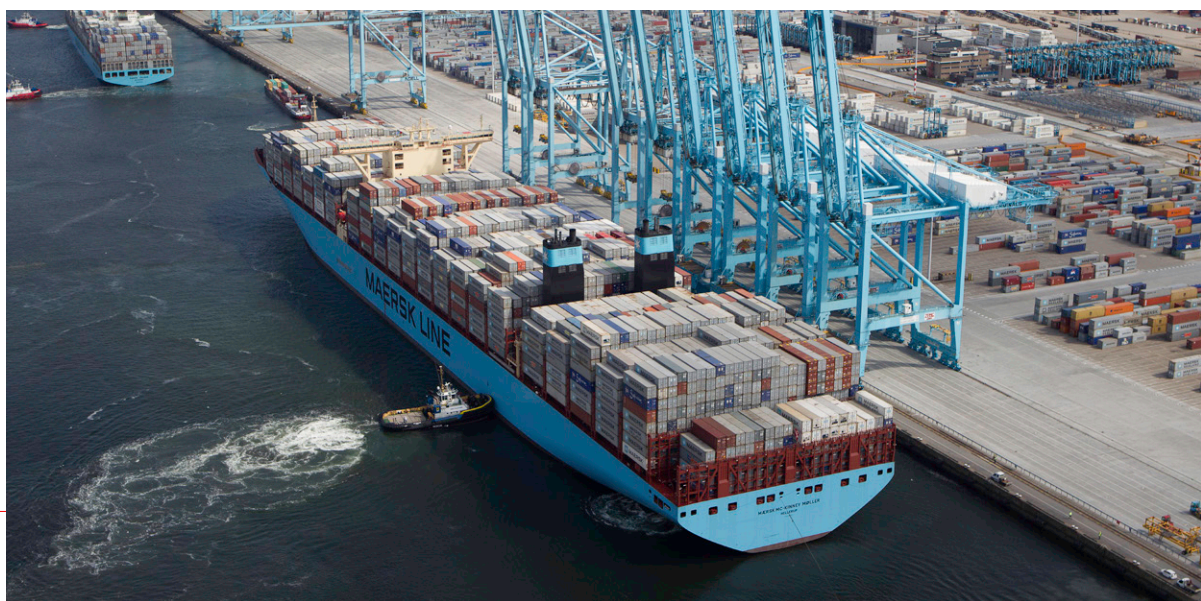


Over de rol van havens en hun achterland- netwerk binnen de logistiek van de toekomst

Eindverslag project binnen het programma 'Vitale Logistiek'
van NWO en TKI Dialog



Voorwoord

Logistiek van de toekomst

In dit rapport blikken we terug op het project 'Towards Virtual Ports in a Physical Internet' dat in de periode 2016 tot 2021 is uitgevoerd en werd gesubsidieerd door NWO en TKI Dialog. Het was een samenwerkingsverband van vier partijen: Rijksuniversiteit Groningen, TU Delft, Havenbedrijf Rotterdam en Groningen Seaports. Het project had als doel modellen en tools te ontwikkelen die havens en bedrijven in het achterland kunnen ondersteunen bij een stapsgewijze omschakeling naar het physical internet, met open logistieke netwerken waarin alles met elkaar is verbonden.

Het project bestond uit drie werkpakketten. In het eerste pakket is onderzoek gedaan naar de rol van havens binnen een open netwerk. In het tweede pakket zijn tools ontwikkeld ter ondersteuning van besluitvorming rondom het gebruik van diensten in een physical internet achterlandnetwerk. En in het derde pakket is met stakeholders een kijkje in de toekomst genomen door middel van onder andere expert panels en challenges. In het project hebben we lessen geleerd over mogelijke nieuwe toepassingsgebieden van het physical internet en toepassingen die kunnen bijdragen aan maatschappelijke transities, bijvoorbeeld op het gebied van duurzame energie en zorg.

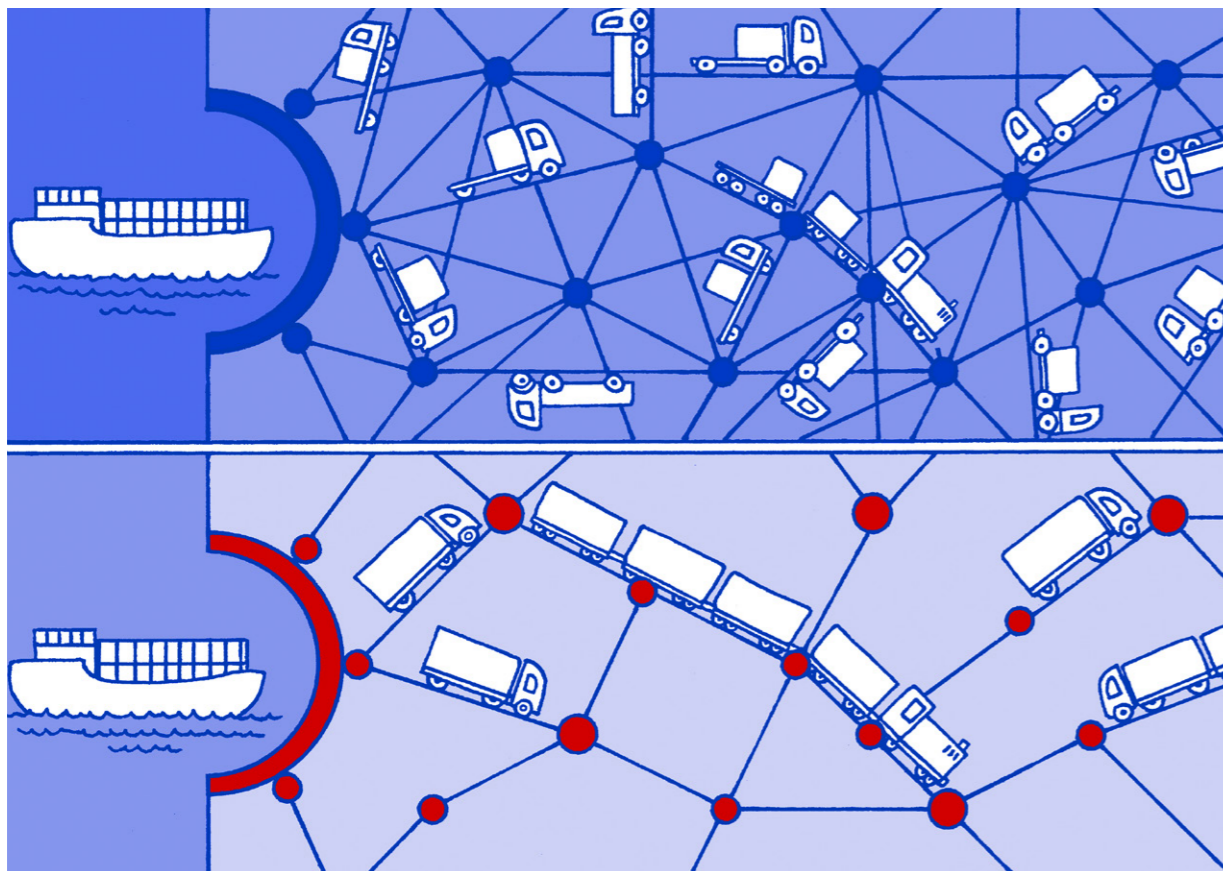
Physical internet is een relatief nieuw concept binnen de logistiek dat zich continu verder ontwikkelt en waar nog veel vragen over bestaan. Door de samenwerking tussen wetenschap en bedrijfsleven hebben we stappen kunnen zetten waarin we de abstractie van het physical internet hebben doorbroken. Ook hebben we eraan gewerkt om onze passie voor logistiek, met de geweldige innovaties die er in deze sector zijn, over te brengen op een nieuwe generatie.

In dit verslag bieden we een doorkijk in de verschillende projecten. Onderzoekers, afstudeerders en vertegenwoordigers uit de praktijk vertellen over hun bijdragen en nemen u mee in de inzichten die zijn verkregen.

Iris Vis
Hoogleraar Industrial Engineering,
Rijksuniversiteit Groningen
Wetenschappelijk projectleider
'Towards Virtual Ports in a Physical Internet'



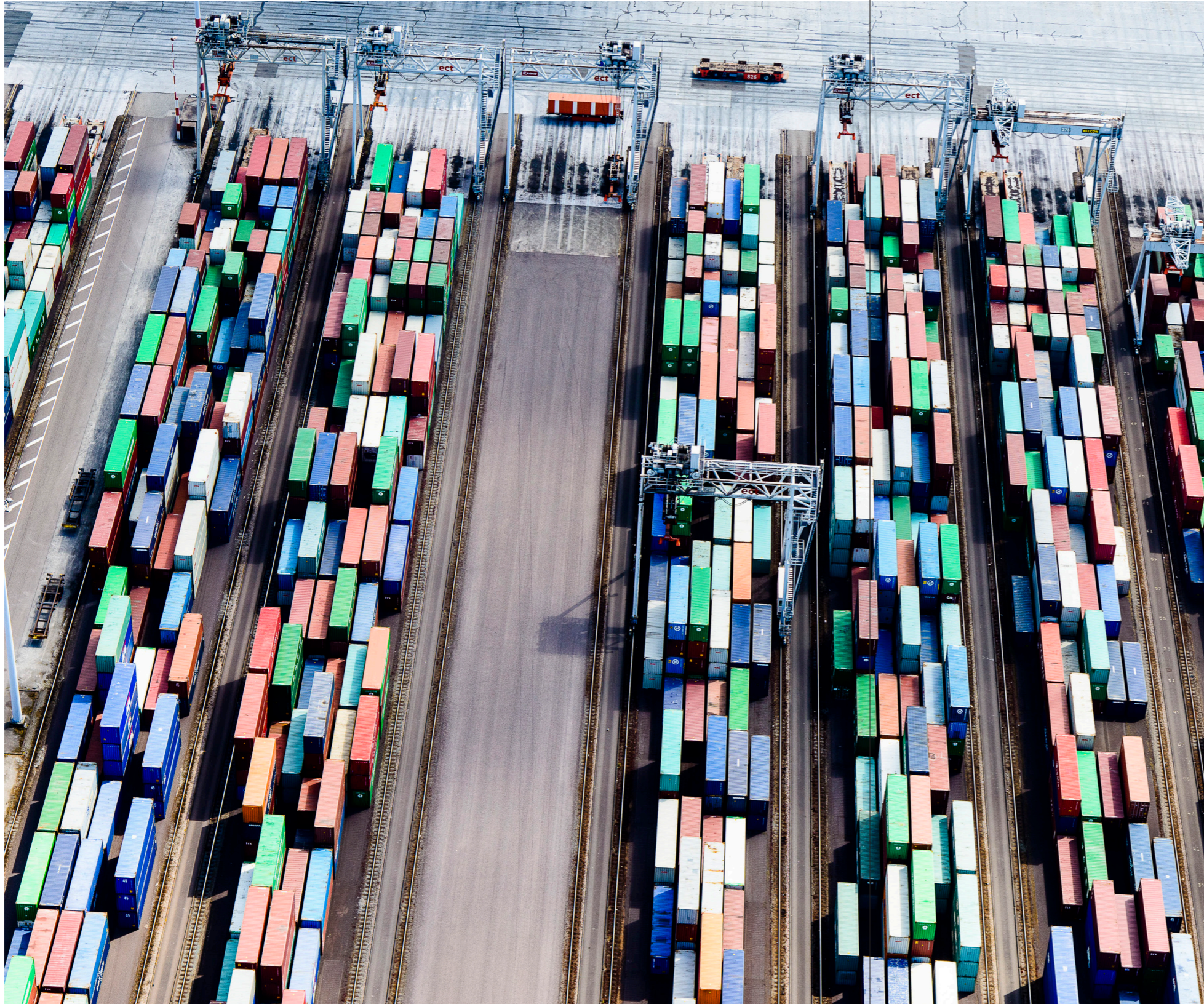
Iris Vis, Hoogleraar
Industrial Engineering,
Rijksuniversiteit Groningen
(Fotografie: Reyer Boxem)



