingen boven de lijn Alkmaar-Hoorn). De PNH en de vervoerregio trekken hierin samen op. Middels een brede ruimtelijke en sociaaleconomische impactanalyse kan inzicht verkregen worden in waar kansen liggen voor de uitrol en/of opheffing van vervoersalternatieven en passende gerichte interventies te treffen. Het voorgaande betekent automatisch ook dat er een herziening moet plaatsvinden van de huidige OV-concessie, en de subsidieverlening voor de OV-concessie en/of Provinciefonds grondslagen ten behoeve van gerichte subsidieverlening voor (nieuwe) vervoersconcepten. Daarnaast is, gezien de uitkomst van de beleidsarme impactanalyse waarin een sterke stijging van het aantal voertuigverliesuren optreedt in met name stedelijke gebieden, het belangrijk om binnen deze netwerkvisie aandacht te geven aan de ontwikkeling van eisen t.a.v. prioritering en toelating van (type/categorieën) voertuigen.

Een andere interventie is de ontwikkeling van toetsingskaders/ robuustheidscheck om te controleren of de lopende infrastructuurinvesteringen van zowel de PNH als de Vervoerregio in lijn liggen met toekomstig gebruik en/of ontwikkeling, zodat voorkomen wordt dat er onnodig geld wordt verspild op de korte en middellange termijn. Hierbij dient, in samenspraak met kennisinstututen, te worden bepaald welke impact de transitie naar autonome voertuigen (in diverse vormen zoals privévoertuigen, maar ook zeker goederenvervoer en road-trains/platooning) heeft op de eisen die gesteld wordt aan het infrastructuur ontwerp. Denk hierbij enerzijds aan kansen vanwege de verminderde noodzaak om tolerantie in acht te nemen vanwege menselijk falen (bijvoorbeeld smallere rijstroken) en anderzijds hoe een en ander doorwerkt in met name het volume van het vrachtverkeer op het wegennet en daarmee de degeneratie van assets.

Vanuit een ruimtelijke perspectief kunnen de PNH en de Vervoerregio (gemeente) ook de adaptiviteit toetsen van ontwikkelingen en ruimtelijke plannen voor bijvoorbeeld het herbestemmen van vrijgekomen functies en creëren van nieuwe gewenste toepassingsmogelijkheden. Uit de beleidsarme impactanalyse is immers naar voren gekomen dat de behoefte aan (lang) parkeerfaciliteiten in steden drastisch afneemt en de behoefte aan K+R toeneemt voor met name de situaties waarin vervoersconcepten worden gedeeld.

De toename van het verkeersaanbod heeft naast de bovengenoemde degeneratie naar verwachting ook invloed op de assetmanagement strategie en asset operations. Als gevolg van een toename in

<sup>15</sup> KPMG Autonomous Vehicles Readiness Index, January 2018.

<sup>16</sup> Ronald Berger Automotive Disruption Radar – Issue #2, September 2017.



verkeersintensiteit over de gehele dag neemt het aantal verkeersluwe (en werkbare) uren af, waardoor het onderhoud in sterkere mate in de late avond- en nachturen moet plaatsvinden. Op dit moment is nog niet te overzien welke invloed dit heeft op de (totale) kosten voor assetmanagement. Met betrekking tot beheer en onderhoud bieden zelfrijdende voertuigen ook kansen, bijvoorbeeld een afname van schade door toedoen van een vermindering van eenzijdige ongevallen (van de weg geraken) en zelfrijdende voertuigen die verkeersmaatregelen (afzettingen) kunnen plaatsen. Jaarlijks vinden nog diverse ongevallen plaats waarbij wegwerkers gewond raken door aanrijdingen.

Het huidige verkeersmanagement bestaat uit incident management en verkeersmanagement. De grootste verschuiving wordt verwacht op het gebied van verkeersmanagement. Met de verdere uitrol van connected/coöperatieve voertuigen en ontwikkelingen op het gebied van verkeersverwachtingen vervalt de noodzaak om vanuit de wegbeheerdersrol verkeers- en routeadvies te vertrekken. De wegbeheerder, blijft een belangrijke rol houden voor vlotte en veilige afwikkeling van het verkeer bij kruispunten (in lijn met de regelstrategie/beleidsprioriteiten).

In een stedelijke omgeving met enerzijds dichte bebouwing (en daarmee geen vrije zichtlijnen voor de sensoren op het voertuig) en anderzijds de aanwezigheid van fietsers en voetgangers is de interactie met (verkeers)managementsystemen langs de weg noodzakelijk voor een succesvolle (en veilige) introductie van zelfrijdende voertuigen. Dit is beschouwd als een randvoorwaarde (en is derhalve niet uitgewerkt als een interventie). Systemen als camera's en andere detectoren langs de weg kunnen fietsers, voetgangers en andere voertuigen detecteren en communiceren met de (connected/coöperatieve) zelfrijdende voertuigen. Geadviseerd wordt dit nader uit te werken binnen het Smart Mobility programma van de Provincie (en de Vervoerregio).

De verkeersgroei in beide Level 5 scenario's voor het metropolitaan en centrumstedelijk gebied laten zien dat de toename niet geacommodeerd kan worden. Zeker op de momenten waarop de verkeersvraag het grootste is, dienen keuzes gemaakt te worden. Hier dient verkeersmanagement eveneens te bewegen richting toelating (selectiviteit management) en prioritering van stromen en/of doelgroepen op zowel netwerk- als kruispunt niveau naar tijd en plaats.

De PNH en de Vervoerregio kunnen daarnaast gezamenlijk een belangrijke rol spelen bij een soepele en geleidelijke introductie van zelfrijdende voertuigen. Voorbeeld zijn pilots en publiekcampagnes om zo de bevolking te stimuleren. Educatie over de interactie en gebruik van zelfrijdende voertuigen en deelconcepten is essentieel voor de acceptatie door de inwoners.

Op relatief korte termijn kan ervaring worden opgedaan met zelfrijdend vervoersconcepten als aanvulling op bestaande (openbaar vervoer) verbindingen. Hierbij kan gedacht worden aan het toelaten van (gedeelde) zelfrijdende voertuigen op bestaande busbanen buiten de bebouwde kom (dit vanwege de afwezigheid van fietsers, voetgangers en overige weggebruikers) en first- en last-mile pilots voor de verbetering van verbinding tussen (trein)stations en bedrijventerreinen in de daluren op bedrijventerreinen zoals bijvoorbeeld de Waarderpolder Haarlem, Zandhorst Heerhugowaard, Hoofddorp-Schiphol). Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de experimenteerruimte in concessies.

Als werkgever en opdrachtgever kunnen de PNH en de Vervoerregio ook voorsorteren op ontwikkelingen door:

- Zelf het goede voorbeeld te geven: stimuleren van gebruik gedeelde voertuigen en OV voor woon-werk vervoer, reizen buiten spitsen, regulering beschikbare (parkeer)ruimte op werklocaties en kansen bieden voor toepassing van zelfrijdende (werk)voertuigen door haar opdrachtnemers;
- Het omscholen/bijtscholen van overbodig personeel ten gevolge van zelfrijdende voertuigen, door bijvoorbeeld eisen te stellen aan de herinzetbaarheid van personeel in de volgende OV-concessie en/of leeftijdseisen te stellen aan de chauffeurspopulatie (bewuste oververtegenwoordiging van 45+).
- Het bundelen van budgetten en de vervoersvraag voor (semi-)overheid gefinancierde vervoersvormen (onder andere WMO) ten behoeve van vraag gestuurde vervoersconcessie (met ruimte voor autonome deelconcepten).

Ten slotte kan de PNH en de Vervoerregio ook partnerships en allianties vormen met overige publieke (en private) instanties met het doel om meer zeggenschap/ verantwoordelijkheidsuitbreiding te realiseren. Hiermee kan vervolgens meer sturing gegeven worden aan de mate van regulering van (zelfrijdende) voertuigen.

In Tabel 7 is een overzicht opgenomen van de generieke acties en gerichte interventies. Voor elke interventie zijn een tweetal zaken benoemd, namelijk het aanbevolen tijdstermijn waarop de interventie uitgezet dient te worden, en de relatie tot de beleidsdoelen waarop de interventie betrekking heeft.

Voor de tijdsindicatie is onderscheid gemaakt naar de korte termijn (KT) tot circa 2021, de middellange termijn (MLT), van 2021 tot 2030, en de lange termijn (LT), ná 2030. Voor het benoemen van de relatie tussen de interventie en het beleidsdoel is gebruik gemaakt van een letteraanduiding in de kolommen. De letters refereren naar de beleidsdoelen van de PNH en de Vervoerregio. De letteraanduiding wordt nader toegelicht in de legenda van onderstaande tabellen.

Het volledig uitgeschreven overzicht van interventies is opgenomen in Bijlage H.

