CLOSER
SWEDISH MOBILIZATION IN LOGISTICS & TRANSPORT

PHYSICAL INTERNET

Förstudie

CLOSER
Lindholmen Science Park AB
Box 8077
402 78 Göteborg

1. Sammanfattning

Physical Internet (PI) är ett i popularitet växande koncept som tillämpar internet som en metafor för utvecklingen av hållbara, interagerande och samverkande godstransporter. Physical Internet får allt större uppmärksamhet i den akademiska litteraturen och tar plats i diverse färdplaner inom EU samt inom forskningsprogrammet Horizon 2020. Det är därför av stor vikt för bland annat beslutsfattare, samhällsaktörer, industrin samt akademiska forskare att få bättre kunskap om vad Physical internet faktiskt handlar om. Syftet har därför varit att genom en forskningsartikel och resultatspridning via workshop skapa bättre kunskap kring konceptet.

Syftet har också varit att föreslå möjliga steg framåt utifrån ett svenskt perspektiv.

Huvuddelen i rapporten är forskningsartikeln som granskar och reder ut begreppet Physical internet. Dessutom finns en beskrivning av arbete inom EU, resultat från tidigare diskussioner inom CLOSER kring Horisontal collaboration (vilket kan ses som ett steg på vägen mot Physical internet) samt förslag på ett antal möjliga vägar framåt. I bilagan finns slutsatser från workshopen som hölls i maj 2016.

Forskningsartikeln är baserad på en litteraturstudie och en kvantitativ analys med hjälp av Sverige som ett makrocase. Befintliga akademiska artiklar, projektrapporter, specifikationer och initiativ med anknytning till begreppet Physical Internet har undersökts. För att analysera det tillgängliga materialet har vi använt forskning och ramverk från Supply chain management, transport- och informationssystem. Det har också genomförts intervjuer och en workshop för att diskutera resultaten och begreppet Physical Internet med en större publik.

Vi upptäckte att en växande mängd strategier och specifikationer utvecklas för Physical Internet, men att hållbarhetseffekterna av Physical Internet måste grundligt undersökas vidare.

Genom att basera fysiska transporter på den digitala internet-strukturen väcks nya designmönster. Forskningsartikeln visar dock på en hel del utmaningar. Visionen för Physical Internet i sin nuvarande form visar brister i bland annat klarhet och konsekvenser av olika upplägg.

Med tanke på det stora antalet projekt, artiklar och olika initiativ som rör Physical Internet, så ger forskningsartikeln i denna studie, enligt författarnas bästa kunskap, ett nytt tekniskt perspektiv på Physical Internet-forskning, färdplaner och utvecklingsplaner.

Studien har gjorts i samarbete mellan CLOSER (Pernilla Ngo et al), Lunds universitet (Henrik Sternberg) och Viktoria Swedish ICT (Magnus Andersson) och har finansierats av Trafikverket.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Sammanfattning....1
2. Introduktion....4
   2.1. Bakgrund....4
   2.2. Syfte....4
   2.3. Avrapportering....4
3. Beskrivning av begrepp....5
   3.1. ALICE - Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe....5
   3.2. Europeiska teknikplattformar....5
   3.3. Horisontella Samarbeten....5
4. Forskningsartikel – Kritisk analys av konceptet Physical Internet....7
   4.1. PHYSICAL INTERNET, REVIEW, ANALYSIS AND FUTURE RESEARCH....7
   4.2. RESEARCH DESIGN....9
   4.3. REVIEW OF THE PHYSICAL INTERNET....9
      4.3.1. Blueprints....10
      4.3.2. Adoption/Business Model....13
      4.3.3. The effects of the Physical Internet....16
   4.4. IS THE PHYSICAL INTERNET VISION DESIRABLE AND ATTAINABLE?....17
      4.4.1. Calculation of environmental sustainability....17
      4.4.2. Social sustainability and the Physical Internet....20
      4.4.3. The Physical Internet and digital innovation....21
   4.5. CONCLUDING DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS....22
      4.5.1. Lack of clarity....22
      4.5.2. Lack of theoretical coherence....22
      4.5.3. Lack of cumulative tradition....22
      4.5.4. Lack of Parsimony....22
      4.5.5. Applicability....23
   4.6. ACKNOWLEDGEMENT....23
   4.7. REFERENCES....23
5. Slutsatser och Rekommendationer....28
   5.1. Slutsatser och projektmöjligheter kopplade till komponenterna inom Physical Internet....28
      5.1.1. Samarbete....29
      5.1.2. Standardiserade modulförpackningar....29
      5.1.3. Automatisering....29

5.1.4. Effektiv planering 30
5.1.5. Full visibilitet 30
5.1.6. Sammanfattning 31
6. Referenser 32
7. Bilaga 34
7.1. FINAL WORKSHOP 34

2. Introduktion

Denna rapport är framtagen av CLOSER och innehåller resultatet av den forskning om konceptet Physical Internet som genomförts inom projektet av Lunds Universitet tillsammans med Victoria Swedish ICT. Som ett resultat av forskningen, föreslås antal förslag på vägen framåt.

2.1. Bakgrund

Transportsektorn är kontinuerligt under utveckling där nya partneskap och transportlösningar skapas. Ett nytt koncept som växt fram, framförallt ute i Europa, är Physical Internet. Physical Internet (Fysiskt Internet) är ett koncept som är formulerat som målbilden för framtidens logistiksystem och bygger på att man låter internet vara metaforen för hur framtidens logistiksystem skall fungera. Fysiskt Internet har attraherat mycket uppmärksamhet, hundratals anhängare och stora mängder finansiering från Europeiska kommissionen. Kopplat till detta koncept finns många möjliggörare som exempelvis horisontellt samarbete som även det konceptet kommer starkt från europeiskt perspektiv.

CLOSER har under de senaste åren arbetat för att lyfta fram både horisontellt samarbete och Physical Internet på den svenska agendan och har identifierat ett behov av ytterligare forskning och kunskap inom området. Ute i Europa finns flera forum som diskuterar konceptet Physical Internet där både samhälle, näringsliv och akademi är representerade. Ett av dessa forum är ALICE. ALICE (Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe) är en teknikplattform som arbetar aktivt mot visionen Physical Internet till 2050.

Med syfte att accelerera omställningen mot visionen Physical Internet finns flera utlysningar inom Horizon 2020 som relaterar till konceptet. Fler väntas komma.

Med ett så pass starkt engagemang ur ett europeiskt perspektiv, och där även näringslivet visar stort intresse, har denna studie fokuserat på att öka kunskapen om konceptet Physical Internet.

2.2. Syfte

Studien syftar till att undersöka vad som har gjorts, vilka faktorer som finns bakom konceptet och vilka möjligheter det finns att gå vidare utifrån Sveriges förutsättnignar.

Det inkluderar:

- Beskriva vad olika aktörer menar med begreppet ”Physical Internet” och vad som är nytt med konceptet jämfört med tidigare logististiska angreppssätt
- Baserat på resultat från tidigare projekt och forskning, ge förslag på nästa steg
- Intervjua nyckelpersoner som deltagit i forskningen inom Physical internet med syfte att ta fram svenska förutsättningar
- Identifiera vilket angreppssätt som har störst potential att lyckas som demonstrationsprojekt
- Utforska intresset hos företag och andra aktörer för att skapa ett demonstrationsprojekt inom området som under en begränsad period kan visa på konkreta resultat och vinster.

2.3. Avrapportering

Resultatet från arbetet presenterades på en workshop på Lindholmen Science Park den 10:e maj 2016. CLOSER har under projekttiden aktivt medverkat i teknikplattformen ALICE för att följa utvekclingen och har bidragit med inspel inför kommande utlysningar inom Horizon 2020.

3. Beskrivning av begrepp

För att öka läsbarheten i den följande artikeln utvecklas i detta stycke några olika begrepp för läsaren.

3.1. ALICE - Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe

Den europeiska teknikplattformen ALICE har startats för att utveckla en strategi för forskning, innovation och marknadsimplementering av logistik och supply chain management i Europa. Plattformen ska stödja, assistera och ge råd till Europeiska kommissionen i implementeringen av EU:s program för forskning, Horisont 2020, på logistikområdet.

ALICE startade inom ramen för WINN-projektet med European Green Cars initiativet (logistiksektionen) och EIRAC, European Intermodal Research Advisory Council, som bakgrund och stöd. ALICE erkändes officiellt som en europeisk teknikplattform av EU-kommissinen i juli 2013.

ALICE är baserat på behovet av en överblick över planering och kontroll av logistiksystemet och supply chain där varuägare och logistikleverantörer samverkar med varandra för att uppnå ett effektivare logistik- och supply chain-system.

ALICE engagerar olika typer av aktörer inom logistiksektorn. I Sverige deltar bland andra VINNOVA, Trafikverket, Chalmers, Volvo, SP och CLOSER.

3.2. Europeiska teknikplattformar

European Technology Platforms (ETPs) är industriledda samarbetsfora som utvecklar forsknings- och innovationsagendor och färdplaner på kort och lång sikt på europeisk nivå med tänkt finansiering från både privata och offentliga aktörer.

Teknikplattformarna är väldigt viktiga i det europeiska innovationssystemet och ska bidra till att att göra Europa till en innovativ union genom att ta en holistiskt angreppssätt samt:

- utveckla strategier och erbjuda en sammanhängande och näringslivsdriven analys av hinder och möjligheter för forskning och innovation kopplat till samhällsutmaningar och aktiviteter inom industrin
- stimulera industri och andra aktörer inom EU att arbeta i partnerskap och leverera enligt överenskomna prioriteringar
- dela information och underlätta kunskapsöverföring mellan ett stort antal aktörer inom EU

3.3. Horisontella Samarbeten

Horisontella samarbeten, där företag på samma nivå i försörjningskedjan samarbetar, är en stark trend bland stora varuägare i Europa. Horisontella samarbeten har varit kärnan i det EU-finansierade CO3-projektet (*Collaboration Concepts for Co-modality*), vars syfte var att utveckla, professionalisera samt sprida information om affärsstrategi i logistiksamarbeten i Europa. Projektet CLOSER Starfish var ett första försök att sprida dessa tankar även i Sverige genom ett forskningsprojekt som undersökte möjligheter för horisontella samarbeten med avseende på godstransporter i Sverige.

Forskning har visat att horisontella samarbeten ger företag möjlighet att minska sina transportkostnader genom skalekonomi, effektivisera transporter samt minska tomma förflyttningar. Vidare kan samarbete mellan företagspartners i hela försörjningskedjan stimulera co-modality, eftersom företag som själva inte har tillräckliga transportvolymer för att gå över från väg till järnväg, inlandssjöfart eller närsjöfart kan samla tillräckligt med volym genom horisontellt samarbete. Detta

minskar inte bara transportkostnader, utan även externa effekter från transporter, så som trängsel och utsläpp av växthusgaser.

Horisontellt samarbete är möjligt om aktörer har stora synergier i gemensamma flöden samt om det blir en bra samansättning av last, till exempel aktörer som har last med låg respektive hög densitet. Företag som redan har ett välbalanserat nätverk kan dock också gynnas av horisontella samarbeten genom skalekonomi och vissa företag kanske endast behöver samlasta specifika flöden. CLOSER Starfish visar på stor potential för att minska kostnader genom horisontella samarbeten inom svensk detaljhandel, vilket visar att horisontellt samarbete är relevant även för svenska företag. Projektet visar att det finns en potential på kostnadsbesparingar på 1-10% för samarbeten mellan en stor aktör och en eller flera mindre aktörer, samt en potential på ungefär 20 % och uppåt för samarbeten mellan mindre aktörer. De första erfarenheterna från CO3-projektet pekar på att horisontellt samarbete är särskilt lovande i FMCG-branschen (*fast-moving consumer goods*), eftersom många av dessa speditörer har transporter till samma kunders distributionscenter.

CO3-projektet har tagit fram en plattform för hur horisontellt samarbete ska kunna implementeras, som visar att tillit, vinstfördelning och konkurrens är viktiga aspekter. Rättvis vinstfördelning är ett av nyckelbudskapen i CO3-projektet, där Shapley Value anses vara en väldefinierad, rättvis och begriplig formel för att fördela kostnadsreduktioner mellan aktörer. Vidare argumenteras det för användandet av en neutral, öppen och pålitlig förvaltare (s.k. *trustee*) för att undvika tillitsproblem samt för att skapa ett hållbart samarbete mellan parterna. Fallstudier från CO3-projektet visar att med rätt blandning av företag samt stöd från en stark neutral förvaltare och LSP (*Logistic Service Provider*) kan ett horisontellt samarbete generera 10-15% transportkostnadsbesparingar och en ännu mer betydande minskning av koldioxidutsläpp.

