Navigeren voor de volgende mobiliteitsgolf

Een strategische visie voor de metropoolregio Amsterdam

Goudappel
MOBILITEIT BEWEEGT ONS

Opdrachtgever	Smart Mobility Platform MRA
Titel rapport	Navigeren voor de volgende mobiliteitsgolf
Kenmerk	[Kenmerk]
Kenmerk opdrachtgever	[Kenmerk opdrachtgever]
Datum publicatie	20 november 2025
Projectleider Goudappel	Marc Stemerding
Projectteam Goudappel	Daan Knijnenburg, Martijn de Kievit
Projectteam opdrachtgever	Daniel Motman, Daniel Prak, Pim Stevens
Status	Concept

© Copyright Goudappel BV 20-11-25

Inhoudsopgave

1. Executive summary 5

2. Het strategische landschap – kaders voor toekomstige mobiliteit 6

2.1 Mobiliteit als een *wicked problem*: onderlinge afhankelijkheden en dilemma's 6

2.2 De TU Delft 2050 Scenario's: vier mogelijke toekomsten 7

2.3 Gebruik van scenario's voor 'No-Regret' beleidsontwikkeling in de MRA 8

3. Het Europese regelgevende en beleidskader: nieuwe verplichtingen en kansen 10

3.1 De herziene ITS-richtlijn: een verplichte digitale datafundering 10

3.2 De EU AI Act: regulering van de toekomst van Intelligent Transport 11

3.3 Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP's): de geïntegreerde planningsstandaard 12

3.4 Kwetsbaarheid infrastructuur (zowel digitaal als fysiek) 12

3.5 Tabel 1: Belangrijkste EU-wetgeving en implementatietijdlijnen voor decentrale overheden 14

4. Technologische en Industriële Trajecten: De Evolutie van Voertuigen en Diensten 16

4.1 Inzichten uit de Monitor Smart Mobility 2025 16

4.2 Roadmaps van de auto-industrie 18

5. Nationale implementatie en innovatie in Nederland 20

5.1 Het DMI-Ecosysteem: bouwen aan een nationale digitale tweeling en datamarktplaats 20

5.2 Digitaal verkeersmanagement in de praktijk: VM-IVRA en LVMB 21

5.3 Van pilot naar beleid: lessen uit Safety Priority Services (SPS) 22

5.4 Draaiende Ringen 22

5.5 Brede Welvaartsdenken 23

6. Analyse en prioritering van trends en ontwikkelingen 25

6.1 Criteria 25

6.2 Synthese voor beschreven ontwikkelingen 26

7. Strategische implicaties en aanbevelingen voor de metropoolregio Amsterdam 31

7.1 Afstemming op de kernuitdagingen van de MRA: wonen, bereikbaarheid en duurzaamheid 31

7.2 Data en digitalisering benutten om groei te managen 31

7.3 De Transitie naar Duurzame en Gedeelde Mobiliteit Faciliteren 33

7.4 Voorbereiden op de Volgende Generatie Voertuigen 34

7.5 Een 'No-Regret' Beleidsmatrix voor de MRA 35

7.6 Tabel 3: MRA-Mobiliteitsuitdagingen Gekoppeld aan Strategische Kansen 36

8. Conclusie: een koers uitzetten voor een veerkrachtige en bereikbare metropool 38

9. Geciteerd werk 39

1. Executive summary

Dit rapport biedt een analyse van de ontwikkelingen die het mobiliteitsgedrag, het verkeer en de vervoersstromen in de Metropoolregio Amsterdam (MRA) de komende decennia zullen vormgeven. Voor decentrale overheden in de MRA, die geconfronteerd worden met de opgave om grootschalige woningbouw te verenigen met bereikbaarheid, leefbaarheid en duurzaamheid, is een strategisch inzicht in deze krachten essentieel. De analyse is verankerd in een studie van toekomstscenario's, opkomende technologieën, industriële roadmaps en een veranderend juridisch landschap op lokaal, nationaal en Europees niveau.

De belangrijkste bevindingen van dit rapport convergeren rond drie centrale thema's: de digitalisering van het mobiliteitssysteem, de transitie naar duurzaamheid en de invloed van regelgeving hierop. De toekomst van mobiliteit is geen gegeven, maar het resultaat van strategische keuzes. De scenario's van de TU Delft tonen aan dat een toekomst van gefragmenteerde, inefficiënte mobiliteit ('Mobility Patchwork') een reëel risico is, terwijl een geïntegreerd, duurzaam en efficiënt systeem ('Hyperconnected Systems') binnen bereik ligt door proactief overheidsingrijpen en technologische omarming.

Op Europees niveau creëren de herziene ITS-richtlijn en de AI Act een nieuw kader. Lokale overheden worden niet langer alleen wegbeheerders, maar verplichte dataleveranciers en inkopers van compliant, intelligente systemen. De implementatietijdlijnen zijn kort en vereisen onmiddellijke actie op het gebied van datamanagement en aanbestedingsbeleid. Ondertussen neemt de kwetsbaarheid van de infrastructuur toe zowel op digitaal als fysiek vlak wat handelingen vereist van regionale overheden. Technologisch gezien toont de Monitor Smart Mobility aan dat de adoptie van digitale diensten door de consument sneller gaat dan de ontwikkeling van beleid, wat leidt tot onbedoelde neveneffecten zoals sluipverkeer. Tegelijkertijd committeert de auto-industrie zich aan ambitieuze doelen voor elektrificatie en automatisering, maar maakt deze expliciet afhankelijk van "enabling conditions" die door overheden moeten worden gecreëerd, zoals laadinfrastructuur en digitale connectiviteit. Daarbij verdient de Chinese auto-industrie specifiek aandacht vanwege de ontwikkelingssnelheid waarmee zij elektrificatie uitvoeren.

Nationaal is een robuust ecosysteem in ontwikkeling om deze transities te ondersteunen. Initiatieven als het DMI-ecosysteem en Draaiende Ringen bieden de MRA instrumenten, data en governance-structuren om op aan te sluiten. Hierin dient de MRA een rol als 'orkestrator' op zich te nemen: niet als passieve ontvanger van verandering, maar als actieve regisseur die deze nationale en Europese instrumenten inzet om haar regionale doelen te bereiken. Dit rapport analyseert vervolgens welke ontwikkelingen en trends voor de partners van de MRA interessant en relevant zijn en beschrijft daarvoor hun handelingsperspectief.

2. Het strategische landschap – kaders voor toekomstige mobiliteit

Dit deel legt het conceptuele fundament voor het rapport. Het positioneert mobiliteit niet als een eenvoudig technisch vraagstuk, maar als een complexe maatschappelijke uitdaging – een 'wicked problem' – waarbij de strategische keuzes van vandaag de realiteit van morgen bepalen. Door de toekomstscenario's van de TU Delft als leidraad te gebruiken, wordt een denkkader geboden waarbinnen decentrale overheden in de MRA de impact van technologische en wettelijke ontwikkelingen kunnen wegen en beleid kunnen formuleren.

2.1 Mobiliteit als een *wicked problem*: onderlinge afhankelijkheden en dilemma's

De uitdagingen binnen het mobiliteitssysteem zijn complex en onderling verweven, wat TU Delft-onderzoekers ertoe heeft gebracht mobiliteit te definiëren als een 'wicked problem'.[1] Een poging om één aspect van dit probleem op te lossen, kan onbedoeld nieuwe problemen creëren of blootleggen.[2] Voor de partners binnen de MRA betekent dit dat beleidsvorming een constante afweging is tussen concurrerende doelen. Het streven naar een duurzaam, betaalbaar, inclusief, veilig en veerkrachtig mobiliteitssysteem wordt geconfronteerd met aanzienlijke tekorten aan personeel, financiële middelen, materialen, energie en fysieke ruimte.[4]

Deze inherente dilemma's manifesteren zich op verschillende niveaus:

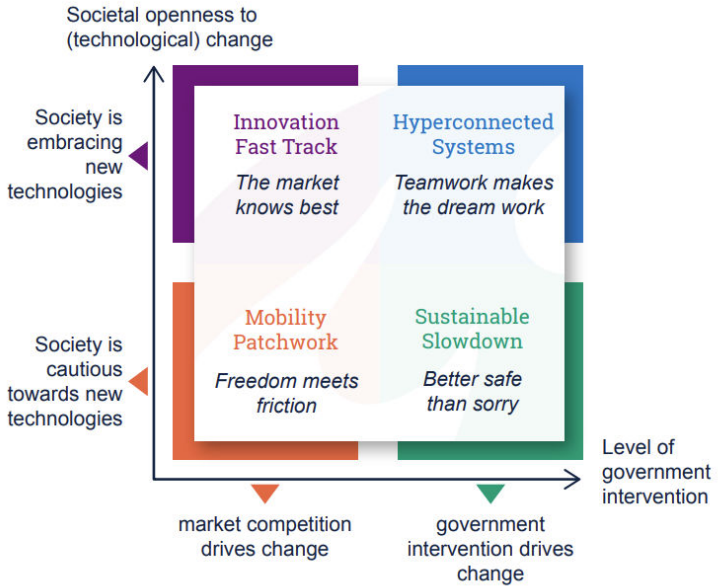
- **Duurzaamheid versus economische groei:** Maatregelen die de ecologische voetafdruk verkleinen, zoals het beperken van autoverkeer, kunnen de economische vitaliteit en bereikbaarheid op korte termijn onder druk zetten.
- **Gemak versus gelijkheid:** Marktgedreven innovaties, zoals on-demand taxidiensten of snelle bezorgdiensten, bieden groot gemak voor een deel van de bevolking, maar kunnen leiden tot toenemende ongelijkheid in toegang tot mobiliteit voor anderen en een inefficiënt gebruik van de openbare ruimte.[4]
- **Benutting van de openbare ruimte versus individuele mobiliteitsvrijheid:** De toenemende vraag naar ruimte voor wonen, groen en recreatie staat op gespannen voet met de ruimte die nodig is voor auto-infrastructuur en parkeren.

Bovendien staat de mobiliteitstransitie niet op zichzelf. Zij is onlosmakelijk verbonden met andere grote maatschappelijke transities, die elkaar soms versterken en soms tegenwerken.[1] De energietransitie vereist een massale uitrol van laadinfrastructuur, wat een enorme claim

legt op het elektriciteitsnet en de openbare ruimte. De digitale transitie maakt slimme mobiliteitsdiensten mogelijk, maar roept tegelijkertijd complexe vragen op over data-eigendom, privacy en cybersecurity. De transitie naar een circulaire economie vereist nieuwe ontwerpen voor voertuigen en infrastructuur en complexe logistieke ketens voor hergebruik en recycling. Het navigeren van deze onderling afhankelijke transities is de kern van de 'wicked problem' uitdaging voor de MRA.

2.2 De TU Delft 2050 Scenario's: vier mogelijke toekomsten

Om beleidsmakers te helpen bij het navigeren door deze complexiteit, heeft een multidisciplinair team van de TU Delft, 'The Mobilisers', vier scenario's voor het Nederlandse mobiliteitssysteem in 2050 ontwikkeld.[2] Deze scenario's zijn geen voorspellingen, maar strategische denkkaders die mogelijke toekomsten verkennen. Ze zijn opgebouwd langs twee kritische, onzekere assen: de mate van overheidsingrijpen in de economie en de maatschappelijke openheid voor technologische verandering.[2] Deze assen creëren een canvas waarop vier plausibele, maar verschillende, toekomstbeelden ontstaan.



2.2.1 Scenario 1: Innovation Fast Track | Market knows best

In dit scenario is er weinig overheidsingrijpen en omarmt de samenleving technologische innovatie met enthousiasme. Marktpartijen domineren de mobiliteitssector, wat leidt tot een snelle uitrol van nieuwe diensten en technologieën die gericht zijn op economische groei en individueel gemak.[3] Voor de partners van de MRA zou dit kunnen resulteren in een overvloed aan commerciële deelmobiliteitsdiensten, geavanceerde navigatie-apps en een snelle adoptie van privé-eigendom van (semi-)autonome voertuigen. Waarbij de MRA een rol kan aannemen in het onder de aandacht brengen van de verschillende innovaties bij de partners. De keerzijde van de vele innovaties kan echter aanzienlijk zijn: zonder sturing van de overheid

leidt dit tot toenemende ongelijkheid, waarbij diensten zich concentreren op de meest winstgevende gebieden. Het leidt ook tot een inefficiënt gebruik van de schaarse openbare ruimte en aanzienlijke milieu-uitdagingen, omdat de focus ligt op gemak in plaats van op collectieve duurzaamheid.[1]

2.2.2 Scenario 2: Hyperconnected Systems | Teamwork makes the dream work

Dit scenario combineert sterk overheidsingrijpen met een grote maatschappelijke acceptatie van technologie.[4] De overheid treedt op als een actieve 'orkestrator' die, in samenwerking met private partijen, grootschalig investeert in een geïntegreerd, duurzaam en efficiënt mobiliteitssysteem. Publiek-private samenwerkingen floreren binnen een door de overheid ondersteund kader.[1] Voor de partners van de MRA zou dit kunnen leiden tot een naadloos multimodaal netwerk waarin openbaar vervoer, deelmobiliteit en actieve modaliteiten optimaal op elkaar zijn afgestemd via een centraal dataplatform. Dit bevordert brede welvaart en leefbare steden. De uitdagingen liggen in de noodzaak van enorme publieke investeringen en de opkomst van nieuwe bureaucratische complexiteit.[3] Dit scenario kan worden gezien als een ambitieus streefbeeld voor een proactieve MRA.

2.2.3 Scenario 3: Sustainable Slowdown | Better safe than sorry

In dit toekomstbeeld is er sprake van sterk overheidsingrijpen, maar is de maatschappij terughoudend ten opzichte van nieuwe, onbewezen technologieën.[4] De focus ligt op gemeenschap, duurzaamheid, gelijkheid en veerkracht. Verandering wordt primair gedreven door overheidsinitiatieven en gedragsverandering, met een voorzichtige adoptie van bewezen technologieën die aansluiten bij maatschappelijke en ecologische doelen.[1] Voor de partners van de MRA en de MRA zou dit betekenen dat er zwaar wordt geïnvesteerd in traditioneel openbaar vervoer en hoogwaardige fietsinfrastructuur, terwijl de uitrol van bijvoorbeeld zelfrijdende voertuigen wordt vertraagd. Hoewel dit leidt tot een zeer duurzaam en rechtvaardig systeem, gaat dit mogelijk ten koste van de individuele mobiliteitsvrijheid en economische groei.[3]

2.2.4 Scenario 4: Mobility Patchwork | Business as usual

Dit scenario schetst een gefragmenteerde toekomst die het resultaat is van minimaal overheidsingrijpen en maatschappelijk scepsis ten opzichte van nieuwe technologie.[4] Mobiliteitsbedrijven richten zich op bewezen technologieën en bedienen alleen de meest winstgevende routes en klantsegmenten. Het gebrek aan coördinatie en sturing leidt tot een onsamenhangend 'lappendeken' van diensten. Voor de MRA is dit een scenario waarin een belangrijke rol voor hen in weggelegd kan zijn: het structuren en coördineren van dit ‘lappendeken;’ van diensten om te zorgen dat ongelijkheid, milieuproblemen en inefficiëntie voorkomen worden. En de bereikbaarheid van minder rendabele gebieden vooruitgaat en de druk op de meest belaste corridors op de juiste manier verwerkt kan worden.

