



STAND VAN ZAKEN SYNCHROMODAAL TRANSPORT OP DE AS WEST- VLAANDEREN – LIMBURG

Resultaten van onderzoek voor project SYN-ERGIE



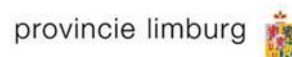
31 OKTOBER 2019

FONTYS HOGESCHOLEN

K. Alons-Hoen, G. Somers, R. van Well



Met de financiële steun van



Voorwoord

Voor u ligt een rapport dat is opgesteld in het kader van het Interreg project SYN-ERGIE. In dit project wordt enerzijds in kaart gebracht wat de huidige staat is van synchromodaal transport op de as West-Vlaanderen – (Nederlands) Limburg. Anderzijds worden bedrijven bijgestaan en gestimuleerd om goederen meer synchromodaal te vervoeren op de genoemde as. Het rapport presenteert het synchomodale maturity model dat is ontwikkeld voor dit project, zoals beschreven in Alons-Hoen and Somers (2017). Dit rapport beschrijft de resultaten van de diepte-interviews die zijn gehouden met bedrijven die actief zijn op de as West-Vlaanderen – Limburg. Daarnaast wordt er in kaart gebracht wat het huidige aanbod is van intermodaal transport op deze as, een voorwaarde voor synchromodaal transport. Tot slot worden beiden gebruikt om de staat op de maken van synchromodaal transport en aan te geven waar in de toekomst verbeteringen te realiseren zijn.

Kristel Alons-Hoen
Guy Somers
Rick van Well
Oktober 2019

Inhoud

Voorwoord	1
1. Introductie	3
2. Wat is synchromodaliteit: Literatuuroverzicht.....	4
3. Synchromodaal maturity model.....	8
4. Bevindingen	11
4.1 Algemene bevindingen	11
4.2 Synchromodale scores per type bedrijf.....	12
4.3 Relaties tussen synchromodale componenten	13
4.4 Succesfactoren en barrières	14
5. Huidig aanbod van intermodale diensten	16
6. Conclusies	18
Referenties	19

1. Introductie

Transport, en in het bijzonder de noodzaak om goederen efficiënt en effectief te vervoeren van plaats van oorsprong naar plaats van bestemming, is van wezenlijk belang in de huidige mondiale en continentale economieën. De efficiëntie van het transport staat echter voortdurend onder druk. Op de eerste plaats door de toename van het verkeer op de wegen, wat leidt tot verkeersopstoppingen en onbetrouwbare rijtijden. Daardoor passen bedrijven hun processen aan om verkeersopstoppingen te vermijden. Op de tweede plaats, door de (verwachte) stijging van de olieprijs en de doelstellingen om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. De doelstelling van de Europese Unie is om de broeikasgassen van de transportsector met 60% te verminderen in 2050 vergeleken met het niveau van 1990 (European Commission, 2011). Dat vraagt dus om slimme oplossingen die, enerzijds, tegemoetkomen aan de toegenomen vraag naar transport en, anderzijds, broeikasgassen, brandstofverbruik en, uiteindelijk, kosten verminderen.

Brandstofverbruik en/of de uitstoot van broeikasgassen door het transport kunnen worden teruggebracht door de voertuigen te verbeteren of door de infrastructuur en voertuigen efficiënter te gebruiken. Oplossingen op het eerste gebied zijn het gebruik van elektrische voertuigen of verbeterde aerodynamica. Oplossingen op het tweede gebied zijn initiatieven om het aantal retourritten zonder vracht te verminderen en containervrachten te combineren. Deze oplossingen vragen geen grote kapitaalinvesteringen met lange doorlooptijden en kunnen daarom vrij gemakkelijk worden ingevoerd en tegelijkertijd brandstof en uitstoot verminderen. Synchromodaliteit valt onder de tweede categorie en wordt hieronder in het kort uitgelegd.

Synchromodaal transport is gestructureerd, efficiënt en maakt gesynchroniseerd gebruik van diverse modaliteiten (SteadieSeifi, Dellaert, Nuijten, Van Woensel, & Raoufi, 2014). Somers and Tissen (2015) definiëren synchromodaal transport als: “...het transport van goederen – zonder verandering van laadeenheid – waarbij real-time veranderingen kunnen worden aangebracht met betrekking tot het flexibele en duurzame gebruik van verschillende transportmethoden in een netwerk, hierbij heeft de logistieke dienstverlener de regie om voor alle partijen geoptimaliseerde integrale oplossingen aan te bieden.”

Synchromodaal transport wordt vaak gezien als een grote kans voor bedrijven (verladers en logistieke dienstverleners), i.e. het is niet altijd duidelijk hoe je moet beginnen met het gebruik van synchromodaal transport. Hoewel de wetenschappelijke literatuur met betrekking tot synchromodaliteit toeneemt, wordt weinig aandacht besteed aan hoe je synchromodaliteit moet beginnen en ontwikkelen. Daarom is het doel van ons artikel een maturiteitsmodel te presenteren dat een stappenplan biedt voor hoe je synchromodaal transport kunt ontwikkelen. Dit model wordt toegepast in een casus in op de corridor West-Vlaanderen – Limburg om vast te stellen welke zaken synchromodaal transport mogelijk en welke zaken synchromodaal transport in de weg staan.

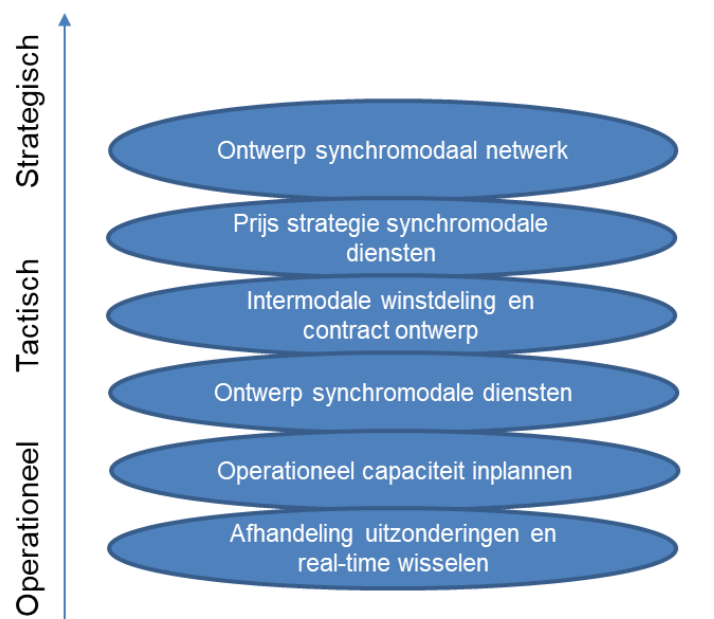
Dit rapport kent de volgende structuur: Hoofdstuk 2 bevat een literatuuroverzicht met betrekking tot synchromodaal transport. In hoofdstuk 3 wordt het synchromodaal maturiteitsmodel beschreven. Hoofdstuk 4 bevat de resultaten van de interviews. In hoofdstuk 5 wordt een overzicht gegeven van het actuele aanbod van intermodaal transport op de as West-Vlaanderen – Limburg. In hoofdstuk 6, ten slotte, worden de conclusies gepresenteerd.

2. Wat is synchromodaliteit: Literatuuroverzicht

Synchromodaal transport onderscheidt zich van intermodaal transport doordat het een integrale planning van het transport heeft en gebruik maakt van flexibiliteit (Behdani, Fan, Wiegman, & Zuidwijk, 2016). Bij intermodaal transport concentreert elke partij (verlader, logistieke dienstverlener, operationele dienstverlener) zich op het maximaliseren van transportefficiëntie voor zichzelf. Gezien vanuit het perspectief van supply chain management, leidt dit gewoonlijk niet tot de meest efficiënte oplossing, omdat partijen, bijvoorbeeld, maar weinig volume hebben en zij moeten opereren binnen de krappe tijdvensters die door de andere partijen worden gesteld. Synchromodaal transport of intermodaal transport kan gebruikt worden zowel bij intercontinentale stromen als op continentale corridors tussen achterlandterminals (Beyer & Verhaeghe, 2014).