Infographic project (NWO)

Inhoudsopgave

Deel 1: Introductie	8
Deel 2: De werkpakketten	
A. Concepten voor de nieuwe rol van havens	12
B. Modellen voor het achterlandnetwerk	18
C. Stakeholders Engagement	22
Deel 3: Valorisatie	26
Deel 4: Lessons learned en maatschappelijke transities	32
Deel 5: Resultaten	38
Partners	43
Colofon	44



Stack met containers in Rotterdamse haven (foto Havenbedrijf Rotterdam)

Over het project

Het project 'Towards Virtual Ports in a Physical Internet' maakt onderdeel uit van het onderzoeksprogramma 'Vitale Logistiek' van NWO en TKI Dialog (projectnummer: 438-15-525). Het initiatief en penvoerderschap van het project lagen bij de Rijksuniversiteit Groningen (RUG). De TU Delft was wetenschappelijk partner en vanuit het bedrijfsleven waren het Havenbedrijf Rotterdam en Groningen Seaports aangesloten.

Het project bestond uit drie werkpakketten:

Werkpakket	Onder leiding van
Concepten voor de nieuwe rol van havens	prof. dr. ir. Lori Tavasszy (TU Delft)
Modellen voor het physical internet achterlandnetwerk	prof. dr. Kees Jan Roodbergen (Rijksuniversiteit Groningen)
Stakeholder engagement en maatschappelijke impact	prof. dr. Iris Vis (Rijksuniversiteit Groningen)

Andere deelnemers aan het project waren dr. ir. Paul Buijs (onderzoeker, RUG), dr. Leandro Coelho (onderzoeker, Université Laval, Quebec City, Canada en RUG), dr. Gerlach van der Heide (onderzoeker, RUG), dr. Nick Szirbik (afstudeerbegeleider en manager PI Lab, RUG), drs. Jon Hummel (projectleider, RUG), ir. Patrick Fahim (promovendus, TU Delft), dr. Michiel Nijdam (lid projectgroep, Havenbedrijf Rotterdam) en ir. Henk Zwetsloot (lid projectgroep, Groningen Seaports). Daarnaast hebben diverse afstudeerders een bijdrage aan het project geleverd.

Introductie

Physical internet: de logistiek van de toekomst

Het physical internet is een visie op de logistiek waarin de concepten van de deeleconomie centraal staan. Goederen, containers, transportmiddelen, magazijnen en intermodale terminals zijn via een open netwerk met elkaar verbonden en kunnen “zelf” hun routes bepalen en gebruik maken van alle beschikbare opslag- en transportcapaciteit. Een belangrijk onderdeel van het concept wordt gevormd door gestandaardiseerde, modulaire containers die aan elkaar kunnen worden geklikt en met behulp van intelligente software autonoom worden aangestuurd. Een andere belangrijke bouwsteen is interconnectiviteit. Voor de automatische afstemming en communicatie tussen de deelnemers zijn gestandaardiseerde IT-systemen, protocollen en certificeringen een belangrijke randvoorwaarde.

De ‘founding fathers’ van het physical internet zijn prof. Benoit Montreuil, prof. Eric Ballot en prof. Russell Meller, die het concept in 2010 hebben geïntroduceerd. Zij zagen in de manier waarop een e-mailbericht via internet zijn weg vindt, de perfecte metafoor voor de logistiek van de toekomst. In het digitale internet vinden ‘informatiepakketjes’ snel, veilig en betrouwbaar hun bestemming waarbij ze gebruik maken van een open netwerk van servers, kabels en satellieuhubs. Hoe dit proces precies verloopt is voor de verzender en de ontvanger van een e-mail niet relevant. De drie vroegen zich af waarom dit in de logistiek sector ook niet kan.

Waarom onderzoek naar physical internet?

Transport en logistiek veroorzaken 20% van alle CO₂-uitstoot in de wereld ¹. Uit recent onderzoek van de EU blijkt dat door de toepassing van physical internet-concepten het energieverbruik van supply chain netwerken met wel 30% kan worden gereduceerd ². Een logistiek concept dat vanuit de kern is gericht is op het optimaal benutten van middelen en het voorkomen van lege kilometers, is een lonkend perspectief voor een wereld die worstelt met de transitie naar schone energie en het terugdringen van schadelijke CO₂-emissies.

Het physical internet is veelbelovend maar nog vele vragen moeten worden beantwoord voordat het in de praktijk kan worden gebracht. In Nederland is vanuit de Topsector Logistiek al veel onderzoek gedaan naar synchromodaliteit, het concept waarbij een logistieke dienstverlener op een flexibele manier verschillende transportmodaliteiten inzet om een transportopdracht zo goed en duurzaam mogelijk uit te voeren. Het physical internet gaat een stap verder en is gericht op de inhoud van individuele containers en een realtime besluitvorming over routing, modaliteit en overslagpunt. Er is nog veel onderzoek nodig om te bepalen hoe dat er concreet uit gaat zien.

¹ International Energy Agency, Transport Sector CO2 emissions by node in the Sustainable Development Scenario, 2000-2030

² Bron: ALICE, Roadmap Towards Zero Emissions Logistics 2050



Physical internet en de rol van havens

Zeehavens en binnenhavens zijn van oudsher belangrijke knooppunten binnen internationale supply chains en zullen ook in een physical internet-tijdperk onmisbare schakels blijven. Wel is de verwachting dat hun rol flink zal veranderen. De overslag wordt fijnmaziger met zeecontainers die moeten worden uitgesplitst en opnieuw gebundeld. De fysieke handling van goederen zal waar mogelijk verder worden geautomatiseerd en de afstemming met ketenpartners wordt volledig data-gedreven. De grote vraag is: hoe gaat dat er concreet uit zien? En wat betekent dat voor de stakeholders?

“Door onderzoekers als Montreuil, Ballot en Meller is veel kennis over de werking van open en duurzame logistieke netwerken opgebouwd. Over de rol van havens en hun achterland binnen zo’n netwerk was echter nog weinig bekend”, zegt Iris Vis over de aanleiding van het project. “Ons doel was nieuwe inzichten te ontwikkelen waarmee zeehavens als die in Rotterdam, en lokaal georiënteerde havens zoals Groningen Seaports en alle partijen in hun achterlandnetwerk, een visie op de toekomst kunnen vormen en zich hier met gerichte maatregelen op kunnen voorbereiden.”

Reisplanner voor goederen

De term physical internet voor de logistiek van de toekomst is ontstaan vanuit de analogie met het digitale internet. Projectleider Iris Vis gebruikt graag een andere metafoor voor physical internet, namelijk die van personen die een reis plannen en daarbij de bus, trein of taxi kunnen nemen. “Als passagier kies je de beste route om van A naar B te komen en als er een verstoring is, kijk je op een app om een andere route te kiezen. Als je ergens wilt overnachten, heb je daar weer een andere app voor en kies je daarvoor een locatie. Als containers of producten via Internet of Things met elkaar zijn verbonden en ook over de juiste intelligentie én de data beschikken, kunnen ze op lokaal niveau zelf beslissingen nemen. Net als een reiziger in het openbaar vervoer.”

“Steeds weer naar het digitale internet kijken, kan leiden tot ontwerpfouten.”

De analogie met het digitale internet

De term physical internet is ontstaan uit een vergelijking met het digitale internet. Maar in hoeverre gaat die analogie eigenlijk op? Sharon van Luik heeft die vraag beantwoord. Voor haar masterscriptie ‘On the value of the digital internet / physical internet analogy’, ter afsluiting van haar masterstudie Complex System Engineering & Management aan de TU Delft, heeft ze tien vooraanstaande wetenschappers uit de hele wereld geïnterviewd. “Op een gegeven moment houdt de vergelijking op”, stelt Van Luik. “Eigenlijk weet iedereen dat wel, maar de vraag is wat het gevolg is als we die vergelijking toch doortrekken.”

Een punt waarop de vergelijking volgens haar mank gaat, is dat een fysiek pakket anders dan een datapakket niet gekopieerd kan worden. Als onderweg op het internet iets misgaat met een e-mail, kan het bericht eenvoudig worden gekopieerd uit de bron en begint de reis opnieuw. “Maar dat is met een fysiek pakket natuurlijk niet mogelijk. Dat betekent dat de routingprotocollen uit het internet niet zonder meer kunnen worden toegepast in logistieke netwerken. Een ander voorbeeld betreft de vergelijking tussen de routers op het internet met de distributiecentra in logistieke netwerken. Die routers zijn verplicht om al het internetverkeer door te laten, anders doen ze niet mee. Dat is vooralsnog ondenkbaar in de logistiek, waar elk distributiecentrum in handen is van een logistiek dienstverlener met zijn/haar eigen belangen.”

Het gebruik van analogieën heeft zeker waarde, bijvoorbeeld om het idee achter het physical internet toe te lichten en mensen te overtuigen van het nut, maar daarmee houdt het op, concludeert Van Luik. “Daarna is het zaak om de analogie los te laten. Als we bij het onderzoek naar logistieke netwerken steeds weer naar het digitale internet kijken, kan dat leiden tot ontwerpfouten.”



