



GÖTEBORGS UNIVERSITET  
HANDELSHÖGSKOLAN

# Lagercentralisering inom distributionslogistik

Hur påverkas transportutförandet?

**Handelshögskolan vid Göteborgs Universitet**

Kandidatuppsats i företagsekonomi

Våren 2011

**Författare:** Christoffer Liljesson och Henrik Dahlkvist

**Handledare:** Jerry Olsson



## SAMMANFATTNING

Godstransporter är nödvändiga för att underhålla industri, näringsliv och konsumtion, och för att samhället ska fungera är det således viktigt med effektiva logistiklösningar. En genomgående trend bland företag är att centralisera sina lagerstrukturer. Ett distributionssystem kan vara uppbyggt på flera olika sätt och bestå av olika terminaler och länkar. Genom att reducera antalet lagringspunkter till ett centralt lager kan strukturen förändras. Att minska antalet lager kan leda till stordriftsfördelar och sänka marginalkostnader per lagerbehandlad enhet. Om en lagercentralisering, genom höjningar av fyllnadsgrader, utnyttjas effektivt kan antalet utförda fordonskilometer sänkas. Resultatet kan dock bli det motsatta: en ökning av antalet utförda fordonskilometer. En ökning av antalet fordonskilometer är inte eftersträfvansvärt då det förstärker de negativa effekter som godstransporter bidrar med.

Studiens syfte är att undersöka och analysera hur transportutförandet påverkas av en lagercentralisering. För att analysera detta har fyra hypoteser utformats. Den första hypotesen säger att en centralisering av lagerverksamheterna kommer att innebära en ökning av antalet utförda *fordonskilometer* när godsvolymerna ökar. Den andra säger att antalet utförda *tonkilometer* kommer att öka. Den tredje menar att fordonens genomsnittliga *fyllnadsgrader* kommer att öka. Den fjärde säger att antalet utnyttjade *fordon* kommer att minska.

Ett distributionssystem kan vara uppbyggt på flera olika sätt och bestå av olika terminaler och länkar. Genom att reducera antalet lagringspunkter till ett centralt lager kan strukturen förändras.

Genom att utgå från ett hypotetiskt transportnätverk, med fem olika godsvolymnivåer, kommer studien att behandla ett före- och efterscenario. Förescenariot utgörs av ett decentraliserat upplägg, med tre depåer, och ett efterscenario med en centraliserad depå. Studiens hypotetiska aktör hämtar upp gods från tio avsändare, terminalbehandlar godset och levererar det till tio mottagare. För att genomföra detta används en manuell ruttplaneringsmetod: *Clarke och Wrights besparingsmodell*.

Besparingsmodellen, som applicerats i den här studien, utgår från en startlösning med direkttransporter. Genom att optimera detta upplägg uppnås stora fördelar. Ett positivt resultat uppnås även när den decentraliserade strukturen centraliseras. Studiens resultat tyder på att en centralisering innebär positiva resultat vid nästan samtliga godsvolymer.





# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

## FIGURFÖRTECKNING OCH TABELLFÖRTECKNING

<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
1.1 INTRODUKTION .....	1
1.2 PROBLEMBESKRIVNING .....	2
1.3 SYFTE OCH HYPOTESER .....	3
1.4 AVGRÄNSNINGAR .....	3
1.5 BEGREPPSFÖRKLARING .....	4
1.6 DISPOSITION .....	5
<b>2. TEORETISK REFERENSRAM</b> .....	<b>7</b>
2.1 GODSTRANSPORTERS RELEVANS .....	7
2.2 URBANA GODSTRANSPORTER .....	7
2.3 DISTRIBUTIONSSYSTEM .....	8
2.3.1 Direkttransporter .....	8
2.3.2 Enterminalsysteem .....	9
2.3.3 Flerterminalsystem .....	9
2.3.4 Navsystem .....	10
2.4 LOGISTISKA KOSTNADER .....	11
2.5 OPERATIVA METODER FÖR ATT SKAPA EFFEKTIVA DISTRIBUTIONSFLÖDEN ...	11
2.6 TEOERIER ANGÅENDE LAGERCENTRALISERING .....	12
2.7 EMPIRISKA UNDERSÖKNINGAR GÄLLANDE LAGERCENTRALISERING .....	14
<b>3. METOD</b> .....	<b>17</b>
3.1 UNDERSÖKNINGSANSATS .....	17
3.1.1 Studiens ursprungsambition .....	17
3.1.2 Hypotetisk-deduktiv ansats .....	17
3.2 TILLVÄGAGÅNGSSÄTT .....	18
3.2.1 Problemformulering .....	18
3.2.2 Informationsinsamling och litteraturstudier .....	18
3.3 FRAMTAGANDE AV TRANSPORTNÄTVERK .....	19
3.4 BESPARINGSMETODEN .....	21
3.5 UTFÖRANDE .....	24
3.5.1 Avståndstabeller och startlösning .....	24
3.5.2 Ruttoptimering .....	24
3.5.3 Analysmetod .....	24
3.6 RELIABILITET OCH VALIDITET .....	25
<b>4. RESULTAT</b> .....	<b>27</b>
4.1 AVSTÅNDSTABELLER .....	27
4.1.1 Decentraliserad struktur .....	27
4.1.2 Centraliserad struktur .....	28
4.2 RESULTAT MED DIREKTTRANSPORTER (STARTLÖSNINGEN) .....	29
4.3 OPTIMERINGSRESULTAT AV GRUNDTVOLYMERNA .....	30
4.3.1 Decentraliserad optimering: grundvolym .....	30
4.3.2 Centraliserad optimering: grundvolym .....	30
4.3.3 Totaltabell, grundvolym .....	30
4.4 OPTIMERINGSRESULTAT AV GODSVOLYMÖKNING MED 25 % .....	31

