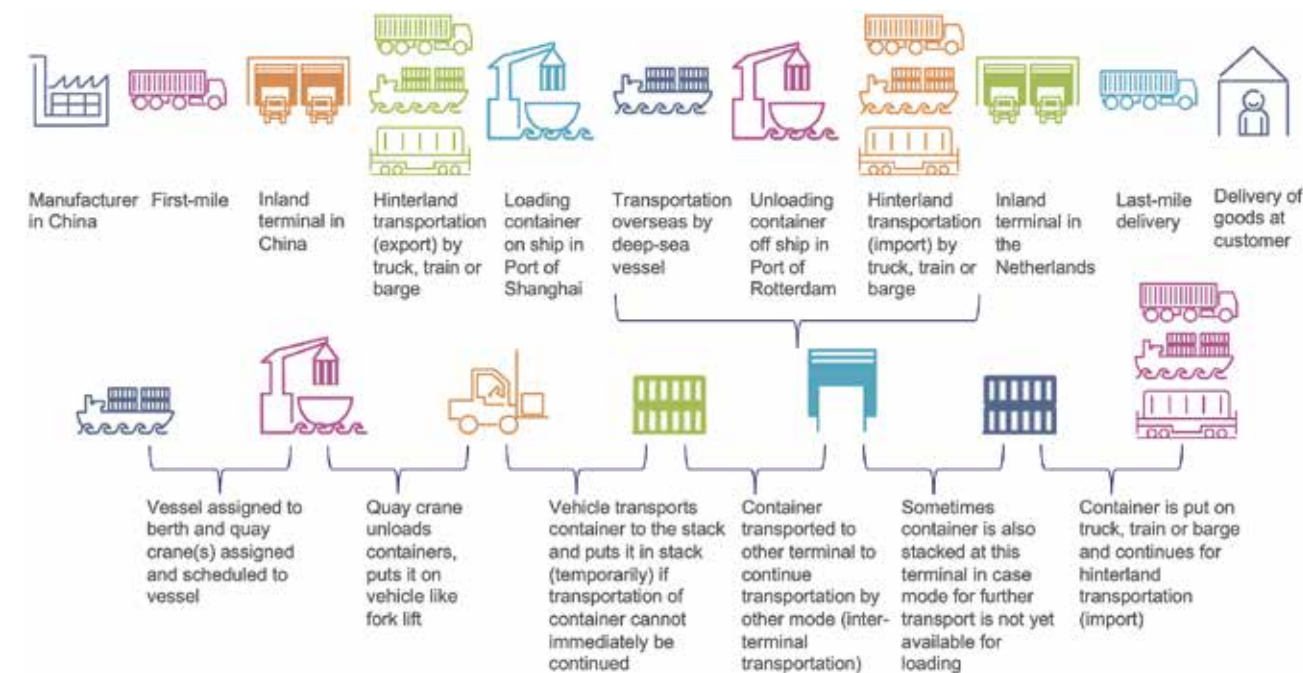




Foto: Alexander Klier via Pixabay



Figuur 1. Overzicht van de verschillende processen in de container supply chain en hoe deze processen met elkaar samenhangen

Impact van synchromodale logistiek op achterland transport

MARIJKE LIJZENGA

Synchromodaliteit is een concept dat de laatste jaren steeds meer aandacht heeft gekregen door ontwikkelingen binnen de containerindustrie. Om een beter inzicht te krijgen in de rol die het kan spelen in de transportwereld van de toekomst, hebben we geanalyseerd wat de mogelijke impact is van synchromodale logistiek op transportkosten, CO₂-uitstoot en vertragingen.

Synchromodale logistiek focust op het optimaal toekennen van containers aan verschillende transportmodaliteiten (truck, trein en vrachtschip) waarbij het mogelijk is om real-time aanpassingen te doen als verstoringen plaatsvinden. Doordat het aantal containers dat wereldwijd vervoerd wordt de laatste jaren significant is toegenomen, wordt het steeds belangrijker dat de connectie tussen de haven en het achterland goed georganiseerd is. Daarnaast neemt de capaciteit van

containerschepen steeds meer toe. Vandaag de dag heeft het grootste containerschip een capaciteit van maar liefst 23.756 TEU, een standaardmaat die gebruikt wordt in de containerindustrie om de grootte van een container aan te duiden. Als gevolg van deze steeds groter wordende containerschepen, neemt de druk op havens toe. Door de toenemende concurrentie tussen havens die hetzelfde achterland kunnen bedienen, zijn havens gedwongen om hun infrastructuur hierop aan te passen en daarbij dus ook rekening te houden met de toegang tot het achterland. Dit is waar synchromodaliteit een belangrijke rol kan spelen. Als alle beschikbare modaliteiten optimaal gebruikt worden, kan dat resulteren in een betere verbinding tussen de haven en het achterland, wat de haven aantrekkelijker maakt voor scheepvaart.