Sharon van Luik deed afstudeeronderzoek naar de analogie met digitaal internet

Internationale samenwerking

De eerste ideeën voor het in dit verslag beschreven project, ontstonden tijdens een werkbezoek in 2013 door Kees Jan Roodbergen en Iris Vis aan Benoit Montreuil, destijds hoogleraar aan Université Laval in Quebec (Canada). Even later, in 2014, ging ook Paul Buijs, onderzoeker aan de Rijksuniversiteit Groningen, een tijd in Quebec werken. De hechte banden die er in die jaren tussen Laval en de Rijksuniversiteit Groningen zijn ontstaan, kwamen tijdens dit project goed van pas, vertelt Paul Buijs. “We hebben intensief van elkaars kennis geprofiteerd en hebben over en weer studenten en onderzoekers uitgewisseld. Onderzoeker Leandro Coelho kwam van Laval naar Groningen en studenten van de RUG bewandelden de omgekeerde route.”

Na de benoeming van Benoit Montreuil in 2015 aan het Georgia Tech Supply Chain & Logistics Institute in Atlanta (VS), kwam er ook met dit instituut een hechte samenwerking tot stand. Het leidde onder andere tot een gezamenlijk havenseminar in de Amerikaanse havenplaats Savannah (zie deel 3) en een werkbezoek van Jon Hummel, destijds projectmanager aan de

RUG, aan het door Montreuil opgezette PI lab. Ook vanuit de TU Delft was er samenwerking met Georgia Tech, onder andere in de vorm van een project waarbij Patrick Fahim voor zijn promotieonderzoek aan de TU Delft, een tijdje onderzoek deed in Atlanta. Daarnaast bezocht hij voormalige collega van prof. Montreuil, Dr. Marc Poulin aan de Abu Dhabi School of Management.

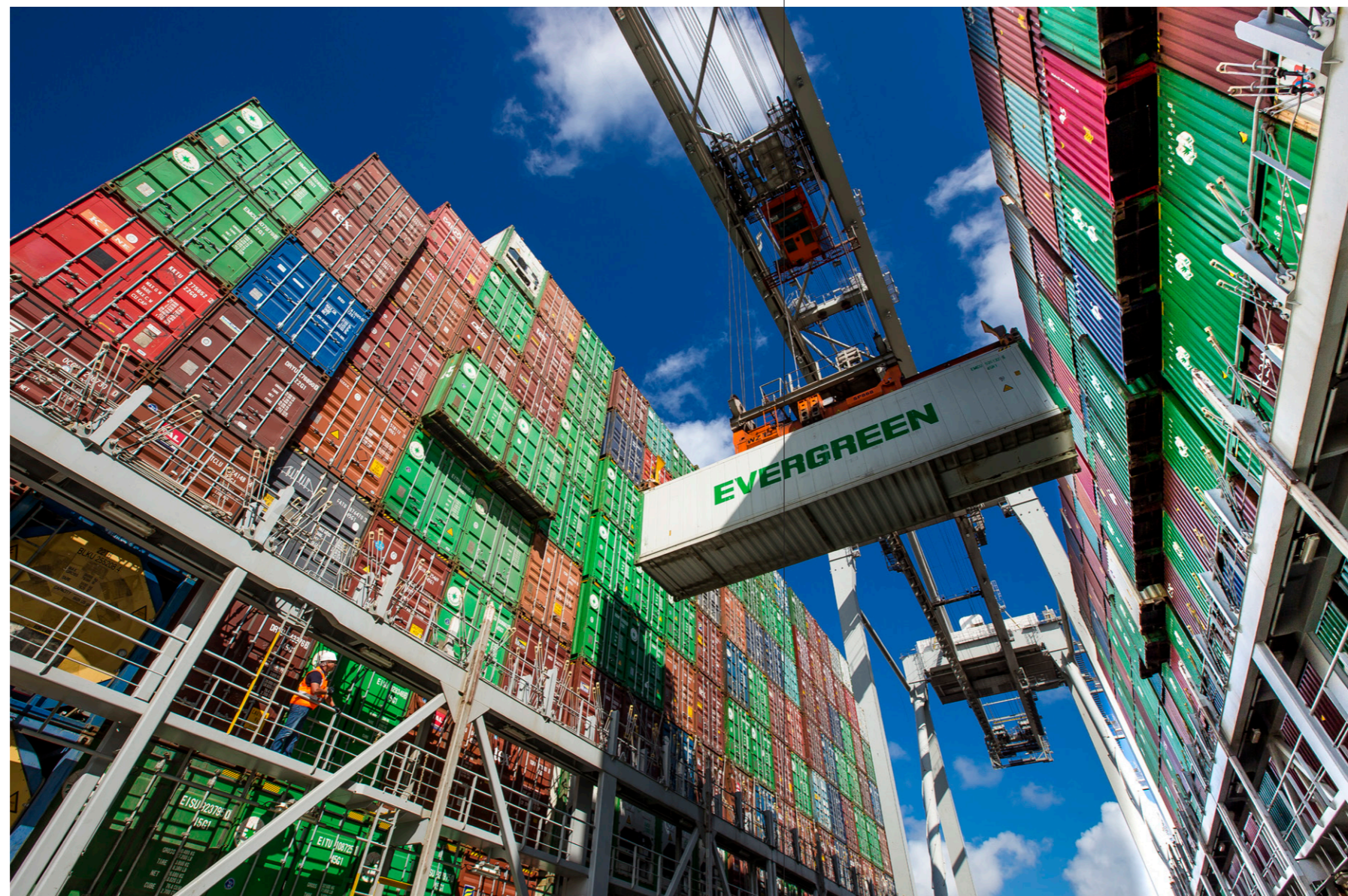
Internationale samenwerking kreeg verder gestalte door een bijdrage aan de ontwikkeling van de Europese innovatie-roadmap voor het Physical Internet, in het kader van het EU project SENSE, samen met het Europese Technologie Platform voor logistiek, ALICE. Het project heeft input geleverd voor deze roadmap en dankbaar gebruik gemaakt van de community van experts, voor onder andere dataverzameling. De tussenresultaten zijn gepresenteerd op de jaarlijkse edities van het International Physical Internet Conference, maar ook op andere internationale congressen zoals het Transportation Research Board en het World Conference for Transport Research.



Onderzoeker Paul Buijs (links) ontvangt de ‘Physical Internet Generation Award’ tijdens IPIC2018 uit handen van Benoit Montreuil (Fotografie: Steffi van Wasen)

Concepten voor de nieuwe rol van havens

2a



Containeroverslag in
Rotterdamse haven (foto
Havenbedrijf Rotterdam)

Een kenmerk van physical internet is dat in havens niet alleen de overslag van zeecontainers plaatsvindt, maar dat deze hier mogelijk-kerwijs ook worden uitgesplitst en opnieuw gebundeld. Het regisseren van deze fijnmazige stromen en de real-time afstemming met het achterland

wordt dan een kerntaak. Maar hoe ziet dat er uit en hoe kun je je hier als haven op voorbereiden? Onder leiding van hoogleraar Lori Tavasszy en promotieonderzoeker Patrick Fahim is hier vanuit de TU Delft onderzoek naar gedaan, waarbij de Rotterdamse Haven als studieobject fungeerde.



Michiel Nijdam, head of strategy bij Havenbedrijf Rotterdam

“We zijn weliswaar de grootste haven van Europa maar voor onze ‘klanten’, de verladers, zijn we slechts een schakel binnen hun supply chain.”

“Het physical internet helpt ons een visie op de toekomst te bepalen en daarin voor nu al de juiste maatregelen te nemen.”

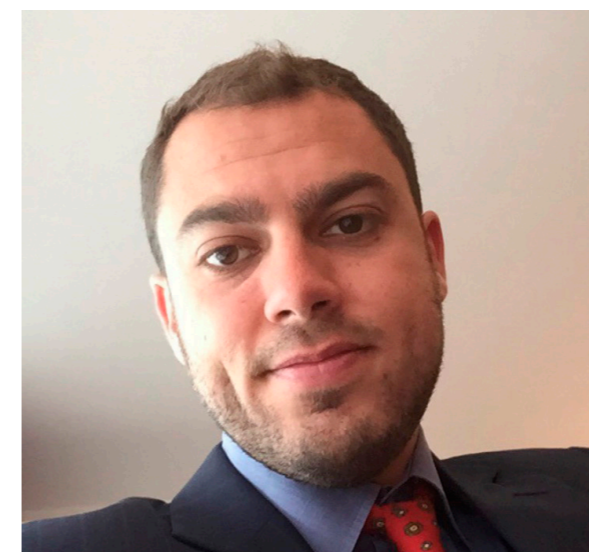


Pieter de Waard, corporate strategist bij Havenbedrijf Rotterdam

“Niet de IT-systemen zelf maar de institutionele weerstand daartegen, zal de grootste bottleneck gaan vormen.”

Havenbedrijf Rotterdam: bron van inspiratie

Patrick Fahim van de TU Delft vervulde tijdens het project een spilfunctie in het onderzoek naar en bij het Havenbedrijf Rotterdam. “Naast allerlei kwantitatief onderzoek op basis van data en modellen, hebben we onderzocht in hoeverre bedrijven en overheidsinstanties zich bewust zijn van de veranderingen die physical internet voor een haven als Rotterdam gaat brengen. Eén van de conclusies daarbij was dat bedrijven nog heel terughoudendheid zijn als het gaat om transparantie en het willen vertrouwen op nieuwe planningssystemen. Niet de IT-systemen zelf maar de institutionele weerstand daartegen, zal de grootste bottleneck gaan vormen.”



Patrick Fahim van de TU Delft

Bij het Havenbedrijf Rotterdam zien ze nu al dat de rol van de haven aan het veranderen is, vertellen Michiel Nijdam en Pieter de Waard. Beiden zijn werkzaam zijn op de afdeling *corporate strategy* en adviseren de algemene directie van havenbedrijf over het te voeren beleid. “We zijn weliswaar de grootste haven van Europa maar voor onze ‘klanten’, de verladers, zijn we slechts een schakel binnen hun supply chain. Om die schakelrol ook in de toekomst zo goed mogelijk te kunnen vervullen, zullen we onze processen en IT-systemen hier goed op af moeten stemmen. Het onderzoek heeft ons hier nuttige inzichten voor gegeven, en zeker zo belangrijk: het heeft ons goede contacten binnen de internationale physical internet community opgeleverd. Dit zal voor ons ook in de toekomst een waardevolle kennisbron blijven.”

