

Energimyndighetens titel på projektet – svenska Energieffektivisering av godstransporter – metoder, åtgärder och utvärderingsverktyg inom logistikplanering	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska Energy efficient freight – methods, actions and evaluation tools in logistics	
Universitet/högskola/företag Chalmers Tekniska Högskola	Avdelning/institution Göteborgs miljövetenskapliga centrum
Adress 412 96 Göteborg	
Namn på projektledare Anders Ahlbäck	
Namn på ev. övriga projektdeltagare Sebastian Bäckström, Victor Eriksson, Kajsa Hulthén, Linda Styhre, Magnus Swahn	
Nyckelord: 5-7 st. Energieffektivisering, Logistik, Miljöanpassade godstransporter, Planering och strukturering, Samverkan	

Förord

Arbetet inom detta projekt har finansierats genom ekonomiskt bidrag från Statens Energimyndighet samt genom egna insatser i form av tid från de tre deltagande företagen. Arbetet har projektletts av Göteborgs Miljövetenskapliga Center (GMV) på Chalmers tekniska högskola och har utförts av Chalmers, IVL Svenska Miljöinstitutet och NTM.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Summary	4
Inledning	5
Genomförande	7
Resultat	9
<i>Energi och miljökalkyler</i>	9
<i>Summering av fallstudiernas besparingspotential</i>	13
<i>Sammanvägd potential för Sverige</i>	13
<i>Affärsrelationer och transportkrav</i>	14
Diskussion och rekommendationer	18
<i>Betydelsen av interaktion och mobilisering av aktörer</i>	18
<i>Behov av förändrad syn på kontrakt och relationer</i>	18
<i>Effekter på systemnivå</i>	19
<i>Mål och krav för transporter</i>	20
<i>Rekommendationer</i>	20
Publikationslista	22
Bilagor	23

Sammanfattning

Projektet målsättning är att studera processer inom produktions- och logistikplanering som leder till energieffektivare och mer miljöanpassade godstransporter. I fallstudier av tre företag studerades relationerna och processerna mellan inblandade aktörer och hur dessa är uppbyggda och organiserade. Syftet var att identifiera och beskriva åtgärder inom planering och strukturering, och strukturer som möjliggör respektive förhindrar mer hållbar logistik. Nuvarande transporter miljöberäknades med syfte att kvantifiera åtgärderna för reducerad energianvändning och emissioner av koldioxid.

Studien pekar tydligt på att en ökad interaktion mellan aktörerna i ett transportupplägg kan bidra till utveckling av nya mer energieffektiva logistiklösningar. Vi introducerar och diskuterar transporttjänsttriaden – en analysmodell som bygger på ett triadperspektiv för att förstå förändringar i godstransportsystem på mikronivå – som beskriver den nivå där företagsbeslut och förändring genomförs.

Med radikala förändringar kan det finnas betydliga potentialer till energieffektivisering inom distributionstrafiken, främst genom att skapa förutsättningar för högre viktsfyllnadsgrad (ökat tidsfönster och mer fokus på att packa godset tätare) och reducera körda kilometer genom att tidsstyra den geografiska närvaron (t.ex. genom att begränsa antal dagar då leverans kan ske). Det bör dock påpekas att de delar av transportsystemet som växer mest är de som stöder nya leveranssystem, karakteriserade av många mindre, snabba och högfrekventa transporter som sällan är särskilt energieffektiva. En viktig bakomliggande orsak till att transporteffektiviserande åtgärder inte genomförs är relativt låga transportkostnader inte driver aktörerna att minska lastbilstransporter med låg lastfyllnadsgrad.

Summary

The aim of the project is to study and analyze how the planning processes in production and logistics can accomplish more energy efficient freight transport. The study only includes measures. Based on two case studies this project investigated the organizational design and processes of the relationships between the actors involved. The aims were to identify and describe structures and organizational measures in planning and structuring that both enable or prevent more sustainable transport logistics.

A close interaction between the logistic chain actors that contributes to a good business relationship is a key organizational element that is likely to facilitate more energy efficient transport logistics. In this context we introduce and discuss the transport service triad (TST) as a model for analysis. The TST model includes various perspectives of the interaction between the shipper, transport service provider and consignee. The aim is to better understand changes in freight transport systems at the micro level where operational business decisions and corresponding amendments is carried out.

With radical organizational changes substantial energy savings may be achievable. It should be emphasized that the general market development within transport logistics driven by new distribution patterns requiring small, quick and highly frequent transport services. These are in general less energy efficient.

Inledning

Inom svenskt näringsliv pågår ett kontinuerligt utvecklingsarbete med syfte att skapa mer effektiva och säkra logistiksystem. Detta gäller dels tillverkande företags och handelsföretags försörjning av insatsvaror och dels de leveranskedjor i vilka dessa företag för ut sina produkter till kunder. I takt med ett allt större klimatfokus där transportsektorn står för en betydande del av utsläppen av klimatgaser fordras insatser som reducerar användningen av energi i allmänhet och fossil energi i synnerhet. Effektivitetsbegreppet inom logistikområdet måste därför utvecklas mot att även omfatta energieffektivitet, samt klimat- och miljödata. Samtidigt skärps ständigt kraven inom områden som transportkvalitet, servicenivå, flexibilitet, informationshantering, teknisk komplexitet och kostnadsnivåer. Vissa av dessa ökade krav kan försvåra en omställning till energieffektiva och hållbara transporter. I takt med ökad globalisering och internationalisering befinner sig transportbranschen i en allt mer pressad marknad och har ett krympande ekonomiskt handlingsutrymme med kortare planeringshorisont.

Enstaka framgångsrika exempel på mer hållbar logistik förekommer, men för majoriteten av transportköpande företag sker inga eller endast mindre framsteg inom området. Detta blir tydligt vid jämförelse med förbättringarna inom andra områden, såsom nya bränslen, t.ex. HVO, och förbättrad fordonsteknik såsom effektivare motorer/drivlinor och tyngre och längre lastbilekipage.

Nya affärsmodeller för hållbar logistik har därför efterfrågats av flera svenska tillverkande företag med omfattande transportflöden. Detta har blivit särskilt tydligt inom KNEG¹-samarbetet där det under 10 års verksamhet endast rapporterats om enstaka framgångsrika energieffektiviserande eller utsläppsreducerande projekt inom logistikområdet.

Att det finns reella besparingspotentialer har dock visats i några unika utvecklingsprojekt. Till exempel så har Scantias NILE-projekt (New Inbound Logistics Europe) realiserat en minskning av energi- och klimatpåverkan på 20 %, huvudsakligen genom förändringar i planering och utformning av transporterna vilket främst möjliggjort ökade lastfyllnadsgrader. Potentialen bedöms som stor för flera logistiksystem, främst genom att skapa i) längre planeringshorisont och ii) ökat tidsfönster för transportens genomförande. Dessa förändringar möjliggör samordning av försändelser, högre fyllnadsgrad, byte till energieffektivare trafikslag (s.k. modal shift) och ändrad trafikering av befintliga resurser, som t.ex. reducerad fart för fartyg (s.k. slow steaming) och vägfordon.

