

Dynniq Nederland B.V.

Basicweg 16
3821 BR Amersfoort
Nederland

Aan	Ministerie van Infrastructuur en Milieu T.a.v. (mw) mr. Z. (Zuhal) Gül Plesmanweg 1-6 2597 JG Den Haag
Rapportnaam	Synchromodaal transport in de Goederencorridor Oost en Zuid vanuit een systeemtechnische invalshoek
Acroniem	SMTC-OZ-NL
Versie	02
Datum	4 september 2016
Contact Dynniq	Dynniq Nederland B.V. (mw) dr. ir. M. (Meng) Lu T : +31 33 454 1777 M: +31 6 4505 4735

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
1.1	Achtergrond en vraagstelling.....	3
1.2	Toepassing van het concept synchromodaliteit	4
2	Onderzoek oplossingsrichtingen	7
2.1	MIRT onderzoeken	7
2.2	Opzet van de studie.....	7
2.3	De componenten van transportsystemen	8
2.4	Uitwerking van de zeven onderzoeksvragen	9
3	Kansrijke oplossingsrichtingen	19
3.1	Inleiding.....	19
3.2	Duurzaamheid van de transportmodaliteit weg	19
3.3	Duurzaamheid van de transportmodaliteit spoor	23
3.4	Duurzaamheid van de transportmodaliteit water	24
3.5	Modaliteitsverschuiving, overslagactiviteiten en wijziging denkkaders	25
4	Concept-actieplan.....	27
4.1	Inleiding.....	27
4.2	Actieplan voor de overheid.....	28
4.3	Actieplan voor de logistieke industrie	29
5	Conclusie	31
6	Literatuurverwijzingen	32
7	Annex	34
7.1	Inleiding.....	34
7.2	Samenvatting oplossingen weg.....	35
7.3	Samenvatting oplossingen spoor	36
7.4	Samenvatting oplossingen binnenvaart	37
7.5	Samenvatting oplossingen modaliteitsverschuiving.....	38

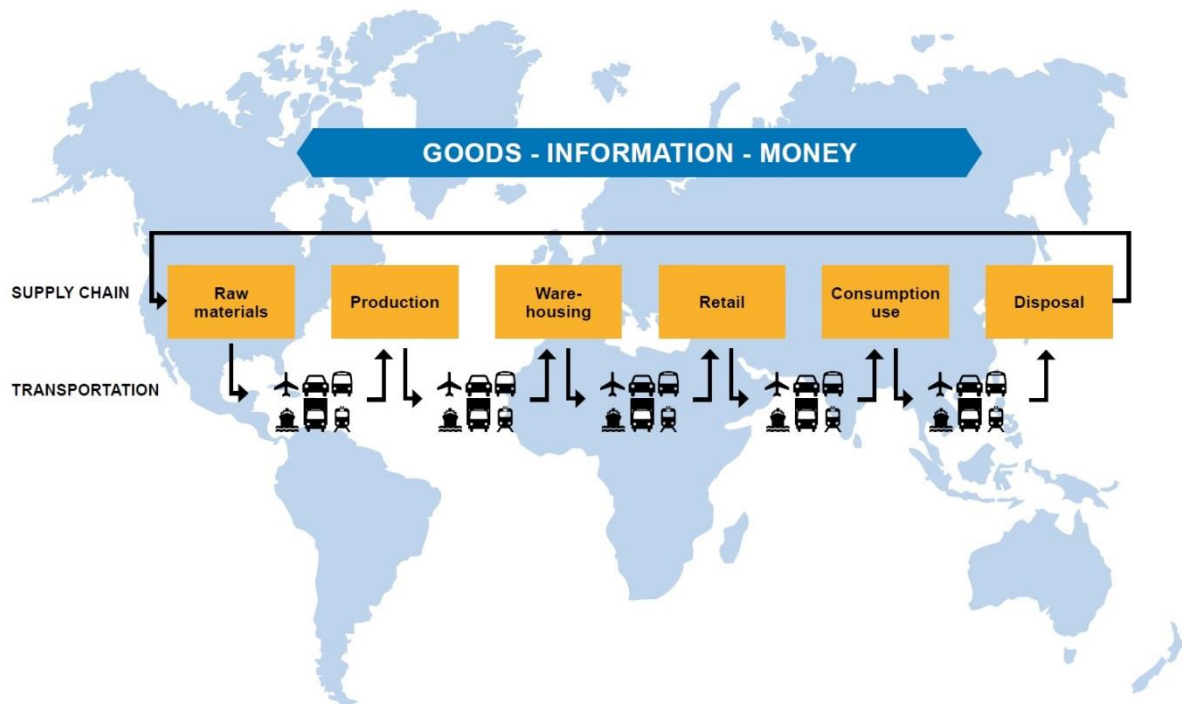
1 Inleiding

1.1 Achtergrond en vraagstelling

Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) zet in op leefbaarheid en bereikbaarheid, met een vlotte doorstroming in een goed ingerichte, efficiënte, veilige en schone infrastructuur met een hoge mate van beveiliging.

De Goederencorridor Oost en Zuid is een belangrijk onderdeel van de bestaande infrastructuur voor het transport van goederen, en is van groot belang voor de goederenstromen van de Nederlandse havens Rotterdam en Amsterdam naar het Duitse achterland. De corridor behelst een samenstel van diverse enkel-modale goederencorridors met een zekere onderlinge samenhang. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu onderzoekt de mogelijkheden om in het algemeen de kwaliteit van de corridor op een toekomstbestendige manier te verbeteren, de samenhang tussen de modaliteiten te versterken, en huidige en te verwachten toekomstige knelpunten in de corridor op duurzame en toekomstbestendige wijze op te lossen dan wel te voorkomen.

Dit rapport is de neerslag van een korte studie met het oogmerk een richtinggevende bijdrage te leveren met betrekking tot deze vraagstelling. De studie behelst drie onderdelen: (1) analyse van de huidige corridor, de samenstellende modaliteiten, en de samenhang daartussen; en van huidige en te verwachten toekomstige knelpunten; een en ander gerelateerd aan de verwachte ontwikkeling van goederenstromen; (2) het aandragen van een mix van kansrijke ideeën en potentiële oplossingen voor verbetering en versterking van de corridor als geheel, en van de samenhang tussen de modaliteiten; en (3) selectie van een pakket van de meest kansrijke ideeën en oplossingen, en het uitwerken van een plan om deze te implementeren.



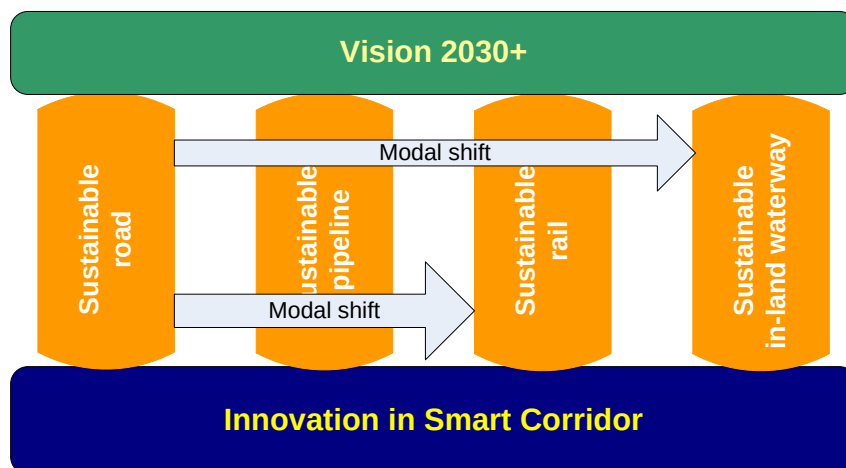
Figuur 1 - Logistiek en supply chain, concept en componenten [Dinalog 2014]

1.2 Toepassing van het concept synchromodaliteit

Kern van de beoogde aanpak is een systeembenadering van het complete oppervlaktevervoer van goederen via de modaliteiten weg, water en spoor. Dit wordt bereikt door toepassing van het concept synchromodaliteit voor de Goederencorridor Oost en Zuid.

Het concept synchromodaliteit gaat uit van een holistische benadering van het goederenvervoer die rekening houdt met alle beschikbare modaliteiten, nieuwe concepten in logistiek en transport, faciliterende componenten van de infrastructuur, technologie inclusief ICT (informatie- en communicatietechnologie), diensten, nieuwe beleidsinzichten en degelijk bestuur met inachtneming van regels, normen en waarden.

In het algemeen vereist synchromodaliteit de beschikbaarheid van diverse geschikte modaliteiten, en de mogelijkheid de verschillende modaliteiten op een flexibele manier in te zetten, alsmede flexibiliteit van inzet binnen een enkele modaliteit (bijv. door de mogelijkheid van verschillende vervoerders gebruik te maken).



Figuur 2 - Synchromodaliteit: systeembenadering van het complete transportsysteem

Deze studie richt zich met name op de uitdagingen voor de toepassing van synchromodaliteit vanuit de volgende gezichtspunten:

1. duurzaamheid van de transportmodaliteiten weg, water en spoor, met drie dimensies: economie, milieu en sociale aspecten (zie Figuur 3, volgende pagina);
2. modaliteitsverschuiving, inclusief overslagactiviteiten en benodigde wijziging van denkkaders.

Voorts wordt aandacht besteed aan de belangrijke relatie tussen de Nederlandse goederencorridors en de TEN-T goederencorridors, de wederzijdse beïnvloeding, de internationale samenwerking die in verband hiermee nodig is, en hoe die het beste vorm gegeven kan worden.

De sector logistiek is in hoge mate gefragmenteerd, en ontbeert in het algemeen een infrastructuur die gericht is op gezamenlijkheid en constructieve samenwerking. In de sector zijn onder meer de volgende logistieke actoren actief:

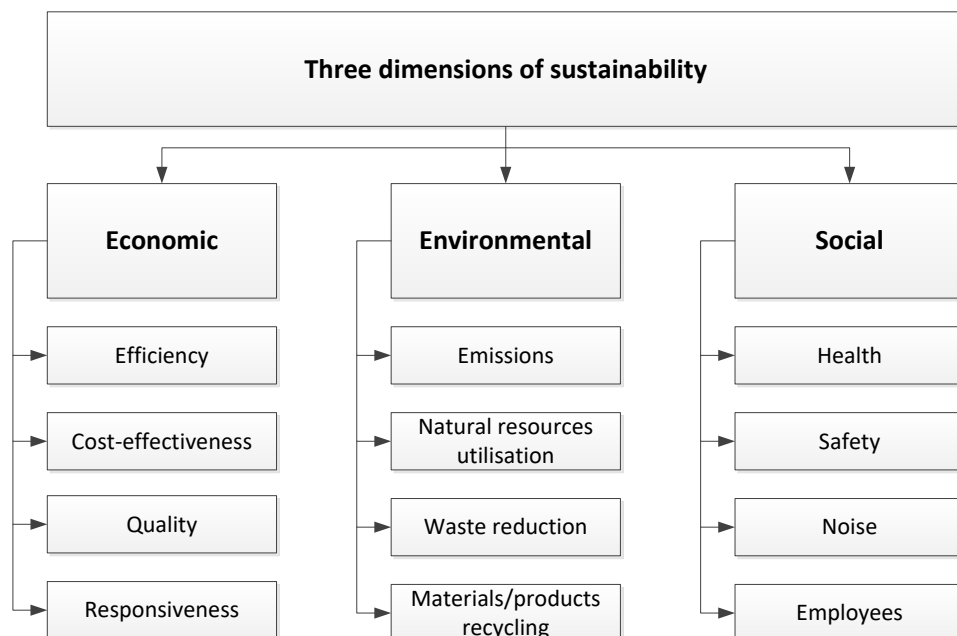
- expediteurs; waaronder producenten (grondstoffen, halffabricaten, eindproducten), han-

delsmaatschappijen en detailhandel;

- transportbedrijven en andere logistieke dienstverleners; met activiteiten als transport, opslag, overslag, voorraadbeheer, verpakking, expeditie, advies en geïntegreerde dienstverlening; en betreffende alle modaliteiten (spoor, binnenvaart, weg, zeevaart en luchtvaart);
- exploitanten van transportoverslagpunten (verladingsstations);
- beheerders en exploitanten van (fysieke) infrastructuur;
- ondersteunende dienstverlening (financieel; juridisch; ICT; producenten van machines, voertuigen en vaartuigen; bouwers van infrastructuur).