*Tabel 7: Overzicht van generieke interventies die toepasbaar zijn voor alle gebiedstypen en alle scenario's, tenzij expliciet anders benoemd. Legenda: Bereikbaarheid = B; Economische ontwikkeling = E, Leefbaarheid/Duurzaamheid = L, Ruimtelijke ontwikkeling = R Sociale ontwikkeling = S; Veerkracht = V*

Generieke interventies	KT	MLT	LT
Ontwikkeling integrale Verkeer en Vervoer visie	B, E, L		
Provinciale Ruimtelijke Verordening – toetsing ontwikkelingen en ruimtelijke plannen	R		
Controle op toekomstvastheid lopende infrastructuur investeringen	E		
Onderhoud bestaande infrastructuur en aanleg nieuwe verbindingen – herziening assetmanagement strategie		E, V	
Pilots, publiekscampagne en marketing - educatie en stimuleren zelfrijdende voertuigen		B, R, V	
De PNH/de Vervoerregio als werkgever en opdrachtgever	E, S, R		
Partnerships/allianties met bedrijven en maatschappelijke organisaties – verantwoordelijkheidsuitbreiding.	B		

### 5.1.2 Aandachtspunten

In deze paragraaf wordt ingegaan op het aandachtspunt om zaken te bereiken die nu wellicht 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.

We concluderen dat met de introductie van zelfrijdende deelsystemen er een verandering kan optreden in financiële inkomsten uit voertuigbelastingen voor de PNH en de Vervoerregio. In de situatie waarin voertuigen gedeeld worden:

- Daalt namelijk het totaal aantal voertuigen en daarmee de omvang van de motorrijtuigenbelasting, en opcenten;
- Daalt (mate waarin is afhankelijk van het scenario) het aantal voertuigen in privébezit (en daarmee hard gekoppeld aan de woonplaats van de eigenaar);
- Kunnen vlooteigenaren hun voertuigen elders (andere provincie of land) registreren, waardoor geen opcenten geïnt kunnen worden in de provincie waar het voertuig actief is;
- Rijden privé voertuigen aanzienlijk minder kilometers dan voertuigen van een vloot operator (al dan niet voor shared ritten).

Een belangrijke interventie bij is de bewustwording van deze verandering en het anticiperen op deze ontwikkeling door bekostiging van de provinciale overheid in zijn algemeenheid te herzien.

In het verkeer- en vervoersbeleid zijn doelstellingen opgenomen met betrekking tot verkeersveiligheid. De literatuur gaat uit van een positief effect op de verkeersveiligheid en hiermee vervalt de noodzaak voor financiering van publiekscampagnes gericht op (bijvoorbeeld) alcohol- en drugs- en smartphone gebruik in het verkeer. Met de komst van zelfrijdende voertuigen geldt dat de verkeersveiligheid voor inzittenden van zelfrijdende voertuigen en de voetgangers/ fietsers afhankelijk is van de kwaliteit van de software(updates). Dit vraagt echter wel een goede dialoog tussen wegbeheerders en toelatingsinstantie (RDW) ten aanzien van ethische en juridische keuzes omtrent verkeersveiligheid bij de uitrol en het gebruik van zelfrijdende voertuigen.

In Tabel 8 is een overzicht opgenomen van de aandachtspunten. Het volledig uitgeschreven overzicht van interventies is opgenomen in Bijlage H.

Tabel 8: Overzicht van aandachtspunten, die benodigd zijn als voorbereiding op zelfrijdende voertuigen. Legenda: Bereikbaarheid = B; Economische ontwikkeling = E, Leefbaarheid/Duurzaamheid = L, Ruimtelijke ontwikkeling = R Sociale ontwikkeling = S; Verkeersveiligheid = V

Aandachtspunten	KT	MLT	LT
Opcenten- herziening beleid	E,B		
Verkeersveiligheid		V	V

### 5.1.3 Specifieke interventies

In Tabel 9, Tabel 10, Tabel 11 en Tabel 12 is een overzicht opgenomen van de specifieke interventies per gebiedstype voor de situatie in Noord-Holland. Hierbij is het gebiedstype centrumstedelijk en het stedelijk woon-werk gebied onder één tabel samengebracht vanwege de hoge mate van overeenkomsten in interventies. In Bijlage H is een overzicht van de specifieke interventies voor deze gebieden beschreven.

Het overzicht van specifieke interventies zijn de belangrijkste interventies per gebiedstype, welke veelal van **mitigerende** aard zijn, dat wil zeggen met als hoofddoel hebben het adresseren van de (ongewenste/ negatieve) gevolgen van zelfrijdende voertuigen ten aanzien van de beleidsdoelstellingen van de PNH en de Vervoerregio.

#### Metropolitaan Centrumstedelijk gebied

Voor het metropolitaan centrumstedelijk gebied is geconcludeerd dat de introductie van zelfrijdende voertuigen leidt tot een sterke verslechtering van de bereikbaarheid als gevolg van een extreme toename in voertuigverliesuren, waardoor ook negatieve consequenties ontstaan voor economische ontwikkeling en leefbaarheid.

Op basis van de geïdentificeerde kansen en bedreigingen voor het metropolitaan centrumstedelijk gebied volgt dat de belangrijkste opgaven liggen in het reguleren van de toelating van zelfrijdende voertuigen en het bestrijden van de verdringingseffecten (van zelfrijdende voertuigen) voor met name fietsen, lopen, bus, tram, metro en trein.

Een belangrijke interventie voor de Vervoerregio en de PNH om zelfrijdende voertuigen te reguleren is het verkennen van de mogelijkheden voor de invoering van een toelatingsbeleid/zonering. Hier kan het vormen van partnerships tussen beide overheden bijdragen aan de uniforme invulling van de verantwoordelijkheid (in en buiten de Vervoerregio). Mogelijke mechanismen voor het bovenstaande zijn het aanscherpen van de normen ten aanzien van geluid- en uitstoot voor het centrumgebied en/of de invoer van financiële (cordon- of kilometer) heffing (gedurende specifieke tijdperioden). Ook het niet faciliteren van parkeercapaciteit (kort en lang parkeren), het stimuleren van hergebruik van parkeergelegenheid voor andere doeleinden en het verlagen/minimaliseren van parkeernormen voor nieuwbouw in bestemmings- en/of omgevingsplannen draagt bij aan het verminderen van het aantal voertuigbewegingen in centra.

Daarnaast kunnen de PNH en de Vervoerregio ook hierop sturen door het stimuleren van OV en langzaam verkeer (fiets en lopen). Geschikte mechanismen hiervoor zijn de herijking van de netwerkvisie en het OV-netwerk. Dit vraagt om een kwalitatief goed OV-systeem binnen het Metropolitaan Centrumstedelijk gebied met daarbuiten overstappunten.

Ten behoeve van het stimuleren van de langzaam verkeer en het beperken van het aantal conflicten met zelfrijdende voertuigen heeft het sterke voorkeur de kruisende relaties van zware stromen conflictvrij (ongelijkvloers) vorm te geven, wat echter een grote uitdaging is vanwege de beperkte beschikbare fysieke ruimte.

Tenslotte vraagt dit ook om een gedragsverandering bij de mobilist om deze (modal) shift mogelijk te maken. Hiervoor zullen pilots en publiekscampagnes noodzakelijk zijn.

In Tabel 9 is een verkort overzicht opgenomen van de betreffende interventies.

Tabel 9: Specifieke interventies voor het metropolitaan centrum stedelijk gebied. Legenda: Bereikbaarheid = B; Economische ontwikkeling = E, Leefbaarheid/Duurzaamheid = L, Ruimtelijke ontwikkeling =R Sociale ontwikkeling =S; Verkeersveiligheid = V

Specifieke interventies voor metropolitaan centrumstedelijk gebied	KT	MLT	LT
Interventies om zelfrijdende voertuigen in het centrumgebied te reguleren en/of te weren			
Verkenning invoering tolheffing/zonering/spreiding in tijd	B,E,L	B,E,L	
Aanpassen en/of verlagen van de parkeernormen	B,E,L	B,E,L	
Provinciale Ruimtelijke Verordening – ruimtereserveringen K+R en parkeren		R	R
Interventies om OV en langzaam vervoer te stimuleren			
Onderhoud bestaande infrastructuur en aanleg nieuwe verbindingen– aandacht voor fiets- en wandelnetwerk		B,E,L	
OV-concessieverlening – herijken/herontwikkeling netwerkvisie, gewenste capaciteit en OV-netwerk	B,E	B,E	
Pilots, publiekscampagnes en marketing (ten behoeve van promotie OV, fiets, wandelen en deelconcepten)	B,L	B,L	

### Centrumstedelijk en stedelijk woon-werkgebied

Voor het centrumstedelijk en het stedelijk woon-werk gebied is geconcludeerd dat de introductie van zelfrijdende voertuigen met name leidt tot een verslechtering van de bereikbaarheid van centra en knooppunten in stedelijke gebieden als gevolg van een toename in voertuigverliesuren waardoor ook negatieve consequenties ontstaan voor de leefbaarheid.

Op basis van de geïdentificeerde kansen en bedreigingen voor het centrumstedelijk en het stedelijk woon-werk gebied is te concluderen dat de belangrijkste opgaven liggen in het reguleren van de toegang van zelfrijdende voertuigen tot centra en knooppunten, het bevorderen van voertuig- en ritdelen en het stimuleren van fietsen, lopen, bus, tram, metro en trein.