4.4.1 Decentraliserad optimering: + 25 % .....	31
4.4.2 Centraliserad optimering: + 25 % .....	31
4.4.3 Totaltabell, grundvolym + 25 % .....	31
4.5 OPTIMERINGSRESULTAT AV GODSVOLYMÖKNING MED 50 % .....	32
4.5.1 Decentraliserad optimering: + 50 % .....	32
4.5.2 Centraliserad optimering: + 50 % .....	32
4.5.3 Totaltabell, grundvolym + 50 % .....	32
4.6 OPTIMERINGSRESULTAT AV GODSVOLYMÖKNING MED 75 % .....	33
4.6.1 Decentraliserad optimering: + 75 % .....	33
4.6.2 Centraliserad optimering: + 75 % .....	33
4.6.3 Totaltabell, grundvolym + 75 % .....	33
4.7 OPTIMERINGSRESULTAT AV GODSVOLYMÖKNING MED 100 % .....	34
4.7.1 Decentraliserad optimering: + 100 % .....	34
4.7.2 Centraliserad optimering: + 100 % .....	34
4.7.3 Totaltabell, grundvolym + 100 % .....	34
<b>5. ANALYS .....</b>	<b>35</b>
5.1 CENTRALISERING AV GRUNDTVOLYMERNA .....	36
5.2 CENTRALISERING MED 25 % ÖKADE GODSVOLYMER .....	37
5.3 CENTRALISERING MED 50 % ÖKADE GODSVOLYMER .....	38
5.4 CENTRALISERING MED 75 % ÖKADE GODSVOLYMER .....	39
5.5 CENTRALISERING MED 100 % ÖKADE GODSVOLYMER .....	40
5.6 SUMMERANDE ANALYS .....	40
<b>6. SLUTSATSER OCH AVSLUTANDE DISKUSSION .....</b>	<b>43</b>
6.1 BESVARANDE AV HYPOTESER .....	43
6.2 SLUTSATSER .....	44
6.3 AVSLUTANDE DISKUSSION .....	45
<b>7. KÄLLFÖRTECKNING .....</b>	<b>47</b>
<b>BILAGA 1 .....</b>	<b>51</b>
<b>BILAGA 2 .....</b>	<b>52</b>
<b>BILAGA 3 .....</b>	<b>55</b>
<b>BILAGA 4 .....</b>	<b>59</b>
<b>BILAGA 5 .....</b>	<b>63</b>
<b>BILAGA 6 .....</b>	<b>67</b>

## **FIGURFÖRTECKNING**

Figur 2.1: Direkttransport.....	9
Figur 2.2: Enterminalsysteem.....	9
Figur 2.3: Avsändarfokuserat flerterminalsysteem .....	10
Figur 2.4: Kundfokuserat flerterminalsysteem .....	10
Figur 2.5: Navsysteem .....	10
Figur 3.1: Nätverk med direkttransporter .....	22
Figur 3.2: Sammankoppling av kund 3 och 4 .....	23
Karta 3.1: Västra Götalandsregionen.....	20
Karta 3.2: Göteborgs stad .....	20
Graf 5.1: Utvecklingen av antalet utförda fordonskilometer för fem olika scenarion .....	35
Graf 5.2: Utvecklingen av antalet utförda tonkilometer för fem olika scenarion.....	35
Graf 5.3: Utvecklingen av fyllnadsgrader för fem olika scenarion.....	36
Graf 5.4: Utvecklingen av antalet lastfordon för fem olika scenarion .....	36

## **TABELLFÖRTECKNING**

Tabell 3.1: Avståndstabell .....	22
Tabell 5.1: Totalsummor för de olika godsvolymer. ....	40



# 1. INLEDNING

## 1.1 INTRODUKTION

Begreppet konsumtionssamhället har idag blivit allmänt vedertaget när den västerländska livsstilen diskuteras. Det kan även diskuteras om denna livsstil, som karaktäriseras av en tilltagande konsumtion, är hållbar. Men om den ska kunna fortsätta är transporter fundamentala. Det är, enligt Näringsdepartementet (2010), en nödvändighet för att hålla igång industri, näringsliv och konsumtion eftersom frakt- och logistikkostnader i slutändan påverkar priset på material och råvaror. De menar även att effektiva logistiklösningar är av yttersta vikt för ett fungerande samhälle, och att praktiskt taget alla samhällsfunktioner är starkt beroende av att godstransporter fungerar med hög kvalitet. Enligt Benjelloun och Crainic (2009) är det överlag få aktiviteter i städerna som inte möjliggörs eller kan härledas ur någon form av godstransporter.

För att varor skall finnas tillgängliga där vi vill, precis när vi vill ha dem och till ett pris vi är villiga att betala krävs effektiva godsflöden. Det är i själva verket inte ovanligt att varor produceras hundratals mil från den plats där de konsumeras. Detta ställer även krav på att godstransporterna kan genomföras med hög kvalitet och till ett lågt pris. Ett effektivt distributionsnätverk (d.v.s. effektiv logistik och effektiva godstransporter) är, enligt Chopra och Meindl (2007), väldigt viktigt för att kunna hålla nere kostnaderna i flödeskedjan.

Egentligen är det ingen som vill ha transporter; förutom de rent kostnadsmässiga skälen, tar också stora lastbilar upp plats på gatorna, de utgör hinder när du kör bil och låter mycket utanför ditt fönster. Godstransporter även stor miljömässig påverkan genom utsläpp, buller och trängsel (Anderson et al, 2005).

Billigare och snabbare transporter har gjort att friktionen som långa avstånd medför har minskat. Knowles (2006) hänvisar till Janelle (1968, 1969) och Abler (1971, 1975) som talar om konvergens mellan tid och avstånd respektive kostnad och avstånd. Janelles (1968) koncept gällande konvergens mellan tid och avstånd avspeglar de avståndsminskningar som de 200 senaste årens transportinnovationer har medfört. Utvecklingen och de tekniska framstegen har ökat transporternas hastighet och pålitlighet – men även minskat marginalkostnaden per enhet.

Logistik är ett mångfacetterat begrepp och kan kort beskrivas som att rätt vara skall vara på rätt plats, i rätt tid, i rätt kvantitet, rätt kvalitet och till rätt pris. Detta kräver ett högt resursutnyttjande av transportören så att denne kan erbjuda transportköparen ett lågt transportpris och hög servicenivå. Men begreppet logistik innefattar inte bara den fysiska förflyttningen av gods, utan innebär även lagring och viss förädling av gods. Denna lagring och förädling sker i terminaler, vilka har olika utformning och funktion. När antalet lagringspunkter förändras, förändras även följaktligen strukturen. Vilka konsekvenser en förändring i lagerstruktur medför när det gäller transportutförandet är av central betydelse, både ur ett företags-, kund- och samhällsperspektiv.

## 1.2 PROBLEMBESKRIVNING

I dagsläget har speditörer ofta flera lagringsenheter utspridda på olika ställen. Detta är en dyr lagerstrategi eftersom godsspridningen är stor och lagerlokalerna och dess bemanning är dyra i drift. När godsflöden och marginalkostnader för lagerhantering ökar menar Abrahamsson (1992) att en lagercentralisering kan vara ett strategiskt val för att öka effektiviteten i samtliga lager. Enligt Jonsson (2008) kan skalekonomiska fördelar, i form av sänkt marginalkostnad per lagerbehandlad enhet, uppnås genom att centralisera verksamheten. Även Aronsson et al (2004) menar att det, vid totalkostnadsanalyser, visat sig att stora vinster går att uppnå i form av centralisering av distribution. Jonsson (2008) hävdar emellertid att en lagercentralisering kan resultera i ökade transportkostnader, längre leveranstider och längre avstånd till kunderna.

Enligt Aronsson et al (2004) har det, i flera europeiska undersökningar genomförda under 1990-talet, bedömts att de europeiska lagerstrukturerna kommer att bli mer centraliserade. Även Lemoine och Skjoett-Larsen (2004) menar att ett stort antal företag, under det senaste årtiondet, har modifierat sina logistik- och värdekedjor.