Synchromodaal transport kan verladers voordelen verschaffen in de vorm van kortere transporttijden, prijsreductie en/of verbeterde betrouwbaarheid. Kortere transporttijden kunnen ook worden bereikt door adequaat te reageren op verstoringen om zo de betrouwbaarheid te vergroten. Aangezien transportdiensten efficiënter gebruikt worden, zullen de kosten per vervoerde container dalen voor zowel de operationele dienstverlener als voor de logistieke dienstverlener.

Vergeleken met een intermodaal transportnetwerk of –omgeving stelt synchromodaal transport andere eisen. Behdani et al. (2016) beschrijven de beslisproblemen bij het opzetten en invoeren van een synchromodaal netwerk zoals weergegeven in Figuur 1. *Op strategisch niveau* moet er een netwerk zijn dat geschikt is om synchromodaal transport aan te bieden. Dit vraagt om zowel een geschikte infrastructuur als voldoende transportvolume om synchromodaal transport rendabel te maken.



Figuur 1: Beslisproblemen in synchromodaal netwerk (Behdani et al., 2016)

Op tactisch niveau is het belangrijk het proces zo te organiseren en de prijzen zo vast te stellen dat het voor alle partijen aantrekkelijk is om voor synchromodaal transport te kiezen. Dit betreft de prijs van de transportdienst voor de betalende partij (verladers, forwarders, en logistiek dienstverleners) en de intermodale winstdeling tussen de verschillende transportpartijen (operationele dienstverleners, logistieke dienstverleners en andere partijen). Ook het ontwerp van de synchromodale diensten moet worden ontwikkeld. Dit heeft betrekking op aangeboden routes, modaliteiten en capaciteit.

Op operationeel niveau wordt de werkelijke planning van synchromodaal transport gemaakt. Dit betreft de toewijzing van containers aan synchromodale diensten. Het voordeel van synchromodaal transport uit zich in de flexibiliteit om te reageren op verstoringen. Deze verstoringen kunnen veroorzaakt worden door oponthoud van containers, verstoringen op het spoor of in de binnenvaart, enz. Omdat verladers a-modale boekingen maken, staat het de logistieke regisseur vrij op het laatste moment van modaliteit te veranderen om de gevolgen van deze verstoringen te minimaliseren.

Van Riessen, Negenborn, and Dekker (2015) beschrijven drie stappen die nodig zijn voor het plannen van synchromodaal transport voor containernetwerken in het achterland. Op de eerste plaats moet een integrale netwerkplanning gemaakt worden. Het netwerk heeft een regisseur nodig die de controle heeft over de transportstromen en de beschikbare capaciteit om het transport efficiënter te maken. Op de tweede plaats moet er een manier zijn om een *real-time* netwerkplanning te maken. Om de invloed van de verstoringen te verminderen, moet het plan voortdurend gecontroleerd en aangepast worden wanneer nieuwe informatie beschikbaar is. Ten slotte moet er planningsflexibiliteit zijn: verladers moeten rekening houden met meer flexibiliteit in hun planningshorizon en tijdvensters voor leveringen.

Vergeleken met intermodaal transport zijn verschillende extra eigenschappen nodig voor synchromodaal transport. De belangrijkste eigenschappen worden hierna beschreven en verwerkt in het synchromodaal maturiteitsmodel.

Integrale planning van transport op een corridor vraagt om *samenwerking* tussen de verschillende partijen (verladers, operationele dienstverleners, logistieke dienstverleners) en, in feite, zowel verticale als horizontale samenwerking (Behdani et al., 2016). Samenwerking in een keten is nodig om transport op een corridor integraal te plannen en te profiteren van een speler die de rol van *regisseur* op zich neemt om vraag en aanbod op elkaar af te stemmen (Tavasszy, Behdani, & Konings, 2015). Om vraag en aanbod effectief op elkaar af te stemmen is flexibiliteit in de supply chain nodig. Drie gebieden waarin de flexibiliteit kan worden verbeterd zijn: boeken van capaciteit, bepaling van de modaliteit, inclusief de route, en flexibiliteit in de aankomsttijd. Deze flexibiliteit wordt verkregen door de regisseur meer keuzevrijheid te geven bij het inplannen van de transporten.

Vraag en aanbod op elkaar afstemmen gebeurt in de planningsfase (ruim voordat het transport uitgevoerd wordt), maar de afstemming wordt verbeterd wanneer vraag en aanbod op het laatste moment nog kunnen worden veranderd (*flexibiliteit in het boeken van capaciteit*). Denk, bijvoorbeeld, aan het toevoegen van spoedbestellingen die nog per spoor of via het water vervoerd kunnen worden. Als dit er nog bijgevoegd kan worden, zullen minder spoedbestellingen via het wegtransport vervoerd worden.

A-modaal boeken is een voorwaarde om synchromodaal transport tot een succes te maken. De logistieke regisseur bepaalt aan welke modaliteit en welk voertuig de vrachten worden toegewezen. De vrachten van de verladers worden dan zo efficiënt mogelijk gecombineerd. Des te hoger de flexibiliteit, des te langer de beslissing van het toewijzen van vrachten aan een specifiek voertuig kan worden veranderd, rekening houdend met verstoringen van dat moment (Zhang & Pel, 2016). Het gevolg van deze boekingsmethode is dat verladers van een situatie waarin ze specifiek een modaliteit kiezen, gaan naar een situatie waarin ze een transportdienst kopen die bepaald wordt door prijs, tijd en betrouwbaarheid.

Wanneer de regisseur de flexibiliteit heeft om de *aankomsttijd van de goederen* te bepalen, op basis van werkelijke voorraadniveaus en afgesproken dienstniveaus, wordt de flexibiliteit vergroot. Deze informatie kan gebruikt worden om de uitvoering van het transport nog efficiënter te plannen. Dit vraagt om een nog intensievere vorm van samenwerking tussen verlader en logistiek regisseur en meer vertrouwen van verladers in de regisseur.

Bij synchromodaal transport staat de modaliteit nog niet vast op het moment van boeken, daarom zullen de prijzen die aangeboden worden aan de verladers een weerspiegeling moeten zijn van de werkelijke kosten. De logistieke dienstverlener zal daarom een *integrale prijs* vaststellen, onafhankelijk van de modaliteit. Dit betekent echter niet dat er geen onderscheid kan worden gemaakt in de prijs. Het is bijvoorbeeld mogelijk om verschillende tariefklassen te gebruiken op basis van de doorlooptijd, variërend van een dure expresdienst tot een goedkopere langzame dienst (van Riessen, Negenborn, & Dekker, 2017).

Een belangrijke rol in synchromodaal transport is gereserveerd voor ondersteuning vanuit de informatietechnologie. IT-ondersteuning is noodzakelijk voor alle drie stappen die beschreven worden door Van Riessen, Negenborn, and Dekker (2015): integrale netwerkplanning, real-time netwerkplanning, planningsflexibiliteit. Voor integrale planning heeft de regisseur een overzicht nodig van de transportstromen en intermodaal transport. Daarom moeten de transportorders van de verladers, alle transportcapaciteit en actuele bezettingsgraad zichtbaar zijn op één locatie zodat de logistieke dienstverlener *real-time* veranderingen kan aanbrengen: *real-time planning*. Er wordt dan flexibele capaciteit gecreëerd door gebruik te maken van de laatste informatie zodat de afstemming tussen vraag en aanbod wordt verbeterd om de bezettingsgraad te maximaliseren. Er worden twee voorbeelden van *real-time planning* benaderingen voor containertoewijzing in de haven van Rotterdam gegeven in van Riessen, Negenborn, and Dekker (2016) en van Riessen, Negenborn, Lodewijks, and Dekker (2015).