2.3 Gebruik van scenario's voor 'No-Regret' beleidsontwikkeling in de MRA

De vier scenario's zijn niet alleen beschrijvend; het zijn actieve instrumenten voor strategische planning. Voor de MRA zijn ze een middel om de robuustheid van het huidige beleid te testen ('stresstesten') tegen verschillende mogelijke toekomsten. De cruciale vraag voor elke beleidsmaatregel is: hoe presteert deze maatregel in elk

van de vier scenario's? Dit proces helpt bij het identificeren van zogenaamde 'no-regret' interventies: beleidskeuzes die onder alle omstandigheden waarde toevoegen, ongeacht hoe de toekomst zich ontvouwt.[4] Een investering in hoogwaardige, open data-infrastructuur is bijvoorbeeld een 'no-regret' maatregel, omdat deze zowel een marktgedreven ('Innovation Fast Track') als een overheidsgestuurd ('Hyperconnected Systems') mobiliteitssysteem ondersteunt.
Daarnaast biedt het raamwerk de mogelijkheid om te anticiperen op onverwachte gebeurtenissen. Het rapport van de TU Delft introduceert de concepten van 'Black Swans' (onvoorspelbare gebeurtenissen met een enorme impact, zoals een pandemie) en 'Grey Rhinos' (voorspelbare, maar vaak genegeerde bedreigingen, zoals de structurele impact van klimaatverandering).[4] Door beleid te ontwikkelen dat veerkrachtig is tegenover dergelijke schokken, kan de MRA haar langetermijnstrategie voor mobiliteit versterken en beter voorbereid zijn op onzekerheid.
De scenario's zijn dus geen passieve beschrijvingen van de toekomst, maar een directe weerspiegeling van de politieke en maatschappelijke keuzes waar de MRA dagelijks voor staat. Elke beslissing over de regulering van deelmobiliteit, de financiering van een nieuwe metrolijn, of de voorwaarden voor het delen van data in het DMI-ecosysteem, is een actieve stap die de regio in de richting van een van deze vier toekomsten stuurt. De technologische en wettelijke ontwikkelingen die in de volgende hoofdstukken worden besproken, moeten worden gezien als de instrumenten die de MRA kan inzetten om bewust te sturen naar een gewenst scenario.

3. Het Europese regelgevende en beleidskader: nieuwe verplichtingen en kansen

Dit deel analyseert de top-down regelgevende krachten vanuit de Europese Unie die een nieuwe, dwingende realiteit creëren voor zowel de Nederlandse rijksoverheid als decentrale overheden. De focus ligt op de juridische verplichtingen, de bijbehorende implementatietijdlijnen en de strategische kansen die hieruit voortvloeien voor de MRA.

3.1 De herziene ITS-richtlijn: een verplichte digitale datafundering

De oorspronkelijke Richtlijn Intelligente Transportsystemen (ITS) uit 2010 schoot tekort. De evaluatie ervan toonde aan dat de vrijwillige aanpak had geleid tot een gefragmenteerde en ongecoördineerde uitrol van ITS-diensten in de EU, met een gebrek aan interoperabiliteit en geografische continuïteit als gevolg.[5] Als directe reactie hierop heeft de EU de richtlijn grondig herzien. De nieuwe ITS richtlijn (EU) 2023/2661, formeel aangenomen op 22 november 2023, markeert een fundamentele verschuiving van aanbeveling naar verplichting.[7]

De herziening heeft als hoofddoel de inzet van ITS-diensten te stimuleren om de verkeersveiligheid en doorstroming te verbeteren en een multimodaal vervoerssysteem te bevorderen.[8] De reikwijdte is aanzienlijk uitgebreid en omvat nu ook opkomende diensten zoals multimodale informatie-, boekings- en ticketdiensten (MaaS), applicaties voor deelmobiliteit en, cruciaal, communicatie tussen voertuigen en infrastructuur (C-ITS) ter ondersteuning van geconnecteerd en geautomatiseerd rijden.[5]

De meest ingrijpende verandering voor decentrale overheden is de *verplichting* om bestaande data te verzamelen en digitaal beschikbaar te stellen. Dit omvat een breed scala aan statische en dynamische weg- en verkeersdata, zoals geldende snelheidslimieten, verkeerscirculatieplannen, permanente toegangsrestricties, wegwerkzaamheden, tijdelijke verkeersmaatregelen en verkeersveiligheidsgerelateerde informatie (bijvoorbeeld over ongevallen).[5] Deze data moeten beschikbaar worden gesteld voor een breder wegennet dan voorheen, in de praktijk het gehele voor gemotoriseerd verkeer opengestelde netwerk, en moeten worden aangeleverd in een gestandaardiseerd formaat (zoals DATEX II) via de zogenaamde Nationale Toegangspunten (NTP's), oftewel NTM.[6]

Voor de Nederlandse overheden, inclusief de gemeenten en provincies in de MRA, zijn de tijdlijnen scherp. De richtlijn is eind 2023 in werking getreden, en lidstaten hebben 24 maanden de tijd om deze om te zetten in nationale wetgeving.[11] Dit betekent dat uiterlijk eind 2025 de wettelijke basis in Nederland van kracht moet zijn die decentrale overheden, als wegbeheerders, verplicht om hun data conform de nieuwe eisen aan te leveren. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat laat momenteel een impactanalyse uitvoeren door Panteia en DTV om precies in kaart te brengen wat er nationaal georganiseerd moet worden om aan de richtlijn te voldoen.[8] Deze ontwikkeling maakt een einde aan het tijdperk van vrijblijvende datasamenwerking. Het beheer en de ontsluiting van verkeersdata wordt een wettelijke kerntaak voor elke wegbeheerder in de MRA, wat investeringen in systemen, processen en personeel (zoals datastewards en kwaliteitsmanagers) noodzakelijk maakt.

3.2 De EU AI Act: regulering van de toekomst van Intelligent Transport

De EU AI Act (Verordening (EU) 2024/1689) is de eerste alomvattende wetgeving ter wereld die het gebruik van Artificiële Intelligentie (AI) reguleert.[12] Hoewel de wet sectorneutraal is, heeft zij diepgaande gevolgen voor de transportsector, waar AI steeds vaker wordt ingezet voor het optimaliseren van verkeersstromen, het aansturen van kritieke infrastructuur en de ontwikkeling van autonome voertuigen.[14] De AI Act introduceert een op risico gebaseerde aanpak, die systemen classificeert op basis van hun potentiële impact op veiligheid en grondrechten.[12] Veel AI-toepassingen in de mobiliteitssector, zoals systemen voor verkeersmanagement, de aansturing van sluizen en bruggen, en de veiligheidscomponenten van geautomatiseerde voertuigen, vallen onder de categorie 'hoog risico'.[12] Dit leidt tot strenge, wettelijk afdwingbare verplichtingen voor de ontwikkelaars en aanbieders van deze systemen. Zij moeten voldoen aan eisen op het gebied van datakwaliteit en governance, transparantie (gebruikers moeten weten dat ze met een AI interacteren), menselijk toezicht, robuustheid en cybersecurity.[12] Voordat een hoog-risico AI-systeem op de markt mag worden gebracht, moet het een verplichte conformiteitsbeoordeling ondergaan en gedurende zijn levenscyclus continu worden gemonitord.[12]

De implementatietijdlijn is gefaseerd, maar de eerste verplichtingen zijn al op korte termijn van kracht:

- **Augustus 2024:** De AI Act treedt in werking.[13]
- **Februari 2025:** Het verbod op AI-systemen met een 'onaanvaardbaar risico' (zoals social scoring) wordt van toepassing.[16]
- **Augustus 2025:** De regels voor general-purpose AI-modellen en de governance-structuren (zoals het AI Office) worden van kracht.[13]
- **Augustus 2026:** De verplichtingen voor de meeste hoog-risico AI-systemen worden van toepassing.[13]
- **Augustus 2027:** Een verlengde overgangsperiode voor hoog-risico AI-systemen die zijn ingebed in producten die al onder andere EU-regelgeving vallen (zoals voertuigen met een typegoedkeuring) loopt af.[13]

Voor de overheden in de MRA introduceert de AI Act een nieuwe laag van complexiteit en verantwoordelijkheid bij de inkoop van 'slimme' technologie. Bij de aanbesteding van bijvoorbeeld een nieuw adaptief verkeerslichtensysteem of software voor verkeersanalyse, zal de

gemeente of provincie moeten verifiëren dat de aangeboden oplossing voldoet aan de AI Act. De focus van aanbestedingen verschuift daarmee van enkel functionaliteit en prijs naar risicobeoordeling, data governance en juridische compliance. Dit vereist nieuwe expertise binnen de overheidsorganisaties en een aangescherpt inkoopbeleid om te voorkomen dat er niet-conforme en potentieel risicovolle systemen worden aangeschaft die dus ook het mobiliteitsdomein raakt.

3.3 Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP's): de geïntegreerde planningsstandaard

Een Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP) is het door de Europese Commissie gepromote raamwerk voor het ontwikkelen van een geïntegreerde, strategische en multimodale visie op stedelijke mobiliteit.[18] De meest recente richtlijnen, gepubliceerd in 2019, benadrukken een participatieve aanpak met een langetermijnvisie, gericht op het verbeteren van de toegankelijkheid en leefbaarheid.[18] Een SUMP integreert alle vervoerswijzen (lopen, fietsen, openbaar vervoer, deelmobiliteit, auto) en verbindt mobiliteitsplanning expliciet met andere beleidsdomeinen zoals ruimtelijke ordening, milieu, economie en sociale inclusie.[21]

De kernprincipes van de SUMP-methodologie omvatten [19]:

1. Een grondige analyse van de huidige en toekomstige mobiliteitssituatie.
2. Het ontwikkelen van een gezamenlijke, breed gedragen visie en strategische doelen.
3. De integratie van beleid en maatregelen over sectoren heen.
4. Een duidelijke focus op monitoring, evaluatie en bijsturing.

Hoewel het opstellen van een SUMP (nog) geen harde wettelijke verplichting (maar vanaf 2028 wel) is zoals de ITS-richtlijn, wordt het door de Europese Commissie sterk aanbevolen en steeds vaker als voorwaarde gesteld voor het verkrijgen van Europese cofinanciering voor mobiliteitsprojecten.[18] Voor de MRA, die voor de enorme opgave staat om de bouw van honderdduizenden woningen te combineren met het behoud van bereikbaarheid en leefbaarheid, biedt de SUMP-methodologie het ideale procesmatige kader. Het dwingt tot een integrale afweging waarbij de locatie van nieuwe woon- en werkgebieden direct wordt gekoppeld aan de benodigde investeringen in hoogwaardig openbaar vervoer, fietsnetwerken en deelmobiliteitsvoorzieningen. Het helpt de regio om de complexe, onderling verweven uitdagingen op een gestructureerde en toekomstbestendige manier aan te pakken.

3.4 Kwetsbaarheid infrastructuur (zowel digitaal als fysiek)

In het huidige tijdsgewricht komt meer nadruk te liggen op de kwetsbaarheid (of veerkracht) van de infrastructuur die we gebruiken om ons huidige mobiliteitssysteem te gebruiken. De kwetsbaarheid valt daarmee uit een in twee delen:

- De digitale kwetsbaarheid van infrastructuur
- De fysieke kwetsbaarheid van infrastructuur

Voor de digitale kwetsbaarheid is dit jaar het rapport “Van kwetsbaar naar weerbaar[70i] verschenen vanuit de Rijksoverheid. Dit rapport schetst hoe (Rijks)overheden sterk afhankelijk zijn geworden van uitbestede ICT-diensten en daardoor kwetsbaar zijn voor acute én langdurige uitval

bij leveranciers. Begin 2024 dreigde een grote ICT-leverancier financieel om te vallen; als dat was gebeurd, had dat kritieke dienstverlening (uitkeringen, rechtspraak, zorgindicaties) langdurig kunnen stilleggen.
De belangrijkste oorzaken:

- onduidelijke definities van wat “kritieke/vitale” ICT is,
- gefragmenteerde kennis en regie,
- onvoldoende onafhankelijke toetsing,
- geen rijksbreed overzicht/monitoring van contracten en ketens,
- gebrekkige contractclausules (o.a. IPR, step-in, ketentransparantie),
- beperkte uitwijkfaciliteiten en toenemende concentratierisico’s (o.a. bij hyperscalers).

Daarbij is het goed om in te zien dat terugvallen op analoge processen vrijwel niet meer mogelijk is.

De auteurs[70] bevelen maatregelen aan op twee niveaus.
Rijksbreed/bestuurlijk: vernieuw het sourcingbeleid (met duidelijke definities en kaders voor continuïteit en concentratierisico), bouw een rijksbreed competence center en een leercyclus, versterk onafhankelijke toetsing, richt centrale monitoring van leveranciers en contracten in, en ontwikkel (Europese) terugvalfaciliteiten zoals dataopslag/uitwijk.

In de uitvoering (per organisatie): prioriteer modernisering en “resilience by design” (portabiliteit, open standaarden, minder lock-in), investeer in kennis/vaardigheden van bestuur en ICT-regie, professionaliseer risicomanagement en aanbestedingen (risicoklassen, aanvullende clausules zoals step-in, escrow, ketentransparantie), en werk en test structureel uitwijk- en exitplannen tot en met “real-life” oefeningen en een minimum viable organisation.