Complexiteit synchromodale logistiek

Het is echter behoorlijk complex om de modaliteiten optimaal te gebruiken, gezien veel processen hierbij op elkaar afgestemd moeten worden. Zodra een container aankomt in de haven, moet het gelost worden van het schip, waarna die vaak tijdelijk wordt opgeslagen in de haven. Daarna moet de container op het haventerrein verplaatst worden naar de terminal vanuit waar het mogelijk is om de container naar het achterland te vervoeren. Idealiter zijn al deze processen perfect op elkaar afgestemd, maar dat blijkt in de praktijk vaak een grote uitdaging.

Zoals in figuur 1 te zien is, hangen al deze processen tot op zekere hoogte van elkaar af. Een containerschip dat zijn tijdslot mist, een kraan die vertraagd is, een trein die vertraagd is, het zijn allemaal processen die een significante invloed hebben op de daaropvolgende processen. Goede communicatie en het delen van informatie is cruciaal om dit goed te laten verlopen, maar dat is niet vanzelfsprekend. Vanwege de complexiteit om alle processen mee te nemen en de verschillende partijen die daarbij betrokken zijn, hebben we voor dit onderzoek de keten gelimiteerd tot het achterland transport, waarbij aangenomen wordt dat alle processen in de haven vast staan. Ook wordt de zogenaemde *last-mile delivery*, het vervoer van en naar de eindgebruiker, niet meegenomen.

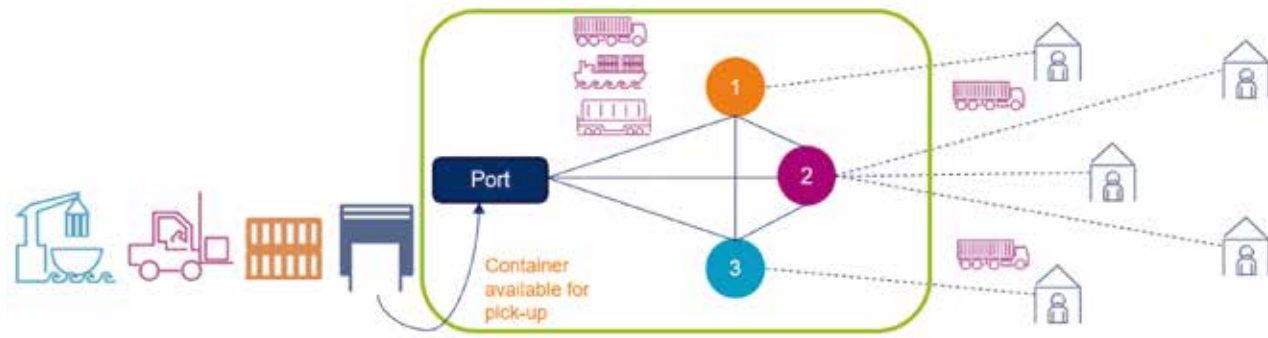
Rekening houdend met deze afbakening, hebben we twee verschillende synchromodale planningsmethodes gedefinieerd om de mogelijke impact van synchromoda-

liteit te bepalen. In deze methodes bekijken we een logistieke serviceprovider (LSP) die orders ontvangt van containers die vervoerd moeten worden. Omdat we de *last-mile delivery* niet meenemen, gaat al het containervervoer dat we bekijken tussen de haven en een binnenlandse terminal of vice versa (zie ook figuur 2). De taak van de LSP is om de orders zo goed mogelijk toe te kennen aan de transportmodaliteiten, daarbij rekening houdend met onder andere capaciteit en leveringstermijnen. Daarnaast wordt de planning geüpdatet in geval van verstoringen. Mocht een trein bijvoorbeeld vertraagd zijn, dan kan het beter zijn om een container met een truck te sturen in plaats van te wachten op de vertraagde trein. Deze mogelijkheid om te 'reschedulen' is er vanaf elke terminal.

De optimale allocatie van een order wordt voor alle containers in de order los bepaald. Dat betekent dat we voor alle containers bekijken wat de combinatie van transportmodaliteiten is die de gewogen som van transportkosten, vertragingen en CO₂-uitstoot minimaliseert.