Voor synchromodaal transport is voor de regisseur één integraal systeem nodig dat data bevat van verladers, infrastructuurmanagers en operationele dienstverleners: een zogenaamde *control tower*, zoals beschreven door Hofman (2014). Het grote verschil tussen een *control tower* en een traditioneel transport management systeem is gelegen in de aanpak van verstoringen en de verwerking van *real-time* data. Actuele data zijn nodig om een *real-time* planning te maken en dit vraagt om informatie uit veel verschillende bronnen die zichtbaar zijn in een centraal systeem. Het is een uitdaging om al deze data tijdig en in het juiste format beschikbaar te maken voor de regisseur, zie, bijvoorbeeld, (Singh & van Sinderen, 2015).

Voor een *control tower* is het essentieel dat deze data bevat van verschillende of zelfs veel verladers en operationele dienstverleners. Bij het ontwerpen van een *control tower* moet serieus aandacht worden besteed aan veiligheid, zodat bedrijven geen toegang kunnen krijgen tot vertrouwelijke informatie van concurrenten. Er zijn in de praktijk diverse synchromodale *control towers* ontwikkeld, zie, bijvoorbeeld, (Kapetanidis, Psaraftis, & Spyrou, 2016) en (Ambra, Caris, & Macharis, 2016).

In de afgelopen paar jaar heeft de wetenschappelijke literatuur steeds meer aandacht besteed aan synchromodaliteit. Oorspronkelijk vooral in de Benelux, maar tegenwoordig ook elders: in Oostenrijk (Ponweiser et al., 2016), in Griekenland (Kapetanidis et al., 2016) en in Ghana (Agbo, Li, Atombo, Lodewijks, & Zheng, 2017). In de praktijk wordt synchromodaal transport nog niet vaak toegepast. De reden hiervan is dat er een paar problemen zijn die moeten worden aangepakt bij de invoering van synchromodaal transport.

Rossi (2012) beschrijft vier belangrijke organisatorische punten die van bijzonder belang zijn bij synchromodaal transport. Op de eerste plaats is coördinatie nodig en er is een onafhankelijke tussenpersoon nodig om de verladers en operationele dienstverleners te coördineren. Bovendien is tussen de partijen een eerlijke verdeling nodig van de besparingen om vertrouwen, transparantie en betrokkenheid van alle partijen te garanderen. De verdeling van het risico tussen de verschillende partijen moet ook op de juiste wijze beschreven worden. Hoe worden vertragingen en kosten over alle actoren verdeeld? Ten slotte zijn het delen van informatie en grotere transparantie nodig in de supply chain, maar in de praktijk is dit lastig door de vrees om data te delen met concurrenten.

Synchromodaal transport biedt voordelen voor alle partijen, maar het is noodzakelijk dat aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan. Pfoer, Treiblmaier, and Schauer (2016) beschrijven kritische succesfactoren voor synchromodaal transport. Allereerst is het nodig dat verladers lange-termijn relaties aangaan met logistieke dienstverleners. Dit leidt tot meer inzicht in vraag en aanbod van transport. Een hoog niveau van vertrouwen tussen verladers en dienstverleners is ook cruciaal. Synchromodaliteit vereist dat veel data worden gedeeld en alle partijen moeten ervan overtuigd zijn dat deze data alleen gebruikt worden voor de juiste doeleinden. In theorie zouden verlader ook op ad-hoc basis van synchromodale diensten gebruik moeten maken, maar dan is de data uitwisseling wel een vereiste.

A-modaal boeken verandert heel veel voor verladers en vrachtvervoerders, aangezien zij een deel van de controle uit handen geven en ze erop moeten vertrouwen dat de logistieke dienstverlener voor hen de juiste beslissingen neemt. Synchromodaal transport vraagt ook om veranderingen op het gebied van wetgeving en aansprakelijkheid. Ten slotte worden de fysieke infrastructuur, integrale planning, ICT-technologie en prijsbeleid genoemd als succesfactoren.

3. Synchromodaal maturity model

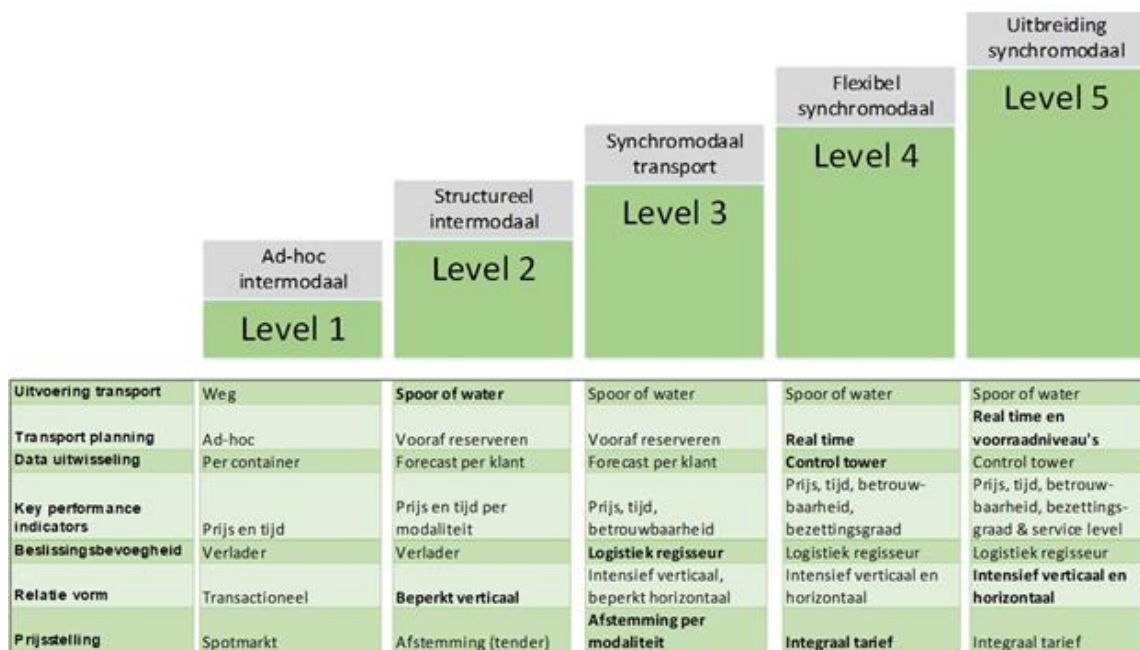
Maturiteitsmodellen zijn gebruikt om bedrijven en processen te beschrijven of te benchmarken. Een belangrijk doel van een maturiteitsmodel is bedrijven een indicatie te geven op welke niveaus verbeteringen moeten worden ingevoerd zodat zij de volgende stap kunnen nemen naar een volwassen proces. Een maturiteitsmodel bestaat vaak uit 5 verschillende niveaus, zoals beschreven wordt in (Paulk, Curtis, Chrissis, & Weber, 1993), (Lockamy III & McCormack, 2004), (De Bruin & Rosemann, 2005) en (Fisher, 2004). Het synchromodaal maturiteitsmodel bestaat daarom ook uit 5 niveaus:

1. Ad hoc: Ad-hoc intermodaal transport
2. Herhaalbaar: Structureel intermodaal transport
3. Gedefinieerd: Synchromodaal transport
4. Integraal: Synchromodaal transport met *real-time* planning en capaciteit
5. Uitgebreid: Uitgebreid synchromodaal transport

Naast de niveaus moeten de belangrijkste procesgebieden worden vastgesteld die een volledige beschrijving geven van elk niveau en die veranderingen per niveau op gestructureerde wijze weergeven (de Bruin, Freeze, Kulkarni, & Rosemann, 2005). De 7 belangrijkste procesgebieden voor het synchromodaal maturiteitsmodel zijn:

- Uitvoering van het transport: de manier waarop het transport wordt uitgevoerd
- Transportplanning: de manier waarop het transport wordt gepland
- Data-uitwisseling: de datavereisten voor de juiste uitvoering van de planning
- Beslissingsbevoegdheid: welke stakeholder kan welke beslissingen nemen over hoe en wanneer het transport wordt uitgevoerd.
- Type relatie: in welke mate is er horizontale en verticale samenwerking in de keten
- Prijsbepaling: hoe de tarieven worden vastgesteld en hoe betaling plaats vindt
- Kritieke prestatie indicatoren (KPI's): de manier waarop feedback wordt gegeven over de uitvoering van het operationele proces.