Belangrijke interventies voor het reguleren van zelfrijdende voertuigen in gebieden en het stimuleren van OV en langzaam verkeer zijn hierboven besproken onder het metropolitaan centrum stedelijk gebied.

Daarnaast spelen ook ruimtereserveringen voor K+R-doeleinden nabij knooppunten een belangrijke rol in dit gebied. In tegenstelling tot het metropolitaan centrumstedelijk gebied (wat een oververzadiging in voertuigverliesuren laat zien), ligt er voor deze gebieden een mogelijkheid voor de uitrol van zelfrijdende deelconcepten in minder druk belaste gebieden, of als first- en last-mile vervoeralternatief. Middels pilots en stimulering van deelconcepten kan de PNH bijdragen aan de uitrol hiervan.

In Tabel 10 is een verkort overzicht opgenomen van de betreffende interventies.

Tabel 10: Specifieke interventies voor het centrumstedelijk en stedelijk woon-werk gebied. Legenda: Bereikbaarheid = B; Economische ontwikkeling = E, Leefbaarheid/Duurzaamheid = L, Ruimtelijke ontwikkeling =R Sociale ontwikkeling =S; Verkeersveiligheid = V

Specifieke interventies voor centrumstedelijk en stedelijk woon-werk gebied	KT	MLT	LT
Interventies om zelfrijdende voertuigen in en rondom centra en knooppunten te reguleren			
Verkenning invoering tolheffing/zonering/spreiding in tijd	B,E,L		
Aanpassen en/of verlagen van de parkeernormen centrumgebied	B,E,L	B,E,L	
Provinciale Ruimtelijke Verordening – ruimtereserveringen K+R en parkeren		R	R
Interventies om OV, langzaam vervoer en deelconcepten te stimuleren			
Onderhoud en aanpassingen bestaande infrastructuur – aandacht voor fiets- en wandelnetwerk		B,E,L)	
OV-concessieverlening – herijken/herontwikkeling netwerkvisie, gewenste capaciteit en OV-netwerk	B,E	B,E	

Specifieke interventies voor centrumstedelijk en stedelijk woon-werk gebied	KT	MLT	LT
Pilots, publiekscampagnes en marketing (ten behoeve van promotie OV, fiets, wandelen en deelconcepten)	B,L	B,L	

## Landelijk wonen en recreëren

Voor het landelijk wonen en recreëren gebied is geconcludeerd dat de introductie van zelfrijdende voertuigen met name leidt tot een verbetering van de bereikbaarheid doordat de toegankelijkheid van vervoersalternatieven wordt vergroot voor de bevolking in dit gebied, terwijl voertuigverliesuren niet toenemen ten opzichte van de referentiesituatie, met uitzondering van de Level 5-niet delen situatie (hierin treedt een toename op van voertuigverliesuren).

Op basis van de geïdentificeerde kansen en bedreigingen voor het landelijke gebied is te concluderen dat er mogelijkheden liggen voor de uitrol van zelfrijdende voertuigen met het doel om de bereikbaarheid te verbeteren en de sociale ontwikkeling te stimuleren. De belangrijkste opgaven liggen in de herontwikkeling van het OV-netwerk/systeem, het herzien van de financieringsopties voor OV-vervoer (onder andere voor doelgroepen) en het bevorderen van deelconcepten.

De belangrijkste interventie voor de PNH (en deels voor de Vervoerregio) voor dit gebied is de mogelijkheid voor herontwikkeling en/of afschaf van het conventionele OV-systeem en -netwerk, waar ruimte is voor integratie van zelfrijdende voertuigen. Dit kan bijvoorbeeld op huidige niet rendabele OV-trajecten of als first- en last-mile vervoer. In eerste instantie kan dit vormgegeven worden door de uitrol van pilots met zelfrijdende deelconcepten, waarna verdere opschaling mogelijk is. Daarnaast leent dit gebiedstype zich goed om een nieuwe OV-concessie op een andere wijze in te richten waarbij in de dunbevolkte gebieden de (24/7) toegang tot een vervoersoplossing centraal staat boven het bieden van een (bus)lijnverbinding. Vraagbundeling vanuit verschillende, door de (semi) overheid, gefinancierde vervoersoplossingen biedt daarbij mogelijk extra (schaal)voordelen.

Een specifiek aandachtspunt is het voorzien in de vervoersbehoefte naar de diverse type (dag)recreatiegebieden met een weersafhankelijke vervoersvraag vanuit de eigen inwoners (stranden en duinen, recreatieplassen en natuurgebieden) en recreatieve bestemmingen met externe bezoekers (bijvoorbeeld Texel, Zaanse Schans, Volendam). In omvang is dit een relatief beperkte vervoersvraag waar in dit rapport niet nader op wordt ingegaan, maar voor de toekomst niet uit het oog mag worden verloren.

Daarnaast dienen de PNH en de Vervoerregio, in de situatie met Level 5-niet delen (waarin het aantal voertuigverliesuren toeneemt), ook in te zetten op het gebruik van deelconcepten in het landelijk gebied. Mechanismen hiervoor zijn onder andere de stimulering van deelconcepten (zie voorgaande voorbeelden in de andere deelgebieden) en/of capaciteitsuitbreiding van knelpunten in het landelijk gebied ten behoeve van uitrol zelfrijdende voertuigen (bijvoorbeeld de N9, N241 en N245 ten noorden van Alkmaar en Heerhugowaard).

In Tabel 11 is een overzicht opgenomen van de betreffende interventies.

Tabel 11: Specifieke interventies voor het landelijk wonen en recreëren gebied. Legenda: Bereikbaarheid = B; Economische ontwikkeling = E, Leefbaarheid/Duurzaamheid = L, Ruimtelijke ontwikkeling =R Sociale ontwikkeling =S; Verkeersveiligheid = V

Specifieke interventies voor landelijk wonen en recreëren	KT	MLT	LT
Herijking OV-concessieverlening			
Herijken netwerkvisie en OV-netwerk – inzet zelfrijdende voertuigen op niet rendabele OV-trajecten	B,S,E	B,S,E	
Financiële bijdrage uit Provinciefonds aan gemeenten en/of subsidieregeling voor burgers, bedrijven en organisaties – bundeling van budgetten t.a.v. doelgroepenvervoer	S,E	S,E	
Pilots, publiekscampagnes en marketing (ten behoeve van promotie zelfrijdende voertuigen) – uitrol pilots zelfrijdende deelconcepten	B,S,E	B,S,E	
Interventies om deelconcepten te stimuleren			

Specifieke interventies voor landelijk wonen en recreëren	KT	MLT	LT
Pilots, publiekscampagnes en marketing (ten behoeve van promotie deelconcepten)	B,S,E	B,S,E	
Onderhoud en aanpassingen bestaande infrastructuur – aandacht voor uitbreiding wegecapaciteit		B,S	

## Hubs en mainports

Binnen dit gebiedstype blijkt dat Schiphol (centrum) een wezenlijk ander bezoekersprofiel heeft dan de overige hubs en mainports. De introductie van zelfrijdende voertuigen kan leiden tot een bereikbaarheidsopgave voor Schiphol als gevolg van een (sterke) toename van K+R-gebruik als gevolg van een daling van het aandeel OV en (lang)parkeren. Om de verkeersdruk op Schiphol Centrum te verlagen wordt geadviseerd is samenwerking met Schiphol en omliggende gemeenten na te denken over de gewenste verkeersstructuur en mogelijk meerdere K+R-locaties met (zelfrijdend)busvervoer naar de terminal. Dit vraagt echter een beschouwing waarbij naast het aspect voertuigbewegingen op Schiphol ook wordt gekeken naar andere aspecten van (omgevings)hinder, bedrijfsvoering en security.

Geadviseerd wordt te onderzoeken in hoeverre het gebied tussen de vrachtterminal(s) op Schiphol, Schiphol-Rijk en Greenpoort Aalsmeer (veiling) zicht leent voor proeven met zelfrijdend (vracht)verkeer.

Daarnaast zal in overleg met vervoerders/verladers onderzocht kunnen worden of het haalbaar is om tussen de hubs vervoersvraag te bundelen en zo te komen tot platoons.

In het generieke deel is reeds ingegaan op de mogelijke impact een hogere verkeersbelasting (van vrachtverkeer) op het benodigde onderhoud van de assets. Zeker voor dit deelgebied is dit een relevant aandachtspunt voor de eisen aan de infrastructuur.

In Tabel 14 is een overzicht opgenomen van de betreffende interventies.