In de omgeving van de sector zijn de volgende actoren van belang, met invloed op de processen die zich afspelen:

- overheidsinstellingen, waaronder centrale overheid (wet- en regelgeving), douane, plaatselijke overheden (lokale regelgeving), reddingsdiensten;
- de academische wereld, met name universiteiten en onderzoeksinstituten (onderwijs en onderzoek).



Figuur 3 - De drie dimensies van duurzaamheid, uitgewerkt voor van duurzaam vrachtvervoer voor realisatie van een intelligente goederencorridor

Een economisch cluster of industriecoluster is een groep bedrijven die een zeker verband met elkaar hebben, vaak een bepaalde economische sector betreffend, en vaak gevestigd in een bepaald lokaal geografisch gebied. In een cluster zullen in het algemeen nauwer relaties bestaan met de overige actoren (overheid en academische wereld) in wat wel wordt genoemd de triple helix. Clustering kan bepaalde economische voordelen opleveren. In een logistiek cluster kunnen alle hiervoor genoemde actoren in diversiteit voorkomen. Een cluster kan horizontaal zijn (samenwerking op bepaalde terreinen waar een gemeenschappelijk belang bestaat) en verticaal (tussen bedrijven in een economische keten). Een *supply chain* (distributieketen) is een voorbeeld van een verticale cluster. De samenwerking in een cluster tussen industrie, overheid en academische wereld is cruciaal voor het ontplooiën van initiatieven en activiteiten

op het gebied van onderzoek en innovatie, die belangrijke bijdragen kunnen leveren aan de ontwikkeling van een duurzaam intelligent transportsysteem.

2 Onderzoek oplossingsrichtingen

2.1 MIRT onderzoeken

In het kader van het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT), worden onderzoeken gedaan en activiteiten ontplooid om voor de beide goederenvervoercorridors Oost en Zuid plannen van aanpak op te stellen om de corridors naar een topniveau te brengen. Elk van de beide onderzoeken kent de volgende opeenvolgende fasen: (1) Grondige probleemanalyse; (2) Onderzoek oplossingsrichtingen; en (3) Afspraken over vervolgtraject.

De fase 1 (Grondige probleemanalyse) heft als onderdelen: (i) Opstellen ontwikkelrichting; (ii) Analyse logistieke ketens; (iii) Uitdiepen onderwerpen van belang. Dit rapport behelst de resultaten van een studie betreffende fase 2, met als onderdelen: (iv) Strategisch kader; en (v) Opstellen/uitwerken actieplan. Hoewel deze fase in de planning na fase 1 plaatsvindt, en zich mede op het rapport van fase 1 zou moeten baseren, is dat rapport helaas nog niet beschikbaar.

2.2 Opzet van de studie

Dit rapport doet verslag van de resultaten van een studie betreffende in de vorige sectie genoemde fase 2, "Onderzoek oplossingsrichtingen", en houdt onder meer in het opstellen van een strategisch kader en van een actieplan voor ontwikkeling en implementatie. Voor de onderhavige studie zijn zeven onderzoeksvragen met betrekking tot de goederenvervoercorridors geformuleerd. Deze betreffen de knelpunten van de corridor, en de gerelateerde uitdagingen, vanuit het gezichtspunt van het transportsysteem en de verschillende modaliteiten als één geheel. Met name zal aandacht besteed worden aan de gevoeligheid en kwetsbaarheid voor onverwachte en toevallige versturende gebeurtenissen.

De huidige infrastructuur is goed, solide en van hoge kwaliteit. Desondanks zijn verbeteringen mogelijk en nodig. In verband met verwacht toekomstige goederenstromen is een aanzienlijke uitbreiding van de capaciteit van vrachtvervoer in de corridor nodig. Een uitdaging is deze te realiseren zonder de noodzaak van aanzienlijk uitbreiding van de fysiek infrastructuur zelf. Dit betekent dat de capaciteit verhoogd moet worden door de infrastructuur en daarmee de corridor op een efficiënte en rendabele manier slimmer te maken.

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten en antwoorden met betrekking tot de zeven onderzoeksvragen. De beantwoording van de onderzoeksvragen geschiedt vanuit de volgende drie invalshoeken:

1. de corridor als systeem, en als netwerk van verbindingen (*links*) voor multimodaal transport en knooppunten (*nodes*) voor overslag tussen modaliteiten; en met als belangrijke kenmerken: betrouwbaarheid; aantal en aard van de verbindingen en het vermogen om te gaan met verstoringen; en toegankelijkheid
2. logistieke actors en gebruikers;
3. factoren die de duurzaamheid van de huidige transportsystemen (weg, spoor, water) beïnvloeden, met drie dimensies: economie, milieu en sociale aspecten.

De voor deze studie gebruikte methode heeft de volgende elementen:

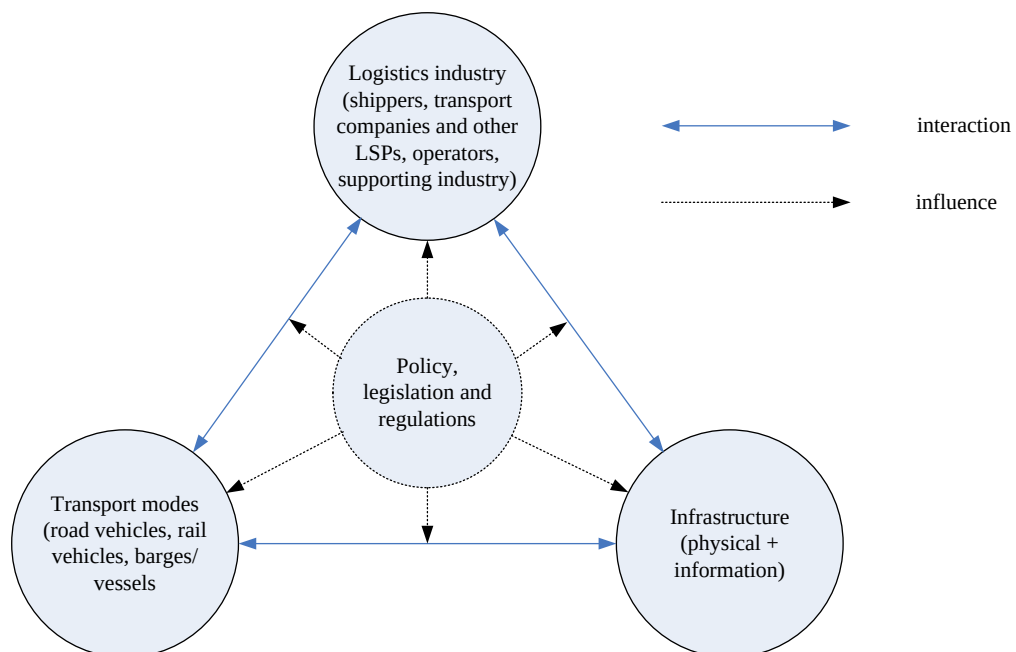
1. snelle en korte probleemanalyse (*quick scan*), inclusief een analyse van de resultaten van de andere groep experts, die ook onderzoek doet met betrekking tot fase 2;
2. literatuuronderzoek en meta-analyse betreffende maatregelen voor meer duurzaam transport in de modaliteiten weg, water en spoor;
3. interviews met een selectie van relevante experts binnen elk van de drie modaliteiten, en op het gebied van multimodaal transport;
4. opstellen van het rapport.

2.3 De componenten van transportsystemen

Transportsystemen bestaan uit de volgende vier hoofdcomponenten (zie Figuur 4):

- infrastructuur
- transportmodaliteiten
- logistieke industrie
- overheid, beleid, wet- en regelgeving

De infrastructuur maakt transport in de verschillende modaliteiten, alsmede overslag tussen de modaliteiten mogelijk. De logistieke industrie gebruikt verschillende infrastructuurcomponenten om goederen te transporteren en zo waarde toe te voegen. De informatie-infrastructuur maakt planning mogelijk, alsmede afstemming tussen verschillende modaliteiten. De overheid schept door beleid en wet- en regelgeving een kader waarin de logistieke processen kunnen plaatsvinden, en is mede in hoge mate verantwoordelijk voor het creëren en onderhouden van de fysieke infrastructuur.



Figuur 4 - Overzicht van de vier hoofdcomponenten van transportsystemen en de relaties tussen deze componenten.

2.4 Uitwerking van de zeven onderzoeksvragen

2.4.1 De belangrijkste uitdagingen en knelpunten

De belangrijkste uitdagingen en knelpunten voor de goederenvervoercorridors Oost en Zuid zijn de volgende:

- de fysieke infrastructuur heft voor elke modaliteit een bepaalde capaciteit die niet gemakkelijk, niet snel en niet ongelimiteerd uitgebreid kan worden door beperkende randvoorwaarden, zoals beperkte ruimte, aanwezige natuurwaarden, noodzaak van energiebesparing, de factor tijd en de noodzakelijke investeringen;
- bovendien, als de beschikbare infrastructuurcapaciteit toeneemt, zal de vraag naar capaciteit ook sneller kunnen gaan toenemen; het is derhalve nodig, maar tevens een uitdaging een evenwicht tussen vraag en aanbod te bewerkstelligen;
- delen van het wegennetwerk zijn soms zwaar overbelast, wat gepaard gaat negatieve effecten op het milieu (uitstoot, geluidsoverlast), doelmatigheid (files), veiligheid en beveiliging;
- binnenwateren en spoor hebben nog steeds een overcapaciteit; echter, verschuiving tussen modaliteiten (modal shift) kent nog steeds vele hindernissen, zoals gedrag, instelling en opvattingen van actoren, de noodzaak voor overslag, en operationele geschiktheid en flexibiliteit van de transportsystemen. Deze factoren belemmeren het pad naar een ten volle ontwikkeld synchromodaal transport;
- behalve op de corridorverbindingen, kunnen knelpunten zich ook voordoen op de knooppunten (havens en steden), bijv. als de omstandigheden veranderen door beperkte capaciteit van de infrastructuur, een toename van de vraag, ondoelmatige beheersprocessen (gebrek aan uitwisseling van gegevens, ontbreken van een zogenaamde *single-window*-optie voor formulieren), extreme weersomstandigheden, ongelukken, en kwetsbaarheid van de infrastructuur voor onregelende omstandigheden of rampen.