USA, som avreglerat marknaden för passagerarflyg, har sett en ökad utveckling av hub and spoke-nätverk. Mindre flygplatser har införlivats i stora stadsflygplatser. Enligt Knowles (2006) kan detta kan reducera flygbolagens kostnader, öka fyllnadsgraderna och skapa billigare turer. Nackdelen för kunderna blir att de får resa längre sträckor för att nå flygplatserna. Knowles (2006) slutsats är att transportsystemen, de senaste tvåhundra åren, har utvecklats från till små- till storskaliga, långsamma till snabba, enkla till komplexa och stela till flexibla. Ett ytterligare exempel är, enligt Janelle (1968), matbutiker, som har anpassat sig till massbilismen och det ökande motorvägsbyggandet. Genom att ersätta mindre butiker "på hörnet" med större och färre varuhus har de bidragit till en minskad friktion mellan tid och avstånd. Janelle (1969) menar att denna konvergens går hand i hand med centralisering.

Samtidigt menar Lumsden (2006) att en centralisering av lagerverksamheter i ett område kommer att öka antalet utförda tonkilometer. Något som inte är utrett är hur det ökade antalet tonkilometer som den nya lagerstrategin för med sig kommer att fördelas och påverka antalet utförda fordonskilometer. Lumsden (2006) menar att om resursutnyttjandet är lågt kan det, för speditörerna, innebära ett ökat antal fordonskilometer. Detta kan då yttra sig i form av fler lastbilar och längre körsträckor. Om resursutnyttjandet är högt kan det, i form av ökade fyllnadsgrader, sänka antalet utförda fordonskilometer. Det sistnämnda stärks av McKinnon (1998), som menar att en centralisering av aktiviteter kan bidra till en reduktion av antalet fordonskilometer.

En ökning av antalet fordonskilometer är exempelvis inte önskvärd då godstransporter, enligt Thompson och Taniguchi (2001), ger upphov till störande effekter. Då utrymmet på gatorna inte är obegränsat bidrar transporter till trängsel och miljömässiga bieffekter i form av buller och utsläpp. Detta är inte bara skadligt för stadens invånare ur ett rent fysiskt

perspektiv, utan det sänker även företagets produktivitet. Detta leder enligt Benjelloun och Crainic (2009) i sin tur till störningar i olika leverans- och logistikkedjor. En sådan utveckling går rakt emot vad stadsledning, invånare, transportörer, godsavsändare- och mottagare egentligen vill. Målet är, enligt Thompson och Taniguchi (2001), det rakt motsatta: mindre transportarbete på vägarna och bättre miljö i stadskärnan. Samtidigt vill vi tillfredsställa våra behov av produkter och förnödenheter precis när de uppstår. Ofta är målsättningen att främja de ekonomiska prestationerna samtidigt som de ogynnsamma sociala och miljömässiga effekterna minimeras.

### 1.3 SYFTE OCH HYPOTESER

Syftet med studien är att undersöka och analysera hur en centralisering av lagerverksamheter påverkar transportutförandet mellan producent, lager och slutkund. För att undersöka detta har följande fyra hypoteser formulerats:

1. En centralisering av lagerverksamheterna kommer att innebära en ökning av antalet utförda *fordonskilometer* när godsvolymerna ökar.
2. En centralisering av lagerverksamheterna kommer att innebära en ökning av antalet utförda *tonkilometer* när godsvolymerna ökar.
3. En centralisering av lagerverksamheterna kommer att innebära en ökning fordonens genomsnittliga *fyllnadsgrader* när godsvolymerna ökar.
4. En centralisering av lagerverksamheterna kommer att innebära en reducering av antalet utnyttjade *fordon* när godsvolymerna ökar.

För att undersöka detta har ett fiktivt transportnätverk, med fem olika nivåer av godsvolymer, skapats. Nätverket består av tio avsändare och tio mottagare. I ett förescenario transporteras godset genom tre lagerpunkter i nätverket och i efterscenario behandlas godset enbart i en lagerpunkt. Genom manuell ruttplanering kommer studien att mäta utförda *fordonskilometer*, utförda *tonkilometer*, genomsnittliga *fyllnadsgrader* och behov av lastfordon i före- och i efterscenario. Variablerna och dess förändringar kommer därefter att analyseras.

### 1.4 AVGRÄNSNINGAR

Studien kommer inte att fokusera på de eventuella biologiska miljöeffekter som centraliseringen kan medföra. En förändring i antalet utförda *fordonskilometer* kan medföra betydande effekter för miljön. Enligt Rodrigue et al (2001) kan en hub and spoke-struktur även koncentrera miljömässiga problem till de platser där terminalerna är placerade. Fokus kommer istället att ligga på hur antalet *fordonskilometer*, *tonkilometer*, *fyllnadsgrader* och antal fordon förändras i och med införandet av en centraliserad lagerstruktur.

Undersökningen kommer även att avgränsa sig från detaljerade diskussioner kring de ekonomiska effekter som centraliseringen kan medföra. Det är genomförbart att göra en kostnadsässig bedömning av transportkostnaden per kilometer. Men för att få en rättvis helhetsbild av totalkostnaden bör depåernas

driftskostnader tas i beaktning. Att bedöma depåernas kostnadsnivåer är ett komplext och svårlöst uppdrag, vilket gör det svårt att bedöma totalkostnaden. Vissa ekonomiska diskussioner kan förekomma, men på ett ytterst överskådligt plan.

## 1.5 BEGREPPSFÖRKLARING

Vissa uttryck och termer som används i studien definieras här för att läsaren fullständigt skall kunna förstå informationens betydelse och sammanhang.

*Personkilometer:* ett uttryck som definierar det totala antal kilometer som människor färdas under en viss tidsperiod. Det beräknas som (antal personer)\*(antal kilometer). Om fyra personer i en bil kör från Göteborgs centrum till Landvetter flygplats, en sträcka på 26 km, blir resultatet  $4*26=104$  personkilometer. Uttrycket används för att, under en viss period och i ett definierat geografiskt område, mäta förändringar i människors ressträckor.

*Fordonskilometer:* uttrycket definierar den samlade sträcka (mätt i kilometer) som ett fordon eller en fordonsgrupp färdas under en viss tidsperiod. En lastbil som kör 4 000 mil på ett år utför exempelvis 40 000 fordonskilometer. Uttrycket används för att mäta förändringar i hur lång samlad sträcka en definierad fordonsflotta - nationell, regional eller lokal - färdas under en viss period.

*Tonkilometer:* en definition av den samlade sträcka en viss godsmängd har fraktats under en viss period. Om ett ton gods transporteras en kilometer så är det en tonkilometer. Om en lastbil fraktar 20 ton gods 30 mil utför den 6 000 tonkilometer. Uttrycket används för att mäta förändringen av transportarbete i en viss region under en viss period.

*Transportnätverk:* Alla punkter (*noder:* till exempel lager, terminaler, omlastningscentraler, avsändare, mottagare) där godset stannar upp, och alla transportsträckor (*länkar:* till exempel vägar, järnvägar, flygleder, transportband, pipelines) där produkten transporteras ingår i produktens transportnätverk.