Synchromodale planningsmethodes

Voordat de containers worden gealloceerd aan transportmodaliteiten, reduceren we het netwerk voor alle combinaties van start- en eindpunten. Dit houdt in dat de routes met een te grote omweg worden verwijderd. Het is bijvoorbeeld niet rendabel om van Rotterdam via Leeuwarden naar Maastricht te gaan. Voor deze reductie gebruiken we een factor α . Het netwerk wordt geli-



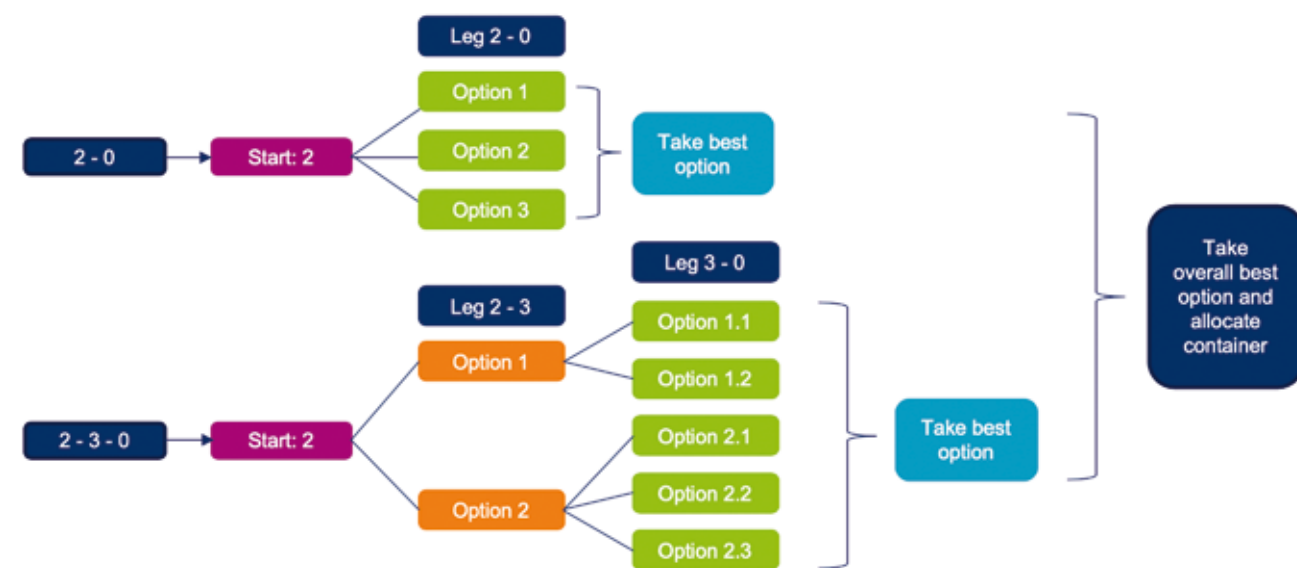
Figuur 2. Het onderzoek focust zich op het groen omlijnde stuk, dat wil zeggen alleen het containervervoer tussen de haven en achterlandterminals wordt meegenomen

miteerd tot de routes die binnen een afstand van factor α vermenigvuldigd met de directe afstand van startpunt naar eindpunt vallen. Dit is afgeleid van de planningsmethode geïntroduceerd in het onderzoek van Mes en Iacob (2016). Het gereduceerde netwerk wordt vervolgens als input genomen voor de planningsmethodes.

Voor de eerste planningsmethode hebben we volledige enumeratie gebruikt. In deze methode wordt een inkomende order toegewezen aan één of meerdere transportmodaliteiten zodra de LSP de order ontvangt. Eerst worden alle mogelijke transportopties gevonden op alle mogelijke routes tussen start- en eindpunt van de order. Deze mogelijke routes volgen uit de netwerkreductie. Om te bepalen of een combinatie van modaliteiten een optie is om een container te vervoeren, wordt er onder andere gekeken naar de beschikbare capaciteit en de

eventuele vertraging die het oplevert. Zodra we alle mogelijke transportopties gevonden hebben, bekijken we welke optie de beste waarde geeft. Deze waarde wordt bepaald aan de hand van de gewogen som van transportkosten, CO₂-uitstoot en vertraging die de optie oplevert. De optie met de beste waarde is de optie waar de container aan toegekend wordt. Deze optie heeft dus de laagste gewogen som, waarbij de gewichten van tevoren bepaald worden. In figuur 3 is een schematisch overzicht van deze methode weergegeven.

Naast bovenstaande methode hebben we een methode bestudeerd waarbij historische data worden meegenomen. Als een order al een jaar lang iedere maandag binnenkomt, dan is de kans groot dat dit komende maandag ook het geval zal zijn. Aan de hand van simulaties van de toekomst gebaseerd op historische data, bepalen



Figuur 3. Overzicht van de werking van het eerste planningsalgoritme. Voor alle mogelijke paden tussen terminal 2 en terminal 0 (de haven) worden alle transportopties bekeken, om vervolgens de container aan de beste optie te alloceren

we waar een container het best gealloceerd kan worden. Om de invloed van bepaalde orders te beperken, simuleren we verschillende scenario's van de toekomst. Evenals in de eerste planningsmethode, vinden we ook hier alle mogelijke transportopties. De transportoptie die gekeken naar alle scenario's samen gemiddeld het beste resultaat geeft, is de optie waaraan gealloceerd wordt. Dit wordt wederom bepaald aan de hand van de gewogen som van transportkosten, CO₂-uitstoot en vertragingen.