2.4.2 Specifieke behoeften en vereisten voor een intelligente goederencorridor

De nationale ambitie is dat Nederland zijn leidende logistieke rol in de wereld behoudt. De omvang van het goederenvervoer zal de komende decennia stijgen. Het document "Plan van Aanpak MIRT onderzoek goederenvervoercorridor Oost" schrijft als volgt over de verwachte groei:

"De verwachting is dat met de ingebruikname van Maasvlakte 2, de komende decennia het goederenvervoer verder zal stijgen. De groei zal zich met name manifesteren in het containervervoer.

De mate waarin deze groei plaatsvindt is afhankelijk van de verschillende scenario's die worden gehanteerd voor de economische groei. De prognoses voor 2040 lopen uiteen van een groei van 110 miljoen ton tot 400 miljoen ton.

Wat betreft de modal split laten de WLO-scenario's vrijwel geen verschuiving zien ten opzichte van 2010. De scenario's van het Havenbedrijf Rotterdam gaan in lijn met hun ambitie in de Havenvisie 2030 uit van een grote verschuiving. In 2040 wordt gestreefd naar een aandeel binnenvaart van 42%, aandeel spoor 22% en aandeel weg 36%."

De belangrijkste uitdagingen betreffen: (1) het vergroten van de duurzaamheid van de corridors vanuit milieutechnische, economische en sociale gezichtspunten; en (2) en hoe dit op doelmatige en rendabele manier te bewerkstellingen, rekening houdend met beperkingen be-

treffende financiën, ruimte, middelen en tijd, en respectievelijk voor de korte termijn (2016), de middellange termijn (2020) en de lange termijn (2030).

De specifieke behoeften en vereisten voor een intelligente goederencorridor kunnen als volgt geformuleerd worden:

- alle betreffende modaliteiten (weg, spoor, binnenvaart), inclusief toegepaste voertuigtechnologieën, moeten duurzaam zijn, en belemmeringen voor modaliteitsverschuiving (*modal shift*) moeten worden verwijderd;
- zowel de fysieke als de informatie-infrastructuur moeten van goede kwaliteit zijn om aan de eisen van het goederenvervoer te voldoen;
- zorgvuldig beheer door de logistieke actoren;
- een intelligent transportnetwerk, d.w.z. een netwerk met intelligente knooppunten (overslagpunten zoals havens en stedelijke gebieden) en intelligente verbindingen tussen de knooppunten.

Met name zal geavanceerde voertuigtechnologieën en een intelligent transportnetwerk zullen intelligente corridors mogelijk maken. Daarbij spelen de drie dimensies van duurzaamheid, milieuaspecten, economische aspecten en sociale aspecten, en hun sub-dimensies, een grote rol:

- milieu: beperking emissies en geluidsoverlast, verantwoordelijkheid
- economisch: capaciteit, efficiëntie, concurrentievermogen, effectiviteit, kosten en baten, winstgevendheid
- sociaal: veiligheid, beveiliging, gezondheid (gevaarlijke stoffen)

Voor beleidsmakers (overheid) is duurzaamheid een belangrijke doelstelling. Duurzaamheid kan echter alleen bereikt worden als alle actoren hetzelfde belang en hetzelfde doel hebben en bereid zijn om samen te werken. Hoewel grote spelers in de logistieke sector (met name de verladers voor B2C) zich soms afficheren als milieuvriendelijk om hun klanten tevreden te stemmen, is de sector als geheel conservatief, niet erg geneigd tot veranderingen, en volhardend in routinematig werk. Er is weinig neiging tot samenwerking, en een hoge mate van fragmentatie. De meeste actoren (bijv. transportbedrijven) zijn voornamelijk gericht op het verlagen van de kosten. De aanbieders van IT oplossingen voor de sector zijn vaak aanbodgestuurd (een oplossing voor alle problemen) en niet vraaggestuurd op basis van een goed inzicht in de logistieke sector, en begrip van de specifieke behoeften ter zake.

2.4.3 Oorzaken beperkte realisatie en toepassing synchromodaal transport

De kerngedachte van het concept synchromodaliteit is het op een flexibele manier inzetten van alternatieve vervoerswijzen (modaliteiten), afhankelijk van tijdelijke omstandigheden en van specifieke kenmerken van de betreffende distributieketen (*supply chain*). De doelstellingen van synchromodaliteit zijn drieledig:

1. het in stand houden van een doelmatig transportnetwerk, dat de groeiende vraag naar vervoerscapaciteit van verladers kan absorberen, zowel in het heden als in de toekomst;
2. duurzaamheid als een doorslaggevende parameter voor beslissingen, zodat economische groei en reductie van CO₂-emissies hand in hand kunnen gaan in een verregaand verduurzaamd transportnetwerk;
3. een goed gebruik van de fysieke en digitale infrastructuur om optimale kwaliteit en betrouwbaarheid te bereiken.

Synchromodaliteit is een relatief nieuw begrip dat zo'n vijf jaar geleden in Nederland bedacht is. Er zijn verschillende definities in omloop. De volgende definitie is (in vertaling) van het "Platform Synchromodality": "Synchromodaliteit is het op optimale wijze flexibel en duurzaam inzetten van verschillende transportmodaliteiten in een netwerk onder regie van een logistieke dienstverlener waardoor aan de klant (expediteur of verlader) een geïntegreerde oplossing wordt geboden voor zijn binnenlands transport." Synchromodaliteit is intermodaal goederenvervoer waarbij meer aandacht wordt besteedt aan een flexibele inzet van de modaliteiten, en aan optimale benutting van aanwezige capaciteit. Daarbij kan het voorkomen dat voor een bepaalde zelfde transportbehoefte per keer een andere modale mix wordt ingezet. Andere elementen zijn bundeling van zendingen en een betere benutting van retourcapaciteit. Een en ander mogelijk gemaakt door een andere organisatie en verlegging van verantwoordelijkheid, een goede planning en een geschikte en innovatieve digitale infrastructuur. Daarnaast vereist deze aanpak vaak ook een verandering van mentaliteit bij expediteurs en verladers. Synchromodaliteit is dus in de kern intermodaal goederenvervoer waarbij door voortschrijdend inzicht en technische ontwikkeling een betere benutting van intermodaliteit en daardoor van capaciteit mogelijk wordt. De verbetering van de duurzaamheid is vooral gelegen de betere benutting van de capaciteit (minder verspilling).

Voor het feit dat synchromodaal transport in Nederland nog maar op beperkte schaal wordt toegepast en derhalve niet volledig gerealiseerd is, kunnen de volgende oorzaken genoemd worden:

- voor elk van de drie modaliteiten is de fysieke infrastructuur in Nederland goed; elk van de modaliteiten heeft van nature bepaalde voor- en nadelen, maar door het hoge kwaliteitsniveau van elk der modaliteiten is er geringe neiging om van bestaande patronen af te wijken, en van modaliteit te wisselen of om modaliteiten flexibel in te zetten (al naar gelang de omstandigheden);
- het is tot dusverre onmogelijk gebleken een geschikt bedrijfsmodel (*business model*) voor synchromodaliteit te ontwikkelen waarover in de sector overeenstemming bestaat en dat op algemene aanvaarding en invoering kan rekenen;
- actoren in de sector hebben vaak onvoldoende inzicht in het concept van synchromodaliteit;
- in de verschillende disciplines van de distributieketen zijn er onvoldoende actoren die willen deelnemen aan de invoering van het concept;
- een mentaliteitsverandering is een essentiële voorwaarde voor het realiseren van synchromodaliteit; deze is echter zeer moeilijk te bewerkstelligen, zeker op de korte termijn;
- belangrijke partners moeten het initiatief nemen, maar worden vaak geconfronteerd met hindernissen, zoals het ontbreken van een goede systematische aanpak, en onvoldoende ondersteuning bij samenwerking en financiering.

In het licht van deze oorzaken kunnen een aantal innovatieve stappen gezet worden die introductie van het concept synchromodaliteit op grotere schaal en met betrokkenheid van meer actoren zouden kunnen bevorderen. Deze zijn als volgt:

- het vaststellen welke markten voor goederenvervoer het meest geschikt zijn voor toepassing van het concept van synchromodaliteit, op basis van parameters als vervoersafstand, waarde van de vervoerde goederen, de mate van homogeniteit en de dichtheid van de goederenstromen, en de wijze van verpakking;
- het bevorderen van de invoering, beoordeling en evaluatie van een synchromodaal transportsysteem op basis van een geavanceerde informatie-infrastructuur en een uitgekiend datamodel, voor het optimaliseren van de logistieke infrastructuur en de distributieketen als geheel;

- het samenbrengen en doen samenwerken van bedrijven om procedures te ontwikkelen voor een doelmatig systeem voor het optimaal organiseren van retourladingen als onderdeel van synchromodaal vervoer;
- het onderzoeken van de maatschappelijke kosten en baten van een synchromodale visie op vrachtvervoer, en van de invoering van een vorm van intermodaal transport waarbij de modaliteiten naadloos op elkaar aansluiten, en waarbij volledige keuzevrijheid bestaat betreffende modaliteiten of combinaties daarvan;
- het ontwikkelen van instrumenten om barrières te overwinnen, zoals concepten, diensten, fysieke infrastructuur, technologieën, wetgeving, en methoden voor beheer en bestuur.

2.4.4 Instrumenten om de duurzaamheid van de modaliteiten te verbeteren

Het begrip duurzaamheid in het kader van deze studie betreft vooral beperking van het gebruik van fossiele brandstoffen en de daarmee gepaard gaande beperking van de uitstoot van kooldioxide, beperking van de uitstoot van andere schadelijke stoffen, beperking van geluidsoverlast, beperking van ruimtelijk beslag, en vergroting van de veiligheid, een en ander in samenhang met toename van de bedrijvigheid en de economische betekenis van het goederenvervoer. Het is van belang om vast te stellen dat het begrip duurzaamheid in verband met goederenvervoer en synchromodaliteit twee aspecten kent. Enerzijds kan elk van de modaliteiten op zich duurzamer worden. Anderzijds kan synchromodaliteit extra duurzaamheid toevoegen door een betere benutting van de bestaande capaciteit.

Voor het verbeteren van de duurzaamheid staan de volgende instrumenten ter beschikking:

- beleid, en wet- en regelgeving;
- verandering van gedrag en mentaliteit in de logistieke sector, van zowel actoren als eindgebruikers;
- toepassing van nieuwe en geavanceerde ICT-technologie op voertuigen, treinen en vaartuigen (ITS, inclusief 5G);

Voor meer details wordt verwezen naar hoofdstuk 4 - Kansrijke oplossingsrichtingen.

2.4.5 De meest geschikte technische en niet-technische maatregelen

2.4.5.1 De meest geschikte technische oplossingen

ITS op basis van ICT is als technologie in specifieke varianten voor alle modaliteiten beschikbaar. Op de korte termijn kan voor weg, spoor en binnenvaart aan de volgende maatregelen gedacht worden.

Intelligente transportsystemen (ITS) is een term die internationaal gebruikt wordt als collectief begrip voor allerlei apparatuur en systemen op basis van ICT (informatie- en communicatietechnologie) voor toepassing in voertuigen en de transportinfrastructuur, teneinde het vervoer veiliger, comfortabeler, doelmatiger, milieuvriendelijker, toegankelijker, homogener en betrouwbaarder te maken. De ontwikkeling en inzet van ITS beslaat inmiddels al ruim drie decennia. De basistechnologieën in het ITS-domein zijn positionering (zowel absoluut als relatief, en gebruik makend van allerlei sensoren), informatieverwerking, en telecommunicatie. Verschillende opties kunnen op diverse manieren gecombineerd voor het realiseren van autonome voertuigsystemen en coöperatieve systemen. In de laatste categorie vindt communicatie op systeemniveau plaats tussen voertuigen onderling en/of tussen voertuigen en de infrastructuur.

tuur. Hoewel in eerste instantie vooral tot ontwikkeling gekomen voor het wegvervoer van personen, wordt ITS inmiddels toegepast op alle transport modaliteiten (weg, spoor, water en lucht), en zowel in vervoer van personen (mobiliteit) als in vervoer van goederen (logistiek).