¹ KNEG (Klimatneutrala godstransporter på väg) är ett samarbetsprojekt med 13 medlemmar som arbetar för att godstransporterna på de svenska vägarna ska vara klimatneutrala. Arbetet bedrivs inom tre områden: effektivare transporter, effektivare fordon, och utökad användning av förnybara drivmedel.

Målsättningen med detta forskningsprojekt har varit att adressera detta uttryckta behov av ny praktisk kunskap inom hållbar logistik. Genom fallstudier kopplade till pågående logistikutvecklingsprojekt inom de deltagande företagen, har projektet påvisat näringslivsrelevans samt möjlighet till att skapa illustrativa fallstudier och möjliggöra långsiktig kompetensutveckling. Projektet påbörjades 1 december 2015 och avslutades 30 november 2017 och genomfördes gemensamt av Chalmers tekniska högskola, IVL Svenska Miljöinstitutet och NTM.

Genomförande

Projektet är uppdelat i tre arbetspaket (AP 1, AP 2, AP 3) som löpte kontinuerligt och parallellt över projektiden. Projektet beskriver processerna omkring förändrad organisation och tillhörande beteendeförändring för att öka effektiviteten i transporter och med tillgängligt underlag kvantifieras de energieffektiviseringar som kunnat påvisas med genomförda åtgärder. Samtliga transporter som studerats utförs av externa leverantörer, vilket i sig skapar utmaningar omkring ett förbättringsarbete. En kombination av kvantitativa och kvalitativa metoder har använts för att få en helhetsbild av den potential som finns för att minska godstransporters miljöpåverkan och energianvändning.

Majoriteten av informationen har samlats in genom intervjuer, men även genom observationer vid studiebesök. Data från företagens egna system och sekundärdata har också använts. Totalt har 18 intervjutillfällen genomförts, som i de flesta fall involverade ett flertal intervjuer per tillfälle. Personer som representerar olika funktioner i studiens huvudföretag, kunder och transportörer har intervjuats. Intervjuerna har varit semi-strukturerade där övergripande frågor i sin tur lett till följdfrågor under diskussionen. Datainsamlingen har också inbegripit tre studiebesök och fem projektmöten varav tre stycken företagsspecifika träffar och två gemensamma dit alla projektparter var inbjudna. Studiebesök och observationer har genomförts hos respektive huvudföretags relevanta enheter, vilket inkluderar både produktionsanläggningar och logiskcentra, samt besök hos respektive transportföretag. Telefon- och mailavstämningar har också genomförts kontinuerligt. I Bilaga 1 återfinns en detaljerad samanställning av intervjuer, studiebesök och projektmöten.

AP 1: Fallstudier, logistikutveckling och transportinköp

I AP 1 användes en fallstudiemetod där huvudsaklig data insamlats genom intervjuer. Valet av flöden och processer att studera gjordes gemensamt av forskningsgruppen och företagen. AP 1 har letts av Chalmers som har ansvarat för datainsamlingen, men där fler projektdeltagare medverkat i datainsamlingen vid de flesta tillfällen. Majoriteten av alla intervjuer har spelats in. Syftet var att undersöka hur organiseringen av affärsrelationen mellan det transportköpande företaget och dess leverantör påverkar förbättringspotentialen för den fysiska transportens energieffektivitet. Kvantitativ data samlades också in som analyserades i AP 2.

De tre fallstudierna som ingick i arbetet är:

1. Grossisten: Försök till minskat antal leveranser genom ett gemensamt initiativ.
2. Pappersföretaget: Förändrade krav i upphandling samt effektivisering i ett slutet flöde.
3. Lastbilstillverkaren: Förändrade krav på lastbilars utlastningsgrad i ett emballageflöde.

Under projektets gång blev det tydligt att fokus skulle komma att läggas på de två första fallstudierna, då det visade sig att det inte var möjligt att få tillgång till tillräcklig data från det tredje företaget. Detta berodde främst på sekretesskäl och interna krav på att inte störa rådande upphandling med transportörer.

AP 2: Nyckeltal för miljö och energieffektiva logistiksystem

I detta arbetspaket har NTM tillsammans med IVL genomfört analyser av energi- och miljöprestandan för befintliga och förändrade logistiksystem. Genom att kombinera befintliga modeller och dataunderlag från NTMs kalkylverktyg med analyssteg anpassade till valda fallstudier har potentialer och utfall beräknats.

AP 3: Förvaltning och överföring av verktyg och kunskap från projektet vidare till logistikansvariga inom svenskt näringsliv

Som en del i arbetsprocessen har sökandet av indata hos medverkande företag inneburit en kunskapshöjande diskussion hos medverkande parter. Projektet har medverkat vid ett flertal seminarier för att sprida kunskap från projektet vidare till en större krets av logistikansvariga inom näringsliv och andra organisationer som köper transporter, samt till myndigheter:

- KNEG:s årskonferens 2017
- Energimyndighetens resultatkonferens 2017
- Energimyndighetens konferens ”Energirelaterad fordonsforskning 2017”
- Transportforum 2018 (kommande, januari 2018)
- Workshop KNEG och SOFT (december 2017)

Eftersom medverkande projektparter bedriver såväl forskning, undervisning och professionell rådgivande verksamhet inom logistik- och miljöområde kommer de kunskaper som uppnåtts att spridas vidare i kommande projekt och arbete. Vidare dokumenteras varje fallstudie i ett PM som kommer att göras tillgängligt via hemsidorna:

- www.kneg.org
- www.transportmeasures.org

Utöver denna slutrapport kommer projektet också att utgöra grunden för en licentiatuppsats på Chalmers som kommer att presenteras under 2018.

Resultat

Studiens resultat presenteras i fyra huvudteman: (1) Energi och miljökalkyler, (2) Summering av fallstudiernas besparingspotential, (3) Sammanvägd potential för Sverige och (4) Affärsrelationer och transportkrav.

Energi och miljökalkyler

För att redovisa effekter av genomförda åtgärder fordras att det ursprungliga läget är kartlagt ur relevanta aspekter som ska mätas. Efter införandet av en åtgärd görs därefter en sammanställning av det nya läget och en skillnad, förhoppningsvis förbättring, kan redovisas. Genomgående var projektets utmaning att få tillgång till operativ data för analys av ursprungligt läge, åtgärder samt nytt läge. Datafångst, validering av data och inte minst förståelse av logistiksystemet kom att ta mycket tid i projektet. Tyvärr har tillgången till data inte varit helt fullständig, vilket gjort att vissa analyser delvis bygger på antagen eller modellerad indata.

