



RWS INFORMATIE

Marktconsultatie Weigh in Motion

Eindverslag – Nederlandse versie

Datum	22 juni 2026
Status	DEFINITIEF

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Auteur	Kenzo Oijevaar

Inhoud

Management Samenvatting 4

1	Inleiding 7
2	Overzicht van systeemtypen en oplossingsrichtingen 9
3	Belangrijkste inzichten uit de consultatie 12
3.1.	Datakwaliteit en verificatie als centrale uitdaging 12
3.2.	Architectuur en dataverwerking als bepalende ontwerpkeuze 13
3.3.	Ketencomplexiteit en verantwoordelijkheidsverdeling 15
3.4.	Invloed van infrastructuur op prestaties 16
3.5.	Pilotfase als ontwikkel- en validatiefase 17
3.6.	Netwerkbenadering en locatiestrategie 18
3.7.	Lifecyclekosten en Total Cost of Ownership (TCO) 19
3.8.	Fasering en gefaseerde opschaling naar handhaving 22
4	Generieke bouwstenen en systeemopbouw 24
5	Scope en praktische toepasbaarheid 27
6	Aannames en beperkingen 30
7	Risico's en afhankelijkheden 33
8	Implicaties voor data en beheer 36
9	Bevestigde en bijgestelde uitgangspunten 38
10	Gebruik van de uitkomsten voor verdere uitwerking en besluitvorming 42
11	Slotopmerking 45

Management Samenvatting

Dit eindverslag vormt de weergave van de inzichten die zijn opgehaald tijdens de marktconsultatie en markeert daarmee een belangrijk moment in de verkenning van mogelijke vervolgstappen rondom WIM. Uit de consultatie ontstaat een rijk en genuanceerd beeld van de mogelijkheden en beperkingen van WIM-systemen, evenals van de complexiteit die gepaard gaat met de toepassing daarvan, met name binnen een handhavingscontext.

Tegelijkertijd blijkt dat dit genuanceerde beeld niet voortkomt uit een gebrek aan beschikbare oplossingen. Integendeel, er zijn systemen en integrale oplossingen aanwezig die op productniveau kunnen worden toegepast voor meting, registratie en in sommige gevallen ook dataverwerking. De geschetste complexiteit heeft daarmee primair betrekking op de toepassing van deze oplossingen binnen een bredere samenhangende keten en niet op de beschikbaarheid van technologie zelf. Deze ketencomplexiteit ligt daarbij niet zozeer binnen de oplossingen zelf, maar vooral in de externe samenhang tussen systemen en hun raakvlakken met andere domeinen, zoals juridische borging, procesinrichting, datakoppelingen en organisatorische inbedding.

Wat daarbij opvalt, is dat de opgave rondom WIM niet kan worden teruggebracht tot een technische implementatie, maar zich kenmerkt als een bredere systeemvraag waarin techniek, data, organisatie en beleid nauw met elkaar verweven zijn. De gesprekken met marktpartijen geven niet alleen inzicht in de stand van de techniek, maar vooral in de randvoorwaarden die nodig zijn om te komen tot een robuuste en in de praktijk toepasbare oplossing.

Daarbij wordt duidelijk dat de technische bouwstenen in veel gevallen al beschikbaar zijn en dat marktpartijen deze in samenhang kunnen leveren. De mate waarin deze samenhang als geïntegreerd en productmatig systeem wordt aangeboden, verschilt echter tussen oplossingen en varieert van configureerbare platforms tot meer ontwikkelgerichte benaderingen, waarbij de benodigde doorontwikkeling afhankelijk is van de gekozen oplossing.

De opgave ligt daarmee niet in het ontwikkelen van nieuwe technologie, maar in het selecteren, combineren en toepassen van bestaande oplossingen binnen een context waarin ook organisatorische, juridische en beleidsmatige aspecten worden meegenomen.

De toegevoegde waarde van WIM-systemen hangt in belangrijke mate samen met de schaal en continuïteit van metingen. Waar metingen in andere toepassingen, zoals handmatige controles of tijdelijke meetcampagnes, veelal incidenteel en locatiegebonden plaatsvinden, maken WIM-systemen het mogelijk om structureel en netwerkbreed data te verzamelen over passerend verkeer. Dit vormt een essentiële basis voor het verkrijgen van consistent inzicht in verkeersgedrag, belasting van voertuigen en mogelijke afwijkingen ten opzichte van geldende normen.

Daarnaast blijkt dat bepaalde systeemtypen, zoals bruggebaseerde oplossingen, relatief snel inzetbaar zijn en flexibel kunnen worden toegepast. Doordat deze systemen gebruikmaken van bestaande infrastructuur en geen ingreep in het wegdek vereisen, kunnen zij eenvoudiger worden geplaatst en indien nodig verplaatst. Dit maakt het mogelijk om gericht ervaring op te doen, locaties te

verkennen en systemen gefaseerd uit te rollen, bijvoorbeeld voor het verkrijgen van inzicht in de belasting van infrastructuur op specifieke locaties.

Daarnaast blijkt dat keuzes in systeemarchitectuur, zoals de mate van lokale versus centrale verwerking van data, directe invloed hebben op robuustheid, datastromen en beheersbaarheid. Deze keuzes bepalen in belangrijke mate hoe afhankelijk het systeem is van infrastructuur en externe koppelingen, en spelen daarmee een belangrijke rol in de uiteindelijke inrichting van de oplossing.

In de gesprekken wordt dit gezien als een belangrijke voorwaarde voor het opschalen van toepassingen, zoals voorselectie en bredere vormen van toepassing. Niet zozeer de individuele meting, maar juist de combinatie van frequentie, spreiding en herhaalbaarheid maakt het mogelijk om patronen te herkennen, afwijkingen te signaleren en gericht op te treden. Daarmee verschuift de toepassing van incidentele observaties naar structureel en herhaalbaar inzicht.

Daarbij blijkt dat de toepasbaarheid van WIM-systemen, onder andere voor handhaving, niet uitsluitend afhankelijk is van maximale technische nauwkeurigheid, maar van de mate waarin betrouwbaarheid in de toepassing kan worden geborgd. Door het hanteren van marges en het selecteren van situaties met een duidelijke overschrijding kunnen ook bij variatie in meetnauwkeurigheid consistente en juridisch verdedigbare toepassingen worden gerealiseerd. Tegelijkertijd blijft de verzamelde data ook zonder directe inzet voor handhaving van waarde, bijvoorbeeld voor monitoring, beleidsanalyse en inzicht in verkeersbelasting.

Hoewel de toepassing van WIM-systemen gepaard gaat met een zekere mate van complexiteit, laat de consultatie zien dat deze via een gefaseerde en stapsgewijze aanpak beheersbaar kan worden ingericht. De mogelijkheid om systemen gefaseerd toe te passen en daarbij gebruik te maken van bestaande oplossingen vormt hierbij een belangrijk uitgangspunt.

Het beeld dat uit de consultatie naar voren komt, is daarmee niet dat van een afgeronde oplossing die direct kan worden toegepast, maar dat van een ontwikkelrichting waarin keuzes moeten worden gemaakt en waarin ruimte moet worden geboden voor verdere uitwerking en validatie. Deze verdere uitwerking heeft daarbij in beperkte mate betrekking op de techniek zelf, en in grotere mate op de inrichting van de keten rondom de toepassing, waaronder juridische borging, procesinrichting, dataverwerking en organisatorische inbedding. Tegelijkertijd bieden de opgehaalde inzichten voldoende houvast om richting te geven aan vervolgstappen en om gerichte keuzes te maken die aansluiten bij de realiteit van de huidige markt en technologie.

Met de publicatie van dit verslag wordt beoogd transparant te zijn over de wijze waarop de input uit de markt is verwerkt en welke betekenis deze heeft voor mogelijke vervolgstappen. Daarbij wordt niet alleen teruggekeken op de opgehaalde inzichten, maar wordt ook vooruitgekeken naar de manier waarop deze inzichten richting kunnen geven aan de te maken keuzes.

Dit verslag wordt gepubliceerd op TenderNed. Marktpartijen hebben door deelname aan de consultatie toestemming verleend aan RWS om de verstrekte informatie geanonimiseerd te gebruiken voor de totstandkoming van dit verslag en eventuele vervolgstappen. De informatie is in geaggregeerde vorm verwerkt, waarbij geen herleidbare gegevens, namen van partijen of financiële informatie zijn opgenomen.

Met dit verslag wordt de fase van consultatie afgesloten en een basis gelegd voor verdere besluitvorming en mogelijke vervolgstappen, waarbij wordt voortgebouwd op de beschikbare oplossingen in de markt en de nadruk ligt op een samenhangende en beheersbare toepassing

Aan de inhoud van dit document, evenals aan deelname aan de marktconsultatie, kunnen geen rechten worden ontleend. De marktconsultatie maakte geen onderdeel uit van een aanbestedingsprocedure.

1 Inleiding

Rijkswaterstaat heeft in het kader van de verkenning van mogelijke vervolgstappen voor Weigh in Motion (WIM) een marktconsultatie uitgevoerd. Met deze consultatie is beoogd om inzicht te verkrijgen in de beschikbare oplossingen, de mate van volwassenheid van de techniek en de randvoorwaarden die bepalend zijn voor een succesvolle toepassing van WIM binnen Nederland, waaronder in een handhavingscontext.

In de gesprekken met marktpartijen is een divers en genuanceerd beeld naar voren gekomen. Aan de ene kant blijkt dat er verschillende oplossingen beschikbaar zijn die, al dan niet in onderdelen, als volwassen en toepasbaar kunnen worden beschouwd. Zowel weggebonden WIM-systemen als bruggebaseerde oplossingen worden in de praktijk toegepast voor monitoring en weging, en sommige partijen bieden integrale systemen waarin meting, data-verwerking en presentatie zijn gecombineerd. Deze oplossingen kunnen in zekere mate als productmatig beschikbaar worden gezien en zijn in staat om zonder omvangrijke ontwikkeltrajecten te worden geïmplementeerd voor specifieke toepassingen, zoals dataverzameling en voorselectie. Daarbij wordt duidelijk dat de mate van volwassenheid tussen oplossingen kan verschillen, variërend van configureerbare, productmatige systemen tot meer ontwikkelgerichte benaderingen.

Tegelijkertijd maakt de consultatie duidelijk dat deze productmatige beschikbaarheid niet automatisch betekent dat daarmee een volledige en direct inzetbare handhavingsoplossing voorhanden is. De toepassing van WIM binnen een handhavingsketen brengt aanvullende eisen met zich mee, onder andere op het gebied van datakwaliteit, verificatie, juridische borging en integratie met bestaande systemen en processen. Deze aspecten blijken in belangrijke mate afhankelijk van de specifieke context waarin het systeem wordt toegepast en vragen om nadere inrichting, afstemming en in sommige gevallen doorontwikkeling. Hierbij spelen ook keuzes in systeemarchitectuur, zoals de wijze van dataverwerking en integratie, een belangrijke rol in de uiteindelijke inrichting van de oplossing.

Hierdoor ontstaat een tweelaags beeld van de opgave. Enerzijds zijn er oplossingen beschikbaar die als bouwstenen kunnen worden ingezet en die een solide basis vormen voor meting en dataverzameling. Anderzijds vereist de toepassing van deze oplossingen binnen een robuuste, juridisch houdbare handhavingsketen een bredere uitwerking waarin technische, organisatorische en beleidsmatige aspecten samenkomen. Het is juist deze tweede laag waarin de complexiteit van de opgave zichtbaar wordt en waarin keuzes moeten worden gemaakt die bepalend zijn voor het uiteindelijke functioneren van het systeem.

De consultatie laat daarmee zien dat WIM niet eenduidig kan worden benaderd als een losstaand technisch product, maar afhankelijk van de toepassing verschillende vormen aanneemt.

Voor toepassingen gericht op monitoring en dataverzameling kunnen WIM-systemen in veel gevallen relatief zelfstandig worden ingezet, waarbij de nadruk ligt op het meten en analyseren van verkeersdata.

Voor toepassing binnen een handhavingscontext verandert dit beeld echter wezenlijk. In die situatie ontstaat een systeemoplossing waarin meting,

dataverwerking en toepassing in samenhang moeten worden ontworpen. Het succes van de oplossing wordt dan niet alleen bepaald door de kwaliteit van de afzonderlijke componenten, maar vooral door de manier waarop deze componenten gezamenlijk functioneren binnen de bredere keten, inclusief juridische, organisatorische en procesmatige aspecten.

Dit verslag heeft tot doel om de inzichten uit de marktconsultatie in samenhang te presenteren en te duiden. Daarbij wordt expliciet onderscheid gemaakt tussen de mate waarin oplossingen als product beschikbaar zijn en de mate waarin nadere uitwerking nodig is voor toepassing binnen de handhavingsketen. Door deze nuancering wordt beoogd een realistisch en evenwichtig beeld te geven van de stand van de markt en de opgave waar RWS voor staat.

De inhoud van dit verslag is gebaseerd op zowel schriftelijke reacties als verdiepende gesprekken met marktpartijen. De verkregen informatie is geanalyseerd, geclusterd en geanonimiseerd verwerkt, waarbij geen herleidbare gegevens, namen van partijen of financiële informatie zijn opgenomen.

Met dit verslag wordt de consultatiefase afgerond en een basis gelegd voor verdere besluitvorming en mogelijke vervolgstappen, waarbij de opgedane inzichten kunnen worden vertaald naar keuzes, eisen en randvoorwaarden. Op basis van dit document, zoals de deelname aan de marktconsultatie, kunnen geen rechten verleend worden. De marktconsultatie was geen onderdeel van een aanbesteding.

2 Overzicht van systeemtypen en oplossingsrichtingen

Uit de marktconsultatie komt naar voren dat de markt voor WIM geen eenduidige oplossing kent, maar bestaat uit een aantal duidelijk te onderscheiden benaderingen die elk een andere invulling geven aan het meten, verwerken en toepassen van data. Tegelijkertijd blijkt dat, in tegenstelling tot een puur conceptuele markt, er wel degelijk volwassen en concrete COTS oplossingen beschikbaar zijn die als product kunnen worden afgenomen en toegepast, zij het dat deze oplossingen niet zonder meer leiden tot een volledige en direct inzetbare handnavingsketen.

Een eerste onderscheid dat uit de gesprekken naar voren komt, betreft het meetprincipe waarop systemen zijn gebaseerd. Enerzijds zijn er systemen die werken met sensoren in het wegdek, waarbij aslasten direct worden gemeten via de interactie tussen voertuig en infrastructuur. Deze systemen worden veelal gepositioneerd als bewezen technologie en sluiten aan bij bestaande normen en certificeringen.

Binnen deze categorie bestaan echter verschillen in de wijze waarop sensoren zijn geïntegreerd in de infrastructuur. Waar sommige systemen gebruik maken van sensoren die direct in het asfalt zijn opgenomen en daarmee sterk afhankelijk zijn van de levensduur van het wegdek, zijn er ook benaderingen waarbij het meetsysteem meer los staat van het asfalt en inzet op een langere levensduur en andere onderhoudsstrategie. Deze verschillen hebben directe implicaties voor beheer, vervanging en lifecyclekosten.

Anderzijds zijn er systemen die gebruik maken van bestaande infrastructurele objecten, zoals bruggen, waarbij metingen plaatsvinden op basis van de reactie van de constructie. Deze benadering onderscheidt zich doordat geen ingreep in het wegdek nodig is en systemen relatief flexibel kunnen worden geplaatst en verplaatst.

Hierbij wordt door meerdere partijen benadrukt dat dit type systemen relatief snel inzetbaar is, omdat geen ingreep in het wegdek nodig is en gebruik kan worden gemaakt van bestaande infrastructuur. Dit maakt het mogelijk om systemen flexibel toe te passen, bijvoorbeeld voor tijdelijke meetcampagnes, pilots of inzet op wisselende locaties.

Deze flexibiliteit maakt dit type systemen in het bijzonder geschikt voor toepassingen waarbij snel inzicht nodig is in de feitelijke belasting van infrastructuur, zoals bij constructies met een gebruiksbeperking (bijvoorbeeld een maximale toegestane belasting). In dergelijke situaties kan met relatief beperkte inzet en zonder ingrijpende aanpassingen aan de infrastructuur waardevolle informatie worden verkregen.

