

Hållbarhetspotential för samordnade godstransporter i region Blekinge



Dokumentinformation

Titel:	Hållbarhetspotential för samordnade godstransporter i region Blekinge.
Författare:	Olof Moen och Fredrik Mårdh, Energikontor Sydost.
Rapport:	2022:01
Utgivare:	Energikontor Sydost
Med stöd från:	Energimyndigheten, Region Blekinge, Blekinge tekniska högskola.
Utgivet år:	2022-02-01

Innehållsförteckning

Förord	5
Sammanfattning	6
1. Introduktion.....	8
2. Bakgrund.....	11
2.1. Omvärldsfaktorer som påverkar transportsystemet.....	11
2.2. Konsolidering av gods och fordonens fyllnadsgrad	12
2.3. Citylogistik som affärsmodell.....	12
2.4. Kommunal samordnad varudistribution	14
2.5. Styrmedel och regleringar en alternativ strategi.....	15
2.6. Innovationer, investeringar och FoU	16
3. Transportbranschens struktur	19
3.1. Transportbranschen består av flera led	19
3.2. Transportflöden	20
3.3. Transportbranschens affärsmodeller	21
3.4. Förskjutning i makt över transportkedjan	22
3.5. Transportbranschens inställning till IT som del av affärsprocesser	24
4. Metod för prognostisering av transportsystemets utveckling i Blekinge.....	26
4.1. Modell.....	26
4.2. Gemensamma förutsättningar analysmetod	27
4.3. SNI-koder – arbetsplatser, anställda och transporterade godsvolymer	28
4.4. SAMGODS – trafikflödesdata på fordonsnivå.....	30
4.5. Trafikanalys – fordonsrörelser på makronivå.....	31
4.6. Simulering av godstransporter	32
4.7. Benchmarking av modell	33
5. Simuleringar.....	36
5.1. Beräkning av ingående parametrar	36
5.2. Scenario 1 – Samlastning i jämförelse med nuläge	39
5.2.1. Underlag för simuleringar.....	39
5.2.2. Karlskrona	40
5.2.3. Karlshamn	41
5.2.4. Ronneby.....	42
5.2.5. Olofström.....	43

5.2.6.	Sölvesborg.....	44
5.2.7.	Region Blekinge	47
5.3.	Scenario 2 – Multipla terminaler	48
5.4.	Scenario 3 – Analys av antal transportörer	48
5.5.	Scenario 4 – Mindre fordon för samlastning område Trossö, Karlskrona tätort	50
6.	Analys	52
6.1.	Utvärdering av metod.....	52
6.2.	Resultat.....	54
7.	Nästa steg	56
7.1.	En backcasting studie	56
7.2.	Frågebatteri	56
8.	Referenser	58

Förord

Studien har utarbetats av Olof Moen och Fredrik Mårdh, Energikontor Sydost.

Ett stort tack till Niklas Alvaeus och Stefan Berg, Trafikverket, för framtagen av trafikflödesdata för Blekinge, Oscar Calson Öhman, SCB, för hjälp med uttaget av SNI-koder i SCB:s allmänna företagsregister, samt Krister Sandberg, Trafikanalys, för vägledning i alla TRAFRA-rapporter och vad som är relevant information i föreliggande studie.

Henrik Ny
Universitetslektor
Blekinge Tekniska Högskola

Sammanfattning

Utsläppen från transportsektorn står för cirka 40 procent av Sveriges totala förbrukning av fossila bränslen, där utsläppen från godstransporter utgör en betydande del och har relativt sett minskat i betydligt lägre takt med personbilstransporter. Samtidigt indikerar Trafikverkets senaste prognos för godstransporter på väg en mer än 50-procentig ökning av transportarbetet 2015 till 2030, från 40 till 63 miljarder tonkilometer, jämfört med 2006 års transportarbete. De styrmedel som införts fram till 2018 beräknas räcka till att minska utsläppen med 31 till 37 procent fram till 2030, jämfört med 2010 års nivå (Trafikverket, 2019)

Det innebär ungefär halvvägs till målet 2030. Nya styrmedel kommer behövas för att täcka upp för den prognostiserade utvecklingen och regering och riksdags målsättning om en 70 procentig reduktion av växthusgaser fram till 2030. Det kommer inte att räcka med tekniska åtgärder utan det kommer även krävas en förändrad inriktning i utveckling av samhälle och transportsystem mot ett samhälle med minskad biltrafik och effektivare godstransporter. Det har funnits en övertro att fordonsutveckling och fossilfria drivmedel räcker för att få ned koldioxidutsläppen, vilket med facit i hand hitintills varit helt fel.

Att ny fordonsteknik och nya bränslen löser problemet är en uppfattning som genomsyrar hela transportsektorn där branschen, fordonstillverkare, myndigheter och forskningsorgan, utgått från samma teknokratiska paradig. Det krävs att vägtransporter och framför allt lastbilstrafiken minskar kraftigt för att Sverige skall nå de egna klimatmålen till 2030 och noll nettoutsläpp av koldioxid fram till 2050. Regering och riksdags målsättning skiljer sig från den prognostiserade utvecklingen där förhållandet mellan verklighet och policyfrågor utgör en ekvation som inte kommer uppnå jämvikt till 2030 eller 2050, såvida inte radikalare åtgärder och styrmedel införs.

Det av Energimyndigheten finansierade Vägvaljarprojektet – eller ”Roadmapper” som är projektets engelska titel – syftar till att utveckla ett verktyg som vägleder mot en regional transportomställning och nå upp till beslutade miljömål. Projektets övergripande målsättning är ett beslutsstöd (vägvaljare) som kan klargöra vad aktörer som ingår i transportsystemet behöver göra för att påskynda och samordna en omställning till konkurrenskraftiga, fossilfria och hållbara transporter på lokal, regional och nationell nivå.

Föreliggande studie utgör ett delmoment i Roadmapper-projektet med en fallstudie över samlastning av parti- och styckegods i Blekinge. Utgångspunkten har varit att skapa ett nuläge och jämföra nulägets trafikarbete med en lösning med konsolidering av gods, dvs. samlastning av flera transportörers godsflöden lämpliga för samlastning. Upplägget av studie är en teoretisk del och empirisk del. Den teoretiska delen utgår från en litteratursökning för att ge en bakgrund och sätta in studien i en vetenskaplig kontext och som grund för metodutveckling av en modell för den empiriska delen. Den empiriska delen utgörs av en fallstudie över Blekinge med ett nuläge av transporter för parti- och styckegods och som ett simulerat läge med samlastning där metoden testas, analyseras och valideras.

För studien upprättades initialt en modell med fyra delar som tillsammans utgör en lösning för att beräkna ett nuläge som därefter kan jämföras med en simulering (prognostisering) med ökad samlastning. Modellen utgör en metod för datainsamling som ger en beskrivning av transportsystemet på lokal (kommun) och regional (län) nivå. Delarna består av:

- Statistik från SCB över antal anställda per arbetsplats indelad efter branschtillhörighet (SNI-kod) med transporter av gods lämpligt för samlastning.
- Trafikflödesdata på fordonsnivå i Blekinge från Trafikverket i SAMPERS/SAMGODS-modellen för beräkning av totalt trafikarbete i nuläge och vid samlastning.
- Makrodata från Trafikanalys med typer av fordon, fordonsrörelserns längd på lokal, regional och nationell nivå, som sätter ramarna för simuleringsarbetet.
- Simuleringsverktyg för ruttoptimering som integrerar information och beräknar transportbehovet för parti- och styckegods för nuläge och för samlastning.

Utgångspunkt har varit en metod för beräkning och omräkning av data för att få en komplett datamängd på transportsystemnivå som kan användas för ett nuläge där samma data används för simulering av ett samlastat läge på dels kommunnivå, dels för region Blekinge som helhet. För syftet skapades en modell med ett flödesschema från trafikflödesdata, SNI-koder och fordonsrörelser till simuleringar, resultat och analys. Den empiriska delen utgörs av simuleringar av samtliga fordonsrörelser för godstransporter på väg i Blekinge.

Skillnaden i resultatet för simuleringar av ett nuläge resp. ett samlastat läge i region Blekinge visar på mer än en halvering (56 procent) av det totala antalet fordonskilometer för godstransporter med parti- och styckegods lämpliga för samlastning. Trafikarbetet skiljer sig dock åt mellan kommuner beroende på invånarantal och näringslivsstruktur. Här skall poängteras att det är fiktiva värden för trafikarbete baserade på de antaganden som gjorts i modellen. Däremot är procentsatser (relationen mellan affärsmodeller) korrekt, vilket (implicit) skulle innebära att miljöbesparingen är densamma i procent (dock en fiktiv besparing av CO₂).

Det mest anmärkningsvärde är att samlastning generellt oavsett fyllnadsgrad vid nuläget påvisar positiva effekter där trafikarbete ökar exponentiellt i takt med att fyllnadsgraden sjunker i fordonen. Resultat av studien pekar på att åtgärder som samlastning som ökar fyllnadsgraden är av primär betydelse för framtida hållbara godstransporter. Nya affärsmodeller, beteendeförändringar, olika styrmedel och regelverk, behövs i samma utsträckning som en teknisk utveckling av fordonsflottan med elektrifiering och fossilfria bränslen.

Studien vill visa på ett exempel (samlastning) hur aktörer behöver involveras i ett omställningsarbete för mer hållbara godstransporter. Nästa steg är att utvärdera vilka konsekvenser (utmaningar) ett sådant omställningsarbete innebär. Det behövs en fortsättning med förslagsvis en backcasting av resultatet där nyckelfrågan blir hur aktörer på nationell, regional, kommunal nivå, fastighetsägare, transportköpare, förmedlingsföretag av transporter och transportörer, ser på en sådan utveckling. Detta har aldrig kartlagts. En backcasting studie skulle tillfråga aktörer hur det skulle påverka deras nuvarande affärsmodell alt. myndighetsutövning för offentlig sektor.

Några nyckelfrågor; Vad krävs för att säkerställa en ökad fyllnadsgrad i form av styrmedel eftersom marknaden inte lyckats på frivillig väg (läs: citylogistikprojekt). En annan fråga är terminallokaliseringar och hur (långa) matarsträckor påverkar miljöbelastning jämfört med lokala omlastningsterminaler för samlastning. En tredje fråga hur energiförbrukning vid mindre fordon (lätta lastbilar) ökar trafikarbetet och därmed påverkar både miljöbelastning och tillgängligheten för samtliga trafikslag – gångtrafikanter, cyklisterna, kollektivtrafik, personbilar, godstransporter – i urbana miljöer.

1. Introduktion

Under 2000-talet har godstransporter ifrågasatts från olika håll där miljöaspekter varit framträdande genom den starka koppling som forskning- och utveckling (FoU) visat mellan koldioxidutsläpp och global uppvärmning som därefter legat till grund för policy-beslut på EU-nivå (EU-kommissionen, 2011b) och i Sveriges riksdag (SOU, 2013a; SOU, 2013b). I Sverige har utvecklingen följts upp kontinuerligt med lägesrapporter för att uppnå de energipolitiska målen där ett huvudtema utgjort transportsektorn (Energimyndigheten 2013).

Utsläppen från transportsektorn står för cirka 40 procent av Sveriges totala förbrukning av fossila bränslen, där utsläppen från godstransporter utgör en betydande del och har relativt sett minskat i betydligt lägre omfattning jämfört med personbilstransporter. Samtidigt indikerar Trafikverkets senaste prognos för godstransporter på väg en mer än 50-procentig ökning av transportarbetet 2015 till 2030, från 40 till 63 miljarder tonkilometer, jämfört med 2006 års transportarbete. De styrmedel som införts fram till 2018 beräknas räcka till att minska utsläppen med 31 till 37 procent fram till 2030, jämfört med 2010 års nivå (Trafikverket, 2019).

Det innebär ungefär halvvägs till målet 2030. Nya styrmedel kommer behövas för att täcka upp för den prognostiserade utvecklingen och regering och riksdags målsättning om en 70 procentig reduktion av växthusgaser fram till 2030. Det kommer inte att räcka med tekniska åtgärder utan det kommer även krävas en förändrad inriktning i utveckling av samhälle och transportsystem mot ett samhälle med minskad biltrafik och effektivare godstransporter (Hammarlund et al., 2020). Det har funnits en övertro att fordonsutveckling med elektrifiering och fossilfria drivmedel räcker för att få ned koldioxidutsläppen, vilket med facit i hand hitintills inte uppfyllts

Att ny fordonsteknik och nya bränslen löser problemet är en uppfattning som genomsyrar hela transportsektorn där branschen, fordonstillverkare, myndigheter och forskningsorgan, utgått från samma teknokratiska paradigm. Det krävs att vägtransporter och framför allt lastbilstrafiken minskar kraftigt för att Sverige skall nå de egna klimatmålen till 2030 och noll nettoutsläpp av koldioxid fram till 2050. Regering och riksdags målsättning skiljer sig från den prognostiserade utvecklingen där förhållandet mellan verklighet och policyfrågor utgör en ekvation som inte kommer uppnå jämvikt till 2030 eller 2050, såvida inte radikalare åtgärder och styrmedel införs.

Det av Energimyndigheten finansierade Vägvaljarprojektet – eller ”Roadmapper” som är projektets engelska titel – syftar till att utveckla ett verktyg som vägleder mot en regional transportomställning och nå upp till beslutade miljömål (Ny, 2020). Projektets övergripande målsättning är ett beslutsstöd (vägvaljare) som kan klargöra vad aktörer som ingår i transportsystemet – myndigheter, medborgare, transportindustrin – behöver göra för att påskynda och samordna en omställning till konkurrenskraftiga, fossilfria och hållbara transporter på lokal och regional nivå.

Projektet syftar till att nå önskade samhällseffekter genom vidareutveckling och användning av en etablerad strategisk hållbarhetsplaneringsmetodik (Broman, Robèrt, 2017) och dess utvidgning till planeringsverktyget Roadmapper för persontransporter (jmf. Ny et al., 2017) och fokus i föreliggande studie för godstransporter på väg. Blekinge har valts som fallstudie för att sprida budskapet både i Sverige och internationellt hur en hel region kan omdanas med hjälp av verktyget, samt vad fattade beslut får för konsekvenser för aktörer som utgör transportsystemet.

Arbetspaketet (AP) 3 i Roadmapper-projekt fokuserar på godstransporter på väg, både fjärrtransporter och transporter som sker lokalt och regionalt i Blekinge. Vad gäller AP 3.2 av projektet, utgör syfte och målsättning att genom fallstudier utreda möjligheten av fossilfria urbana och landsbygdstransporter inom regionen, möjligheten att öka transporteffektiviteten genom citylogistik-lösningar och samordnad varudistribution, samt möjligheten att kombinera gods-transporter med personliga mobilitetstjänster på landsbygden. Två forskningsdelfrågor för AP3 har formulerats av konsortiet för Roadmapper-projektet;

1) Hur fungerar incitament och transportlösningar för godstransporter idag på kommunal och regional nivå? (*läs incitament till förändring, förf. anmärkning*)

2) Hur kan fysisk planering och incitament främja en övergång från beroende av fossila lastbilar till fokus på hållbara fossilfria lösningar med järnväg, lastbil och andra fordon?

Föreliggande studie utgör ett delmoment i AP 3 med en fallstudie över samlastning av parti- och styckegods i Blekinge, med utgångspunkt i fråga 1 att skapa ett nuläge och fråga 2 en lösning med konsolidering av gods, dvs. samlastning av flera transportörers godsflöden lämpliga för samlastning. Studien vill visa på ett exempel (samlastning) hur myndigheter, transportköpare och transportörer involveras i ett omställningsarbete för mer hållbara godstransporter, samt vilka konsekvenser (utmaningar) ett sådant omställningsarbete innebär.

Upplägget av studien är en teoretisk del och empirisk del. Den teoretiska delen utgår från en literatursökning för att ge en bakgrund och sätta in studien i en vetenskaplig kontext och som grund för metodutveckling av en modell för den empiriska delen. Den empiriska delen utgörs av en fallstudie över Blekinge med ett nuläge av transporter för parti- och styckegods och som ett simulerat läge med samlastning där metoden testas, analyseras och valideras. Avrapporteringen av studien har delats in i sex kapitel som summeras för att ge en bild av upplägget.

- Kapitel 2 ger en bakgrund till uppdraget. Vad påverkar transportsystemet (omvärldsfaktorer), vilka lösningar finns idag (citylogisk och kommunal samordnad varudistribution) och vad finns för alternativa strategier samt hur ser FoU ut inom området. Bakgrunden är kopplad till fallstudien med en jämförelse mellan godstransporter idag (nuläge) och en simulering av samlastning med en affärsmodell med samordnade varuleveranser.
- Kapitel 3 behandlar transportbranschens struktur och affärsmodeller. Transportbranschen är konservativ och har varit obenägen att förändras organiskt samtidigt som branschen kännetecknats av låg datamognad i jämförelse med andra näringslivssektorer. En förändring sker genom digitalisering med ökad transparens vilket innebär en maktförskjutning i transportkedjan, en utveckling transportbranschen varit negativt inställd till.
- Kapitel 4 introducerar en metod för att analysera av nuvarande trafiksituation och för att prognostisera framtida trafikflöden. Metoden bygger på datakällor som ingår som delar i en modell. Det är branschstatistik (SNI-koder) över arbetsplatser och antal anställda från SCB:s allmänna företagsregister, trafikflödesdata från Trafikverket, makrodata över fordonsrörelser från Trafikanalys, samt ett simuleringsverktyg för rumsliga analyser.
- Kapitel 5 utgör fokus i studien med simuleringar av trafikarbete (antal fordonskilometer) med ett ruttoptimeringsverktyg med ett direkt samband till transportarbete (antal tonkilometer). Transportarbetet definieras genom olika fyllnadsgrader, där högre

transportarbete (fyllnadsgrad) genererar ett lägre trafikarbete (totalt antal fordonskilometrar). Ett antal affärsvillkor styr simuleringsarbetet, där samma ingående parametrar används i nuläge och för samlastning av gods.

- Kapitel 6 visar potentialen för minskat trafikarbete av godstransporter genom samlastning för ett framtida mer hållbart transportsystem för Blekinge. Skillnaden i resultatet från simuleringar av ett nuläge resp. ett samlastat läge i kommuner och Blekinge totalt, har sammanställts i tabellform. Den totala besparingen i trafikarbete är mer än en halvering av det totala antalet fordonskilometer för godstransporter med parti- och styckegods lämpliga för samlastning.
- Kapitel 7 diskuterar avslutningsvis en följdfråga som inte besvaras i föreliggande studie, vilka konsekvenser skulle en ökad samlastning få för de aktörer som ingår i transportsystemet i Blekinge (regionen, kommuner, fastighetsägare, transportköpare, förmedlingsföretag, åkerier). Genom intervjuer ges respondenten en presentation av nuläget och vad en ökad samlastning skulle innebära i form av terminaler, fordon och fyllnadsgrad. Frågan ställs sedan till aktörer hur en förändring skulle påverkat deras myndighetsutövande alternativt deras befintliga affärsmodell.

2. Bakgrund

2.1. Omvärldsfaktorer som påverkar transportsystemet

Möjligheterna att prognostisera efterfrågan på godstransporter har stor betydelse för exempelvis framtida investeringar i infrastruktur, fördelningen av samhälleliga resurser mellan trafikslag och för omställningen mot ett mer hållbart transportsystem. Trafikverkets senaste prognos för godstransporter på väg indikerar en mer än 50-procentig ökning av transportarbetet 2015 till 2030, från 40 till 63 miljarder tonkilometer, jämfört med 2006 års transportarbete (Trafikverket, 2015). Det finns dock alltid en osäkerhetsfaktor vid prognoser till följd av förändringar i omvärlden som gör att den makroekonomiska utvecklingen avviker och ändrar prognostiserat utfall.

Klimatutmaningen har accentuerat frågan att minska godstransporters miljöbelastning inte minst genom IPCC-panelens rapporter. Åtgärder mot den globala uppvärmningen kan förväntas bli alltmer förutsättningsskapande för utvecklingen av godstransporter i framtiden. Från transportköpare och transportföretag har det saknats ekonomiska incitament till att starta ett förändringsarbete eftersom affärsmodeller befinner sig i jämvikt när parterna är överens om ansvarsfördelning och villkor i avtal. Detta trots att faktorer som bränslekostnader ökat markant under 2000-talet och miljökraven blivit allt hårdare med nationella och överstatliga regelverk.

Den till synes styvmoderliga behandlingen av transporttjänster kan härledas till att transportköpare generellt utgår från sin egen affärsmodell där godstransporter endast ingår som en begränsad del i företagets produktions- eller varuförsörjningskedja (Trafikverket, 2013). När kopplingen görs mellan transportköpare och transportföretag för hur miljöfrågor hanterats har frågan generellt haft låg prioritet inom sektorn, även om miljöaspekter börjat uppmärksammas under 2000-talet av större transportköpare och framför allt inom tillverkningsindustrin (Lammgård et al., 2013). Det innebär omvänt att det finns en hög potential för miljörelaterade effektiviseringar inom det svenska transportsystemet, där transportköpare kan påverka utfallet vid upphandling av transporttjänster (Rogerson et al., 2014; Moen, 2019).

Men för att nå klimatmål och göra transportsektorn oberoende av fossila bränslen till 2050 krävs en ny inriktning i utvecklingen av transportsystemet, inte bara isolerade tekniska åtgärder som minskar utsläppen per fordonskilometer (Miljödepartementet, 2014). Det krävs ett förändrat beteende där fyllnadsgraden i fordonen utgör en betydande effektivitetsvulst. Om statsmakternas ambitiösa målsättning skall uppnås, kommer det krävas både en omställning av det totala transportarbetet och hur trafikarbetet fördelas mellan olika trafikslag (Åkerman, 2011).

Förändringar som kan påverka den ökade mängden av godstransporter enligt Trafikverkets prognoser, dvs. att trafikarbetet relativt minskar (totalt antal fordonskilometer) medan transportarbetet ökar (totalt transporterad godsvolym), kan ske på olika sätt. Ett sätt är att marknaden självmant förändrar affärsmodeller som ökar transporteffektiviteten. Myndigheter kan också genom exempelvis lokala trafikföreskrifter reglera godstransporter på samma sätt som regleringen av kollektivtrafiken med tidtabeller och designerade fordon (se kapitel 2.4 för vidare diskussion). En förändring kan också ske genom ett konsumenttryck för ökade klimatåtgärder, på samma sätt som opinionsarbetet mot barnarbete inom teko-industrin har fått marknaden att reagera.

2.2. Konsolidering av gods och fordonens fyllnadsgrad

En förändring som minskar godstransporter relativt sett är att öka konsolidering av gods, dvs öka fyllnadsgraden i fordon. Konsolidering av gods innebär att gods från olika leverantörer levereras till en terminal för rangering och omlastning till andra fordon för gemensam distribution inom ett specifikt geografiskt område. Samlastning är ett sätt att minska antalet fordonsrörelser i området och därmed effektivisera transporterna. Samlastning mellan olika aktörer är vanligast för urbana godstransporter genom en terminal, vilket på engelska benämns som ett *“urban consolidation center”*.

Det finns en samstämmighet från myndigheter och forskarsamhället att en stor andel tunga fordon skulle kunna tas bort från vägarna med effektivare affärsmodeller som ökar fyllnadsgraden (Blinge, Svensson, 2006; Piecyk, McKinnon, 2010; Trafikanalys, 2012; Vierth et al., 2012). Det finns dock ett väsentligt förbehåll, på systemnivå har det saknats forskning- och utveckling (FoU) som leder till innovationer som utgår från ett förändrat beteende och därmed ekonomisk bärighet för nya affärsmodeller att stå på egna ben (Quak et al., 2014).

Ett fordonens fyllnadsgrad utgör en nyckelvariabel för att mäta transporteffektivitet, andra mått utgör tid och sträcka för körrutter, tidsfönster för leverans, lastnings- och lossningstid. Men det saknas både data och kunskap för att mäta fyllnadsgraden, exempelvis ingår inte fyllnadsgrad som parameter inom ramen för Sveriges officiella statistik (Transportstyrelsen, 2011). Det saknas även en allmänt vedertagen definition på begreppet fyllnadsgrad anpassad till olika varugrupperns egenskaper såsom vikt, volym eller flakyta (Trafikanalys, 2011).