De resultat som redovisas är av nämnda skäl i större utsträckning än önskat baserade på modeller och vissa schabloner och antaganden. I en av fallstudierna var transportresurserna dedikerade till en varuägare i ett slutet system vilket gjorde mätningen enklare. I de övriga två fallen utgjorde transportlogistiken en delad tjänst vilket gjorde att det var svårare att urskilja effekterna av åtgärder. Trots dessa försvårande omständigheter kan vi påvisa att det finns nåbara effektivitetsvinster genom organisatoriska och logistiska åtgärder. Nedan följer en beskrivning av energi- och miljökalkyler i fallstudierna med Grossisten och Pappersföretaget.

Fallstudie 1 Grossisten – Distribution av byggmateriel till byggplatser i Stockholmsområdet.

Inom fallstudien med Grossisten benämns företagen enligt följande: Säljaren av gods (i fortsättningen refererad till som Grossisten), köparen av gods (i fortsättningen refererad till som Byggföretaget), samt säljaren av transporttjänster (i fortsättningen refererad till som Åkeriet).

I denna fallstudie undersöks effekterna av att förändra leveransfrekvensen till kunder som tidigare haft daglig leverans. De artiklar som levereras är insatsvaror till byggnadsarbeten och varorna levereras direkt till byggplatsen. Projektet genomfördes som ett gemensamt försök mellan leverantören och kunden med syfte att testa miljöbesparande idéer. Under en försöksmånad, en s.k. Grön Månad, sammanfördes kundens beställningar från fem (dvs. dagliga) till två leveranstillfällen per vecka. Syftet var att ge Åkeriet möjlighet att skapa en effektivare distribution genom att reducera körsträckorna med distributionslastbil.

Då man under försöket inte hade möjlighet att integrera övriga godsmottagare på samma byggplats (främst underentreprenörer) behövde Åkeriet i realiteten komma till byggplatsen dagligen även under försöksmånaden. Detta ledde till att man inte

kunde realisera någon minskning av körsträckorna med lastbil. För att kunna lägga om rutter och hoppa över vissa byggplatser krävs det att samtliga kunder på mottagningsadressen ingår i försöket. Med syfte att illustrera potentialen med en förändring där kundens stopp helt utelämnas tre av veckans dagar, dvs. samtliga leveranser sker vid två tillfällen per vecka, har en teoretisk kalkyl genomförts.

Vi har valt att studera den totala distributionstrafiken med leverantörens gods under en månad. Vi beräknar den förändring som inträffar om leveranserna till en kunds byggställen samordnas till två tillfällen per vecka (istället för fem) och inga förändringar sker med leveranser till andra kunder på och omkring byggplatsen. Den effekt vi kan anta ske är att leveranstiden förkortas något de dagar som leveranser till kunden inte sker. Denna effekt bedöms dock vara marginell, men kan leda till att rutterna för distributionsbilarna kan justeras något när tid frigörs.

I den teoretiska beräkningen antar vi därför att varje bil kan ta med sig något mer gods de tre dagar då leveranser till kunden uteblir. Detta leder till att Åkeriet kan lägga rutter där fler kunder besöks, vilket minskar körsträckan per kund. Dessutom kan en mindre körsträcka undvikas när stoppet hos försökskunden utelämnas. Det är storleken på dessa reduktioner som utgör den positiva effekten av att minska antal leveranstillfällen. På motsvarande sätt kommer de ökade godsmängderna de två dagar då leveranser sker leda till att fler fordonskilometer för att distribuera allt gods inom området. Då försöket utfördes utanför tidsramen för detta projekt har vi inte kunnat genomföra detaljerade mätningar av storleken av dessa effekter. Istället har vi antagit att den förändrade godsvolymen möjliggör en förändring av den dagliga totala körsträckan för hela fordonsflottan. Ett nolläge och tre olika förändringar har analyserats. Notera att analysen är en teoretisk fallstudie med syfte att visa ett resonemang kring troliga potentialer vid förändrade leveransstrukturer. Följande varianter på åtgärder har analyserats:

1. **Genomförd Grön Månad.** Genom att flytta om kundens gods till två leveranstillfällen per vecka antas leveranstiden förkortas vid kundens byggplatser (där leveranser till underentreprenörer fortfarande sker). Då kundens andel av totalt antal sändningar normalt utgör 30 % kan man anta att tiden lastbilen står stilla hos kunden under leveranser reduceras i motsvarande grad. Om leveransstopp utgör en tredjedel av lastbilens tid under en distributionstur kan man korta ner turen med 10 % om körtiderna antas vara är opåverkade. Alternativt kan man planera om dessa turer så att mer gods tas med och gör fler leveranser sker under samma tid som en normal tur. Vi antar vidare att halva potentialen kan realiseras (dvs. 5 %) vid en sådan omplanering vilket leder till att en lastbil av 20 kan tas bort dessa dagar. Detta leder till 5 % kortare körsträcka dagarna utan leverans. På motsvarande sätt krävs det extra körningar de två dagar leverans till kunden sker. Den teoretiska skillnad i total körsträcka som då kan tecknas innebär en minskning per vecka under 1 %, vilket måste anses som ointressant i förhållande till den försämrade leveransservice som utgjorde uppoffringen från kundens sida. Notera att detta endast ska ses som en

möjlig potential då förändringarna i totala körsträckor under testperioden inte är uppmätta.

2. **Samtliga leveranser på kundens byggplatser samordnas till två leveransdagar per vecka.** I detta fall skapas möjligheter att ställa ytterligare fordon under tre av veckans dagar då mer tid sparas när byggplatserna inte behöver angöras. På samma sätt som tidigare kan gods omdisponeras mellan bilarna och ytterligare bilar ställas av. Effektiviseringspotentialen kan på motsvarande sätt som ovan uppskattas till 15 %, dvs. cirka tre bilar kan ställas tre dagar per vecka. Körsträckorna per tur antas samtidigt öka något för återstående bilar då genomsnittsavstånd mellan återstående leveransadresser ökar. För att klara de stora godsflödena under leveransdagarna kommer troligen ytterligare kapacitet att krävas. Den sammanlagda effekten uppskattas under dessa antaganden till 3–4 % besparing av total energianvändning under en vecka. Även denna besparingspotential ska ses som en indikation på att den föreslagna förändringen innebär för låg besparingspotential för att motivera en permanent lösning.
3. **Omfattande förändring av leverantörens serviceerbjudande.** I en tredje analys försöker vi beräkna effekten av en mer omfattande förändring. Istället för att som idag erbjuda över natt leverans i hela det geografiska området skulle man kunna dela upp detsamma i trakter som var och en hade två leveransdagar per vecka. På så sätt kan Åkeriet skapa rutter inom varje geografiskt område, vilket har potential att reducera det genomsnittliga avståndet mellan varje leverans. Det blir också möjligt att använda en större lastbilstyp eftersom minskad körtid mellan leveranserna möjliggör för fler leveransstopp per tur (under konstant tid). Båda dessa faktorer reducerar antal fordon och det totala antalet fordonskilometer som krävs för distributionsarbetet. Utan en mer omfattande modellering utifrån underlag om flöden, adresser, trafiksituation etc. är det svårt att beräkna en potential med tillräcklig noggrannhet.