Voor lokale overheden (gemeenten en provincies) staan de volgende aanbevelingen opgenomen om de weerbaarheid van de ICT-infrastructuur te vergroten.
Maak een snelle risico-scan van primaire processen en leverancierssketens; breng contracten, subverwerkers en concentratierisico’s in kaart en leg eigendom, toegang en overdraagbaarheid van data en software vast (IPR, step-in, escrow, beëindiging/transition assistance). Neem “resilience by design” op in je informatie- en portfolioplanning: stimuleer portabiliteit (open standaarden, minder maatwerk), scheid omgevingen, borg back-ups en alternatieve platforms, en test periodiek uitwijk/exit (table-tops én praktijkoefeningen). Veranker continuïteitsmaatregelen in P&C (met expliciete rest-risicoacceptatie door bestuur), label aanbestedingen risicogebaseerd (extra eisen bij hoog risico), laat dossiers onafhankelijk toetsen en deel kennis/ervaringen regionaal zodat organisaties van elkaar leren.[71]

Naast de digitale kwetsbaarheid is ook fysieke kwetsbaarheid van infrastructuur een ontwikkeling die steeds meer aandacht krijgt. In het rapport "Dreigingslandschap Vitale Infrastructuur"[74] analyseert de NCTV de belangrijkste dreigingen voor de Nederlandse vitale infrastructuur, waaronder ook de transportinfrastructuur (wegen, spoor, luchtvaart, waterwegen, sluizencomplexen). Door toenemende geopolitieke spanningen, verregaande digitalisering, klimaatverandering en een groeiende verwevenheid tussen sectoren ontstaan complexe risico's. Voor transportinfrastructuur betekent dit een grotere kans op

verstoringen, bijvoorbeeld door cyberaanvallen, fysieke sabotage, personeelstekorten, logistieke knelpunten en extreme weersomstandigheden. Incidenten in deze sector beïnvloeden niet alleen de bereikbaarheid, maar kunnen ook logistieke ketens, hulpverlening en internationale handel ernstig verstoren.[72, 74]

Het rapport onderscheidt drie typen dreigingen:

- Moedwillige dreigingen zijn gericht op het bewust verstoren van transportprocessen door sabotage, spionage of cyberaanvallen; voorbeelden zijn kortdurende verstoring van luchthavens, weginfrastructuur of sluizencomplexen als gevolg van gerichte acties van statelijke actoren, terroristen of criminelen.
- Natuurlijke dreigingen hebben betrekking op uitval door overstromingen, extreme hitte, droogte of ruimteweer, wat transportnetwerken fysiek kan ontwrichten.
- Interne dreigingen, zoals systeem- of menselijk falen, waarbij bijvoorbeeld fouten in digitale verkeersleidingssystemen of achterstallig onderhoud leiden tot grootschalige uitval.

De verwevenheid tussen transportsectoren (weg, water, spoor, lucht) kan 'cascade-effecten' veroorzaken: een storing in één modaliteit kan uitwaaieren naar andere sectoren en maatschappelijke domeinen.[73,76]

Voor beleidsmakers en verantwoordelijk van deze infrastructuur biedt het rapport een denkkader voor risico- en weerbaarheidsanalyses, en stimuleert het expliciete keuzes over prioritering, samenwerking en investeringen in de fysieke en digitale beveiliging van transportinfrastructuur. Concrete acties die uit het regeringsprogramma en bijbehorende beleidskaders voortkomen, zijn onder meer:

(1) instandhouding van transportinfrastructuur versnellen, waaronder forse investeringen door Rijkswaterstaat en ProRail op weg-, spoor- en vaarwegen;
(2) implementatie van ERTMS (digitale treinbeveiliging) om verouderde systemen te vervangen en treinen veiliger en betrouwbaarder te maken;
(3) ontwikkeling van een integrale beleidsagenda voor goederenvervoer waarin leveringszekerheid, energietransitie en filebestrijding centraal staan;
(4) versterking van multimodale knooppunten op corridors als scheepsluizen en havens;
(5) implementatie van NIS2 en de CER-richtlijn voor digitale en fysieke weerbaarheid; en
(6) samenwerking via weerbaarheidstafels tussen sectoren en overheden op nationaal niveau, inclusief pilots van noodsteunpunten in veiligheidsregio's.

Door deze concrete maatregelen kunnen transportinfrastructuur en vitale processen beter bestand zijn tegen toekomstige dreigingen. Met de laatste actie kan vanuit de MRA in samenwerking tussen partners bijvoorbeeld verder worden uitgewerkt.

3.5 Tabel 1: Belangrijkste EU-wetgeving en implementatietijdlijnen voor decentrale overheden

De volgende tabel biedt een geconsolideerd overzicht van de belangrijkste aankomende wettelijke verplichtingen en hun tijdlijnen, vertaald naar concrete actiepunten voor de overheden binnen de MRA.

Wetgeving	Kernverplichting voor Decentrale Overheden	Belangrijke EU-deadline	Mogelijke actie voor partners van MRA
Herziene ITS-richtlijn (EU) 2023/2661	Beschikbaar stellen van cruciale digitale weg- en verkeersdata (snelheidslimieten, wegwerkzaamheden, verkeersplannen, etc.) in gestandaardiseerd formaat (DATEX II) via het Nationaal Toegangspunt (NTP).	Omzetting in nationale wetgeving uiterlijk 24 maanden na inwerkingtreding (dus eind 2025).	Inventariseren welke data verplicht wordt, opzetten/upgraden van datamanagementsystemen, toewijzen van personeel voor datakwaliteit en -beheer, afstemming met NTM.
EU AI Act (EU) 2024/1689	Zorgdragen dat ingekochte AI-systemen die als 'hoog risico' worden geclassificeerd (bv. voor verkeersmanagement) voldoen aan de wettelijke eisen voor transparantie, toezicht en robuustheid.	Volledige toepassing voor de meeste hoog-risico systemen vanaf 2 augustus 2026.	Herzien van aanbestedingscriteria voor 'slimme' technologie, opbouwen van expertise om AI-systemen te beoordelen, opnemen van AI Act-compliance als contractuele eis.
NIS 2-richtlijn (EU) 2022/2555	Implementeren van strengere cybersecurity-risicomanagementmaatregelen en meldplichten voor incidenten, aangezien transport een 'essentiële sector' is.	Omzetting in nationale wetgeving was vereist voor 17 oktober 2024, handhaving vanaf 18 oktober 2024.	Uitvoeren van risicoanalyses op kritieke mobiliteitssystemen (bv. verkeerscentrales, iVRI-systemen), implementeren van beveiligingsmaatregelen, opstellen van incident-respons-plannen.
SUMP-richtlijnen	Ontwikkelen van een geïntegreerd, multimodaal strategisch mobiliteitsplan.	Vanaf 31 december 2027 verplicht voor alle Europese steden met meer dan 100.000 inwoners.	Adopteren van de SUMP-methodologie voor de ontwikkeling van regionaal en lokaal mobiliteitsbeleid, met name in relatie tot de verstedelijkingsopgave.

4. Technologische en Industriële Trajecten: De Evolutie van Voertuigen en Diensten

Dit deel verschuift de focus van beleid en regelgeving naar de technologische realiteit en de toekomstvisies van de industrie.

4.1 Inzichten uit de Monitor Smart Mobility 2025

De derde editie van de Monitor Smart Mobility, gepubliceerd in 2025, is een mijlpaal omdat deze voor het eerst duidelijke trends kan identificeren in de adoptie van slimme mobiliteit in Nederland.[23] De monitor bevestigt dat technologie een structureel onderdeel is geworden van hoe mensen zich verplaatsen en biedt cruciale inzichten voor beleid op het gebied van veiligheid, bereikbaarheid en duurzaamheid.[24] De bevindingen zijn gestructureerd rond drie pijlers, Voertuigautomatisering, Digitaal Verkeersmanagement & Informatiediensten en Mobiliteitsdiensten.

Voertuigautomatisering: ADAS op de Voorgrond

De opmars van Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) zet onverminderd door. Systemen zoals automatisch remmen (AEB) en intelligente snelheidsassistentie (ISA) worden steeds meer gemeengoed.[24] Een cruciale versneller is de wettelijke verplichting die vanaf juli 2024 diverse ADAS-systemen voorschrijft in alle nieuw verkochte auto's in de EU.[24] Hoewel deze systemen een positieve bijdrage leveren aan de verkeersveiligheid, legt de monitor een significante kloof bloot tussen de technologische aanwezigheid en de kennis van de gebruiker. Zo is 31% van de gebruikers zich niet bewust van het feit dat hun auto een automatisch remsysteem heeft.[24] Dit onderstreept het belang van bewustwordingscampagnes, zoals die van de ADAS Alliantie, waarin het ministerie samenwerkt met partijen als de ANWB, BOVAG en RDW.[24] Een opvallend punt van zorg is de lage tevredenheid over de waarschuwende variant van de Intelligente Snelheidsassistent (ISA), voornamelijk door onterechte waarschuwingen. Dit duidt op een datakwaliteitsprobleem. Als reactie hierop blijft IenW periodiek monitoren om vast te stellen of verdere verbeteringen nodig zijn en werkt Euro NCAP aan praktijkgerichte tests, die in 2026 worden ingevoerd.[24]

Digitaal Verkeersmanagement & Informatiediensten: Slimme Informatie Wint Terrein

Navigatieapps zijn alomtegenwoordig; in 2024 gebruikte 96% van de Nederlanders een navigatiesysteem.[24] De apps worden steeds vaker ook op bekende routes gebruikt, primair vanwege de behoefte aan actuele informatie over files en reistijden. Een van de meest significante trends is de mate waarin gebruikers hun gedrag laten sturen door deze apps: 81% past zijn route onderweg aan op basis van de verstrekte informatie, een bijna verdubbeling sinds 2021.[24] Dit bevestigt een fundamentele verschuiving van statische informatie (verkeersborden) naar dynamische, gepersonaliseerde in-car informatie. Deze trend creëert zowel een kans als een risico. De kans is dat verkeer beter gespreid kan worden; het risico is ongewenst sluipverkeer door woonwijken en schoolzones. Dit versterkt de noodzaak voor wegbeheerders in de MRA om, conform de ITS-richtlijn, betrouwbare en actuele data aan te leveren aan dienstverleners om dit gedrag in maatschappelijk wenselijke banen te leiden. Initiatieven als het Digitaal Stelsel Mobiliteitsdata (DSM) en afspraken over het delen van veiligheidswaarschuwingen (waarvan 84% van de weggebruikers aangeeft hierop te acteren) zijn hierin cruciaal.[24]

Specifiek voor dit onderwerp is het draaiende Ringen programma gestart waarbij de digitalisering van verkeersmanagement en hoe dit vorm te geven een expliciete rol krijgt. Zie sectie 5.4 voor meer details over Draaiende Ringen.

Mobiliteitsdiensten: Groei van Deelmobiliteit met Aandacht voor Regulering

De populariteit van deelmobiliteit blijft toenemen. In 2024 maakte 20% van de Nederlanders gebruik van een deelvoertuig, een stijging ten opzichte van 15% in 2022.[24] Tegelijkertijd is het totale aanbod van deelauto's licht gedaald, wat kan wijzen op een consolidatieslag in de markt.[24] Een belangrijke duurzaamheidstrend is dat meer dan de helft van deze deelauto's elektrisch is.[24] Deze groei brengt echter ook uitdagingen met zich mee op het gebied van regulering, parkeren en de integratie in het totale mobiliteitssysteem. Het programma 'Natuurlijk! Deelmobiliteit' van IenW faciliteert daarom de samenwerking tussen overheden en marktpartijen om te komen tot meer standaardisatie, kennisdeling en een betere monitoring van het effect van deelmobiliteit en hubs op de leefomgeving.[24]

De inzichten uit de monitor tonen een consument die technologie snel omarmt, maar niet altijd volledig begrijpt. Dit creëert een 'consumer-technology gap'. Enerzijds volgen gebruikers massaal de aanwijzingen van navigatie-apps, wat kan leiden tot ongewenste verkeerspatronen die gemeenten moeten managen. Anderzijds onderbenutten of wantrouwen ze de veiligheidssystemen in hun eigen voertuig. Voor de MRA betekent dit dat een hands-off benadering niet langer volstaat. Autoriteiten moeten actieve deelnemers worden in het digitale ecosysteem, door hoogwaardige data te leveren om navigatiediensten te 'nudgen' en hun rol als overheid voor maatschappelijke verantwoordelijkheid te bewaken. Ook kunnen ze nationale educatiecampagnes over technologie en voertuigen ondersteunen en daarmee bijvoorbeeld verkeersveiligheid verbeteren.

4.2 Roadmaps van de auto-industrie

De strategische roadmaps van de belangrijkste Europese automotive koepelorganisaties schetsen een coherent beeld van de toekomst. De industrie zet vol in op een dubbele transitie: decarbonisatie (duurzaamheid) en digitalisering (connectiviteit en automatisering). Een cruciale, terugkerende boodschap is echter dat het succes van deze transitie fundamenteel afhankelijk is van de 'enabling conditions' die door publieke autoriteiten worden gecreëerd.

De Weg naar Klimaatneutraliteit

De industrie committeert zich aan ambitieuze klimaatdoelen. ACEA (de vereniging van Europese autofabrikanten) streeft ernaar dat alle nieuw verkochte zware bedrijfsvoertuigen in 2040 fossielvrij zijn.[27] Deze doelstelling is echter expliciet afhankelijk van de grootschalige uitrol van laad- en waterstoftankinfrastructuur.[27]

CLEPA (de toeleveranciers van autofabrikanten) mikt in haar Sustainability Manifesto op klimaatneutraliteit voor de eigen Europese operaties (Scope 1 & 2) in 2040, en voor de gehele waardeketen (Scope 3) in 2050.[28] Een kernonderdeel van hun strategie is de circulaire economie, met concrete doelen voor het herfabriceren (remanufacturing) van componenten voor elektrische voertuigen en het streven naar nul productafval naar de stortplaats in 2030.[28] R&D-organisaties zoals
EUCAR en het **Fraunhofer Instituut** ondersteunen dit met roadmaps die focussen op de volgende generatie batterijtechnologie, met als doel een hogere energiedichtheid (streefcijfers van >350 Wh/kg), lagere kosten en duurzame productieprocessen, conform de nieuwe EU-batterijverordening.[31]

Het Traject van Automatisering en Connectiviteit

Parallel aan de duurzaamheidstransitie loopt de digitalisering. ACEA heeft met haar #FutureDriven aanbevelingen een concrete roadmap gepubliceerd met tijdlijnen voor de uitrol van geautomatiseerde rijfuncties tot 2030 en verder. Ze roepen op tot gestroomlijnde EU-wetgeving, upgrades van de fysieke en digitale infrastructuur en robuuste financiering om de Europese concurrentiekracht te waarborgen.[33]

EARPA (de vereniging van R&D-partners voor de automotive sector) richt haar 'Foresight Groups' op thema's als 'Connectivity, Automation and Safety' en 'Mobility for People and Goods'. Hun doel is het ontwikkelen van roadmaps en het identificeren van onderzoeksbehoeften om een Europees transportsysteem zonder verkeersslachtoffers te realiseren.[35] De ontwikkeling van het 'Software-Defined Vehicle' (SDV), waarbij de functionaliteit van een auto steeds meer door software wordt bepaald, is hierbinnen een centraal thema.[37]
EUCAR (de R&D-afdeling van de (auto)fabrikanten) coördineert tientallen door de EU medegefinancierde onderzoeksprojecten. Het EUCAR Project Book [38] toont actieve projecten op het gebied van hoge automatisering (zoals Hi-Drive), virtuele testplatformen voor autonome systemen (SYNERGIES), megawatt-laden voor vrachtwagens (FLEXMCS) en het in konvooi rijden van vrachtwagens van verschillende merken (multi-brand platooning, project ENSEMBLE).[39]

Deze roadmaps tonen een duidelijke "kip-en-ei"-interdependentie. De ambitieuze doelen van de auto-industrie zijn niet autonoom haalbaar. Ze zijn fundamenteel afhankelijk van publieke autoriteiten die de noodzakelijke randvoorwaarden scheppen. Megawatt-laden voor elektrische vrachtwagens, zoals onderzocht in het FLEXMCS-project [39], is zinloos zonder een elektriciteitsnet dat dit aankan en fysieke ruimte voor laadstations. Geavanceerde V2X-veiligheidsfuncties (Vehicle-to-Everything) zijn onbruikbaar zonder alomtegenwoordige 5G-

connectiviteit en gestandaardiseerde, betrouwbare data van de weginfrastructuur. De MRA kan zorgen dat de partners van haar netwerk op de hoogte blijven van de laatste ontwikkelingen in de auto industrie om ze zo te activeren om beleid te maken in relatie tot de nieuwe ontwikkelingen.