In de afgelopen jaren is er door de snelle technologische ontwikkelingen een enorme toename te zien van de beschikbaarheid en het gebruik van mobiele elektronische apparaten, en van de dekking en snelheid van de netwerken voor mobiele communicatie. Nieuwe communicatie- en detectietechnieken zijn tot ontwikkeling gekomen, en coöperatieve voertuigen, op basis van ad-hoc lokale mobiele verbindingen, en geautomatiseerd transport staan aan de vooravond van toepassing op uitgebreide schaal. Voorbeelden van enkele voor dit rapport relevante huidige toepassingen zijn: goederenvolgsystemen (*tracking and tracing*), telematica, informatie-uitwisseling tussen de logistieke spelers, en documentautomatisering in het beheer van de distributieketen (*e-freight, e-maritime*). De functionaliteit en brede inzetbaarheid van deze toepassingen kan nog aanzienlijk verbeterd en uitgebreid worden.

Betreffende het vervoer op de weg is er voor de middellange termijn een duidelijke trend dat coöperatieve systemen op basis van communicatie met de infrastructuur een belangrijke rol in het verkeer, en dus in het goederenvervoer zullen hebben. IEEE 802.11p vormt de basis voor de Europese ITS-G5 standaard, die het GeoNetworking protocol ondersteunt voor communicatie tussen voertuigen onderling, en tussen voertuigen en de infrastructuur. De betreffende techniek is inmiddels uitontwikkeld en beschikbaar om op grote schaal ingezet te worden. Recente door de EU gesubsidieerde onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten (bijv. ecoMOVE, Compass4D, DriveC2X) hebben overtuigend aangetoond dat coöperatieve systemen zullen bijdragen aan het verbeteren van de doelmatigheid van het verkeer (door verminderen van files en schokgolfachtige verstoringen in de verkeersstroom), het verminderen van emissies en geluidshinder, en het verbeteren van de verkeersveiligheid (door een beter besef van en inzicht in de omgevingssituatie tijdens het rijden, waardoor gevaarlijke situaties en ongelukken beter voorkomen kunnen worden). Nederland zou het eerste land kunnen zijn dat coöperatieve systemen toepast op de belangrijke verkeerscorridors, en zou op die wijze geschiedenis kunnen schrijven. De overheid zou nog een stap verder kunnen gaan door in situaties waarin dat wenselijk is actieve controle en regulering van de verkeersstroom toe te passen, bijvoorbeeld door actieve begrenzing van de snelheid van voertuigen op een bepaald weggedeelte.

Daarnaast zouden infrastructuur-gebonden VMS-systemen (*variable message signs*) vervangen kunnen worden door informatiesystemen in het voertuig. VMS-systemen hebben drie belangrijke elementen: informatie-inwinning door lussen in het wegdek, informatie verwerking aan de wegkant, en presentatie van het resultaat op matrixborden. Het laatste betreft veelal het geven van een snelheidsbeperking, en waarschuwing door middel van knipperlichten. Inwinning door de lussen kan vervangen worden door het vergaren van informatie (posities en snelheden) op basis van de coöperatieve communicatie. De informatieverwerking dient, net als bij VMS, lokaal aan de wegkant te gebeuren. De resulterende informatiestroom kan via de coöperatieve communicatie aan de voertuigen aangeboden worden, en door het informatiesysteem in het voertuig gepresenteerd worden. Deze aanpak breidt de dekking uit (toepasbaar op alle wegen waar voldoende verkeer is voor een adequate inwinning), en verhoogt de granulariteit (zowel van de longitudinale dekking als van de te geven snelheidsadviezen of snelheidsbeperkingen). Bovendien maakt deze aanpak het mogelijk voertuigen onder alle omstandigheden te houden aan de toegestane maximale snelheden. Een en ander vereist uiteraard aanpassing van de wet- en regelgeving. De al verplichte digitale tachograaf kan met deze technologie geïntegreerd worden, en kan mogelijk uitgebouwd worden tot het platform voor coöperatieve informatie voor het vrachtverkeer op de weg.

Voor het vervoer per spoor zijn met name de volgende technologieën relevant:

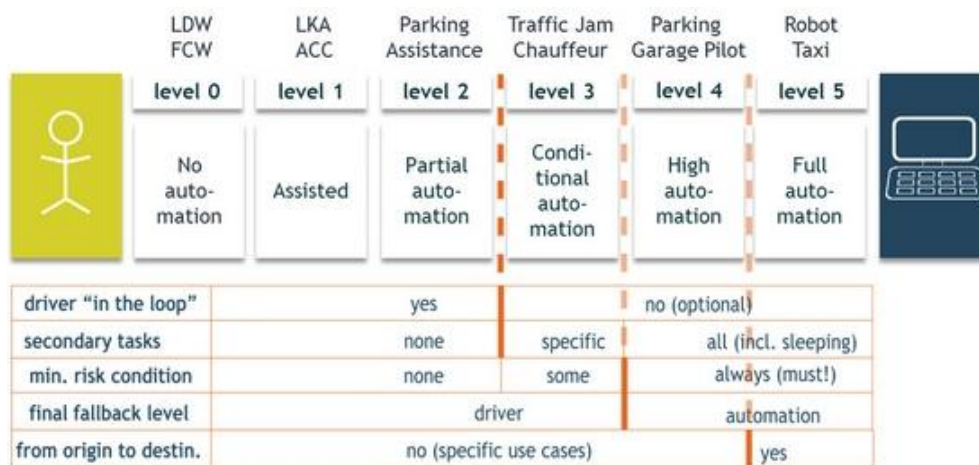
- systemen voor management van treinverkeer en aansturing van afzonderlijke treinen
- automatische toezicht op en onderhoud van het spoornetwerk
- verbeterde afhandeling van noodsituaties
- veiligheid en beveiliging
- ondersteuningssystemen voor de machinist (driver assistance systems), bijv. dynamisch snelheidsadvies

Voor de binnenvaart zijn met name de volgende technologieën relevant:

- systemen voor informatie-uitwisseling
- veiligheid en beveiliging
- verbeterde afhandeling van noodsituaties, en verbeterde reactie van het systeem op verstoringen
- ondersteuningssystemen voor de schipper (bijv. verbeterde navigatie-informatie)

Naast ITS toepassingen zijn verbetering van de efficiëntie van motoren en het gebruik van duurzame brandstoffen ook belangrijke technische oplossingen voor de korte termijn.

Voor de lange termijn is de trend voor alle (oppervlaktegebonden) modaliteiten (weg, spoor en binnenvaart) geautomatiseerd transport. Aan deze ontwikkeling zal ITS in belangrijke mate bijdragen.



Source: SAE document J3016, "Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Automated Motor Vehicles", issued 2014-01-16, see also http://standards.sae.org/j3016_201401/

Figuur 5 - De vijf niveaus van geautomatiseerd rijden. Bron: [SAE, 2014].

Voor wegtransport zijn niveaus van automatisering gedefinieerd door SAE [SAE, 2014], zie ook de bovenstaande Figuur 5. De huidige toepassingen bevinden zich voornamelijk op de niveaus 1 en 2. Toepassingen op niveau 3 (waaronder platooning) kunnen op middellange termijn voldoende ontwikkeld zijn voor grootschalige introductie. Echter, de noodzakelijke oplossing van juridische en sociale aspecten kan veel tijd nemen. Toepassingen op de niveaus 4 en 5 zouden in eerste instantie toepast (en uitgeprobeerd) kunnen worden op landelijke wegen, afgesloten wegen of speciale rijstroken, zonder gemengd verkeer.

Automatisering van het spoorvervoer is al ten dele gerealiseerd. Echter, volledig geautomatiseerd spoorvervoer vereist zeer geavanceerde beheers- en controlesystemen voor het spoorvervoer in het gehele netwerk die gepaard gaan met grote investeringen. Het spoor wordt voornamelijk gebruikt voor transport over langer afstanden. In verband met de complexiteit van het huidige spoornetwerk is de verwachting dat volledig geautomatiseerd spoorvervoer pas op de lange termijn mogelijk zal zijn.

Automatisering van de binnenvaart is een nog grotere uitdaging dan die van het spoor. Daarvoor zijn dynamische informatie over omstandigheden en waterdieptes vereist, alsmede automatische besturings- en controlesystemen voor vaartuigen.

2.4.5.2 *De meest geschikte niet-technische oplossingen*

Geschikte algemene niet-technische maatregelen vallen in de volgende categorieën:

- beleid en wet- en regelgeving
- onderwijs en opleiding
- niet-technische optimalisatie van het transportnetwerk.

Voor goederenvervoer over de weg zijn de volgende maatregelen essentieel:

- goede kwaliteit van de weginfrastructuur
- het vermijden van oponthoud bij kruispunten
- een juist gebruik van voertuigen (rijopleiding, telematica, snelheidsbeperking, onderhoud)

Voor goederenvervoer over het spoor zijn de volgende maatregelen essentieel:

- elektrische tractie en doelmatig energiegebruik
- veiligheid en beveiliging
- beperken van het risico op systeemverstoringen, en snelle systeemrespons op verstoringen

Voor goederenvervoer per binnenvaart zijn de volgende maatregelen essentieel:

- groene schepen
- wetgeving
- veiligheid en beveiliging
- beperken van het risico op systeemverstoringen, en snelle systeemrespons op verstoringen

2.4.6 *Potentiële effecten duurzame infrastructuur en modaliteitsverschuiving*

Synchromodaliteit kan op de lange termijn een substantiële bijdrage leveren aan het verbeteren van de duurzaamheid van het goederenvervoer: tot 40% besparing op het energiegebruik (voor het goederenvervoer over langere afstand), 25% reductie van de koolstofuitstoot door het gebruik van duurzame biobrandstoffen, 5% reductie van de koolstofuitstoot door het gebruik van elektrische voertuigen, 50% toename van de betrouwbaarheid van de vervoerstijdsduren, 60% reductie van het aantal ernstige ongevallen (met doden en gewonden), en 70% reductie van de verliezen ten gevolge van diefstal en schade (bron: {ERTRAC}).