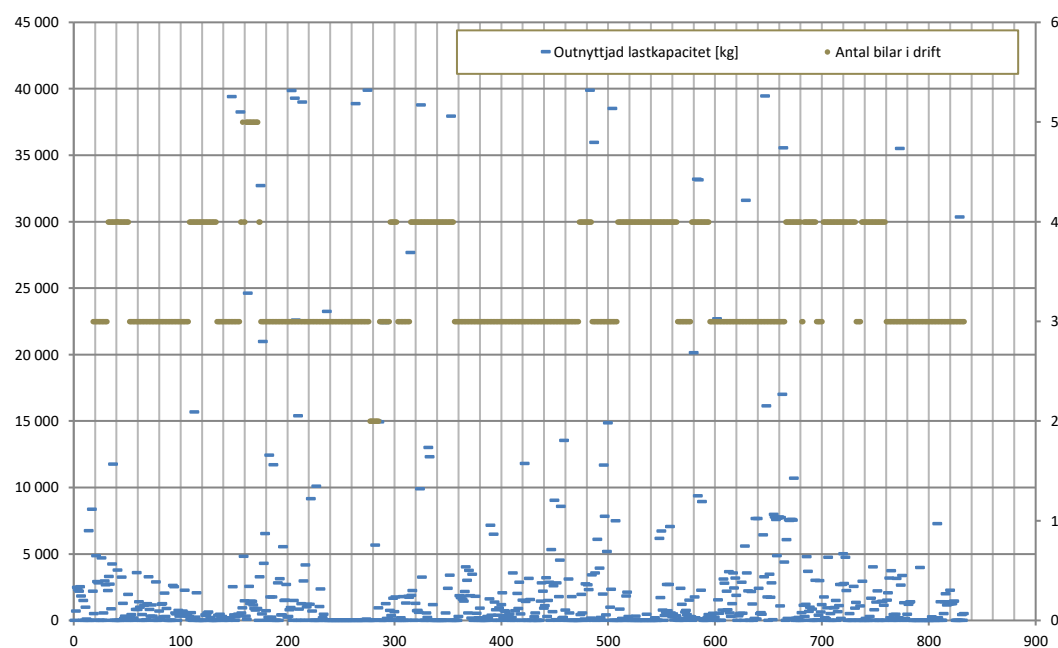
Att inte behöva trafikera hela det geografiska området varje dag skapar stora besparingsmöjligheter vilket tillsammans med de större fordonen gör att antal fordon kan halveras. Kombinationen fordonsbyte och kortare körsträckor mellan kunderna öppnar upp för en energieffektivisering om ca 60 %. Notera att denna potential bygger på att kunderna accepterar en förändrad leveransfrekvens, från dagligen till två leveranser per vecka, något som i nuvarande konkurrenssituation bedöms som svårt att genomföra.

Exempel från fallstudie 2 – Produktflöde i processindustrin

Inom fallstudien med Pappersföretaget benämns företagen enligt följande: Köpare av transporttjänster (i fortsättningen refererad till som Pappersföretaget) och en säljare av transporttjänster (i fortsättningen refererad till som Transportören).

I denna fallstudie har vi studerat lastbilstransport av produkt till närliggande godsterminal. Produkterna varierar i storlek och vikt och har olika lagerplatser vilket avgör vilken godsmottagning i transportcentret som är slutmålet för transporten. Med syfte att minska lastbilarnas omloppstider i transportcentralen skapas stuvor som kan lossas helt vid en godsmottagning. Lastbilarna lastas med truckar på produktionsenheten. Stuvens sammansättning planeras men slutgiltig placering i lastutrymmet, dvs. stuvschema, beslutas av truckföraren under lastningsprocessen.

Underlaget för analysen utgörs av datauttag från lastplaneringssystemet. I systemet skapas stuvor till lastbilstransporten genom att godsensheterna grupperas för att nå optimal lastvikt. Samtliga fordon utgörs av lastbil med släp med en max lastkapacitet om 45 000 kg. Vi har studerat hur den sammanlagda bruttovikten för stuvorna varierar och försökt skatta vilken potential det finns att reducera antal lastbilskörningar genom mer optimerad lastplanering. Under en månads körning (februari 2017) genomfördes 831 turer med bil och släpkombinationer. För varje avgång beräknades den outnyttjade lastkapaciteten vilken visas grafiskt i figur 1. I samma figur har även antal lastbilar i drift vid varje tillfälle angivits.



Figur 1: Outnyttjad lastkapacitet

Den genomsnittliga outnyttjade lastkapaciteten uppgår till 3,8 ton per avgång varvid den totala outnyttjade kapaciteten uppgår till 2 200 ton. Detta ger ett systemutnyttjande om 93 % av tillgänglig transportkapacitet. Hälften av denna outnyttjade kapacitet återfinns på de ca 40 avgångar som lämnar fabriken med en last som väger under 30 000 kg. Om dessa 40 avgångar åtgärdas så att man på dessa avgångar uppnår genomsnittslasten om 41,8 ton skulle 19 avgångar kunna tas bort. Detta motsvarar 2 % av det totala antalet avgångar och åtgärden skulle öka systemets kapacitetsutnyttjande till 96 %.

Om man istället utsträcker arbetet till att omfatta samtliga fordon som lämnar anläggningen med en last mindre än 40 000 kilo skulle 25 % av alla avgångar behöva åtgärdas vilket motsvarar 206 stycken. 32 avgångar kan tas bort vid genomförd förändring. Systemets kapacitetsutnyttjande skulle då öka till 97 % och man skulle uppnå en reduktion av avgångar, och därmed energibehov och emissioner i samma utsträckning, om 4 %.

Summering av fallstudiernas besparingspotential

I fallstudierna fann vi följande tre besparingspotentialer: (1) Pappersföretaget, kortväga tunga lastbilar: Reduktion med 4 % vilket utgjorde grund för nationell potentialberäkning (2) Grossisten, stadsdistribution med korta avstånd: Reduktion med maximalt 2 % för hela systemet vilket utgjorde grund för nationell potentialberäkning samt (3) 60 % för grossistens kund. I det sista fallet kunde inte andra ökningarna i parallella försörjningssystem, t.ex. för andra liknande grossister eller att anställda hos kunden själva åker och hämtar varor med små bilar, fastställas eftersom dessa inte ingick i studien. Dessa system är sannolikt mindre energieffektiva.