Twee onderwerpen die niet specifiek vanuit de Europese autoindustrie komen maar wel belangrijk zijn gaan over de ontwikkelingen van de Chinese autoindustrie en de ontwikkeling van licht elektrische voertuigen, deze worden hieronder verder toegelicht.

Ontwikkeling van de Chinese autoindustrie en de verschillen met Europa

De Chinese auto-industrie streeft volgens haar officiële roadmaps naar een transformatie gericht op elektrificatie, carbonreductie en intelligente voertuigen, met doelstellingen die aanzienlijk ambitieuser zijn dan het Europese transitiepad.[91] Terwijl China tegen 2040 meer dan 80% new energy vehicles nastreeft met een CO_2-piek al in 2028 en daarop volgende reducties van meer dan 60%, hanteert Europa een meer gefaseerde benadering met rigide CO_2-normen voor 2030 en 2035 en een effectief verbod op verbrandingsmotoren in 2035.[89] De Europese roadmaps benadrukken echter sterker het belang van technologische neutraliteit en een mix van aandrijftechnologieën—waaronder plug-in hybrids, efficiënte verbrandingsmotoren en e-fuels—als pragmatische paden naar decarbonisering, in tegenstelling tot China's meer lineaire focus op volledige elektrificatie[92]. Voorts pleit Europa voor innovatie-vriendelijke regelgeving en flexibiliteit in naleving, stellende dat rigide mandaten onvoldoende zijn voor marktomslag, terwijl China via sterke staatsingrijpen een snellere industriële transformatie afdwingt.[93] Op het vlak van geavanceerde technologieën zoals autonome voertuigen en batterijen zetten beide regio's sterk in: Europa ontwikkelt via EUCAR en EARPA gezamenlijke onderzoeksplatforms en roadmaps voor connected en automated mobility en next-gen batterijtechnologieeucar.bemckinsey.com, analoog aan Chinas vehicle-road-cloud integratie.[90] Echter, Europa worstelt met hogere productiekosten, afhankelijkheid van Azië voor batterijen en oneerlijke handelsvoorwaarden, terwijl China zijn mondiale concurrentiepositie versterkt door verticale integratie en staatsubsidies—een asymmetrie die ACEA en CLEPA als bedreiging voor het Europese industriële ecosysteem beschouwen.

Licht elektrische voertuigen in Nederland en in Europa

In Nederland zijn lichte elektrische voertuigen (LEV's) zoals e-steps en elektrische cargo-voertuigen sinds 2025 wettelijk toegestaan op de openbare weg, mits ze voldoen aan strenge eisen en zijn geregistreerd. Vanaf 1 juli 2025 geldt een kentekenplicht voor alle bijzondere bromfietsen, waaronder e-steps, en moeten deze voertuigen vooraf zijn goedgekeurd door de RDW.[94,99] Deze regelgeving zorgt voor meer duidelijkheid en veiligheid, maar betekent ook dat veel populaire e-steps die in andere Europese landen wél toegestaan zijn, in Nederland nog steeds verboden zijn als ze niet aan deze eisen voldoen. [94,99]

In veel Europese landen, zoals België, Frankrijk en Duitsland, zijn LEV's al jaren breder toegestaan, vaak met eenvoudigere regels en een lagere drempel voor goedkeuring. Daar rijden e-steps en vergelijkbare voertuigen regelmatig op fietspaden en voetpaden. Tegelijkertijd zijn er in sommige steden uitdagingen rond verkeersveiligheid en overlast, wat leidde tot tijdelijke verboden of strengere handhaving, zoals in Parijs en Barcelona.[98,101] Dit toont aan dat succesvolle inzet van LEV's niet alleen vraagt om toelating, maar ook om doordacht beleid, handhaving en aanpassing van de infrastructuur.[97]

De invoering van het LEV-kader in Nederland biedt grote kansen voor duurzame stadslogistiek en mobiliteit. LEV's zijn compact, emissievrij en geschikt voor korte ritten en last-mile bezorgingen, waardoor ze bijdragen aan minder verkeersoverlast, lagere CO_2-uitstoot en een stillere stedelijke omgeving.[95] Voor bedrijven is het gebruik van elektrische lichte bedrijfsvoertuigen bovendien financieel aantrekkelijk, doordat de energie- en onderhoudskosten lager zijn dan bij voertuigen op fossiele brandstof.[94] De overheid stimuleert deze transitie met investeringen in laadinfrastructuur, fiscale voordelen en zero-emissiezones in steeds meer steden. Europese landen laten zien dat een goed doordachte regelgeving, gecombineerd met de juiste infrastructuur, essentieel is voor een veilige en efficiënte integratie van LEV's in het verkeer.[100] Door deze aanpak ontstaat er in Nederland ruimte voor een schonere, flexibelere en efficiëntere stedelijke mobiliteit, met aanzienlijke maatschappelijke en economische voordelen.[96]
NB: De gemeente Amsterdam heeft recent een Handreiking LEVVs laten opstellen met manieren om gebruik te stimuleren en manieren om te handhaven.

5. Nationale implementatie en innovatie in Nederland

Dit deel brengt de analyse naar het nationale niveau en onderzoekt hoe Nederland de Europese beleidskaders en technologische trends vertaalt naar concrete programma's, projecten en samenwerkingsverbanden. Voor de MRA is het cruciaal om te begrijpen welke nationale structuren en instrumenten beschikbaar zijn om op aan te sluiten.

5.1 Het DMI-Ecosysteem: bouwen aan een nationale digitale tweeling en datamarktplaats

Het Dutch Metropolitan Innovations (DMI)-ecosysteem, medegefinancierd door het Nationaal Groeifonds met een investering van €85 miljoen uit publieke en €42 miljoen uit private middelen, is een van de meest strategische initiatieven van Nederland.[41] Het doel is om een nationaal ecosysteem te creëren voor slimme, duurzame verstedelijking en mobiliteitsvernieuwing door de beleidsdomeinen mobiliteit, openbare ruimte en woningbouw digitaal met elkaar te verbinden.[42]

De kerncomponenten van DMI zijn:

- **Het afsprakenstelsel:** Dit is het juridische en governance-fundament van het ecosysteem. Het vormt een set van 'spelregels' die de ruim 80 deelnemende publieke en private partijen ondertekenen. Deze afspraken regelen hoe data en diensten veilig en betrouwbaar met elkaar worden gedeeld, wat essentieel is voor het opbouwen van vertrouwen.[42]
- **Producten en data exchange (PDX):** Dit is de technische 'motor' van het ecosysteem. De PDX is geen centrale database, maar een gedecentraliseerde faciliteit die data en digitale diensten van de verschillende deelnemers vindbaar en bruikbaar maakt. Het functioneert als een soort marktplaats waar vraag en aanbod van data en tools bij elkaar komen.[43]
- **Praktische use cases:** Het DMI-ecosysteem richt zich op de ontwikkeling van concrete, schaalbare toepassingen. Een voorbeeld is de 'Hub Locator', een datagedreven tool die op basis van diverse databronnen kansrijke locaties voor mobiliteitshubs identificeert op wijk-, stads- en regionaal niveau.[43] Een ander belangrijk toepassingsgebied is de ontwikkeling van standaarden voor Digital Twins, waarmee steden als Dordrecht en Zwolle de impact van

ruimtelijke ingrepen (zoals woningbouw) op de omgeving kunnen simuleren en visualiseren.[42]

Voor de MRA biedt het DMI-ecosysteem een fundamentele kans. In plaats van dat elke gemeente in de regio zelf het wiel moet uitvinden voor datagedreven planning, biedt DMI een nationaal gestandaardiseerd platform. Door hierop aan te sluiten kan de MRA haar partners helpen in hun immense, geïntegreerde opgave van woningbouw en mobiliteit op een coherente en data-ondersteunde manier aanpakken, en tevens profiteren van de tools en kennis die landelijk worden ontwikkeld.

5.2 Digitaal verkeersmanagement in de praktijk: VM-IVRA en LVMB

Terwijl DMI het strategische datafundament legt, zijn er meer operationele programma's die de transitie naar digitaal verkeersmanagement vormgeven.

- **VM-IVRA (VerkeersManagement-Informatie Voor Route Advies):** Dit project is de concrete operationalisering van de verschuiving van fysieke borden langs de weg naar digitale informatie in de auto. VM-IVRA faciliteert de samenwerking en data-uitwisseling tussen wegbeheerders (gemeenten, provincies, Rijkswaterstaat) en serviceproviders (zoals Flitsmeister, Waze, ANWB, TomTom).[44] De belangrijkste toepassingen die binnen VM-IVRA zijn ontwikkeld en beproefd, zijn [44]:
  - **Digitale vooraankondigingen:** Het in-car informeren van weggebruikers over geplande wegwerkzaamheden en evenementen, als digitale vervanger van de traditionele gele borden.
  - **Stremmingen en routeadvies:** Het digitaal delen van informatie over volledige afsluitingen en het adviseren van maatschappelijk gewenste omleidingsroutes om sluipverkeer te voorkomen.
  - **Delen van schoolzones:** Het digitaal ontsluiten van de locaties van schoolzones, zodat serviceproviders weggebruikers hierop kunnen attenderen.

Nota Bene: VM-IVRA en SPS zijn samen met een aantal andere projecten opgegaan in het initiatief van Draaiende Ringen (zie sectie 5.4)

- **LVMB (Landelijke Verkeersmanagement Beraad):** Dit is het strategische samenwerkingsplatform waar alle grote publieke wegbeheerders in Nederland samenkomen.[46] Het LVMB zorgt voor landelijke uniformiteit in afspraken, deelt kennis en ervaringen, en toetst landelijk beleid op uitvoerbaarheid in de praktijk.[46] Het is het formele overlegorgaan dat zorgt voor de strategische afstemming tussen de regio's en het Rijk op het gebied van verkeersmanagement.[48]

Voor de MRA bieden deze structuren een kant-en-klaar kader. De regio kan de binnen VM-IVRA ontwikkelde tools en standaarden (zoals de koppeling met systemen als MELVIN voor wegwerkzaamheden) direct benutten om het eigen wegennet effectiever te beheren. Het LVMB biedt het platform voor de noodzakelijke afstemming met buurregio's en Rijkswaterstaat om een naadloze reiservaring voor de doorgaande weggebruiker te garanderen.

5.3 Van pilot naar beleid: lessen uit Safety Priority Services (SPS)

Het Safety Priority Services (SPS) programma, dat liep van 2022 tot en met 2024, was een succesvolle grootschalige pilot en is inmiddels afgerond.[49] Het was een publiek-private samenwerking tussen het Ministerie van IenW en een consortium van serviceproviders en autofabrikanten (o.a. ANWB, TomTom, Be-Mobile, Kia, Hyundai).[51] Het doel was het verbeteren van de verkeersveiligheid door het leveren van tijdige, betrouwbare in-car veiligheidswaarschuwingen.[52]

De belangrijkste use cases die succesvol zijn beproefd, waren waarschuwingen voor naderende hulpdiensten, filestaarten, en een reeks andere gevaarlijke situaties (Safety Related Traffic Information, of SRTI), zoals spookrijders, obstakels op de weg of tijdelijke gladheid.[52] Het programma bewees de effectiviteit van dit model: uit onderzoek bleek dat 42% van de weggebruikers eerder remt na een digitale melding van een ongeval.[49] Een cruciale uitkomst was de totstandkoming van een 'feedback loop', waarbij de private partners de kwaliteit van de aangeleverde overheidsdata beoordeelden en terugkoppelden, wat leidde tot dataverbetering.[51] Met SPS anticipeerde Nederland op de aankomende Europese wetgeving die het delen van dergelijke veiligheidsdata vanaf 2025 verplicht stelt.[53]

De lessen en successen van SPS zijn niet verloren gegaan. Ze vormen de blauwdruk voor de verdere opschaling en worden nu geïntegreerd in de meer permanente, structurele programma's zoals VM-IVRA en het overkoepelende Digitaal Stelsel Mobiliteitsdata (DSM). Voor de MRA toont SPS het succesmodel voor effectieve publiek-private datasamenwerking op het gebied van mobiliteit.

5.4 Draaiende Ringen

Om alternatieven voor de auto aantrekkelijker te maken, investeert IenW in het Openbaar Vervoer en fiets via diverse programma's en projecten. Ook werkt IenW aan mobiliteitstransitie (stimuleren fiets- en OV-gebruik in de steden), mobiliteits-management (anders reizen) en spreiden/spitsmijden.

Ondanks deze maatregelen blijkt uit onderzoek dat de druk op de Ringen van de grote steden de komende jaren toch zal toenemen. Mensen gebruiken immers – ook al is er sprake van een goede aansluiting op het OV en goede fietsverbindingen – óók de auto. Capaciteitsuitbreiding van de Ringen is zeker op de kortere termijn niet mogelijk met name vanwege de stikstofcrisis, financiële beperkingen en personele capaciteitsbeperkingen bij Rijkswaterstaat en marktpartijen. Daarnaast is er de komende jaren sprake van een enorme Vervangings- en Renovatie opgave, waardoor een deel van de wegcapaciteit tijdelijk niet beschikbaar is. Daarmee staat ook de robuustheid van het netwerk onder druk: verstoringen in het netwerk zijn moeilijk elders op te vangen.
De uitdaging is hoe we de Ringen desondanks draaiend en de steden bereikbaar houden.

Om de grote steden de komende jaren bereikbaar te houden, is in 2024 in het BO MIRT besloten om uit de middelen die in het Coalitieakkoord zijn opgenomen voor de ontsluiting van woningbouwlocaties, te

investeren in het programma Draaiende Ringen. Dit programma heeft als hoofddoel om de ringen rond Amsterdam, Utrecht, Den Haag & Rotterdam en Eindhoven draaiende te houden door het beter benutten van de bestaande infrastructuur.