Att beräkna fyllnadsgraden i fordonen är därför problematiskt, dock så utgör fyllnadsgrad en viktig parameter i studien eftersom fyllnadsgraden har en direkt inverkan på lastvolym per fordon och därmed även antal fordonsrörelser. Utifrån de få statistiska underlag och analyser som finns tillgängliga för fyllnadsgrad uppges 50 procent som genomsnittlig fyllnadsgrad (Logistikforum, 2011; Transportstyrelsen, 2011), men där andra källor gör gällande att för distributionsnätverk utgör fyllnadsgraden i segmenten parti- och styckegods endast 20–30 procent (Gebresenbet et al., 2011; Moen, 2016; Näringsdepartementet, 2018).

2.3. Citylogistik som affärsmodell

Tankar kring samordning av urbana godstransporter går tillbaka till 1970- och 1980-talen när tillgänglighet och trängselproblematiken i stadsmiljö började utgöra ett betydande problem. Åtgärder för att motverka problemen kallas i den internationella litteraturen för citylogistik, ett relativt nytt forskningsfält som länkar samman discipliner för transportlogistik, företagsekonomi, operationsanalys (engelsk term Operational Research), informations- och kommunikationsteknologi med flera. En målsättning som eftersträvas med citylogistik är nya affärsmodeller för urbana godstransporter med lösningar som ökar energieffektiviteten i transportsystemet både på kort och lång sikt (Taniguchi Thompson, 1999).

Problemet är att aktörer i etablerade transportnätverk har olika drivkrafter där incitamentet till förändring skiljer sig åt för transportföretag, varuleverantörer, mottagare, fastighetsägare och myndigheter på lokal, regional eller nationell nivå. Det har visat sig svårt att genomföra och

utveckla hållbara affärsmodeller, främst för att (generellt) vinsterna blir samhällsekonomiska medan kostnaderna blir företagsekonomiska och belastar befintliga affärsmodeller. Företagsekonomiska kostnader är dels för en alternativ infrastruktur som hypotetiskt delas mellan intressenter, dels för uteblivna affärer till följd av en ökad konsolidering av gods. Det innebär att samlastning inte utgör en *“win-win”* situation för alla aktörer i ett transportnätverk.

Företagsekonomiskt medför det en lägre kostnad för transportköparen och motsatt högre intäkter för de transportfordon som blir kvar, däremot försvinner transportuppdrag genom att färre antal fordon kan utföra samma transportarbete (tonkilometer) som tidigare genom lägre trafikarbete (fordonskilometer) till följd av högre fyllnadsgrad som gör fordon övertaliga. För den svenska transportbranschen som är uppbyggd i två led innebär det att förmedlingsledet som avtalsmässigt förbundit sig att skapa uppdrag inte kan tillgodose transportuppdrag för alla kontrakterade underentreprenörer, det vill säga en kannibalisering av befintliga affärsrelationer (jmf. Teece, 2010).

Betydande summor i Sverige och inom EU har beviljats till olika citylogistikprojekt, inte minst till utvecklingen av nya affärsmodeller för konsolidering av gods. Dock, resultatet har varit allt annat än framgångsrikt, studier och försök har visat att samlastning inom ramen för citylogistikprojekt misslyckats. En stor paneuropeisk undersökning av 114 samlastningsprojekt från förstudie och pilotprojekt till fullskalig implementering, visade på betydande ökad transporteffektivitet och minskad miljöbelastning. Undersökningen visade också att det stora hindret att över tid skapa ekonomiskt bärkraftiga och hållbara affärsmodeller, vilket endast några av projekten lyckades med (Allen et al., 2012).

I en annan undersökning med 106 citylogistikprojekt inom EU var syftet att undersöka om projekten implementerats och deras livslängd (Quak, 2008). Endast 24 procent av projekten hade genomförts i praktiken vilket definierades som ett steg längre än experimentstadiet och totalt ansågs mindre än en handfull av projekten resulterat i ekonomiskt hållbara och duplicerbara lösningar, vilket får ställas i relation till forsknings- och utvecklingskostnader. I båda ovan citerade studier erhöles i princip samtliga projekt extern finansiering med offentliga medel nationellt eller från EU. Gemensamt var att när extern finansiering eller subventioner upphörde, så upphörde även projekten.

De få projekt som tagits i bruk som O-centralen i Gamla stan i Stockholm (Sunnerstedt, 2013), Stadsleveransen innanför vallgraven i Göteborg (Lindholm et al., 2014), eller citylogistikens ”skyltfönster” Binnenstadsservice i holländska stadskärnor (van Rooijen, Quak, 2010), har startats på grund av en omöjlig trafiksituation och kan sägas utgöra undantag som bekräftar regeln (Moen, 2013). En invändning från branschens sida har varit att det idag sker en konsolidering av gods i speditörers och lastbilcentralers kretstrafik. Det är en sanning med modifikation, när 5 eller 10 transportnätverk sker parallellt på lokal eller regional nivå innebär detta att potentialen för konsolidering av gods inte uppnås. Andemeningen med samlastning från ett citylogistikperspektiv är att flera godsnätverk samordnas, dvs färre terminaler och färre fordon.

2.4. Kommunal samordnad varudistribution

Kommuner gör årligen stora varuinköp av livsmedel, kontorsmaterial och inventarier till de egna verksamheterna som kräver en transport av något slag. Den största andelen transporter rör livsmedelshantering med leveranser till skolor, förskolor, äldreboende och sjukhus. Kommuners behov av transporter i Sverige är högt jämfört med många andra länder till följd av den svenska välfärdssektorn med fri skolgång och utbyggd äldrevård. Den gängse upphandlingsformen har varit fri leverans, att transporten finns med som ett dolt påslag på varans pris och därmed hur transporten utförs är upp till varuleverantören att bestämma.

Under 2000-talet började kommuner reagera på mängden transporter som fri leverans generar. Fri leverans innebär ett transportfordon per leverantör vilket i många kommuner går stick i stäm mot de egna miljömålen. För att åstadkomma en förändring där kommunen tar kontroll över den egna varuförsörjningen behöver transporttjänsten upphandlas separat samtidigt som krav ställs på samlastning av samtliga leverantörers gods (jmf. Moen, 2014). Det kallas med ett samlat begrepp för inköp med samordnad varudistribution.

Kommunen som varuägare skall inte blandas ihop med kommunen som trafikreglerande myndighet med åtgärder som regelverk, miljözoner och fordonsrestriktioner. I bemärkelsen varuägare kan kommunen likställas med restauranger eller tjänsteföretag som är beroende av livsmedel resp. kontorsmaterial från externa leverantörer. Generellt har godstransporter inom kommunal förvaltning utgjort ett eftersatt område med låg kunskapsnivå, både vad gäller hantering av de egna (interna) verksamhetsområdena med trafikplanering och myndighetsutövning (Lindholm, 2012) och specifik kunskap i (externa) upphandlingsfrågor (Braic et al., 2012).

I en större kartläggning av Sveriges kommuner och regioner (SKR) tillfrågades samtliga kommuner som infört samordnad varudistribution under perioden 1999–2018, totalt 43 kommuner eller var sjunde svensk kommun, med ett enhetligt frågebatteri som sedan sammanställdes och avrapporterades av Nationellt centrum för kommunal samordnad varudistribution (Moen et al., 2020). Affärsmodeller för samordnad varudistribution skiljer sig åt, framför allt vid ansvarsfördelning av den operativa driften. Av 43 kommunerna har 36 upphandlat terminalfunktioner, fordon och logistik från ett transportföretag, en form av tredje partslogistik med cross-docking av hanterat gods. Resterande 7 kommuner har logistiken intern i kommunen, 4 kommuner äger terminalen och 2 kommuner kör med egna fordon.

Kommuners primära drivkrafter att införa samordnad varudistribution har varit mer hållbara godstransporter, ökad konkurrens vid upphandlingar och kostnadsbesparingar (Moen, 2017). Med samordnad varudistribution kan kommunen ta ansvar för det egna varuflödet med minskad miljöbelastning och ökad trafiksäkerhet genom färre fordon på vägar, samt färre fordon vid leveranser vid förskolor och skolgårdar med barn som potentiell olycksfallsrisk. I kommuner som infört samordnad varudistribution har antalet leveranser minskat med 50–80 procent, det blir helt enkelt en betydligt effektivare distribution. Dessutom möjliggör det att kommunen kan ställa miljökrav på fordon, motorer och bränsle i upphandlingar.

Samordnad varudistribution utgör även en näringspolitisk fråga i många kommuner där samlastning ökar konkurrensen genom att ta bort kravet på en egen transportapparat för leverantörer. Krav att varje leverantör distribuerar livsmedel utgör det enskilt största handelshindret för lokala producenter att delta i kommunala upphandlingar, dvs. en central fråga i många kommuner

som vill främja förutsättningarna för det lokala näringslivet. En tredje drivkraft utgör kapacitetshöjande åtgärder som ökad service till mottagande enheter och ökad kontroll av inköpsprocessen som ger kostnadsbesparingar.

De kommuner som kommit längst med att utveckla affärsmodellen har integrerat samordnad varudistribution med inköpsprocessen, där alla varuinköp sker genom avrop från ramavtals Sortiment genom ett e-handelssystem. Genomlysningen av processer för upphandling, inköp och logistik mynnade ut i Ystad-Österlenmodellen där kommunerna satte sig själva i förarsätet och tog över logistikfunktionen med egen utbildad personal (Moen, 2013). Utvecklingsarbetet var möjligt eftersom det fanns förutsättningar inom Ystads kommun. Kommunen hade tidigare varit en av pilotkommunerna i ett Vägverksprojekt "Bättre kommunala tjänsteresor" under 2000-talet, med fokus på ruttoptimering inom äldreomsorgen (Moen, Waldenby, 2007).

2.5. Styrmedel och regleringar en alternativ strategi

Att tekniska åtgärder inte räcker stöds även av EU Kommissionen som lanserat flera förslag om hur den framtida europeiska transportpolitiken skall utformas (EU-kommissionen, 2011a). Ett verktyg som utretts och används aktivt av statsmakterna utgör olika styrmedel och åtgärder för att minska transporters klimatpåverkan (SOU, 2013a; SOU, 2013b). Eftersom transportmarknaden saknat förmågan att drastiskt minska koldioxidutsläppen uppstår vad som nationalekonomiskt benämns för ett marknadsmisslyckande, vilket ur ett samhällsekonomiskt perspektiv motiverar olika former av styrmedel och regleringar (Brundell-Freij et al., 2015).

I backspegeln måste frågan ställas varför svenska myndigheter på lokal och regional nivå subventionerar kollektivtrafik med minutiösa regelverk i form av tidtabeller, fordonsslag och typ av bränsle, när godstransporter med betydligt större miljöpåverkan endast regleras genom lokala trafikföreskrifter utifrån vägnätet. Exempel på lokala trafikföreskrifter utgörs av rena trafikrestriktioner som hastighetsbegränsningar, stopp- eller väjningsplikt, enkelriktningar, huvudleder, förbud mot omkörning, förbud mot att stanna (Vägverket, 2009). Men kommuner kan även införa mer selektiva åtgärder som väg- och trängselavgifter, miljözoner, parkerings- och lastzonsbegränsningar, fordonens utsläppskrav, former för konsolidering av gods, samt tidsrestriktioner när varudistribution får ske (Quak, 2015).

Avsaknaden av styrande regelverk har lett till lägre transporteffektivitet, främst till följd av specifika leveranskrav från transportköpare och varuägare, såsom att lagerutrymmen i butiksledet fasas ut och ersätts med Just-In-Time (JIT) leveranser. JIT-leveranser har medfört förändrade förutsättningar med mer frekventa leveranser, smalare leveranstidsfönster och minskade volymer per fordon, som i sin tur leder till ökade transportkostnader, trafikstockningar och negativ miljöpåverkan (Taniguchi, 2003). Konkret har JIT-leveranser och stringenta leveranskrav påverkat transporteffektiviteten negativt genom låg fyllnadsgrad i transportfordon.

Den pågående omdaning av konsumentmarknaden från fysiska inköp till Internet-handeln förstärker trenden av ökat trafikarbete genom att kvoten för transportarbetet minskar, dvs att trafikarbetet sker till en lägre fyllnadsgrad och med mindre fordon. Internet-handeln sker utan styrning där varje leverantör använder olika transportlösningar, antingen genom egna fordon och då företrädesvis lätta lastbilar, genom förmedlingsföretagens ordinarie kretstrafik eller genom att konsumenter hämtar varor vid ett utlämningstillfälle.

En alternativ strategi skulle vara att kommunen som myndighet tar över och reglerar urbana godstransporter för att tvinga fram en högre fyllnadsgrad. Det skulle innebära att leverantörer, varuägare, butiks innehavare, fastighetsägare med flera aktörer, juridiskt föreskrivs att delta i näringslivssamverkan på samma sätt som aktörer i affärsmodellen för kommunal samordnad varudistribution. Det har redan funnits politiska tankegångar i denna riktning. Ett exempel är en motion i riksdagen från 2015 som lämnades in av ordföranden i Riksdagens trafikutskott Karin Svensson-Smith tillsammans med riksdagsman Rasmus Ling.

”Med tanke på de uppenbarligen mycket stora potentiella vinster – både samhällsekonomiskt och miljömässigt – som finns i en samordning av leveranser, finns det dock skäl att även överväga att ge kommuner möjlighet att införa krav om obligatorisk samordning av varudistribution även för icke-kommunala varumottagare inom delar eller hela kommunen. Om de kommunala erfarenheterna från bl. a. Ystad-Österlen stämmer bör en sådan obligatorisk samordning leda inte bara till betydligt färre transporter och lägre utsläpp i kommunen, utan dessutom till totalt sett lägre transportkostnader och därmed förbättrad konkurrenskraft för de verksamheter som omfattas, vilket kan vara positivt inte bara för butiker i stadskärnor utan förmodligen i minst lika hög grad på landsbygden och i småorter”. (Svensson-Smith, Ling, 2015)

2.6. Innovationer, investeringar och FoU

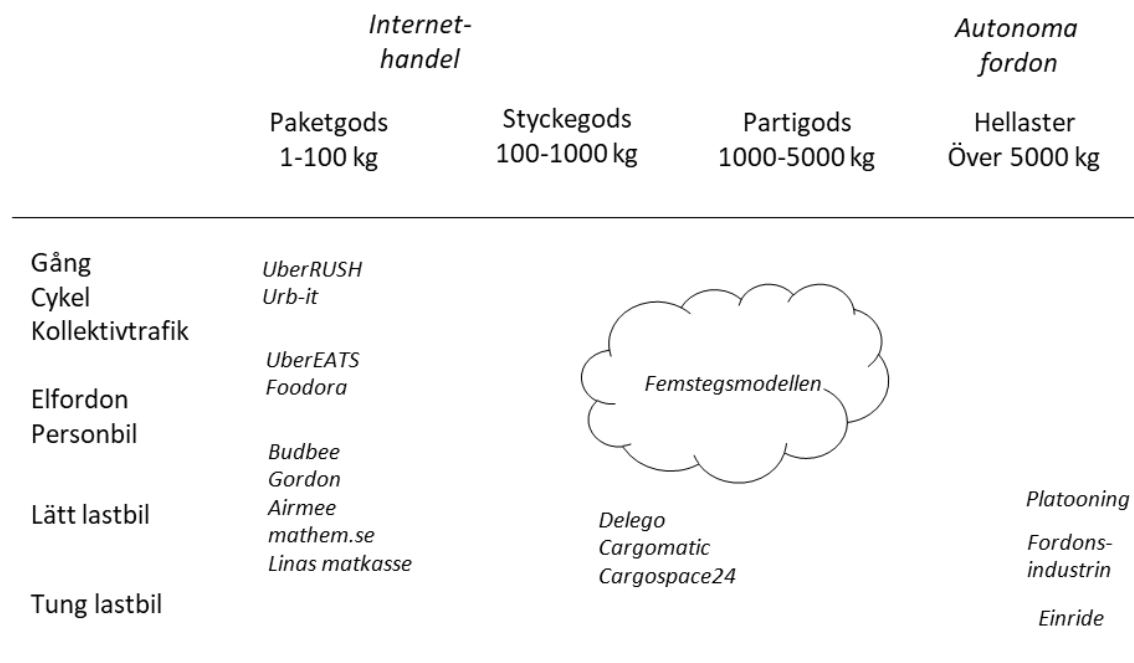
Merparten av innovationer inom transportbranschen har varit av teknisk karaktär genom ökad motoreffekt och miljövänligare bränsle, medan investeringsbenägenheten för organisatoriska innovationer och nya affärsmodeller varit anmärkningsvärt låg (Ahlbäck, 2012). Varför innovationer och investeringar saknats inom transportsektorn utgör en synnerligen adekvat frågeställning. En förklaring kan vara att transportsektorn kännetecknas av att vara statisk och förändringsobenägen där problembild och lösningar på 2010-talet hanteras med samma affärsmodeller som under 1960- och 70-talens expansiva samhällsutbyggnad.

Reciprokt innebär det att de förändringar som krävs skulle rucka synsättet på alla nivåer och kräva obekväma politiska beslut. Det har funnits en övertro att fordonsutveckling och övergång till fossilfria drivmedel räcker för att få ned koldioxidutsläppen i transportsektorn, vilket med facit i hand varit en felaktig slutsats (jmf. Åkerman, 2011). Men miljö är inte bara minskade utsläpp utan en lika viktig är frågan utgör trängselproblematiken med för många och tunga transporter på vägar och gator i tätbebyggda områden. Studierna visar en väg som minskar antalet fordon genom samlastning med direkta samhällsekonomiska vinster genom ökad tillgängligheten i tätbebyggt område där konkurrensen om vägytor mellan trafikslagen är påtaglig.

Utvecklingen speglar även investeringar i FoU under 2010-talet med fokus på å ena sidan internet-handeln, å andra sidan autonoma fordon som inte finns framme i en kommersiell fas ännu. Figur 1 visar på fokus på innovationsområden och investeringsbenägenheten inom transportsektorn på 2010-talet och som med all sannolikhet kommer bestå under 2020-talet. FoU-arbete ligger på ytterligheterna inom godstransportsektorn med paketgods som genereras av Internet-handeln och inom tunga fordon, med utveckling av autonoma fordon för platooning eller för framtida helt autonoma transporter.

Inom segmentet paketgods har nya aktörer dykt upp på marknaden som konkurrerar direkt med traditionella förmedlingsföretags distribution (speditörer, lastbilscentraler) med en etablering av kompletterande transporttjänster drivna från IT-sidan. Det är transportbolag som Budbee,

Gordons och Airmee, med backning från riskkapital som bygger infrastruktur för att konkurrera med den fysiska handeln och kontrakteras för att ta hand om distributionen inom den starkt ökande Internet-handeln.



Figur 1 Innovationer och investeringsbenägenheten inom transportsektorn med fokus på Internet-handeln och autonoma fordon (efter Moen, 2016).

De nya transportbolagen utgår från samma affärsmodell som Uber (som utmanar den etablerade taxibranschen), äger inga transportfordon utan ser sig själv som ett förmedlingsföretag inom delningsekonomin som för slutkundens räkning upphandlar privatpersoner och åkerier som står för drift, anställning av chaufförer, skatter etc. för utförda transporttjänster. Dock, för Internet-handeln utgör fortfarande logistiken knäckfrågan där besparingar som görs genom att kapa butiksledet med anläggnings- och personalkostnader, äts upp av kostnader för ineffektiv "last mile" distribution och erbjudande om fri frakt och fri returrätt på köpta varor.

En annan bransch som utmanas är livsmedel där hemleveranser av matvaror befinner sig i en stark tillväxtfas. och som i många andra branscher finns en trend mot att koncentrera de egna resurserna på kärnverksamheten. Det gäller både en överflyttning av matvaror från fysiska inköp till webb-butiker som *mathem.se* och *Linas matkasse*, men också hemleveranser från restauranger som *UberEATS* och *Foodora*.

Parallellt driver fordonsindustrin på utvecklingen med förarlösa fordon och försök med platooning för tunga transporter, som ytterligare har accentuerats genom en eskalerande chaufförsbrist. Platooning där en förare styr 3–5 fordon förväntas föregå helt förarlösa fjärrtransporter. Start-up företaget *Einride* har med "T-Podden", ett lastfordon utan hytt, nischat in sig på industriella lösningar för gruvindustrin, hamnar och fabriksområden, även om lastfordonet i framtiden förväntas trafikera allmän väg. *Einride* använder självkörande teknik med fjärrstyrning för som gör det möjligt för förare att övervaka flera fordon och med fjärrkontroller över fordonet i svåra trafiksituationer.

Fortfarande kommer urbana godstransporter under överskådlig framtiden kräva manuell hantering i transportörsledet genom lastning och lossning av gods. Det är därför anmärkningsvärt att FoU med tillhörande innovationer och investeringar för parti- och styckegods, som utgör bullken av transportarbetet i Sverige, saknar i stort FoU-investeringar för nya affärsmodeller, exempelvis för konsolidering av gods som utgör studiens fokus. Figur 1 är hämtat från Trafikverkets innovationsprojekt "Femstegsmodellen", med syfte att automatisera upphandling och drift genom digitaliserade affärsprocesser (Moen, 2016).



3. Transportbranschens struktur

3.1. Transportbranschen består av flera led

Fjärrtransporter mellan större omlastningsterminaler (noder) och därefter distribution och upphämtning i terminalens upptagningsområde, utgör den dominerande transporttjänsten i Sverige och benämns för navdistribution (Lumsden, 2006). Navdistribution utvecklades efter andra världskriget som en reaktion på dåliga vägar, ineffektiva fordon och ett näringsliv utspritt över hela landet. Navdistribution utgör ett så kallat överlagrat nätverk med stora fordon med släpp mellan noder och ett lokalt transportnätverk runt omlastningsterminalen. Ett annat starkt skäl var att minimera antalet tomkörningsmil som uppstår vid direktleveranser mellan avsändare och mottagare, där navdistributionen hanterar returlaster mellan omlastningsterminaler.

Omstruktureringen av svenskt näringsliv med geografisk koncentration av produktions- och varuförsörjningskedjor har skett till priset av låg fyllnadsgrad (Transportstyrelsen, 2011). Detta trots att de transporttekniska förutsättningarna har förändrats med god vägstandard och transporteffektiva fordon. Det kan i sin tur ses som en följd av suboptimeringar inom existerande transportnätverk, något som transportköpare uppmärksammat och börjat ställa krav på insyn i planering och uppföljning när transporttjänster upphandlas. Överlagrade nätverk dominerar fortfarande på 2000-talet men frågan kan ställas om navdistributionens infrastruktur blivit kontraproduktiv genom låg fyllnadsgrad som hämmar utvecklingen? (jmf med JIT-leveranser).

Det är viktigt att notera att transportbranschen i sig inte är homogen utan kännetecknas av att vara fragmentarisk och uppdelad i två led. Transportörer utgörs av åkerier där merparten består av fåmansbolag med knappa administrativa resurser, där åkerierna äger fordonen och utgör egna juridiska enheter. I snitt hade ett åkeri 3,9 fordon år 2014, även om det under 2000-talet skett en konsolidering mot större enheter, som jämförelse var genomsnittet 3,3 fordon år 2004 (Transportstyrelsen, 2015). Däremot har huvudmannskapet förändrats där antalet åkerier minskade med knappt en tredjedel från 14 434 (1990) till 10 026 (2011) under en 20-årsperiod (Trafikanalys, 2012). Samtidigt som företagen inom åkerinäringen blir färre blir de större, där de största åkerierna med 16 fordon eller fler uppgick till 4 procent av fordonsflottan 1990, men som 2011 hade ökat till 35 procent (Trafikanalys, 2012).