Denna studie har i huvudsak studerat hur optimeringsarbetet baserat på befintliga etablerade upplägg för transportlogistik kan förbättras. Det finns mer radikala åtgärder som skulle kunna ge större effekter, men då måste det finnas en acceptans för att parametrar som kostnader och ledtider ändras. Detta kan tyckas rimligt men då stora delar av transportlogistiken utgörs av delade tjänster mellan en mängd olika transportköpare, så fordras ett kollektivt nytt förhållningssätt för att kunna realisera en mer omfattande förändring.

På kort sikt kan en ökad transparens från varuägare avseende krav på tider för hämtning och leverans sänka stressnivån i systemet eftersom det möjliggör bättre planering och hushållning med transportkapacitet. Detta är dock inte helt enkelt då transparensen kan vara tveeggad eftersom det t.ex. påverkar en prispförhandling och därmed inte alltid är önskvärt från transportköparen. Ökad energieffektivitet genom en öppnare dialog mellan transportköpare, oftast avsändare, godsmottagare samt transportleverantör kommer att fordra nya affärsmodeller och arbetssätt.

Sammanvägd potential för Sverige

I de tre fallstudierna som utgör grunden i projektet baseras samtliga på vägtransporter. Av detta skäl görs endast potentialanalysen för detta trafikslag, och mer specifikt för tunga lastbilar på grund av tillgänglig statistik. Med tillhörande organisatoriska förändringar skulle förbättringar som inkluderar överflyttning till andra mer energieffektiva trafikslag kunna nyttjas i större utsträckning. Detta har emellertid inte studerats i de tre fallstudierna utan istället har endast effektivisering inom vägtransporter med relativt likartad servicenivå utgjort grund för analysen. Således finns det betydligt större besparingar att

uppnå. En betydande förbättringspotential i det svenska godstransportsystemet kan endast uppnås genom att förändra krav avseende:

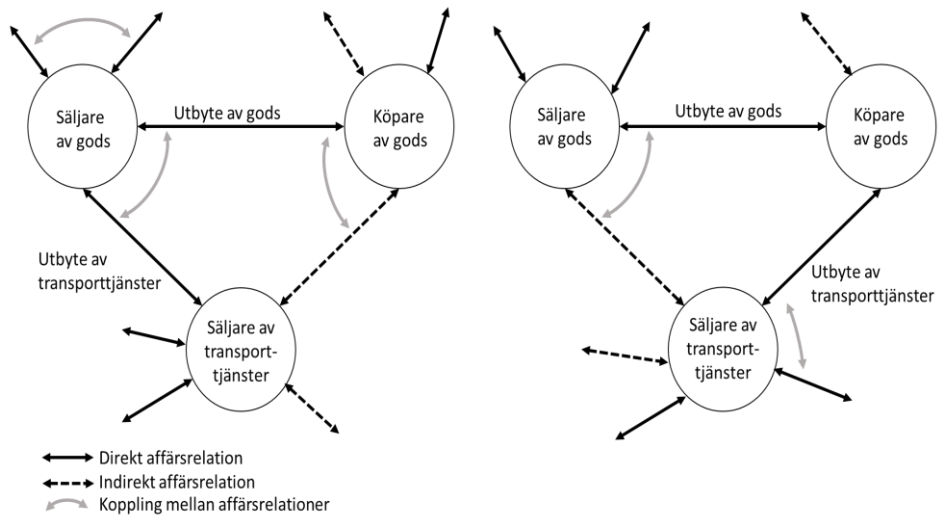
- Ledtider
- Lagerkostnader (kalkylräntor och inkurans)
- Förändrad syn på transport och dess kostnader

Affärsrelationer och transportkrav

I fallstudierna analyseras hur affärsrelationer mellan olika organisationer är organiserade och hur detta påverkar transporteffektiviteten. Utifrån genomförda fallstudier har en modellutveckling skett i form av en analysmodell, kallad ”Transporttjänstriaden”. Utöver detta visar studierna på den centrala betydelsen av förändrade krav i upphandling av transporttjänster.

Både fallstudien hos Grossisten (Fallstudie 1) och Pappersföretaget (Fallstudie 2) visar hur affärsrelationen mellan köpare och säljare av gods är tätt sammankopplad med affärsrelationen mellan köpare och säljare av transporttjänster. Ett första resultat är därför ett analytiskt ramverk som bygger på ett triadperspektiv som kopplar ihop affärsrelationer mellan köpare och säljare av gods med köpare och säljare av transporttjänster (se figur 2). Genom att applicera detta ramverk kan man visa hur organisering av försörjningskedjor påverkar den fysiska transportens energieffektivitet och klimatprestanda. Ett triadperspektiv medger alltså analys av enstaka affärsrelationer, men också kopplingar mellan relationer.

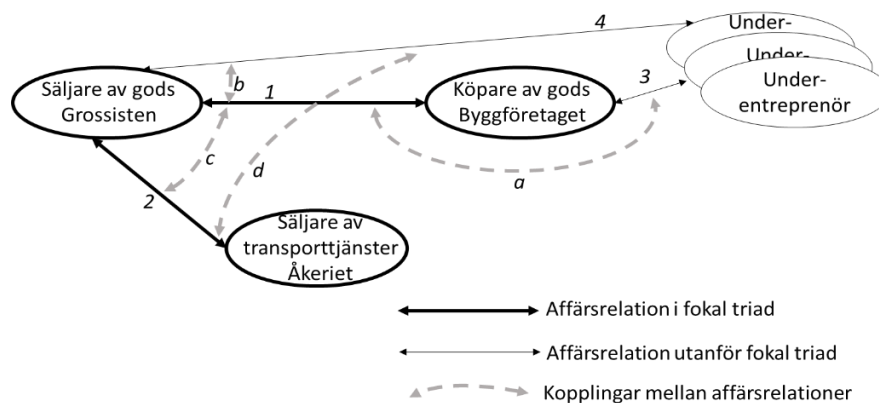
I figuren illustreras analysmodellen genom en fokal triad (hädanefter kallad transporttjänstriaden, TST) där säljaren av gods har en direkt affärsrelation med säljaren av transporttjänster (till vänster i figur 2) eller där köparen av gods har en direkt affärsrelation med säljaren av transporttjänster (till höger i figur 2). Som illustreras i figuren är också varje enskild TST kopplad till andra affärsrelationer och därmed andra TST:er. Modellen möjliggör alltså en systematisk analys av en leveranskedja och också att hinder och möjligheter till att förändra en viss struktur kan identifieras. Ett exempel utifrån den vänstra bilden är när transporttjänsten är en integrerad del av erbjudandet som utbyts mellan köparen och säljaren gods. Den högra bilden illustrerar till exempel situationen där köparen av gods vill ta kontroll över transportinköpen själv och organiserar detta genom att anlita en transportleverantör.