Beide typen meetprincipes worden door de markt gepresenteerd als functionerende oplossingen die in staat zijn om voertuiggewichten en -configuraties vast te leggen. Daarmee kan worden gesteld dat op het niveau van meten en detecteren sprake is van technologie die in belangrijke mate beschikbaar en toepasbaar is. In die zin kan een aanzienlijk deel van de oplossingen als productmatig worden beschouwd, zeker voor toepassingen zoals monitoring, dataverzameling en voorselectie.

Naast het meetprincipe vormt de wijze van dataverwerking de tweede en meer bepalende onderscheidende factor tussen oplossingen. In de consultatie komen grofweg twee architecturale benaderingen naar voren. Enerzijds zijn er systemen die sterk inzetten op centrale verwerking, waarbij alle data wordt verzameld en doorgestuurd naar een centrale omgeving. In deze omgeving wordt data verrijkt, gecombineerd met andere bronnen en geïnterpreteerd. Deze benadering biedt flexibiliteit en maakt het mogelijk om complexe logica en integraties toe te passen, maar is tegelijkertijd sterk afhankelijk van softwareontwikkeling en de inrichting van de centrale keten.

Daartegenover staan oplossingen die juist inzetten op verwerking dicht bij de bron. In deze systemen wordt een aanzienlijk deel van de interpretatie en filtering lokaal uitgevoerd, bijvoorbeeld in een roadside controller. Hierbij wordt al vroeg in het proces bepaald welke gegevens voldoende betrouwbaar zijn om verder te worden gebruikt. Deze aanpak beperkt datastromen en maakt het systeem robuuster, maar vraagt om vooraf duidelijke keuzes in de wijze van interpretatie, omdat aanpassingen achteraf minder eenvoudig zijn.

Daarbij wordt in de gesprekken benadrukt dat deze lokale verwerking niet per definitie betekent dat data niet centraal beschikbaar is. Met name voor toepassingen gericht op monitoring en statistiek bestaat de behoefte om alle meetdata te behouden en beschikbaar te maken voor analyse. In die gevallen kan lokale verwerking worden ingezet voor het identificeren en markeren van metingen die geschikt zijn voor handhaving, terwijl de volledige dataset alsnog wordt doorgestuurd en centraal beschikbaar blijft voor bredere analyse en gebruik.

Wat uit de gesprekken duidelijk naar voren komt, is dat deze architectuurkeuzes niet los gezien kunnen worden van de manier waarop systemen in de praktijk worden toegepast. Oplossingen die sterk inzetten op centrale verwerking positioneren zich vaak als integrale platforms waarin data uit verschillende bronnen samenkomt en waarin handhaving tot stand komt op basis van gecombineerde inzichten. Oplossingen met meer lokale verwerking leggen juist de nadruk op de betrouwbaarheid van individuele metingen en het selectief gebruik van data voor handhaving.

Een derde dimensie waarin de oplossingen verschillen, betreft de mate van integratie en de positionering binnen de keten. Sommige partijen presenteren hun oplossing als een relatief afgebakend systeem dat primair gericht is op meten en registreren, en dat vervolgens moet worden geïntegreerd in een bredere keten van systemen en processen. Andere partijen positioneren zich expliciet als systeemintegrator en bieden een oplossing waarin meerdere componenten – zoals sensoren, camera's en software – in samenhang worden geleverd.

Desondanks blijkt dat, ook bij oplossingen die als integraal systeem worden gepositioneerd, de toepassing in een volledige handhavingscontext afhankelijk blijft van keuzes en afstemming. Aspecten zoals datakwaliteit, verificatie, juridische borging en integratie met externe databronnen zijn sterk afhankelijk van de specifieke inzet en vragen in vrijwel alle gevallen om nadere inrichting. Dit betekent dat er wel degelijk oplossingen beschikbaar zijn die als systeem kunnen worden afgenomen, maar dat de uiteindelijke prestaties en toepasbaarheid worden bepaald door de wijze waarop deze systemen worden geconfigureerd en ingebed in de keten.

Het overkoepelende beeld dat hieruit ontstaat, is dat de markt enerzijds oplossingen biedt die als bouwsteen of zelfs als relatief compleet systeem kunnen worden ingezet, maar dat deze oplossingen anderzijds niet los kunnen worden gezien van

de context waarin zij worden toegepast. Hierdoor verschuift de opgave van het selecteren van een specifieke technologie naar het maken van integrale ontwerpkeuzes, waarin wordt bepaald hoe verschillende componenten samen een werkend systeem vormen.

De consultatie maakt daarmee duidelijk dat het onderscheiden van systeemtypen niet alleen een technische exercitie is, maar een essentieel onderdeel vormt van het ontwerp van de totale oplossing. De keuze voor een bepaald type systeem of architectuur heeft directe gevolgen voor datastromen, beheer, flexibiliteit en de wijze waarop toepassingen, waaronder handhaving, kunnen worden ingericht. Daarmee vormt dit onderscheid een belangrijke basis voor het maken van verdere keuzes in de mogelijke inrichting van WIM-systemen.

3 Belangrijkste inzichten uit de consultatie

3.1. Datakwaliteit en verificatie als centrale uitdaging

Uit de marktconsultatie komt zeer consistent naar voren dat datakwaliteit de centrale succes- en faalfactor vormt binnen WIM-toepassingen. Waar de nadruk in eerste instantie vaak ligt op de nauwkeurigheid van de sensor of het meetsysteem zelf, blijkt in de praktijk dat de werkelijke uitdaging zich bevindt in het borgen van de betrouwbaarheid van data over tijd en het aantoonbaar maken van deze betrouwbaarheid binnen een juridische context.

De gesprekken laten zien dat alle partijen erkennen dat een afzonderlijke meting op zichzelf onvoldoende is om als fundament voor handhaving te dienen. Het gaat nadrukkelijk om de mate waarin kan worden aangetoond dat het meetsysteem onder vergelijkbare omstandigheden consistente en reproduceerbare resultaten levert, en hoe dit gedrag zich over tijd ontwikkelt.

Dit wordt in de praktijk niet alleen bepaald aan de hand van individuele metingen, maar juist op basis van herhaalde metingen, referentievoertuigen en analyse van grotere datasets, waarbij patronen en afwijkingen zichtbaar worden. Dit vraagt om een fundamenteel andere benadering van datakwaliteit dan bij traditionele meettoepassingen, waarbij periodieke kalibratie vaak als voldoende wordt beschouwd.

In de context van WIM-systemen blijkt dat de betrouwbaarheid van metingen het resultaat is van een samenspel van factoren die slechts gedeeltelijk door de leverancier of het systeem zelf kunnen worden beheerst. Factoren zoals de staat van het wegdek, veranderingen in verkeersgedrag, temperatuurinvloeden en degradatie van infrastructuur hebben directe invloed op het gemeten resultaat. Hierdoor ontstaat een situatie waarin het systeem weliswaar volgens specificaties functioneert, maar de kwaliteit van de uitkomst desondanks fluctueert.

Tegelijkertijd wordt uit de consultatie duidelijk dat deze problematiek zich voordoet ongeacht het type systeem dat wordt toegepast, inclusief systemen die als productmatig beschikbaar en operationeel worden gepositioneerd. Dit betekent dat ook bij inzet van bestaande oplossingen de borging van datakwaliteit niet "meegekocht" kan worden als vaste eigenschap, maar afhankelijk blijft van de wijze waarop het systeem wordt ingericht, beheerd en toegepast binnen de keten, evenals van de omgeving waarin het systeem wordt geplaatst. Datakwaliteit is daarmee geen producteigenschap, maar een systeemeigenschap die ontstaat in de context van gebruik.

Daarnaast wordt duidelijk dat de manier waarop data wordt verwerkt en geïnterpreteerd een minstens zo grote rol speelt als de meting zelf. In systemen waarbij grote hoeveelheden data centraal worden verzameld en pas later worden gefilterd en beoordeeld, verschuift de verantwoordelijkheid voor datakwaliteit naar de softwarelaag. In die gevallen wordt de betrouwbaarheid van de einduitkomst in belangrijke mate bepaald door de toegepaste algoritmen, de gekozen validatieregels en de manier waarop uitzonderingen worden behandeld.

Een belangrijk en terugkerend spanningsveld dat in de gesprekken expliciet wordt benoemd, betreft de omgang met extreme waarden in de data. Vanuit een technisch perspectief is er een sterke neiging om uitschieters te beschouwen als mogelijke meetfouten en deze uit te filteren. Tegelijkertijd wordt erkend dat juist deze

extreme waarden potentieel wijzen op overtredingen en daarmee relevant zijn voor handhaving. Dit leidt tot een fundamenteel dilemma: het verhogen van de betrouwbaarheid door filtering kan leiden tot het missen van relevante gevallen, terwijl het behouden van alle data het risico vergroot dat onbetrouwbare metingen in de handhavingsketen terechtkomen.

De verschillende partijen hanteren uiteenlopende strategieën om met dit dilemma om te gaan. Sommige kiezen voor een conservatieve benadering waarbij alleen data met een zeer hoge betrouwbaarheid wordt gebruikt, terwijl andere systemen juist alle data verzamelen en pas later een selectie maken. Daarnaast wordt gewezen op het belang van continue monitoring van datapatronen, waarbij afwijkingen in trends worden gebruikt als indicator voor mogelijke problemen in het systeem, bijvoorbeeld door slijtage van het wegdek of drift in sensoren.

Het gezamenlijke beeld dat hieruit ontstaat, is dat datakwaliteit niet kan worden geborgd met één enkel mechanisme, maar een combinatie vereist van technische maatregelen, continue monitoring en organisatorische processen. Dit betekent dat datakwaliteit niet alleen een ontwerp is, maar een doorlopend beheerproces dat gedurende de gehele levensduur van het systeem aandacht vraagt.

Voor de verdere uitwerking van de WIM-opgave betekent dit dat eisen aan datakwaliteit niet beperkt kunnen blijven tot specificaties van sensoren of nauwkeurigheidsklassen, maar ook betrekking moeten hebben op verificatieprocessen, monitoringmechanismen en de manier waarop onzekerheden worden afgehandeld. Hiermee verschuift de focus van "hoe nauwkeurig meet het systeem?" naar "hoe betrouwbaar is de uitkomst over tijd en hoe kan dit worden aangetoond?".

3.2. Architectuur en dataverwerking als bepalende ontwerpkeuze

Een tweede kerninzicht uit de consultatie betreft de fundamentele rol van de gekozen systeemarchitectuur. Waar verschillen tussen systemen op het eerste gezicht vooral technisch lijken – bijvoorbeeld in type sensor of meetprincipe – blijkt in de praktijk dat de inrichting van dataverwerking een veel grotere invloed heeft op de werking, complexiteit en beheersbaarheid van het systeem als geheel.

In de gesprekken tekenen zich grofweg twee dominante benaderingen af. Enerzijds zijn er systemen die inzetten op centrale dataverwerking, waarbij alle meetgegevens, inclusief voertuigidentificatie en beeldmateriaal, worden verzameld en doorgestuurd naar een centrale omgeving. In deze omgeving wordt data verrijkt, gecombineerd met andere bronnen en geïnterpreteerd. Deze aanpak biedt flexibiliteit, omdat nieuwe inzichten, algoritmen en regels achteraf kunnen worden toegepast op reeds verzamelde data. Dit maakt het mogelijk om het systeem gaandeweg te verbeteren en aan te passen zonder fysieke wijzigingen op locatie.

Tegelijkertijd brengt deze benadering belangrijke implicaties met zich mee. De hoeveelheid data die wordt gegenereerd en getransporteerd kan aanzienlijk zijn, wat eisen stelt aan infrastructuur voor opslag, verwerking en beveiliging. Daarnaast wordt de betrouwbaarheid van de uiteindelijke uitkomst in belangrijke mate afhankelijk van de softwarelaag waarin de verwerking plaatsvindt. Aangezien uit de consultatie blijkt dat deze software in sommige gevallen nog in ontwikkeling is, introduceert dit onzekerheid in de prestaties.

Daartegenover staat een benadering waarin verwerking zoveel mogelijk lokaal plaatsvindt, direct bij de meetlocatie. In deze zogenaamde edge-architectuur wordt

data al bij de bron beoordeeld en gefilterd, waarbij alleen die gegevens die voldoen aan vooraf gedefinieerde criteria verder worden gebruikt. Deze aanpak beperkt de datastromen en maakt het systeem minder afhankelijk van centrale infrastructuur. Daarnaast wordt het systeem robuuster in situaties waarin netwerkverbindingen beperkt of instabiel zijn.

De keerzijde van deze benadering is dat belangrijke keuzes over interpretatie en filtering al vroeg in het proces worden gemaakt. Dit beperkt de mogelijkheid om achteraf nieuwe inzichten toe te passen op bestaande data en vereist dat de logica en criteria vooraf zorgvuldig worden gedefinieerd.

Daarbij wordt in de gesprekken benadrukt dat deze vroege filtering niet per definitie betekent dat data niet meer beschikbaar is voor andere toepassingen. Voor toepassingen gericht op monitoring en statistische analyse bestaat juist de behoefte om alle meetdata te behouden. In die gevallen kan lokale verwerking worden ingezet om metingen te beoordelen en te markeren op geschiktheid voor handhaving, terwijl de volledige dataset alsnog centraal beschikbaar blijft voor bredere analyse en gebruik.

Tegelijkertijd wordt in de gesprekken gewezen op specifieke voordelen van verwerking dicht bij de bron. Door data lokaal te verwerken en te filteren, kan de blootstelling aan externe toegang en datastromen worden beperkt, wat bijdraagt aan een kleinere aanvalsoppervlakte en meer controle over de werking van het systeem. Hiermee wordt duidelijk dat deze benadering niet alleen gevolgen heeft voor functionaliteit, maar ook bijdraagt aan robuustheid, databeheer en cybersecurity.

Wat uit de gesprekken duidelijk naar voren komt, is dat de keuze voor een centrale of decentrale architectuur niet neutraal is. Deze beïnvloedt niet alleen technische aspecten, maar ook organisatorische, juridische en beheersmatige dimensies. Zo heeft centrale verwerking implicaties voor databeheer, privacy en de inrichting van de dataketen, terwijl decentrale verwerking invloed heeft op flexibiliteit, aanpasbaarheid en de wijze waarop beslissingen in het systeem tot stand komen.

Daarnaast wordt duidelijk dat in beide benaderingen de rol van software cruciaal is. Onafhankelijk van waar de verwerking plaatsvindt, verschuift een groot deel van de complexiteit naar de softwarelaag, waarin data wordt geïnterpreteerd en onzekerheden worden verwerkt.

De consultatie maakt hiermee duidelijk dat de architectuurkeuze een van de meest bepalende ontwerpbeslissingen is binnen de WIM-opgave. Deze keuze beïnvloedt niet alleen de technische werking van het systeem, maar ook de beheerlast, schaalbaarheid en de mate waarin het systeem kan meegroeien met toekomstige ontwikkelingen.

Daarbij wordt benadrukt dat beide architectuurbenaderingen in de markt beschikbaar zijn in de vorm van concrete oplossingen die als systeem kunnen worden toegepast. De keuze tussen deze benaderingen is daarmee niet primair een vraag van technische haalbaarheid, maar van ontwerp en inzet. Dit onderstreept dat architectuur geen impliciete keuze mag zijn die volgt uit een product, maar expliciet onderdeel moet zijn van het ontwerp van de oplossing.

3.3. Ketencomplexiteit en verantwoordelijkheidsverdeling

Een derde belangrijk inzicht dat uit de consultatie naar voren komt, is de mate waarin WIM-systemen afhankelijk zijn van een complexe keten van componenten, partijen en processen. In tegenstelling tot veel traditionele systemen, waarbij de prestaties grotendeels binnen de invloedsfeer van één leverancier liggen, blijkt dat de werking van WIM-systemen het resultaat is van een samenspel van meerdere disciplines.

Tegelijkertijd wordt uit de consultatie duidelijk dat er oplossingen bestaan die een groot deel van deze keten integraal aanbieden, waarbij meerdere componenten – zoals sensoren, data-verwerking en presentatie – als één systeem worden geleverd. Daarbij blijkt dat de mate waarin deze integratie ook daadwerkelijk alle onderdelen van de dataketen omvat, verschilt tussen oplossingen. In sommige gevallen zijn dataverwerking en toepassing grotendeels als onderdeel van het systeem ingericht, terwijl in andere situaties verdere integratie en afstemming in de keten nodig blijft. Dit betekent dat de technische integratie op systeemniveau in zekere mate als product kan worden afgenomen. De resterende complexiteit zit echter in de aansluiting op de bredere omgeving, waaronder infrastructuur, externe databronnen, beleidskaders en operationele processen. Ook bij integrale oplossingen blijft deze contextbepaling bepalend voor de uiteindelijke prestaties.