Het programma bestaat uit vijf werksporen:

- Werkspoor 1 – Smart Mobility I - Incident management
- Werkspoor 2 – Smart Mobility II - Verkeersinformatie
- Werkspoor 3 – Verkeersmanagement
- Werkspoor 4 – Kleine infrastructurele maatregelen
- Werkspoor 5 – Netwerkoptimalisatie ring Eindhoven

Binnen werksporen 1 tot en met 4 zijn verschillende onderwerpen die ook voor de MRA relevant en van belang zijn.[104]

5.5 Brede Welvaartsdenken

Vanuit beleidsmatig oogpunt verschuift de focus van puur knelpunt denken naar Brede Welvaartsdenken. Het onderwerp vervoerarmoede of vervoersmogelijkheden levert daarbij discussie op over hoe rechtvaardig het mobiliteitssysteem is voor de gebruikers.

De provincie Noord-Holland liet in 2025 onderzoeken hoe rechtvaardig het mobiliteitssysteem uitpakt voor inwoners. Ongeveer 10% van de Noord-Hollanders ervaart mobiliteitsarmoede: zij bereiken cruciale bestemmingen (werk, onderwijs, zorg, sociaal) onvoldoende en doen daardoor minder mee; dit treft vooral lage-inkomenshuishoudens en vrouwen (vrouwen circa 2× vaker dan mannen). Daarnaast valt 42% in één of meer “risicogroepen” die duidelijke belemmeringen ervaren zonder al armoede te hebben: fysiek beperkte reizigers, niet-fietsers, inwoners met een ontoegankelijke leefomgeving, afhankelijke reizigers, prijsgevoelige reizigers en ongeruste/onveiligheidsgevoelige reizigers. Samen betekent dit dat ongeveer 52% belemmeringen ervaart. Mobiliteitsarmoede komt net iets vaker voor in hoogstedelijke buurten (ca. 12%) dan in de minst stedelijke (ca. 9%), maar de problematiek is provinciebreed en niet één-op-één te herleiden tot alleen ov-aanbod of persoonskenmerken. Het onderzoek richt zich daarom op de onderliggende drempels (toegankelijkheid, nabijheid, betaalbaarheid, vaardigheden en veiligheid) in plaats van labels als “laag inkomen” alleen.[101]

In gesprekken met inwoners en professionals keek de provincie vooruit naar beleids- en systeemontwikkelingen[101]. Digitalisering (apps voor plannen/betalen, e-tickets) wordt als onvermijdelijk gezien, maar kan drempels verhogen voor mensen met lage digitale vaardigheid; fysieke en procedurele alternatieven blijven nodig. Deelmobiliteit en hubs bieden kansen, mits betrouwbaar, betaalbaar en inclusief (ook voor minder mobiele doelgroepen, met passende voertuigen en zonder app-barrières). Kleinschalig/flexibel ov kan “de laatste kilometer” naar haltes of voorzieningen helpen overbruggen, maar vraagt aandacht voor gemak (reserveren, bellen) en dekking. Verder spelen keuzes rond fietsprioriteit en autoluwe kernen (parkeren aan de rand) mee: die kunnen veiligheid en doorstroming verbeteren, maar ook ervaren vrijheid, kosten en planning beïnvloeden. Belangrijk inzicht is dat sociale domein-voorzieningen (bijv. Wmo-vervoer, vrijwilligersinitiatieven, fietslessen, Fietsenbank) nu gaten in het systeem dichten, maar ongelijk beschikbaar zijn per gemeente; structurele samenwerking tussen mobiliteit en sociaal domein is daarom essentieel.

Het rapport bundelt oplossingen in drie sporen.

1) Nabijheid en een toegankelijke openbare ruimte: breng essentiële voorzieningen dichterbij en verbeter loop- en fietsroutes, verlichting en toegankelijkheid zodat met name niet-fietsers, fysiek beperkte en afhankelijke reizigers daadwerkelijk kunnen komen waar ze moeten zijn.
2) Toewerken naar Publieke Mobiliteit: versterk Basisnet en Flexnet, sluit flexibel ov en doelgroepenvervoer beter aan op ov-hubs, maak haltes/hubs toegankelijk en verlaag drempels via tariefmaatregelen voor minima en jeugd (waaronder voortzetting/opschaling van lopende kortings- en gratis-regelingen) in nauwe afstemming met gemeenten en het Rijk.
3) Realiseer een compleet fietssysteem: naast veilige infrastructuur ook fietsvaardigheid (lessen, Doortrappen), toegang tot een passende/werkende fiets (verstrekking, reparatie), en betere objectieve én sociale veiligheid, zodat de fiets voor vrijwel iedereen een reëel alternatief wordt.

Deze sporen vragen verdere uitwerking, monitoring en gebiedsspecifieke toepassing en vragen inzet van de partners van de MRA. [1]

6. Analyse en prioritering van trends en ontwikkelingen

De voorgaande hoofdstukken schetst een groot aantal ontwikkelingen en trends die allemaal raken aan de problematiek binnen de MRA. Alleen niet alles kan tegelijkertijd worden opgepakt en niet alles vraagt concrete actie van de MRA of haar partners. Daarom zijn een aantal indicatoren ontwikkelt om te komen tot een selectie van de meest relevant trends en ontwikkeling en welke acties hier voor de MRA en haar partners uit voortvloeien. Dit hoofdstuk beschrijft de criteria, in de volgende hoofdstukken werken we toe naar een roadmap met concrete acties.

6.1 Criteria

6.1.1 Tijdlijnen

De ontwikkelingen worden gerangschikt op basis van hun verwachte implementatietijdlijn, onderverdeeld in drie perioden:

- **Korte Termijn (Nu – 2027):** Deze categorie omvat ontwikkelingen die reeds van kracht zijn, zich in een vergevorderd stadium van implementatie bevinden, of een harde wettelijke implementatiedeadline hebben binnen de komende twee tot drie jaar. Deze periode wordt gekenmerkt door het voldoen aan nieuwe regelgeving en de opschaling van bestaande, bewezen technologieën.
- **Middellange Termijn (2027 – 2035):** Hieronder vallen ontwikkelingen die momenteel in een vergevorderd R&D-stadium verkeren of waarvoor beleidsdoelstellingen rond 2030 zijn geformuleerd. Deze periode zal in het teken staan van de doorbraak van elektrificatie, deelmobiliteit en meer geavanceerde coöperatieve en geautomatiseerde systemen.
- **Lange Termijn (2035 – 2050):** Dit betreft ontwikkelingen die deel uitmaken van langetermijnvisies van de industrie en de overheid, zoals de klimaatneutraliteitsdoelstellingen voor 2040 en 2050. Deze periode wordt gekenmerkt door een systemische transformatie naar volledige automatisering en decarbonisatie van het mobiliteitssysteem.

6.1.2 Risico en kansen

Per trend brengen we op een vijfpuntsschaal in kaart of dit een trend dan wel een risico is voor de MRA. Een kans is een trend of ontwikkeling die kan bijdragen aan het versnellen of oplossen van de bestaande problematiek. Een risico is daarbij een ontwikkeling of trend die de

bestaande problematiek juist versterkt of vergroot en waarbij actie van de MRA of partners vereist is om hier op in te spelen.

6.1.3 Handelingsperspectief voor MRA

Het laatste criterium heeft betrekking op of de MRA en partners iets met deze ontwikkeling of trend kunnen doen. Met andere woorden is er een handelingsperspectief voor de MRA of haar partners en zo ja wat zou dat zijn

6.2 Synthese voor beschreven ontwikkelingen

Om tot een synthese van de ontwikkelingen te komen is allereerst een indeling gemaakt van de verschillende ontwikkelingen in de tijdslijnen. De tijdslijnen geven een eerste filtering op acties die op de korte termijn relevant zijn voor de MRA de overige criteria zijn vervolgens toegepast op de korte termijn ontwikkelingen. De indeling van de synthese is gemaakt voor de drie onderwerpen:

- Data en AI
- Duurzame mobiliteit
- Voertuigtechnologie

De andere criteria passen we in het volgende hoofdstuk toe op de korte-termijn ontwikkelingen en trends.

6.2.1 Ontwikkelingen op het gebied van data & AI

- **Korte Termijn (Nu – 2027):**
  - **Naleving van de herziene ITS-richtlijn:** Wegbeheerders moeten uiterlijk eind 2025 voldoen aan de verplichting om cruciale verkeersdata digitaal beschikbaar te stellen.[11]
  - **Implementatie van de EU AI Act:** Vanaf augustus 2026 worden de verplichtingen voor de meeste hoog-risico AI-systemen van kracht, wat gevolgen heeft voor de aanbesteding van slimme verkeerssystemen.[13]
  - **Participatie in Draaiende Ringen:** Digitalisering van verkeersmanagement waarin een essentiele stap gezet wordt in de komende jaren om digitalisering van verkeersmanagement naar productie te brengen.
  - **Bredere participatie in DMI-ecosysteem:** Meer overheden en bedrijven sluiten zich aan bij het nationale afsprakenstelsel voor datadeling.[41]
  - **Kwetsbaarheid digitale infrastructuur:** De kwetsbaarheid van de digitale infrastructuur vraagt het implementeren van landelijke richtlijnen en kan op korte termijn plaatsvinden.
- **Middellange Termijn (2027 – 2035):**
  - **Ontstaan van de Common European Mobility Data Space (EMDS):** De ITS-richtlijn is een opstap naar een Europese dataruimte die naadloze, grensoverschrijdende en multimodale diensten mogelijk maakt.[5]
  - **Geavanceerdere AI-toepassingen:** AI wordt in toenemende mate gebruikt voor complexe verkeersvoorspellingen, netwerkoptimalisatie en proactief incidentmanagement.[14]
  - **Volwassenheid van Digital Twins:** Het gebruik van digitale tweelingen voor integrale stedenbouwkundige en mobiliteitsplanning wordt standaardpraktijk in grote gebiedsontwikkelingen.[42]
- **Lange Termijn (2035 – 2050):**
  - **AI-gedreven geïntegreerde mobiliteit:** Volledig geïntegreerde multimodale transportsystemen die in real-time worden geoptimaliseerd door AI.
  - **Netwerkbrede optimalisatie:** Real-time optimalisatie van

verkeersstromen over alle modaliteiten heen op basis van voorspellende analyses.

6.2.2 Ontwikkelingen op het gebied van beleid en duurzame mobiliteit

- **Korte Termijn (Nu – 2027):**
  - **Groei van deelmobiliteit:** Het gebruik van deelvoertuigen blijft stijgen, wat leidt tot een grotere noodzaak voor regulering en fysieke hubs.[24]
  - **Implementatie CO2-registratieplicht:** Werkgevers met meer dan 100 werknemers zijn verplicht te rapporteren over de CO2-uitstoot van werkgebonden personenmobiliteit.[62]
  - **Uitbreiding zero-emissiezones:** Steeds meer steden stellen zero-emissiezones in voor stadslogistiek en later ook voor personenauto's.
  - **Zero-emissie OV-bussen:** Vanaf 2025 moeten alle nieuwe bussen in het openbaar vervoer zero-emissie zijn.[63]
  - **Vervoersongelijkheid:** Rechtvaardige mobiliteit lijkt op korte termijn een belangrijke beleidsdoelstelling te worden waar inhoudelijk invulling aan gegeven moet gaan worden
  - **Kwetsbaarheid fysieke infrastructuur:** Het formuleren en verkrijgen van inzicht op de kwetsbaarheden van fysieke infrastructuur en het formuleren van een plan van aanpak
  - **SUMP:** De SUMP-verplichting voor steden gaat vanaf 2028 in, maar vraagt nu al voorbereidende activiteiten vanuit steden.
- **Middellange Termijn (2027 – 2035):**
  - **Doorbraak circulaire economie in voertuigontwerp:** Principes als remanufacturing, hergebruik van onderdelen en een hoger aandeel gerecycled materiaal worden standaard in de auto-industrie, gedreven door regelgeving en de doelen van CLEPA.[28]
  - **Groei laadinfrastructuur:** Significante uitbreiding van het (snel)laadnetwerk voor personenauto's en de uitrol van een basisnetwerk van Megawatt Charging Systems (MCS) voor zwaar vrachtverkeer.[39]
  - **Mobiliteitshubs als standaard:** Hubs worden een standaard onderdeel van de stedelijke en regionale planning, als overstappunten tussen verschillende modaliteiten.[43]
  - **SUMP:** Volledige integratie van SUMP & STOMP principe in de mobiliteitsplannen van de MRA partners
- **Lange Termijn (2035 – 2050):**
  - **Klimaatneutraliteit auto-industrie:** De industrie streeft naar klimaatneutraliteit in de operaties en waardeketen, conform de doelen van ACEA en CLEPA (2040-2050).[27]
  - **Volledig dekkend energienetwerk:** Wijdverspreide beschikbaarheid van een dekkend, krachtig laadnetwerk en een waterstoftankinfrastructuur voor alle voertuigcategorieën.

6.2.3 Ontwikkelingen op het gebied van voertuigtechnologie

- **Korte Termijn (Nu – 2027):**
  - **Verplichte ADAS in nieuwe auto's:** Vanaf juli 2024 zijn diverse rijhulpsystemen wettelijk verplicht in nieuwe auto's, wat de marktpenetratie versnelt.[24]
  - **Toename van SAE Level 2 automatisering:** Systemen die sturen, remmen en accelereren combineren (zoals geavanceerde cruise control met rijstrookassistentie) worden de norm.
  - **Groei in verkoop van elektrische voertuigen (EV's):** De verkoop van batterij-elektrische voertuigen zet door, gedreven door beleid en een breder aanbod.

- **Implicaties LEVVs voor stedelijke mobiliteit:** LEVVs maken een snelle ontwikkeling door waarmee de implicaties voor stedelijke mobiliteit steeds zichtbaarder worden. Deze implicaties zijn van belang voor de MRA en haar partners.