Tabel 12: Specifieke interventies voor het gebiedstype hubs en mainports. Legenda: Bereikbaarheid = B; Economische ontwikkeling = E; Leefbaarheid/Duurzaamheid = L; Ruimtelijke ontwikkeling =R Sociale ontwikkeling =S; Verkeersveiligheid = V

Specifieke interventies voor hubs en mainports	KT	MLT	LT
Provinciale Ruimtelijke Verordening			
Ruimtereserveringen voor K+R-faciliteiten Schiphol		B,R	
Pilots, publiekscampagnes en marketing (ten behoeve van promotie vervoers- en logistieke concepten)			
Pilots, publiekscampagnes en marketing (ten behoeve van promotie zelfrijdende voertuigen) – uitrol pilots zelfrijdende voertuigen voor passagiers- en vrachtvervoer		B,E	
Onderhoud en aanpassingen bestaande infrastructuur			
Onderhoud en aanpassingen bestaande infrastructuur – aandacht voor herziening assetmanagement strategie	E,B,V	E,B,V	
De PNH als werkgever/opdrachtgever			
Voorsorteren op het omscholen van overbodig personeel als gevolg van zelfrijdende voertuigen	S,E		

## 5.2 Uitkomsten impactanalyse (beleidsrijk)

In deze paragraaf is allereerst een selectie gemaakt van mogelijke interventies die met de Quick Scan tool zijn doorgerekend. Vervolgens zijn ook de belangrijkste bevindingen van de beleidsrijke impactbepaling van deze interventies samengevat. Bijlage I bevat de volledige resultaten van de beleidsrijke impactbepaling voor alle gebiedstypen.

Tijdens de workshop op 13 december 2017 is met de PNH en de Vervoerregio de lijst met mogelijke interventies besproken en onderverdeeld in vier categorieën die van belang zijn voor beide overheden:

- Ruimtelijke interventies
- OV-concessie interventies en stimuleren deelconcepten
- Introductie prijsmechanisme (parkeren en prijsprikkels)
- Infrastructuuraanpassingen (aan zowel fysieke als digitale infrastructuur)

Een aantal interventies is geselecteerd om door te rekenen met de Quick Scan tool om te analyseren wat de effecten zijn in vergelijking met de beleidsarme situatie. Hierbij zijn interventies gekozen met als doel het mitigeren van negatieve effecten om hiermee inzicht te bieden in de effecten ten opzichte van de referentiesituatie. Een tweede criterium voor de selectie was dat de interventies doorgerekend konden worden met de Quick Scan tool op basis van beschikbare data en modelinstellingen. Per categorie zijn de volgende interventies geselecteerd:

Categorie	Interventies
Ruimtelijke interventies	1. Ontmoedigen van parkeren nabij locatie in metropolitaan centrumstedelijk gebied.
OV-concessie interventies en stimuleren deelconcepten	2. Stimuleren van autodelen door middel van subsidies, kosten van ritdelen omlaag brengen of percentage personen dat bereid is tot delen omhoog (bijv. door deelbusjes) 3. Promotie van autodelen door het ontmoedigen van privéauto's en zelfrijdende privétaxi's in bepaalde gebiedstypes (metropolitaan) 4. Frequentie/capaciteit OV omhoog.
Prijsprikkels	5. 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 digitale infrastructuur)	6. Invloed uitoefenen op sturing lokale en/ of netwerkstromen vanuit centrales, uitgedrukt in % voertuigen dat communiceert.

De interventies richten zich op het reduceren van voertuigkilometers en voertuigverliesuren in stedelijke gebieden. In landelijk gebied neemt naar verwachting alleen in het Level 5-niet delen scenario het aantal voertuigverliesuren toe. Bij hubs neemt het aantal voertuigverliesuren voor alle scenario's af.

De interventies zijn toegepast in verschillende scenario's. In deze paragraaf worden de resultaten daarom per scenario gepresenteerd voor het metropolitaan centrumstedelijk gebied, tenzij expliciet anders benoemd. Alleen voor het Level 3/4 niet-delen scenario's zijn geen interventies doorgerekend, omdat dit scenario erg veel overeenkomsten heeft met het scenario Level 3/4 delen.

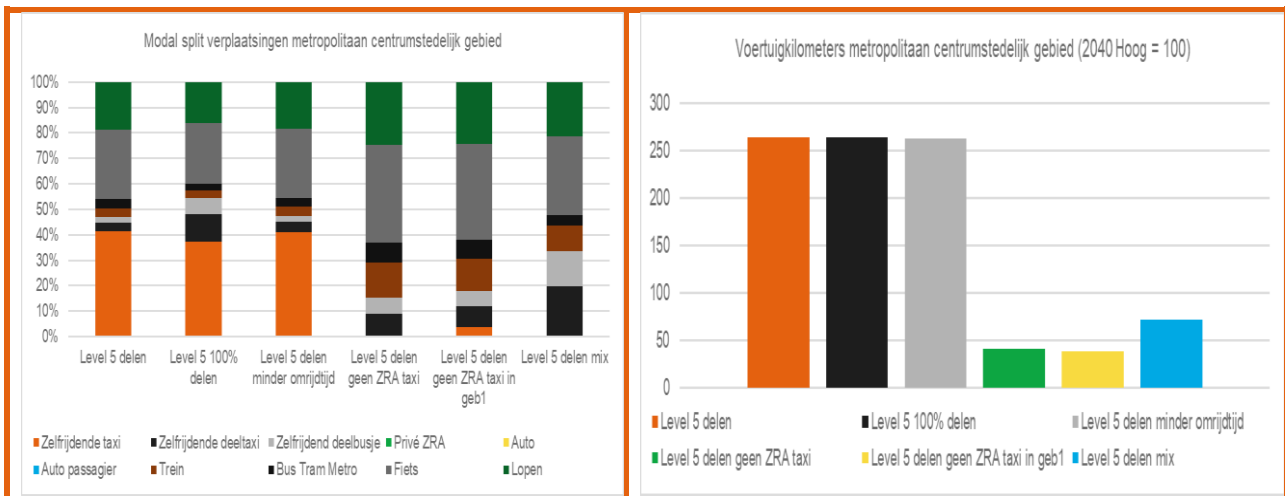
De figuren in onderstaande beschrijvingen dienen ter illustratie. In de bijlagerapportage zijn deze in een groter formaat opgenomen (bijlage I).

### 5.2.1 Impact van interventies in Level 5 delen

Voor het scenario Level 5 delen scenario zijn vijf interventies doorgerekend:

- Stimuleren van autodelen d.m.v. subsidies, kosten van ritdelen verlagen of percentage personen dat bereid is tot delen verhogen (bijv. in deelbusjes). Aanname: bereidheid tot delen stijgt tot 100%;
- Promotie van autodelen door het ontmoedigen van privéauto's en zelfrijdende privétaxi's, in alle gebiedstypes met uitzondering van landelijk gebied;
- Promotie van autodelen door het ontmoedigen van privéauto's en zelfrijdende privétaxi's, alleen in metropolitaan centrumstedelijk gebied;
- Frequentie OV omhoog door meer deeltaxi's en deelbusjes te laten rijden. Aanname: 10% extra reistijd voor deeltaxi's in plaats van 20% en 20% extra reistijd voor deelbusjes in plaats van 40%;
- Combinatie/mix van de bovenstaande maatregelen + 20% lagere reistijd trein, bus, tram, metro.

Hieronder worden de belangrijkste conclusies benoemd voor de effecten op de modal split, voertuigkilometers en voertuigverliesuren (in gedachten moet worden gehouden dat in het scenario Level 5 delen de privé zelfrijdende auto niet voorkomt):



### Resultaten interventies Level 5 delen

- De interventies hebben een positief effect op het gebruik van deelconcepten;
- De 100% bereidheid tot delen gaat ten koste van de zelfrijdende taxi, fietsen en lopen. Ondanks de bereidheid van mensen om te delen, doet echter slechts een klein deel van mensen dit ook daadwerkelijk, omdat andere vervoerswijzen aantrekkelijker zijn.
- Minder omrijdtijd en minder wachttijd heeft nauwelijks effect op de modal split.
- Bij het ontmoedigen van zelfrijdende taxi's neemt het aandeel verplaatsingen met deelconcepten, fietsen en lopen toe.
- Het aandeel fiets- en loopverplaatsingen blijft bij alle interventies onder het niveau van 2040Hoog in metropolitaan centrumstedelijk gebied. In de andere gebiedstypes leidt alleen het ontmoedigen van privéauto's en zelfrijdende privétaxi's tot een groter aandeel van fietsen en lopen.
- Het aandeel trein en bus, tram, metro overtreft het niveau van 2040 Hoog als de zelfrijdende taxi wordt verboden of als een mix van maatregelen wordt genomen (omdat verondersteld wordt dat er geen gebruik van privéauto's is).
- Een mix aan interventies leidt tot een maximaal aandeel van de ritdeelconcepten in de modal split dat varieert tussen de 28% en 42% afhankelijk van het gebiedstype.
- Het vergroten van de bereidheid tot delen en het verlagen van de omrijdtijd van nieuwe deelconcepten heeft nauwelijks effect op de voertuigkilometers en voertuigverliesuren, omdat andere factoren doorslaggevend zijn.
- Het ontmoedigen van de zelfrijdende taxi leidt in dit scenario tot een zeer sterke reductie in voertuigkilometers. Daarmee verdwijnen de voertuigverliesuren in alle gebiedstypes. Dit komt mede doordat de privé zelfrijdende auto in dit scenario ook verboden is.
- Een mix van maatregelen leidt eveneens tot een sterke afname in voertuigkilometers. Er worden toch beperkt meer voertuigkilometers afgelegd dan in de situatie waarin alleen de zelfrijdende taxi wordt verboden omdat een verschuiving van de fiets en lopen naar de deelconcepten plaatsvindt. In metropolitaan centrumstedelijk gebied neemt ondanks de mix aan interventies het aantal voertuigverliesuren toe vergeleken bij 2040 Hoog. In centrumstedelijk gebied nemen de voertuigverliesuren sterk af ten opzichte van 2040 en in de overige gebiedstypes verdwijnen ze.