Åkerier är anslutna till förmedlingsföretag som utgör ett transaktionsled med lastbilscentraler (LBC), speditörer och på senare år tredjepartslogistik (3PL). Förmedlingsföretagen sköter transportupphandlingar, organiserar transporter och utgör kontaktyta mellan godsavsändare och godsmottagare. Förmedlingsföretagen hanterar 75 – 80 procent av det totala antalet tunga lastbilar i yrkesmässig trafik i Sverige (Sveriges Åkeriföretag, 2016). Det innebär att vid en upphandling har transportköpare som motpart två juridiska enheter, ett förmedlingsföretag som ägare av transaktionen och åkerier som underentreprenörer, som utgör autonoma enheter med egna affärsmodeller som i sin tur har avtal sinsemellan.

Det har även skett en stegvis konsolidering i förmedlingsledet mot större enheter av speditörer och LBC samtidigt som antalet transportnoder minskat och stora internationella transportföretag expanderat genom uppköp eller sammanslagningar. Storlek har per automatik blivit synonymt med effektiv logistik där svenska marknaden för godstransporter domineras av stora

aktörer som PostNord, Schenker, DHL och Bring. Skalfördelar blir till en självuppfyllande sanning som kan ifrågasättas genom att storskaliga affärsmodeller jämförs med alternativa transportupplägg som exempelvis Trafikverksprojektet Femstegsmodellen (Moen, 2016; Näringsdepartementet, 2018).

Den yrkesverksamma trafiken med tunga fordon över 3,5 ton har varit relativt konstant under 2010-talet med runt 80 000 fordon i bruk per år, med en liten ökning de senaste åren till 84 333 fordon 2020 (Trafikanalys, 2021). Det har skett en förskjutning mot andelen (tunga) tunga lastbilar med totalvikt över 26 ton som, som ökat från 44 procent i andel 2011 till 59 procents andel 2020, jämfört med totalt antal tunga fordon totalt (Trafikanalys, 2021).

Antalet lätta lastbilar under 3,5 ton har däremot mer än fördubblades mellan åren 1997 och 2014 (Trafikanalys, 2015). Antalet har därefter fortsatt öka och i slutet av 2020 fanns i Sveriges 595 580 registrerade lätta lastbilar (Trafikanalys, 2021). Drygt 80 procent av de lätta lastbilarna används i så kallad firmabilstrafik och ägs av juridiska personer, endast 4 procent används i yrkestrafik där uppdrag utförs mot betalning, resterande lätta lastbilar ägs av privatpersoner och används som personbilar (Trafikanalys, 2021). Två-tredjedelar av firmabilarna är registrerade inom tre branscher, byggverksamhet med 39 procent av antalet, 42 procent av körsträckorna, jordbrukssektorn med 12 procent av antalet, 11 procent av körsträckorna samt handel med 12 procent av antalet och 12 procent av körsträckorna (Trafikanalys, 2019).

Vad som är anmärkningsvärt är att det 2020 var mer än sex gånger fler lätta lastbilar registrerade jämfört med tunga lastbilarna. Det har i sin tur fått till följd att det är fler och mindre fordon som utför distributionen av parti- och styckegods och därmed att fyllnadsgraden, implicit transporteffektiviteten, minskat betänkligt när gods transporteras med mindre fordon. Som jämförelse tar en genomsnittlig tung lastbil för distribution 18 EUR-pallar medan en lätt lastbil endast tar 3–4 EUR-pallar med en max-vikt av 900 kg för transporterat gods.

3.2. Transportflöden

Transportsektorn är traditionstyngd där utvecklingen av själva transporttjänsten varit statisk med få innovationer och låg investeringsbenägenhet i jämförelse med andra branscher inom tjänstesektorn. Avregleringen på den svenska transportmarknaden under 2000-talet med konkurrens från hela EU har inneburit en ny situation vid upphandling av transporttjänster, där lägre priser på transporter genom prisdumpning i utförarledet ställs mot transporteffektiva lösningar med högre kvalitet som skapar mervärde i transaktionsledet för transportköpare.

Vid analyser av transportflöden behövs data för olika fordonstyper men också för fordonens speciella funktioner i ett transportnätverk, där volym, vikt och lastbärare har avgörande betydelse för transporteffektiviteten inom de olika segmenten. Insamlingsmetod och tillgång på data skiljer sig åt för olika typer av transportflöden och kan kategoriseras efter typ av gods som hanteras genom indelningen av paketgods upp till 100 kg, styckegods mellan 100 och 1 000 kg, partigods mellan 1 000 och 5 000 kg samt hellaster över 5 000 kg (Lumsden, 2006).

Fordonen som används för de olika transportuppgifterna skiljer sig åt med tunga fordon över 3,5 ton för hellaster och partigods. Styckegods transporteras med både tunga och lätta fordon (lätta fordon med en vikt under 3,5 ton), medan lätta fordon dominerar i segmentet paketgods, ett segment som ökat exponentiellt till följd av konsumenters ökade Internet-handel.

Distributionsfordon för parti- och styckegods hämtar gods från ett företags lager eller godsterminal alternativt från transportföretagets egen terminal som betjänar ett definierat upptagningsområde i kretstrafik (statiska körrutter) eller med slingbilar (dynamiska körrutter). Till terminalerna ankommer även fjärrtrafiken med hellaster och ofta bil med släp. Det finns även transportflöden som inte har koppling till en terminal utan transportföretagen tar uppdrag (körorder) på en spotmarknad.

Firmabilar som ägs av mindre företag har en helt annan karaktär vad gäller transportflöde. Firmabilsstatistik avser transporter för företagets egen räkning såsom byggbranschen, jordbrukssektorn och inom handel med grossistverksamhet eller återförsäljare som distribuerar egna varor till kunder. Av företagsägda lätta lastbilarna var 96 procent registrerade i firmabilstrafik som svarade för 94 procent av de företagsägda lastbilarnas körsträckor 2017 (Trafikanalys, 2017). Dock, mängden transporter (uttryckt i tonkilometer) är betydligt mindre jämfört med den svenska transportmarknaden som helhet.

Inom andra sektorer varierar mönstret mellan leveranser och inköp av transporttjänster. I många företag finns mycket stabila transportrelationer mellan företag. Det kan exemplifieras med Transportinköspanelen, en enkätundersökning med svar från 175 svenska företag med mer än 100 anställda inom tillverkningsindustri och handel (Lammgård et al., 2013). Enkäten visade att samarbeten mellan parter tenderar att fortgå under lång tid. I studien hade transportköpare i genomsnitt långfristiga transportavtal med flera transportföretag (längre än ett år), men det största kontraktet stod för 48 procent av den totala volymen transporterat gods. Kontraktstiden var i genomsnitt 2 år, men i praktiken rörde det sig om en omförhandling där samarbetet mellan transportköpare och transportföretag pågått i genomsnitt 10,3 år.

3.3. Transportbranschens affärsmodeller

Svensk transportnäring är en mogen bransch där transportföretag utvecklat andra affärsrelaterade funktioner utöver själva transporten för att öka intjäningsförmåga och höja marginaler. Samtidigt innebär en högre komplexitet i transporttjänsten en storskaligare verksamhet än bara åkeriverksamhet. Transportköpare har å sin sida under de senaste decennierna i allt större utsträckning prioriterat kärnverksamheten, vilket inneburit en konstant ökning av transport- och logistikrelaterade funktioner som transportköpare lagt ut på extern partner.

Transporten utgör den enklaste formen av outsourcing från transportköpares sida, därefter följer närbesläktade logistikuppgifter som övertas i försörjningskedjor genom outsourcing, såsom expedition, lagerhållning, förpackning och IT-system. För att tillgodose transportköpares behov är transportbranschen organiserad genom en uppdelning i partslogistik som speglar var fokus finns i transportföretagets affärsmodell.

- Enparts-logistik (1PL) när ett företag ensamt ansvarar för de logistiska funktionerna med transporter, logistik, lager- och terminalhantering. Från en transportteknisk horisont används firmabilar där fordon, chaufförer och terminaler utgör en integrerad del (en egen avdelning) i företagets organisation. Exempelvis ägde ICA alla fordon, terminaler, transportuppdrag, personal och logistik fram till början av 1980-talet.
- Tvåparts-logistik (2PL) uppstår när ett transportköpande företag lägger ut transporttjänsten på en extern aktör. Två-partslogistik etablerades under mellankrigsåren med

lastbilscentraler med åkare som samkörde i ekonomiska föreningar med syfte att förmedla transportuppdrag till sina medlemmar. För att fortsätta med ICA som exempel hade företaget i början av 2000-talet inga egna fordon för transporter till butiksledet, en helomvändning i affärsmodell på två decennier.

- Tredjeparts-logistik (3PL) introducerades under 1990-talet med outsourcing av hela logistikkedjan. Förutom själva godstransporten ingår även närbesläktade logistikuppgifter såsom transportplanering, lagerhantering och förädling i varuförsörjningskedjan som ompackning av gods. Tredjepartslogistik innebär ett nära och långsiktigt samarbete där 3PL-leverantören ansvarar för delar av företagets affärsprocess.
- Fyrparts-logistik (4PL) är den mest avancerad formen med integrerad flerpartslogistik. 4PL-aktören tar ett övergripande ansvar för transportflödet som ofta innebär samordning av flera leverantörer till företaget. Affärsutveckling ingår som del i uppdraget med utveckling och effektivisering av hela försörjningskedjan, med betoning på IT och digitala processer (Mattson, 2012).

Att som transportköpare använda sig av partslogistik innebär allt från enkla transporttjänster till avancerade 4PL upplägg. Användandet av framför allt tredjepartslogistik har ökat konstant sedan mitten av 1990-talet och utvecklats till en viktig del inom logistikområdet. Ett tydligt tecken på branschens tillväxt är att det finns specialister inom olika delar av 3PL med mer eller mindre nischade stödfunktioner inom vertikala branschsegment. Ett affärsområde är Internet-handeln där 3PL-företag tar över en del av eller all logistik och lagerhantering från Online-butiker som utlokaliserar ansvaret för produktorderlistor, orderuppfyllelse, distribution och inventeringshantering till en 3PL-leverantör.

3.4. Förskjutning i makt över transportkedjan

Med benchmarking till persontransporter kommer förändringar inom godstransportområdet sannolikt att ske på samma sätt som inom kollektivtrafiken. Busslinjer är uppkopplade med realtidsövervakning av turlistor genom Internet, appar, digitala anslagstavlor på busshållplatser och försäljningsställen med total systemintegration mellan olika plattformar. Den tekniska utvecklingen möjliggör även mer automatiserade affärsprocesser inom godstransportområdet jämfört med dagens situation.

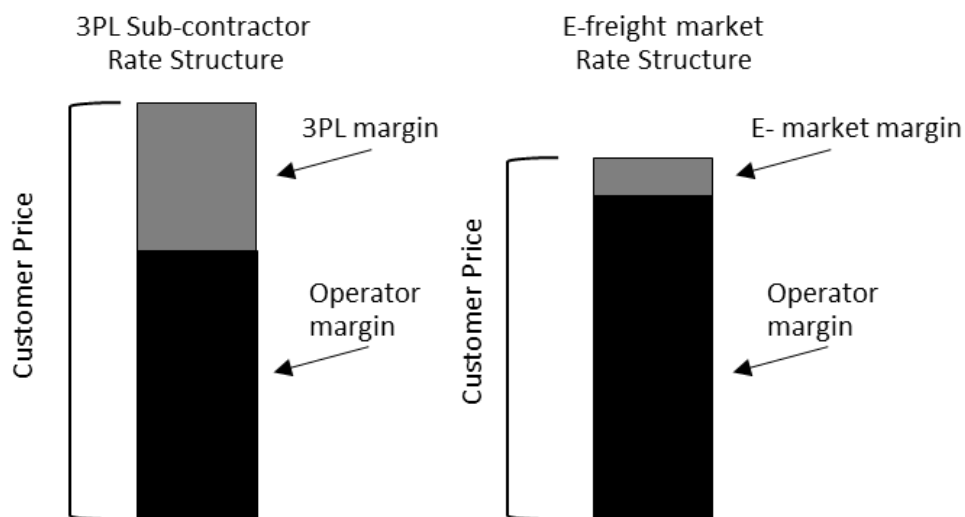
Tekniska plattformar för transportsektorn fanns redan utvecklade på 1990-talet men det var proprietära (unika) systemlösningar som var kostsamma att implementera och krävde teknisk expertis att administrera (Gayialis, Tatsiopoulos, 2004). Under 2010-talet har IT-lösningar standardiserats hunnit i kapp FoU med kommersiella produkter som smartphones, användarvänliga appar, automatiserade affärsprocesser, digital transportplanering och telematik med inbyggd positionering (GPS), som möjliggör en ökad transparens i informationsutbytet mellan aktörer. Vad gäller digital transportplanering finns på marknaden väl beprövade standardprogramvaror för ruttoptimering där FoU-arbete av algoritmer och hur dessa kombineras och förpackas i ett verktyg kan därmed anses vara avklarat.

Dock, tekniken löser inte alla problem utan det kommer också att ställas krav på förändrat beteende i aktörsledet för en utveckling mot ökad transporteffektivitet. Digitaliseringen och ökad transparens innebär att maktförhållanden mellan transportköpare och transportföretag jämnas

ut. Det sker genom att skapa ett dubbelriktat informationsflöde där samtliga aktörer som ingår i transportkedjan är uppkopplade, vilket har avgörande betydelse för effektiviteten i en transporttjänst. Krav på uppkoppling för att öka transporteffektiviteten uppmärksammades redan i SAM-TRA-projektet i början på 2000-talet för samdistribution inom Uppsala stadscentrum (Ljungberg et al., 2002). Det saknades dock vid tidpunkten standardiserade IT-produkter för lansering av en kommersiellt gångbar affärsmodell.

En mer automatiserad affärsprocess medför att förmedlingsledets (speditörer, LBC, 3PL-företag) kostnadstäckning minskar, samtidigt ökar intjäningsförmågan i transportörsledet för kontrakterade åkerier och priset på transporttjänsten sjunker för transportköparen. Sambandet visas i Figur 2, en australiensisk studie som jämför marginalen vid manuell förmedling av transporttjänster genom tredjepartslogistik som kan jämföras med förmedling via speditör/LBC/3PL i Sverige, med marginalen vid automatiserad upphandling av transporttjänster via en e-marknadsplats.

Slutsatsen från Australien var att mer automatiserade affärsprocesser öppnar upp konkurrensen på marknader med en inhemsk och dominerande typ av affärsmodell (Hassall et al., 2012). Marginalen vid traditionell förmedlingsverksamhet av ett 3PL-företag varierade från 12,5 procent till 40 procent med ett genomsnitt på 20 procent, medan marginalen vid upphandling via en mer automatiserad affärsprocess kanaliserad genom en e-marknadsplats var i genomsnitt 7,5 procent (Hassall, Welch, 2014:3). Samtidigt minskade kostnaden för transportköparen och marginalen ökade i transportörsledet genom effektivare planering med fler leveranser per timme.



Figur 2 Marginalen i förmedlingsledet vid upphandling av transporttjänster vid manuell hantering genom förmedlingsföretag alt. en automatiserad process via en e-marknadsplats, samt hur det påverkar priset för transportköpare och ersättningen i förmedlingsledet och utförarledet (Hassall, Welch, 2014:3).

Sambandet känns igen från den svenska transportmarknaden där postverk, de största speditörerna och regionala lastbilscentraler haft en dominerande ställning. Att en förändring är på gång delas dock inte av branschföreträdare för förmedlingsledet som hävdar att transportrelaterad informationen tillhör transportföretaget och inte kan redovisas öppet varken mot kontrakterade

underentreprenörer eller mot transportköpare med hänvisning till den konkurrenssituation som råder på marknaden (Andersson, Melander, 2014)

Sammantaget är resultatet i den australienska studien helt i linje med antaganden att automatiserade affärsprocesser ökar effektiviteten. Att förmedlingsledet står för en betydande del av logistikkostnaden i en transportkedja visar även statistik från Transportinköspanelen. Undersökningen visade att för 175 transportköpande företag med över 100 anställda utgjorde logistikkostnaden i genomsnitt cirka 11 procent av produktions- eller varukostnaden, varav själva transportkostnaden uppgick till cirka 6 procent eller knappt hälften av den totala logistikkostnaden (Lammgård et al., 2013:6).

3.5. Transportbranschens inställning till IT som del av affärsprocesser

Godstransporter för parti- och styckegods utgör primär målgrupp för den typ av transportnätverk som studien avser. Ett nuläge för godstransporter i Blekinge skall jämföras med samlastning av samma godsvolymer och leveransadresser för att öka fyllnadsgraden i fordon och på så vis minska trafikarbetet och även minskad miljöbelastning. Den gemensamma nämnaren för att ökad samlastning skall fungera i praktiken, är ett förbehållöst krav på digital information i en transportkedja för att uppnå förväntade effektiviseringsvinster, dvs att samtliga aktörer i transportnätverket är uppkopplade med en integration mellan affärssystem och transportplanering som möjliggör en optimering av godsflöden (jmfr. Mason et al., 2003).

Transportbranschen i Sveriges kännetecknas dock av låg datamognad jämfört med andra näringslivssektorer som redan integrerat IT-lösningar genom hela affärsprocessen. Ett exempel utgör den finansiella sektorn med internettjänster där kontanter försvinner som betalningsmedel och ett bankkort ger ögonblicklig insyn av transaktionen mellan säljare och köpare. Ett annat exempel utgör detaljhandeln där streckkoder följer en vara från tillverkning i produktionsledet, transport, lagerhållning till kassaregistrering vid försäljning i konsumentledet. Transportbranschen lever fortfarande kvar med pappersfraktsedlar i transportuppdrag på 2020-talet.

En förändring är dock på gång och kommer att få draghjälp genom utvecklingen av Big Data. Big Data är benämning för digitalt lagrad information av sådan storlek att den inte går att bearbeta med traditionell databashantering utan kräver nya IT-lösningar och verktyg, men det krävs också nya tillämpningar inom verksamhetsstyrning och organisationsutveckling (jmfr. George et al., 2014). Det förutspås att 2025 har informationsmängden ökat exponentiellt genom Big Data och alltmer sofistikerade metoder för datafångst samtidigt som det blir billigare att lagra och strukturera information (McAfee, Brynjolfsson, 2012).

Transportmodellering är relaterad till tidshorisonten för en transporttjänst med strategiska, taktiska och operativa beslut. Den strategiska nivån fastställer allmänna riktlinjer för transportens utförande, medan den taktiska nivå bestämmer målsättning och begränsningar för den operativa beslutsnivån som styr den dagliga driften (Crainic, Laporte, 1997). Konkret innebär det att beslut som rör typ av transporttjänst fattas på en strategisk nivå kopplat till företags affärsmodell och försörjningskedja, upphandling av transportföretag sker på taktisk ledningsnivå med en genomsnittlig tids-horisont på två till tre år, medan transportplanering och operativa driftsbeslut sker löpande via en transportledningsfunktion (Haugland et al., 2007).

Informationsteknologi har skapat nya möjligheter för en effektivisering av transportbranschen, men där branschen i Sverige haft en skeptisk och luttrad inställning till digital transportplanering och uppkoppling av information mellan aktörer (Arvidsson et al., 2013). Inställning är symptomatisk för transportbranschen och kan ifrågasättas utifrån resultaten i denna och andra studier som visar på stora besparingar i trafikarbete och resursbehov som inte kan åstadkommas med manuell planering av en transportledare (Weigel, Cao, 1999; Kant et al., 2009; Ferrucci, 2013; Moen, 2016).

Problembilden ligger följaktligen snarare i en förändrad affärsmodell för den svenska transportbranschen som är uppbyggd i två led med förmedlingsföretag som sköter kontakter med transportköpare och åkerier som utförare av transportuppdragen. Som redan diskuterats i föregående avsnitt möter företag betydande svårigheter att förändra en befintlig affärsmodell i ett etablerat produkt- eller tjänstesegment, eftersom förändringen kommer kannibalisera på kundrelationer som i sin tur åderlåter försäljning och vinst (Teece, 2010). En ökad effektivitet med högre fyllnadsgrad innebär för förmedlingsföretaget färre kontrakterade underentreprenörer med lägre omsättningen jämfört med befintlig affärsmodell, dvs. förmedlingsföretaget kannibalerar på befintliga kundrelationer.

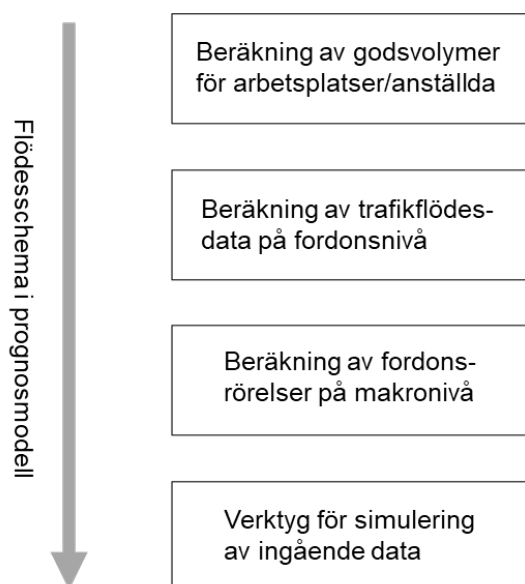


4. Metod för prognostisering av transportsystemets utveckling i Blekinge

4.1. Modell

Det finns metoder för att på olika sätt prognostisera godstransporter i framtiden, vissa lämpliga för kortsiktiga prognoser och andra för långsiktiga prognoser. Gemensamt är att framtiden både i ett globalt eller lokalt perspektiv kan vara svår att förutsäga. Faktorer som direkt påverkar utvecklingen kan vara branschspecifika såsom drivmedelspriser historiskt sett, teknikskiften som elektrifiering i närtid och informationsförsörjning som introduktionen av smartphones under 2010-talet som på många sätt ersatt analog hantering av information och påverkat affärsmodeller inom både transportsektorn och för transportköpande företag.

Det är i princip en omöjlig uppgift att utföra en fullständig kartläggning av godstransportsystemet i en region som Blekinge. Det skulle innebära att samla in enorma datamängder, data som i många fall inte existerar exemplifierat med information om fordons fyllnadsgrader (Transportstyrelsen, 2011). En lösning är att använda en modell som sätter samman information från olika delar av transportsystemet tillsammans med omvärldsfaktorer som kan tänkas påverka utvecklingen, vilket sammantaget kan användas för analyser av nuvarande trafiksituation och för att prognostisera framtida trafikflöden (jmf. Eriksson, 1996).



Figur 3 Modell för beräkning av transportbehovet för parti- och styckegods för jämförelse mellan ett fiktivt nuläge och en simulering med ökad samlastning utifrån samma ingående data.

Möjliga modeller för prognoser för godstransporter skiljer sig främst genom aggregeringsnivå, där data på fordonsrörelser samlats in på nationell nivå eller regional nivå (län). På lokal nivå

(kommun) blir frågan mer komplex jämfört med de nationella modellerna i den meningen att en enskild transportväg ofta omfattar många destinationer och även täcker flera kommuner. En annan viktig skillnad är att vissa transporttjänster på lokal nivå inte är periodiska på samma sätt som exempelvis fjärrtransporter inom eller till och från Sverige, där datafångsten blir svårare att registrera.

För studien upprättades initialt en modell med fyra delar som tillsammans utgör en lösning för att beräkna ett nuläge som därefter kan jämföras med en simulering (prognostisering) med ökad samlastning, se Figur 3. Modellen utgör en metod för datainsamling som ger en beskrivning av transportsystemet på lokal (kommun) och regional (län) nivå. Delarna består av;

- Statistik från SCB över antal anställda per arbetsplats indelad efter branschtillhörighet (SNI-kod) med transporter av gods lämpligt för samlastning.
- Trafikflödesdata på fordonsnivå i Blekinge från Trafikverket i SAMPERS/SAMGODS-modellen för beräkning av totalt trafikarbete i nuläge och vid samlastning.
- Makrodata från Trafikanalys med typer av fordon, fordonsrörelsers längd på lokal, regional och nationell nivå, som sätter ramarna för simuleringsarbetet.
- Simuleringsverktyg för ruttoptimering som integrerar information och beräknar transportbehovet för parti- och styckegods för nuläge och för samlastning.