Resultaten

Om de mogelijke impact van synchronodaliteit te bepalen, hebben we bovenstaande methodes getest op een gesimuleerde dataset. Voor de data waarop we getest hebben, bleek synchronodaliteit veel potentie te hebben. Er was een duidelijke verschuiving in modaliteiten te zien, waarbij veel minder gebruik werd gemaakt van trucks en meer van treinen en vrachtschepen. Truck-transport is een flexibele transportoptie waar vandaag de dag veel gebruik van wordt gemaakt. Echter, door de toename in containervervoer wordt de belasting op wegen groter, wat een negatieve impact heeft op milieu en maatschappij. Door bij synchronodale logistiek de mogelijkheid te hebben om te optimaliseren over verschillende modaliteiten en real-time de planning aan te passen, wordt het aantrekkelijker om de trein of vrachtschip te gebruiken voor containervervoer. Dit zagen we in de resultaten duidelijk naar voren komen.

Sensitiviteit

Bij bovengenoemd resultaat moet echter wel een kanttekening geplaatst worden. Om data te simuleren, moesten veel aannames gemaakt worden en tijdens de sensitiviteitsanalyse bleek een aantal aannames significante invloed te hebben op het resultaat, wat van tevoren ook te verwachten was. Doordat we geen data beschikbaar hadden, moesten we onder andere tijdschema's, beschikbare modaliteiten, trein- en waterwegverbindingen definiëren. De beschikbaarheid van modaliteiten en verbindingen heeft veel invloed op de mogelijkheden om een container met een bepaalde modaliteit te vervoeren. Echter, om een zo realistisch mogelijk beeld te krijgen, hebben we onze aannames in overleg met verscheidene experts op dit gebied gemaakt en ook vergeleken met aannames in eerdere onderzoeken, onder andere de onderzoeken van Van Riessen (2013) en Van Riessen (2018). Op deze ma-

nier kunnen we toch een beeld krijgen van de impact van synchronodaliteit.

In beide planningsmethodes wordt de gewogen som van transportkosten, CO₂-uitstoot en vertragingen als maatstaf genomen om te bepalen aan welke modaliteiten een container toegekend wordt. Hierbij geven verschillende gewichten een verschillende uitkomst. Hoe minder vertragingen zijn toegestaan en hoe hoger daarvoor de penalty is, hoe meer truck transport gebruikt zal worden, gezien trucks flexibeler inzetbaar zijn dan treinen en vrachtschepen. Daarentegen, wanneer de focus op CO₂-uitstoot ligt, zien we dat treinen zo vaak mogelijk ingezet worden. Dit is iets wat in de praktijk belangrijk is om mee te nemen. Op welk element of op welke elementen de focus ligt, heeft een grote invloed op de mate waarin synchronodaliteit succesvol kan zijn.

Conclusie

Al met al kunnen we concluderen dat er in de toekomst zeker mogelijkheden liggen voor synchronodaliteit. Echter, hierbij is het wel van cruciaal belang dat de verschillende partijen in de keten goed met elkaar communiceren en dat data gedeeld wordt. Alleen op die manier is het mogelijk om real-time updates te doen en de keten zo optimaal mogelijk te maken. Daarbij komt ook dat transportplanners en mensen die een container willen vervoeren ervan overtuigd moeten zijn dat synchronodaliteit inderdaad voordelen biedt. Dit blijkt vandaag de dag nog een grote uitdaging, onder andere doordat synchronodale logistiek vaak een duurere transport optie is dan truck transport. Vanwege de complexiteit van de hele containerketen, zal het nog wel enige tijd duren voordat synchronodaliteit optimaal toegepast kan worden, maar er liggen zeker mogelijkheden op dit gebied.

LITERATUUR

- Mes, M. R., & Iacob, M. E. (2016). Synchronodal transport planning at a logistics service provider. *Logistics and Supply Chain Innovation*, 23–36.
- Van Riessen, B. (2013). *Planning of hinterland transportation in the EGS network*. Erasmus University.
- Van Riessen, B. (2018). *Optimal Transportation Plans and Portfolios for Synchronodal Container Networks*. Erasmus Research Institute of Management.

MARIJKE LIJZENGA is werkzaam als Analytics Consultant bij ORTEC. Dit onderzoek heeft zij gedaan voor haar afstudeerscriptie voor de master Econometrics and Operations Research aan Maastricht University, waarvoor zij stage liep bij ORTEC. E-mail: marijkelijzenga@gmail.com