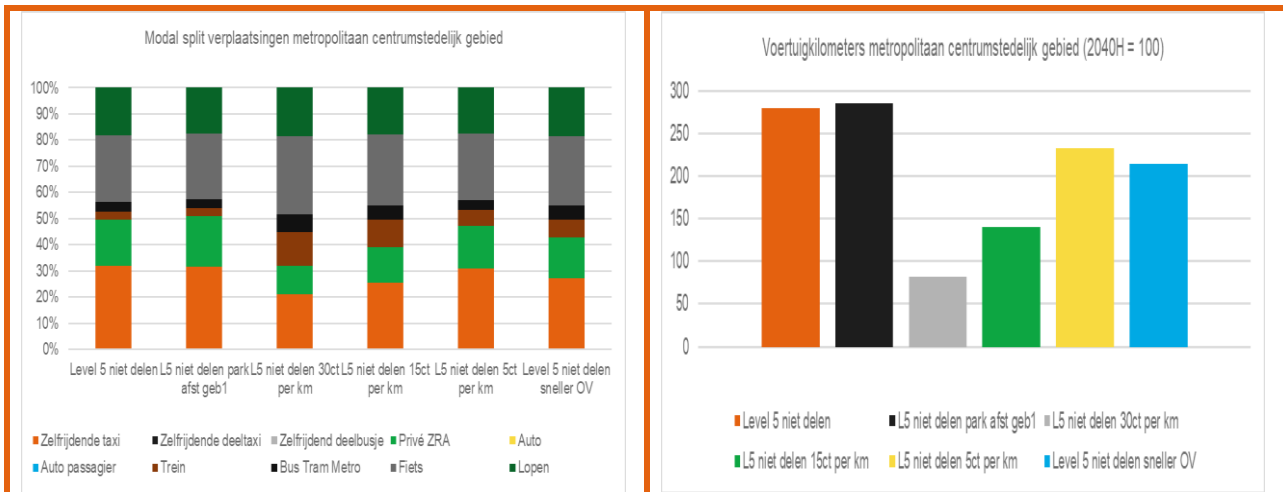
De belangrijkste conclusie uit deze scenariodoorrekening is dat het ontmoedigen van deeltaxi's in (minimaal) metropolitaan centrumstedelijk gebied noodzakelijk is om het aantal voertuigkilometers onder het referentieniveau 2040 Hoog te brengen. Deze interventie heeft daarbij een sterk positief effect op het aandeel voetgangers- en fietsverplaatsing.



## 5.2.2 Impact van interventies in Level 5-niet delen

Voor het scenario L5 niet-delen scenario zijn de volgende interventies doorgerekend:

- Ontmoedigen van parkeren nabij locatie in metropolaan centrum stedelijk gebied. Aanname: 100% van de voertuigen parkeert op afstand.
- Prijsprikkel vormgegeven door middel van kilometer- of cordonheffing om het aantal voertuigverliesuren te beperken. Aanname: kilometerheffing 5, 15 en 30 cent per kilometer op stroomwegen en gebiedsontsluitingswegen.
- Frequentie OV omhoog in bepaalde gebiedstypen en omlaag in andere gebiedstypen. Aanname: 20% lagere reistijd trein, bus, tram, metro.



### Resultaten interventies Level 5 – niet delen

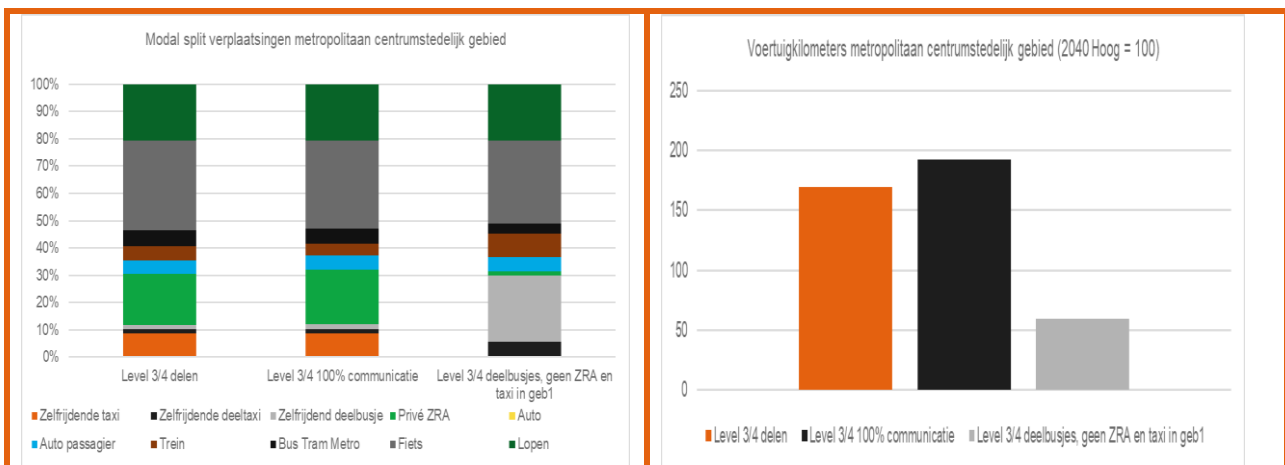
- De interventies leiden tot een afname van verplaatsingen met zelfrijdende privéauto's;
- Het aandeel fiets- en loopverplaatsingen neemt beperkt toe bij alle interventies, maar ook bij een combinatie van interventies wordt het niveau van 2040 Hoog niet gehaald;
- Het gebruik van OV (trein en bus, tram, metro) neemt toe bij alle interventies, maar blijft in veel situaties onder het niveau van 2040 Hoog; Bij een heffing van 15 en 30 cent is het aandeel OV wel hoger dan in 2040 Hoog in alle gebiedstypes. De heffing van 5 cent en het verhogen van de frequentie van OV leiden in landelijk gebied en bij hubs tot een gelijkblijvend of beperkt stijgend aandeel OV.
- Een kilometerheffing van 5 cent heeft beperkte impact op verplaatsingen, terwijl een heffing van 15 en/of 30 cent leidt tot een afname van het gebruik van zelfrijdende voertuigen en zelfrijdende taxi's van 67% in de totale modal split naar respectievelijk 52% en 41%.
- 20% sneller OV heeft een beperkt effect op de modal split; het reduceert het aantal voertuigkilometers; de voertuigkilometers blijven echter wel hoger dan in 2040 Hoog in alle gebiedstypes.
- Voor het scenario Level 5 niet-delen is een hoge kilometerheffing nodig (30 cent/ kilometer) om een daling te realiseren in voertuigkilometers en voertuigverliesuren in metropolaan centrumstedelijk tot onder het niveau van 2040 Hoog; Voor de andere gebiedstypes lukt dit ook met een heffing van 15 cent.
- Het ontmoedigen van parkeren in de buurt van de bestemming heeft een verwaarloosbaar effect. Dit komt doordat dat in het scenario Level 5 niet delen al verondersteld is dat in Metropolaan centrumstedelijk gebied 70% van de mensen op afstand parkeert.

Deze scenariodoorrekening toont aan dat van de doorgerekende scenario's alleen het scenario met hoge kilometerheffing (30 km/u) leidt tot een afname van aantal verplaatsingen ten opzichte van het 2040 Hoog scenario. De uitkomst is in lijn met het voorgaande scenario dat oplossingen voornamelijk gevonden worden in toelatingsregulering.

### 5.2.3 Impact van interventies in Level 3/4 delen

Voor het scenario Level 3/4 delen scenario zijn de volgende interventies doorgerekend:

- Invloed uitoefenen op sturing lokale en/ of netwerkstromen vanuit centrales bijvoorbeeld (juridische verantwoordelijkheid bij incidenten) op basis van communicatie; aanname: 100% van de voertuigen is coöperatief.
- Mix van maatregelen gericht op het stimuleren van zelfrijdende deelbusjes in metropolaan centrumstedelijk gebied. Aannames:
  - 100% van de mensen is bereid tot auto- en ritdelen.
  - De privéauto en zelfrijdende privétaxi zijn verboden in metropolaan centrumstedelijk gebied.
  - Deelbusjes zijn net zo goedkoop als in Level 5 delen.



#### Resultaten interventies Level 3/4 – delen

- Het uitrusten van 100% van de voertuigen met coöperatieve systemen heeft nauwelijks effect op de modal split en voertuigverliesuren. In de basisberekening voor Level 3/4 delen was immers al 60% van de voertuigen uitgerust met coöperatieve systemen.
- Het vergroten van het percentage voertuigen dat communiceert, leidt tot een kleine toename van voertuigkilometers.
- Het stimuleren van deelbusjes door een mix aan maatregelen leidt tot een sterke toename van het gebruik van deelbusjes in metropolaan centrumstedelijk gebied (tot 24% van de verplaatsingen). Dit gaat ten koste van de zelfrijdende taxi en privé ZRA (verboden in deze mix van interventies); ook in de andere gebiedstypes leidt de mix aan maatregelen tot een sterke toename van gebruik van deelbusjes (tot respectievelijk 17%, 14%, 10% en 8%).
- De mix van maatregelen om deelbusjes te stimuleren leidt tot een sterke afname van voertuigkilometers in metropolaan centrumstedelijk gebied. In de overige gebiedstypes reduceert deze mix aan maatregelen het aantal voertuigkilometers tot ongeveer op het niveau van 2040 Hoog.