*Tredjepartslogistik (3PL):* en tredjepartslogistiker är ett företag som enbart hanterar gods för en annan organisations räkning. 3PL-verksamhet kan förutom rent transportarbete även innefatta lagring av gods, terminalhantering samt enklare produktbearbetning. Tredjepartslogistik kan även innebära att parten ansvarar för fakturering, ordermottagning, leveransbevakning, kundtjänst och informationshantering.

*Ruttoptimerings- och ruttplaneringsverktyg:* ruttplanering är något som traditionellt har utförts av en transportledare och dennes erfarenhet och kunnande. Med hjälp av informations- och kommunikationsteknologi (IKT) är det möjligt att in information i ett datorsystem som sedan räknar ut hur distributionen bäst skall genomföras enligt företagets införda preferenser. Informationen kan bestå av:

- godsets vikt, dimensioner och hanteringspecifikationer (farligt gods, temperatur)
- fordonets lastkapacitet och egenskaper



- förarens vilotider, arbetstidsbegränsningar och lön
- kundens krav på leveranstid, beräknade lastnings- och lossningstider
- transportlänkarnas medelhastighet under vissa tider och sträckor

*Urbana godstransporter* eller *citylogistik* åsyftar att optimera logistiska verksamheter i urbana områden genom att ta både privata och kollektiva kostnader och nyttor i beaktning.

*Just-in-time (JIT)*: är ett begrepp som syftar på att beställt material levereras i exakt mängd och vid exakt den tidpunkt som behovet uppstår. JIT förknippas ofta med *lean production*, där målsättningen är att reducera alla onödiga aktiviteter i en process. Begreppet kan härröras till Kiichiro Toyota, son till Toyotakoncernens grundare, som 1937 utvecklade JIT.

*Fyllnadsgrad*: Är ett mått som beskriver hur stor del av lastbärarens maxkapacitet som används vid en transport. Det kan mätas i antal pallar som går in i fordonet, antal ton som lastbäraren kan bära eller hur stor del av totalvolymen i ett fordon som används under transporten. Fyllnadsgrad är ett vanligt mått inom transportbranschen och används ofta för att beskriva hur högt resursutnyttjandet är i en fordonsflotta.

*Samlastning*: När leveransen till eller från ett företag inte fyller en hel lastbil kan man lasta gods till två eller flera mottagare i samma lastfordon. Detta kallas samlastning och är ett sätt att öka fyllnadsgraden hos de fordon som används för transportarbetet och på så sätt minska antalet utförda fordonskilometer.

## 1.6 DISPOSITION

Studien delas in i olika delar; inledning, teoretisk referensram, metod, resultat, analys och slutsatser och avslutande diskussion. Innehållet i respektive kapitel redovisas nedan.

1. *Inledning*. I introduktionen beskrivs godstransporternas relevans och betydelse. Problembeskrivningen berör lagercentralisering och dess eventuella påverkan på transportutförandet. I syftet formuleras fyra hypoteser som undersökningen kommer att utgå från. Därefter presenteras studiens avgränsningar och en begreppsförklaring vars syfte är att klargöra de termer som är centrala för undersökningen. Inledningen avslutas med den tänka dispositionen för studien.
2. *Teoretisk referensram*. Här presenteras godstransporternas relevans och de negativa effekter de kan orsaka i urbana områden. Därefter presenteras olika distributionssystem som kan tillämpas för att modifiera transportstrukturen. Detta följs av en genomgång av de olika logistiska kostnader som kan uppstå vid logistiska beslutssituationer. Kapitlet berör även operativa metoder för att skapa effektiva distributionsflöden. Mot slutet ligger lagercentralisering i fokus, där olika teorier belyses. Den teoretiska referensramen avslutas med en sammanfattning av empiriska undersökningar som har genomförts inom ämnet lagercentralisering.

3. *Metod.* Metodkapitlet inleds med en beskrivning av studiens ursprungliga ambition och en förklaring av den hypotetisk-deduktiva ansats som används. Studiens tillvägagångssätt förklaras sedan i form av problemformulering, litteraturstudier och framtagande av transportnätverket. Undersökningen utgår från besparingsmetoden, som här förklaras i sin helhet. Detta följs av en beskrivning av utförandet och avslutas med en diskussion kring reliabilitet och validitet.
4. *Resultat.* Resultatdelen inleds med redovisning av de avståndstabeller som har beräknats. Därefter redovisas den startlösning som resultatet inleds med. Resultatdelen består sedan av optimeringar av decentraliserade och centraliserade optimeringar för alla godsvolymnivåer. Utifrån dessa optimeringar beräknas relevanta nyckeltal.
5. *Analys.* I detta kapitel analyseras de nyckeltal som beräknats vid de olika depåstrukturerna och godsvolymnivåerna. Nyckeltalen relateras till varandra och kopplas till den teoretiska referensramen.
6. *Slutsatser och avslutande diskussion.* Studien avslutas med att besvara de hypoteser som formulerades i inledningskapitlet. Slutsatser dras och följs av en avslutande diskussion.

## **2. TEORETISK REFERENS RAM**

Den teoretiska referensramen redovisar relevanta teorier och undersökningsområden inom lagercentralisering och transportutförande. Teorin skapar förståelse för forskningsområdet och ligger till grund för analysen.

### **2.1 GODSTRANSPORTERS RELEVANS**

Enligt Anderson et al (2005) står godstransporter, jämfört med persontransporter, för en större mängd utsläpp per fordonskilometer. Det beror bland annat på att tyngre fordon drar mer bränsle. 2008 uppgick det totala trafikarbetet på svenska vägar, enligt SIKA (2008), till omkring 77 miljarder fordonskilometer. Persontransporterna stod för 83 % och det är således inte ologiskt att en stor del av forskningen kretsar kring dessa resor. Lastbilstrafiken utgjorde 15 %, vilket är en ökning med 11 % jämfört med 1996. I förhållande till persontransporterna är det markant mindre men likväl en tillräckligt stor andel för att motivera forskning. Särskilt med tanke på att lastbilstrafiken de senaste 10-15 åren har ökat sina andelar. 2008 uppgick persontransportarbetet i Sverige till 130 miljarder personkilometer och godstransportarbetet till 104 miljarder tonkilometer (SIKA, 2008).

En ytterligare komplikation är att de lätta lastbilarna, med en maxvikt på 3,5 ton, blir fler och fler till antalet och kör allt längre sträckor. Enligt SIKA (2009) finns det i Sverige idag cirka 510 000 lastbilar, varav drygt 84 % av dem är lätta lastbilar. De flesta av dem finns i Stockholms län, Skåne län eller Västra Götalands län. Under perioden 1999-2008 ökade antalet utförda fordonskilometer med 20 % till ett genomsnitt på 1 800 mil per år. Under samma period ökade antalet lätta lastbilar med cirka 40 000 per år.