Utgångspunkt har varit en metod för beräkning och omräkning av data för att få en komplett datamängd på transportsystemnivå som kan användas för simuleringar för ett nuläge och att använda samma data för simuleringar av ett samlastat läge. Nedan presenteras data och information som använts i resp. del i modellen i Figur 3.

4.2. Gemensamma förutsättningar analysmetod

Modellen i Figur 3 bygger på att kunna mäta och jämföra trafikarbetet utifrån konstanta gemensamma förutsättningar. I modellen är geografin statisk, dvs. konstant över tiden vilket betyder att samma leveransadresser används för att mäta trafikarbete med olika förutsättningar i resp. affärsmodell. På samma sätt är trafikarbetet konstant vid vägval med hastigheter och körrestriktioner där ruttoptimering även blir synonymt med lastoptimering (fordonens fyllnadsgrad) för dimensionering och planering av trafikarbetet.

Algoritmerna i ruttoptimeringsprogrammet ersätter chaufförernas valmöjligheter att göra vägval (körväg) och körsekvens (den ordning leveranserna distribueras) för de antal leveranser som körrutten innehåller. Trafikarbetet kommer alltid att behandlas lika eftersom algoritmerna är konstanta. Samma beräkningsalgoritmer och inställningar i programvaran används för affärsmodellen för fri leverans resp. samdistribution fördelat över ett konstant antal leveransadresser (dock med skillnad i sekvensering av adresspunkter).

Genom att förutsättningarna är fasta kan de två affärsmodellerna jämföras genom simulering där geografi, indata och planeringsförutsättningar (ruttoptimering) hålls konstanta. Simuleringen kommer dock inte att återskapa det faktiska trafikarbetet eftersom det saknas information om de faktiska körrutternas start- och stopp, sekvensering, körtid och körsträcka för en sådan rekonstruktion. Ruttoptimering ger en objektiv analys av affärsmodeller där samma antal

adresspunkter analyseras, eftersom algoritmer och inställningar i programvaran hålls konstanta vid samtliga simuleringar. För att schematiskt åskådliggöra modellen och dess ingående parametrar visas i Tabell 1 en förändring i affärsmodell från fri leverans till samdistribution.

Tabell 1 Förändring av affärsmodell från fri leverans till samdistribution, övriga parametrar hålls konstanta.

Ingående parametrar	Konstant	Fri leverans		Samdistribution
Geografi	X			
Indata	X			
Affärsmodell		X	→	X
Ruttoptimering	X			
Resultat simulering		Befintligt trafikarbete	→	Nytt trafikarbete

Resultatet av simuleringen ger ett relationsmått (en procentsats) som i exemplet visar att trafikarbetet minskar med X antal procentenheter genom att förutsättningarna (affärsmodell) förändras från fri leverans till samdistribution, övriga tre parametrar hölls konstanta. Simuleringen ger ett fiktivt tal (en beräknad skillnad i antal fordonskilometer). Att poängtera, resultatet anger inte det faktiska trafikarbetet eftersom ingående värden i modellen utgår från både faktiska data (antal fordonsrörelser) och schabloniserade data (val av adresspunkter och volymer).

4.3. SNI-koder – arbetsplatser, anställda och transporterade godsvolymer

För att beräkna transporterade godsvolymer användes SCB-data och information om antalet anställd per arbetsplatser uppdelat på bransch efter SCB:s indelning i SNI-koder. Standarden för "svensk näringsgrensindelning", förkortat SNI, används för att klassificera företag och arbetsställen efter vilken verksamhet de bedriver. Grunddatat kommer från Skatteverket som hämtas in i samband med att företag registrerar sin verksamhet hos Skatteverket. SCB ansvarar för klassifikationen SNI och sammanställer informationen i det allmänna företagsregistret som är offentligt med alla Sveriges företag, myndigheter, organisationer och deras arbetsställen och som kan spridas vidare i bearbetad form av företag som säljer informationen.

En första uppdelning av näringslivet efter SNI-koder kom 1992 (SNI92) och var samordnad med EU:s statistiska näringsgrensindelning NACE inför Sveriges medlemskap i unionen, med uppdateringar SNI 2002 och SNI 2007 (SCB, 2007). En näringsgrensindelning (SNI) är primärt en aktivitetsindelning, dvs. en indelning för klassificering av företag, organisationer och offentlig verksamhet efter den aktivitet som bedrivs. Men SNI är också en branschindelning som används för att kategorisera företag till branscher som redovisas som branschindelad statistik, såsom antal anställda, omsättning etc.

SNI koder är indelade i fem nivåer. I den första nivån ingår 21 avdelningar med olika branscher med beteckningen A till U, den andra nivån består av huvudgrupper (två siffror), den tredje nivån av grupper (tre siffror), den fjärde nivån av undergrupper (fyra siffror) och femte nivå med detaljgrupper (fem siffror). SNI 2007:s indelning på den första nivån (branscher) återges i Tabell 2. Vissa grupper kan på avdelningsnivå se ut att inte hänga ihop, som branschkod G som täcker Handel, reparation av motorfordon, motorcyklar, där en mer specifik indelningen sker i underliggande nivåer.

Tabell 2 Branschkode enligt SNI 2007

A: Jordbruk, skogsbruk, fiske
B: Utvinning av mineral
C: Tillverkning
D: Försörjning av el, gas, värme, kyla
E: Vattenförsörjning, avloppsrening, avfallshantering, sanering
F: Byggverksamhet
G: Handel, reparation av motorfordon, motorcyklar
H: Transport och magasinering
I: Hotell- och restaurangverksamhet
J: Informations- och kommunikationsverksamhet
K: Finans- och försäkringsverksamhet
L: Fastighetsverksamhet
M: Verksamhet inom juridik, ekonomi, vetenskap, teknik
N: Uthyrning, fastighetsservice, resetjänster, stödtjänster
O: Offentlig förvaltning, försvar, obligatorisk socialförsäkring
P: Utbildning
Q: Vård och omsorg, sociala tjänster
R: Kultur, nöje, fritid
S: Annan serviceverksamhet
T: Förvärsarbete i hushåll
U: Verksamheter vid internationella organisationer

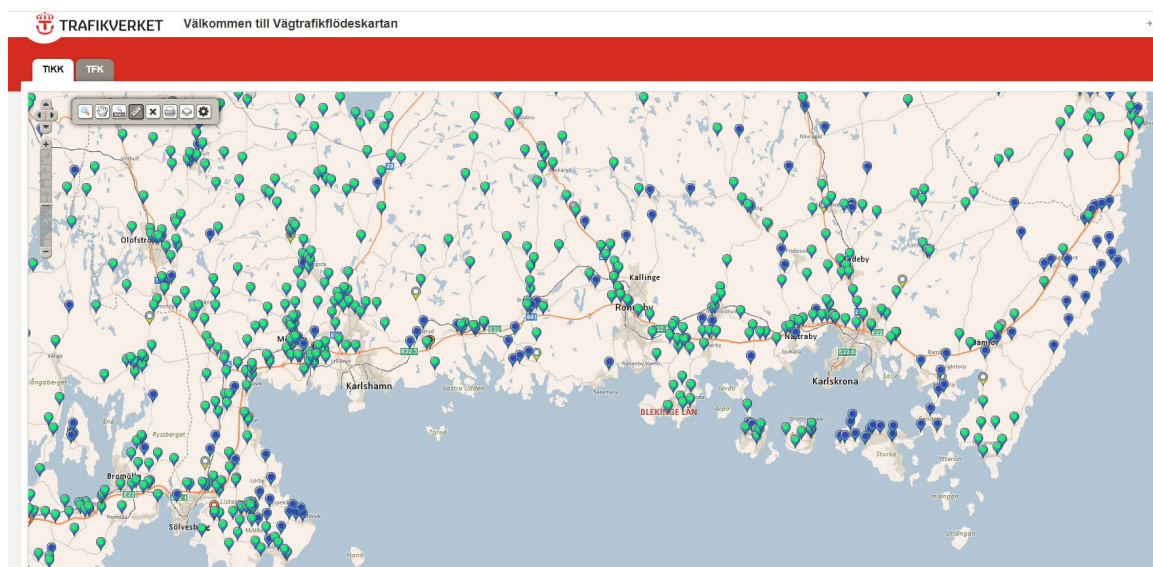
I föreliggande studie gjordes en avgränsning till de arbetsplatser som genererar godstransporter som är lämpliga för samlastning av parti- och styckegods. Exempel på branscher som finns med i den första nivån i Tabell 2 och lämpliga för samlastning är Tillverkning med beteckningen C och Handel med beteckningen G. Exempel som inte passar för samlastning in är Utvinning av mineral med beteckningen B och Byggverksamhet med beteckningen F, med underliggande huvudgrupp Anläggningsarbeten med beteckningen F41 med en stor andel tunga fordon med hellaster av jord, sten, grus och sand.

4.4. SAMGODS – trafikflödesdata på fordonsnivå

Transportsystemet inom Blekinge beskrivs med fordonsrörelser från trafikflödesdata från Trafikverket. Inom ramen för Trafikverkets uppdrag ingår att göra samhällsekonomiska kalkyler i planeringsprocessen för investeringar, underhåll och drift av Sveriges transportinfrastruktur. Till hjälp har Trafikverket utvecklat verktyg som används för att göra analyser, bedömningar och prognoser för både persontrafik och godstransporter på nationell nivå.

- SAMPERS är ett nationellt modellsystem för trafikslagsövergripande analyser av persontransporter. SAMPERS beräknar framtida trafikvolymen för olika scenarier. Det finns möjlighet att variera infrastruktur, bränslepris, BNP, sysselsättning, befolkningstillväxt etc. för olika samhällsekonomiska analyser för investeringar i infrastruktur på kort och långsikt, såväl som lokal (kommunal) och regional nivå. (Trafikverket, 2020).
- SAMGODS-modellen är ett verktyg som används för att göra analyser, bedömningar och prognoser för godstrafik. Modellen fungerar trafikslagsövergripande och används för väg, järnväg, luftfart och sjöfart. Modellen kan matas med antaganden och information om framtida infrastruktur, trafikflöden och transportkostnader och hur ekonomin och samhället i sin helhet kan förväntas utvecklas (Edwards et al., 2017).

Generellt är godstransporter betydligt svårare att modellera jämfört med persontrafik med bil. Godstransporter styrs ofta av som sker i omvärlden såsom makroekonomiska förändringar som drivmedelspriser eller förändringar i varuförsörjningskedjor som under pågående pandemi. Omvärldsfaktorer påverkar efterfrågan på godstransporter, vilket i längre perspektiv kan variera kraftigt och gör att generaliseringar i en övergripande modell blir osäkra.



Figur 4 Trafikverkets mätstationer i Blekinge för trafikflödesdata. (källa: Trafikverket)

SAMPERS/SAMGODS-modellen kan användas för att ta fram en nulägesbeskrivning av godstransporter för specifika stråk, regioner eller på nationell nivå, som sedan kan användas för

prognoser som används som underlag för hur transportsystemet utvecklas. Att ta fram en modell för hållbara godstransporter utgör huvudsyftet med föreliggande studie. Trafikverket var behjälpliga med att ta fram trafikflödesdata för Blekinge, med möjlighet att segmentera datat ner på kommunnivå.

Trafikflödesdatat utgår från trafikmätningar där grunddatat i SAMPERS/SAMGODS-modellen uppdateras vart fjärde år. Det trafikflödesdata som används som grunddata till simuleringar i föreliggande studie har bearbetats av Trafikverkets sakkunniga på området. De mätstationer i Blekinge som registrerar fordonsrörelser för studiens uttag trafikflödesdatabasen visas i Figur 4. Primärdatat är hämtat från SAMPERS/SAMGODS-modellen och kompletterats med data från SAMPERS (trafikmätningar från personbilstrafik). Trafikflödesdata är den mest tillförlitliga data att tillgå för godstransporter från och till Blekinge såväl som inom länet och inom resp. kommun.

Rent tekniskt erhöles från Trafikverket en fil som innehöll totalt 7 796 fordonsrörelser för en dag med lastbilstrafik som hade start- och målpunkt i Blekinge eller passerade länsgränsen enligt SAMPERS/SAMGODS, med flöden både för lastbil utan släp och lastbil med släp. Inom Blekinge kopplades trafikflödesdata till kommuners zon-indelning genom en OD-matris (O=Origin/Från; D=Destination/Till) som hämtats från mätstationerna i Figur 4.

4.5. Trafikanalys – fordonsrörelser på makronivå

Förutom statistik ner på fordonsnivå och mottagare av gods för parti- och styckegods, behövs makrodata på nationell nivå som anger ramar för simulering av trafikprognoser såsom genomsnittliga körsträckor under en dag. Fordons genomsnittliga körsträckor ger en grund för godstransporters geografiska hemvist kopplat till arbetsplatsers fysiska adresspunkter, såsom andelen trafikarbete inom kommuner i Blekinge, andelen trafikarbete över kommungränser inom Blekinge, samt andelen godstransporter över länsgränser.

Informationen har hämtats från Trafikanalys olika utredningar och ligger till grund för affärsvillkor (simuleringsföresättningar) som skapas i programvaran. Skillnaden mellan trafikflödesdata och det data som används för simuleringar för nuläge och samlastning, är att data för simuleringar kopplas till fysiska adresser från SCB:s allmänna företagsregister. Trafikflödesdata ger faktiska fordonsrörelser för mätpunkter i Figur 4, men hur stor andel som sker inom resp. kommun, över kommungränser och länsgränser, har fastställts genom att använda makrodata (schabloner) från Trafikanalys sammanställningar.

Grunden för Trafikanalys data är begreppet fordonsrörelser som definieras som ett trafik-alstringstal som anger summan av fordonsförflyttningar in och ut inom ett avgränsat område (nationellt, län, kommun, trafikstråk, stadsdel) eller fordon som ankommer till en specifik leveransadress som en arbetsplats. Fordonsrörelser som mätetal används i trafikprognoser för stads- och regionplanering, som en uppskattning av tillkommande trafik i ett nytt exploateringsområde inom en kommun, men också som parametrar i Trafikverkets insamling av trafikflödesdata (Berglund et al., 2005).

Fordonsrörelser utgår från en transportkedja eller ett transportnätverk för gods och beskriver aktiviteter och aktörer som direkt kan relateras till transporten, såsom försändelse, mottagning, transportplanering och kontrollen över transportkedjan. Fordonsrörelser med tunga fordon utgör 80 procent av det gods som transporteras inrikes i Sverige och godsmängden har i stort sett

varit konstant under 2000-talet, med ett kortare avbrott under åren 2009 och 2010 då mängden gods minskade betydligt till följd av den globala finanskrisen (Trafikanalys, 2016b). Urbana gods-transporter svarar för mellan 10–15 procent av fordonsrörelserna i tätbebyggt område (Trafikanalys, 2016a).

Godsmängden kan även relateras till den genomsnittliga körsträckan i antal fordonskilometer (trafikarbete) för transporterat gods. För inrikes transporter som utgör fokus i studien transporterades genomsnitt över hälften av den totala godsmängden på sträckor kortare än 50 km, drygt 20 procent av transporterna var kortare än 10 km och 28 procent mellan 10–40 km, medan 8 procent av godsmängden transporteras längre än 300 km och endast 3 procent av godsmängden transporterades längre än 500 km (Trafikanalys, 2016b).

Det innebär att för inrikes transporter fraktades 2018 i likhet med tidigare år under 2010-talet majoriteten (75 procent) inom samma län, även om 25–27 procent av godstransporter under hela 2000-talet har utförts av anläggningsfordon som fraktat jord, grus, sten och sand (Trafikanalys, 2019). Avgränsning av godstransporter som sker inom ett län har direkt betydelse för simuleringar och beräkningar som gjordes i trafikflödesdata av hur många fordon transporterade inom Blekinge och inom resp. kommun. Likaså togs typen av transporter med, där tre varugrupper stod för hälften av de svenska tunga lastbilarnas transportarbete 2018, samlastat gods, livsmedel, samt jordbruksprodukter (Trafikanalys, 2019).

4.6. Simulering av godstransporter

Avslutningsvis i modellen så sammanställs de tre datakällorna till en databas och som underlag för affärsvillkor som styr simuleringar med ett ruttoptimeringsverktyg. En datorprogramvara för ruttoptimering integrerar information och beräknar transportbehovet för parti- och styckegods för nuläge och för samlastning av godstransporter i Blekinge. Under 2010-talet har det funnits ett antal kommersiella produkter på den svenska marknaden som använts av transportföretag och transportköpare för digital planering med ruttoptimering. På ett övergripande plan är tekniska specifikationer för dessa programvaror likvärdiga, val av mjukvaruleverantörer blir då sekundärt i sammanhanget (Hall, 2006).

Fortfarande krävs dock betydande FoU-insatser för att kartlägga och strukturera det specifika förändringsarbete som måste till inom olika branscher, det vill säga en organisatorisk innovation för operativ användning av tekniska landvinningar som leder till ökad transporteffektivitet i ett givet transportflöde. För att exemplifiera så har matematisk modellering och algoritmutveckling inom Operational Research (OR) genererat tusentals vetenskapliga artiklar, däremot saknas i princip helt fallstudier med praktiska tillämpningar och implementeringsmetoder baserade på ruttoptimering (Laporte, 2009).

Det krävs betydande FoU-insatser för att kartlägga och strukturera det specifika förändringsarbete som måste till inom olika branscher, det vill säga en organisatorisk innovation för operativ användning av tekniska landvinningar som leder till ökad transporteffektivitet i ett givet transportflöde (jmf. Brynjolfsson, McAfee, 2012). Det finns behov av FoU som utreder varför så är fallet och varför inte mer tid och resurser lagts ned på en integrering av affärsmodeller och förändrat beteende. Det utgör nästa steg att avhandla inom OR och för hela FoU-kollektivet inom transportsektorn.

Som simuleringsverktyg används i studien en standardiserad och kommersiellt utvecklad datorprogramvara baserad på vehicle routing problem (VRP) algoritmer, programvaran WinRoute från mjukvaruföretaget Descartes (WinRoute, 2018). Programvaror för ruttoptimering har tillämpats inom en rad olika branscher där godstransporter ingår som en integrerad del företags försörjningskedjor. Från transportbranschens sida används programvaror med VRP-algoritmer vid godstransporter med slingbilar för varudistribution (dynamiska körrutter) och kretstrafik för "pick-up and delivery" av gods i samma körrutt (statiska körrutter).

Rent tekniskt sker i en datorsimulering med VRP-algoritmer en iterativ process i två steg. I ett första steg sker en partitionering av adresspunkter utifrån specifika affärsvillkor som definieras i programvaran – såsom fordons lastkapacitet, chaufförens arbetstider och tidsfönster för leverans – med syfte att minimera den totala körsträckan samtidigt som fyllnadsgraden per fordon optimeras. Partitioneringen ger en geografisk balansering av körrutter som optimerar resursbehovet eller med andra ord minimerar VRP-algoritmer det antal fordon som behövs för transportuppdraget. I ett andra steg sker en sekvensering av adresspunkter som underlag för körrutter (Bodin, Levy, 1994; Golden et al., 2010).

4.7. Benchmarking av modell

Metoden som används i studien utvecklades inom ramen för Nationellt centrum för kommunal samordnad varudistributions uppdrag av kompetensutveckling för kommuner som utreder frågan eller fattat beslut att införa samordnad varudistribution (Moen et al., 2020). Kompetensutvecklingsinsatser i form av workshops som genomfördes för ett fyrtiotal kommuner har i ESO-rapporten *"Klimatmål på villovägar? En ESO-rapport om politiken för utsläppsminskningar i vägtrafiken"* lyfts fram som en åtgärdsform med fortbildning av tjänstepersoner och beslutsfattare som gör mer nytta (mer nytta per investerade medel) än traditionella sektorsinsatser för klimatåtgärder med stat och myndigheter som finansieringskälla (Kågeson, 2019).

Kärnan i utbildningspaketet utgör en kostnads-nyttoanalys för införande som i monetära termer kvantifierar kostnader, besparingspotential och samhällsnyttor som enskilda poster. Generellt går det att räkna på kostnader medan besparingspotential och samhällsnyttor behöver transformeras till finansiella poster. För beräkning av minskad miljöbelastning genom lägre koldioxidutsläpp, partiklar och buller användes *"Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn"* (ASEK), Trafikverkets omräkningsmodeller för emissioner (Trafikverket, 2018).

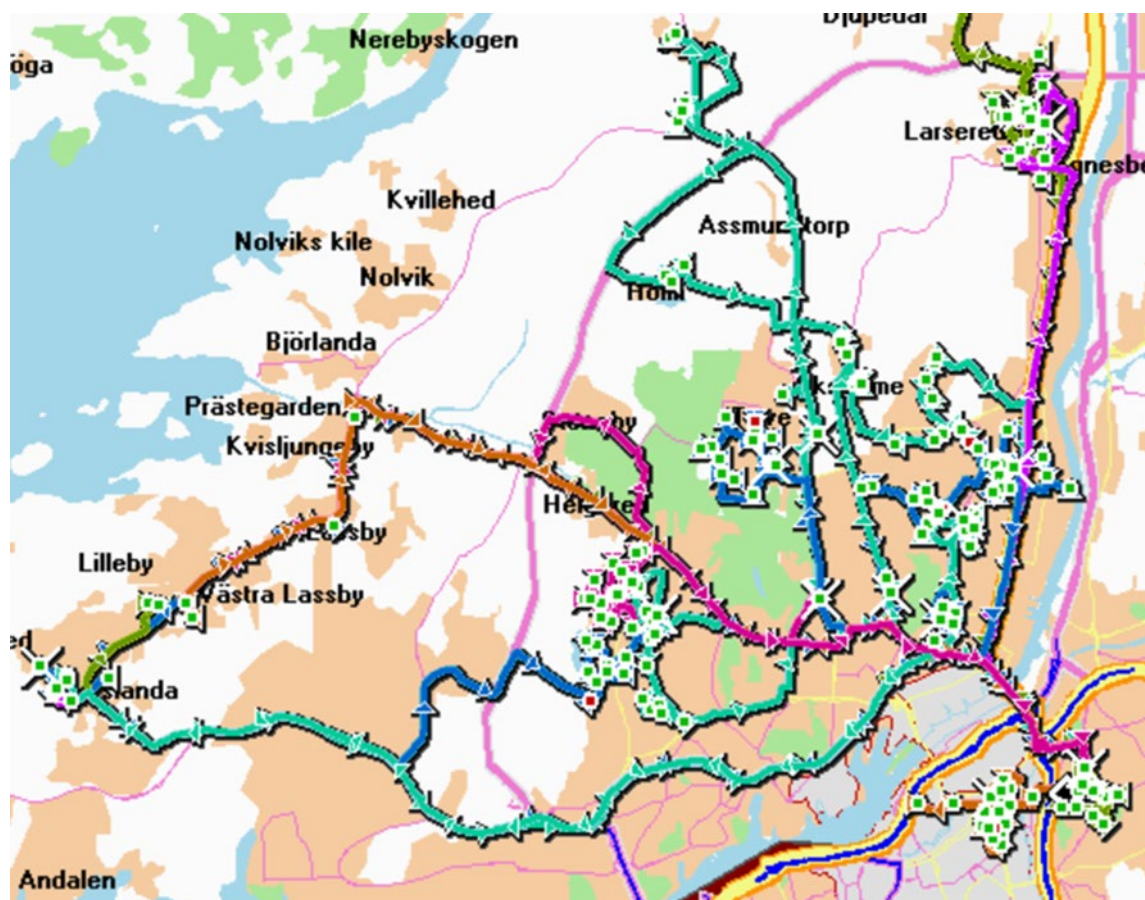
En del i beräkningen var ingående värden för besparing i antal fordonskilometer, vilket simulerades i nuläget med fri leverans som därefter jämförs med en simulering av samma transportnätverk med samordnad varudistribution. Datat för nuläget, 10 till 15 varuleverantörers körrutter i separata fordon kartlades var för sig vilket gav en aggregerad summa av fordonskilometer, där samma data användes för simulering med samlastning av samtliga varuägares gods med ett gemensamt fordon och med utgångspunkt från en terminal. Skillnaden i kilometer omräknades utifrån ASEK:s värden till kronor som en post i kostnads-nyttoanalysen.