Dit scenario toont aan dat het gebruik van deelbusjes leidt tot een sterke afname van voertuigkilometers in het metropolaan centrumstedelijk gebied. Echter het stimuleren van deelconcepten staat haaks op de noodzakelijke interventies om in de Level 5 scenario's het aantal voertuigkilometers te beperken.

## 5.3 Conclusie

### Samenvatting resultaten doorrekening interventies

- Alleen met 'sterke' maatregelen kan het aantal voertuigverliesuren in metropolitaan centrum stedelijk gebied in de Level 5-scenario's worden terugbracht tot onder het niveau van 2040 Hoog. Dit betreft het ontmoedigen van zelfrijdende privéauto's en zelfrijdende taxi's of het invoeren van een prijsprikkel (vormgegeven als kilometerheffing van 30 cent per kilometer).
- In de overige gebiedstypes kan in de Level 5-scenario's met een heffing van 15 cent per kilometer het aantal voertuigkilometers tot onder het niveau van 2040Hoog worden teruggebracht.
- Als zelfrijdende privéauto's en zelfrijdende taxi's verboden worden is wel een alternatief nodig in de vorm van deelconcepten. Om mensen in Level 5 delen op 'grote' schaal (>30%) gebruik te laten maken van deelconcepten is naast het ontmoedigen van privé voertuigen een mix aan interventies nodig die delen aantrekkelijker maken.
- In Level 4-delen kan een mix aan maatregelen gericht op het gebruik van deelbusjes het aantal voertuigkilometers reduceren tot onder het niveau van 2040Hoog.
- In alle scenario's en met alle beschouwde interventies blijft het aandeel fiets- en loop verplaatsingen onder het niveau van 2040Hoog in Metropolitaan centrumstedelijk gebied. Bij Level 5 delen leidt alleen het ontmoedigen van privéauto's en zelfrijdende privétaxi's tot een gelijk of groter aandeel van fietsen en lopen in de modal split in de andere gebiedstypes.

De doorrekening van de interventies toont enerzijds aan dat vergaande (combinaties van repressieve) maatregelen noodzakelijk zijn om de leefbaarheid en het functioneren van het verkeerssysteem in het metropolitaan centrumstedelijk en centrum stedelijk gebied te waarborgen. De bereikbaarheid van deze gebieden moet vanzelfsprekend ook worden gewaarborgd. Dit vraagt om een multimodale en integrale netwerkvisie op het weg en OV-systeem van de toekomst. Deze netwerkvisie dient naast de structuur van de weg- en OV-netwerken nadrukkelijk in te gaan op toelating en prioritering van doelgroep(en) en mogelijke nieuwe vervoersconcepten (als gevolg van het diffuser worden van de scheiding tussen enerzijds individueel en collectief en anderzijds publiek en privaat vervoer).

In de multimodale en integrale netwerkvisie kunnen ook de kansen worden uitgewerkt die dit biedt voor de bereikbaarheid/ toegankelijkheid van (met name) de gebieden landelijke wonen en recreëren en stedelijk woon-werkgebied. Ook kan op korte termijn worden gestart met proeven, gebaseerd op Mobility as a Service concepten, al dan niet uitgevoerd als voorloper van (zelfrijdend) vervoer. Dit biedt een mogelijkheid de toegankelijkheid tot vervoersvoorzieningen in het landelijke wonen en recreëren op pijl te houden.

De PNH en de Vervoerregio hebben als concessieverlener voor het openbaar vervoer een belangrijke rol richting de impact op deze specifieke arbeidsmarkt. Er is een reële kans dat chauffeurs op termijn niet meer noodzakelijk zijn. Het is niet wenselijk dat op termijn een groep werknemers werkloos raakt en op dat moment niet of moeilijk herinzetbaar is op de arbeidsmarkt. Derhalve moet in nieuwe concessies worden nagedacht over eisen rondom (bij)scholing en eventueel gerichte selectie van werknemers in de laatste fase van hun werkzame leven.

Parallel blijft het noodzakelijk goed invulling te geven aan de kerntaak als wegbeheerder: zelfrijdende voertuigen vragen om een goed onderhouden én slim wegennet.



## 6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Zonder beleid zal door de komst van zelfrijdende/autonome voertuigen het verkeer op en rondom (met name stedelijke) knelpunten toenemen. Bovendien, zo is de verwachting, wordt het bestaande, traditionele openbaar vervoer en het langzame verkeer (voetganger/fiets) deels verdrongen door nieuwe, zelfrijdende vervoersconcepten. Modeluitkomsten laten zien dat weliswaar door de inzet van zeer zwaar geschut – forse prijsprikkels en stringente toegangs- en andere ontmoedigingsmaatregelen – het aantal voertuigverliesuren verminderd kan worden, maar dat er ook dan op meerdere gebieden nog een forse beleidsopgave resteert.

De vraag is dan ook aan welke knoppen de PNH en de Vervoerregio nog verder kunnen draaien om enerzijds ongewenste effecten waar mogelijk te mitigeren en anderzijds juist de kansen die de komst van zelfrijdende voertuigen zeker ook biedt, waar mogelijk beter uit te nutten. Om hierin de komende tijd de juiste keuzes in te maken hebben we onderscheid gemaakt in een aantal algemene en een aantal specifieke aanbevelingen.

### 6.1 Algemene conclusies en aanbevelingen

- De komst van zelfrijdende voertuigen leidt, in alle scenario's, tot een hogere druk op het wegennetwerk en daarmee (in de meeste gevallen) ook tot meer voertuigverliesuren voor weggebruikers. Interventies lijken daarmee noodzakelijk. Uitbreiding van de fysieke infrastructuur is met name in stedelijk gebied complex, gezien het feit dat de ruimte daarvoor doorgaans beperkt is. Een andere belangrijke conclusie is dat de komst van zelfrijdende voertuigen laat zien dat de modal split verschuift: Fietsen, lopen en openbaar vervoer worden minder populair. 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).

Aanbevolen wordt op basis van deze eerste doorrekening verder onderzoek te doen naar de benodigde (en meest effectieve) mix van interventies. Daarbij gaat het in ieder geval om het ontmoedigen van zelfrijdende deeltaxi's en privéauto's in metropolitaan centrumstedelijk gebied evenals het invoeren van prijsprikkels (Level 5-scenario's). Doel is hiermee 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.
- Geconcludeerd kan worden dat het verkeer en vervoerssysteem, zeker waar het gaat om de Level 5 scenario's, op de lange termijn structureel anders zal functioneren. Naar verwachting zal de scheiding tussen collectieve vervoerssystemen (het huidige openbaar vervoer) en andere vervoersvormen vervagen en zullen gemengde, mogelijk grotendeels (private) deelsystemen ontstaan.

Aanbevolen wordt een integrale netwerkvisie (lange termijn, gericht op eindbeeld) voor verkeer- en vervoersverbindingen (vervoersrelaties) binnen het Provinciale netwerk van wegen, spoor, bus en transferpunten te ontwikkelen, waarbij naast zelfrijdende voertuigen ook wordt ingegaan op andere ontwikkelingen zoals Mobility as a Service (MaaS), vergaande elektrificatie, etc. De verschillende modaliteiten worden hierbij als een geïntegreerd systeem beschouwd. Op basis van de visie kunnen uitgangspunten worden gedefinieerd worden over onder meer de OV-Concessies van de PNH en de Vervoerregio.

Daarnaast wordt aanbevolen de resultaten van deze studie naar de impact van autonome voertuigen te betrekken in de totstandkoming van de (regionale) Omgevingsvisie. De resultaten van de uitgevoerde analyses laten zien dat er grote veranderingen in de vervoerwijzekeuze kunnen plaatsvinden door de introductie van autonome voertuigen. Dit heeft aanzienlijke gevolgen voor de bereikbaarheid, (openbare) ruimte en beïnvloedt daarnaast ook sociale aspecten. Met name in de Level 5 situaties treedt een aanzienlijke verschuiving op, waarbij er significant minder behoefte is aan (lang)parkeerfaciliteiten in centra (geldt ook voor nieuwbouw) en er meer behoefte is aan Kiss+Ride en/of afzetstroken.