För att kunna konkurrera måste företagen fokusera på kundernas behov och erbjuda en hög leveransservice. Tidigare löste företagen detta med hjälp av omfattande lager. Kraven på kundanpassning och flexibilitet har ökat, vilket har resulterat i att det blivit mer kostsamt och svårt att hålla lager som tillgodoser alla kunders behov. Då lager binder kapital ses det som en belastning - speciellt när produktlivscyklerna är korta och nya produktvarianter allt oftare avlöser de gamla. Aronsson et al (2004) menar att detta medför en stor risk att få osäljbara, inkuranta varor i lager.

### **2.2 URBANA GODSTRANSPORTER**

Urban logistik kan, enligt Thompson och Taniguchi (2001), definieras som en process för total optimering av privata logistik- och transportverksamheter i ett urbant område. Detta med hänsyn till miljö, trängsel och energiförbrukning inom ramarna för ett marknadsekonomiskt perspektiv.

Antalet godstransporter och fordon i städerna ökar och detta förväntas fortsätta i en stadig tillväxttakt. Enligt Benjelloun och Crainic (2009) är dagens teorier inom produktion och distribution en stor och bidragande faktor till detta. Låga lagernivåer och snabba leveranser – exempelvis i form av Just-in-time – får allt större fäste och genomslag. En annan anledning är den kraftiga ökningen av internethandel, med tillhörande personliga hemleveranser.

Enligt Thompson och Taniguchi (2001) har trängselnivåerna i urbana områden ökat stadigt i takt med att transportbehovet har vuxit. Många städer har idag omfattande problem med utsläpp orsakade av ökade trafiknivåer i centrala områden. Benjelloun och Crainic (2009) poängterar att den globala urbaniseringen fortsätter att öka. Människor fortsätter att lämna landsbygd och småstäder, vilket resulterar i att stora städer växer och blir ännu större.

## **2.3 DISTRIBUTIONSSYSTEM**

Valet av distributionssystem är av strategisk karaktär och påverkar antalet utförda fordonskilometer, tonkilometer, fyllnadsgrader och antal fordon. Modellerna visar hur antalet transportrelationer beräknas och hur de förändras enligt Lumsdens modell.

Kundernas behov av frekventa transporter gör det svårt för transportörerna att uppnå hög effektivitet då fyllnadsgraderna i transportenheterna blir låg samtidigt som mängden returgoods från mottagaren ofta är liten. En lösning för att möta kundernas varierande behov är att bygga upp nätverk av transportenheter som kan samlasta de olika kundernas gods för att på så sätt öka fyllnadsgraderna i lastbärarna. Lumsden (2006) menar att det även kan vara fördelaktigt för transportköparna att delta i nätverk eftersom informationstillgången ofta är hög och ledtiderna kortare och mer transparenta.

Enligt Lumsden (2006) har utvecklingen gått från direktleveranser mellan avsändare och mottagare till flerterminal- och navsystem som innefattar regioner, länder och världsdelar. Detta har medfört en förskjutning från lågfrekventa transporter till mer kontinuerliga och frekventa godsflöden.

När ett distributionssystem växer, och fler avsändare och mottagare tillkommer, ökar antalet länkar i systemet. Varje länk kräver en transport vilket för med sig ett ökat antal tonkilometer. Antalet länkar i ett transportnätverk beräknas olika beroende på hur de organiseras. Modellen innefattar variablerna R, m, t och c:

- R = antalet transportlänkar mellan noderna
- m = tillverkande enheter eller källa till godsflödet
- t = terminal, lagrings- eller brytpunkt
- c = kund, konsumtionspunkt eller sänka i godsflödet

När en ny länk tillkommer ökar antalet tonkilometer enligt formeln sträcka\*antal transporterade ton på sträckan. Om en ny länk, som är 40 km och som kommer att användas för att transportera 500 ton, tillkommer blir ökningen  $40*500=20\ 000$  tonkilometer.

### **2.3.1 DIREKTTRANSPORTER**

I ett nätverk med direkttransporter går alla transporter utan omvägar direkt från avsändare till mottagare. Fördelen är att det går väldigt fort ifall transporten utförs med rätt transportmedel, och att det är lätt att organisera och genomföra. Enligt Chopra och Meindl (2007) blir det speciellt fördelaktigt ifall godsköparen köper en fylld lastbil så att fyllnadsgraden är hög och transportkostnaden per enhet blir låg. Nackdelen är att det ofta sker till ett högt pris.

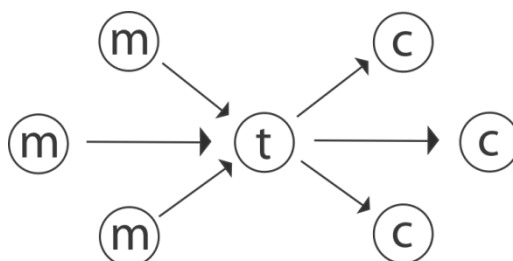
Eftersom direkttransporter inte har några mellanliggande stopp blir transportsystemet inte lika styrt av tidsrestriktioner. Detta gör att kraven på att anpassa systemet till transportköparens tidskrav, något som i andra distributionsnätverk kan vara svårt, blir enklare. Antalet länkar i ett direkttransportnätverk är lika med antalet avsändningsnoder multiplicerat med mottagningsnoder:  $m \cdot c$ . I ett nätverk med fyra avsändningsnoder ( $m$ ) och fyra mottagarnoder ( $c$ ) blir då antalet länkar  $4 \cdot 4 = 16$ .



Figur 2.1: Direkttransport

### 2.3.2 ENTERMINALSYSTEM

Ett sätt att minska antalet transportlänkar i ett nätverk är att enbart använda sig av en terminal som alla avsändare skickar till, och alla mottagare får sitt gods ifrån. I ett enterminalsystem är antalet länkar lika med summan av antalet avsändare och mottagare ( $c+m$ ). Flödet är fortfarande enkelriktat från avsändare till mottagare, men går nu genom färre terminaler och länkar (Lumsden, 2006).



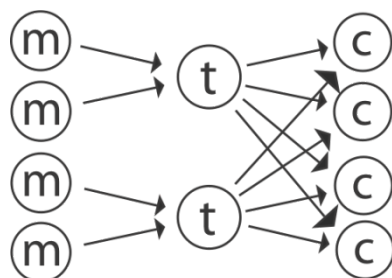
Figur 2.2: Enterminals system

### 2.3.3 FLERTERMINALSYSTEM

Ett sätt att, i jämförelse med direkttransporter, minska antalet transportfordon i nätverket är att använda sig av ett flerterminalsystem. Ett sådant system innebär att allt gods passerar genom en eller flera terminaler på sin väg från avsändare till mottagare. Således innebär det också alltid en längre transportsträcka än om man kör godset direkt. Detta eftersom godset alltid tar vägen via en omlastningspunkt. Fördelen är att alla kunder, utifrån en uppdelning som till exempel kan vara geografisk (nationella/regionala punkter) eller branschinordnad, förbinds med en viss terminal och alltid tar emot sitt gods från denna terminal. I ett sådant system kan transportörerna samlasta mycket av sitt gods och på en rutt från terminalen leverera till flera kunder, vilket ökar fyllnadsgraderna. Detta innebär samtidigt att antalet länkar i nätverket minskar betydligt samtidigt som resursutnyttjandet ökar (Lumsden, 2006).