Att utgå från en terminal i både nuläge och simulering av samlastning kan härledas till att körrutter sker som en loop från en terminal vid distribution av parti- och styckegods lämpligt för samlastning. Att utgå från en fysisk terminal utgör ett krav vid samordnad varudistribution eftersom

det krävs en gemensam terminal för att rangera och samlasta gods från olika transportnätverk med gemensam distribution i ett fordon för att optimera fyllnadsgraden.

Som exempel minskade antal leveranser av livsmedel för Ystads, Simrishamns och Tomelilla kommuner från 26 250 per år till drygt 6 500 per år eller med 75 procent, med det överordnade syftet att genom samlastning minska miljöbelastningen och leva upp till kommunens miljömål (Moen, 2013). Ett annat exempel är Växjö kommun med 450 mottagande enheter som innan samordningen fick 1 900 leveranser i veckan av livsmedel och övriga varor som kontors- och förbrukningsmaterial, som med samordningen minskade till 350 leveranser i veckan eller en minskning med 82 procent (Stjärnekull, 2013).

En av de mer omfattande förstudierna gjordes för Göteborgs stad där ett nuläge med fri leverans jämfördes med en simulering med samordnad varudistribution (Moen, Persson, 2020a). Göteborgs stad hade 2018 drygt 2 500 mottagande enheter. Vid simuleringar av nuläget gjordes en avgränsning, matarsträckan abstraherades bort från respektive varuleverantörs lager till en centralt belägen (fiktiv) terminal (se Figur 5), där endast distribution inom staden togs med. Oavsett om distributionen sker från varuleverantörers egna lager eller sker från en omlastningsterminal, så finns en matarsträcka till och från kommungräns.



Figur 5 En simulering med körrutter i nordvästra Göteborg med utgångspunkt från en fiktiv terminal vid Rantorget 1 i centrala Göteborg, den svarta rektangeln som skymtar i figurens nedre högra hörn.

Göteborgs stads förstudie utgick från enhetliga indata av leveransadresser och volymer vid simuleringar, vilket ger ett jämförbart resultat mellan de två affärsmodellerna. För livsmedelsleveranser användes i nuläget totalt 28 fordon (mellan 1–13 fordon per leverantör varje vecka) för att försörja stadens cirka 1 200 kök och övriga enheter med livsmedel. Övriga varor distribuerades i nuläget av 13 fordon. Nuläget med fri leverans visade en årlig körsträcka av 486 300 kilometer jämfört med en simulering med samordnad varudistribution med en årlig körsträcka av 222 300 kilometer.

Det innebär en simulerad besparing på 54 procent i körsträcka. Likaså minskade antal fordon från 41 till 18, en simulerad besparing på 56 procent. Förstudier med liknande resultat har gjorts för Sundsvall, Timrå och Ånge kommuner (Moen, Persson, 2020b), Luleå kommun (Persson, 2020) och Dalslandskommunerna Bengtsfors, Dals-Ed, Färgelanda, Mellerud och Åmål (Moen, Persson 2020c). Samma metod (syntsätt) används i föreliggande studie för att kunna jämföra ett nuläge med ett simulerat läge med samlastning och ökad fyllnadsgrad i region Blekinge, vilket presenteras i nästföljande kapitel.

5. Simuleringar

5.1. Beräkning av ingående parametrar

Utgångspunkt i studien utgör leveransadresser som genererar fordonsrörelse i Blekinge nedbrutit på kommunnivå. Av de drygt 16 000 arbetsplatser som hämtades från SCB valdes arbetsställen med mer än 10 anställda. En kategorisering gjordes utifrån branscher (SNI-koder) som genererar fordonsrörelser som kan samlas. Att förtydliga, alla fordonsrörelser kan inte samlas, exempelvis tankbilar och grusbilar med hellaster. Totalt återstod 1 204 adresspunkter där två adresspunkter plockats bort där det saknas broförbindelse till öar i Karlskrona skärgård.

Därefter gjordes en adressmatchning, även kallat för geokodning, av adresspunkter i optimeringsverktygets kartdatabas. Det krävs en adressmatchning som nyckel till registerinformation som kopplas mot geokodade adresser – såsom kundregister och godsvolymer – vilket benämns som attributdata. En viktig parameter är att bestämma transporterade volymer, eftersom godsvolymer bestämmer fyllnadsgraden i fordon och därmed också antalet fordon, både vid beräkning av nuläget och en simulering med samdistribution. Att beräkna fyllnadsgraden i fordonen är dock problematiskt eftersom det saknas statistiska underlag vilket diskuterades i introduktionen.

Fyllnadsgraden för parti och styckegods i de få analyser som gjorts ligger på mellan 20–30 procent (Gebresenbet et al., 2011; Transportstyrelsen, 2011; Moen, 2016) och överstiger sällan 50 procent (Logistikforum 2011; Transportstyrelsen 2011). I föreliggande studie används 40–50 procent som genomsnittlig fyllnadsgrad som basvärde, men en känslighetsanalys har även utförts med varierande fyllnadsgrad för att påvisa dess inverkan på trafikarbetet.

I studien har två parametrar, antalet inleveranser och mängd gods per leverans, tagits i beaktning när transporterade volymer per adresspunkt har beräknats. Antalet inleveranser per adresspunkt tar hänsyn till typ av bransch (SNI-kod), vilket innebär att vissa adresspunkter erhåller fler inleveranser såsom livsmedelsbutiker med stor omsättning av varor jämfört med mindre kontor med leveranser av kontorsmaterial och sällanköpsvaror. Utifrån antalet anställda per adresspunkt har hänsyn tagits till mängd gods per inleverans. Detta betyder att en adresspunkt med många anställda beräknas få en större mängd gods per leverans i jämförelse med ett lågt antal.

Tabell 3 Kategorisering av antal inleveranser per dag och bransch (SNI-kod)

Kategori	Adresspunkter	Exempel på bransch	Antal inleveranser per dag
5	55	Livsmedel och detaljhandel med brett sortiment	10
4	75	Restaurangverksamhet, partihandel	5
3	155	Verksamheter inom vård- och omsorg, apotek	2
2	876	Kontor och kommunala enheter	Varannan dag
1	43	Jordbruk och ideella organisationer	Var 10:e dag

Kategorisering gjordes utifrån bransch (SNI-kod) lämplig för samlastning av gods genom att upp-
rätta ett index med fem kategorier som speglar antal inleveranser per dag eller leveransfrekvens
per adresspunkt som sammanställts i Tabell 3.

Tabell 4 Kategorisering av antalet anställda per arbetsplats (per adresspunkt) och en mass-
faktor för inlevererad godsvolym per leveranstillfälle.

Kategori	Adresspunkter	Antal anställda	Mass-faktor
6	7	500+	8
5	25	200–499	6
4	34	100–199	4
3	137	50–99	3
2	426	20–49	2
1	575	10–19	1

Det gjordes också en kategorisering efter antal anställda med indelning av levererad godsvolym
per adresspunkt och inleverans (per arbetsplats från SCB-statistiken) som redovisas i Tabell 4.
Kategorisering av godsvolymer och arbetsplatser har därefter angetts som ett attributvärde för
mass-faktor för resp. adresspunkt. Indelning ger en faktor på transporterad volym, vilket har be-
tydelse för optimeringen i programvaran för beräkning av nuläge respektive simuleringar av
samdistribution. Termen mass-faktor kommer efter "mass" som i optimeringsverktyget anger
ett volym-värde i simuleringar (kan också vara vikt) och som anger fordons lastoptimering.

Nästa datakälla utgör antal fordonsrörelser, dvs. antal lastbilar som transporterar parti- och
styckegods i Blekinge. Informationen hämtas från Trafikverkets trafikflödesdata som bygger på
fordonsräkning som sammanställts med analysverktygen SAMPERS/SAMGODS som presentera-
des i avsnitt 3.3. Antal fordonsrörelser har jämförts med antal registrerade fordon och folk-
mängd i Blekinge respektive Sverige och visar på en överensstämmande korrelation för fram-
tagna värden genom SAMPERS/SAMGODS.

Några avgränsningar gjordes innan simuleringsarbetet började. Trafik till/från färjelinjer har
plockats bort. Ett urval har gjorts av de branscher (SNI-koder) som är lämpliga för samlastning,
främst styckegods och livsmedel vilket uppgår till 39 procent av antalet fordonsrörelser. Ytterli-
gare 10 procent av fordonsrörelserna har plockats bort såsom hellaster till en adresspunkt och
gods som inte är aktuellt att transportera, eftersom transportbranschen har åsikter om vad som
kan samlastas.

De adresspunkter (arbetsplatser) med färre än en leverans per dag (kategori 2 i Tabell 3) tilldelas
leverans varannan dag. Rent tekniskt görs detta i optimeringsverktyget genom att hälften av
adresspunkterna plockats bort slumpvis (jämna rader plockas bort i en Excel-tabell) och ingår
inte i simuleringen. Ytterligare en faktor är att antal fordonsrörelser på fordonsnivå skiljer sig åt
per kommun genom resp. kommuns näringslivsstruktur, exempelvis domineras godstransporter
i Olofströms kommun till Volvos fabriksanläggning med många hellaster som inte kan samlastas.

Optimeringsverktyget kräver en volym för det gods som transporteras och som anges som antal lastbärare. Lastkapaciteten skiljer sig åt för fordonstyper, såsom 18 EUR-pallar eller 36 rullcontainers för en genomsnittlig distributionsbil med skåp. Rent tekniskt behöver data prepareras inför simuleringen. Utifrån antal fordon enligt SAMPERS/SAMGODS-modellen skapas volymer per adresspunkt avhängig mass-faktorn genom att samköra antal leveranser per adresspunkt i Tabell 3 och Tabell 4 med antalet anställda per arbetsplats (ju större arbetsplats, desto mer ankommande eller utgående gods).

Tabell 5 Antal fordonsrörelser på fordonsnivå uppdelat per kommun för transport av gods lämpligt att samlasta.

	Karlskrona	Ronneby	Karlshamn	Sölvesborg	Olofström
Antal fordon enligt SAMPERS/SAMGODS	610	320	304	134	181
Parti- och styckegods (21%)	128	67	64	28	38
Livsmedel, dryck och tobak (18%)	110	58	55	24	33
Fulla bilar/ej aktuella (10%)	24	12	12	6	8
Antal lastbilar i simuleringar per dag	214	112	107	47	64

Rent tekniskt skapas en mass-faktor för varje adresspunkt där inleverans definieras utifrån kategori 1–5 i Tabell 3, såsom 10 inleveranser per dag för kategori 5 för arbetsplatser med livsmedel och detaljhandel med brett sortiment, där varje inleverans har en volym definierad från en faktor i Tabell 4 (antal anställda) där ett värde skapas (mass-faktorn) utifrån antal fordonsrörelser som anges genom SAMPERS/SAMGODS-modellens trafikflödesdata, med en genomsnittlig fyllnadsgrad på 40–50 procent. Antal fordonsrörelser per kommun redovisas i Tabell 5.

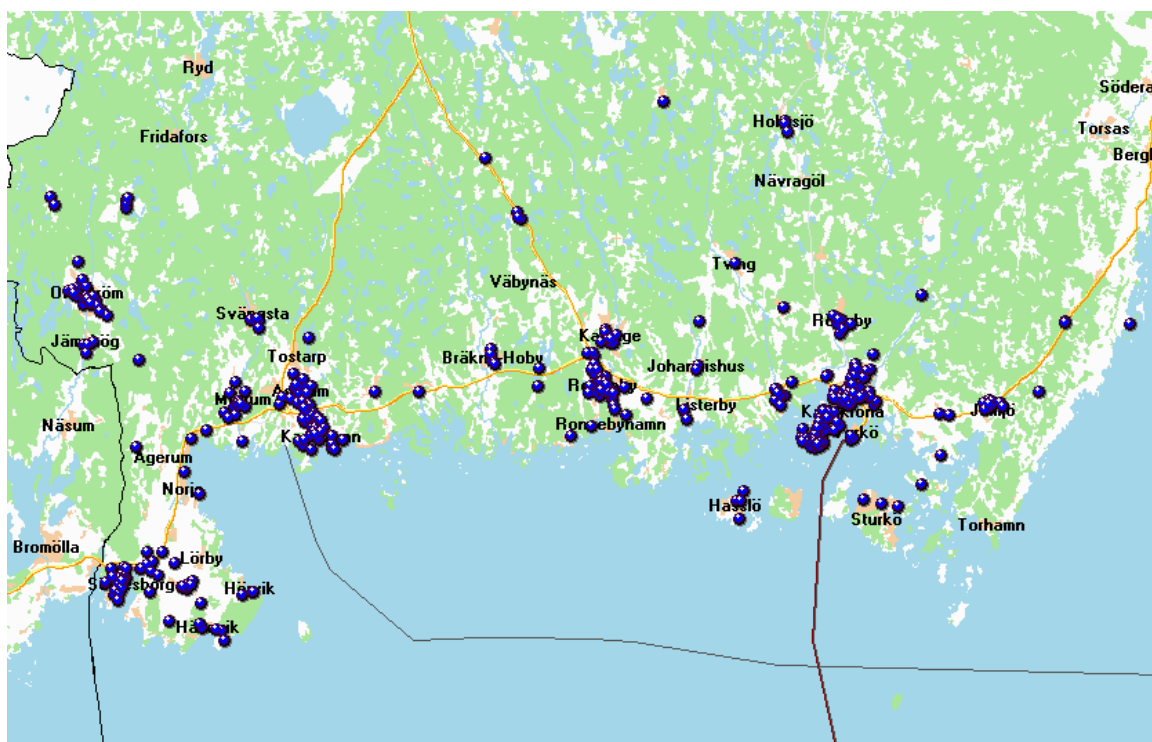
Fokus i studien är simuleringar av trafikarbete (antal fordonskilometer) med ett ruttoptimeringsverktyg med ett direkt samband till transportarbete (antal tonkilometer). Transportarbetet definieras genom olika fyllnadsgrader, där högre transportarbete (fyllnadsgrad) genererar ett lägre trafikarbete (totalt antal fordonskilometrar). Ett antal affärsvillkor styr simuleringsarbetet där samma ingående parametrar används i nuläge och för samlastning av gods.

- Beräkning av nuläget och simulering av samlastning utgår från samma förutsättningar med en distributionsbil med lastvolym 18 EUR-pall.
- Vägnätet vid simuleringar anpassades efter lastbilstrafik med rådande hastigheter, trafikrestriktioner och påverkan från trängsel i trafiken.
- Leveranser sker dagtid inom ramen för lagstadgade kör- och vilotider med en arbetstid av 8 timmar per dag.
- Utgångspunkt för fordonsrörelser i simuleringar utgör fem fiktiva terminaler i anslutning till E22 i kommuner Karlskrona, Ronneby, Karlshamn, Sölvesborg och en terminal lokaliserade utefter Riksväg 15 i Olofström.
- Beräkning av nuläget utgår från 10 transportörer från en terminal där varje fordon gör en körrutt och återkommer till terminalen, samma sker vid samlastning men där en transportör utgår från samma terminalläge.

5.2. Scenario 1 – Samlastning i jämförelse med nu-läge

5.2.1. Underlag för simuleringar

Resultat för scenario 1, samlastning i jämförelse med nuläget, redovisas med simuleringar för resp. kommun och för regionen Blekinge. Underlaget utgörs av de adresspunkter som visas i kartbilden i Figur 6. Samma kartdatabas med adresspunkter, vägnät, hastighetsbegränsningar används i samtliga simuleringar och med samma affärsvillkor för antal transportörer, terminaler, fordonens lastkapacitet och arbetstider. Däremot inställningar av fyllnadsgraden i fordonen görs direkt i programvaran.



Figur 6 Kartbild över adresspunkternas lokalisering i regionen (källa: WinRoute)

I det första scenariot jämförs trafikarbetet för en dag vid samlastning och ett nuläge för en dag med tio transportörer utifrån samma fiktiva terminals placering i kommunen. För nuläget återfinns en känslighetsanalys med varierande fyllnadsgrad för 10 fordon för varje tiotal procent, från 20–30 procent till 90–100 procent. Vid samlastning beräknas fyllnadsgraden till 90–100 procent för ett samlastat fordon.

Scenario 1 redovisas i två tabeller. Den första visar på variationer i trafikarbete (totalt antal körda fordonskilometer) i nuläget för olika nivåer av fyllnadsgrad. Utgångspunkt är en genomsnittlig fyllnadsgrad på 40–50 procent, men om fyllnadsgraden är 20–30 procent så ökar antalet fordonskilometer. Motsatt ökar fyllnadsgraden minskar trafikarbetet, där skillnader för simuleringar för varje procentsats (totalt procent) för nuläget visas i en andra tabell.

5.2.2. Karlskrona

Simuleringar i Karlskrona kommun visar att en samlastning ger ett trafikarbete på 2 745 kilometer för totalt 815 adresspunkter. Detta skall jämföras med simuleringar för nuläget i Tabell 6, som är uppdelat per varje tiotal procent med variation från 9 330 kilometer för lägst fyllnadsgrad (20–30 procent) till 3 793 kilometer för högst fyllnadsgrad (90–100 procent), en skillnad 59,3 procent i antal fordonskilometer. Notera att detta är fiktiva kilometer, men visar på en inbördes relation mellan olika fyllnadsgrad som kan räknas om till minskad miljöbelastning.

Tabell 6 Trafikarbete med varierande fyllnadsgrad i nuläget, Karlskrona kommun.

KARLSKRONA - nuläge									
	Antal adresspunkter	Fyllnadsgrad 20–30%	Fyllnadsgrad 30–40%	Fyllnadsgrad 40–50%	Fyllnadsgrad 50–60%	Fyllnadsgrad 60–70%	Fyllnadsgrad 70–80%	Fyllnadsgrad 80–90%	Fyllnadsgrad 90–100%
Transportör 1	82 st	880 km	741 km	541 km	528 km	460 km	425 km	379 km	340 km
Transportör 2	82 st	963 km	839 km	611 km	609 km	502 km	487 km	471 km	417 km
Transportör 3	82 st	948 km	804 km	562 km	530 km	477 km	403 km	396 km	352 km
Transportör 4	82 st	914 km	752 km	581 km	556 km	479 km	421 km	394 km	361 km
Transportör 5	81 st	924 km	756 km	616 km	565 km	519 km	459 km	452 km	384 km
Transportör 6	82 st	982 km	861 km	638 km	594 km	537 km	506 km	441 km	419 km
Transportör 7	81 st	991 km	825 km	640 km	610 km	555 km	457 km	429 km	421 km
Transportör 8	81 st	973 km	828 km	623 km	582 km	523 km	432 km	421 km	399 km
Transportör 9	81 st	891 km	751 km	562 km	528 km	448 km	415 km	361 km	342 km
Transportör 10	81 st	864 km	721 km	551 km	499 km	438 km	409 km	358 km	358 km
Totalt	815 st	9 330 km	7 878 km	5 925 km	5 601 km	4 938 km	4 414 km	4 102 km	3 793 km

Tabell 7 visar att vid en genomsnittlig fyllnadsgrad på 40–50 procent i nuläget så ökar trafikarbetet med 54 procent jämfört med ett samlastat transportnätverk, eller omvänt, miljöbelastning minskar med 54 procent vid samlastning. Med en fyllnadsgrad på 20–30 procent är skillnaden 71 procent jämfört med ett samlastat läge.

Tabell 7 Jämförelse av trafikarbete mellan nuläge och samlastat läge (2 745 km)

	Minskat trafikarbete jmf med samlastning (km)	Minskat trafikarbete jmf med samlastning (%)
Nuläge fyllnadsgrad 20–30%	6 585	71
Nuläge fyllnadsgrad 30–40%	5 133	65
Nuläge fyllnadsgrad 40–50%	3 180	54
Nuläge fyllnadsgrad 50–60%	2 856	51
Nuläge fyllnadsgrad 60–70%	2 193	44
Nuläge fyllnadsgrad 70–80%	1 669	38
Nuläge fyllnadsgrad 80–90%	1 357	33
Nuläge fyllnadsgrad 90–100%	1 048	28

5.2.3. Karlshamn

Simuleringar i Karlshamns kommun visar att en samlastning ger ett trafikarbete på 556 kilometer för totalt 333 adresspunkter. Detta skall jämföras med simuleringar för nuläget i Tabell 8, som är uppdelat per varje tiotal procent med variation från 1 539 kilometer för lägst fyllnadsgrad (20–30 procent) till 802 kilometer för högst fyllnadsgrad (90–100 procent), en skillnad 47,8 procent i antal fordonskilometer. Notera att detta är fiktiva kilometer, men visar på en inbördes relation mellan olika fyllnadsgrad som kan räknas om till minskad miljöbelastning.

Tabell 8 Trafikarbete med varierande fyllnadsgrad i nuläget, Karlshamns kommun.

KARLSHAMN - nuläge									
	Antal adresspunkter	Fyllnadsgrad 20–30%	Fyllnadsgrad 30–40%	Fyllnadsgrad 40–50%	Fyllnadsgrad 50–60%	Fyllnadsgrad 60–70%	Fyllnadsgrad 70–80%	Fyllnadsgrad 80–90%	Fyllnadsgrad 90–100%
Transportör 1	34 st	173 km	167 km	158 km	141 km	124 km	120 km	104 km	89 km
Transportör 2	34 st	169 km	161 km	138 km	127 km	123 km	116 km	100 km	89 km
Transportör 3	34 st	165 km	152 km	136 km	125 km	113 km	111 km	97 km	93 km
Transportör 4	33 st	131 km	123 km	103 km	95 km	84 km	76 km	68 km	65 km
Transportör 5	33 st	180 km	175 km	165 km	148 km	136 km	130 km	114 km	100 km
Transportör 6	33 st	138 km	128 km	105 km	97 km	86 km	74 km	66 km	63 km
Transportör 7	33 st	160 km	146 km	128 km	115 km	96 km	88 km	80 km	75 km
Transportör 8	33 st	134 km	120 km	108 km	101 km	86 km	74 km	70 km	68 km
Transportör 9	33 st	158 km	146 km	132 km	121 km	110 km	101 km	96 km	91 km
Transportör 10	33 st	131 km	118 km	111 km	106 km	98 km	90 km	74 km	69 km
Totalt	333 st	1 539 km	1 436 km	1 284 km	1 176 km	1 056 km	980 km	869 km	802 km

Tabell 9 visar att vid en genomsnittlig fyllnadsgrad på 40–50 procent i nuläget så ökar trafikarbetet med 53 procent jämfört med ett samlastat transportnätverk, eller omvänt, miljöbelastning minskar med 53 procent vid samlastning. Med en fyllnadsgrad på 20–30 procent är skillnaden 64 procent jämfört med ett samlastat läge.

Tabell 9 Jämförelse av trafikarbete mellan nuläge och samlastat läge (556 km)

	Minskat trafikarbete jmf med samlastning (km)	Minskat trafikarbete jmf med samlastning (%)
Nuläge fyllnadsgrad 20–30%	953	64
Nuläge fyllnadsgrad 30–40%	880	61
Nuläge fyllnadsgrad 40–50%	728	57
Nuläge fyllnadsgrad 50–60%	620	53
Nuläge fyllnadsgrad 60–70%	500	47
Nuläge fyllnadsgrad 70–80%	424	43
Nuläge fyllnadsgrad 80–90%	313	36
Nuläge fyllnadsgrad 90–100%	246	31

5.2.4. Ronneby

Simuleringar i Ronneby kommun visar att en samlastning ger ett trafikarbete på 877 kilometer för totalt 440 adresspunkter. Detta skall jämföras med simuleringar för nuläget i Tabell 10, som är uppdelat per varje tiotal procent med variation från 2 936 kilometer för lägst fyllnadsgrad (20–30 procent) till 1 295 kilometer för högst fyllnadsgrad (90–100 procent), en skillnad 56,2 procent i antal fordonskilometer. Notera att detta är fiktiva kilometer, men visar på en inbördes relation mellan olika fyllnadsgrad som kan räknas om till minskad miljöbelastning.