CLOSER organiserade en workshop om horisontella samarbeten under våren 2015 med deltagare från näringsliv, akademi och myndigheter i syfte att sprida kunskap om horisontell samverkan samt diskutera hur detta kan genomföras för svenska transporter. Slutsatsen från workshopen är att deltagarna ser potentialen för horisontella samarbeten för svenska transporter. Något som återkom flera gånger under diskussionerna var att det finns en skillnad mellan svenska och europeiska företag, då det är vanligare att svenska varuägare inte organiserar sin transport själv utan använder en speditör. Horisontella samarbeten kan dock vara intressant även för speditörer i svenska transportnätet, vilket bekräftades av speditörer som var närvarande vid seminariet. Diskussionerna resulterade inte i ett konkret förslag för en fortsättning, mer än att deltagarna var intresserade av att deltaga vid ytterligare diskussioner om horisontell samverkan. CLOSER kommer under 2016-2017 att fortsätta undersöka möjligheterna för horisontell samverkan i det svenska transportnätet.

4. Forskningsartikel – Kritisk analys av konceptet Physical Internet

Huvudleveransen i projektet är en artikel som kritiskt granskar konceptet physical internet i syfte att identifiera möjliga vägar framåt i en svensk kontext. Som forskningsartikel är arbetsspråket på engelska.

4.1. PHYSICAL INTERNET, REVIEW, ANALYSIS AND FUTURE RESEARCH

Logistics today is not environmentally and socially sustainable. Freight transportation accounts for 7% of Global Green House Gas emissions (Stern, 2008) and cost efficiency is many times achieved through drivers working under poor social conditions (Belzer, 2000, Hilal, 2008). Freight transport operations are characterized by a low level of innovation (Wagner, 2008, European Commission, 2011) and uncertainties in various macro and micro factors cause inefficiencies (Sanchez-Rodrigues et al., 2008). Addressing this global unsustainability has been termed the global logistics sustainability grand challenge (Montreuil, 2011) and in a recent issue of Science, Mervis (2014) describes the innovative concept Physical Internet (Pi or π) as a future solution to the sustainability challenges of logistics. What is the Physical Internet?

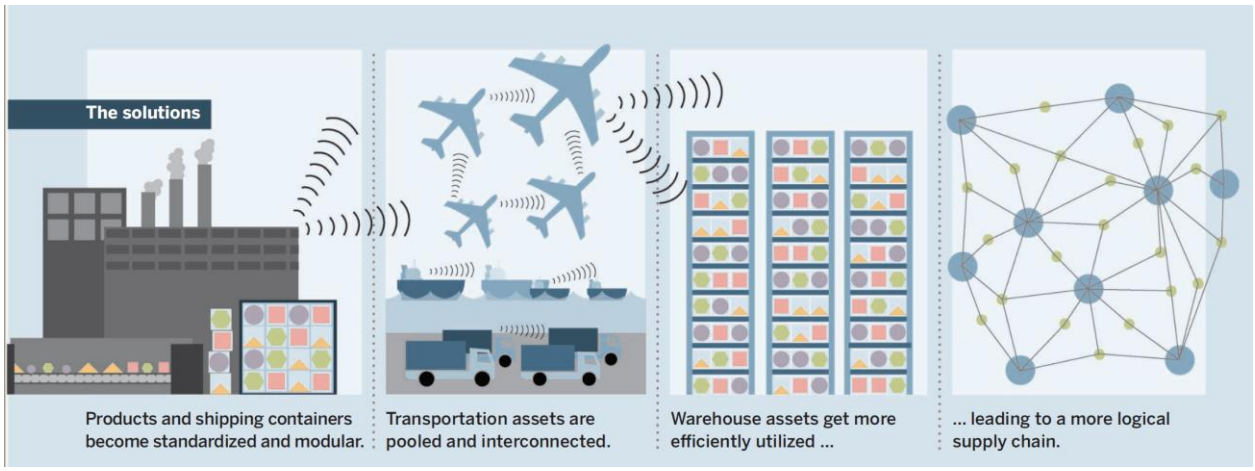

Figure 1. Image by Mervis (2014)

In 2011 Benoit Montreuil published the first paper on the Physical Internet: "Toward a Physical Internet: meeting the global logistics sustainability grand challenge" (Montreuil, 2011). Montreuil (2011) uses the digital Internet as a metaphor for a future freight transportation system and Ballot et al. (2014, loc. 540) defines it as:

The Physical Internet is a global logistics system based on the interconnection of logistics networks by a standardized set of collaboration protocols, modular containers and smart interfaces for increased efficiency and sustainability.

In a recent issues of Science, Mervis states: "The Physical Internet would move goods the way its namesake moves data" (2014, p.1104). The Internet moves data by standard protocol encapsulating data. Physical internet would move freight encapsulated in designated π-containers acting as globally standardized packaging. The Internet is fully interoperable between all providers and in a similar fashion Physical Internet builds on horizontal collaboration. On the Internet, digital TCP/IP packages are moved through switches automatically and in a similar fashion vehicle and vessel loads of π-containers would be automatically assembled and disassembled in π-terminals.

The Physical Internet should be characterized as a disruptive innovation (Christensen, 1997), potentially changing every aspect of supply chain management, from product design (products need to be designed to fit into π-containers) to distribution and consumption (Montreuil et al., 2012b).

Thousands of pages with specifications, blueprints and roadmaps of the concept have been published, largely available on the Physical Internet initiative homepage (Ballot et al., 2016). Physical Internet promises large improvement of the logistics system, and "aims at addressing head on the grand challenge of reverting the huge unsustainability of the current way we transport, handle, store, realize, supply and use physical objects around the world" (Montreuil, 2011, p.84). For example Sarraj et al. (2014a) calculated that fill-rates would improve by 17% in the Physical Internet and others have stated improvements even up to 50% from pooling supply chains (Pan et al., 2013). In terms of Supply chain management (SCM), this means that the Physical internet builds on the concept of all the distribution resources of the entire world becoming globally pooled and optimized.

Several other researchers published ideas similar to the one of the Physical Internet, but using different terms. For example, as early as in 2000 Klaus discussed that e-Commerce leads to an integration of actors that in the end will cause logistics functions to become an integrated part of e-Commerce. He proposed that e-Commerce would eventually evolve into something called the "Material Internet" (in German: "Materielles Internet"), a concept very similar to the Physical Internet (Klaus, 2000). Over the past decades, an even larger number of researchers have introduced a variety of logistics concepts related to the Physical Internet, for example Supply chain pooling (Pan et al., 2013), Internet of things/Intelligent products (Meyer et al., 2009), Foliated transport networks (Kalantari and Sternberg, 2009, Arnäs et al., 2013) and Intelligent Cargo/decentralized freight intelligence (Lumsden and Stefansson, 2007, Scholz-Reiter et al., 2009).

Regardless of the scientific approach to knowledge creation in logistics (Arlbjørn and Halldorsson, 2002), we need to understand the basis of concepts discussed. As is often the case with bold new visions of future digital innovation in the transport industry, there is a dearth of practical empirically grounded experiences of the Physical Internet. We cannot know the ramifications of an introduced and operational Physical Internet, since there is none to study. While this is to be expected and hardly surprising, there is merit to attempt a first principle analysis of the vision of PI as a whole, acknowledging its constituent parts and the use of the "digital internet" as a design metaphor.

By taking an interdisciplinary approach to literature review in the fields of logistics and information systems, we will analyze the conceptual vision of the physical internet as described in this growing body of literature. A first principle analysis can help illuminate a burgeoning and highly malleable concept, such as physical internet, by illuminating a number of potential limitations of the current concept (Conboy, 2009). In particular, a careful analysis could help detect various issues of incongruence in the epistemological foundations and help us hypothesize the consequences of such challenges.

Over the years, the group of people and organizations developing and supporting the vision of Physical Internet has grown rapidly. The stakeholder group European Technology Platform Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe (ETP-ALICE or ALICE) was formed to align stakeholder interests (ALICE, 2016). The ALICE consortia has prepared extensive plans as how to reach the vision of Physical Internet in 2050 by a comprehensive set of roadmaps aimed at influencing research financers, for example the European Commission. The European commission currently supports the Physical Internet by allocating about 4 million Euro[1] in funding for research on the potential of the Physical Internet. Can the concept potentially improve freight transportation and to tackle the grand challenge?

[1] Preliminary sum as of 2015-12-28 according to the Horizon 2020 web pages (https://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/2096-mg-5.4-2017.html).

Given the intensified research efforts and the large stakeholder interest in Physical Internet, the aim of this paper is to make a review of the existing literature on the Physical Internet and qualitatively and quantitatively analyse the concept.

This paper starts out with describing the research design, followed by a systematic literature review of the Physical Internet. The review is followed by a section analysing the sustainability implications of the Physical Internet and finally the conclusions are presented.

4.2. RESEARCH DESIGN

The methodology for this research consists of three parts: a literature review, a macro analysis and analysis of the concept Physical Internet incorporating information systems literature.

To find relevant literature on the Physical Internet and related concepts, the authors used Web of knowledge, Google scholar, the Physical Internet homepage (http://www.physicalinternetinitiative.org) and an ancestry approach to ISI-publications (Colicchia and Strozzi, 2012). We included scientific papers, conference contributions, reports, magazine articles, doctoral dissertations and books. In total 24 sources directly addressing the logistics concept Physical Internet were included. Literature on the (Digital) Internet was not included in this part of the process.

When evaluating a concept, it is important not to judge it by technical limitations of concurrent logistics operations. Ballot et al. (2014, loc. 2917) state: "In addition to the technical aspects, not to be underestimated in terms of complexity or investment, the real difficulty that is already apparent is the change of culture required for such a system to be adopted. During presentations, it is not unusual to note that the questions asked are anchored in the reality of current operations, which is not the appropriate framework for assessment." Nevertheless, distribution is about bridging the gap in time and place between production and consumption (Hesse and Rodrigue, 2004), thus the reality by which we must analyse the Physical Internet, is the derived demand for distribution.

To analyse the potential effects of PI through the derived demand for distribution, we have used Sweden as a quantitative macro case. All national volumes loaded and unloaded in Sweden have been obtained by using the Samgods model (Vierth et al., 2012). The Samgods model divides freight into 35 different categories, based on their characteristics (e.g., palletized, tank, dry bulk, etc.) and type of vehicle required (e.g. freeze trailer, timber vehicle, etc.). To calculate the effects of the Physical Internet on freight balances in Sweden, we focused on the 12 categories of freight in the Samgods model (Vierth et al., 2012) that are generally transported in general cargo vehicle combinations. The 12 categories were selected in collaboration with experts in the industry and after visual inspections of North-South and South-North bound flows as well as visual inspections of parcel flows. We chose to divide Sweden into 3 geographical regions, to highlight the imbalances.

Finally, as the concept of PI draws heavily on the development of the internet as a guiding metaphor, we have compared the concept to extant information systems literature on the development of the internet and associated standards.

4.3. REVIEW OF THE PHYSICAL INTERNET

In total 24 publications using the term "Physical Internet" were considered for the review: 6 journal papers, 2 scientific magazine articles, 3 reports, 9 papers from conference proceedings, 2 chapters from edited books, 1 doctoral dissertation and 1 book. In addition, three papers addressing supply chain pooling (written by some of the more frequently appearing researchers in the Physical Internet domain) have been included in the review of the Physical Internet effects, since those are frequently referred to by the Physical Internet literature (Ballot and Fontane, 2010, Pan et al., 2013, Pan et al., 2014a). A variety of different methods have been used in the reviewed publications. Some papers

are conceptual work (for example, Montreuil, 2011, Montreuil et al., 2012a, Montreuil et al., 2012b) and other use simulation (Furtado et al., 2013, Sarraj et al., 2014a) and/or mathematical modelling (Sarraj et al., 2014b, Tran-Dang et al., 2015). Several of the analytical papers have been using real data, in particular from retailers and suppliers in France (Sarraj et al., 2014a).

To structure the presentation of the literature on the Physical Internet, we have divided it into three subsections: Blueprints, Adoption/Business Models and Effects of the Physical Internet. Most publications contribute mainly to one of the three subsections, with the exception of Ballot et al. (2014), which extensively covers all areas of the Physical Internet.

4.3.1. Blueprints

Following Montreuil (2011), several authors have published on the workings of the Physical Internet. Central to the blueprints, is the analogy between the 'Digital' and the 'Physical' Internet. Sarraj et al. (2014b) in-depth addresses the analogy, with a focus on the routing from a network perspective and Montreuil et al. (2012a) create a mapping between the Digital and Physical Internet layers by defining 7 layers of the Physical Internet.

Ballot et al. (2014, loc. 2943) state:

The primary fundamental component of the approach is the Physical Internet's system of modular containers. This is what will make the shared network possible. It is about assessing the real needs beyond existing conventions and specific requirements.