In de gesprekken wordt herhaaldelijk benadrukt dat de uiteindelijke prestaties afhankelijk zijn van factoren die buiten één partij liggen. Zo is de kwaliteit van de meting sterk afhankelijk van civiele aspecten zoals de staat van het asfalt of de eigenschappen van een brug. Tegelijkertijd speelt de configuratie en het onderhoud van sensoren een rol, evenals de manier waarop data wordt verwerkt en geïnterpreteerd in software. Daarnaast zijn externe databronnen, zoals kentekenregisters, nodig om informatie te verrijken en juridisch bruikbaar te maken.

Deze verwevenheid van componenten leidt tot een situatie waarin verantwoordelijkheden niet eenduidig zijn afgebakend. Wanneer zich afwijkingen voordoen in de prestaties van het systeem, is het vaak niet direct duidelijk of de oorzaak ligt in de sensor, de infrastructuur, de software of de externe data. In de gesprekken wordt expliciet benoemd dat dit kan leiden tot situaties waarin betrokken partijen naar elkaar wijzen, wat de beheersbaarheid van het systeem bemoeilijkt.

Daarbij komt dat een deel van de factoren die invloed hebben op de prestaties van het systeem niet of slechts beperkt beïnvloedbaar zijn. Verkeersgedrag, weersomstandigheden en externe ontwikkelingen kunnen niet volledig worden gecontroleerd, maar hebben wel directe impact op de uitkomsten van metingen. Dit versterkt het beeld dat WIM-systemen niet als een gesloten systeem kunnen worden beschouwd, maar als een open systeem dat voortdurend wordt beïnvloed door zijn omgeving.

De consequentie hiervan is dat de inrichting van de keten, inclusief afspraken over verantwoordelijkheden, een cruciaal onderdeel vormt van de totale oplossing. Het gaat hierbij niet alleen om technische integratie, maar ook om governance, contractuele afspraken en operationele processen. Het borgen van prestaties vraagt om samenwerking tussen verschillende partijen, waarbij duidelijk moet zijn wie verantwoordelijk is voor welke aspecten van het systeem en hoe wordt omgegaan met afwijkingen.

Dit betekent dat het niet volstaat om uitsluitend te kijken naar individuele componenten, maar dat juist de samenhang tussen deze onderdelen bepalend is voor de werking van het systeem. Het is daarbij van belang om expliciet inzicht te hebben in de verdeling van verantwoordelijkheden, de wijze waarop prestaties worden gemonitord en hoe wordt omgegaan met situaties waarin prestaties afwijken van de verwachtingen.

3.4. Invloed van infrastructuur op prestaties

Een van de meest dominante en terugkerende thema's in de marktconsultatie betreft de invloed van de fysieke infrastructuur op de prestaties van WIM-systemen. Waar in eerste instantie vaak wordt uitgegaan van een technische oplossing die onafhankelijk van zijn omgeving functioneert, blijkt in de praktijk dat de infrastructuur juist een van de meest bepalende factoren is voor de kwaliteit van metingen.

Bij systemen die in het wegdek worden geïntegreerd, bestaat variatie in de wijze waarop sensoren fysiek zijn opgenomen in de infrastructuur. In de gesprekken wordt herhaaldelijk benadrukt dat factoren zoals langsvlakheid, spoorvorming, materiaaldegradatie en lokale beschadigingen een directe impact hebben op de gemeten aslasten. Zelfs kleine afwijkingen in het wegdek kunnen leiden tot veranderingen in het dynamische gedrag van voertuigen, waardoor metingen variëren zonder dat er sprake is van een wijziging in het systeem zelf. Deze verschillen in integratie bepalen mede de gevoeligheid voor lokale verstoringen en beschadigingen, en hebben daarmee invloed op de stabiliteit van metingen en de onderhoudsbehoefte.

Daarbij speelt de specifieke Nederlandse context een belangrijke rol. Het gebruik van open asfalt (ZOAB), dat voordelen heeft op het gebied van geluid en waterafvoer, blijkt vanuit meetperspectief minder stabiel. De gevoeligheid voor rafeling en lokale beschadigingen kan ertoe leiden dat sensoren, die vaak direct in het asfalt zijn geïntegreerd, na verloop van tijd minder betrouwbaar functioneren. Dit betekent dat de prestaties van het systeem niet alleen afhankelijk zijn van initiële installatie, maar sterk samenhangen met het onderhoudsniveau van de infrastructuur. Dit betekent dat het in stand houden van meetprestaties niet alleen een technische opgave is, maar ook vraagt om periodiek onderhoud, monitoring en inzet vanuit de beheerorganisatie.

Voor systemen die gebruikmaken van brugconstructies geldt een vergelijkbare afhankelijkheid, zij het via een ander mechanisme. In deze gevallen is het niet het wegdek, maar het gedrag van de constructie zelf dat bepalend is voor de meting. Factoren zoals stijfheid, demping en temperatuurinvloeden spelen hierbij een rol. Daarnaast introduceert het gelijktijdig aanwezig zijn van meerdere voertuigen op een brug extra complexiteit, omdat de signalen van verschillende voertuigen elkaar kunnen beïnvloeden. In de praktijk wordt voor dit type situaties vaak gebruik gemaakt van proefmetingen of pilots om het gedrag van de constructie en het verkeer vooraf in kaart te brengen. Deze bieden waardevol inzicht, maar vragen wel om zorgvuldige analyse en interpretatie.

Wat deze inzichten gemeen hebben, is dat de infrastructuur geen passieve ondergrond is, maar een actief onderdeel van het meetsysteem.

Tegelijkertijd blijkt dat systemen hierin verschillend zijn ontworpen. Sommige oplossingen zijn direct geïntegreerd in het asfalt en bewegen daardoor mee met de staat en levensduur van het wegdek. Andere systemen zijn zo ontworpen dat de

meetcomponent minder direct onderdeel is van het asfalt, waardoor vervanging en onderhoud minder sterk samenhangen met onderhoud van de weg. Dit verschil beïnvloedt hoe veranderingen in de infrastructuur doorwerken in de meting en hoe systemen over tijd presteren.

Dit betekent dat de prestaties van WIM-systemen niet los kunnen worden gezien van civiel beheer en onderhoud. Een systeem dat bij installatie goed functioneert, kan in de loop van de tijd degradatie vertonen door veranderingen in het wegdek of de constructie.

De implicatie hiervan is dat de inzet van WIM-systemen vraagt om een nauwe koppeling met civieltechnisch beheer. Het is niet voldoende om een systeem technisch te ontwerpen en te installeren; er moet ook worden nagedacht over hoe de onderliggende infrastructuur op het vereiste niveau wordt gehouden. Dit brengt met zich mee dat verantwoordelijkheden voor beheer en onderhoud niet alleen liggen bij de leverancier van het systeem, maar ook bij de beheerder van de infrastructuur.

Deze afhankelijkheid van infrastructuur geldt in gelijke mate voor systemen die als product beschikbaar zijn en relatief eenvoudig kunnen worden geïnstalleerd. Ook bij dergelijke oplossingen wordt de uiteindelijke prestatie niet bepaald door de technologie alleen, maar door de interactie met de fysieke omgeving. Dit betekent dat locatiekeuze en infrastructuurconditie structurele randvoorwaarden vormen die niet volledig door de leverancier kunnen worden ondervangen.

3.5. **Pilotfase als ontwikkel- en validatiefase**

De rol van de pilotfase wordt in alle gesprekken benadrukt als een essentieel en onmisbaar onderdeel van de implementatie van WIM-systemen. Daarbij komt duidelijk naar voren dat deze fase niet kan worden gezien als een traditionele test van een bestaand systeem, maar als een brede ontwikkel- en leerfase waarin zowel technische als organisatorische aspecten worden uitgewerkt.

In meerdere gesprekken wordt expliciet aangegeven dat een aanzienlijk deel van het systeem, en met name de softwarelaag en de keteninrichting, zich nog in ontwikkeling bevindt. Dit betekent dat belangrijke keuzes en configuraties niet vooraf volledig vastliggen, maar juist tijdens de pilot worden bepaald en verfijnd. De pilot krijgt daarmee een iteratief karakter, waarbij ontwerp, realisatie en evaluatie elkaar opvolgen.

In de gesprekken wordt daarbij duidelijk dat de mate waarin functionaliteit vooraf is uitgewerkt, verschilt tussen oplossingen. In situaties waarin de dataverwerking nog verder moet worden ingevuld, speelt de pilotfase ook een rol in het ontwikkelen en verfijnen van interpretatie en toepassing, terwijl bij meer productmatige oplossingen de nadruk meer ligt op validatie binnen de specifieke context.

Hoewel delen van de oplossingen als product beschikbaar zijn, blijkt dat de pilotfase noodzakelijk blijft om te bepalen hoe deze producten zich gedragen binnen de specifieke context van toepassing. De pilot is daarmee niet bedoeld om de technologie zelf te ontwikkelen, maar om de toepassing, configuratie en keteninrichting te valideren. Dit onderscheid is van belang, omdat het laat zien dat de ontwikkelinspanning primair in de toepassing ligt en niet in de onderliggende technologie.

Naast de technische dimensie wordt in de gesprekken ook het belang van de pilot voor de organisatie en de keten benadrukt. Het gaat hierbij onder meer om het inrichten van processen voor dataverwerking, het vaststellen van verantwoordelijkheden en het ontwikkelen van procedures voor verificatie en handhaving. In sommige gevallen wordt zelfs aangegeven dat de grootste uitdagingen niet technisch van aard zijn, maar liggen in het organisatorisch en juridisch verankeren van het systeem.

Een belangrijk aspect hierbij is het opbouwen van vertrouwen in de data. Handhaving vereist dat alle betrokken partijen, van beheerder tot handhavingsinstantie, vertrouwen hebben in de juistheid en reproduceerbaarheid van metingen. Dit vertrouwen kan niet volledig theoretisch worden opgebouwd, maar vraagt om praktijkervaring en validatie over tijd. De pilotfase fungeert daarmee als een noodzakelijke periode waarin dit vertrouwen wordt opgebouwd.

In de praktijk is deze validatie niet alleen gebaseerd op analyse van meetdata, maar ook op vergelijking met fysieke controles. Hierbij kan in de pilotfase gebruik worden gemaakt van aanvullende nawegingen, uitgevoerd in samenwerking met handhavingspartners, om de relatie tussen gemeten en werkelijke gewichten inzichtelijk te maken.

Dit betekent dat de pilotfase niet alleen een technische en analytische inspanning is, maar ook een aanvullende inzet vraagt van betrokken organisaties, waaronder handhavingsinstanties. De benodigde capaciteit voor dergelijke verificaties vormt daarmee een expliciet onderdeel van de implementatie en dient vooraf te worden meegenomen in de organisatie en planning van pilots.

Daarnaast wordt in de gesprekken een duidelijke fasering in de implementatie geschetst. Veel partijen beschrijven een traject waarin eerst wordt gestart met monitoring en analyse, gevolgd door een fase van soft enforcement, en pas daarna wordt overgegaan tot daadwerkelijke handhaving. Deze gefaseerde aanpak wordt niet gezien als een vertraging, maar als een noodzakelijke manier om risico's te beheersen en de effectiviteit van het systeem te vergroten.

De gezamenlijke conclusie is dat de pilotfase een integraal onderdeel vormt van de oplossing en niet los kan worden gezien van de uiteindelijke toepassing. Deze fase is essentieel voor het valideren van het systeem, het opbouwen van vertrouwen in de data en het inrichten van de bijbehorende processen, en dient daarom expliciet te worden meegenomen in de verdere uitwerking, inclusief duidelijke doelstellingen en beoogde resultaten.

3.6. Netwerkenadering en locatiestrategie

Een belangrijk inzicht dat uit de consultatie naar voren komt, is dat WIM-systemen niet optimaal functioneren als losstaande installaties, maar juist in samenhang als netwerk van meetlocaties. Deze netwerkenadering wordt door meerdere partijen gezien als een voorwaarde om zowel de effectiviteit als de betrouwbaarheid van het systeem te vergroten.

In een netwerkopzet kunnen meetgegevens van verschillende locaties met elkaar worden vergeleken. Door voertuigen via kentekenherkenning te volgen tussen meetpunten wordt het in bepaalde gevallen mogelijk om metingen van hetzelfde voertuig tussen locaties te vergelijken en zo consistentie te controleren en afwijkingen te detecteren. Dit is met name effectief wanneer sprake is van dezelfde rit en vergelijkbare omstandigheden.

Daarnaast kan een netwerkopzet worden gebruikt om op basis van grotere dataverzamelingen patronen en afwijkingen te analyseren, waardoor inzicht ontstaat in meetgedrag en systeemprestatie over tijd. Dit biedt een krachtig instrument voor verificatie en kwaliteitsbewaking, dat in een geïsoleerde opstelling minder goed beschikbaar is.

Een netwerkbenadering maakt het bovendien mogelijk om verschillende functies toe te kennen aan verschillende locaties. Sommige locaties kunnen primair worden ingezet voor monitoring en dataverzameling, terwijl andere locaties worden ingericht voor voorselectie of handhaving. Deze differentiatie maakt het mogelijk om het systeem efficiënt in te richten en middelen gericht in te zetten op plekken waar dit het meeste effect heeft.

Tegelijkertijd vraagt dit om zorgvuldige afwegingen in de wijze waarop handhaving wordt toegepast. Een differentiatie in functies mag niet leiden tot ongewenste verschillen in handhaving of een niet-uniforme pakkans over het netwerk. Dit betekent dat keuzes in locatiegebruik expliciet moeten worden afgestemd op het beoogde handhavingsbeleid en dat consistentie in toepassing een belangrijk aandachtspunt vormt.

Tegelijkertijd wordt duidelijk dat niet alle overbelading zich concentreert op hoofdwegen. In de gesprekken wordt expliciet aangegeven dat overtredingen vaak plaatsvinden op onderliggend wegennet, bijvoorbeeld in de nabijheid van industriële locaties of bouwprojecten. Dit betekent dat een effectieve locatiestrategie verder moet kijken dan alleen hoofdcorridors en rekening moet houden met lokale situaties.

Een impliciete maar belangrijke ontwerpkeuze die hieruit voortkomt, betreft de balans tussen het aantal locaties en de nauwkeurigheid per locatie. Enerzijds kan worden gekozen voor een beperkt aantal locaties met hoge nauwkeurigheid, gericht op specifieke punten. Anderzijds kan worden gekozen voor een groter aantal locaties met een lagere nauwkeurigheid, gericht op bredere dekking en inzicht. Beide benaderingen hebben verschillende implicaties voor kosten, complexiteit en effectiviteit.

De netwerkbenadering introduceert daarnaast extra complexiteit op het gebied van dataverwerking en beheer. Het combineren van data van meerdere locaties vereist consistente datastandaarden, robuuste infrastructuur en goede coördinatie. Dit onderstreept wederom dat WIM-systemen niet losstaand kunnen worden beschouwd, maar onderdeel zijn van een grotere data- en beheeromgeving.

De netwerkbenadering kan hierbij worden gerealiseerd met bestaande systemen die op meerdere locaties worden ingezet en onderling gekoppeld. Dit betekent dat de realisatie van een netwerk in technische zin uitvoerbaar is met beschikbare oplossingen, maar dat de meerwaarde ervan pas ontstaat wanneer data daadwerkelijk wordt gecombineerd en gebruikt voor verificatie en analyse. Daarmee ligt de uitdaging niet in het realiseren van meetpunten, maar in het benutten van de samenhang tussen deze meetpunten.

3.7. Lifecyclekosten en Total Cost of Ownership (TCO)

Uit de marktconsultatie komt een duidelijk en consistent beeld naar voren dat de kosten van WIM-systemen niet primair worden bepaald door de initiële aanschaf van hardware, maar in belangrijke mate door factoren die zich voordoen gedurende de

gehele levensduur van het systeem. Dit leidt tot een wezenlijk ander perspectief op kosten, waarin Total Cost of Ownership (TCO) centraal staat in plaats van enkel de initiële investeringskosten.