In kwalitatief opzicht kunnen de volgende effecten van synchromodaal vervoer gesignaleerd worden:

- verbeterde mobiliteitsprestaties in het gehele netwerk door afname van de benodigde tijd en inspanning voor de overslag van goederen in de knooppunten, en door verbeterd gemeenschappelijk gebruik van de infrastructuur en het delen van capaciteit
- verdere harmonisatie en toegankelijkheid van producten, processen en diensten voor het vervoer van vracht, en daardoor verbeterde keuzemogelijkheden voor de transportgebruiker en het ontstaan van een gelijk speelveld tussen de transportmodaliteiten; dit zal leiden een betere benutting van de capaciteit van het beschikbare vervoersnetwerk en toenemende concurrentie tussen de modaliteiten
- kansen voor geïntegreerd, trans-Europees transportmanagement
- toename van de concurrentie tussen de modaliteiten door het verlenen van meer verschillende transportopties aan klanten, en het verschaffen van grotere flexibiliteit aan klanten om hun keuzes tussen opties te maken en (op korte termijn) bij te stellen
- bijdrage tot optimale investeringsbeslissingen betreffende transportinfrastructuur met het oog op het feit dat moderne terminalinfrastructuur enorme investeringen vergt en vaak behoort tot de grootste structuren ooit gebouwd
- bijdrage aan het optimaliseren van het energiegebruik in het vervoer in alle modaliteiten
- verbetering van de toegankelijkheid, het potentieel voor ruimtelijke ontwikkeling potentieel van de regio's, en de sociale betrokkenheid
- verhoogde beschikbaarheid van de infrastructuur, en dientengevolge verbeterde productiviteit van het vervoer
- bijdrage aan substantiële verlaging van het aantal ongevallen met doden en zwaargewonden onder wegwerkers en gebruikers van de infrastructuur
- verbeterde gebruikerservaring door betere informatie, minder verstoring en daarmee gepaard gaande congestie, door optimale planning van de noodzakelijke ingrepen
- betere marktkansen voor de bouwsector, zowel op Europese als op mondiale schaal
- aanzienlijke verbetering van de doelmatigheid van het gebruik van hulpbronnen door meer hergebruik en de verbetering van de gebruiksmogelijkheden van onderdelen en materialen
- minder negatieve milieueffecten door verminderde congestie ten gevolge van adequate sturing en regeling
- vermindering van het energieverbruik en de daarmee gepaard gaande CO₂-uitstoot ten gevolge van de bouw van infrastructuur en van de vervoersactiviteiten

2.4.7 Vereisten voor nationale en internationale samenwerking

Tabel 1 op de volgende pagina geeft een overzicht van de omvang van goederenstromen naar, vanuit en in Nederland voor het jaar 2013, alsmede de wijziging ten opzichte van 2004 (bron: [KiM 2013]).

Een grote hoeveelheid goederen wordt dagelijks vervoerd vanuit Rotterdam via de twee corridors naar Duitsland, en vanuit Duitsland naar Rotterdam. Het volume van die goederenstroom blijft groeien. Deze goederenstromen gaan voor een groot gedeelte over de weg, en betekenen daardoor een grote belasting van het wegennetwerk in de twee corridors. De benutting van het spoornetwerk is daarentegen ver beneden de verwachting en de beschikbare capaciteit. De binnenvaartcapaciteit wordt redelijk goed benut, als is er nog voldoende onbenutte capaciteit op de twee corridors voorhanden. Bron: [Eurostat].

Voor de spoorwegsector is het van belang concurrerender te worden door verbetering van de duurzaamheid (op het punt van bijvoorbeeld transportkosten, transportdoorlooptijden, veiligheid en beveiliging), betrouwbaarheid en flexibiliteit. Een belangrijke reden voor de onderbenutting van de spoorcapaciteit is dat het spoor veelal vooral wordt gezien als een optie voor

vervoer op de lange afstand, dus met name grensoverschrijdend vervoer. De kwaliteit van de infrastructuur en de dienstverlening is in Duitsland zijn beduidend minder dan in Nederland. Dit gegeven kan een belangrijke belemmering zijn voor het gebruik van spoor voor grensoverschrijdende transporten. Bovendien vereist grensoverschrijdend gebruik van het spoor een goede internationale samenwerking, en is het van belang systeembarières te slechten. Daarnaast is de infrastructuur voor zowel wegtransport als binnenvaart ook goed en van hoge kwaliteit.

categorie	hoeveelheid 2013 (10⁶ ton)	wijziging t.o.v. 2004
invoer via zee en lucht	407	+ 16%
uitvoer via zee en lucht	174	+ 54%
invoer via land	159	– 9%
uitvoer via land	340	– 1%
binnenlands vervoer	524	– 9%
doorvoer	98	+ 23%

Tabel 1 - Overzicht van de omvang van goederenstromen naar, vanuit en in Nederland voor het jaar 2013, alsmede de wijziging ten opzichte van 2004 (bron: [KiM 2013])

Een goed gebruik van ICT wordt gezien als de belangrijkste maatregel om de capaciteit en duurzaamheid van alle modaliteiten te vergroten. De invoering van ICT vereist een hoge mate van samenwerking tussen nationale overheden, bijvoorbeeld voor het gebruik van C-ITS voor verkeersmanagement en -regulering, informatie-uitwisseling, en het vergroten van de veerkracht van het systeem voor verstoringen.

Voor het realiseren van een volwaardig synchronodaal transportsysteem, met de mogelijkheid op elk moment te kiezen tussen verschillende transportmodaliteiten, op basis van actuele informatie en voorwaarden, is goede nationale en internationale samenwerking een absolute vereiste. Samenwerking tussen nationale overheden dient stap voor stap verbeterd en uitgebouwd te worden: eerst met Duitsland en België, en vervolgens met andere landen binnen en buiten Europa.

De belangrijkste rol van de overheid is het faciliteren van de betrokkenheid van de industrie in deze systeemaanpassing, waarvoor nieuwe bedrijfsmodellen (*business models*) ontwikkeld moeten worden, maar die ook volop nieuwe kansen en mogelijkheden kan creëren. De overheid zou meer moeten doen om, door middel van beleid en wet- en regelgeving, belemmeringen weg te nemen. Single-window documentbehandeling moet eerst op nationaal en vervolgens op Europees niveau ingevoerd worden. Er dient een methodiek ontwikkeld te worden die zowel de overheid als de logistieke industrie in staat stelt om succesvolle werkwijzen op te merken, als richtlijn te beschrijven en vervolgens te implementeren in de dagelijkse gang van zaken (*best practices*).

Nationale en internationale samenwerking zal de uitwisseling en het delen van informatie bevorderen. Analyse en gebruik van grote hoeveelheden data (big data) is niet van heel groot

belang, hoewel veel vervoersdata beschikbaar zijn en gebruikt kunnen worden. Van meer belang is dat de gebruiker op het juiste moment de juiste informatie heeft, en dat deze informatie betrouwbaar en van goede kwaliteit is. Echter, in de praktijk zijn betrouwbaarheid en kwaliteit van de beschikbare informatie vaak slecht. Daarnaast ontbreekt het vaak aan voldoende kennis en logistiek inzichten, terwijl technische oplossingen slechts dan effectief kunnen zijn als ze op de goede wijze worden toegepast op basis van een goed begrip en inzicht betreffende het bedrijfsmodel.

Op de middellange termijn kan een infrastructuur voor synchromodaal transport in de corridors door de volgende punten worden gerealiseerd:

- optimalisatie van de beschikbaarheid en de capaciteit van de vervoersinfrastructuur, en van de interconnectiviteit tussen de modaliteiten
- verbetering van de duurzaamheid van alle modaliteiten (op het punt van bijv. veiligheid, beveiliging, milieuaspecten, ruimtelijke kwaliteit, maatschappelijke aspecten, en betaalbaarheid)
- volkomen uitwisseling en deling van benodigde informatie
- een goede interoperabiliteit van alle componenten van het systeem

3 Kansrijke oplossingsrichtingen

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden, voor de modaliteiten weg, spoor en binnenvaart, de contouren geschetst van een strategisch raamwerk voor het concept slimme corridors, voor toepassing op de vervoerscorridors Oost en Zuid. Uitgangspunt voor dit raamwerk is duurzaamheid, op het punt van onder meer doelmatigheid, rentabiliteit, veiligheid en beveiliging en veiligheid. Elke afzonderlijke modaliteit dient duurzaam opgezet te zijn, en daarnaast dient ook het samenspel van de modaliteiten duurzaam te zijn, en dienen de faciliteiten voor activiteit modaliteitsverschuiving (*modal shift*) zodanig te zijn uitgevoerd dat ook op dit vlak duurzaamheid versterkt wordt. Voor een en ander is een geschikte fysieke en informatie-infrastructuur nodig, die op operationeel niveau praktisch, hanteerbaar en inzichtelijk is uitgevoerd. Daarbij moeten de organisatie die verantwoordelijk zijn voor het besturen en beheren van de corridors reactief, doelmatig en doeltreffend zijn.

Om een en ander te bewerkstelligen worden in dit rapport een aantal baanbrekende innovaties voorgesteld voor de duurzaamheid van de modaliteiten weg, spoor en binnenvaart, alsmede voor faciliteiten voor verschuiving tussen elk der drie modaliteiten. Deze voorstellen worden gedaan vanuit de volgende vier invalshoeken:

1. beleid, bestuur, wet- en regelgeving;
2. gedrag (van logistieke spelers en van eindgebruikers), onderwijs, handhaving;
3. transportsystemen en transport netwerk (fysieke en informatie-infrastructuur);
4. systemen en diensten voor wegvervoer, en voertuigtechnologieën op basis van ICT.

Hoewel ICT in feite veelal slechts een instrument is om de vanuit de overige gezichtspunten maatregelen en oplossingen mogelijk te maken, wordt het toch als aparte invalshoek opgevoerd voor het bepalen van de technische haalbaarheid en het verschaffen van diepgaand inzicht in de gebruikte technologieën.

Het is van belang te benadrukken dat coöperatieve systemen de opzet van het toekomstige verkeersmanagement sterk zullen veranderen, ten faveure van een aanzienlijke verbetering van de verkeerssituatie en homogenisering van het verkeer op de corridors. Het gaat er in deze niet om te beschrijven welke technologieën geschikt zijn, maar om vast te stellen welke maatregelen en oplossingen op praktisch en operationeel niveau geschikt en nodig zijn om de doelstellingen met betrekking tot duurzaamheid te realiseren, gegeven de bestaande en beschreven problemen, en de verschillende in de praktijk bestaande wensen en vereisten.

3.2 Duurzaamheid van de transportmodaliteit weg

Hieronder worden voor elk van de in de inleiding beschreven invalshoeken een aantal subcategorieën opgesomd, met voor elk een aantal specifieke maatregelen en oplossingen. De samenhang wordt in de bijgaande tabel nader uitgewerkt. Maatregelen en oplossingen op basis van ICT zijn met een asterisk (*) gemarkeerd.