Most technologies necessary to realize the Physical Internet already exist or will exist in the near future. The EU-project Moduluscha (Modular Logistics Units in Shared Co-Modal Networks) has developed the π-containers for the past 3 years. However, as of the time this paper was written, there were to our best knowledge not yet any public specifications available and attempts by the authors to get in contact with the Moduluscha project team has been unsuccessful.

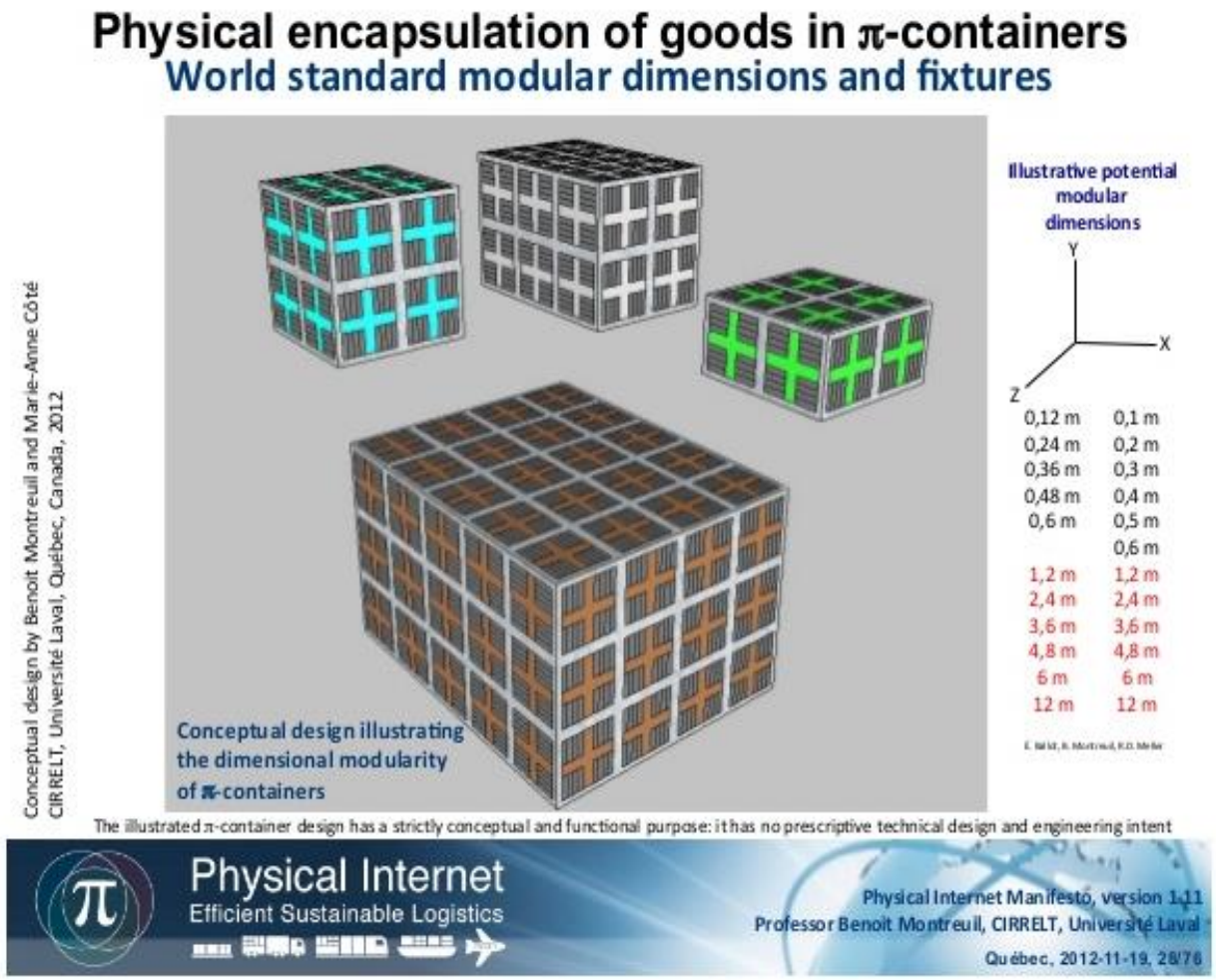

Figure 2: Physical Internet containers. Picture from a physical internet presentation by Benoit Montreul

In three reports detailed functional designs of Physical Internet facilities are outlined. Meller et al. (2013) describe the design of a Road-based transit center, which in terms of the Internet has a switch functionality. Ballot et al. (2013) created an outline of a road-rail hub. In the Physical Internet, rail runs according to schedule, in difference to trucks leaving a depot after being filled (some exceptions apply).

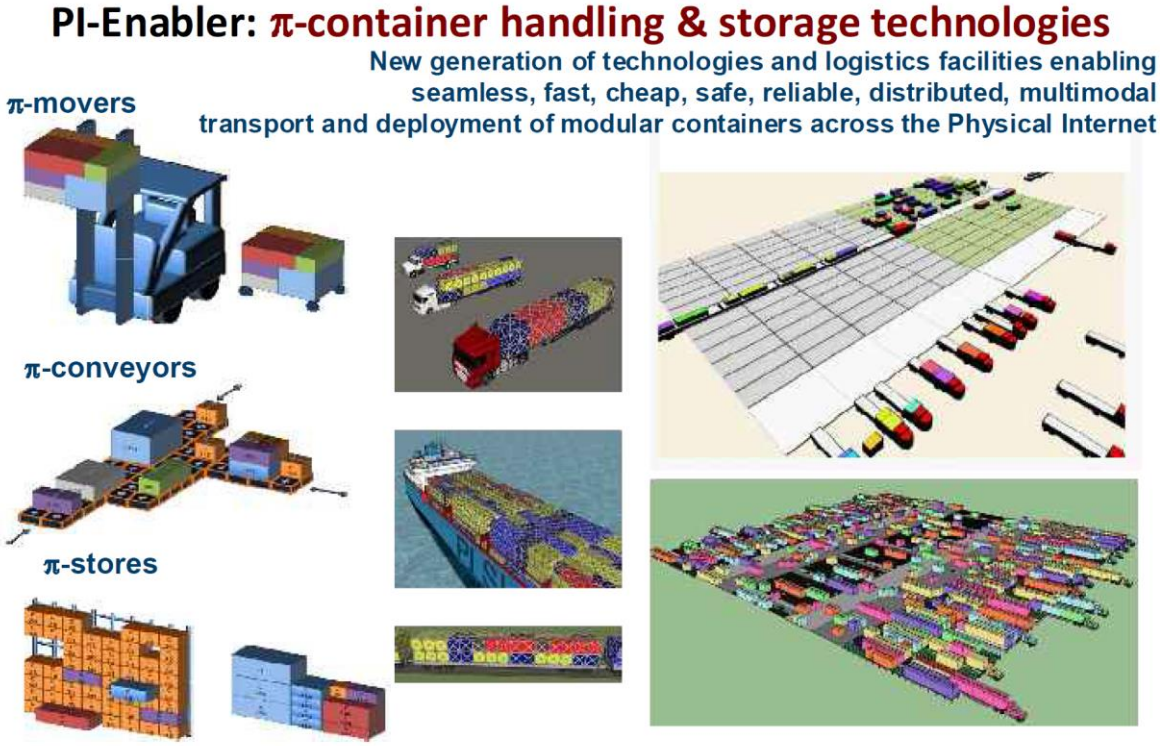

Figure 3: Some samples of planned Physical Internet designs of vehicles and terminals (Montreul, Keynote ERS 2016).

Montreuil et al. (2013) describe the design of a unimodal road-based crossdocking hub. Figure 4 illustrates the concept of automatic unloading of π-containers in a π-crossdocking hub.

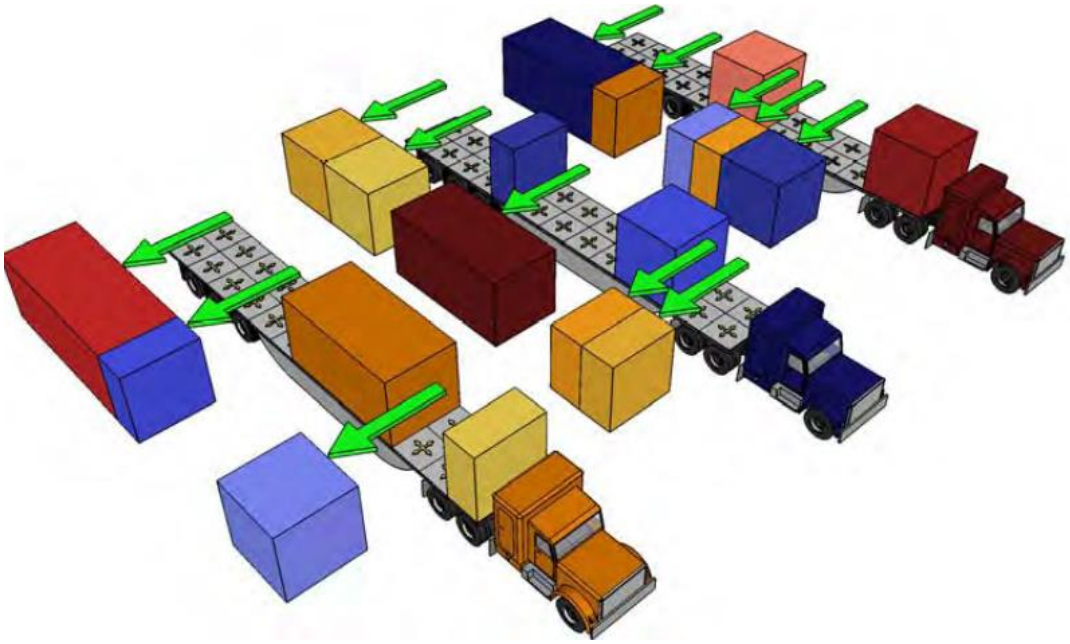

Figure 4: Unloading of π-containers in a π-hub (Montreuil et al., 2013).

On a more detailed technical level, best-paper award winners Tran-Dang et al. (2015) described how to enhance the functionality of π-containers by wireless sensor networks.

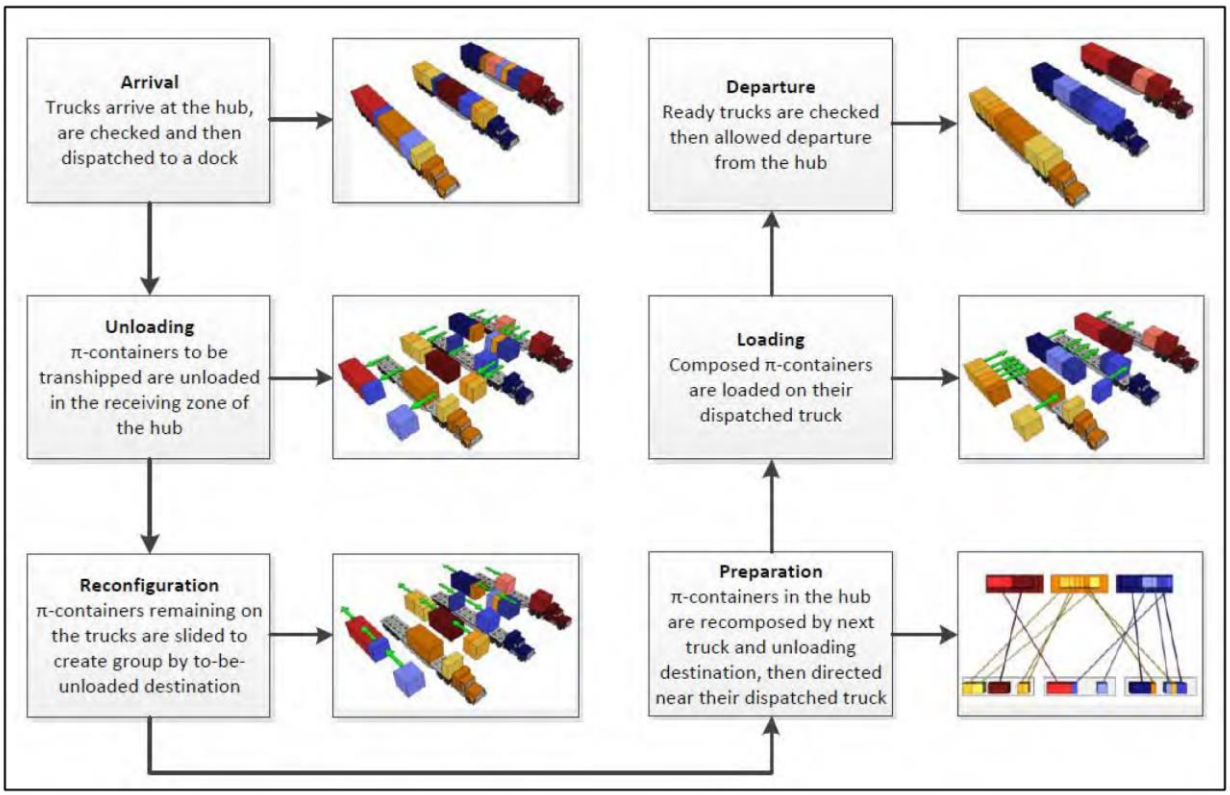

Figure 5 An overview of the key processes in a Physical Internet hub(Montreuil et al. 2013).