In de gesprekken wordt expliciet benoemd dat de hardwarecomponenten van WIM-systemen – zoals sensoren, camera's en installaties – weliswaar zichtbaar en relatief eenvoudig te begroten zijn, maar in de praktijk slechts een deel vormen van de totale kosten. Een aanzienlijk deel van de kosten verschuift naar minder zichtbare onderdelen, zoals softwareontwikkeling, dataverwerking, onderhoud en operationeel beheer. Deze onderdelen zijn vaak moeilijker vooraf te kwantificeren en kennen bovendien een grotere mate van onzekerheid, omdat zij sterk afhankelijk zijn van de gekozen systeemarchitectuur en de wijze waarop de oplossing wordt toegepast.

Tegelijkertijd blijkt uit de consultatie dat de beschikbaarheid van productmatige oplossingen bijdraagt aan een zekere voorspelbaarheid van initiële kosten en implementatie-inspanning. Er zijn systemen en integrale oplossingen beschikbaar die als geheel kunnen worden afgenomen en ingezet. De variatie in TCO ontstaat echter niet primair in de aanschaf, maar in de keuzes die worden gemaakt rondom inzet, schaal, dataverwerking en beheer. Hierdoor kunnen systemen met vergelijkbare initiële kenmerken in de praktijk leiden tot sterk uiteenlopende totale kosten over de levensduur.

Daarbij wordt impliciet duidelijk dat er verschillende manieren zijn om dergelijke systemen in te richten en te beheren. In de praktijk varieert dit van modellen waarin systemen als dienst worden geleverd en door de leverancier worden beheerd, tot situaties waarin systemen door de opdrachtgever zelf worden aangeschaft en beheerd. Deze keuze heeft directe gevolgen voor de verdeling van kosten in de tijd, de benodigde beheerorganisatie en de mate van afhankelijkheid van leveranciers. Hiermee ontstaat een afweging tussen enerzijds ontzorging en voorspelbare exploitatie, en anderzijds het behouden van regie en flexibiliteit in de verdere ontwikkeling van het systeem.

Een belangrijk inzicht uit de consultatie is dat met name de softwarelaag een dominante rol speelt in de kostenstructuur. In vrijwel alle gepresenteerde oplossingen geldt dat een belangrijk deel van de functionaliteit – zoals dataverwerking, classificatie, verificatie en integratie met externe systemen – wordt gerealiseerd in software. Daarbij wordt duidelijk dat deze software niet als een eenmalige ontwikkeling kan worden beschouwd. In plaats daarvan vereist zij doorlopend onderhoud, updates en in sommige gevallen herontwikkeling, bijvoorbeeld vanwege technologische veroudering, veranderende eisen of nieuwe inzichten. Softwarecomponenten kennen daarmee een kortere levenscyclus dan civiele en hardwarematige onderdelen en vormen een belangrijk onderdeel van de doorlopende kosten.

Daarbij wordt impliciet duidelijk dat de wijze waarop software wordt ingericht en beheerd een belangrijke ontwerpkeuze vormt. In de praktijk varieert dit van oplossingen waarin software integraal wordt geleverd en beheerd door een leverancier, tot situaties waarin (delen van) functionaliteit door of namens de opdrachtgever worden ingericht. Deze keuze heeft directe gevolgen voor kostenontwikkeling, flexibiliteit, afhankelijkheden en de mate van regie over het systeem.

Naast software speelt ook de fysieke infrastructuur een belangrijke rol in de kostenontwikkeling. Voor weggebonden systemen geldt dat sensoren direct zijn geïntegreerd in het asfalt en daarmee onderdeel vormen van de wegconstructie.

Hierdoor zijn zij sterk afhankelijk van de levensduur en het onderhoud van het wegdek.

Tegelijkertijd blijkt dat er binnen deze categorie verschillen bestaan in de mate waarin systemen afhankelijk zijn van de levensduur van de infrastructuur. Waar sommige oplossingen zodanig zijn geïntegreerd in het wegdek dat zij meebewegen met onderhoudscycli van het asfalt en daarbij periodiek moeten worden vervangen, zijn er ook benaderingen die inzetten op een meer losse koppeling met de infrastructuur en een langere levensduur van de meetinstallatie. Deze verschillen leiden tot uiteenlopende lifecycle-modellen en hebben directe implicaties voor onderhoudsstrategieën, vervangingsmomenten en de verdeling van kosten over de levensduur van het systeem.

Bij grootschalig onderhoud, zoals het vervangen van asfaltlagen, is het in veel gevallen noodzakelijk om sensoren te verwijderen en opnieuw aan te brengen, of volledig te vervangen, afhankelijk van het type sensor en de wijze van verankering. Dit betekent dat onderhoud aan de weg direct kan doorwerken in de levensduur en kosten van het meetsysteem. Daarnaast kan dergelijk onderhoud gepaard gaan met tijdelijke verkeersmaatregelen, zoals rijstrookafsluitingen, wat leidt tot aanvullende kosten en operationele impact voor de beheerder.

Daarnaast kan degradatie van het wegdek leiden tot verslechtering van meetprestaties, wat extra inspanningen vereist op het gebied van kalibratie en monitoring. Voor bruggebaseerde systemen liggen de kosten meer in het onderhoud van installaties en de toegankelijkheid van locaties, maar blijft de afhankelijkheid van de fysieke omgeving bestaan.

Tegelijkertijd wordt uit de consultatie duidelijk dat bruggebaseerde systemen zich in de praktijk onderscheiden door een relatief hoge mate van flexibiliteit in inzet en een beperktere impact op de infrastructuur bij installatie. Dit kan in bepaalde toepassingen leiden tot andere kostenprofielen en risicoverdelingen, afhankelijk van de gekozen inzet en het beoogde doel van het systeem.

Een derde belangrijke kostencomponent betreft de operationele fase van het systeem. Hierbij gaat het om activiteiten zoals dataverwerking, opslag, monitoring, kalibratie en validatie. Met name in oplossingen waarbij grote hoeveelheden data worden verzameld en centraal verwerkt, kunnen de omvang en frequentie van datastromen aanzienlijk zijn. Dit stelt eisen aan infrastructuur voor opslag en verwerking en leidt tot terugkerende kosten gedurende de exploitatie. Daarnaast wordt duidelijk dat in sommige situaties menselijke inzet nodig blijft, bijvoorbeeld voor validatie van data of operationeel beheer, wat eveneens een structurele kostenpost kan vormen.

Een belangrijk en in de praktijk relevant risico dat uit de consultatie naar voren komt, betreft de relatie tussen investeringen en daadwerkelijk gebruik van het systeem. In meerdere gesprekken wordt gewezen op situaties waarin systemen wel worden aangeschaft, maar niet actief of niet volledig worden ingezet, bijvoorbeeld door beperkte organisatorische capaciteit of onvoldoende ingerichte processen. In dergelijke gevallen wordt geïnvesteerd in technologie zonder dat de beoogde waarde wordt gerealiseerd, waardoor de effectieve kosten toenemen.

Daarnaast wordt benadrukt dat cybersecurity en compliance geen eenmalige implementatie zijn, maar doorlopende aandacht vereisen. Systemen moeten gedurende hun gehele levensduur worden aangepast aan veranderende eisen en

dreigingen. Dit betekent dat kosten voor updates, monitoring en naleving structureel onderdeel zijn van de exploitatie.

Een belangrijk overkoepelend inzicht is dat TCO sterk afhankelijk is van ontwerpkeuzes die in een vroeg stadium worden gemaakt. Keuzes ten aanzien van systeemarchitectuur, mate van centralisatie, hoeveelheid data die wordt verzameld en het gewenste prestatieniveau hebben directe invloed op de kosten over de gehele levensduur. Zo leidt uitgebreide dataverzameling en centrale verwerking tot hogere kosten voor opslag en verwerking, terwijl een meer selectieve benadering de kosten kan beperken maar mogelijk ook invloed heeft op flexibiliteit.

Het gezamenlijke beeld dat uit de consultatie naar voren komt, is dat TCO niet kan worden gezien als een optelsom van afzonderlijke componenten, maar voortkomt uit het samenspel van technische, organisatorische en beleidsmatige keuzes. Dit betekent dat het beheersen van kosten niet alleen een kwestie is van het selecteren van technologie, maar vooral van het maken van consistente keuzes in de inrichting en toepassing van het systeem.

Samenvattend laat de consultatie zien dat de financiële opgave rondom WIM-systemen in belangrijke mate wordt bepaald door factoren die zich na realisatie voordoen. Een duurzame en effectieve inzet van WIM vraagt daarom om een expliciete focus op lifecyclekosten en om keuzes die niet alleen technisch, maar ook economisch en organisatorisch houdbaar zijn over de lange termijn.

3.8. Fasering en gefaseerde opschaling naar handhaving

Uit de marktconsultatie komt een consistent beeld naar voren dat de implementatie van WIM-systemen zich niet leent voor een eenmalige “alles-of-niets” invoering, maar vraagt om een gefaseerde aanpak waarin techniek, data en juridische borging in samenhang worden opgebouwd. Tegelijkertijd wordt duidelijk dat deze fasering niet hoeft te betekenen dat waardecreatie pas plaatsvindt op het moment dat volledige handhaving juridisch mogelijk is.

De gesprekken met marktpartijen laten zien dat een belangrijk deel van de technische oplossingen reeds beschikbaar en toepasbaar is voor het verzamelen, analyseren en interpreteren van data. Dit betekent dat het mogelijk is om al in een vroeg stadium systemen uit te rollen en operationeel in te zetten voor monitoring en inzicht, zonder dat de volledige handavingsketen direct ingericht hoeft te zijn. Hiermee kan vroegtijdig ervaring worden opgedaan met de werking van systemen, de kwaliteit van data en de dynamiek van verkeersstromen.

Een gefaseerde implementatie kan daarbij worden vormgegeven langs een aantal duidelijk te onderscheiden stappen. In de eerste fase ligt de nadruk op het realiseren van meetcapaciteit en het verzamelen van data. In deze fase worden systemen geplaatst en operationeel gemaakt, waarbij de focus ligt op het verkrijgen van inzicht in verkeersgedrag, belasting en overtredingspatronen. Omdat de systemen technisch beschikbaar zijn, kan deze fase relatief snel worden opgeschaald, mits locaties geschikt zijn en de basisinrichting van dataopslag en -verwerking aanwezig is.

In een daaropvolgende fase verschuift de nadruk naar datakwaliteit en verificatie. De verzamelde data wordt gebruikt om de prestaties van het systeem te beoordelen, afwijkingen te analyseren en vertrouwen op te bouwen in de meetresultaten. Deze fase is essentieel voor de verdere toepassing van de data,

maar vormt geen belemmering voor het blijven verzamelen en analyseren van informatie. Integendeel, juist de beschikbaarheid van grotere datasets draagt bij aan het verbeteren van de betrouwbaarheid en het inzicht in systeemgedrag.

Parallel hieraan kan een derde fase worden ingericht waarin de data wordt gebruikt voor zogenaamde “soft enforcement” of beleidsgerichte toepassingen. Dit kan onder meer bestaan uit het informeren van vervoerders, het ondersteunen van toezicht of het gericht plannen van fysieke controles. Deze fase maakt het mogelijk om al gedragsverandering te realiseren, zonder dat sprake is van formele sancties. Hiermee wordt direct waarde gecreëerd, terwijl tegelijkertijd ervaring wordt opgedaan met de toepassing van data in de praktijk.

Pas in een latere fase wordt overgegaan naar formele handhaving, waarbij data volledig juridisch wordt ingezet voor het opleggen van sancties. Op dat moment dienen de randvoorwaarden rondom juridische borging, verantwoordelijkheden en verificatie volledig te zijn ingericht. De voorgaande fasen dragen direct bij aan deze stap, doordat zij inzicht, vertrouwen en ervaring opbouwen die noodzakelijk zijn voor een robuuste toepassing.

Een belangrijk inzicht uit de consultatie is dat deze fasering niet alleen een technische volgorde is, maar ook een manier om risico's te beheersen. Door systemen eerst in te zetten voor monitoring en analyse, kunnen onzekerheden worden geïdentificeerd en opgelost voordat deze impact hebben op handhaving. Hierdoor wordt voorkomen dat het systeem in een vroeg stadium wordt belast met eisen waaraan nog niet volledig kan worden voldaan.

Daarnaast maakt deze aanpak het mogelijk om de uitrol van techniek los te koppelen van de snelheid waarmee juridische kaders worden ontwikkeld. De technische infrastructuur en dataverzameling kunnen worden opgeschaald, terwijl de juridische inbedding parallel wordt uitgewerkt. Dit voorkomt dat implementatie vertraging oploopt door afhankelijkheden in regelgeving en maakt het mogelijk om al vroeg waarde te realiseren.

Tegelijkertijd vraagt deze aanpak om duidelijke keuzes in de manier waarop de verschillende fasen worden ingericht en op elkaar aansluiten. Het is van belang dat systemen en data-architectuur zodanig worden ontworpen dat zij geschikt zijn voor doorgroei naar latere fasen, waaronder handhaving. Dit betekent dat keuzes in bijvoorbeeld datakwaliteit, opslag en verwerking vanaf het begin moeten aansluiten op de uiteindelijke toepassing.

Samenvattend laat de marktconsultatie zien dat een gefaseerde aanpak essentieel is om WIM-systemen op een effectieve en beheersbare manier te implementeren. Door techniek vroegtijdig op te schalen en gelijktijdig te werken aan juridische en organisatorische borging, kan waarde worden gerealiseerd in alle fasen van de implementatie, terwijl tegelijkertijd wordt toegewerkt naar een robuuste handhavingssketen.

4 Generieke bouwstenen en systeemopbouw

Uit de marktconsultatie komt een consistent beeld naar voren dat WIM-oplossingen, ondanks verschillen in technologie en architectuur, in de basis zijn opgebouwd uit een aantal terugkerende bouwstenen. Deze bouwstenen vormen gezamenlijk het systeem dat nodig is om voertuigen te meten, data te verwerken en deze uiteindelijk toe te passen binnen monitoring en handhaving. Het onderscheid tussen oplossingen zit daarbij minder in het bestaan van deze componenten, maar vooral in de wijze waarop zij worden gecombineerd, geconfigureerd en geïntegreerd.

De eerste en meest fundamentele bouwsteen betreft de meetcomponent. Deze bestaat uit sensoren die het gewicht en de configuratie van voertuigen registreren tijdens passage. De gesprekken laten zien dat hiervoor verschillende meetprincipes worden toegepast, waaronder sensoren in het wegdek en sensoren op of aan brugconstructies. Deze component vormt de basis van het systeem en bepaalt in belangrijke mate de kwaliteit en aard van de ruwe data die beschikbaar komt voor verdere verwerking.

Uit de consultatie blijkt daarbij dat deze meetcomponent in veel gevallen als een volwassen en gecertificeerd product beschikbaar is. Tegelijkertijd varieert de mate waarin de daaropvolgende dataverwerking en integratie zijn uitgewerkt tussen oplossingen. Enerzijds zijn er partijen die beschikken over vergaand productmatige platforms waarin dataverwerking en toepassing grotendeels zijn ingericht, terwijl anderzijds sprake is van oplossingen waarbij deze functies in belangrijke mate worden ingevuld binnen de toepassing en de keten.

Aanvullend op de meetcomponent wordt in vrijwel alle oplossingen gebruik gemaakt van identificatiecomponenten, veelal in de vorm van cameragebaseerde systemen zoals Automatic Number Plate Recognition (ANPR) en mogelijk overzichtscamera's voor het zijaanzicht. Deze componenten worden in veel gevallen geleverd door gespecialiseerde toeleveranciers en geïntegreerd in de totale WIM-oplossing door de systeemaanbieder.

Hiermee wordt het mogelijk om metingen te koppelen aan voertuigen en deze over locaties heen te volgen. In sommige oplossingen wordt deze identificatie uitgebreid met aanvullende visuele informatie, bijvoorbeeld voor voertuigclassificatie. De betrouwbaarheid en toepasbaarheid van deze componenten hangt samen met de kwaliteit van beelden en de gebruikte interpretatiemethoden.