- **Middellange Termijn (2027 – 2035):**
  - **Introductie van SAE Level 3 automatisering:** Commerciële introductie van systemen waarbij de auto onder specifieke omstandigheden (bv. file op de snelweg) de rijtaak volledig overneemt ('motorway chauffeur').[40]
  - **Eerste implementaties van SAE Level 4:** Inzet van volledig zelfrijdende voertuigen in afgebakende gebieden of specifieke toepassingen, zoals shuttles op campussen, in stadscentra of voor hub-naar-hub logistiek.
  - **Doorbraak Software-Defined Vehicle (SDV):** De functionaliteit van voertuigen wordt steeds meer bepaald door software, wat 'over-the-air' updates en nieuwe bedrijfsmodellen mogelijk maakt.[37]
- **Lange Termijn (2035 – 2050):**
  - **Wijdverspreide beschikbaarheid van SAE Level 4/5:** Zelfrijdende voertuigen voor personen- en goederenvervoer zijn op grote schaal beschikbaar en geïntegreerd in het mobiliteitssysteem.
  - **Uitfasering fossiele verbrandingsmotor:** Verkoop van nieuwe personenauto's met een verbrandingsmotor wordt beëindigd (EU-doel 2035), gevolgd door zware bedrijfsvoertuigen (industrie-doel 2040).[27]

6.2.4 Tabel 2: Tijdlijn-gebaseerde rangschikking van belangrijke mobiliteitsontwikkelingen

Tijdshorizon	Data & AI	Duurzame Mobiliteit	Voertuigtechnologie
Korte Termijn (Nu – 2027)	• Naleving ITS-richtlijn dataverplichtingen 11	• Groei deelmobiliteit & noodzaak regulering 24	• Verplichte ADAS in nieuwe auto's (juli 2024) 24
	• Implementatie AI Act voor hoog-risico systemen 13	• Verplichte CO2-rapportage werkgevers 62	• Standaardisatie SAE Level 2 automatisering
	•Participatie in Draaiende Ringen	• Uitbreiding zero-emissiezones 64	• Versnelde groei verkoop EV's
	• Participatie in DMI-ecosysteem 42	• Verplichting zero-emissie nieuwe OV-bussen (2025) 63	• Implicaties LEVVs voor stedelijke mobiliteit
	• Inventarisatie digitale kwetsbaarheid infrastructuur	• Aanpak vervoersongelijkheid op basis van rapport Noord-Holland	
		• Aanpak voor kwetsbaarheid fysieke infrastructuur	
		• De SUMP-verplichting voor steden gaat vanaf 2028 in, maar vraagt nu al voorbereidende activiteiten vanuit steden	
Middellange Termijn (2027 – 2035)	• Ontwikkeling Common European Mobility Data Space 5	• Mainstreaming circulaire economie in voertuigontwerp 28	• Commerciële introductie SAE Level 3 40
	• Geavanceerde AI voor verkeersvoorspelling 14	• Basisnetwerk snelladen voor vrachtwagens (MCS) 39	• Eerste pilots SAE Level 4 (shuttles, logistiek)

	• Standaardgebruik Digital Twins in planning 42	• Mobiliteitshubs als standaard planningsonderdeel 43	• Doorbraak Software-Defined Vehicle 37
	• Inventarisatie digitale kwetsbaarheid infrastructuur	• Vervolg acties kwetsbaarheid fysieke infrastructuur	
		• Integratie van SUMP in de mobiliteitsplannen van de MRA partners	
Lange Termijn (2035 – 2050)	• AI-gedreven, volledig geïntegreerd multimodaal systeem	• Realisatie klimaatneutraliteitsdoelen (2040-2050) 27	• Wijdverspreide beschikbaarheid SAE Level 4/5
	• Real-time, netwerkbrede optimalisatie	• Volledig dekkend, krachtig energienetwerk voor alle voertuigen	• Einde verkoop nieuwe voertuigen met verbrandingsmotor 27

7. Strategische implicaties en aanbevelingen voor de metropoolregio Amsterdam

In dit hoofdstuk beschrijven we welke belangrijk ontwikkelingen op korte implicaties hebben voor de MRA en formuleren we deze als aanbevelingen. We kijken hierbij naar de kansen en risico's, maar ook het handelingsperspectief voor de MRA en haar partners van de verschillende geïdentificeerde ontwikkelingen. We volgens hierbij wederom de indeling van de drie eerder gehanteerde categorieën. Eerst schetsen we nogmaals de unieke opgave waar de MRA op dit moment voor staat. Het doel is om de MRA te positioneren als een proactieve regisseur van haar eigen mobiliteitstoekomst, in plaats van een passieve toeschouwer.

7.1 Afstemming op de kernuitdagingen van de MRA: wonen, bereikbaarheid en duurzaamheid

De MRA staat voor een unieke en monumentale opgave. De regio moet tot 2040 de bouw van circa 250.000 woningen faciliteren, wat een enorme extra druk legt op een reeds zwaar belast mobiliteitssysteem.[58] Deze groei moet worden gerealiseerd met inachtneming van duurzaamheidsdoelstellingen en met behoud van de leefbaarheid en sociale inclusiviteit.[67] De ontwikkelingen die in dit rapport zijn geanalyseerd, mogen niet worden gezien als extra lasten bovenop deze opgave, maar moeten juist worden omarmd als de essentiële instrumenten die de MRA in staat stellen deze kernuitdagingen succesvol het hoofd te bieden. De digitalisering, de verduurzaming en de nieuwe regelgeving bieden het gereedschap om groei op een slimmere, efficiëntere en meer geïntegreerde manier te accommoderen.

7.2 Data en digitalisering benutten om groei te managen

Uitdaging: *Hoe de mobiliteitsimpact van 250.000 nieuwe woningen te plannen en te beheren zonder dat het systeem vastloopt.*

Data & AI	Risico	Kans
Naleving ITS-richtlijn dataverplichtingen	●○○○○	●●●●○
Implementatie AI Act voor hoog-risico systemen	●●○○○	●●○○○

Participatie in Draaiende Ringen	●○○○○	●●●●●
Participatie in DMI-ecosysteem	●○○○○	●●●●○
Inventarisatie digitale kwetsbaarheid infrastructuur	●●●●○	●●●○○

Voor de 6 korte termijn trends en acties valt op dat data & AI met name kansen biedt om de opgave van de regio te ondersteunen en mogelijk zelfs te versnellen. De implementatie van de ITS-richtlijn, en de programma's van Draaiende Ringen en DMI bieden kansen om te leren en nieuwe mogelijkheden gelijk binnen het MRA-ecosysteem toe te passen. De MRA heeft bij deze ontwikkelingen ook een eigen handelingsperspectief. De ontwikkelingen rondom AI vormen kunnen grote impact hebben op de langere termijn en vormen (bij het volgen van bestaande richtlijnen) een beperkte risico. Daarnaast is de vraag of bij AI de MRA handelingsperspectief heeft. Voor de kwetsbaarheid van digitale infrastructuur geldt hetzelfde als bij AI, waarbij deze vraag breder speelt dan alleen het mobiliteitsdomein waardoor ook hier het handelingsperspectief beperkt zal zijn.

Aanbeveling 1: Bereid proactief voor op de verplichtingen van de ITS-richtlijn. Wacht niet tot de nationale wetgeving eind 2025 een feit is, maar begin nu met het opzetten van de processen en het toewijzen van de middelen om een hoogwaardige dataleverancier te worden. Inventariseer welke data (snelheidslimieten, verkeersbesluiten, geplande werkzaamheden) onder de verplichting vallen en zorg voor systemen die deze data actueel, betrouwbaar en in het juiste formaat (DATEX II) kunnen ontsluiten. Deze data zijn niet alleen een wettelijke verplichting, maar ook een cruciaal sturingsinstrument om de navigatie-apps, die door 96% van de automobilisten worden gebruikt, te beïnvloeden en zo het verkeer op het MRA-wegennet beter te managen.[24]

Aanbeveling 2: Integreer met het DMI-ecosysteem en haak aan bij Draaiende Ringen. De MRA zou een voortrekkersrol moeten spelen in de adoptie van het DMI-ecosysteem. Maak gebruik van de zich ontwikkelende Digital Twin-standaarden en -mogelijkheden binnen DMI om de impact van nieuwe grootschalige gebiedsontwikkelingen op verkeersstromen, OV-capaciteit en de openbare ruimte te modelleren en simuleren *voordat* de eerste paal de grond in gaat.[42] Gebruik de Producten en Data Exchange (PDX) om data op een gestandaardiseerde manier uit te wisselen met projectontwikkelaars, bouwbedrijven en mobiliteitsaanbieders, zodat vanaf de ontwerpfase een integrale planning mogelijk wordt. Draaiende Ringen is een belangrijk programma om de digitalisering van verkeersmanagement naar productie te brengen. Verschillende partners vanuit de MRA zijn al aangehaakt bij dit programma en denken mee over de mogelijkheden. Belangrijk is daarbij om ook de partners aangehaakt te krijgen en te houden als ontwikkelingen binnen Draaiende Ringen (o.a. implementatie van service avoid requests) naar productie worden gebracht.

7.3 De Transitie naar Duurzame en Gedeelde Mobiliteit Faciliteren

Uitdaging: *Hoe de modal shift van de privéauto naar ruimte-efficiëntere en duurzamere vervoerswijzen (lopen, fiets, OV, deelmobiliteit) te versnellen om de groei op te vangen.*

Duurzame Mobiliteit	Risico	Kans
Groei deelmobiliteit & noodzaak regulering	●●○○○	●●●●○
Verplichte CO2-rapportage werkgevers	●●○○○	●●○○○
Uitbreiding zero-emissiezones	●○○○○	●●●●○
Verplichting zero-emissie nieuwe OV-bussen (2025)	●○○○○	●●●●○
Aanpak vervoersongelijkheid op basis van rapport Noord-Holland	●●●○○	●●●●○
Aanpak voor kwetsbaarheid fysieke infrastructuur	●●●●○	●●○○○
De SUMP-verplichting voor steden gaat vanaf 2028 in, maar vraagt nu al voorbereidende activiteiten vanuit steden	●○○○○	●●●●○

Voor duurzame mobiliteit zijn er een drietal ontwikkelingen die helpen om duurzame en gedeelde mobiliteit mogelijk te maken, dit is de groei van deelmobiliteit, de ontwikkelingen rondom zero-emissiezones, en de zero-emissie bussen in de nieuwe concessies. Deze drie ontwikkelingen vallen allemaal samen onder het kopje van duurzaam mobiliteitsbeleid wat dus ondersteunend moet zijn om deze activiteiten mogelijk te maken, dit is de laatste ontwikkeling rondom SUMP die hierop van toepassing is. Voor deze ontwikkeling is er een nadrukkelijk handelingsperspectief voor de MRA, waarbij een aantal specifieke activiteiten niet in de ontwikkelingen naar boven komen die wel relevant zijn: Mobiliteitshubs & Logistiek. De verplichtte CO2 rapportage voor werkgevers zelf biedt zelf weinig kansen, mogelijk dat de bestaande werkgeversaanpakken die bestaan hier wel op aansluiten, deze zouden dan ook voortgezet kunnen worden. De vervoersongelijkheid vraagt om een regionale doorontwikkeling die als volgende aanbeveling is opgenomen. Ook de kwetsbaarheid van fysieke infrastructuur is een onderwerp wat op regionaal niveau aandacht vraagt, omdat dit een belangrijke bedreiging voor efficiënt ruimtegebruik kan vormen.

Aanbeveling 3: Adopteer de SUMP-principes als kernmethodologie voor gebiedsontwikkeling. Gebruik het Sustainable Urban Mobility Plan-raamwerk als de standaardmethodologie voor alle nieuwe gebiedsontwikkelingen in de MRA. Dit dwingt tot een integrale aanpak waarbij de realisatie van woningen en werkplekken onlosmakelijk wordt verbonden met de gelijktijdige aanleg van hoogwaardige fietsroutes, robuuste OV-verbindingen en een goed functionerend aanbod van deelmobiliteit.[18]

Dit voorkomt dat nieuwe wijken primair op de auto worden georiënteerd.

Aanbeveling 4: Ontwikkel een regionale strategie voor mobiliteitshubs. Deelmobiliteit groeit en hubs worden steeds belangrijker. Gebruik de DMI 'Hub Locator'-tool als startpunt voor een data-gedreven analyse [43], maar ontwikkel een MRA-brede hubstrategie die verder gaat. Definieer verschillende typen hubs (bv. regionaal overstappunt, wijk-hub, logistieke hub) en stel functionele en ruimtelijke eisen vast. Zorg voor een naadloze fysieke en digitale integratie met het OV-netwerk en de omliggende openbare ruimte om de overstap zo laagdrempelig mogelijk te maken.

Aanbeveling 5: Gebruik alle mogelijkheden voor zero-emissie logistiek. Logistiek heeft specifieke kenmerken voor binnenstedelijk transport waarop de afgelopen jaren al veel voortgang is geboekt en verschillende mogelijkheden zijn onderzocht en gepilot. Al deze ontwikkelingen samen bieden mogelijkheden om bij de partners van de MRA zero-emissie stadslogistiek, maar ook breder duurzaam goederenvervoer te gaan implementeren.

Aanbeveling 6: Ontwikkel een rechtvaardige mobiliteitsaanpak. De rapportage van de provincie Noord-Holland biedt inzicht in de ontwikkeling van rechtvaardige mobiliteit, welk handelingsperspectief hier ligt en welke rol verschillende partners binnen het netwerk zouden kunnen spelen. Door deze aanpak met elkaar te delen en gezamenlijk op te pakken ontstaan een integraal rechtvaardig mobiliteitssysteem voor alle inwoners van de regio waarmee indirect ook bijgedragen wordt aan de grote opgaven van de regio.

Aanbeveling 7: Agendeer kwetsbare infrastructuur De kwetsbaarheid van de fysieke infrastructuur door bijvoorbeeld klimaatverandering vraagt om een bredere aanpak vanuit de regio om hierover in ieder geval met elkaar in gesprek te gaan. Mede vanwege het risico wat knelpunten omtrent dit onderwerp met zich meebrengt bij het ontwikkelen van mobiliteitsplannen, uitbreiden van infrastructuur en anders inrichten van de huidige ruimte. De MRA kan met haar partners verkennen hoe ze dit onderwerp met elkaar willen delen, wat hiervoor nodig is en op welke wijze hier gezamenlijk aan gewerkt kan worden.

7.4 Voorbereiden op de Volgende Generatie Voertuigen

Uitdaging: *Hoe de transitie naar een wagenpark van zero-emissie en (op termijn) geautomatiseerde voertuigen te accommoderen in de fysieke en digitale infrastructuur.*

Voertuigtechnologie	Risico	Kans
Verplichte ADAS in nieuwe auto's (juli 2024)	●●○○○	●●●○○
Standaardisatie SAE Level 2 automatisering	●●●○○	●●●○○
Versnelde groei verkoop EV's	●●○○○	●●●●○

LEVVs implicaties stedelijke mobiliteit	●●●●○	●●●●○

Voor voertuigontwikkelingen is de MRA afhankelijk van de ontwikkelingen binnen de automotive industrie, wel is het verstandig om de 'enabling conditions' die hieruit voortvloeien mogelijk te maken. De versnelde ingroei van Elektrische voertuigen biedt kansen voor het verduurzamen van mobiliteit wat zich met name zal uiten in het volgen van de afspraken uit de Nationale Agenda Laadinfrastructuur, die hier niet specifiek als aanbeveling is opgenomen. De lichte elektrische voertuigen zijn in opkomst en vormen de laatste aanbeveling.

Aanbeveling 8: Creëer de "enabling conditions" die de auto-industrie vraagt. De roadmaps van de industrie zijn duidelijk: de transitie naar EV's en AV's is afhankelijk van publieke actie.[27] De MRA kan hier een proactieve rol in spelen. Ontwikkel een regionale, data-ondersteunde laadinfrastructuurvisie die verder kijkt dan alleen publieke laadpalen voor personenauto's en ook rekening houdt met snelladen, laden op private terreinen en de toekomstige behoefte aan megawatt-laden voor vrachtverkeer. Werk nauw samen met netbeheerders om te zorgen dat de benodigde netcapaciteit tijdig beschikbaar is. Identificeer tegelijkertijd strategische corridors of zones (bv. rond Schiphol, de haven, of op specifieke bedrijventerreinen) waar de MRA het testen en de vroege uitrol van geautomatiseerd vracht- en personenvervoer kan faciliteren. Dit verandert een uitdaging in een economische kans om innovatie aan te trekken.