4.3.2. Adoption/Business Model

”Business models can be thought of as the way a company creates value in a competitive landscape (Montreuil et al., 2012b, p.33)”. Several publications on the Physical Internet outlines the Physical Internet as a key driver of business model innovation (Montreuil et al., 2012b, Ballot et al., 2014, Pan et al., 2015). Montreuil et al. (2012b) divides the actors in the logistics landscape as π-enabling and π-enabled firms.

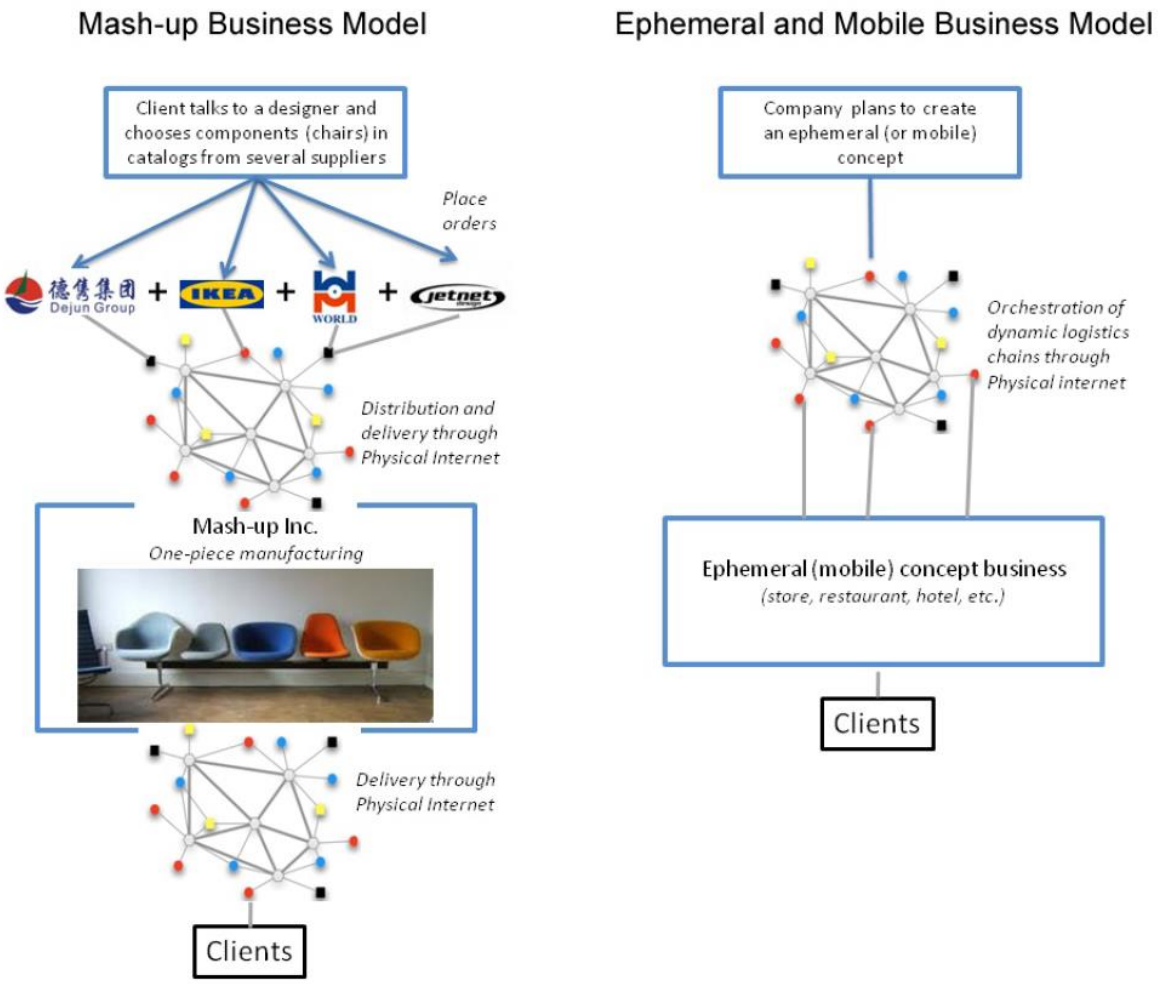

Figure 6: Mash-up business models by Montreul et al. (2012) . The authors do not motivate why companies like IKEA are going to allow inter-organizational mash-up models.

Pan et al. (2014b) uses the Mechanism Design Theory to make a business model of the logistics service providers/carriers. Every transport is an auction where the lowest bidding carrier wins. Auctioning and nested auctioning ("reallocation requests") are carried out by proxy agents acting according specific parameters (e.g., cost, capacity, etc.). In order for this process to work, near complete transparency about capacities and constraints is necessary.

The adoption process of the Physical Internet is not specified in any of the reviewed publications, but ALICE has created a roadmap of how the Physical Internet will gradually replace logistics of today (ALICE, 2016), in line with the reasoning in Ballot et al. (2014). The roadmap is built on the idea that progress will follow upon certain developed milestones, as illustrated in Figure 7:

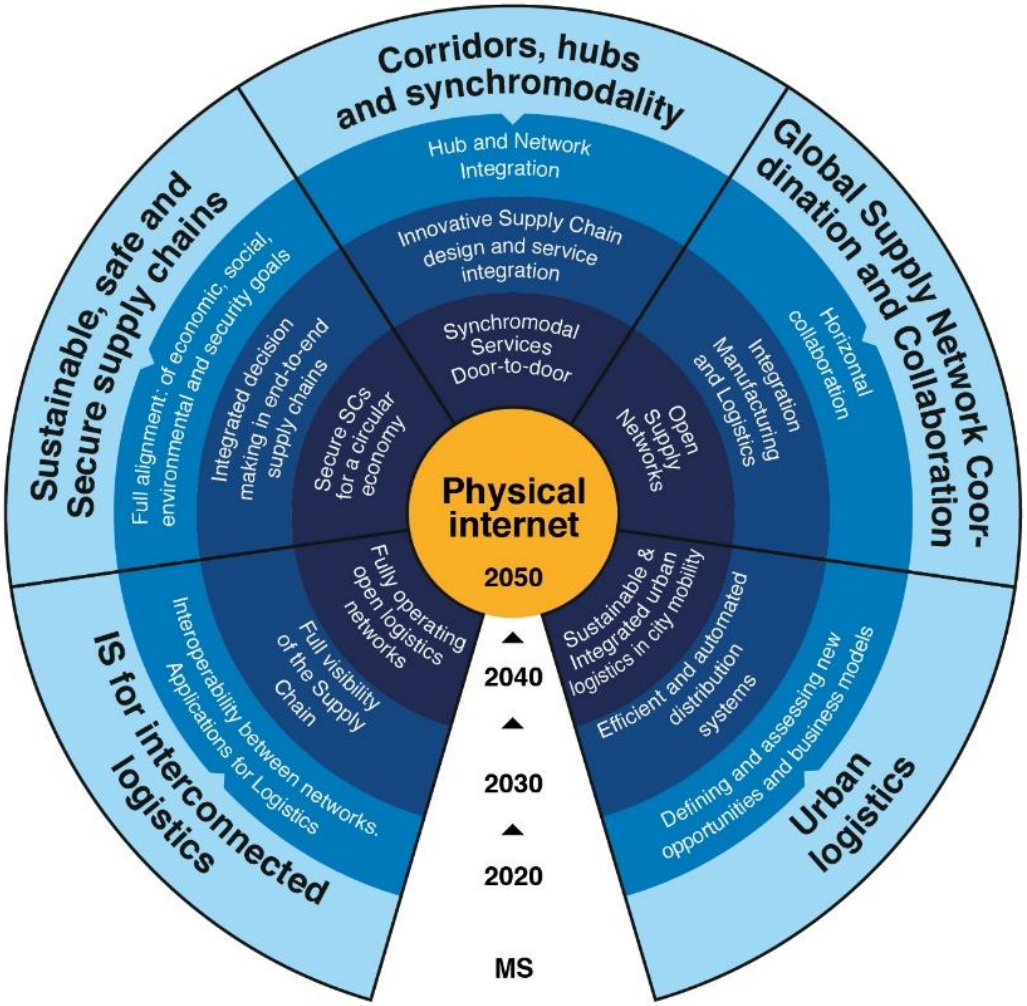

Figure 7: Towards a global implementation of the Physical Internet (ALICE, 2016)

Ballot et al. (2014, loc. 2917) writes: "In the context of the Physical Internet, business models are likely to be severely challenged. The ordering customer, or shipper, leads the transportation service provider to have no direct business relationship with the recipient. Consequently, because of the change in flows the parties involved in urban delivery are increasing, with no stakeholder able to propose consolidation of deliveries that can be invoiced to the recipients with different levels of service and where the number of deliveries to a recipient can only be accounted for in volume or weight." However, we found no literature actually addressing 1. Why logistics service providers would give up their control of supply chains and 2. Why carriers would want to enter a system of continuous real-time auctioning of the lowest price? These difficulties are to some extent acknowledged by Ballot et al. (ibid): This difficulty is all the greater because it runs counter to the components that until now have been firmly anchored in the culture of logistics service providers.

Viewing PI as a complex multi-tiered systemic disruptive innovation, heavily dependent on network effects and critical mass to sustain its hubs, it is imperative not only to gain an understanding of the adoption incentives for all levels (e.g. physical product packaging, information systems and decision making/automation), but also how they relate. A key adoption question is if it is necessary to have widespread adoption of modular physical packages before you can implement an open network of automatic bidding driven hubs, or if these are actually separate innovation entities with no direct causal link. We have not found any research on how PI could become adopted and replace current logistics operations.

4.3.3. The effects of the Physical Internet

The past two decades we have seen several successful initiatives on inventory pooling (Simchi-Levi et al., 2007), joint distribution centers (Cruijssen et al., 2007, Cruijssen et al., 2010) and shared transport purchasing (Frisk et al., 2010, Palmer and McKinnon, 2011, CO3 Project, 2013). Pan et al. (2013) showed in a simulation how pooling supply chain resources would render great environmental and cost savings. At the heart of the Physical Internet is achieving the potential benefits of pooling logistics and transport resources by creating "The Network of the Logistics Networks" (Ballot et al., 2014). Hence a majority of the previously published research on the potential benefits of collaboration, cooperation and global supply chain optimization, potentially applies to the Physical Internet.

Montreuil (2011) describes 13 characteristics and components of the physical Internet that addresses 13 unsustainability symptoms of the global logistics system, depicted below:

	Unsustainability symptoms	Physical Internet Characteristics												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Objects encapsulated in world standard modular containers	Universal interconnectivity	Container handling and storage systems	Smart networked containers embedding smart objects	Distributed multi-segment intermodal transport	Unified multi-tier conceptual framework	Open global supply web	Product design for containerization	Product materialization near to point of use	Open performance monitoring and capability certification	Webbed reliability and resilience of networks	Business model innovation	Open infrastructural innovation
1	We are shipping air and packaging	●							●					
2	Empty travel is the norm rather than the exception		●			●								
3	Truckers have become the modern cowboys			●		●								
4	Products mostly sit idle, stored where unneeded, yet so often unavailable fast where needed	●			●			●						
5	Production and storage facilities are poorly used	●	●	●				●	●	●				
6	So many products are never sold, never used							●		●		●	●	
7	Products do not reach those who need them the most		●			●	●	●		●		●		
8	Products unnecessarily move, crisscrossing the world		●		●	●					●			●
9	Fast & reliable intermodal transport is still a dream or a joke	●	●	●	●	●	●				●			●
10	Getting products in and out of cities is a nightmare	●	●		●	●	●	●		●		●		
11	Networks are neither secure nor robust	●	●		●	●		●			●	●		
12	Smart automation & technology are hard to justify	●	●	●	●		●				●		●	●
13	Innovation is strangled	●	●	●	●		●						●	●

Figure 8: Physical Internet characteritics tackling unsustainability symptoms

Several other conceptual papers point identify the Physical Internet as a key to tackle the so called grand challenge of logistics, and as an enabler of new business models (Montreuil et al., 2012b). An experimental computation by Sohrabi and Montreuil (2011) showed how an open supply web would enable strong reductions in customer service time and a mathematical model by Sarraj et al. (2014b) also showed improved routing through the Physical internet. Great improvements have also been the results of models by Lin et al. (2014) and Yang et al. (2015).