Daarbij wordt duidelijk dat de prestaties van cameragebaseerde systemen, zoals ANPR, sterk afhankelijk zijn van locatie, beeldkwaliteit, lichtomstandigheden en configuratie van de gebruikte software. Hierdoor kunnen prestaties niet losstaand en onder alle omstandigheden eenduidig worden gekarakteriseerd, maar zijn deze in belangrijke mate contextafhankelijk.

In de gesprekken komt daarmee impliciet naar voren dat de beoordeling van deze componenten niet los kan worden gezien van de specifieke inrichting en toepassing. Dit betekent dat het verkrijgen van betrouwbare resultaten niet uitsluitend afhangt van de component zelf, maar juist van de wijze waarop deze wordt toegepast, geconfigureerd en geborgd binnen het systeem.

Een volgende bouwsteen betreft de data-acquisitie en initiële verwerking. Deze vindt plaats op of nabij de meetlocatie en is verantwoordelijk voor het verzamelen,

structureren en in sommige gevallen al gedeeltelijk filteren van de ruwe meetdata. In oplossingen met een meer decentrale architectuur wordt in deze fase al een selectie gemaakt van data die voldoet aan bepaalde kwaliteitscriteria. In meer centraal georiënteerde architecturen wordt de data in deze fase vooral doorgestuurd naar een centrale omgeving voor verdere verwerking.

De daaropvolgende bouwsteen is de data-verwerking en interpretatie. In deze laag wordt de ruwe data omgezet naar bruikbare informatie, zoals voertuiggewichten, aslasten en voertuigklassen. Daarnaast vindt hier de validatie van data plaats, waarbij wordt beoordeeld in hoeverre metingen betrouwbaar zijn en kunnen worden gebruikt voor verdere toepassing. In de gesprekken wordt duidelijk dat deze bouwsteen sterk afhankelijk is van software en in belangrijke mate bepalend is voor de uiteindelijke kwaliteit en bruikbaarheid van het systeem.

Een essentieel onderdeel binnen deze verwerking is de verificatie en kwaliteitsborging van data. Dit kan plaatsvinden via verschillende mechanismen, zoals statistische analyse, vergelijking tussen locaties of monitoring van trends over tijd. Deze bouwsteen is nauw verbonden met de eerder beschreven uitdagingen rondom datakwaliteit en vormt een belangrijke schakel richting toepassing in handhaving.

Daarnaast vormt dataopslag en beschikbaarstelling een belangrijke bouwsteen. Alle oplossingen voorzien in een vorm van opslag waarin meetdata, verrijkte data en in sommige gevallen ook beeldmateriaal worden bewaard. De omvang en complexiteit van deze opslag zijn afhankelijk van de gekozen architectuur en de mate waarin data volledig wordt bewaard of selectief wordt gefilterd. Tevens wordt vanuit deze opslag data beschikbaar gesteld voor analyse, rapportage en eventuele handhavingstoepassingen.

Op het niveau van toepassing wordt gebruik gemaakt van presentatie- en interfacesystemen, zoals dashboards en rapportagetools. Deze maken het mogelijk om inzicht te verkrijgen in verkeersstromen, belasting en potentiële overtredingen. In sommige oplossingen worden deze systemen uitgebreid met functionaliteit voor operationeel gebruik, bijvoorbeeld het ondersteunen van toezicht of het genereren van signalen voor handhaving.

Een aanvullende bouwsteen betreft integraties met externe databronnen en systemen. Hierbij kan gedacht worden aan koppelingen met kentekenregisters, ontheffingengegevens of andere relevante databronnen. Deze integraties maken het mogelijk om data verder te verrijken en te contextualiseren, maar introduceren tegelijkertijd afhankelijkheden en complexiteit in de keten.

Tot slot wordt in de gesprekken impliciet een organisatorische en procesmatige bouwsteen zichtbaar. De werking van het systeem is niet uitsluitend afhankelijk van techniek, maar ook van de inrichting van processen rondom validatie, interpretatie en toepassing van data. Dit omvat onder meer de wijze waarop met onzekerheden wordt omgegaan, hoe data wordt beoordeeld en hoe beslissingen worden genomen in de handavingsketen.

Het gezamenlijke beeld dat uit de consultatie naar voren komt, is dat WIM-oplossingen bestaan uit een samenhangend geheel van deze bouwstenen, waarbij de keuze voor een specifieke oplossing vooral bepaalt hoe deze bouwstenen zijn ingevuld en met elkaar zijn verbonden. Daarbij wordt duidelijk dat er oplossingen beschikbaar zijn waarin een groot deel van deze bouwstenen integraal

wordt aangeboden, terwijl in andere gevallen sprake is van modulaire opbouw waarbij verschillende componenten worden gecombineerd.

Dit leidt tot het inzicht dat de kern van de opgave niet ligt in het identificeren van afzonderlijke componenten, maar in het begrijpen van de samenhang daartussen en de manier waarop deze gezamenlijk bijdragen aan de werking van het systeem. Daarmee vormt de beschrijving van deze bouwstenen een belangrijke basis voor het verder definiëren van de oplossing en het maken van keuzes in de inrichting van de keten.

5 Scope en praktische toepasbaarheid

Uit de marktconsultatie komt naar voren dat WIM-systemen in de praktijk breed toepasbaar zijn, maar dat de mate waarin zij kunnen worden ingezet afhankelijk is van de specifieke doelstelling en context van gebruik. Hierbij ontstaat een duidelijk onderscheid tussen toepassingen die direct en relatief robuust mogelijk zijn, en toepassingen die aanvullende inrichting, validatie of ontwikkeling vereisen.

In de gesprekken wordt consequent aangegeven dat WIM-systemen goed inzetbaar zijn voor monitoring en dataverzameling. Het meten van voertuigen en het verkrijgen van inzicht in verkeersstromen, aslasten en belastingpatronen wordt door alle partijen als een haalbare en bewezen toepassing gezien. De benodigde technologie is hiervoor beschikbaar en kan, afhankelijk van locatie en systeemtype, relatief snel worden uitgerold. Dit maakt het mogelijk om op korte termijn waardevolle informatie te verkrijgen over verkeer en gebruik van infrastructuur.

Naast monitoring wordt ook de toepassing voor voorselectie als breed toepasbaar beschouwd. Hierbij worden voertuigen geïdentificeerd die mogelijk afwijken van geldende normen, waarna deze bijvoorbeeld kunnen worden geselecteerd voor nadere controle. Deze toepassing vereist een hogere mate van betrouwbaarheid dan monitoring, maar ligt binnen de mogelijkheden van huidige systemen, mits rekening wordt gehouden met onzekerheden in metingen. In deze fase wordt duidelijk dat de kwaliteit van data en de wijze van filtering en interpretatie van groot belang zijn voor de bruikbaarheid van resultaten.

Uit de consultatie worden verschillende concrete toepassingen van WIM-systemen genoemd, die zich over dit spectrum uitstrekken. Dit omvat onder meer het monitoren van verkeersstromen en belasting van infrastructuur, het detecteren van mogelijke overtredingen van aslast- en gewichtsregels, het ondersteunen van gerichte controles door handhavingsinstanties en het benutten van data voor beleidsanalyse en infrastructuurbeheer. Deze toepassingen verschillen in mate van complexiteit en vereisen een verschillende mate van betrouwbaarheid en borging, maar kunnen in de praktijk naast elkaar worden ingezet.

Voor bepaalde systeemtypen, zoals bruggebaseerde oplossingen, geldt daarbij dat deze relatief snel kunnen worden ingezet en verplaatst. Doordat deze systemen gebruikmaken van bestaande infrastructuur en geen ingreep in het wegdek vereisen, is de implementatie doorgaans minder ingrijpend dan bij weggebonden systemen. Dit maakt het mogelijk om flexibel in te spelen op specifieke situaties, zoals tijdelijke projecten, veranderende verkeersstromen of het gericht onderzoeken van locaties.

Deze flexibiliteit wordt door marktpartijen gezien als een belangrijk voordeel in de praktische toepassing van WIM-systemen, met name in situaties waarin een statische en permanente inrichting niet direct noodzakelijk of wenselijk is.

In aanvulling hierop blijkt uit de gesprekken dat de meerwaarde van WIM-systemen in belangrijke mate voortkomt uit de schaal en continuïteit van metingen. Waar metingen in andere contexten vaak plaatsvinden op specifieke momenten of locaties, maken WIM-systemen het mogelijk om op structurele en doorlopende basis gegevens te verzamelen over passerend verkeer. Daarmee ontstaat een breder en consistent beeld van voertuiggedrag en belasting van infrastructuur.

Deze continue dataverzameling wordt door marktpartijen gezien als een essentiële basisvoorwaarde voor toepassingen zoals voorselectie en handhaving op grotere schaal. Niet zozeer de individuele meting, maar juist de hoeveelheid, spreiding en herhaalbaarheid van metingen maakt het mogelijk om patronen te herkennen, afwijkingen te signaleren en gericht op te treden. In die zin verschuift de focus van incidentele observaties naar structureel inzicht.

Voor de toepassing van WIM in directe handhaving ontstaat vervolgens een meer genuanceerd beeld. Hoewel systemen in staat kunnen zijn om data te leveren die geschikt is voor handhaving, blijkt uit de consultatie dat deze toepassing afhankelijk is van aanvullende voorwaarden. Dit betreft onder andere de borging van datakwaliteit, de herleidbaarheid van metingen en de juridische toetsbaarheid van uitkomsten. Hierdoor wordt handhaving in de praktijk gezien als een latere fase, die voortbouwt op eerdere stappen van monitoring, analyse en validatie.

Daarbij wordt in de gesprekken impliciet duidelijk dat de toepasbaarheid van WIM-systemen voor handhaving niet uitsluitend wordt bepaald door de technische nauwkeurigheid van individuele metingen, maar door de wijze waarop technische prestaties en juridische eisen in samenhang worden beschouwd. Dit betekent dat niet in alle gevallen maximale technische precisie noodzakelijk is, maar dat het gaat om de mate waarin metingen voldoende betrouwbaar en reproduceerbaar zijn voor de beoogde toepassing.

In de praktijk leidt dit tot een balans tussen technische strengheid en juridische toetsbaarheid. Systemen kunnen zodanig worden ingericht dat alleen die metingen worden gebruikt waarvoor de betrouwbaarheid aantoonbaar voldoende is. Daarbij kan bijvoorbeeld worden gewerkt met conservatieve drempelwaarden of marges, waardoor alleen situaties met een duidelijke overschrijding worden geselecteerd. Hiermee wordt het mogelijk om ook bij variatie in meetnauwkeurigheid betrouwbare en consistente toepassingen te realiseren.

Deze benadering maakt het mogelijk om delen van het verkeer met een hoge mate van zekerheid te verwerken, terwijl voor andere situaties aanvullende verificatie of alternatieve maatregelen worden toegepast. Dit sluit aan bij de eerder beschreven gefaseerde aanpak, waarbij toepassingen stapsgewijs worden uitgebreid en de inzet voor handhaving wordt gebaseerd op datagebieden waarvoor voldoende vertrouwen en borging zijn gerealiseerd.

Een belangrijk aspect in de praktische toepasbaarheid betreft de variatie in voertuigcategorieën. Zoals eerder benoemd, zijn standaard vrachtvoertuigen over het algemeen goed te verwerken binnen WIM-systemen. Voor voertuigen met afwijkende kenmerken, zoals bijzondere asconfiguraties of afwijkend dynamisch gedrag, geldt dat detectie vaak wel mogelijk is, maar dat de interpretatie van metingen onzeker kan zijn. Dit betekent dat deze voertuigen niet in alle gevallen geschikt zijn voor automatische verwerking in handhavingstoepassingen en dat aanvullende maatregelen nodig kunnen zijn.

Daarnaast blijkt de toepasbaarheid van systemen sterk afhankelijk van de fysieke omgeving waarin deze worden geplaatst. Factoren zoals de kwaliteit van het wegdek, het type infrastructuur en verkeersomstandigheden hebben directe invloed op de prestaties van het systeem. Dit betekent dat de inzetbaarheid van WIM niet uniform is over het netwerk, maar per locatie beoordeeld moet worden. In sommige gevallen kan dit leiden tot beperkingen in toepasbaarheid of tot aanvullende eisen aan inrichting en beheer.

De consultatie laat ook zien dat schaalbaarheid van systemen in technische zin goed mogelijk is. Het is mogelijk om meerdere meetlocaties te realiseren en deze onderling te verbinden. De praktische toepasbaarheid van deze schaal hangt echter samen met de inrichting van de dataketen en de mate waarin data effectief wordt gebruikt. Het realiseren van meetpunten alleen is onvoldoende; de toegevoegde waarde ontstaat pas wanneer de verzamelde data wordt geanalyseerd en toegepast binnen de beoogde processen.

Een ander belangrijk punt betreft de mogelijkheid om systemen gefaseerd in te zetten. De consultatie maakt duidelijk dat het niet noodzakelijk is om direct te voldoen aan alle eisen voor handhaving om toch waarde te realiseren. Systemen kunnen worden ingezet voor monitoring en analyse, terwijl parallel wordt gewerkt aan de verdere inrichting van borging en handhaving. Dit maakt het mogelijk om techniek op te schalen en ervaring op te doen, zonder afhankelijk te zijn van volledige juridische of organisatorische afronding.

In bredere zin blijkt uit de consultatie dat WIM-systemen met name waarde bieden in het verkrijgen van inzicht in verkeersbelasting, het ondersteunen van gerichte en efficiënte inzet van toezicht en het mogelijk maken van toepassingen op grotere schaal. Daarnaast bieden zij mogelijkheden voor datagedreven beleid en beter onderbouwd beheer van infrastructuur. Deze waarde ontstaat niet uitsluitend in de eindfase van handhaving, maar wordt al gerealiseerd in eerdere fasen van monitoring en analyse.

Het overkoepelende beeld dat hieruit ontstaat, is dat de scope van WIM-systemen niet zwart-wit kan worden afgebakend, maar zich bevindt op een spectrum van toepassingen, variërend van monitoring tot handhaving. Binnen dit spectrum zijn er duidelijke verschillen in haalbaarheid, complexiteit en benodigde inrichting. Dit vraagt om een bewuste en gefaseerde benadering, waarin toepassingen stap voor stap worden uitgebreid en verdiept.

Samenvattend kan worden gesteld dat WIM-systemen breed toepasbaar zijn, met name voor monitoring en voorselectie, en dat verdere toepassingen zoals handhaving haalbaar zijn mits aanvullende randvoorwaarden worden ingevuld. De praktische inzet van deze systemen vraagt om aandacht voor context, voertuigtypen, infrastructuur en datakwaliteit, en kan het beste worden ingericht via een gefaseerde aanpak waarin systemen en processen gezamenlijk worden ontwikkeld.

6 Aannames en beperkingen

Uit de marktconsultatie komt naar voren dat de toepassing van WIM-systemen gepaard gaat met een aantal terugkerende aannames en inherente beperkingen. Deze vormen geen uitzonderingen, maar zijn structureel van aard en bepalen in belangrijke mate de randvoorwaarden waarbinnen systemen effectief kunnen worden ingezet. Door deze expliciet te maken ontstaat een realistischer beeld van wat met WIM-systemen kan worden bereikt en onder welke omstandigheden.

Een eerste belangrijke aanname betreft de betrouwbaarheid en stabiliteit van meetdata. In de besproken oplossingen wordt uitgegaan van systemen die in staat zijn om voertuiggewichten en configuraties te meten binnen bepaalde nauwkeurigheidsklassen. Tegelijkertijd wordt in de gesprekken benadrukt dat deze prestaties sterk afhankelijk zijn van de omstandigheden waaronder wordt gemeten. Factoren zoals infrastructuurkwaliteit, verkeersgedrag en omgevingsinvloeden leiden ertoe dat meetresultaten kunnen variëren in de tijd. De aanname dat prestaties constant en locatie-onafhankelijk zijn, blijkt in de praktijk niet houdbaar.

Daarmee samenhangend geldt de beperking dat datakwaliteit niet uitsluitend door de technologie kan worden geborgd. Hoewel systemen beschikken over mechanismen voor kalibratie en validatie, blijft de kwaliteit van data afhankelijk van externe factoren die slechts gedeeltelijk beïnvloedbaar zijn. Dit betekent dat onzekerheden in metingen inherent zijn aan het systeem en dat het noodzakelijk is om deze expliciet mee te nemen in de interpretatie en toepassing van resultaten.