3.2.1 Beleid, bestuur, wet- en regelgeving

Vereisten voor de infrastructuur

- beperking van het risico op systeemverstoringen, en verbetering, door middel van snelle reactie, van de systeemrespons op verstoringen (voorvallen, ongelukken, gevaarlijke goederen, rampen) *
- verhoging van de veiligheid en verbeteren beveiliging (via systemen op basis van ICT voor toezicht en controle op afstand) *
- verlenen van prioriteit aan openbaar vervoer en hulpdiensten (via C-ITS) *

Vereisten voor zware voertuigen

- dynamische snelheidsbeperking (voor verbetering veiligheid en efficiency) *
- gebruik van systemen voor toezicht en bewaking op afstand, gecombineerd met inzet politie en grenscontroles (voor verbeteren beveiliging) *
- real-time tachograafcontrole op afstand (via C-ITS; voor verbetering verkeersveiligheid en beveiliging) *
- C-ITS kan in de toekomst benut worden tolheffing en controle beladingsgraad *
- beschikbaar maken van geschikte parkeervoorzieningen

Regels wegverkeer (op basis van draadloze communicatie en coöperatieve systemen)

- gebruik van speciale rijstrook voor zware voertuigen (vermijden inhaalmanoeuvres en rijstrookveranderingen)*
- wettelijk mogelijk maken van snelheidsassistentie- en controlesystemen in het voertuig (als doelmatiger en goedkopere vervanging van de infrastructuurcomponenten VMS en trajectcontrole) *
- dynamisch snelheidsmanagement (voor verbeteren van respectievelijk de veiligheid, doelmatigheid van het verkeer en daarmee het energieverbruik, en het milieu) *
- automatiseren en harmoniseren betaalsystemen (bijv. voor parkeren) op nationaal en Europees niveau *

Privacy, aansprakelijkheid en juridische kwesties

- transportsysteem op basis van draadloze communicatie
- coöperatieve systemen
- geautomatiseerd rijden

Bestuur en management

- ondersteuning ondernemerschap (inclusief MKB) voor de ontwikkeling van nieuwe markten voor het verbeteren van het goederenvervoer over de weg
- het faciliteren van horizontale samenwerking tussen verladers en vervoerders (om de beladingsgraad te verhogen, om de totale aantal voertuigkilometers te verminderen, en om het aantal ritten zonder vracht te verminderen)
- internationale samenwerking om het opzetten van slimme corridors in verschillende landen in Europa te bevorderen
- het versterken van de samenwerking tussen overheden, industrie en de academische wereld (triple helix) om de duurzaamheid van het wegvervoer te versterken
- het beheer van dienstverlening met betrekking tot de corridor, zoals parkeerfaciliteiten
- het mogelijk maken van single-window-documentbehandeling, in eerste instantie op nationaal niveau

3.2.2 Gedrag (van logistieke spelers en van eindgebruikers), onderwijs, handhaving

Toezicht en handhaving

- toepassing dynamisch verkeersmanagement in geval van onverwachte gebeurtenissen, ongevallen en rampen *
- het voorkomen van snelheidsovertredingen *
- het voorkomen van inhaalmanoeuvres van vrachtwagens bij te kleine snelheidsverschillen *

Informatie en advies

- informatie over de verkeerssituatie en extreme weersomstandigheden (mist, ijzel, zware regen), opdat chauffeurs op de hoogte zijn van de situatie op de weg (rond het voertuig); op basis van C-ITS en LDM *
- informatie over de toegestane maximumsnelheid *
- dynamisch advies over de aanbevolen snelheid *

Onderwijs

- regels voor specifiek rijgedrag in bepaalde omstandigheden (bijv. files)
- nationale campagne om weggebruikers te wijzen op het nut van het (zoveel mogelijk) in acht nemen van de volgende gedragingen, om de homogeniteit en de capaciteit van de verkeersstroom te verhogen, om filevorming en ongevallen te voorkomen, en om uitstoot en geluidsoverlast te verminderen:
 - met constante snelheid rijden
 - vermijden van overmatige acceleratie en deceleratie
 - vermijden van een grote afstand tot het voorgaande voertuig (met name bij het naderen van een file of een schokgolfachtige verstoring)
 - adequaat versnellen van het voertuig bij het uitrijden van een file of een schokgolfachtige verstoring
 - respect tonen voor en rekening houden met andere weggebruikers (de regels volgen, niet bumperkleven, zich voorkomend gedragen)

Scholing en training

- verbetering van de opleiding voor de chauffeurs van zware bedrijfsvoertuigen (verbetering veiligheid, doelmatiger energiegebruik en verhoging doelmatigheid verkeer)

Plannen en (iteratief) opnieuw plannen goederenstromen

- logistieke dienstverleners (LSP's, logistic service providers), met name kleine transportbedrijven, stimuleren om de inzet van hun wagenpark zorgvuldig te plannen en zo nodig (iteratief) opnieuw te plannen
- terminal operators stimuleren te werken degelijke voorspellingen en deze waar nodig (iteratief) bij te stellen

Samenwerking

- verbetering van de verticale en horizontale samenwerking binnen de logistieke sector (delen van informatie, bereidheid om samen te werken bij het beter beheren en benutten van de distributieketen (*supply chain*))

3.2.3 Transportsystemen en transport netwerk (fysieke en informatie-infrastructuur)

Aanpak belemmeringen bij de knooppunten

- aanbieden van goede parkeerfaciliteiten *
- verstrekking informatie over beschikbaarheid parkeerplaatsen (waar, wanneer, soort) *

Schokgolfachtige verstoringen en files

- het beïnvloeden en reguleren van de instroom en de uitstroom *

Vermindering onverwachte gebeurtenissen en ongevallen

- bepalen de oorzaken (menselijke factoren, infrastructuur, voertuigen, extern weg- en weersomstandigheden)
- maatregelen om ongevallen op de corridors zo veel mogelijk volledig te voorkomen (en daarmee files en belasting van het milieu)

Vergroening van het vervoer

- verlaging toegestane maximumsnelheid (vermindering emissies en geluidsoverlast)

Beperken risico's en verbeteren systeemrespons op verstoringen

- automatische en verbeterde detectie van onverwachte gebeurtenissen en ongevallen door middel van sensoren aan de weg kant (bijvoorbeeld bevestigd aan wegkantssystemen en lantarenpalen), waardoor versnelde inzet van hulpdiensten mogelijk is, mede ook door gebruik coöperatieve systemen voor waarschuwing of regulering

Dynamisch verkeersmanagement

- verbeteren routeplanning vooraf en tijdens de reis (inclusief iteratief aanpassen planning), verbeteren route-optimalisatie, vermijden van rijden tijdens spitsuren
- optimalisatie van het transportsysteem op basis van waarschuwing of regulering (warning mode, control mode) *

3.2.4 Systemen en diensten voor wegvervoer, en voertuigtechnologieën op basis van ICT

Schone voertuigen op basis van energie

- faciliteren van het gebruik van schone voertuigen die duurzame energie gebruiken

Goederenvolgsystemen (tracking and tracing)

- op basis van sensor- en communicatietechnologie, voor continu en adequaat toezicht op en inzicht in de locatie en de toestand van goederen die onderweg zijn *

Coöperatieve systemen

- het opzetten van een coöperatief vervoersnetwerk op basis van draadloze communicatie (C-ITS) *
- faciliteren van een geschikte inwinning, verwerking en beschikbaarstelling van informatie betreffende weer, verkeerssituatie, gevaren, parkeermogelijkheden en relevante locaties (*PoIs, points of interest*), specifiek gericht op de gebruiker en diens locatie *
- dynamisch verkeersmanagement inclusief regulering snelheid (grotere veiligheid, meer homogene verkeersstroom, verlaging brandstofgebruik, vermindering invloed op het milieu) *

Geautomatiseerd rijden (niveaus 1-5)

- autonoom of in combinatie met coöperatieve systemen
- assistentie en ondersteuning van chauffeurs

Telematica

- op basis van het mobiele netwerk of coöperatieve communicatie
- verlenen van logistieke diensten, bijv. betreffende parkeren, relevante locaties (PoIs, points of interest), sanitaire voorzieningen

3.3 Duurzaamheid van de transportmodaliteit spoor

3.3.1 Beleid, bestuur, wet- en regelgeving

Vereisten infrastructuur

- beperken van het risico op systeemverstoringen, en het verbeteren, door middel van snelle reactie, van de systeemrespons op verstoringen (onverwachte gebeurtenissen, ongevallen, gevaarlijke goederen, rampen) *
- vergroten betrouwbaarheid en veiligheid, verbeteren beveiliging *

Voertuigeisen voor treinen

- assistentiesystemen voor het rijden (onder meer betreffende snelheid) *
- gebruik van systemen voor toezicht en bewaking op afstand, gecombineerd met inzet politie en grenscontroles (voor verbeteren beveiliging) *
- doelmatiger energiegebruik (door verbetering ontwerp remsystemen en optimalisering)

Bestuur en management

- internationale samenwerking om het opzetten van slimme corridors in verschillende landen in Europa te bevorderen
- het faciliteren van horizontale samenwerking tussen verladers en vervoerders (om de beladingsgraad te verhogen, om de totale aantal voertuigkilometers te verminderen, en om het aantal ritten zonder vracht te verminderen)
- het mogelijk maken van single-window-documentbehandeling, in eerste instantie op nationaal niveau

3.3.2 Gedrag (van logistieke spelers en van eindgebruikers), onderwijs, handhaving

Stimuleren multimodale aanpak

- bedrijven aanmoedigen om vervoer per spoor in portfolio op te nemen

Samenwerking

- verbetering van de verticale en horizontale samenwerking binnen de logistieke sector (delen van informatie, bereidheid om samen te werken bij het beter beheren en benutten van de distributieketen (*supply chain*))

Onderwijs en opleiding

3.3.3 Transportsystemen en transport netwerk (fysieke en informatie-infrastructuur)

Aanpak belemmeringen bij de knooppunten

Digitale spoorlijn

- management en regeling treinverkeer op basis van ICT

Geoptimaliseerde betrouwbare en flexibele systemen

3.3.4 Systemen en diensten voor spoorvervoer, en voertuigtechnologieën op basis van ICT

Schone voertuigen en hernieuwbare energie

Goederenvolgsystemen (tracking and tracing)

Veilige en goed beveiligde systemen die via 4G of 5G met elkaar in verbinding staan

Geautomatiseerd vervoer

3.4 Duurzaamheid van de transportmodaliteit water

3.4.1 Beleid, bestuur, wet- en regelgeving

Vereisten infrastructuur

Vereisten duwbakken en schepen

Bestuur en management

- internationale samenwerking om het opzetten van slimme corridors in verschillende landen in Europa te bevorderen
- het faciliteren van horizontale samenwerking tussen verladers en vervoerders (om de beladingsgraad te verhogen, om de totale aantal voertuigkilometers te verminderen, en om het aantal ritten zonder vracht te verminderen)

3.4.2 Gedrag (van logistieke spelers en van eindgebruikers), onderwijs, handhaving

Voorlichting en advies *

Onderwijs en opleiding

3.4.3 Transportsystemen en transport netwerk (fysieke en informatie-infrastructuur)

Aanpak belemmeringen bij de knooppunten

Risicobeperking en verbeteren systeemrespons op verstoringen

- risicobeperking bijv. m.b.t. gevaarlijke goederen

3.4.4 Systemen en diensten voor vervoer per schip, en technologieën op basis van ICT

Schone binnenvaartschepen en gebruik duurzame energiebronnen

Goederenvolgsystemen

Veilige en beveiligde systemen die via draadloze communicatie verbonden zijn

Informatie over plaats en snelheid van vaartuigen (floating vessel data)

Geautomatiseerde navigatie voor de binnenvaart

3.5 Modaliteitsverschuiving, overslagactiviteiten en wijziging denkkaders

In deze afdeling worden puntsgewijs voor elk van de subcategorieën kansrijke oplossingsrichtingen opgesomd voor modaliteitsverschuiving, inclusief aandacht voor overslagactiviteiten en een benodigde wijziging van denkkaders. Overslag is een cruciaal element van multimodaal goederenvervoer. Optimale synchromodaliteit wordt verkregen door een geschikt gebruik van de mogelijkheden van ICT.