Simulations of French retail supply are described in many of the publications on the Physical Internet and Ballot et al. (2014) gives an overview to several of the published studies (e.g., Ballot et al., 2012,

Hakimi, 2014, Sarraj et al., 2014a). All studies show great improvements through Physical Internet, though it should be noted that none of the studies include return flows of π-containers.

4.4. IS THE PHYSICAL INTERNET VISION DESIRABLE AND ATTAINABLE?

Will the Physical Internet contribute to solve "the grand challenge" of logistics sustainability? This section will examine the sustainability effects of the Physical Internet vision. It concludes by comparing the Physical Internet vision with literature on the innovation of the "digital" internet to gain an understanding of the effects of using Internet as a metaphor.

4.4.1. Calculation of environmental sustainability

Balanced flows is a key to high fill rates and sustainable freight transportation, yet freight imbalances characterize logistics in most parts of the world. In Scandinavia the southbound flows in Norway, Sweden and Finland, are very different from the northbound flows (See for example Vierth et al., 2012). McKinnon and Ge (2006) analysed potential back-hauling in the UK and found that incompatibility of vehicles and products was one of the major factors behind empty-running. If all goods is packaged in π-containers, the containers will have to be returned to the place of origin. Notably as of today (April. 2016), all published studies of the Physical Internet neglect the return flows of packaging, i.e., exclude 50% of the flows and exclude extra package handling and π-container warehouses necessary at each retail outlet.

Using Sweden as a macro-case (adding more countries would increase the imbalances in the model), we then, in collaboration with experts, selected 12 of the freight categories, listed in their entity below:

Commodity (type)	Included
1 Cereals (Dry bulk)	
2 Potatoes, other vegetables, fresh or frozen, fresh fruit (Dry bulk)	x
3 Live animals (Dry bulk)	
4 Sugar beet (Dry bulk)	
5 Timber for paper industry (pulpwood) (Dry bulk)	
6 Wood roughly squared or sawn lengthwise, sliced or peeled (Dry bulk)	x
7 Wood chips and wood waste (Dry bulk)	
8 Other wood or cork (Dry bulk)	*No PWC matrix*
9 Textiles, textile articles and manmade fibres, other raw animal and vegetable materials (General cargo)	x
10 Foodstuff and animal fodder (General cargo)	x
11 Oil seeds and oleaginous fruits and fats (Liquid bulk)	
12 Solid mineral fuels (Liquid bulk)	
13 Crude petroleum (Liquid bulk)	
14 Petroleum products (Liquid bulk)	
15 Iron ore, iron and steel waste and blast-furnace dust (Dry bulk)	
16 Non-ferrous ores and waste (Dry bulk)	
17 Metal products (General cargo)	x
18 Cement, lime, manufactured building materials (Dry bulk)	
19 Earth, sand and gravel (Dry bulk)	
20 Other crude and manufactured minerals (Dry bulk)	
21 Natural and chemical fertilizers (Dry bulk)	
22 Coal chemicals (Liquid bulk)	
23 Chemicals other than coal chemicals and tar (Dry bulk)	x
24 Paper pulp and waste paper (Dry bulk)	
25 Transport equipment, whether or not assembled, and parts thereof (General cargo)	x
26 Manufactures of metal (General cargo)	x
27 Glass, glassware, ceramic products (General cargo)	x
28 Paper, paperboard; not manufactures (Dry bulk)	
29 Leather textile, clothing, other manufactured articles than paper, paperboard and manufactures thereof (General cargo)	x
30 Mixed and part loads, miscellaneous articles (General cargo)	*No PWC matrix*
31 Timber for sawmill (Dry bulk)	
32 Machinery, apparatus, engines, whether or not assembled, and parts thereof (General cargo)	x
33 Paper, paperboard and manufactures thereof (General cargo)	x
34 Wrapping material, used (Dry bulk)	*No PWC matrix*
35 Air freight (General cargo)	

These 12 categories account for 57 million tonnes of freight volume, displayed in *Table 1*.

Table 1: Freight flows in Sweden – 12 compatible categories

	North	Mid	South
North	3577489	3420871	1347396

Mid	3200098	21463804	4540822
South	1583845	8643453	9379541

From South of Sweden to Mid and North Sweden, large volumes of retail goods and imported goods are transported. Southbound from North of Sweden to Mid and South Sweden are large volumes of e.g. more or less refined raw material from the forest and metal industries. As of today, the imbalances Sweden are facing are summarized in Table 2. If vessels are further specialized, the different flows will be even more difficult to balance. Such specializations inherently creates additional empty-runs and negative environmental impact (McKinnon and Ge, 2006, Lumsden, 2007). Hence more specialized flows and empty back-hauling of π-containers have a negative effect on both financial and environmental sustainability.

Table 2: Freight flows in Sweden as of today – 12 compatible categories

	Imbalances (today)	Imbalances (π future)
North-Mid	220 773	1 689 000
Mid-South	4 102 631	4 489 541
North-South	236 448	1 080 787
SUM	4 559 853	7 259 328

Separating the goods categories that become incompatible when introducing the π-containers, imbalances are increasing by 63%. The additional imbalance of 2 699 475 tonnes, would, assuming that 30 tonnes are loaded on each vehicle combination, correspond to additional 90 000 truck trips, only on domestic regional level. It should be noted that the case of this analysis and simplicity, we are not addressing the large imbalances within the three regions (in particular the imbalances in densely populated Mid Sweden. Including those, would heavily increase the imbalances and additional flows caused by introducing the Physical Internet. At best this suggests the importance of taking a holistic view on where the concept is applicable.

An additional often forgotten factor is that most freight is not fitting to rectangular boxes. As a matter of fact, a clear majority of freight does not even fit onto a pallet, as showed by Per-Olof Arnäs below:

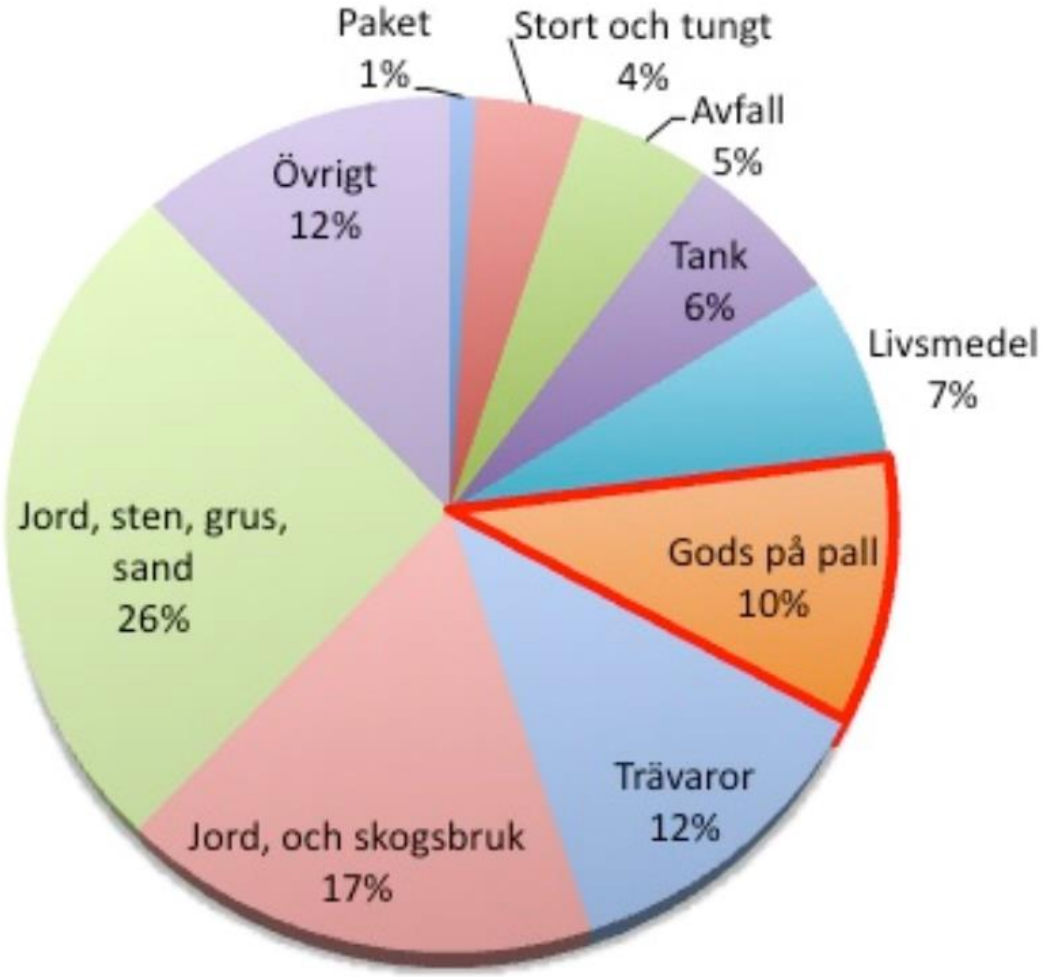

Figure 9: The myth of palletized freight (http://logistikfokus.se/2010/05/28/transportmyt-1-pallmyten/)

4.4.2. Social sustainability and the Physical Internet

Social sustainability of the trucking industry has, in particular in Europe, received increased attention over the past few years. Previous research has outlined collaboration and long-term contracts as a way to improve sustainability of the trucking business (for example Mason et al., 2007, Fugate et al., 2009). According to Montreuil (2011, p.85), "Container handling and storage systems" and "Distributed multi-segment intermodal transport" address the issue of truck driver social unsustainability ("Truck drivers have become the modern cowboys"). Pan et al. propose how road haulage will work: "On one hand, new entrance requests will be allocated to the carriers offering lowest price after auction, i.e., auction-based marketplaces; on the other hand the PI network enables carriers exchanging their capacities via auction based real-location in the PI-hubs (Pan et al., 2014b, p.3) ". It is not explained in the literature on the Physical Internet how a continuous auctioning will improve social sustainability instead of leading to a "race to the bottom", enhancing the trend of road hauliers competing with low-wage drivers rather than efficiency (International Labour Organization, 2015).

4.4.3. The Physical Internet and digital innovation

The physical internet concept requires a strict adherence to a set of future codified standards on how to express the movement of goods. In essence, the standardized communication afforded by the physical internet is a digital infrastructure. It will seamlessly guide all interactions and make decentralized decisions in a manner that essentially goes unnoticed, unless it is disrupted (Star and Ruhleder, 1996). PI is purely conceptual. There are no implementations to study empirically. However, since PI is using the internet as a guiding metaphor, it becomes imperative to examine literature on the development of internet standardization specifically, as well as digital standardization.

The importance of standardization has been increasingly acknowledged in information systems research. Akin to the current development of PI, much of the early work was descriptive and focused on the content of new anticipatory IT standards, rather than examining processes and factors that explain why and how such standards emerge and diffuse or fail to do so. Studies of standardization concepts, processes, the actual impact of ICT standards on industrial coordination and strategy, or the economics of ICT standards, were largely missing. However, a growing body of literature is beginning to address these issues (Lyytinen and King, 2006).

IT adoption rarely produces fully predictable results. Adoption of advanced IT-based services in transportation is no exception. As example in personal mobility is “dynamic ridesharing”. This is a concept where the use of mobile services for instantly coordinating private drivers with free seats and passengers is intended to reduce inefficient use of vehicles and decrease congestion. This bears many similarities with the stated goals of the concept of PI. However, such services have been found to be unable to meet intended goals. Either there are simply too few drivers and passengers with compatible goals within the preferred time window (Andersson et al., 2013). Alternatively, such IT-based coordination give rise to novel business models in which the whole taxi business is disintermediated by actors such as Über – a far cry from the espoused goal of minimizing empty seats in private cars for improved sustainability.

Viewed from an economic perspective, standardization generally helps grow the overall size of a market in which companies compete. However, while some might benefit, others may not. Dominant companies might lose control of standardized markets while competitors benefit from lower barriers to entry. Consequently, companies must choose between fighting for a greater share of a given market and cooperation in a standards-based strategy of growing market size (Shapiro and Varian, 1999). Since it is unclear how the Physical Internet could grow a market for transports in terms of entrenched business models, it is also not clear on what the necessary cooperation needed to invest in new multicarrier hubs and deploying near total transparency would be based.

The development of the internet was based to a large degree on the notion of simplicity. Foundational Internet standards are clean, formal protocols built at the foundational levels of the system. This kind of design simplicity is evident in the current literature on PI. However, the transport of packets over the internet is by no means subject to the taxing auctioning mechanics suggested. Indeed, adding complex business transactions has proven to be a different process entirely. As an example, Web services choreography standards are intended to encode business practices. The UDDI standard component that would enable transparent access to commercial services has been highly challenging. As seen in research on their development, contractual law and liability makes it inherently difficult to implement simple, elegant technical designs (Nickerson and zur Muehlen, 2006). The foundational mechanics of the internet is successful because it does not take into account business relations, not because it does.