Aanbeveling 9: Faciliteer en reguleer de opkomst van LEVVs. Light Electric Vehicles zijn niet meer weg te denken uit de huidige maatschappij, ze bieden kansen om mobiliteit duurzamer in te gaan richten en de elektrificatie van het wagenpark verder te diversifiëren, maar vormen ook een risico als hiervoor de kaders ontbreken. De aanbeveling daarbij is dan ook om met een reguleringskader te komen voor LEVVs waar dat nodig is en in beleidsplannen expliciet rekening te houden met de mogelijkheden van LEVVs.

7.5 Een 'No-Regret' Beleidsmatrix voor de MRA

De hierboven genoemde aanbevelingen zijn robuust en toekomstbestendig. Ze zijn te beschouwen als 'no-regret' maatregelen die de MRA goed positioneren, ongeacht welk van de TU Delft-scenario's zich uiteindelijk ontvouwt.[4] Een investering in een hoogwaardige data-infrastructuur (Aanbeveling 1 en 2) is bijvoorbeeld van onschatbare waarde in zowel een marktgedreven toekomst ('Innovation Fast Track'), waar het private partijen in staat stelt betere diensten te ontwikkelen, als in een overheidsgestuurde toekomst ('Hyperconnected Systems'), waar het de basis vormt voor centrale orkestratie. Evenzo is het integreren van mobiliteit en ruimtelijke ordening via de SUMP-methodiek (Aanbeveling 3) essentieel om leefbaarheid te garanderen in elk scenario dat gepaard gaat met bevolkingsgroei.

7.6 Tabel 3: MRA-Mobiliteitsuitdagingen Gekoppeld aan Strategische Kansen

MRA-uitdaging	Belangrijkste Ondersteunende Ontwikkeling/Beleid	Strategische Kans voor de MRA
Integreren van 250.000 nieuwe woningen zonder het transportsysteem te overbelasten [58]	DMI-ecosysteem (Digital Twins) [42], SUMP-raamwerk [21]	Modelleer de mobiliteitsimpact van nieuwe ontwikkelingen vóór de bouw. Integreer ruimtelijke ordening en transportplanning vanaf het begin om autogebruik te minimaliseren.
Reduceren van CO2-uitstoot en verbeteren van luchtkwaliteit in een groeiende regio	Roadmaps auto-industrie (elektrificatie) [28], Deelmobiliteit [24], Fietsstimulering	Versnel de transitie naar zero-emissie vervoer door proactief de benodigde laadinfrastructuur te plannen en te faciliteren. Verminder het aantal autokilometers door deelmobiliteit en fietsen te promoten.
Managen van verkeer op congestiegevoelige (ring)wegen en voorkomen van sluipverkeer	Herziene ITS-richtlijn [7], Draaiende Ringen [44], Monitor Smart Mobility (gebruik navigatie-apps) [24]	Word een betrouwbare dataleverancier om via serviceproviders het verkeer digitaal te sturen, weggebruikers te informeren en ongewenst verkeer uit woonwijken te weren.
Zorgen voor een betrouwbaar, veilig en efficiënt mobiliteitssysteem	EU AI Act [12], Safety Priority Services (lessen) [49], Automotive Roadmaps (automatisering) [33]	Stel strenge eisen aan de veiligheid en betrouwbaarheid van nieuwe 'slimme' systemen. Gebruik publiek-private samenwerking om de verkeersveiligheid te verhogen met in-car waarschuwingen.
Behouden van de concurrentiekracht en het aantrekken van innovatie	DMI-ecosysteem [43], Automotive R&D-projecten (EUCAR) [39], behoefte aan 'enabling conditions' [33]	Positioneer de MRA als een 'living lab' door proactief de fysieke en digitale infrastructuur te bieden die nodig is voor de volgende generatie mobiliteit, en trek zo R&D en bedrijvigheid aan.

8. Conclusie: een koers uitzetten voor een veerkrachtige en bereikbare metropool

De toekomst van mobiliteit in de Metropoolregio Amsterdam is geen onafwendbaar lot, maar het resultaat van de keuzes die vandaag worden gemaakt. De convergentie van digitalisering, duurzaamheid en regelgeving creëert een complex, maar ook kansrijk speelveld. De analyse in dit rapport toont aan dat een passieve, afwachtende houding onvermijdelijk zal leiden tot een gefragmenteerd en inefficiënt 'Mobility Patchwork', waarin de regio haar grip op de bereikbaarheid en leefbaarheid verliest.

De weg vooruit vereist dat de overheden binnen de MRA de rol van proactieve 'orkestrator' op zich nemen. Dit betekent niet dat de overheid alles zelf moet doen, maar dat zij de regie voert, de randvoorwaarden schept en de samenwerking tussen publieke en private partijen faciliteert om gezamenlijke doelen te bereiken. De instrumenten hiervoor worden op nationaal en Europees niveau aangereikt: het DMI-ecosysteem biedt het datafundament, de ITS-richtlijn en de AI Act bieden het regelgevend kader, en de SUMP-methodologie biedt het procesmatige kompas.

Door deze instrumenten te omarmen en de 'no-regret' aanbevelingen uit dit rapport ter harte te nemen – het investeren in een robuuste data-infrastructuur, het hanteren van een integrale planningsfilosofie, en het proactief faciliteren van de transitie naar duurzame en slimme voertuigen – kan de MRA de monumentale uitdaging van verstedelijking ombuigen tot een kans. Een kans om te sturen richting de meest wenselijke aspecten van het 'Hyperconnected Systems'-scenario: een toekomst waarin de Metropoolregio Amsterdam niet alleen groter, maar ook slimmer, schoner, veiliger en voor iedereen bereikbaar is. Het uitzetten van deze koers vereist visie, lef en, bovenal, samenwerking. De tijd om te handelen is nu.

9. Geciteerd werk

1. Mobility Futures, geopend op juli 10, 2025, https://filelist.tudelft.nl/TUDelft/Research%20sites/Transport%20Institute/Mobility%20Futures%20-%20four%20scenarios%20for%20the%20Dutch%20mobility%20system%20in%202050.pdf
2. TU Delft presenteert mobiliteitsscenario's voor 2050 - Fietsberaad, geopend op juli 10, 2025, https://www.fietsberaad.nl/Kennisbank/TU-Delft-presenteert-mobiliteitsscenario%E2%80%99s-voor-20
3. Vier scenario's voor mobiliteit in 2050 - Aftersales Magazine, geopend op juli 10, 2025, https://aftersalesmagazine.nl/nieuws/algemeen/vier-scenarios-voor-mobiliteit-in-2050/
4. Four scenarios for the Dutch Mobility System in 2050 - TU Delft, geopend op juli 10, 2025, https://www.tudelft.nl/en/2025/tu-delft/four-scenarios-for-the-dutch-mobility-system-in-2050
5. A revisited framework for ITS in Europe - ITS International, geopend op juli 10, 2025, https://www.itsinternational.com/its17/its1/its5/its6/its7/its9/feature/revisited-framework-its-europe
6. European Parliament Approves ITS Directive Revision for Smarter Transport in Europe, geopend op juli 10, 2025, https://www.ettifos.com/post/european-parliament-approves-its-directive-revision
7. ITS Directive and Action Plan - European Commission - Mobility and Transport, geopend op juli 10, 2025, https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/smart-mobility/road/its-directive-and-action-plan_en
8. Impactanalyse ITS Richtlijn - Panteia (NL), geopend op juli 10, 2025, https://panteia.nl/actueel/nieuws/impactanalyse-its-richtlijn/
9. Review of the Directive 2010/40/EU on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport | Legislative Train Schedule - European Parliament, geopend op juli 10, 2025, https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-european-green-deal/file-intelligent-transport-systems-directive-review?sid=5601
10. Intelligente Transportsystemen (ITS) - Europa decentraal, geopend op juli 10, 2025, https://europadecentraal.nl/onderwerp/vervoer/intelligente-transportsystemen-its/
11. Richtlijn intelligente transportsystemen aangenomen - Kenniscentrum Europa decentraal, geopend op juli 10, 2025, https://europadecentraal.nl/nieuws/richtlijn-intelligente-transportsystemen-aangenomen/
12. AI Act and the Automotive Industry – Where does the road lead? - Taylor Wessing, geopend op juli 10, 2025, https://www.taylorwessing.com/en/insights-and-events/insights/2025/03/ai-act-and-the-automotive-industry
13. AI Act | Shaping Europe's digital future - European Union, geopend op juli 10, 2025, https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai
14. AI in Transportation Industry: Key Use Cases & Future Trends - Neoteric, geopend op juli 10, 2025, https://neoteric.eu/blog/use-of-ai-in-transportation-industry/

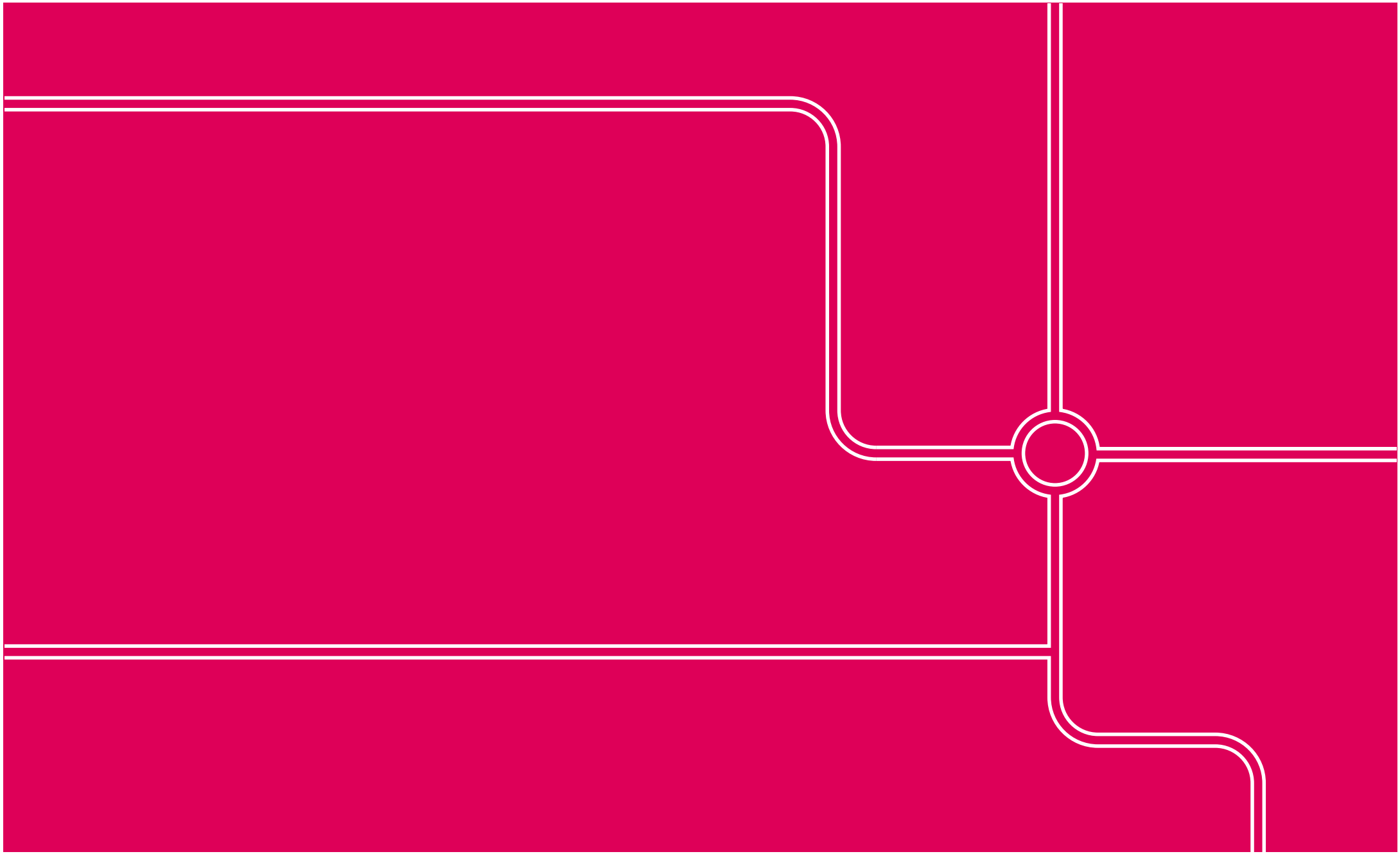
15. Navigating the New Frontier: How the EU AI Act Will Impact the Transport and Logistics Industry - BABL AI, geopend op juli 10, 2025, https://babl.ai/navigating-the-new-frontier-how-the-eu-ai-act-will-impact-the-transport-and-logistics-industry/
16. EU AI Act Timeline: Key Dates For Compliance| Insights & Resources - Goodwin, geopend op juli 10, 2025, https://www.goodwinlaw.com/en/insights/publications/2024/10/insights-technology-aiml-eu-ai-act-implementation-timeline
17. EU AI Act: first regulation on artificial intelligence | Topics - European Parliament, geopend op juli 10, 2025, https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence
18. Sustainable Urban Mobility Plans - POLIS Network, geopend op juli 10, 2025, https://www.polisnetwork.eu/topic/sustainable-urban-mobility-plans-2/
19. SUMPs - Sustainable Urban Mobility Plans, geopend op juli 10, 2025, https://sumps.pl/en-about-sumps/
20. Developing Sustainable Urban Mobility Plans - MobiliseYourCity, geopend op juli 10, 2025, https://www.mobiliseyourcity.net/sites/default/files/2023-03/SUMP%20Guidelines_final%20%281%29.pdf
21. Sustainable Urban Mobility Plan (SUMPs) Toolkit | MobiliseYourCity, geopend op juli 10, 2025, https://www.mobiliseyourcity.net/sustainable-urban-mobility-plan-sumps-toolkit
22. Guidelines for Sustainable Urban Mobility Plans for Kosovo Municipalities - UN-Habitat, geopend op juli 10, 2025, https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/08/sump-guidelineseng.pdf
23. Monitor Smart Mobility 2025 | Rapport | Rijksoverheid.nl, geopend op juli 10, 2025, https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2025/06/02/bijlage-2-monitor-smart-mobility-2025
24. Slimmere mobiliteit krijgt vaste voet aan de grond: nieuwe inzichten ..., geopend op juli 10, 2025, https://crow-smartmobility.nl/2025/06/05/slimmere-mobiliteit-krijgt-vaste-voet-aan-de-grond-nieuwe-inzichten-uit-monitor-smart-mobility-2025/
25. Beslisnota Kamerbrief geactualiseerde Monitor Smart Mobility 2024, geopend op juli 10, 2025, https://www.klimaatweb.nl/wp-content/uploads/po-assets/989400.pdf
26. Inzicht in slimme mobiliteit met de Monitor Smart Mobility - DMI-ecosysteem, geopend op juli 10, 2025, https://dmi-ecosysteem.nl/blog/inzicht-in-slimme-mobiliteit-met-de-monitor-smart-mobility/
27. Position Paper - Review of CO2 emission standards regulation for heavy-duty vehicles - European Automobile Manufacturers' Association, geopend op juli 10, 2025, https://www.acea.auto/files/ACEA-position-paper_Review_of_CO2_emission_standards_regulation_for_HDVs.pdf
28. The Road Ahead: - CLEPA Sustainability Manifesto, geopend op juli 10, 2025, https://www.clepa.eu/wp-content/uploads/2025/02/CLEPA-Sustainability-Manifesto.pdf
29. Press release #TheRoadAhead: Auto supply industry's sustainability ambition requires innovation-friendly regulations - CLEPA, geopend op juli 10, 2025, https://www.clepa.eu/wp-content/uploads/2025/02/2025.02.25_Press-release-Sustainability-Manifesto-1.pdf
30. Industry's sustainability ambition requires innovation-friendly regulations | CLEPA, geopend op juli 10, 2025, https://www.clepa.eu/insights-updates/press-releases/theroadahead-auto-supply-industrys-sustainability-ambition-requires-innovation-friendly-regulations/
31. BATTERY 2030+ Roadmap 1, geopend op juli 10, 2025, https://battery2030.eu/wp-content/uploads/2022/07/BATTERY-2030-Roadmap_Revision_FINAL.pdf
32. Lithium-Ion Battery Roadmap – Industrialization Perspectives Toward 2030 - Fraunhofer ISI, geopend op juli 10, 2025, https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2