Het synchromodaal maturiteitsmodel is ontwikkeld op basis van de literatuur en gevalideerd in vier interviews met deskundigen uit de academische wereld en de praktijk, en dienovereenkomstig aangepast.



Figuur 2: Ontwikkeling van synchromodaliteit

Een samenvatting van de belangrijke veranderingen tussen de verschillende niveaus van het maturiteitsmodel wordt gegeven in Figuur 2. Een volledige beschrijving van het maturiteitsmodel wordt gegeven door de auteurs (Alons-Hoen & Somers, 2017). De volgende transities naar een hoger niveau worden onderscheiden:

1. De overgang van ad-hoc intermodaal transport naar structureel intermodaal transport wordt gekenmerkt door een intensievere samenwerking tussen verladers en logistieke dienstverleners, en door structureel gebruik van intermodaal transport. Dit tot stand brengen vraagt om een beperkte vorm van samenwerking, bijvoorbeeld door het delen van een voorspelling die het mogelijk maakt om vooraf capaciteit te reserveren en/of te kopen.
2. De overgang van structureel intermodaal transport naar synchromodaal transport wordt gekenmerkt door a-modaal boeken. Dit maakt betrouwbaarheid per modaliteit een belangrijke KPI, aangezien de verlader deze beslissing overdraagt aan de logistieke regisseur.
3. De overgang van synchromodaal transport naar flexibel synchromodaal transport wordt gekenmerkt door het feit dat transport integraal benaderd wordt op het traject: in termen van prijs en betrouwbaarheid. Er is intensieve samenwerking via een logistiek dataplatform dat meer flexibiliteit creëert bij het boeken en plannen van transport om de bezettingsgraad te verbeteren. Het idee daarachter is dat in geval van verstoringen en/of gebeurtenissen, *real-time* omschakelingen naar andere modaliteiten en/of routes mogelijk is.
4. De overgang van flexibel synchromodaal transport naar de uitbreiding van synchromodale diensten wordt gekenmerkt door het feit dat de logistieke regisseur de levertijden van het transport bepaalt op basis van *service level contracten*. De logistieke dienstverlener heeft dan de flexibiliteit om de modaliteit, de te nemen route en het levermoment te kiezen. Op deze manier kan optimaal gebruik worden gemaakt van de verschillende opties in het synchromodale netwerk.

De veranderingen in het maturiteitsmodel hebben niet altijd invloed op alle partijen in synchromodale netwerken. Tabel 1 beschrijft de veranderingen voor de drie belangrijke stakeholders: operationele dienstverleners, verladers en logistieke dienstverleners. De tabel laat zien dat voor logistieke dienstverleners niet alleen de meeste veranderingen plaats hebben maar ook veranderingen met de meeste impact. Voor de hogere niveaus van het model krijgt de logistieke dienstverlener meer verantwoordelijkheid en vrijheid, wat natuurlijk ook andere competenties van het personeel vraagt. Voor verladers treden veranderingen op met betrekking tot het delen van data en transportcontracten met logistieke dienstverleners.

Tabel 1: Veranderingen per partij

Transitie	Operationele dienstverlener	Verlader	Logistieke dienstverlener
Niveau 1	Transportopdrachten via contracten en/of gecharterde voertuigen	Transactionele samenwerking: ad-hoc intermodaal transport	Ad-hoc intermodaal transport, kortetermijnplanning, betaling achteraf.
1 naar 2		Structureel intermodaal transport, uitwisseling voorspelling met LSP. Capaciteit per modaliteit bepalen.	Structurele reservering van capaciteit voor de middellange termijn, tarief vooraf per modaliteit.
2 naar 3		De hoeveelheid van de goederen vooraf communiceren, inclusief logistieke voorwaarden. Tarief per modaliteit.	A-modaal boeken: logistieke regisseur heeft de vrijheid de modaliteit te bepalen en capaciteit te reserveren. Betaling achteraf op basis van werkelijke verdeling van modaliteiten.
3 naar 4	Meer inzicht bieden (volledige zichtbaarheid in beschikbare capaciteit) voor <i>real-time</i> planning wanneer meerdere partijen gebruik maken van de capaciteit van trein of binnenschip.	Het integrale tarief bepalen samen met de logistieke regisseur.	Transport optimaal plannen, rekening houdend met <i>real-time</i> gebeurtenissen en inzicht in de bezettingsgraad van de capaciteit om verdeling van intermodaal transport te maximaliseren. Een <i>control tower</i> is beschikbaar om data van alle relevante partijen te synchroniseren.
4 naar 5		Transport wordt gepland door regisseur op basis van het gewenste serviceniveau.	Vrijheid om transport te plannen, inclusief levertijden, zolang aan de serviceniveaus van de verladers wordt voldaan.

4. Bevindingen

Dit maturiteitsmodel is ontwikkeld in het kader van het SYN-ERGIE project. Om het maturiteitsmodel toe te passen zijn semi-gestructureerde interviews gehouden. De betrokken bedrijven zijn verladers, logistiek dienstverleners, operators (terminal, of multimodaal), of expediteur en actief op de as West-Vlaanderen - Limburg. Het doel van de interviews was voor elk bedrijf het niveau van synchromodaliteit vast te stellen op basis van de belangrijkste procesgebieden van het model. Bedrijven zijn gevraagd naar factoren die ervoor gezorgd hebben dat het bedrijf zich op het huidige niveau bevindt en naar factoren die verbetering naar het volgende niveau in de weg staan.