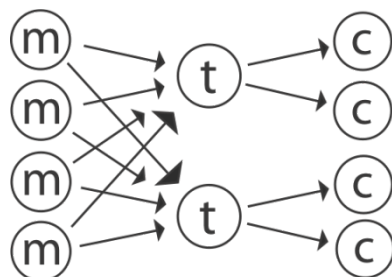
Ett flerterminalsystem kan antingen *avsändar-* eller *mottagarfokusera*. Ett avsändarfokus i systemet innebär att avsändarna enbart sänder till en eller vissa designerade terminaler som i sin tur försörjer alla potentiella kunder. Mottagarfokus innebär i sin tur att samtliga avsändare förser samtliga

lagerpunkter men att mottagarna enbart får sina leveranser från en enda lagerpunkt. Antalet länkar i ett sådant system beräknas:  $m+t*c$ .



Figur 2.3: Avsändarfokuserat flerterminalsystem

Ett kundfokuserat system innebär att alla producenter försörjer alla terminaler med produkter men att olika terminaler försörjer olika marknader. Antalet länkar i ett kundfokuserat system beräknas:  $m*t+c$  (Lumsden, 2006).

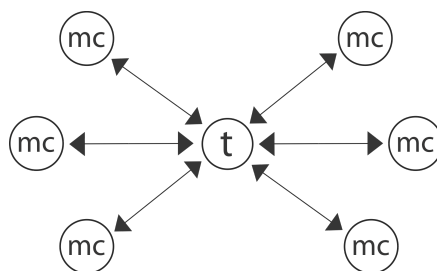


Figur 2.4: Kundfokuserat flerterminalsystem

### 2.3.4 NAVSYSTEM

För att bättre utnyttja resurserna i ett transportnätverk kan man låta flödet gå åt båda håll på alla länkar, samtidigt som man håller kvar vid att enbart använda en terminal. I denna vidareutveckling av enterminalsystemet skiljs det inte längre på avsändare och mottagare, och flödet är fritt åt båda håll på länkarna. Godset flödar från alla noder till terminalen och vidare till annan, valfri nod i nätverket. Antalet länkar är, precis som i fallet med en terminal och riktat flöde, lika med summan av antalet avsändare och mottagare ( $m+c$ ) (Lumsden, 2006).

Enligt Lumsden (2006) skapar en centralisering ofta ökade transportsträckor och därmed högre transportkostnader. De ökade transportkostnaderna måste vägas mot stordriftsfördelarna som centraliseringen medför. Det skall också beaktas att centraliseringen drastiskt kan öka fyllnadsgraden i fordonen som ingår i nätverket, vilket sänker antalet fordonskilometer. Det är alltså inte helt självklart att transportsträckorna ökar.



Figur 2.5: Navsystem

## 2.4 LOGISTISKA KOSTNADER

Logistik medför flera betydande kostnader. Enligt Aronsson et al (2004) finns det fem omfattande kostnadsposter som uppstår vid de flesta logistiska beslutssituationer. Av dessa är följande fyra mest relevanta:

*Lagerföringskostnader* är de kostnader som de lagrade produkterna för med sig när de befinner sig i lager; riskkostnad och kostnad för kapitalbindning. Riskkostnader utgörs bland annat av kostnaden för produkter som inte kan säljas, kostnader för svinn och kostnader för försäkringspremier. Kostnaden för kapitalbindning är en alternativkostnad för att inte kunna använda kapitalet på ett bättre sätt. Varor i lager innebär bundet kapital, som annars hade kunnat användas till investeringar, avbetalningar av skulder eller att driva den dagliga verksamheten.

*Lagerhållnings-/hanteringskostnader* utgör de kostnader det innebär att driva ett lager. Här ingår de kostnader som uppstår för att äga och driva lagerbyggnaden, för att avlöna lagerpersonal och för att använda lagrings- och hanteringsutrustning. Kostnaderna kan delas upp i två kategorier: hantering av inkommande gods och hantering av utgående gods.

*Transportkostnader* härleds av alla de administrativa och fysiska kostnader som uppstår vid utförandet av transporter. I begreppet inkluderas transporter mellan företagets anläggningar och externa transporter till och från företaget. Transporter inom samma anläggning räknas dock inte då det klassas som en lagerhållningskostnad.

*Övriga logistikkostnader* innefattar en mängd olika kostnadsposter. Exempelvis kostnader för drift av logistiska informationssystem och kostnader för emballage (dels för lastbärare i form av pallar och containrar, men även förpackningar som skyddar produkterna).

## 2.5 OPERATIVA METODER FÖR ATT SKAPA EFFEKTIVA DISTRIBUTIONSFLÖDEN

Lundgren et al (1993) definierar ruttplaneringsproblemet som att ett stort antal kunder i ett geografiskt avgränsat område skall försörjas med transporter från en eller flera terminaler, lager eller depåer med en så effektiv distributionsplan som möjligt. Körrutterna för de olika lastfordonen bestäms så att alla kunderna i området tillgodoses utan att något lastfordons förutbestämda restriktioner överskrids. Fordonsflottan antas vara homogen och varje kund besöks endast en gång förutsatt att hela kundens behov får plats på ett lastfordon.

Moback och Mroczek (2008) menar att det finns ett stort antal variabler att ta hänsyn till när transportkostnader skall minimeras, vilket gör det svårt för en person att ta hänsyn till alla. Variablerna kan vara avstånd, genomsnittshastigheter eller olika vägars fordonsrestriktioner. Det kan även vara lastfordonens kapacitet, brukskostnader eller chaufförers vilotider och timlöner. Två vanliga sätt att praktiskt lösa problemet är att använda sig av ruttoptimeringsprogram eller manuell planering. Lundgren et al (1993) tar upp heuristiska metoder för att lösa ruttplaneringsproblem. Metoderna syftar till att

ta fram godtagbara lösningar utan att kunna garantera att de är optimala då verklighetens många variabler gör att det stora antalet möjliga lösningar tar lång tid att beräkna.

## **2.6 TEORIER ANGÅENDE LAGERCENTRALISERING**

Enligt Lumsden (2006) är lagerhållning inget självändamål. Vidare menar Lumsden (2006) och Persson och Virum (1996) att lagrets funktion är att ge tillverkningsenheter en hög funktionssäkerhet, god försörjning och hög servicenivå. Syftet med lagerhållning och dess funktion i olika avseenden tjänar dock på att ifrågasättas, menar Lumsden (2006).

Att centralisera lager innebär att man samlar flera av sina lagringspunkter till ett centralt lager. Det kan gälla en stad, en region, ett land eller en hel kontinent - ett distributionssystem kan vara uppbyggt som en hierarki av lager. Enligt Jonsson (2008) kan ett regionalt, eller ibland till och med lokalt, lager som försörjs av ett nationellt lager vara motiverat ifall det tillför nytta. Eftersom lager oftast för med sig stora kostnader finns det fördelar i att ha så få som möjligt.