Havens in transitie: wat zijn de scenario's?

Eén van de deelprojecten die vanuit de TU Delft werd gecoördineerd was het afstudeeronderzoek van Manuel Martinez de Ubago ter afsluiting van zijn studie Transport, Infrastructure and Logistics. Het onderzoek werd uitgevoerd samen met collega afstudeerder Jeff Voster, onder begeleiding van promovendus Patrick Fahim. Voor zijn masterscriptie gingen zij op zoek naar de scenario's voor hoe de rol van havens zal gaan veranderen. "Ik ben begonnen met een raamwerk waarin ik de verschillende stadia beschrijf waarin een haven zich binnen physical internet kan bevinden. Dat loopt op van volledig *unconnected*, zoals veel havens nu nog zijn, tot aan *hyperconnected*. Bij dit laatste is een haven volledig verticaal geïntegreerd binnen de supply chains van bedrijven maar ook horizontaal gekoppeld met bijvoorbeeld andere

havens in de regio of de douane-autoriteiten. Tijdens mijn onderzoek kwam ik erachter dat je connectiviteit kunt uitsplitsen in drie dimensies: governance, operationeel en digitaal. Het eerste gaat om regelgeving, het tweede over fysieke processen en het derde over IT-systemen."

Hoe deze dimensies zich de komende jaren gaan ontwikkelen - en wat dus de scenario's worden - hangt af van vele uiteenlopende, mondiale factoren. Martinez de Ubago noemt bijvoorbeeld de opkomst van handelsoorlogen en protectionisme, het smelten van de poolkappen en het doorzetten van technologische ontwikkelingen als 3D Printing. "Samen met collega's op de TU Delft en een groep van internationale experts heb ik een Delphi-studie opgezet waarin ik al deze factoren heb geclusterd en gewogen. In het meest pessimistische scenario zorgt het uitblijven van wereldwijde afspraken ervoor dat havens hooguit op rederijniveau kunnen worden geïntegreerd. Het meest optimistische scenario gaat er vanuit dat havens in 2030 al volledig *PI-compatible* zijn en tien jaar later ook nog eens volledig geïntegreerd zijn met andere havens."

	Current state	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Port connectivity	Unconnected terminals within ports. Unbalanced alliances in maritime shipping lines	Unconnected terminals within ports. Full integration of vertical supply chains by alliances	Intra-terminals connected horizontally: 'Physical Intranet' within port	Inter-terminals connected horizontally: Open ports	Global hub hyperconnectivity
Governance dimension	Current Incoterms. Unbalanced regulations for asset sharing platforms	Next Incoterms (Rotterdam rules). Regulations for asset sharing platforms	Harmonized rules and standards for intra-port connectivity	Harmonized competition rules and standards in horizontally integrated ports	Governance processes and bodies for an open global PI network
Operational dimension	(Semi) automation of yard handling operations at terminals	Mode Hinterland synchronomodality	Automated crossdocking and reshuffling operations	Automated node service and response across networks	Fully autonomous PI network operations
Digital dimension	Tracking systems. Port Community Systems (PCS) at niche level	Full PCS with dedicated connection to hinterlands	Digital platform allowing for communication and Decision Making at port	Standardized digital platforms distributed in ports at regional level	Inter-network standardized digital platforms distributed at global level

De evolutie van havens binnen physical internet (Bron: 'The future of ports in the physical internet, Manuel Martinez de Ubago, 2019)



Studenten van de TU Delft presenteren tijdens de International Physical Internet Conference (IPIC) in 2018 met rechts Manuel Martinez de Ubago (Fotografie: Steffi van Wasen)

Physical Internet in Europees perspectief

Physical internet wordt gezien als een belangrijke *enabler* voor het behalen van de duurzaamheidsdoelstellingen en staat daarom hoog op de innovatie-agenda van de Europese Unie. Het Europees adviesorgaan ALICE (Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe) is opgericht om landen binnen de Europese Unie te adviseren over de toekomst van logistiek en supply chain management. In het eerder genoemde rapport waarin ALICE de roadmap voor de komende twintig jaar ontvouwt, is te lezen dat de implementatie van physical internet al in 2030 tot 30% reductie van files, emissies en energiegebruik kan leiden. De verwachtingen zijn dus hooggespannen.

Lori Tavasszy, hoogleraar Freight & Logistics aan de TU Delft, is wetenschappelijk adviseur binnen het ALICE-platform en constateert binnen de EU een hoge bereidheid om in onderzoek rondom physical internet te investeren. "Het onderzoek naar de rol van havens past helemaal in de Europese innovatieprogramma's die we ook de komende jaren verder gaan uitrollen. Zowel technologisch als qua gedrag en governance gaat het om grote stappen. De potentiële impact van physical internet voor havens is gigantisch en ik ben er trots op dat we hier met onze afstudeerders en het promotie-onderzoek van Patrick Fahim de eerste aanzet voor hebben gegeven."



Lori Tavasszy, hoogleraar Freight & Logistics aan de TU Delft

Physical internet concepten voor het achterland-netwerk

Binnen physical internet zijn alle actoren binnen havens en hun achterlanden, onderling met elkaar verbonden. Maar welke dynamiek ontstaat er dan binnen zo'n achterland-netwerk en hoe zorg je dat goederen hier op de meest optimale/duurzame manier doorheen bewegen? Welke IT-systemen horen daar bij? Dit waren de onderwerpen die centraal stonden in het werkpakket van Kees Jan Roodbergen, hoogleraar Kwantitatieve Logistiek aan de Rijksuniversiteit Groningen.

Deeconomie en achterlandnetwerken

Een belangrijke maatschappelijke ontwikkeling waarop met physical internet wordt aangehaakt is die van de deeconomie. Bij hierop inspelende bedrijven als Swapfiets, Greenwheels of Airbnb, staat niet langer het bezit van middelen centraal maar het gebruik. Ook in het bedrijfsleven is deze trend aan het opkomen en kunnen bedrijven via online platforms gebruik maken van tijdelijk beschikbare magazijn- en transportcapaciteit. Een interessante onderzoeksvraag is in hoeverre deze exponenten van de deeconomie ook passen binnen het concept van physical internet. Postdoc-onderzoeker Gerlach van der Heide, destijds werkzaam op de Rijksuniversiteit Groningen, heeft hier binnen het project uitgebreid studie naar gedaan, samen met Kees Jan Roodbergen, Iris Vis en Paul Buijs.

2b

“Vooral kleine en middelgrote bedrijven kunnen profiteren.”

Het viertal ontwikkelde onder andere een model³ waarmee je kunt uitrekenen wat het oplevert om als bedrijf gebruik te kunnen maken van een shared warehouse- en transportnetwerk. “Voorraadbeheer en het plannen van transport wordt door physical internet een totaal nieuw spelletje”, stelt Kees Jan Roodbergen. “In een ultieme vorm is magazijnruimte en transportcapaciteit voor iedereen beschikbaar en ben je als bedrijf niet langer gebonden aan je eigen netwerk met vaste magazijnlocaties. Omdat je gebruik maakt van gedeelde transportnetwerken krijg je bovendien de bewegingsvrijheid om voorraad op verschillende momenten van de dag te verplaatsen.”

Van der Heide heeft algoritmen ontwikkeld waarmee bedrijven door middel van dynamische voorraadbewegingen tot een optimale servicegraad richting klanten kunnen komen, met minimale impact op CO₂-uitstoot. Hij berekende dat bedrijven hiermee een kostenreductie van wel twintig procent kunnen bereiken. “Vooral kleine en middelgrote bedrijven kunnen hiervan profiteren”, licht hij toe. “Voor grotere bedrijven die sowieso al met volle vrachtwagens tussen voorraadopunten rijden, zal de winst van een gedeeld transportnetwerk uiteraard minder zijn.”

Overigens schat hij in dat het delen van transportcapaciteit volgens de principes van physical internet langer op zich zal laten wachten dan het delen van magazijnruimte. “Aan het standaardiseren van transportcontainers zitten veel praktische haken en ogen, terwijl het delen van magazijnruimte veel makkelijker gaat en vandaag de dag al gebeurt.”



Gerlach van der Heide

³ Van der Heide, G., Buijs, P., Roodbergen, K.J., Vis, I.F.A. (2018). Dynamic shipments of inventories in shared warehouse and transportation networks, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 118, 240-257.

De barrières bij adoptie van IT-systemen

Naast logistieke hubs en gestandaardiseerde logistieke ladingdragers is nog een derde element nodig om het physical internet in praktijk te kunnen brengen: de IT-systemen die de hubs en ladingdragers met elkaar verbinden. “Denk bijvoorbeeld aan sensoren en GPS-trackers die met elkaar verbonden zijn via het Internet of Things. Een container die leeg is, kan dan melden dat deze beschikbaar is voor gebruik. Een binnenvaartschip dat de melding ontvangt, kan de container ophalen. Dat zou het logistieke netwerk een stuk efficiënter maken”, vertelt Andrea van Luyk.

Van Luyk heeft tijdens haar masterscriptie, voor de studie ‘Supply Chain Management’ aan de Rijksuniversiteit Groningen, onderzoek gedaan naar de barrières bij adoptie van dergelijke IT-systemen. Ze heeft de focus gelegd op de Rotterdamse haven en het bijbehorende achterland. Zowel de rederijen als de deep sea terminals die het overzeese transport van containers organiseren, begrijpen het belang van innovatie en hebben middelen om te investeren. Dat ligt anders in het sterk gefragmenteerde achterland, waar ze maar liefst twaalf barrières ontdekte. “In het achterland hebben we te maken met verladers, expediteurs, binnenvaartschippers, transporteurs en inland terminals. Die hebben allemaal andere belangen, andere IT-systemen en lang niet allemaal evenveel IT-kennis. Leg een binnenvaartschipper in een sector met minimale marges maar eens uit hoe deze zo’n investering in IT terugverdient.”

In het doorbreken van de patstelling is een belangrijke rol weggelegd voor de overheid en/of de havenbedrijven. “Die hebben belang bij een goede doorstroming, wat de aantrekkelijkheid van de haven en van Nederland als doorvoerland kan versterken. Aan hen de taak om de partijen in het achterland de helpende hand toe te steken en het delen van real-time data te faciliteren. Gelukkig heeft het Havenbedrijf Rotterdam dat al onderkend en wordt daaraan gewerkt.”