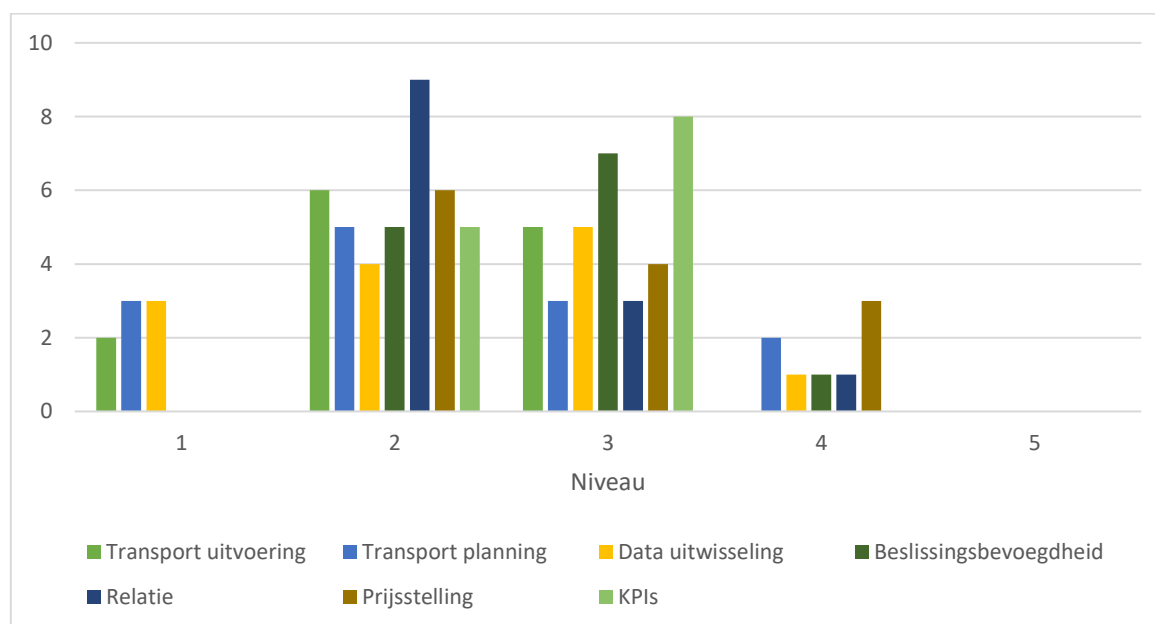
4.1 Algemene bevindingen

Na een verkennend interview toonden 13 bedrijven belangstelling voor deelname: 3 logistieke dienstverleners, 4 operationele dienstverleners, 5 verladers, en 1 expediteur, zie ook Tabel 2. Het onderscheid tussen logistiek dienstverlener, operator, en expediteur is in de praktijk vaak niet triviaal. Hierbij dient opgemerkt te worden dat ieder bedrijf is ingedeeld op basis van de voornaamste rol die het inneemt op de corridor West-Vlaanderen-Limburg.

Tabel 2: Bedrijven per rol en locatie

	Vlaanderen	Limburg
Logistiek dienstverlener	1	2
Verlader	2	3
Operator	2	2
Expediteur	0	1
Totaal	5	8

Voor ieder bedrijf is de score voor ieder van de 7 proces gebieden van het maturity model bepaald. Er is hierbij gekeken naar de score die past bij de meerderheid van de transport activiteiten. In Figuur 3 is voor ieder van de zeven componenten te zien hoeveel bedrijven een score halen op de niveaus 1 tot en met 5.



Figuur 3: Score per bedrijf per component

Op basis van de 13 interviews kan worden gezegd dat de meeste geïnterviewde bedrijven al op enigerlei wijze intermodaal transport hebben toegepast. De relatie vorm heeft minimaal een score 2 en zijn dus structureel van aard. Voor de factoren beslissingsbevoegdheid, prijsstelling en KPI's zijn er meer bedrijven met een score van 3 of 4, dan bedrijven met een score van 1 of 2. Dit zijn dus gebieden waarop bedrijven vooruit lopen. Niveau 3 van KPI's komt overeen met betrouwbaarheid en dit is vaak een belangrijke factor voor bedrijven.

4.2 Synchronmodale scores per type bedrijf

Voor ieder bedrijf is een totale score berekend door het gemiddelde te nemen van de scores voor de 7 procesgebieden. De resultaten zijn te zien in Tabel 3.

Tabel 3: Maturity score per rol

	Gemiddelde score
<i>Logistiek dienstverlener (3)</i>	2,52
<i>Verlader (5)</i>	2,34
<i>Operator (4)</i>	2,43
<i>Expediteur (1)</i>	3,14
<i>Overall (13)</i>	2,47

We zien hier dat de expediteur de hoogste score per rol heeft, daarna de logistiek dienstverleners, en verladers en operators hebben een bijna vergelijkbare score. De hoge score voor de expediteur is onverwacht, maar de expediteur in dit specifieke geval vervult meerdere rollen in de keten. Het bedrijf heeft een grote expeditie rol maar is ver gevorderd in de samenwerking in de keten. Ze zijn niet enkel gefocust op de korte termijn "winsten" maar werken structureel samen om tot betere oplossingen te komen voor grote verladers. Daarnaast bieden ze zelf ook transport aan en leveren ze ook trailers voor de lastmile delivery. Het bedrijf kan dus ook optreden als operator.

Vervolgens is per rol de gemiddelde score per component bepaald, zie Tabel 4. De factor beslissingsbevoegdheid heeft de hoogste gemiddelde score, maar de operators blijven hierbij wat achter. Dit kan verklaard worden door het feit dat het voor operators moeilijk kan zijn om de boeking op de eigen assets over te laten aan logistiek dienstverleners. In een setting met een logistieke regisseur zijn idealiter meerdere operators verbonden middels een control tower. Deze bedrijven kunnen concurrenten zijn. Zij willen graag een zo'n hoog mogelijke bezettingsgraad realiseren op de assets. Dit kan soms conflicteren met de belangen van het netwerk. Ook voor de factor data uitwisseling hebben de operators de laagste score. Een verklaring hiervoor kan ook gezocht worden in het feit dat synchronmodaal transport voor deze partijen grote transparantie vereist, die liever niet gegeven wordt.

De expediteur haalt de hoogste score voor iedere component. Dit is wellicht niet in de lijn met de verwachting, maar wel degelijk van toepassing voor deze specifieke expediteur. We zien in deze tabel relatief hoge scores voor verladers op het gebied van beslissingsbevoegdheid (2,8), prijsstelling (2,6) en KPI's (2,6). De laagste gemiddelde score wordt behaald door de verladers voor de transport uitvoering. Verladers zijn bereid te zoeken naar hogere niveaus van synchronmodaliteit en veel bedrijven passen a-modaal boeken al toe. De meeste verladers maken zich voornamelijk druk over het feit dat hun goederen op tijd worden afgeleverd. De route, modaliteit en soms zelfs de duur zijn minder belangrijk, zolang de goederen maar op tijd worden afgeleverd. Betrouwbaarheid is de belangrijkste KPI. Een belangrijke kanttekening is dat soms de afgesproken doorlooptijd te kort is en alleen ruimte laat voor rechtstreeks wegvervoer.

Tabel 4: Gemiddelde score per component en rol

	Transport uitvoering	Transport planning	Data uitwisseling	Beslissings-bevoegdheid	Relatie	Prijsstelling	KPI's
LDV (3)	2,00	2,33	2,33	3,00	2,67	2,67	2,67
Verlader (5)	1,80	2,00	2,40	2,80	2,20	2,60	2,60
Operator (4)	2,75	2,50	2,00	2,25	2,25	2,75	2,50
Expediteur (1)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00
Totaal (13)	2,23	2,31	2,31	2,69	2,38	2,77	2,62

Het is ook interessant om te zien welke factor het beste de totale score voorspelt. Als we de score voor ieder component vergelijken met de totale score van het bedrijf op basis van de modus dan zien we dat voor *data uitwisseling* de score het vaakst overeenkomt met de totale score van het bedrijf (in 85% van de gevallen). Hieruit kan worden afgeleid dat de score voor data uitwisseling de beste voorspeller is voor het totale niveau. Dit lijkt dus een noodzakelijke voorwaarde te zijn om op een bepaald niveau synchromodaal transport uit te voeren.

4.3 Relaties tussen synchromodale componenten

Voor iedere combinatie van componenten hebben we geteld hoeveel bedrijven een hogere score halen op component 1 dan op 2 en vice versa. De resultaten van deze paarsgewijze vergelijking staan in Tabel 5. De waarde -1 bij Transport uitvoering en Transport planning geeft aan dat meer bedrijven een hogere score halen voor transport planning dan voor transport uitvoering, dan andersom. De score voor transport uitvoering blijft dus achter ten opzichte van transport planning. En een factor van 1 geeft het omgekeerde aan: bedrijven hebben een hogere score voor beslissingsbevoegdheid dan voor relatie.