Centraliseringsnivån utgörs av hur många lagernivåer det finns i distributionsstrukturen. Få lagernivåer ger således en centraliserad struktur.

Abrahamsson (1993) menar att det geografiska avståndet till kunderna är viktigt eftersom det anses påverka servicenivåerna. Ledtiderna (tiden det tar från det att ordern är lagd till att ordern är slutförd) antas också påverka valet av antal lager. Om kunderna kräver korta ledtider eller om efterfrågan har en stor variation kan flera terminaler, närmare kunderna, vara att föredra. Aronsson et al (2004) menar att en anledning till den ökade centraliseringen är att antalet hinder för långväga transporter har minskat under de senaste årtiondena. EU-inträdet har haft stor betydelse och har bidragit till färre tullar och förenklad gränshandel. Idag är även fordonen snabbare och mer pålitliga, och vägar och järnvägar är av högre kvalitet. Detta är i enighet med Knowles (2006) teorier om konvergenser mellan tid och avstånd respektive kostnad och avstånd. Det är även samstämmigt med Janelle (1968), som menar att de 200 senaste årens transportinnovationer och framsteg har bidragit till omfattande avståndsminskningar och tidsreduktioner. Lagercentralisering och fysisk utökning av områden kan då motivera en omlokalisering till en mer perifer position i det urbana området.

Enligt Abrahamsson (1993) har många industriella företag distributionssystem med många lokala terminaler och geografisk närhet till kunderna. En eller flera terminaler i varje land är inte ovanligt. En förändring från detta traditionella system till ett mer centraliserat resulterar i ökad konkurrenskraft i form av minskade distributionskostnader och ökade servicenivåer. Detta har, enligt Aronsson et al (2004), skett under 1990-talet, där centralisering av distribution har varit en stor trend. Tidigare hade många godsproducerande företag ett nationellt lager i anslutning till ett nationellt säljkontor i varje land där man marknadsförde sina produkter. Denna distributionsstruktur har inneburit höga kostnader för uppbundet kapital och lagerhållning, och har i många fall inte kunnat erbjuda en hög leveransservice.



Enligt Jonsson (2008) finns det både för- och nackdelar med en centraliserad lagerstruktur:

- + Skalekonomiska fördelar
- + Minskad bullwhip-effekt<sup>1</sup>
- + Reducering av icke-värdeskapande aktiviteter
- Längre avstånd till kunderna
- Ökade transportkostnader
- Längre leveranstider
- Minskad närvaro i regioner där kontor läggs ner

Enligt Abrahamsson (1993) är det fördelaktigt för ett distributionssystem att ha många lager om:

- Det finns ett stort antal kunder
- Kundbasen är geografiskt utspridd
- Marknadens industriella koncentration är låg
- Kunderna köper små kvantiteter
- Det finns ett stort utbud av kompetenta mellanhänder
- Produkterna är standardiserade

Enligt Cooper (1991) är möjligheterna till kostnadsreduktioner mycket framträdande vid en koncentration till färre och större centraler. En ökad lagerkoncentration leder till ett minskat sammanlagt lagerbehov. Ett minskat lagerbehov kan, enligt Abrahamsson (1992), leda till lägre fasta kostnader för lager, personal och administration. Eftersom säkerhetslagret enbart behöver vara på ett ställe kan kostnaderna för kapitalbindning minskas. Det kan, under ideella förhållanden, vara så att ett lager som hanterar 1 000 000 enheter/år kan hålla hälften så stort lager jämfört med ett system med fyra lager á 250 000 enheter/år. Enligt Cooper (1991) och Abrahamsson (1992) kan en ökad lagerkoncentration minska terminalernas totala operationella kostnader eftersom skalfördelar uppstår. De administrativa kostnaderna kan sänkas på grund av koncentration och standardisering. Det är troligt att antalet anlidade speditörer minskar, och att användandet av IT-lösningar underlättas.

För att analysera de logistiska förändringarnas effekt på transportarbetet har ett teoretiskt ramverk utarbetats (McKinnon och Woodburn, 1993, 1996 och McKinnon 1998, 2001). Ramverket består av fyra steg med logistiska beslutsfattanden som kan påverka transportarbetets volym och mönster:

---

<sup>1</sup> Bullwhip-effekt är ett vedertaget begrepp inom supply chain management och beskriver hur små variationer i efterfrågan sent i flödeskedjan ger väldigt stora effekter på aktörer tidigare i kedjan. Då enskilda aktörer, vid olika tillfällen, kompenserar ett lägre lager än normalt med en större beställning än normalt kan det göra att aktörens leverantör tror att den ökade efterfrågan kan vara bestående och i sin tur beställer mer från sin leverantör. Detta sprids sedan bakåt i kedjan så att större och större fluktuationer uppstår. Ett efterfrågediagram kan då få formen av en oxpiska (bullwhip). Beställningsfluktuationerna, som då baseras på osäkerhet i efterfrågan, gör att aktörerna i kedjan binder mycket kapital i onödigt stora säkerhetslager. Fluktuationerna kan dämpas genom att dela verklig efterfrågeinformation med aktörer tidigare i ledet. Detta kan uppnås med hjälp av bättre kommunikation eller genom att upprätta ett centralt informationssystem.

1. Logistisk struktur och/eller antal, lokalisering och kapacitet på fabriker, lager och terminaler.
2. Initiativ inom sourcing och subkontraktering.
3. Planering och programmering av produktion och distribution.
4. Management över transportresurser.

Enligt McKinnon (1998) är det besluten på de två första nivåerna som bidrar till en ökning av antalet tonkilometer.

## **2.7 EMPIRISKA UNDERSÖKNINGAR GÄLLANDE LAGERCENTRALISERING**

Flera europeiska studier tyder på strukturella förändringar i logistikkedjorna. O'Laughlin et al (1993) har genomfört en studie som påvisar tydliga exempel på mer utvecklade samlastningsinitiativ och reduceringar av antal distributionscentraler. Abrahamsson (1993) har i en studie noterat en omfattande övergång från traditionella system, med många lokala centraler, till mer nytänkande system med färre och centraliserade faciliteter. Godstransportsystemen har utvecklats, blivit snabbare och mer kostnadseffektiva. Dessa positiva effekter medför att leveranser och operationer kan utföras snabbare.

Abrahamsson (1993) har studerat tre svenska, internationellt agerande, företag: Atlas Copco Tools AB, AB Sandvik Coromant and ABB Motors AB. Studien har berört deras europeiska distribution. Företagen liknar varandra på ett antal punkter:

- De tillverkar industrivaror.
- De har fakulteter i nästan alla europeiska länder.
- De har en stor kundbas.
- De använder lastbil eller flyg för sina transporter.

Under 1980-talet förändrade de dessutom sina decentraliserade distributionssystem med lager i nästan alla länder. Nu får företagets kunder sina leveranser från en centraliserad (två i fallet AB Sandvik Coromant) terminal.