023/Fraunhofer-ISI_LIB-Roadmap-2023.pdf
33. ACEA state-of-the-art recommendations for vehicle automation, geopend op juli 10, 2025, https://www.acea.auto/publication/acea-releases-state-of-the-art-recommendations-for-vehicle-automation/
34. Roadmap for the Deployment of Automated Driving in the European Union - ACEA, geopend op juli 10, 2025, https://www.acea.auto/publication/roadmap-for-the-deployment-of-automated-driving-in-the-european-union/
35. EARPA Partners Guide 2023, geopend op juli 10, 2025, https://www.earpa.eu/wp-content/uploads/2024/01/earpa_partners_guide_2023.pdf
36. Foresight Groups – EARPA, geopend op juli 10, 2025, https://www.earpa.eu/our-activities/foresight-groups/
37. EARPA Autumn Meeting 2024, geopend op juli 10, 2025, https://earpa.idloom.events/EARPA-Autumn-Meeting-2024
38. EUCAR Project Book - EUCAR, geopend op juli 10, 2025, https://www.eucar.be/publications/project-book/
39. Projects - EUCAR, geopend op juli 10, 2025, https://www.eucar.be/projects/
40. Project List Archives - EUCAR, geopend op juli 10, 2025, https://www.eucar.be/category/project-list/
41. DMI-Ecosysteem werkt aan integraal dashboard voor steden - iBestuur, geopend op juli 10, 2025, https://ibestuur.nl/artikel/dmi-ecosysteem-werkt-aan-integraal-dashboard-voor-steden/
42. Het DMI-ecosysteem: Het juiste plan op het juiste moment" | Nationaal Groeifonds, geopend op juli 10, 2025, https://www.nationaalgroeifonds.nl/projecten-in-praktijk/dmi-ecosysteem
43. DMI-ecosysteem, geopend op juli 10, 2025, https://dmi-ecosysteem.nl/
44. Handreiking digitaal verkeersmanagement - CROW Smart Mobility, geopend op juli 10, 2025, https://crow-smartmobility.nl/wp-content/uploads/2024/09/Publicatie-Handreiking-digitaal-verkeersmanagement-Navigeren-in-de-verkeersmanagementwereld.pdf
45. VM-IVRA: slim routeadvies ook in 2024 beschikbaar voor alle wegbeheerders, geopend op juli 10, 2025, https://smartwayz.nl/actueel/vm-ivra-slim-routeadvies-2024/
46. Over het LVMB | Landelijk VerkeersManagement Beraad, geopend op juli 10, 2025, https://www.lvmb.nl/over-het-lvmb
47. LVMB - CROW Smart Mobility, geopend op juli 10, 2025, https://crow-smartmobility.nl/meer-informatie/lvmb/
48. Landelijk Verkeers Management Beraad (LVMB) - Platform WOW, geopend op juli 10, 2025, https://platformwow.nl/landelijk-verkeers-management-beraad-lvmb
49. Snellere meldingen en alerter op weg dankzij in-car meldingen | Nieuwsbericht | Nationaal Dataportaal Wegverkeer, geopend op juli 10, 2025, https://www.ndw.nu/actueel/nieuws/2025/3/27/snellere-meldingen-en-alerter-op-weg-dankzij-in-car-meldingen
50. Betere veiligheidswaarschuwingen voor bestuurders dankzij afronding Safety Priority Services | Nieuwsbericht | Digitaal Stelsel Mobiliteitsdata, geopend op juli 10, 2025, https://www.digitaalstelselmobiliteitsdata.nl/actueel/nieuws/2025/04/02/safety-priority-services-project-afgerond
51. Safety Priority Services - Meridian Corridors, geopend op juli 10, 2025, https://meridian-corridors.eu/wp-content/uploads/2025/05/SPS-OVERVIEW-FIRST-YEAR-RESULTS-EN.pdf
52. Safety Priority Services Use Cases - DMI-ecosysteem, geopend op juli 10, 2025, https://dmi-ecosysteem.nl/wp-content/uploads/bb_documents/2023/11/SPS-FACTSHEET-NL-P3-ONLINE.pdf
53. TomTom partners with the Dutch Ministry of Infrastructure and Water Management to increase road safety - ERTICO Newsroom, geopend op juli 10, 2025,

https://erticonetwork.com/tomtom-partners-with-the-dutch-ministry-of-infrastructure-and-water-management-to-increase-road-safety/
54. Kia to trial enhanced warning systems to improve European road safety, geopend op juli 10, 2025, https://press.kia.com/ie/en/home/media-resouces/press-releases/2022/Kia-to-trial-enhanced-warning-systems-to-improve-European-road-safety.html
55. Race om de Ringen - Wikipedia, geopend op juli 10, 2025, https://nl.wikipedia.org/wiki/Race_om_de_Ringen
56. Onmogelijke keuzes in Race om de Ringen - Televizier.nl, geopend op juli 10, 2025, https://www.televizier.nl/kijktips/race-om-de-ringen-spelshow-beau-van-erven-dorens-rtl4-onmogelijke-keuzes
57. Sleepringen | Standaard of customized, geopend op juli 10, 2025, https://www.sleepringen.nl/
58. Metropool Regio Amsterdam - METREX, geopend op juli 10, 2025, https://www.eurometrex.org/member_profile/metropool-regio-amsterdam/
59. MOBILITEITSPROGRAMMA 2019-2023 - provincie Utrecht, geopend op juli 10, 2025, https://www.provincie-utrecht.nl/sites/default/files/2020-03/1-mobiliteitsprogramma_lres-def.pdf
60. Mobiliteitsplan 2040 Jouw straat en onze stad gezond, aantrekkelijk en bereikbaar voor iedereen - Omgevingsvisie | gemeente Utrecht, geopend op juli 10, 2025, https://omgevingsvisie.utrecht.nl/fileadmin/uploads/documenten/zz-omgevingsvisie/thematisch-beleid/verkeer-mobiliteit/2021-07-mobiliteitsplan-2040.pdf
61. AI in Transportation: Roles and Impacts for The Future of Mobility - Golden Owl, geopend op juli 10, 2025, https://goldenowl.asia/blog/ai-in-transportation
62. Focus op duurzame mobiliteit in Metropoolregio Amsterdam - Breikers, geopend op juli 10, 2025, https://wijzijnbreikers.nl/focus-op-duurzame-mobiliteit-in-metropoolregio-amsterdam/
63. Nationaal mobiliteitsbeleid | PIANOo - Expertisecentrum Aanbesteden, geopend op juli 10, 2025, https://www.pianoo.nl/nl/sectoren/mobiliteit/beleid-en-wetgeving/nationaal-mobiliteitsbeleid
64. Regionale mobiliteitsprogramma's - VNG, geopend op juli 10, 2025, https://vng.nl/artikelen/regionale-mobiliteitsprogrammas
65. Brede welvaart door mobiliteit: het vergroten van de bereikbaarheid voor iedereen in de MRA, geopend op juli 10, 2025, https://www.samenbouwenaanbereikbaarheid.nl/nieuws/van-naar-beter-het-vergroten-van-de-bereikbaarheid-voor-iedereen-de-mra
66. Nieuwe woningen bereikbaar maken | Volkshuisvesting | Rijksoverheid.nl, geopend op juli 10, 2025, https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/volkshuisvesting/nieuwe-woningen-bereikbaar-maken
67. Urbanisation Concept 2050 - Metropoolregio Amsterdam, geopend op juli 10, 2025, https://www.metropoolregioamsterdam.nl/wp-content/uploads/2022/11/MRA-Urbanisisation-Concept_ENG.pdf
68. Programmalijn Slimme en Duurzame Mobiliteit - Samen Bouwen ..., geopend op juli 10, 2025, https://www.samenbouwenaanbereikbaarheid.nl/application/files/8215/5481/6289/Factsheet_Samen_Bouwen_aan_Bereikbaarheid_-_Slimme_en_Duurzame_Mobiliteit.pdf
69. ABDTOPConsult. Van kwetsbaar naar weerbaar: geleerde lessen uit dreigende acute en langdurige uitval van uitbestede ICT-dienstverlening bij overheidsorganisaties. Rapport voor BZK, versie 1.0, 25 februari 2025; openbaar gemaakt 12 september 2025.

70. Rijksoverheid. Rapport 'Van kwetsbaar naar weerbaar': Overheid neemt maatregelen om digitale continuïteit te versterken. Nieuwsbericht, 12 september 2025.
71. Rijksoverheid. Kamerbrief bij rapport 'Van kwetsbaar naar weerbaar'. 12 september 2025.
72. https://www.rijksfinancien.nl/memorie-van-toelichting/2025/OWB/VI/onderdeel/3166804
73. https://www.rijksoverheid.nl/regering/regeerprogramma/3b-infrastructuur-openbaar-vervoer-en-luchtvaart
74. https://www.nctv.nl/documenten/2025/07/23/dreigingslandschap-vitale-infrastructuur
75. https://www.tno.nl/nl/duurzaam/klimaatadaptatie-gebouwde-omgeving/transportnetwerken/
76. https://www.nctv.nl/site/binaries/site-content/collections/documents/2025/07/23/dreigingslandschap-vitale-infrastructuur/Dreigingslandschap+Vitale+Infrastructuur+(2025).pdf
77. https://www.eerstekamer.nl/brief_in/20250916/afkoaan_inspectie_leefomgeving_en/f=/vmquciy43hxn.pdf
78. https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-36800-VI-2.html
79. https://www.versterkenweerbaarheid.nl/thema/wet--en-regelgeving
80. https://www.nctv.nl/documenten/2025/07/23/infosheet-dreigingslandschap-vitale-infrastructuur-2025
81. https://www.ilent.nl/binaries/ilt/documenten/organisatie/over-de-ilt/mjs/2025/meerjarenstrategie-2026---2029/Meerjarenstrategie+2026-2029+Inspectie+Leefomgeving+en+Transport.pdf
82. https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/begrotingen/2025/09/16/vi-justitie-en-veiligheid-rijksbegroting-2026/Justitie_en_Veiligheid.pdf
83. https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2024Z20493&did=2024D48326
84. https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2025D15102
85. https://www.nieuwsienw.nl/home_old1717146098/3115076.aspx?t=weerbaarheidstafel-moet-infrastructuursector-beter-voorbereiden
86. https://www.nldigitalgovernment.nl/wp-content/uploads/sites/11/2024/03/I-Strategie-Rijk-2021-2025.pdf
87. https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-21501-33-1100.html
88. https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/237255/notitie-ra-doelen-oktober-2024-1-.pdf
89. Technology Roadmap for Energy Saving and New Energy Vehicles 3.0 (SAE-China/MIIT, 2025)markets.chroniclejournal.com
90. Roadmap to 2040: China's automotive industry sets sights on 80% EV penetration and L4 autonomy (SAE-China, 2025)carnewschina.com
91. China's Green Vehicle Roadmap 3.0 (SAE-China, 2025)chinaevhome.com
92. Energy-saving and New Energy Vehicle Technology Roadmap 2.0 (SAE-China/MIIT, 2020)en.sae-china.org
93. Network Technology Roadmap for Intelligent Connected Vehicles (WICV/MIIT, 2025)wicvc.com
94. Raivereniging.nl RAI Vereniging (2025)

95. swov.nl SWOV – Interview over uitgangspunten LEV-kader (2024)
96. swov.nl SWOV – Factsheets LEV's en verkeersveiligheid (actueel, 2025)
97. riskenbusiness.nl SWOV – LEV's: Ongevalsrisico en Europese trends (2025)
98. fietsberaad.nl Fietsberaad – Factsheet Lichte elektrische voertuigen (2024/2025)
99. rijksoverheid.nl Rijksoverheid – Per 1 juli introductie kenteken voor bijzondere bromfiets (2025)
100. onderzoeksraad.nl Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat – Beleidsreactie LEV's (2024)
101. swov.nl SWOV – Factsheet lichte elektrische voertuigen (LEV's) (2025) Provincie Noord-Holland. Onderzoek naar mobiliteitsrechtvaardigheid in Noord-Holland: Ervaren mobiliteitsbarrières en mogelijke oplossingen (versie jan 2025), volledig rapport (pdf).
102. rovincie Noord-Holland [1]. Publiekssamenvatting: Onderzoek naar mobiliteitsrechtvaardigheid in Noord-Holland (pdf).
103. Provincie Noord-Holland. Nieuwsbericht: "Noord-Hollanders ervaren meerdere drempels bij gebruik vervoersmiddelen" (13 februari 2025).
104. ARAMIS Draaiende ringen – Werkspoor 2: Verkeersinformatie, Actieplan ARAMIS NDW



Goudappel BV werkt vanuit Amsterdam, Den Haag, Deventer, Eindhoven en Leeuwarden en via onze partners in het buitenland

Snipperlingsdijk 4
7417 BJ Deventer
Nederland

Postbus 161
7400 AD Deventer
Nederland

+31(0) 570 666 222
info@goudappel.nl
www.goudappel.nl

BTW NL 0072 11 879 B01
KVK 3801 7479
IBAN NL09 INGB 0001 2746 32