Tabel 5: Vergelijking factoren

	Transport uitvoering	Transport planning	Data uitwisseling	Beslissings-bevoegdheid	Relatie	Prijsstelling	KPI's
Transport uitvoering		-1	-1	-1	-1	-1	-1
Transport planning	1		-1	-1	-1	-1	-1
Data uitwisseling	1	1		-1	-1	-1	-1
Beslissings-bevoegdheid	1	1	1		1	1	1
Relatie	1	1	1	-1		-1	-1
Prijsstelling	1	1	1	-1	1		1
KPI's	1	1	1	-1	1	-1	

Door voor ieder component te kijken hoeveel andere componenten een hogere score hebben, kunnen we de zeven componenten rangschikken. Transport uitvoering heeft de laagste score, gevolgd door transport planning, en daarna data uitwisseling. Dan volgen relatie, KPI's, prijsstelling en als laatste beslissingsbevoegdheid.

Er kan geconcludeerd worden dat de uitvoering van transport achter blijft. Een mogelijke verklaring is dat er geen geschikte intermodale diensten zijn. Ook kunnen we concluderen dat een goede relatie met supply chain partners ook vaak voorkomt bij lagere niveaus van synchromodaliteit. Anderzijds zien we dat bedrijven qua beslissingsbevoegdheid, prijsstelling en KPI's vaak al verder zijn dan de relatie. Het lijkt dus zo te zijn dat het kiezen voor a-modaal transport en de bijbehorende prijsstelling al vaak toegepast wordt door bedrijven, ook al blijft de relatie 'achter' in termen van score van het maturity model.

4.4 Succesfactoren en barrières

Tijdens de gesprekken met de bedrijven is ook aan bod gekomen dat bijna alle bedrijven excelleren in een of meer van de belangrijkste procesgebieden. Men ziet dat synchromodaal transport gemakkelijker in te voeren is bij continentaal transport omdat er geen afhankelijkheid is van de intercontinentale havens die een grote bron kunnen zijn van afwijkingen in tijd.

Er zijn vier bedrijven (2 LDV en 2 operator) die in enkele gevallen al de voorraadhoogte bij verladers meten en deze informatie gebruiken om aflever- of ophaalmomenten van ladingen te bepalen/ te plannen op basis van actuele voorraadgegevens. Daarnaast zijn er al vijf bedrijven (3 verladers, 1 expediteur, en 1 logistiek dienstverlener) die al gebruik maken van een meer geavanceerde manier van data delen met partners in de supply chain. Bij 8 bedrijven is de relatie met de supply chain partners als intensief verticaal te kenmerken.

In de interviews met de bedrijven is ook ingegaan op mogelijke verbeterpunten qua synchromodaal transport en redenen waarom dit (nog) niet gedaan wordt. Hierin kwam naar voren dat het ontoereikende aanbod van intermodaal transport op de as (van/naar de haven van Antwerpen) de reden is om dit niet te gebruiken, zowel voor reeferers als normale containers. Twee verladers en één operator gaven aan dat de afhandelings tijd in de haven van Antwerpen, met name voor binnenvaart, te hoog en onbetrouwbaar is. Hierdoor wordt wegtransport aantrekkelijker. Sommigen gaven aan dat ze te weinig volume hebben om gebruik te maken van intermodaal transport. Hierbij kan opgemerkt worden dat dit verholpen kan worden door vrachten af te stemmen met andere partijen.

Op het gebied van uitvoering planning, zijn de volgende beperkende factoren genoemd. Informatie over transport wordt alleen op ad-hoc basis gedeeld en nog geen forecast. Soms heeft dit een technische oorzaak, of het is lastig om deze informatie te delen. De processen rondom het aanvragen van extra capaciteit bij operators is nu soms erg lang: enkele dagen. Hierdoor wordt het bijna onmogelijk om actueel vraag en aanbod op elkaar af te stemmen (nodig voor niveau 4). Het wordt ook genoemd dat verladers informatie te laat doorgeven en dat de gecommuniceerde levertijd de keuze beperkt tot wegtransport.

Voor data uitwisseling worden veel beperkende factoren genoemd. Zo is er het probleem dat informatie zich in veel verschillende bronnen bevindt, of data communicatie nog via mail of telefoon geschiedt. Een aantal partijen is wel bezig om in een platform meer informatie bij elkaar te brengen. Het is vooral voor kleine bedrijven lastig (of te duur) om aan te haken op dergelijke initiatieven. Een andere voorwaarde voor proactief plannen is dat wijzigingen automatisch doorgegeven worden en dat er duidelijk gemaakt wordt wanneer er actie ondernomen moet worden.

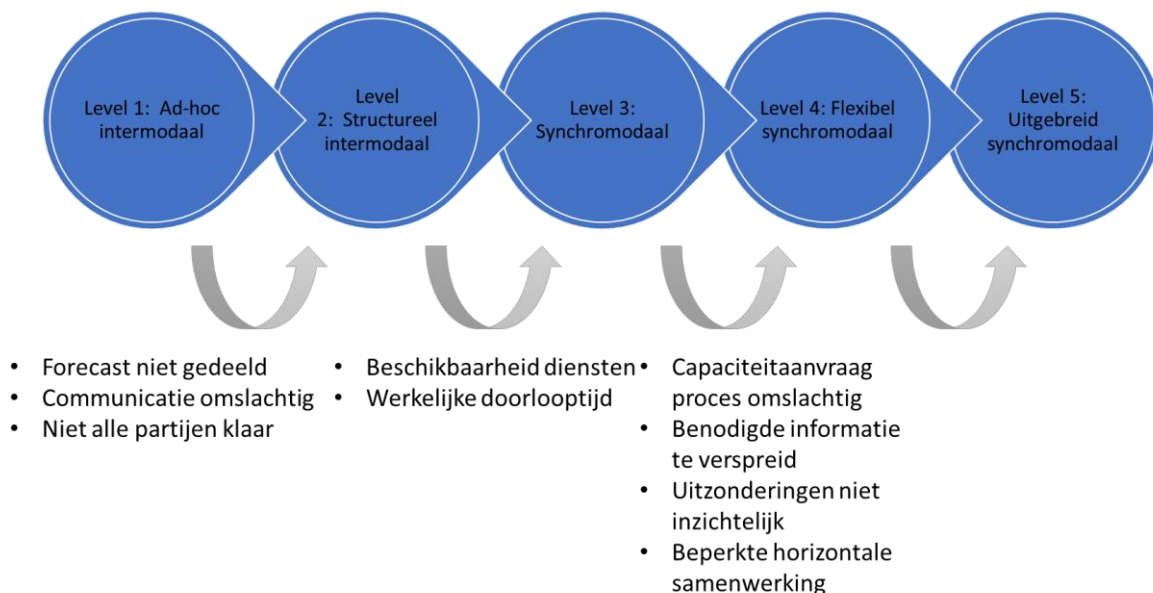
De data-uitwisseling tussen de operationele en de logistieke dienstverleners is minimaal. Het real-time delen van informatie over verwachte aankomsttijden is een eerste vereiste. Real-time informatie over de bezettingsgraad van de capaciteit is een tweede vereiste. Op het ogenblik kunnen alleen manuele verzoeken om beschikbare capaciteit gedaan worden en worden deze beantwoord met een ja of een nee, aangezien operationele dienstverleners onwillig zijn de gevraagde data te delen. Wat betreft het maturiteitsmodel, is ontwikkeling van niveau 2 naar niveau 3 vaak moeilijk te realiseren, omdat aanvullende en vereenvoudigde data-uitwisseling nodig is. De introductie van real-time planning en horizontale samenwerking staan de ontwikkeling van niveau 3 naar niveau 4 in de weg.