Figur 2: Transporttjänsttriad

Exempel från fallstudie 1: Försök till minskat antal leveranser inom en TST

Figur 3 illustrerar användandet av modellen på fallstudien som genomfördes med Grossisten. I detta specifika fall består den fokala TST:en av säljaren av gods (Grossisten), köparen av gods (Byggföretaget), samt säljaren av transporttjänster (Åkeriet). Det finns ingen formell affärsrelation mellan Åkeriet och Byggföretaget utan Åkeriet levererar till Byggföretaget i Grossistens namn.



Figur 3: Illustration av en transporttjänstriad i fallstudie 1

Inom TST:en i figur 3 gjordes ett försök av Byggföretaget och Grossisten att effektivisera logistiken inom ramen för relation 1. I detta försök involverades sedan även Åkeriet och därmed också relation 2. Initiativet innebar ett försök att minska antalet leveranser från Grossisten till Byggföretaget från dagliga leveranser (fem per vecka) till två per vecka (enbart måndagar och torsdagar) och på så sätt minska antalet transporter. Det faktum att Byggföretagets underentreprenörer inte var med (representerade av relationer 3 och 4) i detta förändringsförsök bidrog till att den potentiella effektiviseringspotential som annars skulle kunnat nå inom ramen för TST:en uteblev. Åkeriet behövde, trots förändringen i antalet leveranser per vecka till Byggföretaget, ändå leverera dagliga leveranser till underentreprenörerna. Detta gjorde att antalet totala körningar varken minskade eller ökade, det blev enbart en större mängd gods levererat till Byggföretagets bygplatser dessa två dagar.

Betydelsen av kopplingarna a, b, c, och d var alltså något man inte identifierade när initiativet genomfördes. Detta sammantaget betyder att om något av de tre företagen inom en viss TST vill åstadkomma en förändring behöver detta göras i ljuset av sådana kopplingar till andra relationer. En annan konsekvens av betydelsen av att dessa kopplingar inte identifierades var att Åkeriet tvingades till "panikleveranser" till Byggföretaget. Under förändringsförsöket som pågick under en månad levererades 667 sändningar på rätt tidpunkt, det vill säga antingen under någon av de fyra måndagar eller torsdagar som innefattades av försöket. Utöver dessa leveranser enligt plan så "paniklevererades" 127 sändningar (ca 15 % av den totala mängden leveranser) under 10 dagar (ej måndagar och torsdagar) utanför plan.

De trögheter som finns beträffande genomförande av förändringar inom en TST är starkt kopplade till de ingående företagens perspektiv och logiker gällande transporter. Exempelvis strävar Grossisten efter hög servicegrad mot sina kunder (t.ex. Byggföretaget och Underentreprenörerna). Detta betyder krav på snabba leveranser med hög leveranssäkerhet, något som förväntas utföras av Åkeriet. Byggföretaget i sin tur förväntar sig gods i den takt det behövs på byggplatserna. Transportören å sin sida vill nå en hög fyllnadsgrad på lastbilarna och leverera godset så effektivt som möjligt ut till kunden.

Exempel från fallstudie 1: Krav från aktörer utanför en fokal TST

I fallstudien med Grossisten diskuterades också vilka implikationer kommuners krav avseende godstransporter till byggarbetsplatser kan få på hur dessa leveranser kan organiseras. Det påverkar i sin tur hur huvudentreprenören arbetar med sin leverantör och hur transporterna kan utföras. I ett fall vi studerade fanns krav på tidstyrda leveranser in till byggarbetsplatsen. Detta gjorde att Åkeriet behövde återvända till samma byggarbetsplats vid flera olika tillfällen under en arbetsdag för att olika entreprenörer (Byggföretaget och dess underentreprenörer) hade olika schemalagda tider för sina leveranser.

Exempel från fallstudie 2: Förändrade krav i upphandling

Fallstudien som genomfördes hos Pappersföretaget involverar en fokal affärsrelation mellan en köpare av transporttjänster (Pappersföretaget) och en säljare av transporttjänster (Transportören). Inom ramen för denna relation kan flera anpassningar identifieras. Pappersföretaget och Transportören har arbetet med varandra under en längre tid med olika typer av godsflöden. Sedan 2010 arbetar man primärt tillsammans kring en viss typ av transport mellan olika enheter inom den koncern som Pappersföretaget verkar och en närliggande hamn. Investeringar i nya fordon och ekipage gjordes och efter sex år med samma kontrakt så började företagen 2016 diskutera utformningen av ett nytt kontrakt. Företagen skrev ett nytt kontrakt på 5 år för att ge Transportören möjlighet till att göra nödvändiga investeringar av lastbilar med tillhörande specialanpassade ekipage.

I det nya kontraktet så skärpte Pappersföretaget kraven på säkerhet, flexibilitet och miljö. Produkterna som transporteras är dyra, tunga och relativt ömtåliga så säkerhet är viktigt vid all godshantering. Flexibilitet innebär att Pappersföretaget kan återropa en extrabil på kort varsel från Transportören. Detta är viktigt då Pappersföretaget har stora fluktuationer i sin produktion vilket medför en osäkerhet kring vilket transportslag (lastbil eller järnväg) som ska användas ut till kund då det ena dagen enbart produceras gods som ska gå med järnväg och andra dagen bara gods som ska gå med lastbil. Mer fokus ska också läggas på miljöpåverkan från lastbilarna. Nu kör Transportören med biobränsle med mindre belastning (HVO100) i alla sina lastbilar. Lastbilarna kan numera också tankas direkt hos Pappersföretaget så att de slipper köra till annan plats för att tanka. För att följa upp miljöpåverkan på ett bättre sätt så har nya former av kontinuerlig uppföljning lagts in som en del i affärsrelationen.

Diskussion och rekommendationer

Diskussionen av studiens resultat presenteras i fem teman: (1) Betydelsen av interaktion och mobilisering av aktörer, (2) Behov av förändrad syn på kontrakt och relationer, (3) Effekter på systemnivå samt (4) Mål och krav för transporter. Avsnittet avslutas med en sex rekommendationer för branschens fortsatta arbete med energieffektiviserande åtgärder.

Betydelsen av interaktion och mobilisering av aktörer

Studien pekar tydligt på att en ökad interaktion mellan aktörerna i transporttjänsttriaden kan bidra till att en större potential i affärsrelationerna kan 'låsas upp'. Detta gäller både potential inom enstaka relationer i triaden genom ökat informationsutbyte och utbyte av perspektiv, men det bidrar också till identifiering av andra kopplade relationer av betydelse. För en säljare av transporttjänster är effektiviteten i transportaktiviteterna, alltså resursutnyttjandet, central. Kunder har dock olika krav på differentierade lösningar och därför behöver den effektivitet som skapas genom standardisering balanseras mot krav från kunderna på differentierade lösningar. Genom att säljaren av transporttjänster interagerar med de övriga två aktörerna i en TST kan den enskilda säljaren hitta en balans mellan standardiserade (för att uppnå effektivitet) och differentierade (för att tillgodose kundens specifika kravbild) lösningar.