Tabell 10 Trafikarbete med varierande fyllnadsgrad i nuläget, Ronneby kommun.

RONNEBY - nuläge									
	Antal adresspunkter	Fyllnadsgrad 20–30%	Fyllnadsgrad 30–40%	Fyllnadsgrad 40–50%	Fyllnadsgrad 50–60%	Fyllnadsgrad 60–70%	Fyllnadsgrad 70–80%	Fyllnadsgrad 80–90%	Fyllnadsgrad 90–100%
Transportör 1	44 st	273 km	241 km	203 km	173 km	162 km	151 km	139 km	120 km
Transportör 2	44 st	258 km	234 km	209 km	175 km	152 km	134 km	123 km	112 km
Transportör 3	44 st	294 km	266 km	212 km	200 km	183 km	162 km	153 km	147 km
Transportör 4	44 st	274 km	222 km	190 km	163 km	124 km	112 km	104 km	100 km
Transportör 5	44 st	330 km	283 km	249 km	217 km	195 km	160 km	141 km	131 km
Transportör 6	44 st	375 km	338 km	310 km	240 km	210 km	182 km	165 km	152 km
Transportör 7	44 st	284 km	224 km	210 km	183 km	161 km	147 km	138 km	131 km
Transportör 8	44 st	326 km	271 km	228 km	191 km	177 km	153 km	148 km	141 km
Transportör 9	44 st	271 km	251 km	221 km	178 km	170 km	161 km	138 km	146 km
Transportör 10	44 st	251 km	230 km	196 km	163 km	129 km	113 km	119 km	115 km
Totalt	440 st	2 936 km	2 560 km	2 228 km	1 883 km	1 663 km	1 475 km	1 368 km	1 295 km

Tabell 11 visar att vid en genomsnittlig fyllnadsgrad på 40–50 procent i nuläget så ökar trafikarbetet med 53 procent jämfört med ett samlastat transportnätverk, eller omvänt, miljöbelastning minskar med 53 procent vid samlastning. Med en fyllnadsgrad på 20–30 procent är skillnaden 70 procent jämfört med ett samlastat läge.

Tabell 11 Jämförelse av trafikarbete mellan nuläge och samlastat läge (877 km)

	Minskat trafikarbete jmf med samlastning (km)	Minskat trafikarbete jmf med samlastning (%)
Nuläge fyllnadsgrad 20–30%	2 059	70
Nuläge fyllnadsgrad 30–40%	1 683	66
Nuläge fyllnadsgrad 40–50%	1 351	61
Nuläge fyllnadsgrad 50–60%	1 006	53
Nuläge fyllnadsgrad 60–70%	786	47
Nuläge fyllnadsgrad 70–80%	598	41
Nuläge fyllnadsgrad 80–90%	491	36
Nuläge fyllnadsgrad 90–100%	418	32

5.2.5. Olofström

Simuleringar i Olofström kommun visar att en samlastning ger ett trafikarbete på 257 kilometer för totalt 173 adresspunkter. Detta skall jämföras med simuleringar för nuläget i Tabell 12, som är uppdelat per varje tiotal procent med variation från 792 kilometer för lägst fyllnadsgrad (20–30 procent) till 431 kilometer för högst fyllnadsgrad (90–100 procent), en skillnad 45,5 procent i antal fordonskilometer. Notera att detta är fiktiva kilometer, men visar på en inbördes relation mellan olika fyllnadsgrad som kan räknas om till minskad miljöbelastning.

Tabell 12 Trafikarbete med varierande fyllnadsgrad i nuläget, Olofströms kommun.

OLOFSTRÖM - nuläge									
	Antal adresspunkter	Fyllnadsgrad 20–30%	Fyllnadsgrad 30–40%	Fyllnadsgrad 40–50%	Fyllnadsgrad 50–60%	Fyllnadsgrad 60–70%	Fyllnadsgrad 70–80%	Fyllnadsgrad 80–90%	Fyllnadsgrad 90–100%
Transportör 1	18 st	98 km	76 km	63 km	57 km	53 km	51 km	48 km	46 km
Transportör 2	18 st	96 km	81 km	73 km	61 km	52 km	49 km	47 km	45 km
Transportör 3	18 st	103 km	82 km	76 km	69 km	64 km	58 km	52 km	50 km
Transportör 4	17 st	64 km	61 km	59 km	53 km	47 km	45 km	44 km	41 km
Transportör 5	17 st	99 km	89 km	77 km	72 km	68 km	63 km	54 km	52 km
Transportör 6	17 st	85 km	70 km	65 km	58 km	51 km	49 km	48 km	47 km
Transportör 7	17 st	86 km	76 km	71 km	62 km	54 km	52 km	50 km	48 km
Transportör 8	17 st	51 km	48 km	45 km	43 km	40 km	38 km	37 km	36 km
Transportör 9	17 st	65 km	61 km	58 km	54 km	49 km	48 km	46 km	44 km
Transportör 10	17 st	45 km	42 km	39 km	35 km	30 km	26 km	24 km	22 km
Totalt	173 st	792 km	686 km	626 km	564 km	508 km	479 km	450 km	431 km

Tabell 13 visar att vid en genomsnittlig fyllnadsgrad på 40–50 procent i nuläget så ökar trafikarbetet med 59 procent jämfört med ett samlastat transportnätverk, eller omvänt, miljöbelastning minskar med 59 procent vid samlastning. Med en fyllnadsgrad på 20–30 procent är skillnaden 68 procent jämfört med ett samlastat läge.

Tabell 13 Jämförelse av trafikarbete mellan nuläge och samlastat läge (257 km)

	Minskat trafikarbete jmf med samlastning (km)	Minskat trafikarbete jmf med samlastning (%)
Nuläge fyllnadsgrad 20–30%	535	68
Nuläge fyllnadsgrad 30–40%	429	63
Nuläge fyllnadsgrad 40–50%	369	59
Nuläge fyllnadsgrad 50–60%	307	54
Nuläge fyllnadsgrad 60–70%	-251	49
Nuläge fyllnadsgrad 70–80%	222	46
Nuläge fyllnadsgrad 80–90%	193	43
Nuläge fyllnadsgrad 90–100%	174	40

5.2.6. Sölvesborg

Simuleringar i Olofström kommun visar att en samlastning ger ett trafikarbete på 416 kilometer för totalt 178 adresspunkter. Detta skall jämföras med simuleringar för nuläget i Tabell 14, som är uppdelat per varje tiotal procent med variation från 1 328 kilometer för lägst fyllnadsgrad (20–30 procent) till 639 kilometer för högst fyllnadsgrad (90–100 procent), en skillnad 51,8 procent i antal fordonskilometer. Notera att detta är fiktiva kilometer, men visar på en inbördes relation mellan olika fyllnadsgrad som kan räknas om till minskad miljöbelastning.

Tabell 14 Trafikarbete med varierande fyllnadsgrad i nuläget, Olofströms kommun.

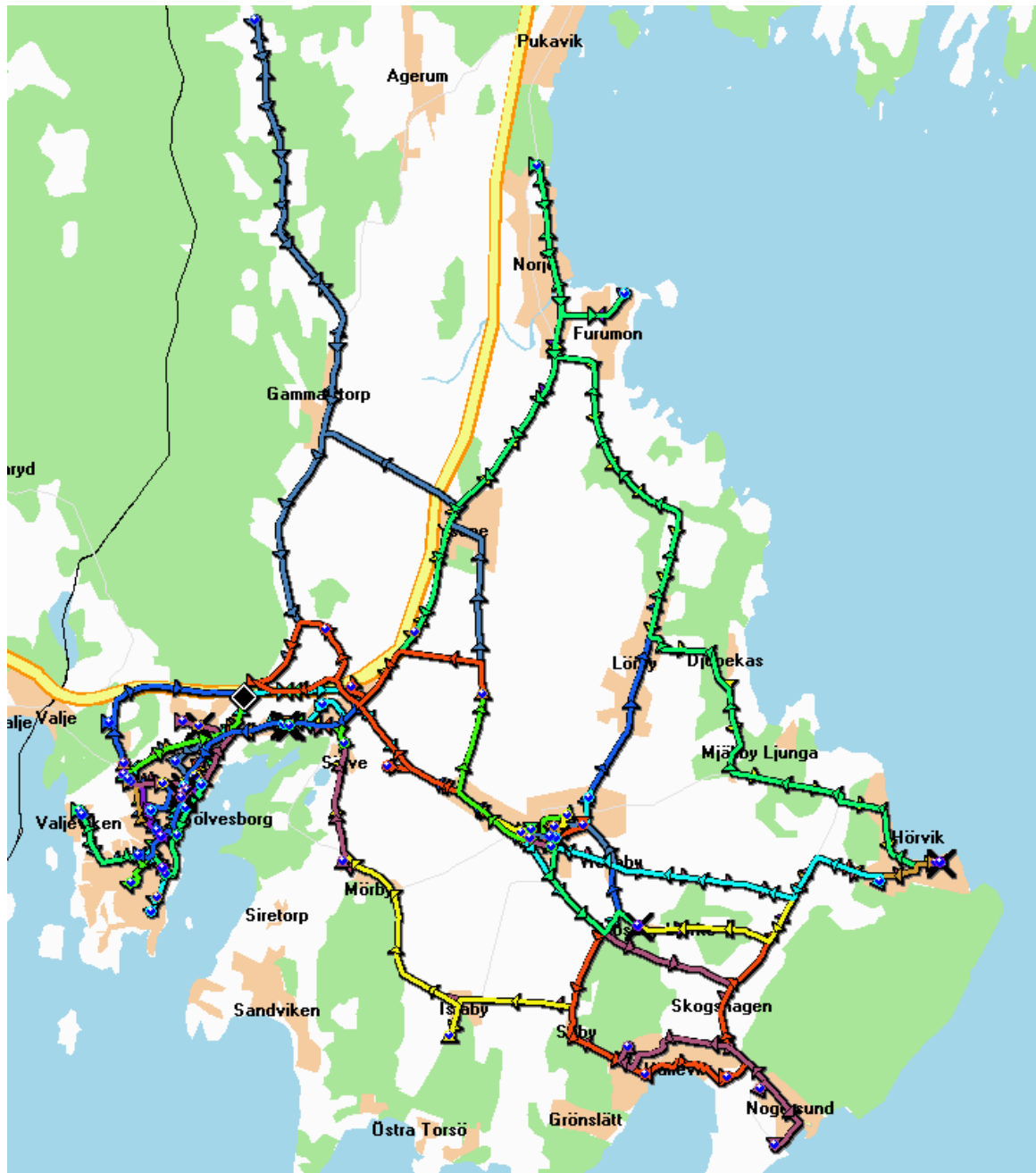
SÖLVESBORG - nuläge									
	Antal adresspunkter	Fyllnadsgrad 20–30%	Fyllnadsgrad 30–40%	Fyllnadsgrad 40–50%	Fyllnadsgrad 50–60%	Fyllnadsgrad 60–70%	Fyllnadsgrad 70–80%	Fyllnadsgrad 80–90%	Fyllnadsgrad 90–100%
Transportör 1	18 st	136 km	105 km	88 km	77 km	68 km	66 km	65 km	64 km
Transportör 2	18 st	113 km	102 km	87 km	74 km	68 km	58 km	57 km	57 km
Transportör 3	18 st	132 km	114 km	91 km	84 km	68 km	65 km	63 km	60 km
Transportör 4	18 st	120 km	109 km	86 km	83 km	72 km	61 km	56 km	55 km
Transportör 5	18 st	147 km	119 km	114 km	93 km	88 km	81 km	77 km	75 km
Transportör 6	18 st	124 km	103 km	86 km	81 km	73 km	60 km	60 km	56 km
Transportör 7	18 st	132 km	118 km	94 km	91 km	75 km	73 km	70 km	69 km
Transportör 8	18 st	145 km	115 km	90 km	86 km	75 km	68 km	63 km	62 km
Transportör 9	17 st	140 km	113 km	100 km	98 km	82 km	78 km	76 km	76 km
Transportör 10	17 st	139 km	112 km	103 km	88 km	74 km	70 km	67 km	65 km
Totalt	178 st	1328 km	1110 km	939 km	855 km	743 km	680 km	654 km	639 km

Tabell 15 visar att vid en genomsnittlig fyllnadsgrad på 40–50 procent i nuläget så ökar trafikarbetet med 56 procent jämfört med ett samlastat transportnätverk, eller omvänt, miljöbelastning minskar med 56 procent vid samlastning. Med en fyllnadsgrad på 20–30 procent är skillnaden 69 procent jämfört med ett samlastat läge.

Tabell 15 Jämförelse av trafikarbete mellan nuläge och samlastat läge (416 km)

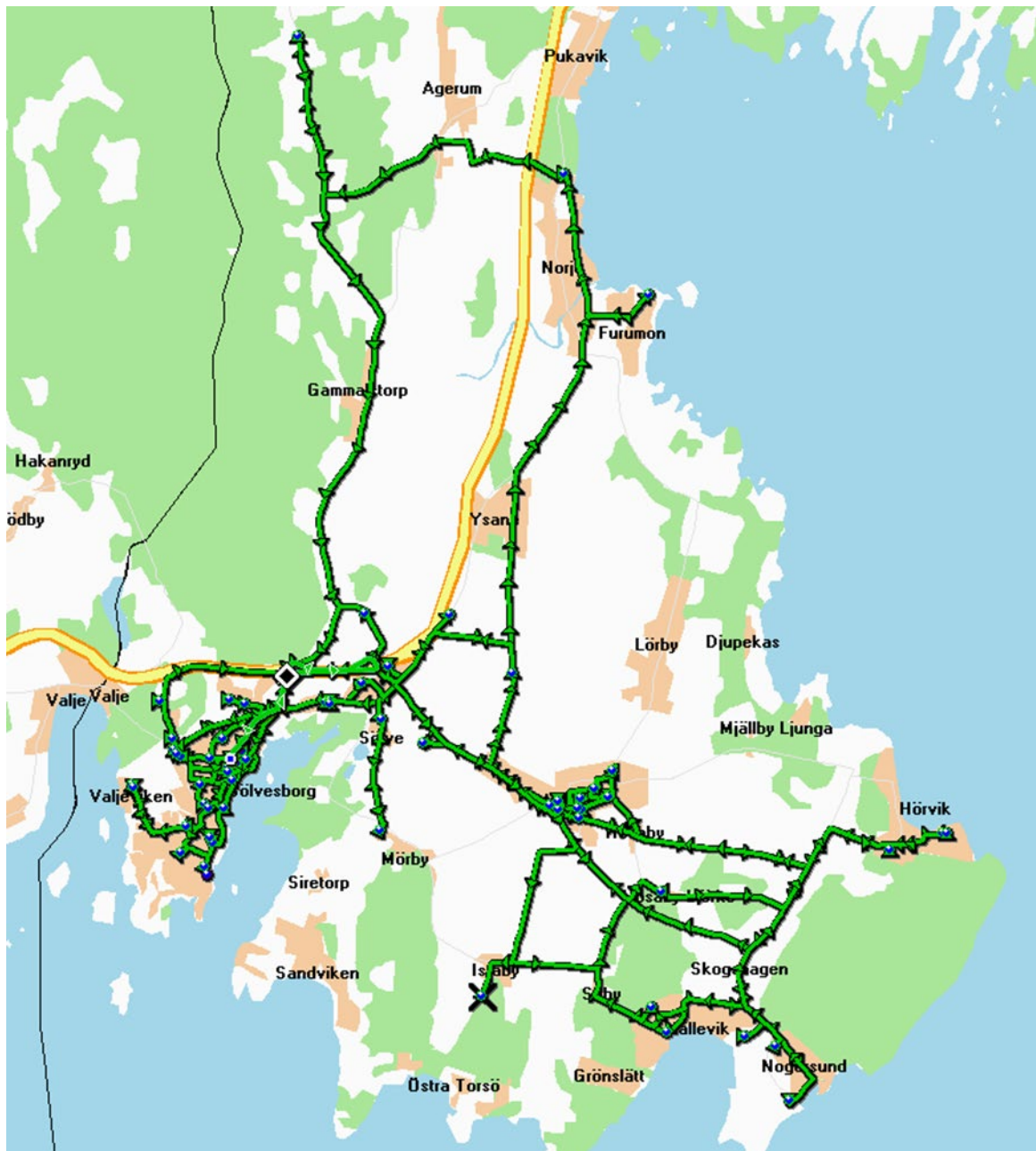
	Minskat trafikarbete jmf med samlastning (km)	Minskat trafikarbete jmf med samlastning (%)
Nuläge fyllnadsgrad 20–30%	912	69
Nuläge fyllnadsgrad 30–40%	694	63
Nuläge fyllnadsgrad 40–50%	523	56
Nuläge fyllnadsgrad 50–60%	439	51
Nuläge fyllnadsgrad 60–70%	327	44
Nuläge fyllnadsgrad 70–80%	264	39
Nuläge fyllnadsgrad 80–90%	238	36
Nuläge fyllnadsgrad 90–100%	223	35

Det går även att visualisera körrutter för nuläge och samlastning med hjälp av ruttoptimeringsprogramvaran. Att notera är att fordon kan trafikera samma vägsegment flera gånger i en körrutt vilket inte visas i kartbilden. Körrutter är uppbyggda som loopar, vilket innebär att fordonet utgår och återvänder till samma terminal, eftersom det krävs en terminal för rangering och omlastning av gods från flera transportnätverk och varuägare. Det är också omlastningen som gör att endast parti- och styckegods lämpar sig för samordnade varuleveranser.



Figur 7 Kartbild över vägnätet med körrutter vid nuläget med 10 transportörer (källa: Win-Route).

Figur 7 visar en kartbild som visualiserar var i vägnätet fordonsrörelser sker i nuläget. Varje färg symboliserar en transportör med utgångspunkt från en terminal (markerad med en rektangel) vid E22 norr om Sölvesborgs tätort som fordons körrutter utgår och återvänder till.



Figur 8 Kartbild över vägnätet med körrutter vid samlastning (källa: WinRoute).

Figur 8 visar samma kartbild som visualiserar var i vägnätet fordonsrörelser sker vid samlastning, med utgångspunkt från samma terminal norr om Sölvesborg. Skillnaden mellan kartbilderna är att körrutter blir mer geografiskt koncentrerade vid samlastning avhängigt högre fyllnadsgrad, vilket innebär färre och kortare matarsträckor till första adresspunkt i varje körrutt.

5.2.7. Region Blekinge

Genom att addera simuleringsresultat från nuläge och samlastning har en potential för hela Blekinge län skapats. Analogt med resultaten i kommunerna så visar resultat samlastning positiva effekter gällande minskat trafikarbete oberoende fyllnadsgrad. Trafikarbete för hela länet var i simuleringen 4 581 kilometer för totalt 1 939 adresspunkter. Notera att det är simulerade (fiktiva) kilometer.

I Tabell 16 visas simuleringar för nuläget för hela region Blekinge, uppdelat per varje tiotal procent med variation från 15 925 kilometer för lägst fyllnadsgrad (20–30 procent) till 6 960 kilometer för högst fyllnadsgrad (90–100 procent), en skillnad 56,2 procent i antal fordonskilometer.

Tabell 16 Nuläge; totalt trafikarbete med varierande fyllnadsgrad.

Region Blekinge - nuläge									
	Antal adresspunkter	Fyllnadsgrad 20–30%	Fyllnadsgrad 30–40%	Fyllnadsgrad 40–50%	Fyllnadsgrad 50–60%	Fyllnadsgrad 60–70%	Fyllnadsgrad 70–80%	Fyllnadsgrad 80–90%	Fyllnadsgrad 90–100%
Karlskrona	815 st	9 330 km	7 878 km	5 925 km	5 601 km	4 938 km	4 414 km	4 102 km	3 793 km
Ronneby	440 st	2 936 km	2 560 km	2 228 km	1 883 km	1 663 km	1 475 km	1 368 km	1 295 km
Olofström	173 st	792 km	686 km	626 km	564 km	508 km	479 km	450 km	431 km
Karlshamn	333 st	1539 km	1436 km	1284 km	1176 km	1056 km	980 km	869 km	802 km
Sölvesborg	178 st	1328 km	1110 km	939 km	855 km	743 km	680 km	654 km	639 km
Totalt	1 939 st	15 925 km	13 670 km	11 002 km	10 079 km	8 908 km	8 028 km	7 443 km	6 960 km

I Tabell 17 görs samma jämförelse som i varje enskild kommun mellan nuläge och ett samlastat läge. Vid en genomsnittlig fyllnadsgrad på 40–50 procent i nuläget så ökar trafikarbetet med 56 procent jämfört med ett samlastat transportnätverk, eller omvänt, miljöbelastning minskar med 56 procent vid samlastning. Med en fyllnadsgrad på 20–30 procent är skillnaden 70 procent jämfört med ett samlastat läge.

Tabell 17 Jämförelse av trafikarbete mellan nuläge och samlastat läge (4 581 km)

	Minskat trafikarbete jmf med samlastning (km)	Minskat trafikarbete jmf med samlastning (%)
Nuläge fyllnadsgrad 20–30%	11 074	70
Nuläge fyllnadsgrad 30–40%	8 819	65
Nuläge fyllnadsgrad 40–50%	6 151	56
Nuläge fyllnadsgrad 50–60%	5 228	52
Nuläge fyllnadsgrad 60–70%	4 057	46
Nuläge fyllnadsgrad 70–80%	3 177	40
Nuläge fyllnadsgrad 80–90%	2 592	35
Nuläge fyllnadsgrad 90–100%	2 109	30

5.3. Scenario 2 – Multipla terminaler

I scenario 2 har en simulering genomförts för att visa effekten av trafikarbetet när fler terminaler nyttjas för samlastning. Lokaliseringen av fyra fiktiva terminaler visas i Figur 9.



Figur 9 Kartbild över fiktiva terminalers lokalisering i Karlshamns kommun (källa: WinRoute).

Resultatet visas i Tabell 18. Fler terminaler minskar trafikarbete, exempelvis minskar trafikarbetet med 31 procent vid fyra aktiva terminaler. Förklaringen är att körrutter från resp. terminal blir mer geografiskt koncentrerade med genomsnittligt kortare matarsträckor till första adresspunkt i varje körrutt. Det ska dock noteras att resultatet inte tar hänsyn till eventuellt ökning/minskning av trafikarbete för inleveranser till terminalen, dvs. matarsträckor.

Tabell 18 Trafikarbete avhängigt antal terminaler i Karlshamns kommun vid samlastning

	1 terminal	2 terminaler	3 terminaler	4 terminaler
Antal terminaler per simulering	3	1, 3	1, 2, 3	1, 2, 3, 4
Trafikarbete (km)	556	510	412	382
Differens jmf. 1 central (km)	-	-46	-144	-174
Differens jmf. 1 central (%)	-	-8	-26	-31

5.4. Scenario 3 – Analys av antal transportörer

I scenario 3 har ytterligare en känslighetsanalys skapats med hänsyn till antalet transportörer för nuläget i Karlshamns kommun. Fyllnadsgraden i bilarna är den samma i samtliga simuleringar med 333 adresspunkter som utgångspunkt, dvs. samma data som i scenario 1 och 2. 10 transportörer utgör utgångsläge vilket generar ett fiktivt trafikarbete (antal fordonskilometer) på 802 kilometer, se Tabell 19. Vid exempelvis tre transportörer, sjunker trafikarbete med 23 procent till 615 kilometer. Motsatt effekt uppstår när antalet transportörer ökar till 20, då trafikarbetet ökar med 18 procent.