3.5.1 Beleid, bestuur, wet- en regelgeving

- facilitering van horizontale samenwerking en samenwerking
- het mogelijk maken van single-window-documentbehandeling, in eerste instantie op nationaal niveau, in een later stadium ook op Europees niveau
- stimulering van synchromodaliteit in het corridor netwerk, het op elkaar afstemmen van de overslagpunten en de corridors met betrekking tot het goederenvervoer
- afstemming van de ondersteunende infrastructuur op de vereisten van pan-Europese diensten voor vrachtvervoer van deur tot deur

3.5.2 Gedrag (van logistieke spelers en van eindgebruikers), onderwijs, handhaving

- realisering van synchromodaliteit op het niveau van het geïntegreerde corridor netwerk, en onderlinge afstemming van transportdiensten op de vereisten voor de distributieketen van producenten, distributeurs en groothandel
- uitbreiding van specifiek klantgericht goederenvervoer om tegemoet te komen aan de in toenemende mate uiteenlopende behoeften van klanten
- bevordering van aandacht voor milieuaspecten (één van de dimensies van duurzaamheid)
- samenwerking, en aanpassing en verbetering van processen en business modellen voor de realisering van een co-modaal transportsysteem waarbij de modaliteiten naadloos op elkaar aansluiten

3.5.3 Transportsystemen en transport netwerk (fysieke en informatie-infrastructuur)

- het mogelijk maken van synchromodale diensten voor een slim netwerk met naadloze overgangen van corridors en knooppunten om doelmatige en effectieve distributieketens mogelijk te maken
- het creëren van dynamische kenmerken, zoals een uitgekiend vermogen om snel en adequaat op verstoringen te reageren, naast de statische kenmerken van diensten en materieel (interoperabiliteit en interconnectiviteit)
- verbetering van de doelmatigheid van verlading

3.5.4 Synchromodaliteit op basis van ICT

- verhoging van de kwaliteit van en vergemakkelijken van toegang tot informatie betreffende elk van de transportmodaliteiten

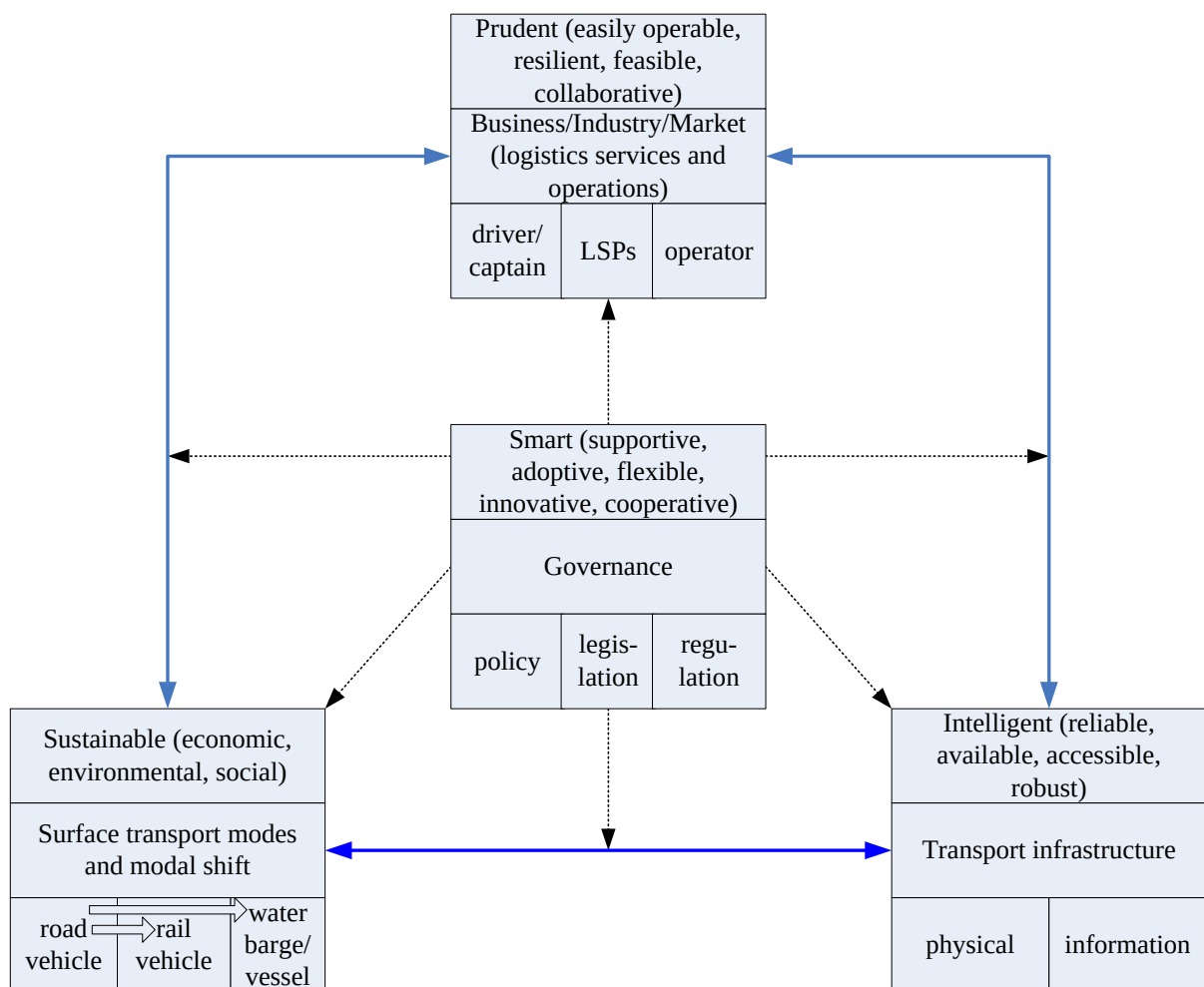
- realisering van meer connectiviteit tussen lokale ICT-systemen via het ecosysteem, en bevordering van informatie-uitwisseling op een schaalbare, betrouwbare en veilige manier, met zichtbaarheid afhankelijk van de rol in het proces, en gedrag, als basisaspecten van beveiliging

4 Concept-actieplan

4.1 Inleiding

Slimme corridors zullen de positie en het concurrentievermogen van de Nederlandse logistiek versterken, het ondernemingsklimaat dynamischer maken, en een duurzame ontwikkeling mogelijk maken. In dit hoofdstuk wordt een concept-actieplan voorgesteld, met twee onderdelen, respectievelijk voor de overheid en de industrie.

Onderstaande figuur geeft een overzicht van het raamwerk voor slimme corridors.



Figuur 5 - Raamwerk voor slimme corridors

4.2 Actieplan voor de overheid

4.2.1 Algemeen deel voor alle modaliteiten

Bij de logistieke processen betrokken overheidsinstellingen omvatten onder meer de nationale overheid, regionale en lokale overheden, de douane en de reddingsdiensten. Het concept-actieplan voor de overheid voor bevordering van synchromodaliteit bestaat uit de volgende algemene punten (betrekking hebbend op alle modaliteiten):

- het opzetten van een nationale strategische agenda voor slimme corridors voor het bevorderen van synchromodaliteit door verbeterde integratie van de verschillende modaliteiten en de betreffende corridors, en van de knooppunten tussen de corridors (zoals stedelijke gebieden en terminals)
- het initiëren van een doorlopende dialoog tussen overheid en industrie; het bevorderen van synchromodaal transport door industriepartijen bij elkaar te brengen (zoals exploitanten van alle modes, logistieke dienstverleners en verladers), het vaststellen van de knelpunten, het verwijderen van belemmeringen (op nationaal en internationaal niveau, waaronder de bouw van ontbrekende binnenlandse en grensoverschrijdende verbindingschakels), en het initiëren, sturen en coördineren van de uitvoering van adequate oplossingen
- bevordering van een doelmatiger gebruik en benutting van de huidige infrastructuur van de corridors door toepassing van oplossingen op basis van ICT die een hoge mate van interoperabiliteit bevorderen (zoals coöperatieve systemen, en een hoge mate van connectiviteit tussen voertuigen en vaartuigen); niveau van de verwachte noodzakelijke investeringen: beperkt
- verdere verbetering van veiligheid en beveiliging door middel van technische en niet-technische maatregelen; niveau van de verwachte noodzakelijke investeringen: zeer beperkt
- stimulering van industriepartners om de horizontale samenwerking te verbeteren en uit te breiden, om de beladingsgraad te verhogen, en om het aantal ritten en vaarten zonder vracht te verminderen
- verdere bevordering van het gebruik van schone brandstof en andere innovatieve transportoplossingen door middel van, bijvoorbeeld wetgeving, onderwijs, opleiding en prikkels (om het gedrag van de logistieke spelers en corridorgebruikers te beïnvloeden)
- verdere inspanningen om single-window documentbehandeling te realiseren voor de administratieve procedures in alle modaliteiten, op basis van een adequate architectuur voor een gemeenschappelijke infrastructuur voor de uitwisseling van informatie met betrekking tot het goederenvervoer
- het opzetten van een evaluatiegroep toezicht op de uitvoering van technische en niet-technische oplossingen, en evaluatie van de effecten

4.2.2 Specifieke actiepunten voor de modaliteit wegtransport

Wegvervoer zal ook in de toekomst een belangrijke rol blijven spelen in het vervoer op de corridors. Voor het wegtransport zijn de volgende specifieke actiepunten geformuleerd:

- dynamische snelheidsregulering en -controle op basis van C-ITS voor de vermindering van aantal en omvang van schokgolfachtige verstoringen van het verkeer (shock waves); dit vereist een juridisch kader
- speciale rijstroken voor vrachtwagens
- campagne om goed en respectvol rijgedrag bevorderen, met de volgende aandachtspunten:
 - probeer met een constante snelheid te rijden

- vermijd lange afstanden (gaten) tussen voertuigen in een file
- verbeter de uitrijnsnelheid aan het eind van een file of schokgolf
- verbeter het ritsgedrag bij invoegende rijstroken

4.2.3 Specifieke actiepunten voor de modaliteit spoortransport

Voor het vervoer per spoor is het vooral van belang dit concurrerender te maken ten opzichte van de andere modaliteiten. De volgende specifieke acties zouden daartoe kunnen bijdragen:

- intensivering en verbetering van de dialoog tussen spoorwegexploitanten en multimodale vervoersbedrijven
- hulp en ondersteuning voor spoorwegexploitanten bij het verbeteren van betrouwbaarheid, flexibiliteit (van het boekingssysteem) en beveiliging (met name op de grensoverschrijdende trajecten)
- versterking van internationale samenwerking, met name met Duitsland; inspanningen om de Duitse autoriteiten te bewegen hoge prioriteit te geven aan verbetering van de aansluiting van de spoorlijnen van de corridors op het Duitse spoorwegnet, inclusief aansluitingen naar andere landen via Duitsland

4.2.4 Specifieke actiepunten voor de modaliteit watertransport

De groei van het vrachtvervoer per binnenvaart op de corridors is veelbelovend, en zal naar verwachting doorzetten. De volgende maatregelen kunnen deze trend nader ondersteunen:

- verdere stimulering van expediteurs en multimodale bedrijven om bij de keuze van een modaliteitsmix duurzaamheid uitdrukkelijk mee te wegen
- bevordering van een betere en uitgebreidere informatie-uitwisseling tussen de zeehaven en de binnenlandse terminals
- ruime aandacht voor bevordering van het gebruik van schonere en efficiëntere aandrijfsystemen, voor verhoging van de veiligheid bij de navigatie, en voor het gebruik van milieuvriendelijke coatings voor vrachtschepen, door wetgeving of incentives, of een combinatie van beide
- stimulering in de binnenvaartsector van verdere invoering van ICT bij de navigatie, bijv. detectie van actuele waterdiepte en uitwisseling van zulke data via een centrale met andere schepen (als concept analoog aan FCD, floating car data)

4.3 Actieplan voor de logistieke industrie

Zie sectie 1.2 voor een overzicht en beschrijving van de verschillende categorieën logistieke spelers in de industrie.