In de gesprekken wordt daarbij duidelijk dat deze onzekerheden niet per definitie een belemmering vormen voor toepassing, mits hier in de inrichting van de toepassing rekening mee wordt gehouden. Door bijvoorbeeld het hanteren van marges of het selecteren van situaties met een duidelijke overschrijding, kan worden geborgd dat alleen die metingen worden gebruikt waarvoor de betrouwbaarheid aantoonbaar voldoende is. Hiermee wordt het mogelijk om, ondanks variatie in meetresultaten, tot consistente en juridisch verdedigbare toepassingen te komen.

Een tweede belangrijke aanname betreft de toepasbaarheid van systemen op verschillende voertuigcategorieën. Uit de consultatie blijkt dat WIM-systemen goed functioneren voor standaard vrachtvoertuigen, maar dat er beperkingen bestaan bij voertuigen met afwijkende eigenschappen. Hierbij kan gedacht worden aan voertuigen met bijzondere asconfiguraties of afwijkend dynamisch gedrag. De aanname dat alle voertuigen op dezelfde wijze kunnen worden verwerkt, blijkt in de praktijk niet volledig te gelden. Dit leidt ertoe dat een deel van het verkeer niet of slechts met aanvullende maatregelen bruikbaar is voor toepassingen zoals automatische handhaving.

In de gesprekken wordt daarbij duidelijk dat deze beperking niet per definitie een belemmering vormt voor toepassing, maar vraagt om een gerichte inrichting van de toepassing. In de praktijk kan dit bijvoorbeeld worden ondervangen door bepaalde voertuigcategorieën uit te sluiten van automatische verwerking en deze via nacontrole of alternatieve handhavingsmiddelen af te handelen. Daarnaast wordt gewezen op het belang van netwerkbreed inzicht, waarbij patronen over meerdere locaties worden benut om afwijkingen beter te interpreteren en gericht op te treden.

Ook wordt in dit kader het gebruik van soft enforcement genoemd, waarbij systemen worden ingezet om inzicht te verkrijgen en gedrag te beïnvloeden zonder directe sancties. Deze combinatie van selectie, aanvullende verificatie en gefaseerde toepassing maakt het mogelijk om ondanks verschillen tussen voertuigcategorieën tot een effectieve en beheersbare inzet van WIM-systemen te komen.

Een derde belangrijke aanname betreft de rol van software en data-verwerking binnen het systeem. In veel oplossingen wordt uitgegaan van geavanceerde software die in staat is om data te interpreteren, te valideren en te verrijken. Tegelijkertijd komt uit de gesprekken naar voren dat deze software in belangrijke mate bepalend is voor de uiteindelijke prestaties.

Daarbij wordt duidelijk dat de mate waarin deze functionaliteit beschikbaar en uitgewerkt is, verschilt tussen oplossingen. Enerzijds zijn er systemen waarin een groot deel van de softwarefunctionaliteit reeds als product beschikbaar is en primair wordt geconfigureerd op de toepassing. Anderzijds zijn er oplossingen waarbij delen van de functionaliteit nog in ontwikkeling zijn en verdere uitwerking nodig is in de praktijk.

De aanname dat functionaliteit volledig vastligt bij implementatie is daardoor niet in alle gevallen realistisch; in veel situaties vragen systemen om doorontwikkeling en aanpassing gedurende hun levensduur. Tegelijkertijd laat de consultatie zien dat de mate van benodigde doorontwikkeling sterk afhankelijk is van de gekozen oplossing en de wijze waarop deze wordt toegepast en ingericht binnen de keten.

Daarnaast is er een belangrijke beperking in de afhankelijkheid van de fysieke infrastructuur. Zowel weggebonden als bruggebaseerde systemen worden direct beïnvloed door de eigenschappen van hun omgeving. Veranderingen in het wegdek of de constructie kunnen leiden tot afwijkingen in metingen, zonder dat het systeem zelf is gewijzigd. Hiermee wordt duidelijk dat prestaties niet los kunnen worden gezien van beheer en onderhoud van infrastructuur en dat deze afhankelijkheid een structureel onderdeel vormt van de toepassing.

Een verdere aanname die in de gesprekken impliciet aanwezig is, betreft de beschikbaarheid en kwaliteit van aanvullende databronnen. Voor bepaalde toepassingen, met name in handhaving, wordt gebruikgemaakt van koppelingen met externe systemen, zoals kentekenregisters of andere databronnen. De effectiviteit van deze toepassingen is daarmee afhankelijk van de beschikbaarheid, actualiteit en kwaliteit van deze externe data. Dit introduceert een afhankelijkheid die buiten de directe invloedssfeer van het WIM-systeem ligt.

In de gesprekken wordt daarbij duidelijk dat deze afhankelijkheid een structureel onderdeel vormt van de toepassing en in de praktijk wordt meegenomen in de inrichting van het systeem. Zo kan bijvoorbeeld worden gewerkt met validatiestappen, fallback-scenario's of het selectief toepassen van data, waarbij alleen gegevens worden gebruikt waarvan de kwaliteit en beschikbaarheid voldoende zijn. Hiermee wordt het mogelijk om, ondanks afhankelijkheden van externe bronnen, tot betrouwbare toepassingen te komen.

Ook op het gebied van juridische toepasbaarheid bestaat een duidelijke beperking. De consultatie laat zien dat het gebruik van WIM-data voor handhaving aanvullende eisen stelt aan betrouwbaarheid, herleidbaarheid en uitlegbaarheid. De aanname dat technische metingen direct bruikbaar zijn voor juridische toepassingen blijkt daarmee niet volledig te gelden.

In de praktijk betekent dit dat data niet rechtstreeks wordt toegepast, maar eerst wordt gevalideerd en geborgd. Dit omvat onder meer het controleren van meetresultaten, het aantoonbaar maken van de betrouwbaarheid over tijd en het vastleggen van de wijze waarop data tot stand komt en wordt geïnterpreteerd. Hiermee wordt bepaald voor welke metingen de betrouwbaarheid voldoende is om deze te kunnen gebruiken in de verdere toepassing.

In de gesprekken wordt duidelijk dat deze validatie en borging niet als een afzonderlijke eindstap wordt gezien, maar als een integraal en stapsgewijs proces dat aansluit bij de inrichting van het systeem. Data wordt eerst ingezet voor monitoring en analyse, vervolgens voor voorselectie en ondersteuning van toezicht, en pas in een later stadium – wanneer de betrouwbaarheid voldoende is aangetoond – voor formele handhaving.

Deze gefaseerde benadering maakt het mogelijk om de benodigde juridische borging in de praktijk op te bouwen en zorgt ervoor dat toepassing plaatsvindt op basis van aantoonbaar betrouwbare data. Daarmee vormt juridische toepasbaarheid geen harde grens, maar een ontwikkelstap die samenhangt met de wijze waarop data wordt gevalideerd en toegepast.

Tot slot wordt duidelijk dat de werking van WIM-systemen afhankelijk is van de inrichting van de keten waarin zij worden toegepast. De aanname dat een systeem als zelfstandig geheel kan functioneren, wordt door de markt niet onderschreven. In plaats daarvan blijkt dat prestaties tot stand komen door een samenspel van componenten, processen en betrokken partijen. Dit betekent dat onzekerheden en variaties niet alleen technisch van aard zijn, maar ook samenhangen met organisatorische en procesmatige factoren.

In de gesprekken wordt benadrukt dat deze ketenafhankelijkheid geen beperking op zich vormt, maar vraagt om een expliciete inrichting van rollen, verantwoordelijkheden en processen. Door deze samenhang bewust te organiseren en afspraken te maken over dataverwerking, verificatie en gebruik, kan de complexiteit van de keten beheersbaar worden gemaakt en worden prestaties beter geborgd.

Samenvattend laat de consultatie zien dat de toepassing van WIM-systemen gebaseerd is op een aantal impliciete aannames die in de praktijk slechts gedeeltelijk gelden, en dat er structurele beperkingen bestaan die niet volledig kunnen worden weggenomen door technologie. Door deze aannames en beperkingen expliciet te maken, wordt het mogelijk om verwachtingen beter te managen en systemen realistisch te ontwerpen en toe te passen binnen de gegeven context.

7 Risico's en afhankelijkheden

Uit de marktconsultatie komt naar voren dat de toepassing van WIM-systemen gepaard gaat met een aantal structurele risico's en afhankelijkheden. Deze risico's zijn niet incidenteel, maar inherent verbonden aan de aard van de technologie en de context waarin deze wordt toegepast. Het expliciet maken van deze risico's is van belang om een realistisch beeld te krijgen van de opgave en om inzicht te bieden in de factoren die de prestaties en effectiviteit van systemen beïnvloeden.

Een eerste en meest nadrukkelijk benoemd risico betreft de kwaliteit en betrouwbaarheid van data. Zoals uit de gesprekken blijkt, is datakwaliteit afhankelijk van een combinatie van sensortechnologie, infrastructuur, verkeersgedrag en dataverwerking. Hierdoor bestaat het risico dat meetresultaten variëren of niet in alle gevallen voldoende betrouwbaar zijn voor de beoogde toepassing. Dit risico wordt versterkt door het feit dat afwijkingen niet altijd direct zichtbaar zijn, maar zich pas manifesteren bij analyse over tijd of bij toepassing in handhaving. Daarmee is datakwaliteit niet alleen een technisch risico, maar ook een risico in de interpretatie en toepassing van data.

Een aanvullend aandachtspunt dat in de gesprekken impliciet naar voren komt, betreft het vertrouwen in de werking van het systeem. In toepassingen waarin WIM-systemen worden ingezet voor toezicht en handhaving, is het van belang dat de werking als consistent, uitlegbaar en betrouwbaar wordt ervaren door gebruikers en betrokken partijen.

In de gesprekken wordt duidelijk dat afwijkingen, inconsistente resultaten of onduidelijke interpretaties van data een negatieve invloed kunnen hebben op dit vertrouwen en daarmee op de acceptatie van de toepassing.

Tegelijkertijd blijkt dat deze risico's in belangrijke mate beheersbaar zijn door de wijze waarop het systeem wordt ingericht en toegepast. Daarbij wordt onder meer gewezen op het belang van transparantie en reproduceerbaarheid van resultaten, het hanteren van marges en het selecteren van situaties met een duidelijke overschrijding, en het toepassen van aanvullende verificatiestappen waar nodig.

Ook de gefaseerde inzet van systemen speelt hierbij een belangrijke rol, waarbij eerst ervaring wordt opgedaan en vertrouwen wordt opgebouwd via monitoring en voorselectie, voordat formele handhaving wordt toegepast. Door deze combinatie van consistente werking, zorgvuldige toepassing en stapsgewijze invoering kan het vertrouwen in het systeem worden geborgd en wordt een robuuste basis gelegd voor acceptatie van de toepassing.

Daarmee samenhangend wordt de afhankelijkheid van infrastructuur als een belangrijke risicofactor benoemd. Zowel bij weggebonden als bruggebaseerde systemen wordt de prestatie beïnvloed door de fysieke omgeving. Veranderingen in asfaltconditie, slijtage of constructiegedrag kunnen leiden tot afwijkingen in metingen, zonder dat het systeem zelf wordt aangepast. Dit betekent dat prestaties niet volledig beheersbaar zijn vanuit het systeem en dat er een blijvende afhankelijkheid bestaat van externe factoren die slechts gedeeltelijk beïnvloedbaar zijn.

Een derde belangrijk risico betreft de complexiteit van de keten waarin WIM-systemen functioneren. De consultatie laat zien dat de uiteindelijke prestaties afhankelijk zijn van een samenspel van meerdere componenten en partijen. Dit introduceert afhankelijkheden tussen sensoren, software, infrastructuur en externe databronnen. In situaties waarin prestaties afwijken, kan het lastig zijn om de oorzaak eenduidig vast te stellen. Dit vergroot het risico op onduidelijkheid in verantwoordelijkheden en maakt het beheer van het systeem complexer.

Daarnaast wordt de afhankelijkheid van software en dataverwerking als een belangrijk aandachtspunt benoemd. In veel oplossingen speelt software een centrale rol in het interpreteren, valideren en verrijken van data. Dit betekent dat fouten, onvolkomenheden of beperkingen in software direct invloed hebben op de uiteindelijke uitkomsten. Bovendien wordt duidelijk dat software in veel gevallen doorontwikkeld wordt, wat leidt tot een situatie waarin het systeem zich over tijd blijft aanpassen. Dit introduceert onzekerheid in prestaties en vereist continue aandacht voor beheer en updates.

Een verdere afhankelijkheid betreft de beschikbaarheid en kwaliteit van externe databronnen. Voor toepassingen waarbij voertuiginformatie wordt verrijkt of geïnterpreteerd, is vaak koppeling nodig met systemen die anderen beheren, zoals de RDW met kentekenregister en ontheffingendatabase. Dit betekent dat de werking van het systeem mede afhankelijk is van de kwaliteit, actualiteit en beschikbaarheid van deze externe data. Storingen, inconsistenties of beperkingen in deze databronnen kunnen direct impact hebben op de bruikbaarheid van de resultaten.

Ook op het gebied van juridische toepasbaarheid wordt een risico onderkend. De gesprekken maken duidelijk dat het gebruik van WIM-data voor handhaving aanvullende eisen stelt aan betrouwbaarheid, herleidbaarheid en uitlegbaarheid. Als niet aan deze eisen kan worden voldaan, bestaat het risico dat data niet gebruikt kan worden voor handhaving, ook al is deze technisch beschikbaar. Dit kan leiden tot een mismatch tussen technische mogelijkheden en operationele toepassing.

Tegelijkertijd betekent dit niet dat de waarde van de data daarmee vervalt. Ook zonder directe inzet voor handhaving kan WIM-data worden benut voor monitoring, beleidsanalyse en inzicht in verkeersbelasting en infrastructuurgebruik. Daarmee blijft de beschikbaarheid van data van grote waarde, ook wanneer de toepassing voor handhaving nog verdere ontwikkeling vraagt.

Een ander risico dat in meerdere gesprekken wordt benoemd, betreft de mate waarin systemen daadwerkelijk worden gebruikt en ingebed in de organisatie. Er wordt gewezen op het risico dat systemen wel worden geïmplementeerd, maar dat de beschikbare data niet of onvoldoende wordt benut, bijvoorbeeld door gebrek aan capaciteit, inrichting van processen of prioritering. In dergelijke gevallen wordt de potentiële waarde van het systeem niet gerealiseerd.

Daarnaast wordt gewezen op risico's rondom schaalbaarheid en datavolume. Naarmate systemen op grotere schaal worden toegepast en meer data genereren, nemen de eisen aan dataverwerking, opslag en beheer toe. Dit kan leiden tot complexiteit en kosten die vooraf moeilijk volledig te overzien zijn. De mate waarin systemen schaalbaar zijn, hangt daarmee niet alleen af van de technologie, maar ook van de inrichting van de dataketen.

Tot slot wordt cybersecurity en naleving van regelgeving benoemd als een doorlopend aandachtspunt. Systemen die grote hoeveelheden data verwerken en gekoppeld zijn aan andere systemen moeten continu worden aangepast aan

veranderende eisen en dreigingen. Dit vormt geen eenmalig risico, maar een structurele afhankelijkheid die gedurende de gehele levensduur van het systeem aandacht vraagt.

Samenvattend laat de consultatie zien dat risico's en afhankelijkheden binnen WIM-systemen voortkomen uit de combinatie van technische, fysieke en organisatorische factoren. Deze risico's zijn niet volledig te elimineren, maar kunnen wel beheerst worden door een bewuste inrichting van het systeem, duidelijke afspraken binnen de keten en een gefaseerde toepassing waarbij ervaring en inzicht over tijd worden opgebouwd.

8 Implicaties voor data en beheer

Uit de marktconsultatie komt naar voren dat de inzet van WIM-systemen directe en omvangrijke implicaties heeft voor de inrichting van data- en beheerprocessen. Waar de focus in eerste instantie vaak ligt op het realiseren van meetcapaciteit, blijkt in de praktijk dat het succes van het systeem in belangrijke mate wordt bepaald door de manier waarop data wordt verwerkt, beheerd en toegepast binnen de keten.