Tabell 19 Hur antalet transportörer påverkar trafikarbetet i Karlshamns kommun

Transportör	20 Transportörer		10 Transportörer		5 Transportörer		3 Transportörer		1 Transportör	
	Adresspunkter (st)	Trafikarbete (km)	Adresspunkter (st)	Trafikarbete (km)	Adresspunkter (st)	Trafikarbete (km)	Adresspunkter (st)	Trafikarbete (km)	Adresspunkter (st)	Trafikarbete (km)
1	17	47	34	89	68	180	112	224	333	556
2	17	55	34	89	67	154	109	200	-	-
3	17	35	34	93	66	143	112	191	-	-
4	17	76	33	65	66	125	-	-	-	-
5	17	47	33	100	66	119	-	-	-	-
6	17	63	33	63	-	-	-	-	-	-
7	17	34	33	75	-	-	-	-	-	-
8	16	48	33	68	-	-	-	-	-	-
9	17	47	33	91	-	-	-	-	-	-
10	16	58	33	69	-	-	-	-	-	-
11	17	35	-	-	-	-	-	-	-	-
12	16	51	-	-	-	-	-	-	-	-
13	17	47	-	-	-	-	-	-	-	-
14	16	43	-	-	-	-	-	-	-	-
15	17	33	-	-	-	-	-	-	-	-
16	16	42	-	-	-	-	-	-	-	-
17	17	37	-	-	-	-	-	-	-	-
18	16	62	-	-	-	-	-	-	-	-
19	17	45	-	-	-	-	-	-	-	-
20	16	41	-	-	-	-	-	-	-	-
Totalt	333	946	333	802	333	721	333	615	333	556

Tabell 20 visar på betydande skillnader mellan antalet transporter där sambandet visualiserats för trafikarbete i Sölvesborgs kommun med körrutter i nuläget med 10 transportörer (Figur 7) och körrutter vid samlastning med en transportör (Figur 8).

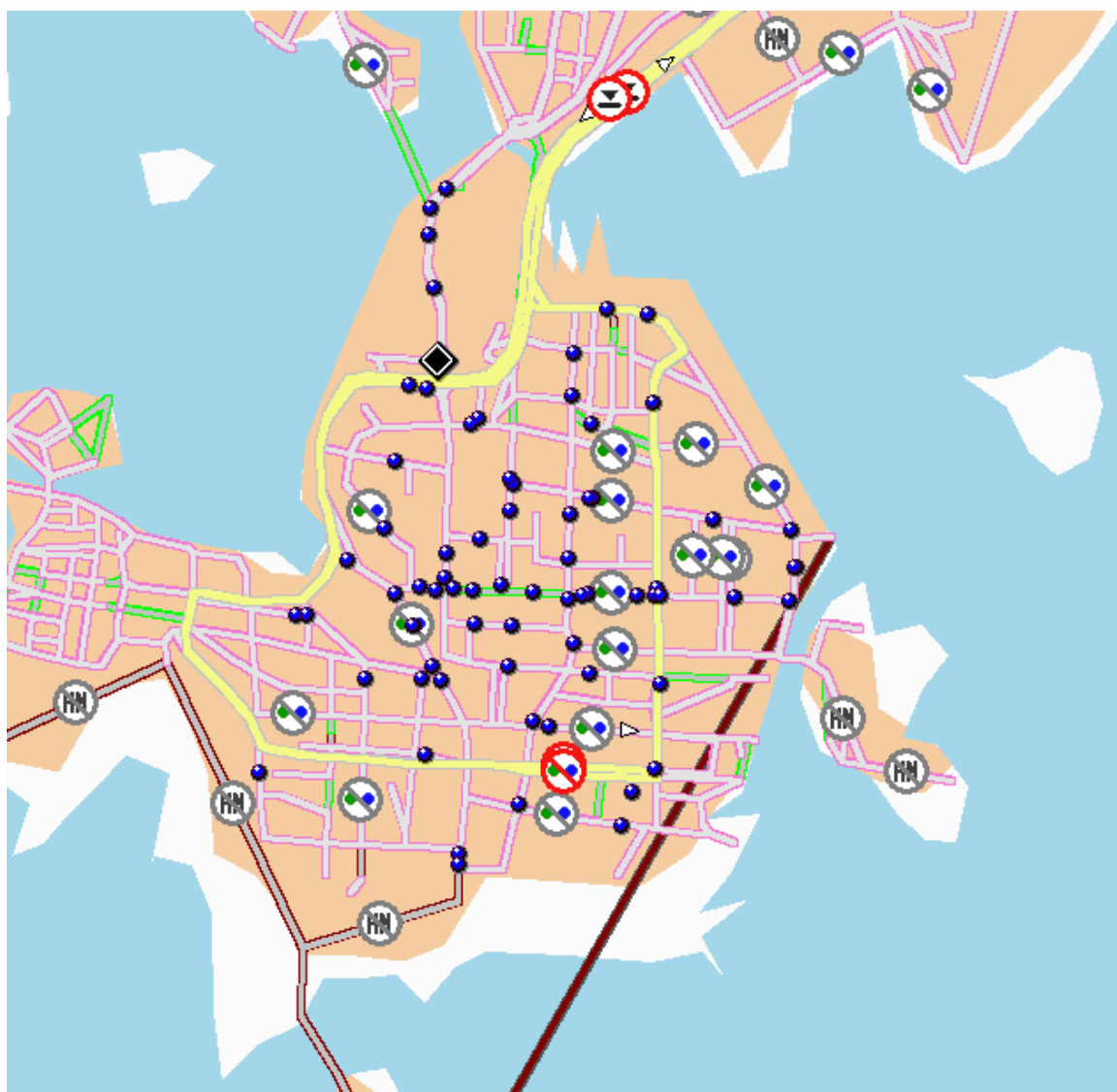
Det skall framhållas att med en transportör så sker det med multipla körrutter, men skillnaden härleds till fyllnadsgraden som vid samlastning antas vara 90–100 procent, jämfört med 10 transportörer med en fyllnadsgrad på 40–50 procent. Förklaringen är som redan nämnts, det blir mer geografiskt koncentrerade körrutter vid färre antal transportörer och kortare matarsträckor till första adresspunkt, vilket medför ett lägre trafikarbete och därmed minskad miljöbelastning.

Tabell 20 Variation i trafikarbete avhängigt antal transportörer i Karlshamns kommun.

	Skillnad i trafikarbete (km)	Skillnad i trafikarbete (%)
20 Transportörer	+225	+18
10 Transportörer	-	-
5 Transportörer	-81	-10
3 Transportörer	-187	-23
1 Transportör	-246	-30

5.5. Scenario 4 – Mindre fordon för samlastning område Trossö, Karlskrona tätort

I den fjärde simuleringen återfinns 1 061 adresspunkter med en godsvolym av 0,5 EUR-pallar per adresspunkt vilket kan hanteras av olika fordon, från elfordon, lätta lastbilar till distribution med tunga fordon med skåp. Mass-faktorn (geokodad adress tillsammans med godsvolym) är den samma som tidigare, men för att kunna simulera med fordon med lägre lastkapacitet behöver mass-faktorn segmenteras ner till 0,5 EUR-pallar eller 1 rullcontainer.



Figur 10 Adresspunkternas lokalisering vid samlastning på Trossö (källa: WinRoute).

I kartbilden i Figur 10 återfinns adresspunkternas lokalisering samt omlastningsterminalens placering, rektangeln i närheten av centralstationen i norra delen av Trossö, Karlskrona tätort. Resultatet av simuleringar återfinns i Diagram 2 samt Tabell 21. Det går tydligt att se att ju mindre fordon (minskad lastkapacitet) ökar trafikarbetet och antalet turer för omlastning exponentiellt.

Tabell 21 Trafikarbete avhängigt fordonets lastkapacitet vid samlastning på Trossö, Karlskrona tätort.

Fordonets lastkapacitet	Ökat trafikarbete (km)	Ökat trafikarbete (%)	Ökat antal körturer (st)	Ökat antal turer (%)
2 EU-pall	+344	+649%	+234	+731%
4 EU-pall	+159	+300%	+103	+322%
6 EU-pall	+100	+189%	+59	+184%
8 EU-pall	+61	+115%	+37	+116%
10 EU-pall	+40	+75%	+25	+78%
12 EU-pall	+28	+53%	+14	+44%
14 EU-pall	+12	+23%	+9	+28%
16 EU-pall	+6	+11%	+4	+13%
18 EU-pall	-	-	-	-

Relationen mellan fordon som tar 2 EUR-pall och en distributionsbil med skåp som tar 18 EUR-pall är anmärkningsvärd. Trafikarbete ökar med 649 procent och antal körturer som krävs med 731 procent. Det innebär att en gängse distributionsbil är 7 till 8 gånger effektivare jämfört med mindre fordon som framhålls inom citylogistik som den framtida lösningen på minskad miljöbelastning i urbana områden (Quack et al., 2014). Förhållandet visas även i diagramform i Diagram 1, där det är först efter en lastkapacitet på 8–10 EUR-pall som kurvan börja plana ut. Noterbart är att lätta lastbilar klarar högst 3–4 EUR-pall, lätta lastbilar har en max-vikt på 900 kg för transporterat gods.

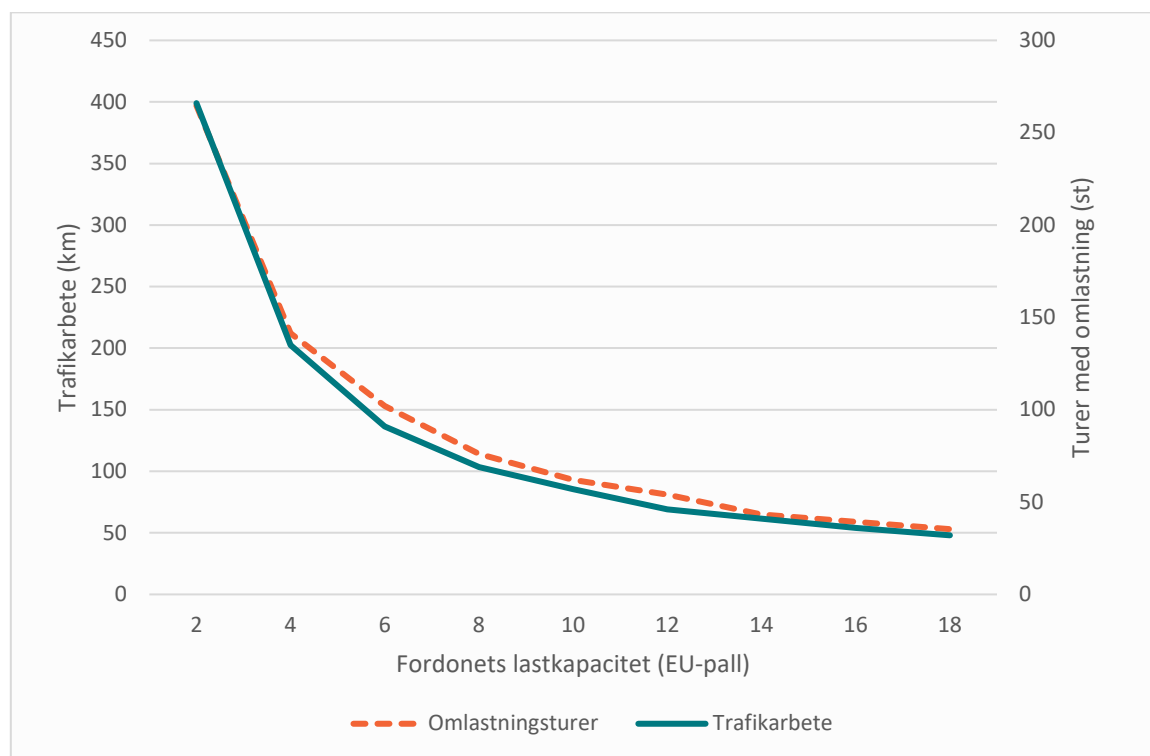


Diagram 1 Förhållandet mellan trafikarbete och antal körturer avhängigt fordonets lastkapacitet för distribution på Trossö, Karlskrona tätort.

6. Analyser

6.1. Utvärdering av metod

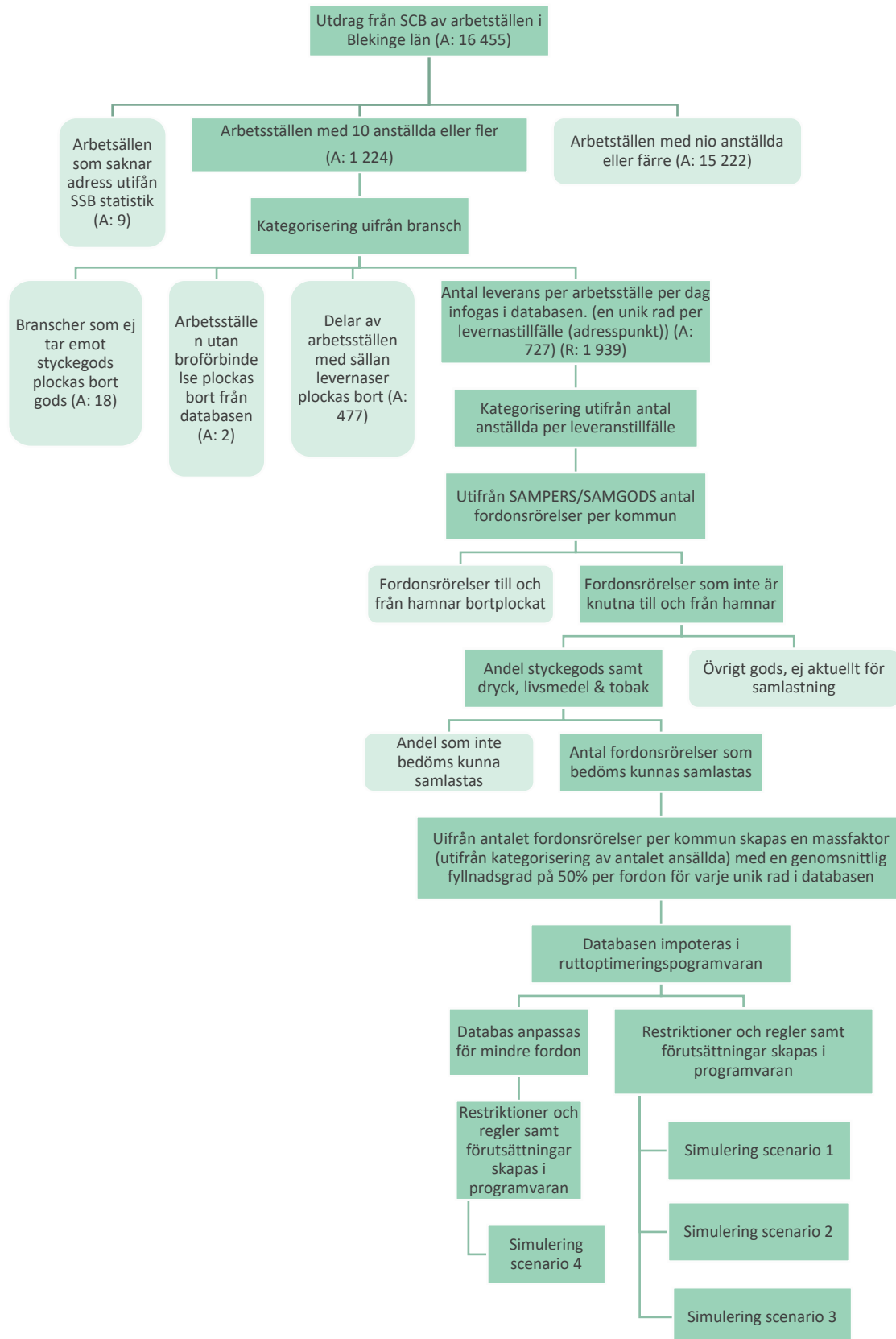
Uppdraget har varit att utreda potentialen för att minska trafikarbete vid godstransporter genom samlastning som en lösning som kan bidra till ett framtida mer hållbart transportsystem för Blekinge (region och kommuner) och med möjlighet att skalas upp till nationell nivå. För syftet skapades en modell som sammanfattas i Figur 11 med ett flödesschema från datakällor – trafikflödesdata från Trafikverket, branschstatik över antal anställda på arbetsplatser och makrodata över fordonsrörelser – till simuleringar, resultat och analys. Den empiriska delen utgörs av simuleringar av samtliga fordonsrörelser för godstransporter på väg i Blekinge.

Flödesschemat följer den övergripande modellen med fyra delar som presenterades i kapitel 4 och återges i Figur 3. Flödesschemat är uppbyggt från att vid varje nivå vertikalt från toppen och neråt, görs ett antal val som sätter ramarna för simuleringar genom att definiera antal fordon, vilka adresspunkter som fordonen levererar till och vilka fordonsrörelser som är lämpliga för samlastning. Centralt för simuleringar var att skapa en mass-faktor, hur stor volym som levereras till varje adresspunkt, vilket kan relateras till fordons fyllnadsgrad och därmed det totala trafikarbetet för varje enskild simulering (i varje kommun gjordes tiotalet simuleringar med olika fyllnadsgrader och för samlastning)

Ansatsen är på inget vis ny. Metoden som används i studien utvecklades inom ramen för kommunal samordnad varudistribution som central i en kostnads-nyttoanalys som beslutsunderlag för kommuner som utreder frågan eller fattat beslut att införa samordnad varudistribution (se kapitel 4.7). En abstraktion från verkligheten är att utgå från en fiktiv terminal i både nuläge och samdistribution vilket kan härledas till att körrutter sker som en loop från en terminal vid distribution av parti- och styckegods lämpligt för samlastning. En fysisk terminal utgör ett krav vid konsolidering av gods, dvs. det krävs en gemensam terminal för att rangera och samlasta gods från olika transportnätverk med distribution i ett fordon för att optimera fyllnadsgraden.

Metoden bygger på att kunna mäta och jämföra trafikarbetet utifrån konstanta (gemensamma) förutsättningar. I modellen är geografin statisk, dvs. konstant över tiden vilket betyder att samma leveransadresser används för att mäta trafikarbete med olika förutsättningar i resp. affärsmodell. På samma sätt är trafikarbetet konstant vid vägval med hastigheter och körrestriktioner där ruttoptimering blir synonymt med lastoptimering (fordonens fyllnadsgrad) för dimensionering och planering av trafikarbetet. Det som ändras är affärsmodell, att godset samlastas till ett gemensamt fordon med (implicit) optimerad fyllnadsgrad.

En relevant fråga i sammanhanget är om studien har generell applicerbarhet eller om den utgör en unik situation genom den modell för insamling av data som presenterades i föregående avsnitt. För att besvara frågan görs en distinktion mellan IT-verktyget för ruttoptimering och den information som används vid digital planering, där indatat är det centrala i analysen. Genom metodiskt stringenta analyser med simuleringar i två delar – först återskapas ett nuläge för det samlade trafikarbetet under en dag, därefter används samma ingående parametrar i en simulering med ruttoptimering vilket ger en jämförelse mellan två affärsmodeller – kan optimeringspotentialen valideras för en ökad samlastning av gods.



Figur 11 Flödesschema för modell från ursprungsdata till simuleringar och resultat.

6.2. Resultat

Skillnaden i resultatet för simuleringar av ett nuläge resp. samdistribution i kommuner och region Blekinge totalt, har sammanställts i Tabell 22. Den totala besparingen i trafikarbete är 56 procent, mer än en halvering av det totala antalet fordonskilometer för godstransporter med parti- och styckegods lämpliga för samlastning. Här skall poängteras att det är fiktiva värden för trafikarbete (antal fordonskilometer) baserade på de antaganden som gjorts i modellen i Figur 11. Däremot är procentsatser (relationen mellan de två simuleringar) korrekt, vilket (implicit) skulle innebära att miljöbesparingen är densamma i procent (dock en fiktiv besparing av CO₂).

Tabell 22 Jämförelse totalt trafikarbete för nuläge resp. samlastning.

Kommun	Adresspunkter	Trafikarbete nuläge fyllnadsgrad 40-50%	Trafikarbete (km) samlasning	Skillnad i procent
Karlskrona	815	5 925	2 745	(+) 54 %
Ronneby	440	2 228	877	(+) 61 %
Olofström	173	626	257	(+) 59 %
Karlshamn	333	1 284	556	(+) 57 %
Sölvesborg	178	939	416	(+) 56 %
Totalt Blekinge	1 939	11 002	4 851	(+) 56 %

Det mest anmärkningsvärde är att samlastning generellt oavsett fyllnadsgrad vid nuläget påvisar positiva effekter gällande trafikarbete. Trafikarbetet skiljer sig dock åt mellan kommuner beroende på invånarantal och näringslivsstruktur, men där besparingen mellan nuläge och samlastning ligger i häradet 54 till 61 procent, med ett genomsnitt för Bleking län på 56 procent minskat trafikarbete. Utgångspunkt var en genomsnittlig fyllnadsgrad på 40–50 procent (vilket redovisas i Tabell 21), men om fyllnadsgraden minskar till 20–30 procent så ökar antalet fordonskilometer. Motsatt ökar fyllnadsgraden minskar trafikarbetet, där skillnader för simuleringar för varje procentsats (totalt procent) för nuläget har visats för varje kommun i tabellform.

Dyker man djupare ner i trafikarbetet med simuleringar för varje kommun (Scenario 1) så ökar trafikarbete exponentiellt när fyllnadsgraden minskar i fordonen. Diagram 2 visar förhållandet i nuläget mellan trafikarbete och fyllnadsgrad i Sölvesborgs kommun. Det finns ett direkt samband mellan fyllnadsgrad och transporteffektivt trafikarbete även vid affärsmodellen fri leverans. Resultat av studien pekar på att åtgärder som ökar fyllnadsgraden i fordonen är av primär betydelse för framtida hållbara godstransporter.

Nya affärsmodeller, beteendeförändringar i marknaden och (med all säkerhet) mer stringenta styrmedel och regelverk som leder mot samlastning och ökad fyllnadsgrad i fordonen, kommer krävas för att påskynda och samordna en omställning till konkurrenskraftiga, fossilfria och hållbara transporter på lokal och regional nivå. Det är därför anmärkningsvärt att inte mer FoU-arbete riktas mot innovationer inom godstransportsektorn, utan att fokus från statliga och myndigheters finansiering utgår från en teknokratisk syn på FoU-arbetet med fokus på utveckling av fordonsflottan med elektrifiering och fossilfria drivmedel.

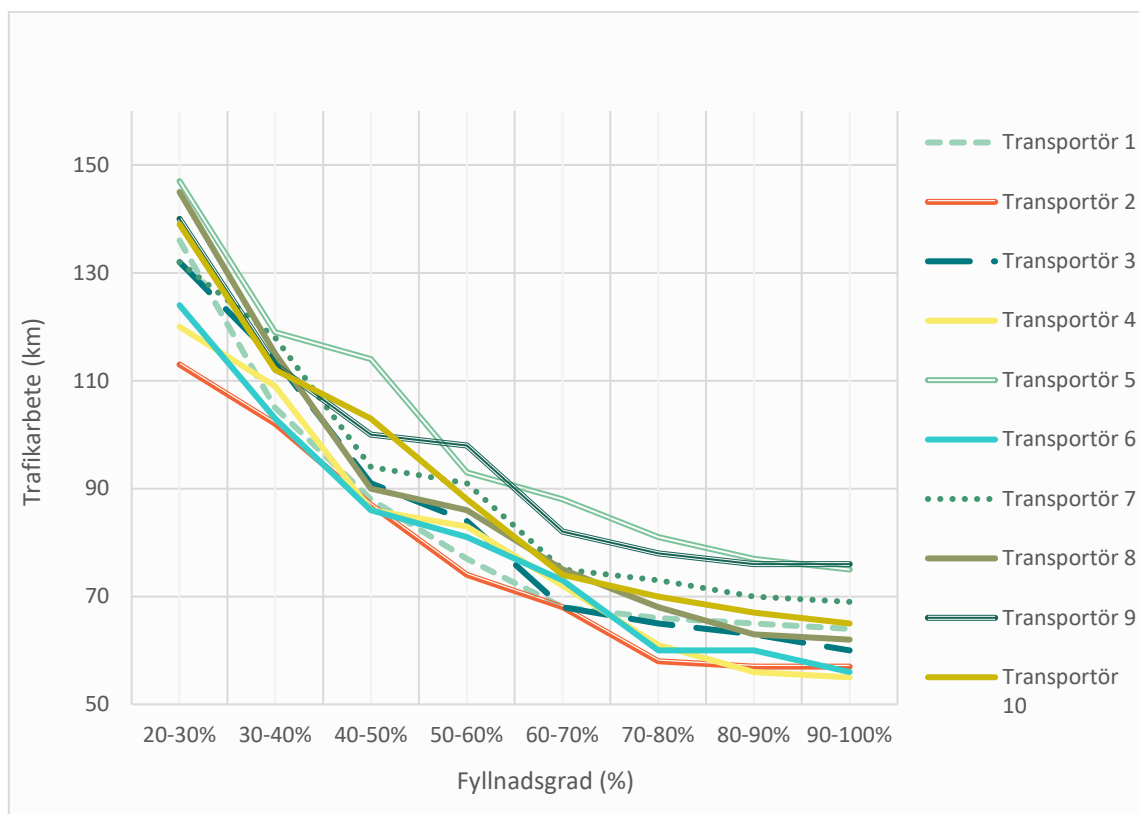


Diagram 2 Förhållandet mellan fyllnadsgrad och trafikarbete i nuläget i Sölvesborgs kommun med 10 transportörer.