Andrea van Luyk deed afstudeeronderzoek naar IT-barrières



Railterminal Veendam (foto Groningen Seaports)

Stakeholders Engagement

Internationale supply chain netwerken bestaan uit een veelheid aan schakels. Schakels die het fysieke transport doen (rederijen, wegtransporteurs, binnenvaartschippers, etc.), schakels die zaken afstemmen en coördineren (expediteurs, logistieke dienstverleners, transport platforms) en schakels die op de regels letten (overheid, douane). De verwachting is dat voor al deze partijen er veel gaat veranderen binnen physical internet. Maar wat dan precies en hoe kijken partijen daar zelf tegen aan? Dat waren de hoofdvragen in het werkpakket 'stakeholdersengagement' onder leiding van Iris Vis.

⁴ TransMission is een samenwerkingsverband van zelfstandige transport- en distributiebedrijven in de Benelux. De 18 vestigingen werken alle onder één naam en werken met één gezamenlijk IT-systeem. Centraal staat de TransMission Serviceformule met uniforme afspraken tussen de vestigingen die alle een hoog serviceniveau garanderen.

20

Stakeholders: hoe waarde toe te voegen in het physical internet?

Paul Buijs en Iris Vis hebben door de jaren heen vele bijeenkomsten georganiseerd waarbij met afgevaardigden uit diverse sectoren over het concept van physical internet werd gesproken. Deze liepen onder andere via het kennisplatform Smartport of haakten aan op congressen van de topsector Logistiek. Met behulp van rondetafelgesprekken en online enquêtes werd geïnventariseerd welke visies er zoal bestaan op het physical internet. "We zagen bij dit soort meetings over het algemeen twee soorten reacties bij de deelnemers", vertelt Buijs. "Enerzijds vindt men dat physical internet feitelijk al bestaat, waarbij bijvoorbeeld naar Amazon wordt verwezen, en anderzijds vinden mensen de gedachte van een volledig open en verbonden netwerk zó extreem, dat ze niet verwachten dat het er ooit van zal komen."

Het physical internet biedt de maatschappij als geheel mooie kansen, maar kan voor individuele stakeholders juist bedreigend zijn, bleek tijdens de meetings. Wat zijn de verdienmodellen? Als logistiek een commodity wordt, zal dit een drukkend effect hebben op de prijs en is de vraag wie daar nog geld

mee kan verdienen. Buijs: "Vooraf voor de traditionele logistieke dienstverlener met eigen vrachtwagens en magazijnen kan dit grote consequenties hebben. Zijn ze met hun assets flexibel genoeg om hier in mee te veranderen? En wat wordt straks hun toegevoegde waarde? Misschien moeten ze zich wel volledig concentreren op hun coördinerende rol, dus op uitwisseling van supply chain data en het inzetten van slimme software. Een andere optie zou kunnen zijn dat ze zich in één logistieke taak specialiseren en dan onderdeel worden van een netwerk zoals TransMission⁴."

De sessies hebben ook weer veel nieuwe onderzoeksvragen opgeleverd waarvoor het nodig en interessant is om ook onderzoekers uit andere disciplines zoals rechtsgeleerdheid en gedrags- en maatschappijwetenschappen te betrekken.

Stakeholders nader onderzocht: de douane

Naar de mogelijkheden van het physical internet voor internationale logistieke ketens is regelmatig onderzoek gedaan. Maar de rol van de douane bleef tot nu toe buiten beeld. Niek Hacquebord heeft hier tijdens zijn studie Technology and Operations Management aan de Rijksuniversiteit Groningen verandering in gebracht. Het physical internet kan volgens hem grote gevolgen hebben voor deze overheidsinstantie. “Eén van de principes is dat goederen zelf hun weg door de keten vinden. Maar stel dat een zeecontainer op het laatste moment beslist dat deze beter in Rotterdam kan worden gelost in plaats van in Antwerpen. Beschikt de Nederlandse douane dan op tijd over alle informatie die nodig is om de risico's te beoordelen en eventueel een inspectie in te stellen?”

Hacquebord heeft een oplossing voorgesteld met twee belangrijke onderdelen: ‘data-pipelines’ en ‘smart containers’. Met een data-pipeline kan van een zending een digitaal dossier worden opgebouwd. Elke partij in de keten die handelingen uitvoert, legt dat vast in dat dossier. “Ook de smart container kan voortdurend data daaraan toevoegen, denk aan de GPS-coördinaten of de luchtvochtigheid in de container. Als de douane toegang krijgt tot het dossier, beschikt het over alle informatie die nodig is voor een risicobeoordeling. Omdat die informatie rechtstreeks uit de bron komt, is de kwaliteit en betrouwbaarheid hoog.”

De douane kan gefaseerd aan de slag met data-pipelines en smart containers. In de eerste fase kan de data uit het dossier worden gebruikt voor het valideren van aangiften zonder extra data te hoeven opvragen. In de tweede fase wordt de data gebruikt om automatisch aangiften samen te stellen. Omdat de data afkomstig is uit de bron, is de kans op fouten en fraude klein. Hacquebord: “In de derde fase is geen sprake meer van zoiets als een aangifte, simpelweg omdat alle data uit de data-pipeline wordt gebruikt voor de risicobeoordeling. Dat betekent dat nieuwe systemen met nieuwe risicoprofielen nodig zijn, al is het maar omdat de douane dan data kan meewegen die voorheen niet beschikbaar waren.”

“Physical internet grote gevolgen voor douane.”



Niek Hacquebord

“Physical internet geeft richting aan innovatiestrategie.”



Winfred Kooij, coördinatiegroep Innovatie van Douane Nederland

De puzzel van Douane Nederland

Winfred Kooij en Stef Pastoor zijn lid van de coördinatiegroep Innovatie van Douane Nederland. Zij verwachten een verveelvoudiging van het aantal aangiften. Als het physical internet werkelijkheid wordt, verdwijnen immers veel barrières voor het importeren of exporteren van goederen. “Door de ontwikkelingen in e-commerce zien we nu al het aantal aangiften in ons gezicht exploderen. Vroeger hadden we een container met één zending van duizend koelkasten. Straks bevat diezelfde container duizend zendingen met één koelkast. Dat betekent 999 extra aangiften”, zegt Pastoor.

Het onderzoek van Hacquebord heeft het denkproces binnen Douane Nederland tot op het hoogste niveau op gang gebracht. Het physical internet geeft richting aan de innovatiestrategie, stelt Kooij. “Op verschillende locaties wordt al gewerkt aan pilots met smart containers, blockchain-technologie en andere nieuwe technologieën. Het physical internet is de paraplu waaronder al die ontwikkelingen samenkomen. Vergelijk het met een grote puzzel met veel kleine puzzelstukjes waarvan onduidelijk was hoe die in elkaar passen. Het physical internet maakt de puzzelstukjes groter en beter passend, zodat we een steeds completer beeld van de toekomst krijgen.”

“Aantal aangiften zal verveelvoudigen.”



Stef Pastoor, coördinatiegroep Innovatie van Douane Nederland

Maat- schappelijke impact en kennisdeling

Eén van de doelstellingen van het project was om naast havens ook andere stakeholders bij het onderzoek te betrekken, zoals vertegenwoordigers uit het bedrijfsleven, de douane en de zorg. Zowel in de fase van kennis(co-)creatie als in de fase van kennisdeling vond er interactie plaats tussen alle relevante partijen en werd er een actieve vorm van ‘citizen science’ toegepast. Om de beginselen van physical internet te introduceren bij de mensen die er later actief mee te maken gaan krijgen, was er een programma voor het primair en het voortgezet onderwijs.



Deelnemers Port Logistics Workshop in Savannah (VS)

3

Internationale kick-off tijdens havencongres in VS

Het project was al eerder officieel opgestart maar het officieuze startschot van ‘Towards Virtual Ports in a physical internet’ klonk tijdens het internationaal congres Port Logistics Workshop. Deze vond plaats op april 2017 in Savannah, de havenplaats in de staat Georgia aan de oostkust van de VS. Professionals uit bedrijfsleven, overheid en wetenschap kwamen hier bij elkaar om voor het eerst specifiek over de toekomstige rol van havens binnen physical internet te confereren en onderzoeksagenda’s te delen. In Savannah werd het project gepresenteerd door Victor Schoenmakers, directeur strategie van het havenbedrijf Rotterdam.

Een onderwerp dat hoog op de agenda stond in Savannah was het vastleggen en uitwisselen van logistieke data. Het tempo van digitalisering ligt hoog en de levenscycli van IT-systemen zijn kort. Welke protocollen moeten er worden ontwikkeld om deze data universeel toepasbaar en toekomstbestendig te maken zodat ook de nieuwe generatie IT-systemen er mee kunnen werken? Het congres werd georganiseerd door de Rijksuniversiteit Groningen, TKI Dinalog en het Georgia Tech Supply Chain & Logistics Institute, waar Benoit Montreuil werkt.

Physical internet komt naar u toe

Een greep uit de evenementen en bijeenkomsten die door het projectteam zijn georganiseerd of waar het projectteam aan heeft deelgenomen, om te sparren en kennis te delen met het werkveld:

- Smartport Summit, 2016, Rotterdam
- IPIC 2016, Atlanta, USA.
- Let's Gro festival, 2016, Groningen.
- IPIC 2017, Graz, Oostenrijk
- Binnenvaartcongres, 2017, Groningen
- Topsector Logistiek Congres, 2017, Aalsmeer
- Port Logistics Workshop, 2017, Savannah, USA
- International Physical Internet Conference 2018, Groningen
- International Cargobike Festival, 2019, Groningen.
- Congres Havenmeesters, 2019, Groningen
- Transportation Research Board Freight Day, 2019, Washington, VS
- IPIC2019, London, UK
- Transportation Research Board Freight Day, 2020, online

Zie deel 5 van dit verslag voor een overzicht van alle presentaties die tijdens deze evenementen zijn gegeven.

Wie de jeugd heeft, heeft de toekomst

Een belangrijke subdoelstelling van het onderzoeksproject was leerlingen uit het primair en voorgezet onderwijs te laten 'meedenken' over de logistiek van de toekomst en ze uit te nodigen daarin ook zelf met nieuwe concepten te komen. Vanuit de Rijksuniversiteit Groningen gaven Iris Vis en Jon Hummel leiding aan Web Experience, een onderwijsprogramma gericht op primair en het voortgezet onderwijs. "We hebben kinderen laten zien dat logistiek een leuk en innovatief vakgebied is. Dat het veel meer is dan de vrachtwagens die ze op de weg zien rijden", vertelt Iris Vis.