4.5. CONCLUDING DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

The Physical Internet is an innovative concept promising substantial positive effects on logistics sustainability. However, before further blue-print work is carried out, our review strongly suggests that the sustainability effects of the Physical Internet are thoroughly investigated. Any empirically untested and emerging concept is likely to encompass a host of challenging hurdles to overcome before wide spread adoption occurs. In our review of the literature underpinning the physical internet concept, we have come across a number of such issues. These boil down to lack of clarity, lack of theoretical coherence, lack of cumulative tradition, lack of parsimony, and lack of applicability.

4.5.1. Lack of clarity

One of the most fundamental attributes of a concept is that it is clearly communicated and easy to grasp (Weick, 1989, Metcalfe, 2004). While the top level assumption of highly efficient and effective disruptive forms of transport arising as a consequence of the introduction of physical internet is immensely powerful, this causality is quite uncertain in roadmaps and projected paths of innovation and adoption. According to our calculations, dedicated π-containers risk adding to the numerous geographic imbalances present in most countries. Additionally, the absence of long term contracts could very well jeopardize previous achievements in terms of social and environmental sustainability.

4.5.2. Lack of theoretical coherence

Any well formed theory or concept should be supported by a strong underlying logic and rationale. The physical internet relies heavily on the internet as metaphor of decentralization and robust system design. Physical transportation however, is by nature not fully digital. While design by analogy is at the core of PI, limitations of this approach is simultaneously acknowledged in PI literature: “And before we get too far into this definition and how the Physical Internet is enabled, we need to note that the parallels between the Digital and Physical Internets, although significant, are not absolute. That is, information transfer protocols cannot be directly transposed to goods. The physics of information and objects are too different.” Ballot et al. (2014). Digital artefacts have a number of distinct advantages. For instance, they can be duplicated without cost and they can be sent anywhere instantly. Most importantly, they generate no return flows. The full ramifications of the centrality of these facts are not discussed in the current physical internet literature.

4.5.3. Lack of cumulative tradition

A sound concept or theory should rest upon prior research, cumulatively adding to existing knowledge by corroborating or disputing previous results in the light of novel insights. There is a wealth of prior research on closely related concepts such as intelligent goods, smart freight, etc. The current inception of physical internet has not properly addressed this crucial dimension of conceptual development. There are two direct consequences. First, lessons learned in the aforementioned history of ICT-driven concept development are not incorporated. Second, that literature is not incorporated thus excluding a crucial body of knowledge that could inform the development of the physical internet literature.

4.5.4. Lack of Parsimony

A parsimonious approach to concept development entails the constant pruning of the core concept by removing parts that provide no value to its development (Whetten, 1989). The physical internet has a clear conceptual relation to components of prior concepts (such as the notion of effectively decentralizing through the use of IT-services). However, such attempts have been unsuccessful (Sternberg and Andersson, 2014). A careful analysis into what, if any, parts of these concepts actually provide value and explanatory power, and which do not would ensure a continuously refined

concept. However, there is little evidence of this type of process in the current conceptualization of the Physical Internet.

4.5.5. Applicability

The range of application is a key criterion for judging concept quality (Weick, 1989, Metcalfe, 2004). As similar or related concepts have had no application, this is particularly important for a burgeoning concept such as physical internet. However, there is currently little effort spent on hypothesizing the specific impacts of the physical internet to different parts of the global transportation systems and its constituent segments. Crucial questions such as if it will function in a sector characterized by a multitude of small scale actors (Sternberg et al., 2013) or lead instead to a massive centralization of the industry are not being addressed. Indeed, our analysis shows that applying the Physical Internet might have negative consequences for sustainability.

Addressing the current challenges of PI conceptual development listed here would likely provide a solid grounding for eventually evaluating the actual implementations of PI in terms of intended effects.

4.6. ACKNOWLEDGEMENT

This working paper has been sponsored by the Swedish transport administration, through CLOSER[2]. We would also like to thank the representatives of BTF, PostNord and Villes Åkeri for their involvement in the project.

4.7. REFERENCES

ALICE (2016) Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe. Zaragoza, Spain, ENIDE, http://www.etp-logistics.eu/, 29th February, 2016

Andersson, M., Hjalmarsson, A. & Avital, M. (2013) Peer-to-Peer Service Sharing Platforms: Driving Share and Share Alike on a Mass-Scale. *International Conference on Information Systems.* Milan, Italy.

Arlbjørn, J. S. & Halldorsson, A. (2002) Logistics knowledge creation: reflections on content, context and processes. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management,* Vol. 32, No. 1, pp. 22-40.

Arnäs, P.-O., Holmström, J. & Kalantari, J. (2013) In-transit services and hybrid shipment control: The use of smart goods in transportation networks. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies,* Vol. 36, No. pp. 231-244.

Ballot, E., Bierlaire, M., Crainic, T. G., De Koster, R., Ellis, K. P., Fontane, F., Gendreault, M., Glardon, R., Gue, K. R., Hakimi, D., Heni, H., Labarthe, O., Lounes, M., Meller, R. D., Montreuil, B., Ogle, M., Smith, J., Shorabi, H., Thémans, M. & Wieser, P. (2016) The Physical Internet initiative. Paris, France, Mines ParisTech,, http://www.physicalinternetinitiative.org/, 2nd of January, 2016

Ballot, E. & Fontane, F. (2010) Reducing transportation CO2 emissions through pooling of supply networks: perspectives from a case study in French retail chains. *Production Planning & Control,* Vol. 21, No. 6, pp. 640-650.

Ballot, E., Gobet, O. & Montreuil, B. (2012) Physical Internet Enabled Open Hub Network Design for Distributed Networked Operations. In Borangiu, T., Thomas, A. & Trentesaux, D. (Ed.) (Eds.) *Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing Control.*

[2] CLOSER is an initiative to support national Swedish triple-helix collaboration on applied logistics and transport research.

Ballot, E., Montreuil, B. & Meller, R. D. (2014) *The Physical Internet - The Network of Logistics Networks,* Paris, France, La documentation Française.

Ballot, E., Montreuil, B. & Thivierge, C. (2013) Functional Design of Physical Internet Facilities: A Road-Rail Hub. Montreal, Canada, CIRRELT.

Belzer, M. H. (2000) *Sweatshops on Wheels: Winners and Losers in Trucking Deregulation,* New York, NY, Oxford University Press.

Christensen, C. M. (1997) *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail,* Boston, MA, Harvard Business School Press.

CO3 Project (2013) CO3. Zoetermeer, The Netherlands, NDL/HIDC, http://www.co3-project.eu/, 23rd of August, 2013

Colicchia, C. & Strozzi, F. (2012) Supply chain risk management: A new methodology for a systematic literature review. *Supply Chain Management: An International Journal,* Vol. 17, No. 4, pp. 403-418.

Conboy, K. (2009) Agility from first principles: reconstructing the concept of agility in information systems development. *Information Systems Research,* Vol., No. pp.

Cruijssen, F., Cools, M. & Dullaert, W. (2007) Horizontal cooperation in logistics: Opportunities and impediments. *Transportation Research Part E: Logistics and Transport Review,* Vol. 43, No. 2, pp. 129-142.

Cruijssen, F., Dullaert, W. & Joro, T. (2010) Freight transportation efficiency through horizontal cooperation in Flanders. *International Journal of Logistics: Research and Applications,* Vol. 13, No. 3, pp. 161-178.

European Commission (2011) Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system. In Commission, European (Ed.) *Mobility and Transport.* Brysssels, Belgium, European Commission.

Frisk, M., Göthe-Lundgren, M., Jörnsten, K. & Rönnqvist, M. (2010) Cost allocation in collaborative forest transportation. *European Journal of Operational Research,* Vol. 205, No. pp. 448-458.

Fugate, B. S., Davis-Sramek, B. & Goldsby, T. J. (2009) Operational collaboration between shippers and carriers in the transportation industry. *International Journal of Logistics Management,* Vol. 20, No. 3, pp. 425-447.

Furtado, P., Frayret, J.-M., Fakhfakh, R. & Biard, P. (2013) SIMULATION OF A PHYSICAL INTERNET-BASED TRANSPORTATION NETWORK. *Proceedings of 2013 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (Ieee-Iesm 2013),* Vol., No. pp. 728-735.

Hakimi, D. (2014) From Network to Web Dimension in Supply Chain Management. *Faculty of Business Administration.* Quebec, Canada, Université Laval. PhD Thesis

Hesse, M. & Rodrigue, J.-P. (2004) The transport geography of logistics and freight distribution. *Journal of Transport Geography,* Vol. 12, No. 3, pp. 171-184.

Hilal, N. (2008) Unintended effects of deregulation in the European Union: The case of road freight transport. *Sociologie du travail,* Vol. 50, No. S, pp. e19-e29.

International Labour Organization (2015) Priority safety and health issues in the road transport sector. Geneva, Switzerland, International Labour Organization.

Kalantari, J. & Sternberg, H. (2009) Research outlook on a mixed model transportation network. *European Transport: International Journal of Transport Economics, Engineering and Law,* Vol. 41, No. pp. 62-79.

Klaus, P. (2000) Zum "materiellen Internet" - Herausforderungen des eCommerce an die Logistik. In Scheffler, Wolfram & Voigt, Kai-Ingo (Ed.) (Eds.) *Entwicklungsperspektiven im Electronic Business: Grundlagen - Strukturen - Anwendungsfelder.* Heidelberg, Germany, Gabler.

Lin, Y.-H., Meller, R. D., Ellis, K. P., Thomas, L. M. & Lombardi, B. J. (2014) A decomposition-based approach for the selection of standardized modular containers. *International Journal of Production Research,* Vol. 52, No. 15, pp. 4660-4672.

Lumsden, K. (2007) *Fundamentals of Logistics,* Gothenburg, Sweden, Chalmers University of Technology.

Lumsden, K. & Stefansson, G. (2007) Smart freight to enhance control of supply chains. *International Journal of Logistics Systems and Management,* Vol. 3, No. 3, pp. 315-329.

Lyytinen, K. & King, J. L. (2006) Standard making: a critical research frontier for information systems research. *Mis Quarterly,* Vol. 30, No. pp. 405-411.

Mason, R., Lalwani, C. & Boughton, R. (2007) Combining vertical and horizontal collaboration for transport optimisation. *Supply Chain Management: An International Journal,* Vol. 12, No. 3, pp. 187-199.

McKinnon, A. C. & Ge, Y. (2006) The potential for reducing empty running by trucks: a retrospective analysis. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management,* Vol. 36, No. 5, pp. 391-410.

Meller, R. D., Montreuil, B., Thivierge, C. & Montreuil, Z. (2013) Functional Design of Physical Internet Facilities: A Road-Based Transit Center. Montreal, Canada, CIRRELT.

Mervis, J. (2014) The information highway gets physical: The Physical Internet would move goods the way its namesake moves data. *Science,* Vol. 344, No. 6188, pp. 1104-1107.

Metcalfe, M. (2004) Theory: Seeking a plain English explanation. *JITTA: Journal of Information Technology Theory and Application,* Vol. 6, No. 2, pp. 13.

Meyer, G. G., Främling, K. & Holmström, J. (2009) Intelligent Products: A survey. *Computers in Industry,* Vol. 60, No. 3, pp. 137–148.

Montreuil, B. (2011) Toward a Physical Internet: meeting the global logistics sustainability grand challenge. *Logistics Research,* Vol. 3, No. 2-3, pp. 71-87.

Montreuil, B., Ballot, E. & Fontane, F. (2012a) An Open Logistics Interconnection model for the Physical Internet. *INCOM 2012 Symposium.* Bucharest, Romania.

Montreuil, B., Meller, R. D., Thivierge, C. & Montreuil, Z. (2013) Functional Design of Physical Internet Facilities: A Unimodal Road-Based Crossdocking Hub. Montreal, Canada, CIRRELT.

Montreuil, B., Sarraj, R., Cimon, Y. & Poulin, D. (2012b) The Physical Internet and Business Model Innovation. *Technology Innovation Management Review.* http://timreview.ca/article/566.

Nickerson, J. V. & zur Muehlen, M. (2006) The ecology of standards processes: insights from internet standard making. *Mis Quarterly,* Vol., No. pp. 467-488.

Palmer, A. & McKinnon, A. C. (2011) An Analysis of the Opportunities for Improving Transport Efficiency through Multi-lateral Collaboration in FMCG Supply Chains. In Cherret, Tom (Ed.) *LRN.* Southampton, UK, University of Southampton.