Een sleutelrol bij de realisering van synchromodaal vervoer is weggelegd voor de logistieke industrie. In het algemeen zijn alle logistieke spelers er vooral op uit om de operationele kosten te verlagen. Milieuaspecten worden daarbij in de beschouwing vaak niet meegenomen. Goederenvervoer is een complexe operationele activiteit, vanwege de betrokkenheid van meerdere partijen met elk hun eigen doelstellingen en verschillend gedrag, en ten gevolge van onzekerheden en restricties in het transportnetwerk. In het transportsysteem bestaat een wisselwerking (*trade-offs*) tussen capaciteit, betrouwbaarheid en flexibiliteit. Naar verwachting zullen door de logistieke industrie voor slimme corridors de volgende acties ondernomen worden:

- expediteurs zullen proberen om de zichtbaarheid van hun distributieketen (*supply chain*) te vergroten, en derhalve de kwaliteit van planning, beheer en controle
- zowel expediteurs als logistieke dienstverleners zullen proberen de horizontale samenwerking te versterken met het oog op verlaging van de operationele kosten door vermindering van: het aantal te maken voertuigritten, het aantal af te leggen voertuigkilometers, het aantal benodigde voertuigen, het brandstofgebruik, uitstoot van schadelijke stoffen door voertuigen, en de reistijden per rit (bijv. door optimale route planning, ook rekening houdend met verkeerssituaties)
- terminal operators (zeehavens, droge havens, spoorterminals en binnenvaarterminals) zullen op efficiëntere wijze het verkeer binnen en buiten de terminals organiseren en beheren, en daartoe informatie uitwisselen met relevante partners
- beheerders en exploitanten van (fysieke) infrastructuur zullen hun klanten een hoge mate van kwaliteit, onderhoud en dienstverlening garanderen door het opzetten van lokale gemeenschappen

5 Conclusie

In een synchromodaal transportsysteem kan op elk moment gekozen worden tussen verschillende modaliteiten, op basis van actuele informatie en voorwaarden. Gesynchroniseerde dienstverlening vereist in zeehavens processen die naadloos op elkaar aansluiten, met daarop afgestemde consistente informatievoorziening en opzet van de dienstverlening. Synchromodaliteit kan, anders dan concurrentie, flexibel worden ingezet in alle transportmodaliteiten, op basis van samenwerking tussen de modaliteiten. Invoering van dit concept zou de weg vrij kunnen maken voor doeltreffend beleid (wet- en regelgeving, investeringen in de fysieke infrastructuur, investeringen in ondersteunende technologieën, instrumenten om barrières voor implementatie te overwinnen), alsmede voor het creëren van nieuwe zakelijke kansen op basis hoogwaardige logistieke dienstverlening (*value-added logistics services*). Synchromodaal vervoer en het overheidsbeleid ter zake moeten zorgvuldig op elkaar worden afgestemd om doeltreffende multimodale implementaties mogelijk te maken.

Een elementaire voorwaarde voor het realiseren van synchromodaliteit op de twee corridors is beschikbaarheid en hoge kwaliteit van alle modaliteiten en adequate overslagfaciliteiten. Voor elk der modaliteiten wordt een toename van duurzaamheid, concurrentiekracht en aantrekkelijkheid voor de gebruikers verwacht. Dit kan gerealiseerd worden door middel van verschillende technische en niet-technische oplossingen. ICT-toepassingen voor het goederenvervoer kunnen de doelmatigheid verder vergoten, en zijn in het algemeen rendabeler dan investeringen in nieuwe fysieke infrastructuur. Coöperatieve ITS-toepassingen zullen op de korte en middellange termijn op grote schaal toepassing vinden, en geautomatiseerd transport op de lange termijn. Voorts zijn maatregelen nodig met betrekking tot beheer, gedrag en netwerkopimalisatie.

Samenvattend kan gesteld worden dat slimme corridors het algehele concurrentievermogen van Nederland in het goederenvervoer zullen verbeteren, en daarnaast sterk kunnen bijdragen aan duurzaamheid vanuit verschillende gezichtspunten, zoals milieuaspecten (zoals emissies, geluidsoverlast), economische aspecten (zoals transportkosten, tijd) en sociale aspecten (zoals veiligheid, beveiliging). Daarnaast zijn betrouwbaarheid, flexibiliteit, interoperabiliteit en een robuuste opzet de belangrijkste aspecten van operationele vervoerssystemen.

6 Literatuurverwijzingen

Blokpoel, R.J., Islam, F., Vreeswijk, J.D. (2014). Impact analysis of the ecoApproach advice application. In Proceedings: European Congress on ITS. Helsinki.

European Commission (2011). White Paper Roadmap to a single european transport area – Towards a competitive and resource efficient transport system, COM/2011/0144 final. European Commission, Brussels.

http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2011_white_paper_en.htm

ERRAC (2012). ERRAC WP02: Encouraging modal shift (long distance) and decongesting transport corridors (draft freight roadmap). ERRAC, Brussels

ERTRAC (2011). Research and Innovation Roadmaps - Implementation of the SRA 2010. Joint document. ERTRAC, Brussels.

ERTRAC-ERRAC-Waterborne-ACARE-ECTP Task Force (2013). Roadmap for cross-modal transport infrastructure innovation towards a performing infrastructure; a coordinated approach to addressing cross-modal infrastructure issues for an integrated European transport system. ERTRAC, ERRAC, Waterborne, ACARE and ECTP. Brussels

Lu, M. (Ed.) (2016). Evaluation of Intelligent Road Transport Systems: Methods and Results. Publisher: IET (Institution of Engineering and Technology). ISBN 978-1-78561-172-8 (print); ISBN 978-1-78561-173-5 (eBook).

Lu, M., De Bock, J. (Ed.) (2015). Sustainable Logistics and Supply Chains: Innovations and Integral Approaches. Publisher: Springer. ISBN 978-3-319-17418-1 (print); ISBN 978-3-319-17419-8 (eBook).

Lu, M. (2013). Innovation for intelligent freight transport systems. In Proceedings: 9th European Congress on Intelligent Transport Systems, Paper Number: TP0082, Dublin.

Lu, M., Wevers, K., Van der Heijden, R. (2005). Technical feasibility of advanced driver assistance systems (ADAS) for road traffic safety. Transportation Planning and Technology, Vol. 28, No. 3, pp. 167-187.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) (2015). Plan van Aanpak MIRT onderzoek goederenvervoercorridor Oost ‘Samen naar een corridor van topniveau’. IenM, Den Haag.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) (2015). Plan van Aanpak MIRT-onderzoek Goederenvervoercorridor Rotterdam - Noord-Brabant/Limburg – Duitsland. IenM, Den Haag.

Piotrowicz, W., Cuthbertson, R. (2009). Sustainability - a new dimension in information systems evaluation. Journal of Enterprise Information Management 22(5) 492-503.

Port of Rotterdam (2011). Port Vision 2030: Port Compass. Port of Rotterdam Authority, Rotterdam.

SAE International (Society of Automotive Engineers). (2014). Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems. SAE Standard J3016, USA.

Tol, S.J.L. van (2016). The main bottlenecks in the rail freight market: Identifying the most critical factors in the rail freight market from a shippers' perspective. Master Thesis, Delft University of Technology.

Dutch Inland Navigation Information Agency (2016). The power of inland navigation: The future of freight transport and inland navigation in Europe 2016-2017

Waterborne (2011). Strategic research agenda: Overview - Issue II. Waterborne, Brussels.

Waterborne (2013). Strategic research and innovation agenda of inland waterway transport. Waterborne, Brussels.

7 Annex

7.1 Inleiding

De tabellen op de volgende pagina's geven een samenvatting van de specifieke oplossingen voor elk van de drie modaliteiten, en van de oplossingen voor modaliteitsverschuiving.

7.2 Samenvatting oplossingen weg

Goal	Innovation in Road Transport		Sustainability										Timeline																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	Category	Descriptions of Solutions / Measures	Economic			Environmental				Social			S	M	L																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			efficiency	cost-effective-ness	quality	respon-siveness	emission reduction	natural resource	waste reduction	material/product recycling	safety / security	noise reduction				health	employee																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Smart Corridors	policy, governance, legislation, regulation	infrastructure requirements																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

7.3 Samenvatting oplossingen spoor

Goal	Innovation in Rail Transport		Sustainability										Timeline					
	Category	Descriptions of Solutions / Measures	Economic			Environmental				Social			S	M	L			
			efficiency	cost-effective-ness	quality	respon-siveness	emission reduction	natural resource	waste reduction	material/ product recycling	safety / security	noise reduction				health	employee	
Smart Corridors	policy, governance, legislation, regulation	infrastructure requirements														X	X	
		train vehicles requirements															X	X
		governance and management															X	X
	behaviour (end users, logistics actors), education, multimodal transport																	
	transport systems / network (physical and information infrastructure)																	
	ICT-based rail systems and services, and rail technologies																	

7.4 Samenvatting oplossingen binnenvaart

Goal	Innovation in Inland Waterway		Sustainability										Timeline				
	Category	Descriptions of Solutions / Measures	Economic			Environmental				Social			S	M	L		
			efficiency	cost-effective-ness	quality	respon-siveness	emission reduction	natural resource	waste reduction	material/product recycling	safety / security	noise reduction				health	employee
Smart Corridors	policy, governance, legislation	infrastructure requirements	orange	green			green				orange			x	x		
		barges and vessels requirements	orange	green			green				orange			x	x		
		governance and management	orange	green			green				orange			x	x		
	behaviour (end users and logistics)	information and advisory		green			green								x		
		collaboration and cooperation		green			green								x		
		education and training		green			green				green				x		
	transport systems / (physical and network)	remove obstacles at nodes (and hubs)		orange											x	x	x
		risk mitigation (e.g. dangerous goods) and resilience		orange			orange				orange					x	
		inland waterway traffic management systems		orange			orange									x	
ICT for inland waterway transport, and vessel	clean barges/vessels and renewable energy					green				orange				x	x		
	tracing and tracking goods		green			green				orange				x	x		
	connected, safety and secure systems (incl. floating data)		green			green				orange				x	x		
	automated inland navigation		red			red				red					x		

7.5 Samenvatting oplossingen modaliteitsverschuiving

Goal	Innovation in modal shift towards synchromodality		Sustainability										Timeline					
	Category	Descriptions of Solutions / Measures	Economic			Environmental				safety / security	Social		S	M	L			
			efficiency	cost-effective-ness	quality	respon-siveness	emission reduction	natural resource	waste reduction		material/ product recycling	noise reduction				health	employee	
Smart Corridors	policy, governance, legislation, regulation	facilitating horizontal collaboration and cooperation													X			
		enabling single windows														X		
		stimulating network synchromodality (corridors, hubs)														X		
		matching requirements freight services and infrastructure														X		
	behaviour (end users and logistics actors), education, enforcement	aligning transport services with supply chain requirements															X	
		increasing customer-oriented freight services															X	
		addressing environmental aspects															X	
		collaboration, process reengineering, business models														X	X	
	transport systems / network (physical and digital)	facilitating efficient and effective supply chains														X	X	X
		addressing resilience and responsiveness															X	
		improving efficiency of shipments														X		
	ICT for synchromodal surface and transport, and	increasing information quality and accessibility														X		
		enabling local ICT platforms and systems															X	
		integrated ICT systems and management services															X	