Onder begeleiding van studenten van de Rijksuniversiteit Groningen werkten leerlingen van de groepen 7 en 8 van het Openbaar Onderwijs Groningen, de

onderbouw van HAVO en het Technasium, in groepen aan verschillende vraagstukken. Bij vraagstukken over bijvoorbeeld stadsdistributie konden ze verschillende invalshoeken kiezen, zoals een economische, een technische of een juridische. Hiervan werd een verslag, vlog of 3D print gemaakt, om zo ook gelijk hun digitale vaardigheden verder te ontwikkelen. Ook mochten ze hun bevindingen presenteren tijdens het IPIC2018 waarbij de resultaten werden overhandigd aan wethouder Ton Schroor van de gemeente Groningen.

Eén van de groepjes kwam met een origineel voorstel voor de inzet van de Park & Ride-plekken, een idee dat binnen de Gemeente Groningen veel aandacht heeft getrokken. Andere leerlingen gaven binnen hun project adviezen aan Benjamin Derksen, de CEO van webshop Frank. Die zei daarover: "Ik stond versteld van de gedetailleerde en uitgewerkte plannen, die de kinderen hadden over future proof logistieke oplossingen. Het is verfrissend om vanuit een kinderperspectief naar professionele uitdagingen te kijken."

(Bron: Rapportage Web Expeditie Groningen, 2018)



Eerste Nederlandse PI Lab aan de Rijksuniversiteit Groningen met links Nick Szirbik (Fotografie: Reyer Boxem)

Het PI Lab: ontmoetingsplaats voor student en bedrijfsleven

Een jaar na de start van het onderzoeksproject werd op de Rijksuniversiteit Groningen het eerste Nederlandse physical internet laboratorium geopend. "We hebben hier op de faculteit Economie & Bedrijfskunde continu masterstudenten die afstudeeronderzoek doen naar toepassingen van physical internet. Die hebben met het PI Lab een ontmoetingsplaats waar ze ideeën kunnen uitwisselen en gebruik kunnen maken van de aanwezige kennis en faciliteiten", vertelt universitair docent en 'PI lab leader' Nick Szirbik. "In Nederland waren we de eerste maar in andere landen bestaan zulke labs al langer. Op de Georgia Tech in Atlanta bijvoorbeeld bestaat een nog veel

grotere, maar die van ons mag er ook zijn. Er staan hier superkrachtige computers waar studenten zware berekeningen of simulaties op kunnen uitvoeren. Aan de muur hangen grote schermen om de resultaten goed te kunnen bekijken."

Eén van de doelstellingen van het lab is om ook mensen uit het bedrijfsleven over de achterliggende principes van physical internet te informeren. "Het concept is nog erg onbekend, ook bij bedrijven waar onze studenten onderzoek doen. Daarom willen we een soort speedcursus gaan ontwikkelen waarmee we managers uit het bedrijfsleven snel kunnen bijspijkeren." Een andere ambitie van Szirbik is om iets met gamification te gaan doen. Volgens hem leent de technologie rondom physical internet zich perfect om spelenderwijs te onderzoeken hoe het in de praktijk zou kunnen werken. "Je maakt een simulatiemodel van een logistiek netwerk en deelnemers moeten de 'bots' zo programmeren dat deze zo realistisch mogelijk de rol stakeholders vervullen. Heel leuk en heel leerzaam."

IPIC 2018: Groningen een week lang de 'place to be'

In de zomer van 2018 vond in Groningen de vijfde International Physical Internet Conference (IPIC2018) plaats. Iris Vis: "Toen de gelegenheid zich voordeed om dit evenement naar Nederland te halen, hebben we die met beide handen aangegrepen. Het was een mooie gelegenheid om het physical internet verder te introduceren richting bedrijfsleven en overheid, en te horen wat zij hiervan dachten. Omgekeerd konden internationale gasten ervaren welke innovaties er onder meer op Nederlandse bodem zijn ontwikkeld in de afgelopen jaren. Daarnaast was het natuurlijk een perfecte kans om ons project te presenteren. De feedback die we kregen was heel nuttig en konden we direct gebruiken, dus het werkte twee kanten op."

In totaal hebben meer dan 300 deelnemers uit 19 verschillende landen aan het evenement deelgenomen. De Groningse organisatiecommissie had voor hen een boordevol programma samengesteld met keynotes, onderzoekupdates en roundtables, afgewisseld met excursies naar onder andere Groningen Seaports en de Shared Smart Factory in Emmen. Een speciaal moment was de opening van de GoederenHub Groningen-Eelde van waaruit op een 'physical internet-achtige' manier de binnenstad van Groningen wordt bevoorrad.



Een van de plenaire bijeenkomsten tijdens IPIC2018 (Fotografie: Steffi van Wasen)

Studenten en onderzoekers vanuit de hele wereld kwamen aan het woord tijdens het 'talent lab'. Na afloop van hun posterpresentaties waarin ze hun bevindingen deelden, kreeg een aantal hen 'student awards' uitgereikt, uit handen van Albert Veenstra, wetenschappelijk directeur van TKI Dinalog. Talent uit het bedrijfsleven kwam aan bod tijdens de 'start-up & venture awards' waarbij startende bedrijven uit allerlei landen pitches hielden over hun proposities binnen het physical internet.

Start-up pitches tijdens IPIC 2018

- Dubistr – Nederland (winnaar jury prijs)
- Silent Sensors – VK
- Farm'd – USA (Winnaar publieksprijs)
- Aeler – Zwitserland
- CommaTech – China



Winnaar Jury Prijs van de startup pitches tijdens IPIC2018: Dubistr (Fotografie: Steffi van Wasen)

Lessons learned en maat- schappelijke transities

4

Het physical internet is geen doel op zich maar een middel waar de hele maatschappij van kan profiteren. Tijdens het project is daarom nadrukkelijk ook gezocht naar toepassingen buiten het primaire, logistiek proces die aansluiten op maatschappelijke trends, zoals vergrijzing en de energietransitie.



Offshore wind
Eemshaven
(foto
Groningen
Seaports)

Groningen Seaports en de waterstofeconomie

De haventerreinen die worden beheerd door Groningen Seaports, waar modaliteiten als water, weg en spoor bij elkaar komen, vormen één van de toekomstige knooppunten in het physical internet. “Het physical internet gaat over het automatiseren van logistieke stromen die van dit knooppunt gebruik maken. Dat kan een belangrijke bijdrage leveren aan onze CO₂-doelstellingen”, zegt Henk Zwetsloot, binnen Groningen Seaports verantwoordelijk voor digitale innovatie en pleitbezorger van het physical internet. “Dit concept laat zien hoe logistieke netwerken in de toekomst eruit kunnen zien en welke stappen we moeten zetten om dat toekomstbeeld te realiseren.”

Groningen Seaports wil een belangrijke rol spelen in de waterstofeconomie. Ook daarbij kijkt Zwetsloot naar de ideeën uit het physical internet. “Energie is niets anders dan logistiek. Ook bij energie draait het om transport en opslag. Bij waterstof kunnen we bovendien meerdere modaliteiten inzetten voor transport van energie. We kunnen het transporteren in de vorm van waterstofgas, maar ook in de vorm van elektriciteit of warmte.”

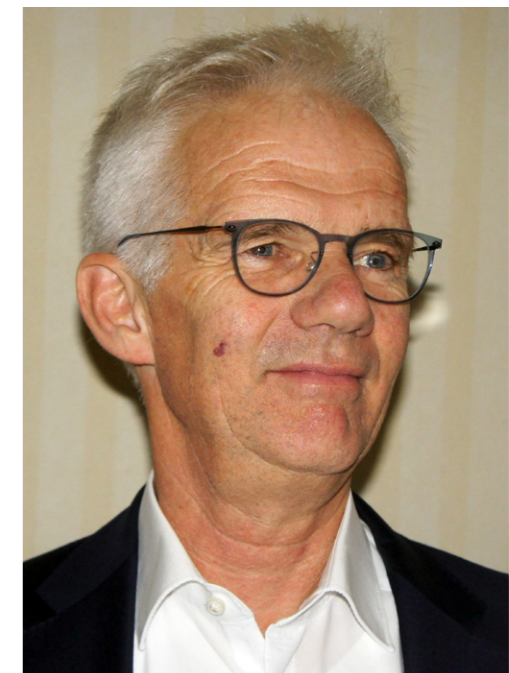
Er is tot nu toe weinig onderzoek gedaan naar ‘multi-commodity’ energiesystemen, waarbij het gebruik van meerdere energiedragers tegelijkertijd wordt geoptimaliseerd. “Dat is alsof we het hoogspanningsnet van TenneT zouden koppelen aan het gastransportnet van Gasunie: op dit moment ondenkbaar. Maar in de logistiek gebeurt dat wel. We kunnen leren van de wijze waarop daar gebruik wordt gemaakt van multimodaal transport”, aldus Zwetsloot.

Daarnaast kan waterstof een belangrijke brandstof worden voor de transportsector. De eerste waterstofscheepen zijn in aanbouw. Aan de Rijksuniversiteit Groningen wordt onderzoek gedaan naar de daarvoor benodigde waterstof supply chain. “Waar moeten de tankstations voor die schepen komen? Hoe komt de waterstof bij die tankstations? Eerder is soortgelijk onderzoek gedaan naar waterstoftankstations voor het wegverkeer. Misschien kunnen we die tankstations ook inzetten als buffer om fluctuaties in vraag en aanbod van waterstof op te vangen. Inzichten uit het physical internet kunnen daarbij helpen.”



Waterstoftankstation Delfzijl (foto Groningen Seaports)

**“Belangrijke bijdrage
aan CO₂-doel-
stellingen.”**



Henk Zwetsloot van Groningen Seaports



Job Gawel presenteert zijn scriptie over physical internet in de zorg

Kansen voor de zorg met hubs bij het ziekenhuis

De ideeën van het physical internet zijn niet alleen toepasbaar in de havenlogistiek, maar ook in de zorgsector. Job Gawel heeft zijn bachelor 'Industrial Engineering and Management' daarom afgesloten met een onderzoek bij Vegro, leverancier van medische hulpmiddelen zoals antidoorligmatrassen. "Vanuit het depot in Nieuwleusen, dichtbij Zwolle, rijdt Vegro dagelijks naar Noord-Nederland om antidoorligmatrassen af te leveren of op te halen bij ziekenhuizen, verpleeghuizen en patiënten thuis. In het depot worden ze gereinigd, waarna ze weer teruggaan naar patiënten. De vraag was of we het concept physical internet konden toepassen om deze operatie efficiënter te maken en de transportkosten te verlagen."