Pan, S., Ballot, E. & Fontane, F. (2013) The reduction of greenhouse gas emissions from freight transport by pooling supply chains. *International Journal of Production Economics,* Vol. 143, No. 1, pp. 86-94.

Pan, S., Ballot, E., Fontane, F. & Hakimi, D. (2014a) Environmental and economic issues arising from the pooling of SMEs' supply chains: case study of the food industry in Western France. *Flexible Services and Manufacturing Journal,* Vol. 26, No. 1, pp. 92-118.

Pan, S., Nigrelli, M., Ballot, E., Sarraj, R. & Yang, Y. (2015) Perspectives of inventory control models in the Physical Internet: A simulation study. *Computers & Industrial Engineering,* Vol. 84, No. pp. 122-132.

Pan, S., Xu, X. & Ballot, E. (2014b) Auction based transport services allocation in Physical Internet: a simulation framework. *1st International Physcial Internet Conference.* Quebec City, Canada.

Sanchez-Rodrigues, V., Stantchev, D., Potter, A. T., Naim, M. & Whiteing, A. (2008) Establishing a transport operation focused uncertainty model for the supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management,* Vol. 38, No. 5, pp. 388-411.

Sarraj, R., Ballot, E., Pan, S., Hakimi, D. & Montreuil, B. (2014a) Interconnected logistic networks and protocols: simulation-based efficiency assessment. *International Journal of Production Research,* Vol. 52, No. 11, pp. 3185-3208.

Sarraj, R., Ballot, E., Pan, S. & Montreuil, B. (2014b) Analogies between Internet network and logistics service networks: challenges involved in the interconnection. *Journal of Intelligent Manufacturing,* Vol. 25, No. 6, pp. 1207-1219.

Scholz-Reiter, B., Kolditz, J. & Hildebrandt, T. (2009) Engineering autonomously controlled logistic systems. *International Journal of Production Research,* Vol. 47, No. 6, pp. 1449-1468.

Shapiro, C. & Varian, H. R. (1999) *Information Rules - A Strategic Guide to the Network Economy,* Boston, MA, Harvard Business School Press.

Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. & Simchi-Levi, E. (2007) *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies,* New York, McGraw Hill.

Sohrabi, H. & Montreuil, B. (2011) From Private Supply Networks and Shared Supply Webs to Physical Internet Enabled Open Supply Webs. In Camarinhamatos, L. M., Pereiraklen, A. & Afsarmanesh, H. (Ed.) (Eds.) *Adaptation and Value Creating Collaborative Networks.*

Star, S. L. & Ruhleder, K. (1996) Steps Toward an Ecology of Infrastructure: Design and Access for Large Information Spaces. *Information Systems Research,* Vol. 7, No. 1, pp. 111-134.

Stern, N. (2008) The Economics of Climate Change: The Stern Review. *American Economic Review,* Vol. 98, No. 2, pp. 1-37.

Sternberg, H. & Andersson, M. (2014) Decentralized intelligence in freight transport—A critical review. *Computers in Industry,* Vol. 65, No. pp. 306–313.

Sternberg, H., Germann, T. & Klaas-Wissing, T. (2013) Who controls the fleet? Initial insights into the efficiency of road freight transport planning and control from an industrial network perspective. *International Journal of Logistics: Research and Applications,* Vol. 16, No. 6, pp. 493–505.

Tran-Dang, H., Krommenacker, N. & Charpentier, P. (2015) Enhancing the Functionality of Physical Internet Containers by Wireless Sensor Networks. *2nd Interntional Physical Internet Conference.* Paris, France, Mines ParisTech.

Wagner, S. M. (2008) Innovation Management in the German Transportation Industry. *Journal of Business Logistics,* Vol. 29, No. 2, pp. 215-231.

Weick, K. E. (1989) Theory construction as disciplined imagination. *Academy of management review,* Vol. 14, No. 4, pp. 516-531.

Whetten, D. A. (1989) What constitutes a theoretical contribution? *Academy of management review,* Vol. 14, No. 4, pp. 490-495.

Vierth, I., Mellin, A., Hylén, B., Karlsson, J., Karlsson, R. & Johansson, M. (2012) Kartläggning av godstransporterna i Sverige. In Vti (Ed.) *VTI Rapport.* Linköping, VTI.

Yang, Y., Pan, S. & Ballot, E. (2015) A model to take advantage of Physical Internet for vendor inventory management. *INCOM.* Ottawa, Canada.

Montreuil, Benoit, Russell D. Meller, Collin Thivierge, and Zachary Montreuil. 2013. Functional Design of Physical Internet Facilities: A Unimodal Road-Based Crossdocking Hub. Montreal, Canada: CIRRELT.

Benoit, Rochdi Sarraj, Yan Cimon, and Diane Poulin. 2012. "The Physical Internet and Business Model Innovation." *Technology Innovation Management Review*, 32-37.

5. Slutsatser och Rekommendationer

Detta kapitel ger en inblick i områden som behöver studeras ytterligare och som skulle kunna bli framtida demonstrationsprojekt inom ramarna för konceptet ”Physical Internet”. Rekommendationerna nedan är förankrade genom diskussioner med representanter från DSV, Schenker-åkare (BTF), Intereast, TYA, Cybercom, Unifaun, COOP, ICA och forskare inom logistikområdet (här inkluderas Erik Ballot, en förgrundsfigur för Physical Internet på ParisTech).

5.1. Slutsatser och projektmöjligheter kopplade till komponenterna inom Physical Internet

Transporter är ohållbara och att lösa detta är ”The grand challenge” som förespråkarna av Physical Internet vill adressera. Att vägtransportsektorn generellt är ineffektiv (McKinnon and Ge, 2006) och innovation i transportsektorn går väldigt långsamt är ett samhällsproblem (Wagner, 2008). Det finns en utbredd konsensus kring symptomen på branschens problem som delas av samtliga aktörer inom både branschen själv och bland myndigheter och forskare. Nya koncept och idéer är viktiga för att driva utvecklingen framåt. Vi kan inte alltid på förhand veta vilka innovationer som fungerar, även om det finns grundläggande och mycket solida teorier kring affärsmodeller (Brown and Katz, 2009) hur innovationer sprids (Rogers, 2003). Francalanci och Morabito (2008, sid. 297) skriver så här:

“A fundamental result of the information technology (IT) and business performance literature is that IT is not a driver of performance per se. However, it can be associated with higher performance if accompanied by organizational change.”

Nya tekniker och innovationer i transportbranschen är ofta oerhört komplexa att införa när dessa spänner över flera organisationer, främst på grund av den fragmenterade branschstrukturen (Stefansson, 2006, Sternberg et al., 2013). Befintliga branschstrukturer är också svåra att förändra för att ackommodera radikala innovationer som t.ex. decentraliserad planering (Sternberg and Andersson, 2014). Sternberg et al. (2014) studerade över flera år transporteffektivitet och fann, i linje med tidigare forskning, att nya innovationers nytta inte kan bygga på systemfördelar (dvs fördelar som inträffar när alla aktörer har samma system), utan måste kunna generera nytta redan i begränsad skala. Som tidigare visats bl.a. i artiklarna Sternberg och Andersson (2014, 2016), spelar det ingen roll hur mycket forskningsmedel som satsat på innovativa tekniska koncept, om dessa saknar tydlig förankring i de krav på affärsmässighet som ställs i en marknadsekonomi. Som exempel kan nämnas hur tiotals miljoner euro satsats på konceptet Intelligent Cargo utan att man kunnat varken påvisa några logistiska fördelar eller haft någon som helst idé om hur konceptet skall kunna införas affärsmässigt.

Studien är ett första steg i att identifiera detaljer för hur konceptet physical internet kan påverka Sverige. Resultaten har presenterats på en konferens på Lindholmens Science Park i maj och kommer även att presenteras under Transportforum i januari 2017 som anordnas av VTI. En artikel med resultaten har även preenterats på konferensen NOFOMA i juni 2016.

En av slutsatserna från studien är det enorma engagemanget och antalet initiativ som pågår inom området. Physical internet som koncept engagerar många människor och resurser. Nästa steg baserad på den vetenskapliga studien börj vara en fördjupad diskussion med svenska varuägare kring hur man identifierar den stora potentialen inom koceptet physical internet och hur man ska nå målet. Mer i detalj så finns det potential inom området horisontell samverkan som i praktiken kan vara en väg framåt samtidigt som det kopplar bra till nationella och internationella flöden i korridoren. En ytterligare intressant del kan vara hur horisontell samverkan kan påverka landsbygd och stadsmiljö.

Projektmöjligheter kopplade till komponenterna inom Physical Internet kombinerar samtal med ovan nämnda aktörer och tidigare identifierade forskningsbehov från transportforskningsområdet. Diskussionsunderlaget byggs utifrån kärnkomponenterna i physical internet, som är:

- Samarbete
- Standardiserade modulförpackningar
- Automatisering
- Effektiv planering
- Full visiblitet

5.1.1. Samarbete

Succéprojekten CO3 (CO3 Project, 2013) och Starfish i Storbrittanien (Palmer and McKinnon, 2011) har skapat stor uppmärksamhet och visat att det finns stor potential i horisontella samarbeten. I Sverige gjordes en förstudie under 2013 (Holmberg et al., 2014) som involverade 8 företag, däribland daglivaruhandlare och deras leverantörer. Studien visade på ett antal procents förbättringspotential. Inom skogstransporter och på vissa ställen i Norra Sverige är samarbeten redan idag en realitet (Frisk et al., 2010), om än i mindre skala än vad som ibland utlovas. Här finns stora utmaningar och likaledes stora kunskapsluckor som behöver beforskas. För att fler företag skall börja samarbeta, behövs även fler exempel. ”Ni behöver göra ritningen åt oss, exakt hur vi skall göra och hur mycket pengar vi tjänar”, säger en representant ifrån en av Sveriges största dagligvaruhandlare. Ytterligare en utmaning är att den svenska branschstrukturen är helt annorlunda än t.ex. i Storbritannien, där dagligvaruhandeln huvudsakligen bygger flöden på privata flottor, medan dagligvaruhandel i Sverige generellt sett inte äger några lastbilar. Några av utmaningarna som behöver lösas för att horisontellt samarbete skall fungera, är att företag med liknande krav samkörs, t.ex. som ICA och COOP, vars miljömässiga och sociala krav är högre relativt de flesta andra företag. En IT-baserad demonstration av samarbete är något vi rekommenderar framåt.

5.1.2. Standardiserade modulförpackningar

Det finns två huvudsakliga strategier inom förpackningslogistik: Diversifiering och Standardisering. Standardiserade förpackningar har flera fördelar, bland annat möjliggör det hantering över flera aktörer. Svenska retursystem är ett exempel på ett sådant system. Vi diskuterade förpackningar med en av Sveriges främsta forskare in om förpackningslogistik, Docent Daniel Hellström. Daniel menar att ”best-practice” inom förpackningslogistik vanligtvis anses vara IKEA. IKEAs strategi är diversifiering, där man försöker att eliminera förpackningar och tertiärförpackningar (lastbärare) i såg hög utsträckning som möjligt, eftersom det möjliggör maximalt utnyttjande av lastytor (Hellström and Nilsson, 2011). Projektet Moduluscha har hitintills (efter 3 år) inte lyckats designa ett modulärt förpackningssystem för Fysiskt Internet (Huschebeck, 2016). Att satsa på utveckling av universella, modulära förpackningssystem är beroende av samma typ av paradoxala nätverkseffektbaserade adoptionsprocess som beskrivs i introduktionen. Att nå acceptans kräver kritisk massa och kritisk massa kräver acceptans.

5.1.3. Automatisering

Automatiserad lastning & lossning är ett ämne som flera aktörer visat stort intresse för, bl.a. DSV Road AB och Biltrafikens Förbund (Schenkeråkeriernas branschorganisation). Även forskningen visar på att stora vinster finns att hämta vid effektivare lossning och lastning (Sternberg et al., 2014). ICA har kommit långt i automatiseringen i sitt lager i Helsingborg och Volvo Logistik i Arendal har en rullramp, men i övrigt är automationsgraden välidgt låg i Sverige. I Nederländerna har flera aktörer kommit längre, med automatiska och semi-automatiska lossnings och lastningssystem. 2015 publicerade Davarzani och Norrman (Davarzani and Norrman, 2015) resultat av en litteraturgenomgång och serie av intervjuer med chefer och experter från terminaler. En av de stora frågorna som lyftes, gäller utrustning för främst flytt av gods.

Summary of measured activity times based on 343 full working days and the potential reduction (% of working day) with ICT as outlined in the literature review.