Een eerste belangrijk inzicht betreft de aard en omvang van de datastromen die door WIM-systemen worden gegenereerd. Afhankelijk van de gekozen architectuur en het type systeem kan sprake zijn van aanzienlijke hoeveelheden data, met name wanneer naast meetgegevens ook beeldmateriaal wordt opgeslagen en verwerkt. In oplossingen met centrale dataverwerking worden deze datastromen gebundeld in centrale omgevingen, wat eisen stelt aan opslagcapaciteit, verwerkingskracht en netwerkverbindingen. In meer decentrale oplossingen wordt data dicht bij de bron verwerkt en gefilterd, wat leidt tot kleinere datastromen maar tegelijkertijd andere eisen stelt aan lokale systemen en configuratie.

Hiermee samenhangend ontstaat een belangrijke ontwerpkeuze ten aanzien van databeheer: de mate waarin data volledig wordt opgeslagen en beschikbaar blijft voor analyse, of juist selectief wordt bewaard op basis van vooraf gedefinieerde criteria. De consultatie laat zien dat beide benaderingen in de markt voorkomen en dat de keuze hiervoor directe gevolgen heeft voor flexibiliteit, kosten en complexiteit. Volledige dataopslag biedt mogelijkheden voor heranalyse en doorontwikkeling, maar leidt tot grotere datavolumes en hogere beheerkosten. Selectieve opslag beperkt deze lasten, maar reduceert de mogelijkheden om achteraf nieuwe inzichten toe te passen.

Een tweede belangrijk aspect betreft de borging van datakwaliteit binnen het beheerproces. Zoals uit de gesprekken blijkt, is datakwaliteit geen statisch gegeven, maar een dynamisch resultaat dat beïnvloed wordt door infrastructuur, systeemconfiguratie en gebruik. Dit betekent dat beheer niet kan worden beperkt tot het in stand houden van hardware, maar nadrukkelijk ook betrekking moet hebben op het monitoren en valideren van data. In de praktijk vraagt dit om processen en tooling waarmee afwijkingen worden gesignaleerd, trends worden geanalyseerd en indien nodig correctieve maatregelen worden genomen.

Daarnaast blijkt dat de verwerking en interpretatie van data in belangrijke mate afhankelijk zijn van software. Deze software vormt een essentieel onderdeel van het systeem en vereist doorlopend beheer, onderhoud en in sommige gevallen doorontwikkeling. Dit betekent dat beheer zich niet beperkt tot technische instandhouding, maar ook betrekking heeft op het beheren van algoritmen, validatieregels en koppelingen met andere systemen. Veranderingen in deze software kunnen directe invloed hebben op de uitkomsten van het systeem en moeten daarom zorgvuldig worden beheerd en gedocumenteerd.

Een verdere implicatie betreft de afhankelijkheid van externe databronnen. Voor toepassingen waarin data wordt verrijkt of geïnterpreteerd, zijn koppelingen nodig met andere systemen, zoals kentekenregisters of aanvullende databases. Dit betekent dat de beschikbaarheid en kwaliteit van deze externe gegevens onderdeel worden van het beheer. Storingen, wijzigingen of beperkingen in externe systemen

kunnen directe impact hebben op de werking van het WIM-systeem en vragen om afspraken en afstemming tussen betrokken partijen.

Ook op het gebied van datatoegankelijkheid en gebruik ontstaan duidelijke implicaties. De waarde van de verzamelde data wordt pas gerealiseerd wanneer deze beschikbaar is voor analyse, rapportage of operationele toepassingen. Dit vereist een inrichting waarin data op een toegankelijke en begrijpelijke manier wordt gepresenteerd, bijvoorbeeld via dashboards of rapportagetools. Tegelijkertijd moet worden geborgd dat toegang tot data gecontroleerd en beveiligd plaatsvindt, met inachtneming van privacy- en beveiligingseisen.

Cybersecurity en naleving van regelgeving vormen hierbij een structureel onderdeel van het beheer. WIM-systemen verwerken potentieel gevoelige gegevens en zijn gekoppeld aan andere systemen, waardoor zij onderdeel worden van bredere IT- en datalandschappen. Dit betekent dat zij moeten voldoen aan geldende eisen op het gebied van informatiebeveiliging en privacy. Daarbij geldt dat dit geen eenmalige inrichting is, maar een doorlopend proces van monitoring, updates en aanpassingen.

Een belangrijk organisatorisch aspect dat uit de consultatie naar voren komt, is dat beheer van WIM-systemen vraagt om specifieke kennis en capaciteit. Het gaat hierbij niet alleen om technisch beheer van hardware, maar juist ook om databasebeheer, analyse en interpretatie. In de praktijk ligt deze verantwoordelijkheid in belangrijke mate bij de opdrachtgevende beheerorganisatie en vraagt dit om passende tools en expertise om data te beoordelen, afwijkingen te interpreteren en systemen bij te sturen. Zonder deze capaciteit bestaat het risico dat data wel wordt verzameld, maar niet effectief wordt benut.

Tot slot wordt duidelijk dat beheer en data-inrichting vanaf het begin moeten worden meegenomen in het ontwerp van het systeem. Keuzes die in een vroeg stadium worden gemaakt, bijvoorbeeld ten aanzien van architectuur en dataverzameling, hebben directe gevolgen voor beheerlast en complexiteit op de lange termijn. Dit betekent dat data en beheer niet als afgeleide van de techniek moeten worden gezien, maar als integraal onderdeel van de ontwerpvrage.

Samenvattend laat de consultatie zien dat de inzet van WIM-systemen leidt tot een aanzienlijke beheeropgave waarin data een centrale rol speelt. Het effectief functioneren van het systeem is niet alleen afhankelijk van de techniek, maar in belangrijke mate van de wijze waarop data wordt beheerd, gevalideerd en toegepast. Daarmee vormen data- en beheerprocessen een essentieel onderdeel van de totale oplossing en een bepalende factor voor het succes ervan.

9 Bevestigde en bijgestelde uitgangspunten

De uitgevoerde marktconsultatie heeft geleid tot een aantal belangrijke inzichten die enerzijds bestaande aannames bevestigen, maar anderzijds ook aanleiding geven tot bijstelling en aanscherping van uitgangspunten. Wat hierbij opvalt, is dat veel van de oorspronkelijke verwachtingen ten aanzien van WIM-systemen weliswaar deels worden onderschreven door de markt, maar tegelijkertijd op belangrijke punten genuanceerd of gecorrigeerd moeten worden op basis van de praktische ervaringen en ontwikkelingen die door de verschillende partijen zijn ingebracht.

Tegelijkertijd wordt uit de consultatie duidelijk dat deze bijstellingen niet betekenen dat de markt zich in een vroege of onontwikkelde fase bevindt. Integendeel, op het niveau van sensortechnologie en basisfunctionaliteit zijn er oplossingen beschikbaar die als product kunnen worden afgenomen en toegepast. De nuancering zit vooral in de stap van product naar toepassing binnen een handhavingsketen, waarin aanvullende eisen en afhankelijkheden een bepalende rol spelen.

Allereerst bevestigt de consultatie het beeld dat WIM-systemen niet als losse technische oplossingen kunnen worden beschouwd, maar als integrale ketensystemen waarin verschillende componenten en processen samenkomen. Dit betreft niet alleen de sensortechniek, maar juist ook de verwerking van data, de interpretatie van meetresultaten en de juridische borging van uitkomsten. De gesprekken laten zien dat deze ketenbenadering breed wordt onderschreven en dat het succes van een systeem in belangrijke mate wordt bepaald door de samenhang tussen deze onderdelen. Daarmee wordt bevestigd dat een focus op alleen technische specificaties onvoldoende is om tot een werkende oplossing te komen. Daarbij blijkt dat sommige marktpartijen oplossingen aanbieden die een groot deel van deze keten integraal invullen, waarbij meting, data-verwerking en presentatie als samenhangend systeem worden geleverd. Dit bevestigt dat integrale oplossingen technisch beschikbaar zijn. Tegelijkertijd blijft de effectiviteit van deze oplossingen afhankelijk van de wijze waarop zij worden ingebed in de bredere context van infrastructuurbeheer, dataverificatie en handhaving, waardoor de ketenbenadering onverminderd van toepassing blijft.

Tegelijkertijd wordt een aantal uitgangspunten duidelijk bijgesteld. Een van de belangrijkste bijstellingen betreft de verwachting dat WIM-systemen relatief direct inzetbaar zijn voor handhaving. Uit de consultatie blijkt dat deze aanname in zijn oorspronkelijke vorm niet houdbaar is. Hoewel de onderliggende sensortechniek in veel gevallen beschikbaar is en in sommige gevallen ook gecertificeerd, geldt dit niet voor de gehele keten. Met name de softwarelaag, de dataverwerking en de juridische verankering van het systeem blijken in veel gevallen nog in ontwikkeling. Daarnaast wordt duidelijk dat het opbouwen van vertrouwen in de data een proces is dat tijd vergt en niet kan worden overgeslagen. Hierdoor ontstaat het beeld dat handhaving niet als startpunt kan worden genomen, maar het eindpunt vormt van een gefaseerd traject waarin eerst monitoring, analyse en validatie plaatsvinden.

Hierbij is het van belang te onderscheiden dat deze beperking niet voortkomt uit het ontbreken van functionerende systemen, maar uit de eisen die worden gesteld aan toepassing binnen een handhavingscontext. Voor toepassingen zoals monitoring en voorselectie blijken systemen in veel gevallen direct inzetbaar. De stap naar handhaving introduceert echter aanvullende eisen die niet uitsluitend door het systeem zelf kunnen worden ingevuld, maar samenhangen met verificatie, juridische borging en vertrouwen in de data.

Een tweede belangrijke bijstelling heeft betrekking op het begrip nauwkeurigheid. In eerdere verkenningen werd nauwkeurigheid vaak benaderd als een vaste eigenschap van een systeem, uitgedrukt in een bepaalde klasse of norm. De consultatie laat echter zien dat deze benadering te simplistisch is. Nauwkeurigheid blijkt sterk afhankelijk van de context waarin het systeem wordt toegepast, waaronder de kwaliteit van de infrastructuur, het gedrag van voertuigen en omgevingsfactoren. Bovendien kan deze nauwkeurigheid in de tijd veranderen als gevolg van slijtage of externe invloeden. Hiermee verschuift het perspectief van een statische naar een dynamische benadering van nauwkeurigheid, waarbij continue monitoring en bijsturing noodzakelijk zijn.

Dit betekent niet dat nauwkeurigheid in bestaande systemen onvoldoende is, maar dat de betekenis van nauwkeurigheid moet worden geplaatst in de context van gebruik. Een systeem kan aantoonbaar voldoen aan een bepaalde nauwkeurigheidsklasse onder specifieke omstandigheden, maar deze prestatie blijft afhankelijk van de mate waarin die omstandigheden in de praktijk kunnen worden geborgd en gehandhaafd.

Ook op het gebied van reikwijdte van handhaving vindt een belangrijke bijstelling plaats. Waar vooraf mogelijk werd uitgegaan van brede toepasbaarheid van automatische handhaving, blijkt uit de consultatie dat niet alle voertuigcategorieën met dezelfde mate van betrouwbaarheid kunnen worden opgenomen in de handhavingsketen. Met name voertuigen met afwijkende eigenschappen vormen een structurele uitdaging. Dit leidt tot het inzicht dat automatische handhaving per definitie selectief is en dat aanvullende instrumenten nodig blijven om een volledige dekking te realiseren.

Dit inzicht geldt ook voor oplossingen die als integraal systeem worden aangeboden. Hoewel deze systemen in staat zijn om een groot deel van het verkeer automatisch te verwerken, blijft er een categorie voertuigen bestaan waarvoor aanvullende interpretatie of verificatie nodig is. Daarmee ligt de beperking niet in de beschikbaarheid van systemen, maar in de complexiteit van de werkelijkheid waarin deze systemen worden toegepast.

In de gesprekken wordt daarbij duidelijk dat deze aanvullende verwerking geen uitzondering vormt, maar een logisch onderdeel van de toepassing van het systeem. In de praktijk kan hiermee worden omgegaan door dergelijke gevallen te identificeren en via nacontrole, aanvullende analyse of alternatieve handhavingsinstrumenten af te handelen. Hierdoor blijft het mogelijk om een groot deel van het verkeer efficiënt en automatisch te verwerken, terwijl voor specifieke situaties aanvullende zorgvuldigheid wordt toegepast.

Een ander belangrijk punt van bijstelling betreft de rol van software en data. Waar in eerste instantie de nadruk vaak ligt op hardware en sensortechniek, maakt de consultatie duidelijk dat de belangrijkste functionaliteit en complexiteit zich verplaatst naar de softwarelaag. Hier vindt de interpretatie van data plaats en wordt bepaald welke informatie uiteindelijk wordt gebruikt voor handhaving.

Tegelijkertijd blijkt dat de mate van volwassenheid van deze software verschilt tussen oplossingen. Enerzijds zijn er leveranciers die beschikken over vergaand productmatige en configureerbare platforms, waarin functionaliteit grotendeels beschikbaar is en relatief snel kan worden toegepast. Anderzijds zijn er oplossingen

waarbij delen van de softwarefunctionaliteit nog ontwikkeld of aangepast moeten worden om aan de specifieke toepassing te voldoen.

Dit betekent dat software niet kan worden beschouwd als een ondersteunend onderdeel, maar als een integraal en bepalend onderdeel van het systeem. De mate waarin doorontwikkeling en aanpassing nodig is, hangt daarbij sterk af van de gekozen oplossing en de wijze waarop deze wordt toegepast en ingericht binnen de keten.

Tegelijkertijd blijkt uit de consultatie dat een belangrijk deel van deze softwarefunctionaliteit reeds beschikbaar is in bestaande oplossingen, met name voor toepassingen zoals dataintegratie en monitoring. De mate waarin deze functionaliteit als integraal onderdeel van een platform wordt aangeboden, verschilt daarbij tussen oplossingen. In sommige gevallen is sprake van vergaand geïntegreerde systemen waarin dataverwerking en toepassing grotendeels zijn gestandaardiseerd, terwijl in andere gevallen de invulling van deze functionaliteit afhankelijk is van verdere inrichting binnen de keten. De ontwikkelcomponent zit daarbij vooral in het verder afstemmen van deze functionaliteit op de specifieke eisen van de toepassing, waaronder handhaving, integratie met externe systemen en borging van datakwaliteit.

Daarnaast wordt het beeld van de kostenstructuur bijgesteld. De gesprekken maken duidelijk dat de totale kosten van WIM-systemen niet primair worden bepaald door de initiële aanschaf van hardware, maar door de kosten over de gehele levensduur van het systeem. Dit omvat onder andere onderhoud, kalibratie, softwareontwikkeling en aanpassingen in verband met veranderende eisen. Daarbij komt dat ook organisatorische aspecten, zoals de beschikbaarheid van capaciteit en de inrichting van processen, een belangrijke rol spelen in de mate waarin het systeem daadwerkelijk waarde oplevert.

Hierbij geldt dat de beschikbaarheid van productmatige oplossingen bijdraagt aan een zekere voorspelbaarheid van initiële investeringen, maar dat de variatie in kosten vooral ontstaat in de exploitatie en het gebruik. Systemen met vergelijkbare aanschafkosten kunnen in de praktijk leiden tot uiteenlopende totale kosten, afhankelijk van keuzes in architectuur, dataverwerking, schaal en beheer. Tot slot wordt bevestigd dat cybersecurity en compliance niet als een eenmalige randvoorwaarde kunnen worden gezien, maar als een doorlopend aandachtspunt dat gedurende de hele levensduur van het systeem actief moet worden beheerd. Dit geldt in het bijzonder voor systemen waarin grote hoeveelheden data worden verwerkt en waarin integratie met andere systemen plaatsvindt.

Samenvattend leidt de consultatie tot een verschuiving in het denken over WIM-systemen. Waar aanvankelijk wellicht werd uitgegaan van een relatief afgebakende technische oplossing, ontstaat nu het beeld van een complex en dynamisch systeem dat zich over tijd ontwikkelt en waarin techniek, data, organisatie en beleid nauw met elkaar verweven zijn.

Deze verschuiving betekent niet dat de opgave fundamenteel onzekerder is geworden, maar dat deze beter is afgebakend. Waar aanvankelijk mogelijk werd uitgegaan van een technische implementatie, wordt nu duidelijk dat het realiseren van een werkende oplossing vooral ligt in het bewust combineren en toepassen van beschikbare bouwstenen binnen een goed ingerichte keten.