Genom denna typ av interaktion är det också lättare för säljaren av transporttjänster att tidigt kunna identifiera förändringar i kundkrav och förhålla sig till detta proaktivt. Detta kan i sin tur leda till utvecklandet av nya typer av erbjudanden och nya affärsmodeller. Studien visar också på vikten av mobilisering av aktörer i nätverket utanför den fokala triaden. Genom interaktion inom och utanför transporttjänsttriaden kan ett företag som vill åstadkomma en viss förändring mobilisera andra aktörer i samma riktning. För att åstadkomma detta är det viktigt att förstå både relationers innehåll samt relevanta relationskopplingar för den föreslagna förändringen. Utan denna förståelse blir det ofta svårt att introducera nya arbetssätt då dessa ofta följer en logik som "krockar" med redan etablerade och väl inarbetade logiker.

Behov av förändrad syn på kontrakt och relationer

Studien visar på den komplexitet som råder mellan affärskontraktet mellan köpare och säljare av transporttjänster samt relationen mellan desamma. I fallstudie 2 behövdes konkreta anpassningar av transportleverantörens fordonsflotta för att kunna leverera transporttjänsterna enligt kundens behov. För att transporttjänstleverantören skulle vilja investera i dessa anpassningar skrevs kontraktet på 5 år. I fallstudie 1 har företaget arbetat i över 30 år med samma transporttjänstleverantör men kontraktet har skrivits på tre år i taget. Tidigare har förnyandet av kontakten mer eller mindre gått per automatik. Under de senaste två kontraktperioderna har diskussionerna kring kontraktet och dess innehåll intensifierats.

Liknande situationer kan identifieras i andra fall vi studerat. Eftersom samma leverantör "vinner" upphandlingar gång på gång är ofta relationen mellan företagen mycket längre än de enskilda kontraktstiderna. Detta förfaringsätt kan dock leda till att potentialer till effektiviseringar går om intet. Med ett längre tidsperspektiv i relationen kan andra anpassningar realiseras, med tanke på att "relationen" ofta är mycket längre än kontraktstiden. Det beror på att leverantören ej är villig att göra de investeringar som krävs då denna inte är säker på att "vinna" vid nästa konkurrensutsättning. Detta förfarande torde också hänga ihop med det faktum att transporttjänster ofta ses som en "handelsvara" där priset är ordervinnare.

Effekter på systemnivå

Beskrivning och redovisning av transportlogistikens effektivitet inkluderar ett flertal olika nivåer samt aktörer som på olika sätt kan öka effektiviteten isolerat, men som i flera fall kan innebära en risk för minskad effektivitet i andra delar av transportsystemet. Vidare kan effektivitet beskrivas genom olika indikatorer med olika enheter såsom kostnader, energibehov, klimat, miljö, hälsa säkerhet etc. Att enbart beskriva ökad effektivitet kopplat till en specifik åtgärd är problematiskt då åtgärders potentialer starkt beror av systemgränser och vilka faktorer som inkluderas i analysen.

I denna studie ligger tyngdpunkten på förändringar inom logistikuppläggen vilka leder till ökad energieffektivitet. Fördelen med fokus på energieffektiviteten är att effektivitetsökningen sannolikt kvarstår medan exempelvis förbättring av en transports klimatnytta genom byte till ett biobränsle alltid riskerar att försvinna om regelverk och kostnader för dessa bränslen försämras. Det finns dock risker med energieffektivitet då detta oftast innebär kostnadsreducering, som visserligen är bra för åtgärdens varaktighet, men samtidigt skapar förutsättningar för ökad efterfrågan av transporter, s.k. rekyleffekt.

Vi ser en polarisering där mogna branscher och varugrupper fortsätter att förfina och förbättra storskaliga och effektiva transportsystem samtidigt som de nya transportlösningarna för nya handelsmönster går mot minskad energieffektivitet per transporterat ton. Även i vår studie kunde liknande trend skönjas inom byggbranschen med kundkrav om ökad frekvens på leveranser till byggarbetsplatser.

Optimeringar för ökad energieffektivitet kan alltid spilla över på angränsande system på ett negativt sätt. Denna problematik är en stor utmaning vid förändringar inom försörjningskedjor vilka består av en mängd interagerande aktörer och delsystem. En vanlig målkonflikt är att olika effektivitetsfaktorer eftersträvar olika lösningar. Ett exempel är att tidskrav på olika sätt kan minska möjligheten till energieffektivitet, exempelvis genom att ökad leveransfrekvens kan leda till en lägre fyllnadsgrad, dvs. minskad energieffektivitet i ett fordon. Detta behöver dock inte nödvändigtvis innebära att detta är dåligt för hela systemet då denna separata lösning trots allt kan öka effektiviteten i andra delar av detta transportsystem.

En genomgående utmaning i detta projekt var att mäta de effekter som organisatoriska åtgärder innebär i delade transportsystem. Detta gjorde också att beskrivningen av effekter för deltagande företag och deras energieffektivitet kompletterades med en diskussion över hur hela systemet påverkades av åtgärderna.

Mål och krav för transporter

Hur företag hanterar sina logistikupplägg och inköp av transporttjänster har stor inverkan på transportsektorns utveckling. Även om många företag kontinuerligt arbetar med effektivisering av sina logistiksystem, så finns tendenser som motverkar en energieffektivisering av transporterna. Till exempel så ställs ofta höga servicekrav på korta ledtider, snabba leveranser och snäva tidsfönster för leverans som går stick i stäv med målet att uppnå ett transportsnålt samhälle. Denna utveckling drivs på av företag, men även av privatpersoner som önskar snabba leveranser vid e-handel. Idag är det många e-handelsföretag som erbjuder leverans redan nästa dag, eller till och med samma dag i storstadsregionerna. Detta får stora konsekvenser för möjligheten att nå god fyllnadsgrad i både långväga transporter så väl som vid närdistribution och kan i förlängningen leda till ökat transportbehov.

Det är viktigt att utforma kraven på rätt sätt så att de ger incitament till förbättringar och inte hindrar transportörerna från att utforma en bra helhetslösning. För att kunna sätta riktiga mål och krav för transporterna måste företagen förstå hur dessa påverkar transportsystemet. Olika aktörer måste i större utsträckning utöka sitt samarbete och dela med sig av relevant information kring efterfrågan och planering.