Het physical internet gaf verschillende oplossingsrichtingen aan. Gesprekken met Vegro én hun klanten wezen Gawel in de richting van één kansrijk voorstel. "Uit die gesprekken bleek dat veel patiënten van het ziekenhuis naar een verpleeghuis verhuizen en daarna thuis worden verzorgd. Bij elke verplaatsing wordt een nieuwe matras besteld, terwijl het veel efficiënter is om de matras met de patiënt te laten meebewegen. Het voorstel is om daarvoor een nieuwe hub te creëren dichtbij of liever nog in het centraal gelegen ziekenhuis", vertelt Gawel, die na zijn scriptie door Vegro is gevraagd om dit voorstel verder uit te werken. "Vegro was al bezig met implementatie van een track- en trace-systeem, een voorwaarde om dit voorstel goed te kunnen uitvoeren. Inmiddels heeft Vegro daadwerkelijk plannen om een hub te vestigen bij het Universitair Medisch Centrum in Groningen."

“Door hier physical internet-achtige concepten op los te laten, is er nog een enorme slag te maken”

Een vervolproject in Nederland binnen de Topsector Logistiek is bijvoorbeeld Pioneer waarin nieuwe concepten voor e-commerce en de 'last mile' worden bestudeerd. "Door hier physical internet-achtige concepten op los te laten, is er nog een enorme slag te maken", vertelt Kees Jan Roodbergen die het project leidt. Een ander project is SMiLES, een livinglab van de Rijksuniversiteit Groningen in samenwerking met 20 bedrijven, HBO- en MBO-instellingen in Noord-Nederland. Hierin worden toepassingsmogelijkheden van concepten uit de deeleconomie binnen physical internet onderzocht.

Iris Vis: "Of het nu gaat om de deeleconomie, stadsdistributie, standaardisatie van containers of technologische innovaties als blockchain, als je om je heen kijkt zie je de opstapjes richting physical internet eigenlijk overal al ontstaan. De kennis en ontwikkelingen in al die deelgebieden schrijdt voort en vroeg of laat komt het een keer bij elkaar. Of we het dan physical internet noemen, dat maakt niet uit. Dan is het er gewoon en zijn we naar duurzame logistieke systemen gegroeid."

En hoe nu verder? Vervolgprojecten

'Towards Virtual Ports in a Physical Internet' (2016-2021) heeft interessante inzichten over de toekomstige rol van havens en hun achterlandnetwerken opgeleverd. Toch was het project slechts één van de bouwstenen in het grotere geheel van kennis, tools en toepassingen op het gebied van physical internet, waar in nationaal en internationaal verband aan wordt gewerkt. Uit het project zijn nieuwe initiatieven en vraagstukken voortgekomen die de komende jaren verder opvolging kunnen vinden.



Kees Jan Roodbergen, hoogleraar Kwantitatieve Logistiek aan de RUG

Resultaten

Wetenschappelijke artikelen

2018

- Van der Heide, G., Buijs, P., Roodbergen, K.J., Vis, I.F.A. (2018). Dynamic Shipments of Inventories in Shared Warehouse and Transportation Networks. *Transportation Research Part E* 118, 240-257.

2019

- Fahim, P., Martinez de Ubago, M., Rezaei, J., Tavasszy, L. (2019). Future Development Paths of Ports in the Physical Internet. working paper.
- Fahim, P., Rezaei, J., Tavasszy, L., Montreuil, B. (2019). Port Selection in the Physical Internet. working paper.
- Qu, W., Rezaei, J., Maknoon, Y., Tavasszy, L. (2019). Hinterland freight transportation replanning model under the framework of synchro-modality. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 131, 308-328.

2020

- Lin, X., Nishiki, Y., Tavasszy, L. A. (2020). Performance and Intrusiveness of Crowdshipping Systems: An Experiment with Commuting Cyclists in The Netherlands. *Sustainability* 12(17), 7208.
- Rezaei, J., Pourmohammadzia, N., Dimitropoulos, C., Tavasszy, L., Duinkerken, M. (2020). Co-procurement: making the most of collaborative procurement. *International Journal of Production Research* 58(15), 4529-4540.
- Van Luik, S., Fiebig, T., Fahim, P.B.M., De Waard, P., Tavasszy, L. (2020). On the value of the Digital Internet/Physical Internet analogy. *Journal of Supply Chain Management Science* 1 (3-4), 87-103.
- Van Duin, J. H. R., Vlot, T. S., Tavasszy, L. A., Duinkerken, M. B., & van Dijk, B. (2020). Smart Method for Self-Organization in Last-Mile Parcel Delivery. *Transportation Research Record*, 0361198120976062.

2021

- Fahim, P. B., An, R., Rezaei, J., Pang, Y., Montreuil, B., & Tavasszy, L. (2021). An information architecture to enable track-and-trace capability in Physical Internet ports. *Computers in Industry*, 129, 103443.

Prijzen

2017

- Pioneer Award IPIC2017 voor Iris Vis

2018

- 1st Prize Student Contest IPIC 2018 (student team TU Delft)
- Physical Internet Generation Award 2018 voor Paul Buijs
- Nominatie "Vrouw in de media Award – provincie Groningen" voor Iris Vis met artikel over PI.

2019

- Physical Internet Builder Award 2019 voor Lori Tavasszy

Selectie van presentaties

2016

- Smart Port session – stakeholder round table Physical Internet
- Vis, I.F.A. en Kidd, M.: Hyperconnected Ports & Canals: their new roles in the physical internet, *International Physical Internet Conference 2016*, Atlanta, USA.
- Buijs, P. "Voorbeeldtoepassingen voor 5G in logistiek en distributie" @ Let's Gro festival, Nov 2016, Groningen.

2017

- Van der Heide, G. Optimal ordering and transporting of inventory in small PI-networks, *International Physical Internet Conference 2017*.
- Fahim, P. Pi and Ports (PI&P): A Conceptual Framework and Future Development Paths, *International Physical Internet Conference 2017*.
- Vis, I.F.A. Physical Internet: Logistieke ontwikkelingen op de radar, *Keynote NVB Binnenvaartcongres*.
- Vis, I.F.A., Buijs, P. Physical Internet: slimme pakketjes vinden zelf de weg naar uw voordeur, *Topsector Logistiek Congres 2017*.
- Schoenmakers, V. Working together on the best possible port, presentation port of Rotterdam at the seminar in Savannah.
- Buijs, P., Hendriks, B. Triple X – Triple P vision, *Pub lecture*.

2018

- Fahim, P. The role of maritime ports in the physical internet, *Patrick Fahim, IPIC 2018*.
- Van der Heide, G. Dynamic shipments of inventories in Physical Internet networks, *IPIC2018*
- Bakir, I., Ursavas, E. Capacitated Intermodal Hub Network Design with Ring-Star Topology, *IPIC2018*
- Van der Heide, G. Optimal Orders and Shipments in Physical Internet Networks, at opening *Physical Internet lab*
- Van Luyk, A. PI as a solution to port congestion issues: the role of IT and networking activities, open project meeting during pre-program *IPIC2018*.
- Vis, I.F.A. Introduction project, *Iris Vis*, open project meeting during pre-program *IPIC2018*.

2019

- Buijs, P. Introduction to the Physical Internet, modularity and containerization in city logistics at *International Cargobike Festival in Groningen*.
- Zwetsloot, H. Presentatie congres *Havenmeesters*.
- Tavasszy, L., keynote at *Shanghai Tongji University for opening of WCTR research center*.
- Tavasszy, L. several presentations to present



PI as vision for the logistics of the future: e.g., Washington, *Transportation Research Board Freight Day session invited speaker*, Ningbo Port Authority, China (visit with MIT Center, April), London, *IPIC2019: Workshop with PhD's and roadmap workshop with ALICE* (July).

2020

- Tavasszy, L., The physical internet & its relevance to the global goods movement, *Webinar by Lori Tavasszy, TRB* via <http://www.trb.org/Main/Blurbs/180687.aspx>
- Tavasszy, L., Ports in the Physical Internet (PI) – An exploration, poster presentation by Patrick Fahim at *TRB2020*
- Tavasszy, L., Contribution of research to logistics innovation in the physical internet, *Keynote on Logistics Start-Up Day, Kühne Logistics University Hamburg*, 5-6 Feb 2020

Bachelor en Masterscripties

2016

- Mair am Tinkhof, J. (2016). Important factors that influence contracting to path the way for the Physical Internet. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.

2017

- Arends, T. (2017). Empty SMC flows within a PI setting: A design science research. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.
- Kilinc, S. (2017). The Physical Internet - Investigating the requirements and needed functionalities of an envisaged PI-system for high-value and long-distance fresh food transportation. M.Sc. Technology & Operations Management, University of Groningen.
- Reinke, J. (2017). Drivers for supply network sharing. M.Sc. Supply Chain Management, University of Groningen.
- Vorsterman van Oijen, J. (2017). Designing a step-by-step approach for a warehouse with aspects of the Physical Internet. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.

2018

- Assen, P. (2018). An extension of the CLSR-mhub in slum-like areas: A study in the context of the Physical Internet. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.
- Bijl, A. (2018). Integrating B2C Parcel Delivery with B2B City Distribution. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.
- De Vries, M. (2018). Last mile delivery within the Physical Internet: Design of a City Logistics Smart Rack-μhub for large-sized shipments. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.
- Gawel, J.H. (2018). Efficient Distribution Network Design for Healthcare Equipment Through Implementation of the Physical Internet. Integration project for Industrial Engineering and Management, University of Groningen.
- Louwerse, B.M. (2018). Designing a PI inspired extension for fresh food delivery in Favelas. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.
- Luppens, K. (2018). The effect of location agent density controlled by pallet availability on the

- performance of a Physical Internet inspired system. M.Sc. Industrial Engineering and Management, University of Groningen.
- Oude Vrielink, A. (2018). Integrating deliveries to consumers and businesses and returns using micro-hubs in city distribution. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.
- Postma, J.F. (2018). Maintenance of Smart Modular Containers in the Physical Internet: A Design Science Research. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.
- Schaap, G.J. (2018). A digital infrastructure design for physical internet connection in favelas. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.
- Van der Heide, L.M. (2018). A heuristic for the Location Routing Problem with Stochastic Demand and a maximum workday recourse. M.Sc. Econometrics and Operations Research, University of Groningen.
- Van Luyk, A. (2018). Towards a Physical Internet: An investigation of barriers to IT adoption. M.Sc. Supply Chain Management, University of Groningen.
- Zulanaite, D. (2018). Food distribution in the Physical Internet: The next step towards the realization of food distribution in the Physical Internet. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.