- De nu uitgevoerde impactanalyse is gebaseerd op extremen, vervat in scenario's. Daarnaast is nu uitgegaan van een viertal eindbeelden. De onzekerheden rondom zelfrijdende voertuigen zijn groot (de toekomst ligt nog niet vast), zowel qua tijdsindicatie als qua technologische en fysieke benodigdheden voor realisatie. Daarnaast is onzeker in welke mate de gebruiker de deelconcepten zal accepteren.  
Aanbevolen wordt een adaptieve beleidsontwikkeling na te streven. Adaptief betekent dan ook dat slim moet worden omgegaan met onzekerheden en kansen, door deze te onderkennen en transparant mee te nemen in de besluitvorming. Daarmee wordt tegelijkertijd ruimte gecreëerd om te kunnen inspelen op nieuwe ontwikkelingen en veranderende inzichten.  
Als invulling hiervan wordt aanbevolen gebruik te maken van ontwikkelpaden met daarbij horende kantelpunten zoals deze ook al in ontwikkeling zijn voor de gebiedsgerichte programma-aanpakken van Rijk en regio. Basis ligt in het gezamenlijk uitwerken van ambitie, opgaven en maatregelen. Tegelijkertijd moeten onzekerheden in beeld worden gebracht: van welke ontwikkelingen is een opgave of maatregel afhankelijk (bijvoorbeeld acceptatiegraad van deelsystemen). Dit resulteert in zogenaamde kantelpunten: het moment dat een probleem of kans optreedt en een nieuwe maatregel nodig is. De route naar het doel wordt in stappen uitgewerkt; dit wordt het ontwikkelpad genoemd. Hierbij wordt de korte termijn (bijvoorbeeld welke onderzoeken zijn nog nodig) verbonden met de lange termijn. Basis is hierbij uit te gaan van flexibiliteit.
- Er lopen meerdere trajecten in de Provincie die belangrijke raakvlakken hebben met de komst van Autonome Voertuigen. Aanbevolen wordt de belangrijkste bevindingen in te brengen in ten minste:
  - De uitwerking van het Regionaal Toekomstbeeld OV (2040). Deze regionale uitwerking dient als input voor de landelijke uitwerking van Toekomstbeeld OV. Autonome voertuigen worden alleen meegenomen voor zover het gaat om zelfrijdende OV-concepten (zoals automatische metro). Zoals aangegeven in deze studie kunnen er grote veranderingen/verschuivingen in de vervoerwijzekeuze plaatsvinden wanneer ook de zelfrijdende auto meegenomen wordt. De komst van autonome voertuigen gaat daarbij onder andere ten koste van het huidige OV. Behalve autonome/zelfrijdende OV-concepten wordt aanbevolen in de regionale uitwerking ook rekening te houden met de komst van de zelfrijdende auto en de daarmee samenhangende, verschuivende modal split.
  - De Gebiedsgerichte Programma-Aanpak Bereikbaarheid Metropoolregio Amsterdam (MRA). Doel van de Programma-aanpak is de bereikbaarheidsopgaven van de belangrijkste economische toplocaties in de MRA van deur-tot-deur aan te pakken in samenhang met de verstedelijkingsopgave en - waar van meerwaarde - andere ruimtelijke opgaven als natuur, energie en water. De introductie van autonome voertuigen, de optredende effecten (de impact) en hiervoor benodigde en nog te definiëren interventies vormen een zeer belangrijk onderdeel van uiteindelijke visievorming en uitwerking. Aanbevolen wordt in de Programma-aanpak rekening te houden met de uitkomsten van deze studie.

## 6.2 Specifieke aanbevelingen

Zoals eerder aangegeven is verondersteld dat, afhankelijk van het scenario, 100% van de voertuigen Level 3/4 of Level 5 zal zijn. Deze keuze is gemaakt om duidelijk verschillen tussen de scenario's te zien en inzicht te krijgen in de maximale impact. In praktijk zal er een geleidelijke overgang plaatsvinden en zal er lange tijd een mix van voertuigen op de weg te vinden zijn. Zo zijn er geen uitspraken gedaan over verwachte penetratiegraden in verschillende jaartallen. Voor de specifieke aanbevelingen maken we een onderscheid naar de transitieperiode én naar de aspecten die in deze impactanalyse nog niet aan bod zijn gekomen of onderbelicht zijn gebleven.

### 6.2.1 Transitieperiode

Aanbevolen wordt, zoals ook volgt uit de generieke aanbevelingen en uit de KiM-studie "Paden naar een zelfrijdende toekomst", om de weg naar het eindbeeld toe vast te leggen in zogenaamde ontwikkelpaden. Onderdeel van deze ontwikkelpaden zijn interventies, welke specifiek gericht zijn op de transitie naar een toekomst met zelfrijdende voertuigen. Wij maken onderscheid naar een drietal (samenhangende) hoofdcategorieën van interventies tijdens de transitieperiode, namelijk gericht op "governance", "infrastructuur (en vervoersmodaliteiten)" en "data/techniek".

Hieronder is een lijst met interventies voor de transitiefase samengesteld, opgesplitst naar de drie hoofdcategorieën. Aanbevolen wordt voor de PNH en de Vervoerregio om vervolgonderzoek uit te voeren naar welke interventies voor hen het meest relevant en waardevol (kosten-efficiënt) zijn om op te nemen in het nieuw te ontwikkelen beleid.

#### Governance

Voor governance geldt dat een adaptief beleid noodzakelijk is om in te kunnen springen op veranderingen, waarbij middels "no-regret" maatregelen op de korte termijn inzicht verkregen kan worden in mogelijke reële of niet-reële toekomstpaden en hun tijdsbestek. Dit inzicht kan verkregen worden door het stimuleren van onderzoeken naar (de impact van) voertuigtechnologie, het stimuleren en faciliteren van pilots met zelfrijdende voertuigen en deelconcepten (bijvoorbeeld door realisatie van tijdelijke ontheffingen van de regelgeving en het faciliteren van ontwikkelingsfondsen voor dit doeleinde) en het experimenteren met partnerships waarin private en publieke partijen samenwerken. De verkregen inzichten bepalen de noodzaak voor:

- Investeren in infrastructuur (zowel fysiek als digitaal) voor de lange termijn;
- De gewenste/noodzakelijke rol van de overheid in het toelaten/reguleren/prioriteren/faciliteren van vervoersalternatieven, de bijbehorende subsidiering en reisinformatie(platformen);
- De noodzaak van de overheid om interventies uit te voeren voor bijvoorbeeld educatie (acceptatie/interactie/houding mens-machine en gebruik), regelgeving (aansprakelijkheidswijzigingen), omscholing en het stimuleren van bepaalde vervoersalternatieven en deelconcepten (middels subsidies, campagnes, etc).

#### Infrastructuur (en vervoersmodaliteiten)

Voor de transitiefase geldt dat voertuigen nog niet alles (zelf) kunnen waarnemen, met name in complexe (verkeers)situaties waarin ook fietsers en voetgangers onderdeel zijn van het systeem, en dat de voertuigen daarnaast ook afhankelijk zijn van de staat van de infrastructuur om vlot en veilig te kunnen functioneren. Zodoende wordt aanbevolen om:

- Te investeren in een goede staat van de infrastructuur (onder andere wegbelijning, bebording, asfalt) ten behoeve van de (visuele) oriëntatie van deze voertuigen;
- Te investeren in het vereenvoudigen van complexe verkeerssituaties. Toevoegen van capaciteit kan, waar mogelijk, onderdeel uitmaken van de maatregelen. Gedurende de transitie naar grootschalige toepassing van zelfrijdende voertuigen is een aantal concrete interventies in infrastructuur voor de hand liggend:
  - Het investeren in het scheiden van snel en langzaam verkeer om de verkeersveiligheid te verhogen voor kwetsbare weggebruikers en om het mengen van zelfrijdende en bestuurde voertuigen te vergemakkelijken.
  - Het inrichten van geregelde kruispunten bij drukke, onoverzichtelijke en kruisende verkeersstromen, waarbij de intelligente weggantsystemen kunnen "praten" met de zelfrijdende voertuigen.

- Pilots uit te rollen met zelfrijdende voertuigen op eenvoudige infrastructuur (bijvoorbeeld separate infrastructuur zoals huidige HOV-banen).
- Gebruik te maken van de technologie voor het verder automatiseren van treinen, metro's en trams (die al over eigen infrastructuur beschikken) om deze modaliteiten concurrerender te maken met auto's door een verlaging van de operatiekosten.
- Flexibiliteit in te bouwen in langdurige OV-concessies waarmee ruimte gecreëerd worden voor adaptieve OV-systemen door bijvoorbeeld toevoeging/vervanging van huidig OV door zelfrijdende deelsystemen.
- Binnen de huidige concessie door middel van de vaak beschikbare experimenteerruimte, nu al te starten met innovatieve pilots zodat vroegtijdig duidelijk wordt welke concepten wel en vooral ook welke concepten niet werkbaar blijken te zijn (op het vlak van geïntegreerde concessievormen).
- Nader onderzoek te verrichten naar wat de impact van zelfrijdende voertuigen is op de assetmanagement strategie en operaties, en welke mogelijke herstructurering nodig is.
- Nu al te starten met de ontwikkeling van toetsingskaders om na te gaan in hoeverre er in lopende projecten en/of toekomstige projecten vooruitgekeken kan worden naar de komst van zelfrijdende voertuigen. Enerzijds moet voorkomen worden dat er onnodig geld wordt uitgegeven op korte en middellange termijn. Anderzijds kan mogelijk vooruitgelopen worden op de veranderende eisen die zelfrijdende voertuigen stellen aan het infrastructuurontwerp. Aanbevolen wordt in samenspraak met kennisinstituten te bepalen welke impact nu al kan worden meegenomen.