Wat logistieke dienstverleners vaak hebben gezegd is dat zij onderscheid maken in diensten tussen klanten. Ze zouden synchromodale diensten kunnen aanbieden aan hun grootste klanten, maar niet elke klant bevindt zich al op een zodanig specifiek organisatorisch niveau dat ze zouden kunnen

samenwerken in synchromodaal transport. De synchromodale supply chain is zo sterk als de zwakste schakel. De reden hiervoor is dat hoe meer verladers de logistieke regisseur vrijheid geven om transport in te plannen hoe beter dit gedaan kan worden vanuit de keten gezien. Veel logistieke dienstverleners op de corridor blinken al uit in het plannen van transport en het monitoren van voorraadniveaus in de praktijk.

De invloed van expediteurs en de bij hen horende focus op prijs is niet te onderschatten. Een aantal geïnterviewde bedrijven, meer richting de operators, hebben aangegeven te moeten werken met ad-hoc korte termijnplanning en beperkte transportmogelijkheden. De meeste expediteurs profiteren van het gebrek aan het delen van data, aangezien dat een belangrijk deel van hun bedrijfsmodel is.

Tot slot wordt nog genoemd dat een aantal verladers toch zelf de modaliteit willen bepalen en dat prijs in die gevallen de belangrijkste factor is in de keuze voor transport. Gebrek aan horizontale samenwerking is niet vaak benoemd als beperkende factor, maar het wordt toch nauwelijks gedaan.



Figuur 4: Beperkende factoren

De belangrijkste beperkende factoren voor synchromodaal transport zijn weergegeven in Figuur 4. Drie van de zeven belangrijkste procesgebieden vragen de meeste aandacht: transport uitvoering, data-uitwisseling en horizontale samenwerking. Het intermodale aanbod op de as West-Vlaanderen-Limburg is in een aantal gevallen onvoldoende om er gebruik van te maken. Dit wordt bepaald door enerzijds het aantal afvaarten of treinen, en anderzijds de capaciteit. Data-uitwisseling tussen verladers en logistieke dienstverleners is vaak niet het probleem, als beide partijen elkaar vertrouwen. Data delen tussen verschillende logistieke dienstverleners of tussen logistieke dienstverleners en operationele dienstverleners is echter niet gebruikelijk in de praktijk. De meeste dienstverleners zijn niet bereid samen te werken met hun concurrenten. Dit betekent ook dat data-uitwisseling heel lastig is.

5. Huidig aanbod van intermodale diensten

Op de as West-Vlaanderen – Nederlands Limburg functioneert Antwerpen als een draaischijf. Alle transporten van West-Vlaanderen naar Limburg of vice versa gaan via de haven of een terminal in Antwerpen. De volgende intermodale terminals bevinden zich op de as en staan in verbinding met de terminal in Antwerpen. De terminals zijn grafisch weergegeven op de kaart in Figuur 5.

In Limburg zijn dit Barge Terminal Born (BTB), BCTN Venray (Wanssum), Trimodale Container Terminal Venlo (TCT). Ook zijn er Barge Terminal Roermond, Cabooter Rail Terminal Venlo-Blerick en Rail Terminal Chemelot, deze staan echter niet via een directe lijnverbinding in connectie met de terminal in Antwerpen.

In West-Vlaanderen zijn er de terminals van Avelgem Container Terminal, Delcatransport Rekkem, River Terminal Wielsbeke, Terminal Wevelgem Zuid. Daarnaast is de zeehaven in Zeebrugge ook een belangrijke schakel op deze as.

Dan zijn er nog andere terminals in België die niet in West-Vlaanderen liggen maar wel goed bereikbaar zijn voor sommige bestemmingen in West-Vlaanderen of Nederlands Limburg: terminals in Gent, ook voor aansluiting op de haven van Gent, Euroterminal en Haventerminal in Genk, en Liège Container Terminal in Luik. En dan zijn er tot slot de terminals in Antwerpen.



Figuur 5: Overzicht terminals West-Vlaanderen, Limburg

In Tabel 6 zijn de terminals beschreven die een lijndienst hebben van en naar Antwerpen. Deze informatie is verkregen van Port of Antwerp (2019) en Port of Zeebrugge (2019) en actueel in september 2019. De kolom locatie geeft aan of een terminal in Nederlands Limburg (L), West-Vlaanderen (WV), of in België buiten West-Vlaanderen (B) ligt.

De lijndiensten die op dit moment beschikbaar zijn van en naar de haven van Antwerpen staan in Tabel 7. H staat voor heen vanuit Antwerpen en T staat voor terug naar Antwerpen. T* geeft aan dat de terugreis 72 uur duurt, in verband met het weekend.

Tabel 6: Bestemmingen vanuit Antwerpen

Terminal	Locatie	Modaliteit	Operator	Afstand (km)	Reistijd (uur)
<i>Barge Terminal Born</i>	L	Barge	BTB	108	24
<i>BCTN Venray</i>	L	Barge	Danser	124	24
<i>BCTN Venray</i>	L	Barge	BCTN	124	24
<i>TCT Venlo</i>	L	Barge	Danser	126	24
<i>Avelgem Container Terminal</i>	WV	Barge	ACT	87	12
<i>Delcatransport Rekkem</i>	WV	Rail	Delcatrans	99	12
<i>River Terminal Wielsbeke</i>	WV	Barge	Riga Terminals	81	12
<i>Terminal Wevelgem Zuid</i>	WV	Barge	Delcatrans	95	12
<i>Zeebrugge</i>	WV	Barge	PortConnect	161	24
<i>Zeebrugge</i>	WV	Rail	Lineas	120	24, 72
<i>DFDS Seaways MMT Gent</i>	B	Barge	Honkoop barging	45	< 12
<i>Ghent Container Terminal</i>	B	Barge	Danser-Stukwerkers	42	12
<i>Stukwerkers Container Terminal Gent</i>	B	Barge	Stukwerkers	45	<12
<i>Euroterminal Genk</i>	B	Rail	Lineas	87	12
<i>Haven Genk</i>	B	Barge	Haven Genk	91	48
<i>Liege Container Terminal</i>	B	Barge	LCT	117	12

Tabel 7: Lijndiensten Antwerpen

	Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
<i>Barge Terminal Born</i>	H	T		H	T		
<i>BCTN Venray</i>	H T	T	H T	H	H T		
<i>BCTN Venray</i>	H T	H T	H T	H T	H T	H T	H T
<i>TCT Venlo</i>	H T	H	T	H T	H T		
<i>Avelgem Container Terminal</i>	H T	H T		H T	H T		
<i>Delcatransport Rekkem</i>		H T		H T			
<i>River Terminal Wielsbeke</i>	H T	H T	H T	H T	H T	H T	
<i>Terminal Wevelgem Zuid</i>		T	H	H T	T		
<i>Zeebrugge - Barge</i>	H T	H T	H T	H T	H T		
<i>Zeebrugge – Rail</i>	H	H T	H T	H T	H T*	T*	
<i>DFDS Seaways MMT Gent</i>	H T		H T		H T		
<i>Ghent Container Terminal</i>	H T	H T	H T	H T	H T		
<i>Stukwerkers Container Terminal Gent</i>	H T	H T	H T	H T	H T		
<i>Euroterminal Genk</i>	H T		H T		H T		
<i>Haven Genk</i>	H T	H T	H T	H T	H	T	
<i>Liege Container Terminal</i>	H T	H T	H T	H T	H T		

Op basis van het actuele aanbod is te concluderen dat er vooral gebruik gemaakt wordt van binnenvaart en op enkele trajecten spoor, namelijk naar Rekkem, Genk, en Zeebrugge. Er is op dit moment dus geen directe verbinding tussen West-Vlaanderen en Limburg. Daarnaast is er op dit moment geen spoorverbinding tussen Limburg en Antwerpen. Hier is dus ruimte voor ontwikkeling indien er voldoende vraag naar is. Daar een spoorverbinding een kortere doorlooptijd heeft dan een binnenvaart verbinding, en vanuit het perspectief van verstoringen is een spoorverbinding essentieel om intermodaal transport op de as naar een hoger plan te tillen.