I Scenario 2 redovisas hur multipla terminaler i en kommun påverkar samlastningen. Att utgå från fler terminaler jämfört med en i redovisad samlastningssimulering i resp. kommun, ger ett lägre trafikarbete. Det kommer sig att körrutter blir mer geografiskt koncentrerade i respektive terminals upptagningsområde. Dock, vid fler terminaler ökar matarsträckor till terminaler och det sker omlastningar på fler ställen, där omlastning med rangering av gods utgör en direkt kostnad, dvs. för ett transportföretag som driver en terminal utgör terminalen en direkt kostnad.

I Scenario 3 undersöks hur antal fordon påverkar transporteffektiviteten. Vid 10 transportörer som utgör nuläget i studien genererade ett fiktivt trafikarbete (antal fordonskilometer) på 802 kilometer (se Tabell 19). Vid exempelvis tre transportörer, sjunker trafikarbete med 23 procent till 615 kilometer. Motsatt effekt uppstår när antalet transportörer ökar till 20, då trafikarbetet ökar till 1 200 kilometer. Förklaringen är att det blir mer geografiskt koncentrerade körrutter vid färre antal transportörer och kortare matarsträckor till första adresspunkt, vilket medför ett lägre trafikarbete och därmed minskad miljöbelastning.

Samma sak gäller när fordonens lastkapacitet ökar i Scenario 4, eller tvärtom, att använda fordon med betydligt lägre lastkapacitet ökar trafikarbete exponentiellt. Det finns brytpunkt vid en lastkapacitet på 8–10 EUR-pallar, dock det utesluter lätta lastbilar som är det fordonsegment som ökat mest och fördubblats i antal under 2000-talet, medan antal tunga fordon varit relativt konstant med en vagnpark kring eller något över 80 000 fordon.

7. Nästa steg

7.1. En backcasting studie

Studien visar på en möjlighet (samlastning) att påverka framtida godstransporter mot ett mer hållbart transportsystem i Blekinge. Dock, kärnfrågan är hur pass sannolikt är det att aktörer involverade i transportsystemet kommer att genomföra nödvändiga förändringar i affärsmodeller och myndighetsutövning. Ett nästa steg utgör således en frågeställning hur transportköpare, förmedlingsföretag, transportörer och myndigheter på olika nivåer, kan involveras i ett omställningsarbete för mer hållbara godstransporter, samt vilka konsekvenser (utmaningar) ett sådant omställningsarbete skulle innebära för resp. aktör.

Komplexiteten med ett införande av samordnade varuleveranser bottenar i det faktum att den involverar större delen av region Blekinge/kommunernas näringsliv. En ökad samlastning som ett led i ett mer hållbart transportsystem innebär i praktiken att transportköpare (sändare och mottagare av gods) såväl som transportbranschen med vana att autonomt sköta transportplanering och den operativa driften, tvingas att förändra egna affärsmodeller i en överordnad systemlösning. Hur frågan blir avgörande för utfallet.

Att räkna in samhällsekonomiska vinster i ett företagsekonomiskt perspektiv, dvs. näringslivets affärsmodeller, är inte relevant inom det privata näringslivet eftersom ett företag är vinstdrivande och verksam på en öppen marknad med risk att gå i konkurs. För ett transportföretag är inte själva transporten det primära, dvs. att förflytta gods från A till B, utan primär målsättning är att generera en vinst som tryggar företagets framtida överlevnad (Stjärneku et al., 2013). I den bemärkelsen har företag (transportföretag) en annan agenda än myndigheter som också har att ta hänsyn till samhällsekonomiska vinster genom mer hållbara godstransporter.

För att en förändring skall vara företagsekonomiskt försvarbar behöver samhällsekonomiska vinster sättas i relation till miljömål och mål för social hållbarhet från myndighetssidan, något som hitintills inte utvärderats eller verkställs (Moen et al., 2020). En samlastning av gods är ett sådant exempel där avbetalningstiden har en tydlig koppling till mål med samhällsekonomiska nyttor men där ofta kortsiktigt företagsekonomiskt tänk prioriteras framför långsiktig hållbarhet.

Nyckelfrågan blir hur aktörer på nationell, regional, kommunal nivå, fastighetsägare, transportköpare, förmedlingsföretag av transporter och transportörer, ser på en sådan utveckling. Detta har aldrig kartlagts. Resultatet i föreliggande rapport kan ligga till grund för en backcasting studie över resultatet från modellen i Figur 10. Vad innebär det för aktörers affärsmodeller eller myndighetsövning, om som studien visar det krävs färre terminaler och färre fordon när samlastning tillämpas som affärsmodell för att nå en situation med mer hållbara godstransporter.

7.2. Frågebatteri

En backcasting studie för en förändrad situation med samlastning 2035 för ett mer hållbart transportsystem, skulle tillfråga aktörer hur det skulle påverka deras nuvarande affär (affärsmodell) alt. myndighetsutövning för offentlig sektor. En backcasting studie utvecklas som metod i två steg, det första med utgångspunkt från resultatet i föreliggande studie. Ett andra steg att

utveckla ett kvantifierbart frågebatteri med intervjuer till berörda aktörer, transportköpare, transportörer, fastighetsägare och myndigheter.

- Frågebatteri transportköpare/transportör/fastighetsägare
 - Scenario 1 hur påverkar samlastning din affär
 - Scenario 2 vilka förändringar hade du behövt vidta
- Myndigheter på olika nivåer
 - Behövs förändrat regelverk (lokala trafikföreskrifter)
 - Behövs förändra lagstiftning
 - Är myndigheter villiga att skjuta till skattemedel för en förändring

Några nyckelfrågor; Vad krävs för att säkerställa en ökad fyllnadsgrad i form av styrmedel eftersom marknaden inte lyckats på frivillig väg (läs: citylogistikprojekt). En annan fråga är terminallokaliseringar och hur (långa) matarsträckor påverkar miljöbelastning jämfört med lokala omlastningsterminaler för samlastning. En tredje fråga hur energiförbrukning vid mindre fordon (lätta lastbilar) ökar trafikarbetet och därmed påverkar både miljöbelastning och tillgängligheten för samtliga trafikslag – gångtrafikanter, cyklister, kollektivtrafiken, personbilar och godstransporter – i urbana miljöer.



8. Referenser

- Ahlbäck, A. (2012) *Estimating climate commitments in a triple helix context. The case of Climate Neutral Freight transports (KNEG)*. Transporteffektivitetsdagarna 2012-08-28. Göteborg: Lindholmen Science Park.
- Allen, J., Browne, M., Woodburn, A., Leonradi, J. (2012) The Role of Urban Consolidation Centres in Sustainable Freight. *Transport Reviews* 32 (4):473–490.
- Andersson, P., Melander, J. (2014) *Samordnad varudistribution. Jämförelse mellan två logistikmodeller med nuläget i Sundsvalls Stenstad*. Examensarbete 2014-06-10. Institutionen för informationsteknologi och medier. Sundsvall: Mittuniversitetet.
- Arvidsson, N., Woxenius, J., Lammgård, C. (2013) Review of Road Hauliers'. Measures for Increasing Transport Efficiency and Sustainability in Urban Freight Distribution. *Transport Reviews* 33 (1):107–127.
- Berglund, S., Renlund, E., Schéele, S. (2005) *Trafikalstringstal och trafikprognoser vid bebyggelseplanering*. Rapport på uppdrag av Vägverket. Stockholm: Inregia AB.
- Blinge M., Svensson. Å. (2006) *Miljöåtgärder för godstransporter – sammanställning av praktiska och teoretiska exempel*. Chalmers University of Technology, CPM Report 2006:5. Göteborg.
- Bodin, L. D., Levy, L. (1994) Commentary - Visualization in Vehicle Routing and Scheduling Problems. *ORSA Journal on Computing* 6 (3):261–269.
- Braic, D., Josephson, M., Stavenow, C., Wenström, E. (2012) *Strategisk offentlig upphandling*. Stockholm: Jure Förlag.
- Broman G.I., Robèrt K.-H. (2017) A framework for strategic sustainable development. *Journal of Cleaner Production* 140:17–31.
- Brundell-Freij, K., Hallberg, A., Pädam, S., Jonsson, L., Lindblom, H. (2015) *Kostnadseffektiv styrmedelsanvändning – en analys av olika vägar för att minska transporternas klimatpåverkan*. Rapport på uppdrag av Trafikverket 2015-10-30. Stockholm: WSP Analys & Strategi.
- Brynjolfsson, E., McAfee, A. (2012) *Race Against the Machine. How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*. Cambridge: MIT Sloan Management.
- Crainic, T. G., Laporte, G. (1997) Planning models for freight transportation. *European Journal of Operational Research* 97:409–438.
- Edwards, H., Vierth, I., Karlsson, R., Lindgren, H., Asplund, D. (2017) *Samgods och samhällsekonomiska kalkyler*. Rapport Dnr TRV 2016/80491. Borlänge: Trafikverket.
- Energimyndigheten (2013) *Energiindikatorer 2013. Uppföljning av Sveriges energipolitiska mål*. ER 2013:05. Stockholm
- Eriksson, J.R. (1996) Urban freight transport forecasting - an empirical approach. *Transactions on the Built Environment* 23:359–369.

EU-kommissionen (2011a) *Vitboken om EU:s framtida transportpolitik. Färdplan för ett gemensamt europeiskt transportområde – ett konkurrenskraftigt och resurseffektivt transportsystem*. Faktapromemoria 2010/11:FPM103. Näringsdepartementet 2011-05-06. Stockholm: Regeringskansliet.

EU-kommissionen (2011b) *Meddelande om en färdplan till 2050 på klimatområdet. Färdplan för ett konkurrenskraftigt utsläppsnålt samhälle 2050*. Faktapromemoria 2010/11: FPM116. Miljödepartementet 2011-05-25. Stockholm.

Ferrucci, F. (2013) *Pro-active Dynamic Vehicle Routing. Real-Time Control and Request-Forecasting Approaches to Improve Customer Service*. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag.

Gebresenbet, G., Nordmark, I., Bosona, T., Ljungberg, D. (2011) Potential for optimised food deliveries in and around Uppsala city, Sweden. *Journal of Transport Geography* 19:1456–1464.

George, G., Haas, M., Pentland, A. (2014) Big data and management. *Academy of Management Journal* 57 (2):321–326.

Golden, B., Raghaven, S., Wasil, E. (2010) *The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges*. New York: Springer Science & Business Media.

Hall, R. (2006) On the road to integration. *OR/MS Today* 33 (3):50–57.

Hammarlund, S., Isacson, S., Lindblom, H., Eliasson, Hunhammar, S. (2020) *Scenarier för att nå klimatmålet för inrikes transporter – ett regeringsuppdrag*. Publikation 2020:080. Borlänge: Trafikverket.

Hassall, K., Welsh, K., Qi, M. (2012) The beginnings of national e-freight portals in Australia, Asia and Europe. *International Journal of E-Business Management* 5 (1):33-47.

Hassall, K., Welsh, K. (2014) *Can e-freight marketplaces be successful? Fifteen years of experience from Australia*. Melbourne: Industrial-Logistics Institute.

Haugland, D., Ho, S. C., Laporte, G. (2007) Designing delivery districts for the vehicle routing problem with stochastic demands. *European Journal of Operational Research* 180:997–1010.

Kant, G., Jacks, M., Aantjes, C. (2008) Coca-Cola Enterprises Optimizes Vehicle Routes for Efficient Product Delivery. *Interfaces* 38 (1):40–50.

Kågesson, P. (2019) *Klimatmål på villovägar? En ESO-rapport om politiken för utsläppsminskningar i vägtrafiken*. Rapport till Expertgruppen för studier i offentlig ekonomi 2019:5. Finansdepartementet. Stockholm: Regeringskansliet.

Lammgård, C., Andersson, D., Sthyre, L. (2013) *Purchasing of transport services - A survey among major Swedish shippers*. Paper 52001. Göteborg: NOFOMA Conference.

Laporte, G. (2009) Fifty Years of Vehicle Routing. *Transportation Science* 43 (4): 408–416.

Lindholm, M. (2012) How local authority decision makers address freight transport in the urban areas. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 39:134–145. London: Elsevier Ltd.

Lindholm, M., Thorén, A., Widegren, C., Cederstav, F., Behrends, S., Billiger, M., Ranäng, S. Rendahl, A (2014) *Sendsmart - Slutrapport*. Göteborg: Lindholmen Science Park AB/Closer.

- Ljungberg, D., Gebresenbet, G., Eriksson, H. (2002) *SAMTRA - Samordning av godstransporter: Undersökning av möjligheter och hinder för samordnad varudistribution i centrala Uppsala*. SLU rapport 249, Institutionen för Lantbruksteknik. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Logistikforum (2011) *Framtidens citylogistik: Rapport från arbetsgruppen för citylogistik inom Logistikforum*. Näringsdepartementet. Stockholm: Regeringskansliet.
- Lumsden, K. (2006) *Logistikens grunder*. 2:a upplagan. Lund: Studentlitteratur.
- Mason, S.J., Ribera, P.M., Farris, J.A., Kirk, R.G. (2003) Integrating the warehousing and transportation functions of the supply chain. *Transportation Research Part E* 39:141–59.
- Mattson, S.-A. (2012) *Logistik i försörjningskedjor*. 2:a upplagan. Lund: Studentlitteratur.
- McAfee, A., Brynjolfsson, E. (2012) Big Data: The Management Revolution. *Harvard Business Review* 90:60–68.
- Moen, O., Waldenby, T. (2007) *Kravspecifikation för ruttoptimering*. Publikation 2007:59. Borlänge: Vägverket.
- Moen, O. (2013) *Samordnad varudistribution 2.0. Logistik i kommunens varuförsörjningskedja*. Lund: Studentlitteratur.
- Moen, O. (2014) Co-distribution of Municipal Goods in Sweden - Procurement from a New Standpoint. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 125:484–495. London: Elsevier Ltd.
- Moen, O. (2016) *Femstegsmodellen. Affärsmodell med ruttoptimering för ökad transporteffektivitet vid urbana godstransporter*. Publikation 2016:100. Borlänge: Trafikverket.
- Moen, O. (2017) Municipal co-distribution of goods – Business models, stakeholders and driving forces for change. In: (eds.) Taniguchi, E., Thompson, R.G. *City Logistics 1. New opportunities and Challenges*. 303-324. London: Wiley.
- Moen, O. (2019) The procurement process: A key to improved urban logistics efficiency. In (eds.) Browne, M., Behrends, S., Woxenius, J., Giuliano, G., Holguin-Veras, J. *Urban Logistics: Management, Policy and Innovation in a Rapidly Changing Environment*. 312–335. London: Kogan Page.
- Moen, O., Persson, C. (2020a) *Förstudie samordnad varudistribution. Godstransporters miljöbelastning vid varuleveranser inom Göteborgs stad*. Nationellt centrum för kommunal samordnad varudistribution. Rapport 2020:01. Växjö: Energikontor Sydost.
- Moen, O., Persson, C. (2020b) *Förstudie samordnad varudistribution. Kostnads-nyttoanalys för införande i Sundsvall, Timrå och Ånges kommuner*. Rapport 2020:03. Nationellt centrum för kommunal samordnad varudistribution. Växjö: Energi-kontor Sydost.
- Persson, C. (2020c) *Förstudie samordnad varudistribution. Kostnads-nyttoanalys för införande i Bengtsfors, Dals-Eds, Färgelanda, Melleruds och Åmåls kommuner*. Rapport 2020:07. Nationellt centrum för kommunal samordnad varudistribution. Växjö: Energikontor Sydost.
- Moen, O., Levin E., Mårdh, F., Persson, C., Savola, H. (2020) *Kommunal samordnad varudistribution. Logistik och kapacitetshöjande åtgärder i kommuners varuförsörjning*. Växjö: Energikontor Sydost.

- Miljödepartementet (2014) *Greenhouse Gas Emission Inventories 1990–2012. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*. National Inventory Report Sweden Ds 2014:11. Stockholm: Regeringskansliet.
- Ny, H., Borén, S., Nurhadi, L., Schulte, J., Robèrt, K.-H., Broman, G. (2017) *On Track for 2030. A Fast Transition to Sustainable Personal Mobility*. Dept of Strategic Sustainable Development. Karlskrona: Blekinge Institute of Technology.
- Ny, H. (2020) *The Roadmapper - a navigator for regional transport transition*. Application to Swedish Energy Agency call "Accelerate the Transition to a Transport Efficient Society", Spring '20. Karlskrona: Blekinge Tekniska Högskola.
- Näringsdepartementet (2018) *Effektiva, kapacitetsstarka och hållbara godstransporter – en nationell godstransportstrategi*. Publikation N2018.21. Stockholm: Regeringskansliet.
- Persson C. (2020) *Förstudie samordnad varudistribution. Kostnads-nyttoanalys för införande i Luleå kommun*. Rapport 2020:02. Nationellt centrum för kommunal samordnad varudistribution. Växjö: Energikontor Sydost.
- Piecyk, M.I., McKinnon, A.C. (2010) Forecasting the carbon footprint of road freight transport in 2020. *International Journal of Production Economics* 128 (1):31-42.
- Quak, H.J. (2008) *Sustainability of Urban Freight Transport – Retail Distribution and Local Regulations in Cities*. ERIM, Management 124, TRAIL Thesis Series T2008/5. Rotterdam: Erasmus University.
- Quak, H., Balm, S., Posthumus, B. (2014) Evaluation of city logistics solutions with business model analysis. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 125:111-124. London: Elsevier.
- Quak, H. J. (2015) Access Restrictions and Local Authorities' City Logistics Regulation in Urban Areas. I *City Logistics. Mapping the Future* (red.) E. Taniguchi, R. G. Thompson. Boca Raton: CRC Press.
- Rogerson, S., Andersson, D., Johansson, M.I. (2014) Influence of context on the purchasing process for freight transport services. *International Journal of Logistics Research and Applications: A Leading Journal of Supply Chain Management* 17 (3):232-248.
- SCB (2007) *SNI 2007. Standard för svensk näringsgrensindelning 2007*. Meddelanden i samordningsfrågor för Sveriges officiella statistik 2007:2. Örebro: Statistiska centralbyrån.
- SOU (2013a) *Fossilfrihet på väg. Betänkande av Utredningen om fossilfri fordonstrafik*. Statens offentliga utredningar 2013:84 del 1. Stockholm: Regeringskansliet.
- SOU (2013b) *Fossilfrihet på väg. Betänkande av Utredningen om fossilfri fordonstrafik*. Statens offentliga utredningar 2013:84 del 2. Stockholm: Regeringskansliet.
- Stjärnekull, M., Troeng, U., Udin, C. (2013) *Samlade laster - Nyckelfaktorer för framgångsrik samordning av godstransporter*. Rapport 2013-10-08. Stockholm: Sveriges Kommuner och Landsting.

Sunnerstedt, E. (2013) *Experiences from Stockholm. Civitas webinar Urban consolidation centers*. City of Stockholm and Civitas. 2013-04-22. http://www.civitas.eu/sites/default/files/documents/Stockholm_experiences_of_UCC.pdf.

Svensson-Smith, K., Ling, R. (2015) *100 % förnybart inom transportsektorn – vägen till fossilfrihet*. Motion till riksdagen 2015/16:2124, Inlämnad: 2015-10-06. Stockholm: Regeringskansliet.

Sveriges Åkeriföretag (2016) *Fakta om åkerinäringen. Utgåva 2016*. Stockholm: Sveriges Åkeriföretag.

Taniguchi, E., Thompson R.G. (1999) (red.) *City Logistics*. Kyoto: Institute of Systems Science Research.

Taniguchi, E. (2003) Introduction. I *Innovations in Freight Transport* (red.) E. Taniguchi, R.G. Thompson, 1-14. Southampton: WIT Press.

Teece, D. J. (2010) Business Models, Business Strategy and Innovation. *Long Range Planning* 43:172–194

Trafikanalys (2011) *Statistikunderlag rörande tomtransporter och fyllnadsgrader*. PM 2011:5. Stockholm: Trafikanalys.

Trafikanalys (2012) *Lastbilstrafik 2011. Swedish national and international road goods transport 2011*. Sveriges Officiella Statistik. Rapport 2012:6. Stockholm: Trafikanalys.

Trafikanalys (2016a) *Urbana godstransporter*. Rapport 2016:5. Stockholm: Trafikanalys.

Trafikanalys (2016b) *Godstransporter i Sverige - en nulägesanalys*. Rapport 2016:7. Stockholm: Trafikanalys.

Trafikanalys (2019) *Tunga och lätta lastbils transporter – fokus urbana miljöer*. Rapport 2019:4. Stockholm: Trafikanalys.

Trafikanalys (2021) *Nationella godstransportstrategin – uppföljning 2021*. Rapport 2021:5. Stockholm: Trafikanalys.

Trafikverket (2013) *Företagens logistikanalys - Åtgärder för bättre resurseffektivitet och mindre miljöpåverkan*. Publikation 2013:095. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket (2015) *Prognos för godstransporter 2030 – Trafikverkets basprognos 2015*. Publikation 2015:051. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket (2018) *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1. Version 2018-04-01*. Trafikverket. Publicerad 2019-04-08. Hämtad 2021-11-06. <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/analysmetod-och-samhallsekonomiska-kalkylvarder-for-transportsektorn-asek/>

Trafikverket (2020) *Sampers 3.4.4. Användarhandledning*. Publikation 2020:280. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket (2021) *Vägtrafikens utsläpp*. PM 2021-02-24. Borlänge: Trafikverket.

Transportstyrelsen (2011) *Redovisning av: Regeringsuppdrag att analysera och föreslå åtgärder för minskad tomdragning och ökad fyllnadsgrad*. Trafikverket, Trafikanalys, Transportstyrelsen. 2011-05-26. Stockholm: Regeringskansliet.

Transportstyrelsen (2015) *Godstrafikmarknaden på väg –producenter. En kartläggning av åkeriföretagen och deras förutsättningar på marknaden*. Rapport TSV-2015-2106. Norrköping: Transportstyrelsen.

van Rooijen, T., Quak, H. (2010) Local impacts of a new urban consolidation centre - the case of Binnenstadservice.nl. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2:5967-5979.

Vägverket (2009) *Strategisk hantering av varudistribution i tätort – Litteraturstudie*. Publikation 2009:68. Borlänge: Vägverket.

Vierth, I., Mellin, A., Hylén, B., Karlsson, J., Karlsson, R., Johansson, M. (2012) *Kartläggning av godstransporterna i Sverige. Rapport till Trafikanalys inom uppdraget Transporter av gods - kunskapsunderlag och nulägesanalys*. VTI Publikation 2012-05-11. Linköping: VTI Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Weigel D., Cao, B. (1999) Applying GIS and OR Techniques to Solve Sears Technician-Dispatching and Home-Delivery Problems. *Interfaces* 29 (1):112–130.

Winroute (2018) WinRoute 8.0. User's manual. Waterloo: Descartes.

Åkerman, J. (2011) *Transport systems meeting climate targets – A backcasting approach including international aviation*. Doctoral dissertation. Department of Urban Planning and Environment. Stockholm: Swedish Royal Institute of Technology.