2019

- An, R. (2019). Visibility in Physical Internet Port. Master Thesis, TU Delft.
- Caminada, S.J. (2019). Game and Choice Based Simulation: The design of a methodological framework using the case of the Physical Internet inspired "Freight Transportation Game" Game and Choice Based simulation. Master Thesis, TU Delft.
- Hissink, R. (2019). The shipment of bulk cargo in the Physical Internet. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.
- Karampelas, D. (2019). Evaluating cooperation policies for rail utilization in the port to hinterland freight transport system. Master Thesis, TU Delft.
- Kastanya, G., A predictive model for parcel classification in the context of last-mile delivery, MSc thesis TU Delft
- Kreijkes, M. (2019). Collaboration in the physical internet. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.

- Louter, T. (2019). A simulation study on standardized containers and the interplay between routing efficiency and material handling. Master Thesis, University of Groningen.
- Martinez de Ubago Alvarez de Sotomayor, M. (2019). The future of ports in the physical internet. Master Thesis, TU Delft.
- Vlot, Th, Power to the parcel: A method for self-organisation in last-mile parcel delivery, MSc thesis TU Delft
- Voster, J. (2019). Freight & Hubs: Strategies for the Role of Maritime Ports under the Development of the Physical Internet, Freight & Hubs. Master Thesis, TU Delft.
- Wicaksono, S. (2019). Exploring the market potential of bicycle crowdshipping. Master Thesis, Tu Delft.

2020

- Alebeek., S. van (2020), Auction based coopetition in the landside air cargo supply chain: Mathematical model and solution method, MSc Thesis TU Delft
- Brysch, M. (2020). Air Cargo in the Physical Internet. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.
- De Jong, S.E. (2020). The introduction of the central planning facilitator into the Physical Internet system, from a strategic-business perspective. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.
- Duurling, K. van (2020), An agent-based model evaluating last-mile solutions for parcel delivery in an urban area, MSc Thesis TU Delft
- Gehling, C. (2020). A security-driven design for high value cargo transport within the Physical Internet. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.
- Genius, A., (2020) Implementation of Receiver Preferences in a Parcel Locker Network for Last Mile Deliveries, MSc thesis TU Delft
- Hacquebord, N.F. (2020). The physical internet: a new grand challenge for customs authorities?. M.Sc. Technology & Operations Management DD, University of Groningen.
- Ijaz, M., (2020), Development of a Game to Encourage Data sharing in Supply Chain, MSc Thesis TU Delft
- Meulblok, V. (2020), Research into the potential effects of a receiver-led consolidation policy on costs, CO2 emissions and vehicle movements: A

- case study for PostNL, MSc Thesis TU Delft
- Mientjes, G.B. (2020). Maritime ports: policy focus in the uncertain future of physical internet. M.Sc. in Transport Infrastructure and Logistics, TU Delft.
- Schutte, N. (2020), Collaborative ground handling of air freight at Schiphol, MSc Thesis TU Delft
- Slump, W.R. (2020). PI Cross-docking: applying autostore design principles. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.
- Son, K. van (2020), Usability of Physical Internet characteristics for achieving more sustainable urban freight logistics: barriers and opportunities revealed by dominant stakeholder perspectives, MSc Thesis TU Delft
- Valdivia, D. (2020), Software Architecture for a Self-Organizing Logistics Planning System, MSc Thesis TU Delft
- Van Luik, S. (2020). Exploring the value of the analogy between the physical internet and the digital internet. M.Sc. in Complex Systems Engineering and Management, TU Delft.
- Wissink, H. (2020). Designing centralization in the Physical Internet, from an operational perspective. M.Sc. Technology and Operations Management, University of Groningen.

In de pers

2015

- Logistiek (printed version): Physical Internet gooit Logistieke netwerken om.

2016

- Logistiek.nl: Physical Internet: wat is het?
- Supply Chain Magazine: Physical Internet gaat er komen, hoe dan ook
- Logistiek (printed version): Juiste software maakt of breekt nieuwe technieken

2018

- Dagblad van het Noorden, Vrachtvervoer gaat op de bus en trein lijken, Dagblad van het Noorden.
- Logistiek (printed version), Groningse leerlingen aan zet in de stad.
- Warehouse totaal.nl: Groningse leerlingen uitgedaagd door logistiek vraagstuk.
- Logistiek.nl: Groningse leerlingen denken mee over stadsdistributie.
- Dvhn.nl: Is nachtelijke bevoorrading een goed alternatief voor de binnenstad van Groningen.
- Logistiek.nl: Physical internet lab moet logistiek van de toekomst versnellen.
- NRC.nl: pakketjes communiceren straks met elkaar.
- Logistiek.nl: physical internet is een kwestie van tijd.
- Regiogroningenassen.nl: allereerste goederenhub geopend in Noord-Nederland
- Scienceguide.nl: de lessen van het internet
- Logistiekprofs.nl: Groningen verlicht druk op binnenstad met logistieke hub
- Rtvdrenthe.nl: Goederenhub geopend in Eelde
- Emerce.nl: Groningen krijgt mogelijk overslagcentrum
- Oogtv.nl: goederenhub Eelde gaat woensdag open.
- Rtvnoord.nl: schone busjes moeten vrachtwagens uit stadscentrum verdringen.
- Dvhn.nl: goederenhub in Eelde maakt logistiek logisch.
- Gic.nl: eerste goederenhub in Noord Nederland op Groningen airport Eelde.
- Dinalog.nl: after movie 5e international physical internet conference
- Dinalog.nl: de lessen van het internet voor de logistieke sector
- Dinalog.nl: ipic 2018 brengt physical internet tot leven
- Dinalog.nl: conference ipic 2018 registration is open
- Dinalog.nl: verdere samenwerking GeorgiaTech, Dinalog en VIL
- Dinalog.nl: Groningse leerlingen aan slag stadsdistributie

- Dagblad van het Noorden, Peinzen op het pluche: hoe blijft binnenstad bereikbaar?, 6 maart.
- Logistiek (printed version), Physical Internet voor logistieke sector is een kwestie van tijd.

2020

- Auf dem Pfad zum physischen Internet, interview met Lori Tavasszy.
- What's next for mobility? <https://www.topdutch.com/stories/whats-next-for-mobility>.

Innovatieroadmaps

Physical Internet Roadmap (nationale bijdrage aan SENSE project), zie www.etp-logistics.eu

Selectie van Onderwijs-activiteiten

2016

- Vis, I.F.A., Course Port and Hinterland Logistics, Master of Global Management – supply Chain Management – Antwerp Management School.
- Vis, I.F.A., PhD course Freight and Transport Management in Graduate program Operations Management and Logistics.
- Vis, I.F.A., Port of Rotterdam and international logistics, summer school RUG Understanding the Netherlands.

2017

- Vis, I.F.A. and Van der Heide, G., Introduction and modelling PI, LDE Winter School Rotterdam.
- Buijs, P. Horizontal collaboration in logistics and the physical Internet, full day class at Second LogDynamics Summer School, hosted by The International Graduate School for Dynamics in Logistics (IGS) at the University of Bremen during a five day program focused on Cooperative Control of Supply Chains. About 20 MSc and PhD students from around the world participated.

2018

- Vis, I.F.A. Physical Internet & aspects of IT Law.
- Buijs, P. De logistiek van morgen, College Carroussel presentatie voor ruim 200 VWO 4 scholieren.
- Vis, I.F.A., Connected maritime systems, Data Science for the Board Room, course jointly organized by University of Groningen Business School and Venturn.

2019

- Vis: Physical Internet & Van der Heide: Physical Internet Modelling during OML course Freight Transport Management.
- Vis: colleges Physical Internet Master IT Recht.
- Lori Tavasszy gave several lectures to present PI als vision for the future such as Delft, Introduction lecture MSc Program TIL 2019-2021, TU Delft (120 students), The Hague, Ministry of Infrastructure and Waterways & KiM, lecture on TRAIL PhD projects on Synchronomodality.

Bedrijfs-communicatie

2016

- Havenbedrijf Rotterdam: Simply borrow the competitors ship

Film

2016

- The Physical Internet as a solution for a more efficient logistics system (<https://youtu.be/LXIRRATv19E>)

2018

- Meet the future CEO: <https://youtu.be/4alZnzxIPr0>
- Aftermovie IPIC2018

Organisatie congressen

2017

- Port Logistics Workshop 2017 in Savannah.

2018

- International Physical Internet Conference 2018 (<https://www.pi.events/IPIC2018/>).
- First PhD doctoral workshop Physical Internet.
- IPIC 2018 pre-event.

Organisatie competities

2018

- Webexpeditie Groningen: 200 kids in the ages 10-18 worked on assignments Webexpeditie Groningen to come up with PI inspired solutions for city logistics in the city of Groningen. Kick-off with lecture, supervision by student assistants of University of Groningen, final presentations during IPIC2018.
- International competition City Logistics Physical Internet Assignment for master students, winners were presented during IPIC2018.
- Coördinatie voor Startup and Venture Award IPIC2018.

Partners



Gesubsidieerd door



Colofon

Dit verslag is een uitgave van de Rijksuniversiteit Groningen

SAMENSTELLING Projectteam Towards Virtual Ports in a Physical Internet
TEKSTEN Harm Beerens en Marcel te Lindert
VORMGEVING Shootmedia

PROJECTPARTNERS

Rijksuniversiteit Groningen, TU Delft, Havenbedrijf Rotterdam, Groningen Seaports

MEER INFORMATIE

<https://www.rug.nl/cope/projecten/havens-in-physical-internet>

VRAGEN, OPMERKINGEN, SUGGESTIES?

Prof. dr. Iris F.A. Vis
Rijksuniversiteit Groningen
Faculteit Economie en Bedrijfskunde
Postbus 800
9700 AV Groningen

Telefoon: 0503634508

E-mail: i.f.a.vis@rug.nl

VERWIJZEN NAAR DIT RAPPORT?

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding:

Over de rol van havens en hun achterlandnetwerk binnen de logistiek van de toekomst, Eindverslag NWO/TKI Dialog project Towards Virtual Ports in a Physical Internet, Vis, I.F.A. Tavasszy, L. Roodbergen, K.J. (eds.), 2021, rapport Rijksuniversiteit Groningen.

Bij de samenstelling van dit overzicht is gestreefd naar de grootst mogelijke nauwkeurigheid in de opgenomen vermeldingen. De uitgever stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele (druk)fouten en onvolledigheden.

@2021 Rijksuniversiteit Groningen