Rekommendationer

Studiens sex rekommendationer för ett framgångsrikt utvecklingsarbete mot mer energieffektiva godstransporter är:

1. Öka interaktionen och samverkan mellan aktörerna i transporttjänsttriaden (köpare och säljare av gods samt köpare och säljare av transporttjänsten) för att möjliggöra utvecklandet av nya energieffektiva lösningar. Identifiera vilka övriga aktörer och affärsrelationer som behöver tas hänsyn till för att åstadkomma en förändring mot ett gemensamt mål med energieffektiviseringen. Utbyte av relevant information och olika aktörers perspektiv är viktigt för att åstadkomma detta.
2. Mät och följ i första hand upp transporternas energianvändning. Klimateffektivitet gynnas automatiskt av ökad energieffektivitet, särskilt om fokus läggs på att i första hand minska användning av energibärande från fossila källor. Övriga miljöeffekter med luftföroreningar åtgärdas kontinuerligt genom teknisk utveckling driven av lagkrav.

3. Inkludera även andra effektivitetsmått som speglar övriga aspekter eftersom detta tydliggör eventuella målkonflikter vilka är viktiga att förstå för att kunna genomföra relevanta åtgärder.
4. Etablera både relativa och absoluta nyckeltal för uppföljning. På detta vis kan suboptimeringar identifieras samt undvikas.
5. Beskriv energianvändning för enskilda fordonsindivider, men komplettera detta med hela fordonsflottans effektivitet. Om möjligt, kartlägg även angränsande system och de effekter som åtgärder kan innebära. Det sistnämnda är oerhört svårt, men här kan en kvalitativ bedömning utgöra en god grund för strategiska beslut.
6. Slutligen, etablera mätning och uppföljning om det finns en verklig ambition att följa upp och bedriva ett förbättringsarbete. Om detta inte kommer att ske är det bättre att låta bli att följa upp energieffektiviteten då det kan leda till misstro i organisationen.

Publikationslista

Material knutet till projektet har presenterats vid ett flertal tillfällen. Manus och presentationer som har lästs och kommenterats av ett flertal forskare som deltagit på konferenser och workshopar. Eftersom datasammanställningen nyligen är avslutad har inga vetenskapliga artiklar publicerats ännu, men en artikel är inskickad till Transport Policy:

1. Andersson, D., Dubois, A., Eriksson, V., Holma, A.M. and Hulthén, K. (2017), *The Transport Service Triad - A key unit of analysis to understand change in freight transport systems*. Paper submitted to Transport Policy, <https://www.journals.elsevier.com/transport-policy>, ISSN: 0967-070X.

Vid två tillfällen har projektdeltagare presenterat preliminära resultat från studien:

1. Eriksson, V. *Åtgärder och strukturer som möjliggör respektive förhindrar en mer hållbar logistik*. Energirelaterad fordonsforskning, Göteborg, 4-5 oktober, 2017.
2. Eriksson, V. och Swahn, M. *Åtgärder och strukturer som möjliggör respektive förhindrar en mer hållbar logistik*. KNEG:s resultatkonferens – om klimatarbete för godstransporter på väg, Stockholm, 18 september, 2017.

Victor Eriksson, doktorand, har presenterat sitt manus vid fyra tillfällen:

Eriksson, V. *Reducing environmental impact in supply chains: a triadic approach*.

- 33 IMP konferensens doktorand kollokvium, Kuala Lumpur, Malaysia, 5–8 september, 2017.
- 2nd Nordic workshop on supplier relationships, Göteborg, Sverige, 31 maj –2 juni, 2017.
- 23rd Nordic workshop on Interorganizational Research, Stavanger, Norge, 26–28 april, 2017.

Eriksson, V. *Towards more sustainable supply chains: Realising potentials through relationships*.

- 1st Nordic workshop on supplier relationships, Ålborg, Danmark, 9–11 maj, 2016.

Bilagor

Bilaga 1 – Detaljerad samanställning av intervjuer, studiebesök och projektmöten.

Nr	Typ av aktivitet	De intervjuades position i företaget	Medverkande företag	Datum
1	Projektmöte: Uppstart	Logistics Sustainability Manager Logistikanalytiker Logistikchef	Lastbilstillverkaren Pappersföretaget	2016-01-20
2	Projektmöte med företaget	Logistics Sustainability Manager Inköpschef	Lastbilstillverkaren	2016-03-21
3	Projektmöte med företaget	Logistikchef Logistikanalytiker	Pappersföretaget	2016-03-30
4	Projektmöte med företaget	Transportchef Logistikutvecklare	Grossisten	2016-04-29
5	Intervju	Logistikchef Logistikanalytiker	Pappersföretaget	2016-08-30
6	Intervju	Logistikchef Avtalsansvarig VD Affärsområdeschef	Pappersföretaget Transportören	2016-10-04
7	Studiebesök på produktionsanläggning	Logistikchef Avtalsansvarig Demand and Operations planning manager	Pappersföretaget	2016-10-04
8	Intervju	VD Affärsområdeschef	Transportören	2016-11-29
9	Intervju	Logistics Sustainability Manager Inköpschef Flow Engineer	Lastbilstillverkaren	2017-01-12
10a	Telefonintervju	Key Account Manager	Grossisten	2017-01-16
10b	Telefonintervju	Kategoriänsvarig	Byggföretaget	2017-01-16
11a	Intervju	Key Account Manager	Grossisten	2017-01-24
11b	Intervju	Kategoriänsvarig	Byggföretaget	2017-01-24
12	Intervju	Flow Engineer	Lastbilstillverkaren	2017-01-24
13	Intervju	Kategoriänsvarig	Byggföretaget	2017-02-10
14	Intervju	Key Account Manager	Grossisten	2017-02-28

15	Intervju	Grön Utvecklingsledare	Byggföretaget	2017-02-28
16	Intervju	Logistikchef Logistikanalytiker	Pappersföretaget	2017-03-20
17	Intervju	Flow Engineer	Lastbillstillverkaren	2017-03-21
18	Telefonintervju	Logistikchef	Byggföretaget	2017-03-27
19	Intervju	Avtalsansvarig	Pappersföretaget	2017-03-29
20	Intervju	Vice VD Transportchef Kvalitetsansvarig Terminalansvarig	Åkeriet	2017-04-03
21	Studiebesök	Transportchef	Åkeriet	2017-04-03
22	Projektmöte: Halvtid	Transportchef Logistikutvecklare Logistikchef Logistikanalytiker	Grossisten Pappersföretaget	2017-04-24
23	Studiebesök på centrallager	Transportchef Logistikutvecklare Logistikchef Logistikanalytiker	Grossisten	2017-04-24
24	Intervju	Transportchef	Åkeriet	2017-05-24
25	Intervju	Logistikchef Logistikanalytiker	Pappersföretaget	2017-09-14
26	Intervju	Logistikutvecklare	Grossisten	2017-10-12

Bilaga 2 – Administrativ bilaga (bifogas i separat dokument).