6. Conclusies

In dit document is het synchromodale maturity model beschreven dat ontwikkeld is in het kader van het Interreg project SYN-ERGIE. Dit model beschrijft de ontwikkeling naar geïntegreerd synchromodaal transport in vijf stappen. Ieder niveau wordt beschreven door de componenten uitvoering transport, planning transport, data uitwisseling, beslissingsbevoegdheid, prijsstelling, relatievorm en KPIs.

Voor dit onderzoek zijn 13 bedrijven geïnterviewd die betrokken zijn bij het vervoeren van containers over de as West-Vlaanderen – Limburg; als verlader, operator, logistiek dienstverlener, of expediteur. Voor ieder van die bedrijven is vastgesteld hoe zij scoren op het synchromodale maturity model. Uit deze interviews is te concluderen dat bedrijven zich merendeels op niveau 2 bevinden. Er zijn al enkele bedrijven die zich gedeeltelijk op niveau 4 of 5 bevinden met real-time plannen of aansturen op basis van voorraadniveaus.

De verticale samenwerking is in de meeste gevallen goed te noemen. Maar de ontbrekende horizontale samenwerking is een van de grootste barrières voor synchromodaal transport. Daarnaast blijft op dit moment het aanbod van (betrouwbare) intermodale diensten achter op de as. Er ontbreekt een directe verbinding tussen West-Vlaanderen en Limburg. Daarnaast is vanuit Limburg de haven van Antwerpen alleen via binnenvaart te bereiken. Deze verbindingen zijn noodzakelijk om synchromodaal transport te verbeteren en meer ladingen van de weg te halen.

Ook ontbreekt in veel gevallen de data uitwisseling die nodig is voor (real-time) synchromodaal transport. Enerzijds om technische redenen maar vaak uit protectionisme van concurrentiegevoelige data.

Een goed stelsel van afspraken binnen horizontale en verticale partners en het bijbehorende vertrouwen in een keten is essentieel om synchromodaal transport te laten slagen en de data uitwisseling op te starten. Daarnaast zal het aanbod en de frequentie van intermodaal transport meer moeten aansluiten bij de behoeften.

Referenties

- Agbo, A. A., Li, W., Atombo, C., Lodewijks, G., & Zheng, L. (2017). Feasibility study for the introduction of synchromodal freight transportation concept. *Cogent Engineering*, 4(1). doi:<https://doi.org/10.1080/23311916.2017.1305649>
- Alons-Hoen, K., & Somers, G. (2017). Ontwikkeling van een maturity model synchromodaal transport in het project SYN-ERGIE. *Logistiek+*(4), 84-117.
- Ambra, T., Caris, A., & Macharis, C. (2016). A decision support system for synchromodal transport.
- Behdani, B., Fan, Y., Wiegmans, B., & Zuidwijk, R. (2016). Multimodal schedule design for synchromodal freight transport systems. *European Journal of Transport & Infrastructure Research*, 16(3).
- Beyer, A., & Verhaeghe, L. (2014). *Cooperation between Waterways and Railways, an Unnatural Alliance: Rail Strategic Development of River Ports in the Greater Paris Region*. Paper presented at the TRA-Transport Research Arena.
- de Bruin, T., Freeze, R., Kulkarni, U., & Rosemann, M. (2005). *Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model*. Paper presented at the Australasian Conference on Information Systems (ACIS), Sydney, Australia. <http://eprints.qut.edu.au/25152/>
- De Bruin, T., & Rosemann, M. (2005, 26-28 May 2005). *Towards a business process management maturity model*. Paper presented at the Thirteenth European Conference on Information Systems, Germany, Regensburg.
- European Commission, E. (2011). *Roadmap to a Single European Transport Area-Towards a competitive and resource efficient transport system*. White Paper. European Commission. Retrieved from https://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2011_white_paper_en
- Fisher, D. M. (2004). The business process maturity model: a practical approach for identifying opportunities for optimization. *Business Process Trends*, 9(4), 11-15.
- Hofman, W. (2014). *Control tower architecture for multi-and synchromodal logistics with real time data*. Paper presented at the ILS2014, Breda.
- Kapetanios, G. N., Psaraftis, H. N., & Spyrou, D. (2016). A simple synchro-modal decision support tool for the piraeus container terminal. *Transportation Research Procedia*, 14, 2860-2869. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.403>
- Lockamy III, A., & McCormack, K. (2004). The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation. *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(4), 272-278. doi:<https://doi.org/10.1108/13598540410550019>
- Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B., & Weber, C. V. (1993). Capability maturity model, version 1.1. *IEEE software*, 10(4), 18-27.
- Pfoser, S., Treiblmaier, H., & Schauer, O. (2016). Critical success factors of synchromodality: Results from a case study and literature review. *Transportation Research Procedia*, 14, 1463-1471. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.220>
- Ponweiser, W., Putz, L.-M., Prandtstetter, M., Lenz, G., Pfoser, S., & Haller, A. (2016). An introduction to synchromodal networks in Austria.
- Port of Antwerp. (2019). Mobiliteit. Retrieved from <https://www.portofantwerp.com/nl/connectiviteit>
- Port of Zeebrugge. (2019). Intermodale routeplanner. Retrieved from <https://portofzeebrugge.be/nl/intermodale-routeplanner>
- Rossi, S. (2012). *Challenges of Co-Modality in a Collaborative Environment*. Retrieved from http://www.co3-project.eu/wo3/wp-content/uploads/2011/12/CO3-D-2-3-Position-Paper-on-Co-modality_def.pdf
- Singh, P., & van Sinderen, M. (2015). *Interoperability Challenges for Context Aware Logistics Services-the Case of Synchromodal Logistics*. Paper presented at the IWEI Workshops.
- Somers, G., & Tissen, K. (2015). *Synchromodaliteit Literatuuronderzoek*. KennisDC Logistiek Limburg.
- SteadieSeifi, M., Dellaert, N. P., Nuijten, W., Van Woensel, T., & Raoufi, R. (2014). Multimodal freight transportation planning: A literature review. *European journal of operational research*, 233(1), 1-15. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.06.055>

- Tavasszy, L. A., Behdani, B., & Konings, R. (2015). *Intermodality and synchromodality*.
- Van Riessen, B., Negenborn, R. R., & Dekker, R. (2015). *Synchromodal container transportation: an overview of current topics and research opportunities*. Paper presented at the International Conference on Computational Logistics.
- van Riessen, B., Negenborn, R. R., & Dekker, R. (2016). Real-time container transport planning with decision trees based on offline obtained optimal solutions. *Decision Support Systems*, 89, 1-16. doi:<https://doi.org/10.1016/j.dss.2016.06.004>
- van Riessen, B., Negenborn, R. R., & Dekker, R. (2017). The Cargo Fare Class Mix problem for an intermodal corridor: revenue management in synchromodal container transportation. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 29(3-4), 634-658. doi:<https://doi.org/10.1007/s10696-017-9285-7>
- van Riessen, B., Negenborn, R. R., Lodewijks, G., & Dekker, R. (2015). Impact and relevance of transit disturbances on planning in intermodal container networks using disturbance cost analysis. *Maritime Economics & Logistics*, 17(4), 440-463. doi: <https://doi.org/10.1057/mel.2014.27>
- Zhang, M., & Pel, A. (2016). Synchromodal hinterland freight transport: Model study for the port of Rotterdam. *Journal of Transport Geography*, 52, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.02.007>