Deze bijgestelde uitgangspunten vormen een belangrijke basis voor verdere besluitvorming en geven richting aan de keuzes die moeten worden gemaakt in de mogelijke inrichting en toepassing van WIM-systemen.

10 Gebruik van de uitkomsten voor verdere uitwerking en besluitvorming

De inzichten uit de marktconsultatie hebben een directe en diepgaande invloed op de wijze waarop mogelijke vervolgstappen rondom WIM kunnen worden vormgegeven. Waar in eerste instantie gedacht zou kunnen worden aan een meer afgebakende technische oplossing met vooraf gedefinieerde prestaties, maakt de consultatie duidelijk dat een dergelijke benadering onvoldoende recht doet aan de aard van de opgave. In plaats daarvan ontstaat het beeld van een complexe, zich ontwikkelende ketenoplossing waarin meerdere onzekerheden en afhankelijkheden een rol spelen en waarin keuzes in ontwerp en inrichting bepalend zijn voor het uiteindelijke succes.

Tegelijkertijd blijkt uit de consultatie dat deze verschuiving in benadering niet voortkomt uit het ontbreken van beschikbare oplossingen. Integendeel, er zijn systemen en integrale oplossingen beschikbaar die als geheel kunnen worden toegepast. De noodzaak tot een bredere benadering ligt met name in het feit dat de prestaties van deze oplossingen niet op zichzelf staan, maar afhankelijk zijn van de wijze waarop zij worden toegepast binnen een bredere keten van data, processen en gebruik.

Een eerste belangrijke consequentie betreft de manier waarop de scope van een mogelijke oplossing wordt benaderd. De consultatie laat zien dat het onvoldoende is om de opgave te beperken tot de levering en installatie van meetsystemen. De werking van WIM is in belangrijke mate afhankelijk van de wijze waarop data wordt verwerkt, gevalideerd en toegepast. Dit betekent dat een oplossing in bredere zin moet worden beschouwd, waarin niet alleen de meting, maar ook de interpretatie en borging van data onderdeel uitmaken. Daarmee verschuift het zwaartepunt van hardware naar een geïntegreerde benadering waarin software, datakwaliteit en keteninrichting een centrale plaats innemen.

Daarbij geldt dat deze bredere scope niet betekent dat alle onderdelen vanaf de basis ontwikkeld moeten worden. In veel gevallen maken deze aspecten al deel uit van bestaande oplossingen. De uitdaging ligt in het selecteren van de juiste mate van integratie en het afstemmen van deze functionaliteit op de specifieke eisen van de toepassing en de context waarin deze wordt ingezet. Hierbij speelt ook de keuze tussen meer productmatige, geïntegreerde oplossingen en meer modulaire of ontwikkelgerichte benaderingen een belangrijke rol, aangezien deze keuze directe invloed heeft op de benodigde inspanning in integratie, beheer en verdere doorontwikkeling.

Daarnaast volgt uit de consultatie dat er ruimte nodig is voor het maken van fundamentele ontwerpkeuzes. Met name op het gebied van systeemarchitectuur blijkt dat er geen eenduidige oplossing bestaat, maar dat verschillende benaderingen elk hun eigen voor- en nadelen kennen. De keuze tussen centrale en decentrale dataverwerking heeft verstrekende implicaties voor onder andere datastromen, beheercomplexiteit en flexibiliteit. Het is daarom van belang dat deze keuzes expliciet worden gemaakt en onderbouwd, in plaats van impliciet voort te komen uit een gekozen oplossing.

Uit de consultatie blijkt dat aanbieders deze keuzes vaak impliciet hebben ingevuld binnen hun systemen. Door deze keuzes expliciet te maken, ontstaat ruimte om

verschillende oplossingsrichtingen op dit niveau te vergelijken en te beoordelen, in plaats van uitsluitend op basis van afzonderlijke technische componenten.

Een ander belangrijk punt betreft de invulling van kwaliteit en verificatie van data. Zoals uit de consultatie blijkt, kan datakwaliteit niet worden geborgd met uitsluitend vooraf vastgestelde nauwkeurigheidseisen of periodieke kalibratie. In plaats daarvan is sprake van een continu proces waarin monitoring, analyse en bijsturing noodzakelijk zijn. Dit betekent dat bij de verdere uitwerking expliciet aandacht moet worden besteed aan de wijze waarop systemen omgaan met onzekerheden, hoe afwijkingen worden gedetecteerd en hoe de betrouwbaarheid van data over tijd wordt aangetoond.

Daarbij blijkt uit de consultatie dat onzekerheden in metingen niet per definitie een belemmering vormen voor toepassing, mits hier in de inrichting van het systeem en de toepassing expliciet rekening mee wordt gehouden. Dit betekent dat de inzet van WIM-systemen niet uitsluitend gericht hoeft te zijn op het maximaliseren van technische nauwkeurigheid, maar ook op het zodanig inrichten van de toepassing dat de betrouwbaarheid van uitkomsten voldoende is voor het beoogde gebruik.

In de praktijk kan dit onder meer worden gerealiseerd door het hanteren van conservatieve drempelwaarden of marges, waarbij alleen situaties met een duidelijke overschrijding worden geselecteerd. Hiermee wordt het mogelijk om ook bij variatie in meetnauwkeurigheid tot consistente en verdedigbare toepassingen te komen. Deze benadering maakt het mogelijk om systemen effectief toe te passen binnen een bredere context, waarin niet alle metingen exact hoeven te zijn, maar waarin de betrouwbaarheid van geselecteerde gevallen aantoonbaar voldoende is.

Hierbij geldt dat systemen vaak al beschikken over mechanismen voor dataverwerking en validatie, maar dat de toepassing ervan aanvullende eisen stelt aan transparantie, reproduceerbaarheid en borging. Het is daarom van belang om niet alleen te kijken naar aanwezige functionaliteit, maar ook naar de wijze waarop deze in de praktijk wordt toegepast en beheerd.

De rol van de pilotfase vormt hierbij een cruciaal element. De consultatie maakt duidelijk dat een pilot niet kan worden beschouwd als een optionele testfase, maar als een essentieel onderdeel van de ontwikkeling en validatie van het systeem. In deze fase worden niet alleen technische prestaties beoordeeld, maar wordt ook de keten ingericht, software geconfigureerd en vertrouwen opgebouwd in de data. Deze fase heeft daarmee een iteratief karakter, waarin inzichten uit de praktijk leiden tot aanpassingen en verfijning van de oplossing.

Ook de inrichting van verantwoordelijkheden binnen de keten vraagt om expliciete aandacht. Zoals uit de consultatie naar voren komt, zijn prestaties van WIM-systemen afhankelijk van meerdere factoren en partijen, variërend van sensoren en software tot infrastructuur en externe databronnen. Dit maakt het noodzakelijk om duidelijk inzicht te hebben in hoe verantwoordelijkheden worden verdeeld en hoe wordt omgegaan met afhankelijkheden tussen verschillende onderdelen.

Ook bij oplossingen die als integraal systeem worden gepresenteerd, blijven deze afhankelijkheden bestaan. Hoewel leveranciers een groot deel van de keten kunnen invullen, blijft de uiteindelijke werking afhankelijk van de omgeving en de wijze waarop systemen worden gebruikt en beheerd.

Daarnaast moet rekening worden gehouden met de beperkte reikwijdte van automatische verwerking van alle voertuigcategorieën. Zoals uit de consultatie blijkt, kunnen niet alle voertuigen met dezelfde mate van betrouwbaarheid worden verwerkt. Dit betekent dat toepassingen gebaseerd moeten zijn op een duidelijke afbakening van situaties waarin de betrouwbaarheid voldoende is aangetoond, en dat aanvullende benaderingen nodig blijven voor specifieke gevallen.

In de gesprekken wordt daarbij duidelijk dat deze afbakening een inherent onderdeel vormt van de inrichting van het systeem en geen belemmering voor toepassing op zich vormt. In de praktijk kan dit worden ingevuld door automatische verwerking te richten op voertuigcategorieën en situaties waarvoor de betrouwbaarheid aantoonbaar is, terwijl andere gevallen worden afgehandeld via aanvullende verificatie, nacontrole of alternatieve handhavingsmiddelen.

Daarnaast biedt netwerkbreed inzicht mogelijkheden om patronen over meerdere locaties te herkennen en zo beter om te gaan met variatie in voertuiggedrag en meetresultaten. Ook wordt het gebruik van toepassingen zoals soft enforcement genoemd, waarbij systemen worden ingezet voor signalering, waarschuwingen en gedragsbeïnvloeding zonder directe sancties.

Deze combinatie van afbakening, aanvullende verwerking en gefaseerde toepassing maakt het mogelijk om, ondanks verschillen in verwerkbaarheid tussen voertuigcategorieën, tot een effectieve en beheersbare inzet van WIM-systemen te komen.

De inzichten uit de consultatie hebben ook gevolgen voor de manier waarop locatiekeuze en netwerkopzet worden benaderd. In plaats van een uniforme uitrol van identieke systemen ontstaat het beeld van een gedifferentieerd netwerk waarin verschillende locaties verschillende functies kunnen vervullen. Dit betekent dat ruimte nodig is voor maatwerk per locatie en dat expliciet moet worden nagedacht over de strategie achter de plaatsing en inzet van systemen.

Deze netwerkopzet kan in technische zin worden gerealiseerd met bestaande systemen die op meerdere locaties worden ingezet en onderling gekoppeld. De meerwaarde ontstaat echter pas wanneer deze locaties daadwerkelijk in samenhang worden gebruikt voor analyse en verificatie, wat vraagt om een passende inrichting van data- en beheersprocessen.

Tot slot vraagt de consultatie om expliciete aandacht voor lifecyclekosten en beheer. De gesprekken maken duidelijk dat de grootste kosten en inspanningen niet liggen in de initiële realisatie, maar in het beheer en de doorontwikkeling van het systeem. Aspecten zoals software-updates, cybersecurity, kalibratie en organisatorische inzet spelen hierin een centrale rol. Dit betekent dat de inzet van WIM-systemen moet worden gezien als een langdurige beheeropgave, niet als een eenmalige implementatie.

Samenvattend kan worden gesteld dat de uitkomsten van de marktconsultatie leiden tot een fundamenteel bredere benadering van de opgave dan mogelijk vooraf werd voorzien. In plaats van een afgebakende technische oplossing ontstaat het beeld van een geïntegreerde en gefaseerde aanpak, waarin flexibiliteit, samenwerking en doorontwikkeling centraal staan. Deze benadering sluit aan bij de aard van de opgave zoals die uit de consultatie naar voren komt en biedt een solide basis voor verdere besluitvorming over de mogelijke inzet van WIM-systemen.

11 Slotopmerking

Dit eindverslag vormt de weergave van de inzichten die zijn opgehaald tijdens de marktconsultatie en markeert daarmee een belangrijk moment in de verkenning van mogelijke vervolgstappen rondom WIM. Uit de consultatie is een rijk en genuanceerd beeld ontstaan van de mogelijkheden en beperkingen van WIM-systemen, evenals van de complexiteit die gepaard gaat met de toepassing daarvan in een handhavingscontext.

Tegelijkertijd blijkt uit de consultatie dat dit genuanceerde beeld niet voortkomt uit een gebrek aan beschikbare oplossingen. Integendeel, er zijn systemen en integrale oplossingen aanwezig die op productniveau kunnen worden toegepast voor meting, registratie en in sommige gevallen ook dataverwerking. De geschetste complexiteit heeft primair betrekking op de toepassing van deze oplossingen binnen een samenhangende keten en niet op de beschikbaarheid van technologie zelf.

Wat daarbij met name opvalt, is dat de opgave rondom WIM niet kan worden teruggebracht tot een technische implementatie, maar zich manifesteert als een bredere systeemvraag waarin techniek, data, organisatie en beleid nauw met elkaar verweven zijn. De gesprekken met marktpartijen hebben niet alleen inzicht gegeven in de stand van de techniek, maar juist ook in de randvoorwaarden die nodig zijn om te komen tot een robuuste en in de praktijk toepasbare oplossing.

Daarbij wordt duidelijk dat de technische bouwstenen in veel gevallen al beschikbaar zijn en dat marktpartijen in staat zijn om deze in samenhang te leveren. De opgave ligt daarmee niet in het ontwikkelen van nieuwe technische oplossingen, maar in het selecteren, combineren en toepassen van deze bouwstenen binnen een context waarin ook organisatorische, juridische en beleidsmatige aspecten worden meegenomen.

Tegelijkertijd laat de consultatie zien dat de toegevoegde waarde van WIM-systemen in belangrijke mate samenhangt met de schaal en continuïteit van metingen. Waar metingen in andere contexten vaak plaatsvinden op specifieke momenten of locaties, maken WIM-systemen het mogelijk om structureel en netwerkbreed data te verzamelen over passerend verkeer. Deze continue dataverzameling vormt een essentiële basis voor het verkrijgen van consistent inzicht in verkeersgedrag, belasting van voertuigen en mogelijke afwijkingen ten opzichte van geldende normen.

In de gesprekken wordt dit gezien als een belangrijke voorwaarde voor het opschalen van toepassingen zoals voorselectie en bredere vormen van toepassing. Niet zozeer de individuele meting, maar juist de combinatie van frequentie, spreiding en herhaalbaarheid maakt het mogelijk om patronen te herkennen, afwijkingen te signaleren en gericht op te treden. Daarmee verschuift de toepassing van incidentele observaties naar structureel en herhaalbaar inzicht.

Daarbij blijkt dat de toepasbaarheid van WIM-systemen, onder andere voor handhaving, niet uitsluitend afhankelijk is van maximale technische nauwkeurigheid, maar van de mate waarin betrouwbaarheid in de toepassing kan worden geborgd. Dit kan onder meer door het hanteren van marges of het selecteren van situaties met een duidelijke overschrijding, waardoor ook bij variatie in meetnauwkeurigheid consistente en verdedigbare toepassingen mogelijk zijn.

Hoewel de toepassing van WIM-systemen gepaard gaat met een zekere mate van complexiteit, laat de consultatie zien dat deze complexiteit een inherent kenmerk is van de opgave en via een gefaseerde en stapsgewijze aanpak beheersbaar kan worden ingericht. De beschikbaarheid van bestaande oplossingen en de mogelijkheid om deze gefaseerd toe te passen bieden hierbij een belangrijk uitgangspunt.

Het beeld dat uit de consultatie naar voren komt, is daarmee niet dat van een afgeronde oplossing die direct kan worden toegepast, maar dat van een ontwikkelrichting waarin keuzes moeten worden gemaakt en waarin ruimte moet worden geboden voor verdere uitwerking en validatie. Tegelijkertijd bieden de opgehaalde inzichten voldoende houvast om richting te geven aan vervolgstappen en om gerichte keuzes te maken die aansluiten bij de realiteit van de huidige markt en technologie.

Hierbij is het van belang te benadrukken dat deze “ontwikkelrichting” niet zozeer betrekking heeft op het verder ontwikkelen van de technologie zelf, maar op het uitwerken van de toepassing, configuratie en borging van bestaande oplossingen binnen de Nederlandse context.

Met de publicatie van dit verslag wordt beoogd transparant te zijn over de wijze waarop de input uit de markt is verwerkt en welke betekenis deze heeft voor mogelijke vervolgstappen. Daarbij wordt niet alleen teruggekeken op de opgehaalde inzichten, maar wordt ook vooruitgekeken naar de manier waarop deze inzichten richting kunnen geven aan de te maken keuzes.

Dit verslag wordt gepubliceerd op TenderNed. Marktpartijen hebben door deelname aan de consultatie toestemming verleend aan RWS om de verstrekte informatie geanonimiseerd te gebruiken voor de totstandkoming van dit verslag en eventuele vervolgstappen. De informatie is in geaggregeerde vorm verwerkt, waarbij geen herleidbare gegevens, namen van partijen of financiële informatie zijn opgenomen.

Met dit verslag wordt de fase van consultatie afgesloten en een basis gelegd voor verdere besluitvorming en mogelijke vervolgstappen. Hierbij wordt voortgebouwd op de beschikbare oplossingen in de markt, waarbij de nadruk ligt op het realiseren van een samenhangende en beheersbare toepassing in plaats van het ontwikkelen van nieuwe technische componenten.