### Data/techniek

Voor de transitiefase geldt dat naast hetgeen al is vermeld onder de overige twee hoofdcategorieën er ook een hoge mate van onzekerheid is over de (snelheid en richting van) technologische ontwikkelingen en de daarbij horende digitale behoeften. Zodoende wordt aanbevolen om:

- Te sturen op een gecontroleerde transitiefase door de realisatie van een (periodieke) kennisuitwisseling, in de vorm van partnerships, met alle betrokken partijen in de keten. Binnen deze partnerships kunnen enerzijds uniforme afspraken en verantwoordelijkheidsverdelingen worden vastgesteld met de betrokken partijen (overheden, toelatingsinstanties, bedrijfsleven waaronder de automobielenindustrie en de ICT/data/software industrie) ten aanzien van zelfrijdende voertuigen. Anderzijds leiden deze partnerships tot een continue informatiedeling (in een snel veranderende technologische omgeving) over de digitale behoeften binnen het verkeers- en vervoerssysteem. Belangrijke aspecten hierin zijn onder andere data-inwinning, -opslag, -privacy en ethische issues voor zelfrijdende voertuigen.
- De lopende samenwerkingstrajecten met voertuigproducenten en andere partijen binnen de automotive sector voort te zetten en daarbij specifiek te richten op de noodzakelijke en veilige interactie tussen de weginfrastructuur(systemen) en zelfrijdende voertuigen.
- Te investeren in intelligente verkeerssystemen (iVRI's), wegkantsystemen, communicatiesystemen (V2V, V2I) en alle aspecten van data (waaronder data-inwinning).
- Te investeren in een centralisatie van verkeersmanagement door professionalisering van de verkeerscentrale en de interactie op netwerkniveau met zelfrijdende voertuigen. Immers het doseren, versnellen en omleiden van verkeer (de drie primaire ingrepen) lukt niet met alleen lokale intelligentie en informatie-uitwisseling. Ook voor een verkeerscentrale 2.0 geldt daarmee dat nagedacht moet worden over dataopslag en -verrijking en de interface met (een vloot van) autonome voertuigen.



## 6.2.2 Van generieke impactanalyse naar specifieke effecten

In deze impactanalyse is gewerkt met vier scenario's en vijf gebiedstypen. Feitelijk is er daardoor sprake van een vereenvoudigde weergave van zeer complexe transitieprocessen. In deze studie is ook nog niet (modelmatig) gekeken naar tweede orde effecten. In dit kader stellen wij de volgende specifieke aanbevelingen voor:

- Een eerste aanbeveling is een gedetailleerde analyse uit te voeren naar de ruimtelijke spreidingseffecten die de komst van zelfrijdende voertuigen hebben. De belangrijkste vraag is in hoeverre ruimtelijke spreiding wordt bevorderd of niet. In deze studie is er vooralsnog vanuit gegaan dat slechts een klein deel van de bevolking zich elders vestigt, omdat hierbij de gedachte is dat een lager voorzieningenniveau in de regio ook een rol speelt. Tegelijkertijd draagt een grote spreiding ook bij een hogere woon-werkpendel, waar het sowieso al drukker wordt door de komst van zelfrijdende voertuigen. Vraag is welke mate van spreiding gewenst is, ook als wordt gekeken naar bijvoorbeeld natuurwaardebehoud.
- Een tweede aanbeveling betreft het sociaaleconomische domein. In deze studie wordt aangegeven dat er kans is om belangrijke verschuivingen in de arbeidsmarkt. Zo zullen bepaalde beroepsgroepen in de Level 5 scenario's overbodig worden (denk aan taxichauffeurs, buschauffeurs, maar ook bijvoorbeeld rijinstructeurs). Tegelijkertijd ontstaan door de komst van ongetwijfeld nieuwe beroepsgroepen. Inzicht in deze arbeidsmarktveranderingen zijn een belangrijke voorwaarde voor het inzetten van de juiste interventies voor dit aspect.
- De als uitgangspunt genomen gebiedsprofielen "Landelijk wonen en recreëren" en "Mainports en Hubs" kennen binnen deze gebieden sterk verschillende typen profielen. Het verdient aanbeveling binnen deze gebieden nader te differentiëren om daarmee recht te doen aan de onderliggende karakteristieken.
- De voorliggende studie is vooral gericht op personenvervoer. Aanbevolen wordt in het vervolg, in een separate studie specifiek aandacht te besteden aan het goederenvervoer in de breedste zin van het woord en daarbij ook rekening te houden met andere concepten (variërend van bijvoorbeeld van drone delivery tot 3D printing).
- Het wordt aanbevolen om, op basis van pilots en experimenten, een beter beeld te vormen van de hoogte van benodigde investeringen in de infrastructuur ten behoeve van de introductie van zelfrijdende voertuigen gedurende verschillende fasen. Dit kan vervolgens verwerkt worden in de robuustheidscheck voor infrastructuurinvesteringen om een goede afweging te maken.



## REFERENTIES

- WLO – Welvaart en Leefomgeving, Toekomstverkenning, CPB / PBL, d.d. 2015.
- Macro – economie achtergronddocument, WLO – Welvaart en Leefomgeving, Toekomstverkenning 2030 en 2050, CPB / PBL, d.d. 2016.
- Spatial effects of automated driving: dispersion, concentration or both, Gelauff, G., Ossokina, I. and Teulings, C., d.d. 2017.
- NMCA Wegen Achtergrondrapport, Rijkswaterstaat, d.d. mei 2017.
- Snelder, M., Van Arem, B., Hoogendoorn, R. en van Nes, R., Methodische Verkenning Zelfrijdende Auto's en Bereikbaarheid, TU Delft - T&P 1501, ISSN 2212-0491, d.d. 2015.
- Impactanalyse zelfrijdende voertuigen, Boston Consulting Group, d.d. 17 augustus 2016.
- Ontwikkelingsbeeld Mobiliteit 2050 de PNH, Rapport, Must / RHDHV, d.d. 23 december 2016.
- Strategische visie Mobiliteit MRA, Inno-V, d.d. 12 september 2016.
- Paden naar een zelfrijdende toekomst – Vijf transitiestappen in beeld, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM), d.d. maart 2017.
- Chauffeur aan het stuur? Zelfrijdende voertuigen en het verkeer- en vervoersysteem van de toekomst, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM), d.d. oktober 2015.
- KPMG Autonomous Vehicles Readiness Index, d.d. januari 2018.
- Ronald Berger Automotive Disruption Radar – Issue #2, d.d. September 2017.
- <http://www.vervoerregio.nl/pagina/home#wat-doen-wij>
- Discussiedocument Koers NH2050, drie verhaallijnen op weg naar de koers NH2050, d.d. Oktober 2017.
- SER Advies nr. 2010/01



## COLOFON

### Opdrachtgever



**PARVIN HOSEINI**  
**Beleidsadviseur Mobiliteit**

T +31 (0)23 5143305  
M +31 (0)6 46382062  
E hoseinip@noord-holland.nl

Provincie Noord-Holland  
Houtplein 33  
2012 DE Haarlem  
Nederland

---

### Werkgroep opdrachtgever



**PARVIN HOSEINI**

---



**CHRIS DE VEER**

---



**HARM-JAN MOSTERT**

---



**LODE GOOSSENS**

---



**DAVID UIJTERWAAL**

---

## Projectteam Arcadis/TNO



**HENDRIK JAN BERGVELD**  
Projectleider / Senior Adviseur

T +31 (0)88 4261261  
M +31 (0)6 27060591  
E [hendrikjan.bergveld@arcadis.com](mailto:hendrikjan.bergveld@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 220  
3800 AE Amersfoort  
Nederland

---



**MIRZA HOTIC**  
Junior Adviseur

T +31 (0)88 4261261  
M +31 (0)6 50736530  
E [mirza.hotic@arcadis.com](mailto:mirza.hotic@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 220  
3800 AE Amersfoort  
Nederland

---



**MAAIKE SNELDER**  
Senior Adviseur

T +31 (0)88 866 0000  
M +31 (0)6 31792874  
E [maaike.snelder@tno.nl](mailto:maaike.snelder@tno.nl)

TNO  
Postbus 96800  
2509 JE Den Haag  
Nederland

---



**ISABEL WILMINK**  
Senior Adviseur

T +31 (0)88 866 0000  
M +31 (0)6 10656521  
E [isabel.wilmink@tno.nl](mailto:isabel.wilmink@tno.nl)

TNO  
Postbus 96800  
2509 JE Den Haag  
Nederland

---



**BART VAN AREM**  
Hoogleraar

T +31 (0) 15 2786342  
M -  
E [b.vanarem@tudelft.nl](mailto:b.vanarem@tudelft.nl)

TU Delft  
Postbus 5048  
2600 GA Delft  
Nederland

---





Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 220 3800 AE Amersfoort,  
Nederland  
+31 (0)88 4261261  
[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)



Versie E, d.d. Juli 2018

Onze referentie: 079904714-A

Copyright © 2018 Arcadis. All rights reserved.