Activity	Total time in hours and minutes	% of working day (driver logbooks)	ICT impact-categories and evidence	Potential reduction by ICT (% of working day)
Drive	1593:18	45.0%	Impact from use of DSS, MCS and imaging systems [37–39].	1.2%
Load	595:25	16.6%	While the literature [e.g., 13] discusses EDI, DSS, MCS, AVEIS, ERP and goods identification in the context of haulier operations, no quantitative evidence of potential benefits was found.	0%
Unload	603:21	17.0%	See previous.	0%
Break	155:49	4.6%	MCS increase control [43], but no support was found for ICT impact on the individual level.	0%
Administration	186:45	5.4%	EDI, DSS, AVEIS, ERP, goods identification and imaging systems have the potential to entirely eliminate drivers' administration time [30,32].	5.4%
Wait	201:45	5.7%	EDI, DSS, AVEIS, ERP and Goods identification eliminate the waiting due to paper-based administration, if the administration itself is eliminated.	1.7%
Service	75:46	2.1%	MCS and DSS are assumed to have a positive impact on service, but the literature does not provide any evidence of ICT potential impact on service.	0%
Various handling	128:32	3.6%	No support found for an ICT impact on the individual level.	0%
Summary	3540:41	100%	ICT impact-categories and evidence	8.3%

Figur 1. Resultat från en studie av 343 arbetsdagar (Sternberg et al., 2014). Notera att ca 1/3 av chaufförernas arbetsdagar går åt till lastning och lostning. Motsvarande tid läggs av personal på respektive terminaler.

Att lägre kostnader för lastbilstransporter och högre miljöpåverkan går hand i hand är sedan länge välkänt. Däremot lägre kostnader för konsolidering av gods i terminaler kan potentiellt ge motsatt effekt – mer konsolidering, samkörning, bättre förutsättningar för samarbete och högre fyllnadsgrad. Till skillnad från området ”Samarbete”, vet vi väldigt lite om förutsättningarna för projekt inom det här området. Men givet att en stor del av terminalpersonals och chaufförers tid ägnas åt lastning och lossning (Se Figur 1), rekommenderar vi en generell förstudie kring potentiella möjligheter och effekter av ökad automatisering.

5.1.4. Effektiv planering

Något som är otydligt i beskrivningarna av Fysiskt Internet är planeringen. Effektiv planering är en förutsättning för hållbara transporter. Amerikanske s.k. ”Mega-carriers” ligger långt framme inom planeringsområdet, vilket studerats av Stefan Walther (2010). Walther visade att den centralplanering som används av stora amerikanska åkerier är betydligt effektivare än den fragmenterade planering som ofta bedrivs på regional nivå av Europeiska speditörer. För fjärrtrafik är en nyckel för social hållbarhet att spetsbyten används systematiskt. Spetsbyten innebär att chaufförer möts och byter ekipage/trailer. Spetsbyten används i stor utsträckning av svenska fjärråkerier, men inom området internationella transporter går utvecklingen åt motsatt håll. Flera svenska och danska åkerier spetsbyter inte längre transporter mellan Sverige och Danmark, utan nyttjar istället lågkostnadsåkerier från de nya medlemsländerna (Sternberg et al., 2015). Volvo bedriver tillsammans med Lunds Tekniska Högskola en förstudie kring hur Europeiska åkerier kan lära sig av Nordamerikanska åkeriers sätt att planera. Det finns stora möjligheter för Europeiska och svenska företag att dra nytta av den kunskap som finns på andra kontinenter. Utöver detta behövs även forskning kring hur politiska direktiv kan gynna en konsolidiering i branschen, vilket skulle förbättra förutsättningarna för mer centraliserade planeringsmodeller.

5.1.5. Full visibilitet

Visiblitet och transparens har länge förknippats med positiva effekter för många olika branscher och för samhället rent generellt (Akerlof, 1970). Transportbranschen präglas av en brist på transparens och ökad transparens är något som efterfrågats ifrån både företrädare för transportbranschen och forskningen (Andersson and Sternberg, 2016). Visualisering av flöden skapar förutsättningar för att identifiera samarbete (CO3 Project, 2013) och möjliggör bättre kontroll av att godstransporterna sker på ett hållbart sätt, bl.a. genom att allmänheten får större insyn (Andersson and Sternberg, 2016). Vi vill påminna om Francalanci och Morabito – mer information per se skapar inte högre effektivitet. Informationen måste komma de aktörer tillgodo som också har möjlighet att agera på informationen (Sternberg et al., 2014). Flera konsumentföretag har tvingats agera efter att ha blivit

sammankopplade med miljömässigt och socialt ohållbara transporter. Samtidigt saknar slutkonsumenter idag möjligheten att påverka transporternas hållbarhet, eftersom märkningar som t.ex. Bra Miljöval och Fair Trade inte involverar hur varorna transporterats. Demonstratorer som bidrar till att skapa transparens kring hur transporter genomförs och som kan koppla till olika typer av incitament som till exempel hållbarhetsmärkningar skulle potentiellt sätt kunna skapa betydligt bättre förutsättningar för den delen av Europeisk transportnäring som för närvarande försöker agera både affärsmässigt och hållbart.

5.1.6. Sammanfattning

Den sammanslagna bedömningen är att de områden där det finns störst potential att gå vidare med i Svenska förhållanden är Planering och Visibilitet. Även Samarbete och lastnings/lossningseffektivitet finns en viss potential, även om den har bedömts något lägre. Det område som vi bedömmer bör exkluderas i en fortsättning är modulära förpackningar eftersom det redan har lagts ner stora resurser i området och fortsättningen är högst otydlig.

Figur 2. Sammanfattande bild över vilka områden som vi bedömmer är intressanta att gå vidare inom. Grön = Stor potential, Grön/Gul = Viss potential, Röd = Liten potential.

6. Referenser

Akerlof, G. A. (1970) The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 84, No. 3, pp. 488-500. Andersson, M. & Sternberg, H. (2016) Informating Transport Transparency. HICSS. Hawaii, U.S. Brown, T. & Katz, B. (2009) Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation, New York, NY, USA, HarperCollins.

CO3 Project (2013) CO3. Zoetermeer, The Netherlands, NDL/HIDC, http://www.co3-project.eu/, 23rd of August, 2013

Davarzani, H. & Norrman, A. (2015) Toward a relevant agenda for warehousing research: literature review and practitioners' input. Logistics Research, Vol. 8, No. 1, pp. 1-18.

Francalanci, C. & Morabito, V. (2008) IS integration and business performance: The mediation effect of organizational absorptive capacity in SMEs. Journal of Information Technology, Vol. 23, No. 4, pp. 297-312.

Frisk, M., Göthe-Lundgren, M., Jörnsten, K. & Rönnqvist, M. (2010) Cost allocation in collaborative forest transportation. European Journal of Operational Research, Vol. 205, No. pp. 448-458.

Hellström, D. & Nilsson, F. (2011) Logistics-driven packaging innovation: a case study at IKEA. International Journal of Retail and Distribution Management, Vol. 39, No. 9, pp. 638-657.

Holmberg, A., Sternberg, H. & Sjögren, J. (2014) Closer Starfish: A research project investigating freight distribution cooperation opportunities in Sweden. Lund, Sweden, Lund University, Faculty of Engineering.

Huschebeck, M. (2016) Moduluscha project. Karlsruhe, Germany, PTV, http://modulushca.eu/index.php/contact, 9th of March, 2016

McKinnon, A. C. & Ge, Y. (2006) The potential for reducing empty running by trucks: a retrospective analysis. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 36, No. 5, pp. 391-410.

Palmer, A. & McKinnon, A. C. (2011) An Analysis of the Opportunities for Improving Transport Efficiency through Multi-lateral Collaboration in FMCG Supply Chains. In Cherret, Tom (Ed.) LRN. Southampton, UK, University of Southampton.

Rogers, E. M. (2003) Diffusion of innovations, New York, NY, Free Press. Stefansson, G. (2006) Collaborative logistics management and the role of third-party service providers International Journal of Physical Distribution & Logistics Management Vol. 36, No. 2, pp. 76-92.

Sternberg, H. & Andersson, M. (2014) Decentralized Intelligence in Freight Transport - a Critical Review. Computers in Industry, Vol. 65, No. 2, pp. 306-313.

Sternberg, H. & Andersson, M. (2016) Physical Internet – Review, analysis and future research. In Töyli, Juuso, Ojala, Lauri, Lorentz, Harri & Solakivi, Tomi (Eds.) Nofoma. Turku, Finland, Turku University.

Sternberg, H., Filipiak, M., Hofmann, E. & Hellström, D. (2015) Cabotagestudien: A study on trucking deregulation in Scandinavia and beyond. Lund, Sweden, Lund University.

Sternberg, H., Germann, T. & Klaas-Wissing, T. (2013) Who controls the fleet? Initial insights into the efficiency of road freight transport planning and control from an industrial network perspective. International Journal of Logistics: Research and Applications, Vol. 16, No. 6, pp. 493–505.

Sternberg, H., Prockl, G. & Holmström, J. (2014) The efficiency potential of ICT in haulier operations. Computers in Industry, Vol. 65, No. 8, pp. 1161–1168.

Wagner, S. M. (2008) Innovation Management in the German Transportation Industry. Journal of Business Logistics, Vol. 29, No. 2, pp. 215-231.

Walther, S. (2010) Industrializing Transportation Networks. Aachen, Germany, Erlangen-Nürnberg University. PhD Thesis

7. Bilaga

7.1. FINAL WORKSHOP

Den här studien med innehållande artikel presenterades på en välbesökt workshop i Göteborg som arrangerades av CLOSER den 10 maj 2016. Syftet med eventet var att öka förståelsen för konceptet Physical Internet och utifrån fortsatta diskussioner identifiera svenska intressen och möjligheter med att gå vidare inom konceptet olika delområden. Fler än 40 deltagare från akademi, näringsliv och offentlig verksamhet deltog för att diskutera miljigheter och utmaningar.

Under workshopen delades deltagarna in i mindre grupper. Deltagarna fick där diskutera tre frågeställningar som belyses nedan:

1. Hur kan Sverige arbeta vidare med de olika delarna inom Physical Internet?

    - Modulförpackningar är inte den centrala delen. Allt transporterat gods transporteras inte i samma typer av lastbärare. Lastbärarna måste vara flexibla. Kan ett allmänt underrede vara en lösning och hur ska man i så fall implementera denna?

    - Transportlösningar kan göras billigare men fler terminaler/noder är inte nödvändigtvis en bidragande faktor till detta. Noderna ät inte nödvändiga om full tillgänglighet på data hade funnits. Digitalisering kan bidra till ökat beslutsunderlag i realtid. Visionen måste i framtiden vara riktad mot möjligheten att agera så fort informationen blir tillgänglig. Hur kan förändringen och utvecklingen inom digitalisering påverka transporter och användas i linje med konceptet Physical Internet?

2. Identifiera och kom med förslag på projekt/vägar framåt?
    - Vikten av data, samarbete, planering och transparens är viktig. Hur kan transparens uppnås i arbeten med olika aktörer? Är detta ett område för myndigheter att upprätta regelverk för att facilitera transporterna? Avseende delning av data finns begränsad kunskap om vilken typ av information som företag är villiga att dela med sig av. Det behöver vara dyrare att transportera varor i områden där det för samhället är oönskat. Även tomtransporter behöver vara dyrare.

    - Visualisera för kunden alla olika delarna i ett transportupplägg. På så sätt ökar möjligheterna att stimulera kunder att göra aktiva val.

    - Ett tidigare utför projekt är NINA[3]. Kan delar av NINA projektet överföras till svenska förutsättningar? Den underliggande iden inom NINA projektet är att terminaler ska dela gods mellan varandra i direkta flöden genom standardiserde containrar.

    - Cirkulära transporter kan vara ett intressant område att gå vidare inom. Exempelvis områden där företag inte har tillräckliga volymer för att fylla en pall, vilket är ganska vanligt.

    - Ansvarsfördelningen inom konceptet Physical Internet behöver göras tydligare.

[3] http://www.railcargo.com/en/News/News/2012/Q1/NINA_Ennshafen/index.jsp

- Identifera nya företag och affärsmodeller för att bli inspirerad av deras innovationer. Hur kan dessa implementeras inom transportsektorn? Exempelvis Uber.

3. Vilka är de viktigaste aktörerna att involvera i det framtida arbetet?

    - Det är ett organisatoriskt- och affärsproblem. Nuvarande upplägg är skapade av globala företag och som är svåra att bryta. Det finns också en stor utmaning i att olika typer av varuflöden transporteras i olika riktningar. En viktig faktor är tillit mellan företagen och validering av dokument.

    - Returflöden är ett stor utmaning. På internet finns inga returflöden av data. Verkligen ser något annorlunda ut med kraftiga obalanser i Svenska flöden, speciellt mellan södra och norra delarna. Företagen måste vara mer involverade i samverkan, både med andra företag men även med myndigheter.