### *ATLAS COPCO TOOLS AB (Copco)*

I början av 1980-talet hade Copco sju tillverkningsfabriker med tillhörande lager för färdigställda produkter. De hade två centrallager; ett i Finland och ett i Sverige. I de länder som hade fabriker fanns det även ett försäljningskontor med tillhörande distributionslager. Vissa länder, exempelvis Tyskland, var även indelade i mindre regioner med lokala lager. De lokala lagren fylldes på via de nationella, som i sin tur fylldes på via de två centrallagren. Centrallagren fylldes i sin tur på via de sju fabrikerna. Copcos distributionsstrategi var influerad av de traditionella teorierna och var designat för att ha geografisk närhet till kunderna. Företaget var dock inte nöjt med sina prestationer eftersom förmågan att ha kundernas beställda produkter i lager, servicenivån, bara var 70 %. De produkter som kunde hämtas direkt ur lagret hade en ledtid på två dagar, men den genomsnittliga ledtiden för en order var två veckor (Abrahamsson, 1993).

1987 genomförde Copco omstruktureringen och övergången till ett så kallat DDT-system (daglig direkt distribution). Målsättningen var att minska lagernivåerna men samtidigt öka servicenivån. Förändringen innebar att Copco nu levererade alla produkter direkt från centrallagret i Sverige. I början utfördes en stor del av leveranserna i form av flygtransporter, men övergick senare till att utföra 95 % med lastbilstransporter. 1992 flyttade Copco sitt centrallager från Sverige till Belgien. Detta för att i ännu större utsträckning reducera transportkostnaderna. Med hela marknadens efterfrågan koncentrerad till en terminal kunde företaget öka sina fyllnadsgrader och leverera till lokala noder i varje land. Från den lokala noden utfördes sedan transporter till slutkund via en extern transportör (Abrahamsson, 1993).

De identifierade effekterna av centraliseringen var:

- Reducering av lagernivåer med 33 %.
- Reducering av årliga distributionskostnader med \$ 4 000 000.
- Reducering av genomsnittlig ledtid från två veckor till 24-72 timmar.
- Ökad servicenivå från 70 % till 93 %.

#### *AB SANDVIK COROMANT (Sandvik)*

Innan centraliseringen hade Sandvik ett säljkontor, med tillhörande lager, i nästan varenda europeiskt land. Det fanns även två centrallager placerade i Sverige respektive Holland. Ledtiden var normalt 10 - 30 dagar vid försäljning från de lokala terminalerna. För produkter som inte fanns i lager, och därmed behövde beställas från något av centrallagren, var ledtiden två till tre veckor. Servicenivån klassades som 90 % (Abrahamsson, 1993).

1982 inledde Sandvik sin omstrukturering och målsättningen var att öka kostnadseffektiviteten och minska kapitalbindningen i lager, utan att för den sakens skull försämra servicenivån eller sina marknadsandelar. 1984 var förändringen genomförd och Sandvik levererade nu sina varor direkt från centrallager till slutkund (Abrahamsson, 1993). De identifierade effekterna av centraliseringen var:

- En reduktion av lagernivåerna med 33 %.
- En reduktion av kapitalbindningen med \$ 16 000 000 per år.
- En reduktion av ledtiden från 10 - 30 dagar till 24 timmar.
- En ökning i servicenivån från 90 % till 90-99 %.
- 55 färre anställda lagerarbetare.

#### *ABB MOTORS AB (ABB)*

1988 hade ABB sex tillverkningsfaciliteter med tillhörande lager för färdigställda produkter. Säljkontor med tillhörande lager fanns i de flesta centraleuropeiska länder. 30 % av alla order kunde levereras direkt från de lokala lagren och den genomsnittliga ledtiden var 2-4 veckor. ABB utförde en omfattande marknadsundersökning bland 600 av sina europeiska kunder. Resultatet visade bland annat höga försäljnings- och distributionskostnader, undermålig servicenivå och en utbredd missnöjdhet bland kunderna (Abrahamsson, 1993).

ABB:s främsta målsättning var att reducera distributionskostnaderna och öka servicenivån. 1988 etablerade företaget ett centrallager i Tyskland, där en tredjepartslogistiker skulle stå för transporter och lageraktiviteter. Tanken var att alla produkter skulle levereras direkt från centrallager till slutkund (Abrahamsson, 1993)

De identifierade effekterna av centraliseringen var:

- En reduktion av total distributionskostnad från 35 % till 20 % av försäljningen.
- En reduktion i ledtid från 2-4 veckor till 24-72 timmar.
- En ökning av servicenivån från 50 % till 95 %.

Abrahamsson (1993) menar att traditionella logistiska teorier hävdar att transportkostnader ökar vid en centralisering, men så blev inte fallet i någon av de tre studierna. Anledningen till detta var ett komplett produktutbud i centrallagret i kombination med ett jämnt transportflöde. Abrahamsson (1993) pekar även på att en viktig faktor var separationen mellan försäljning och fysisk distribution. Den fysiska distributionen centraliseras för att uppnå skalfördelar i form av materialhantering och transport. Försäljningen hölls dock kvar på lokal nivå, vilket optimerades med hänsyn till olika regioners olika krav.

### **3. METOD**

Metodkapitlet förklarar och utvecklar studiens ursprungsambition, undersökningsansats och genomförande. Här beskrivs det hypotetiska transportnätverket och dess tillhörande antaganden. Metodkapitlet tar även upp besparingsmodellen och hur den kommer att användas i undersökningen.

#### **3.1 UNDERSÖKNINGSANSATS**

##### **3.1.1 STUDIENS URSPRUNGSAMBITION**

Studiens ursprungliga ambition var att undersöka effekterna av DB Schenker Logistics (Schenker) omorganisation från ett decentraliserat distributionssystem med tre lager i Göteborg till ett enda nybyggt lager placerat vid Landvetter Flygplats i Härryda. Detta skulle genomföras som en fallstudie. Tanken var att företaget, som är branschledande inom distributionslogistik, skulle dela med sig av ett verkligt godsflöde som därefter skulle matas in i ett ruttoptimeringsprogram. Programmet skulle i sin tur generera statistik som skulle ligga till grund för analysen.

Den första kontakten togs med en person från Schenker, som tidigare gästföreläst på Handelshögskolan. Denna kontakt dirigerade förfrågan vidare, vilket ledde till samtal med många personer i olika befattningar. Diskussioner fördes bland annat med kommunikationschefen, regionchefen och olika miljösamordnare. Då signalerna från kontaktpersonerna negativa och undvikande fick ambitionen om att genomföra en fallstudie baserad på verkliga förhållanden ges upp. Eftersom det inte gick att få tillgång till verkliga godsflöden blev lösningen att utveckla fiktiva godsflöden som sedan jämförs i ett före- och efterscenario.

När datan skulle matas in i ruttoptimeringsprogrammet, PlanLogiX, uppstod nästa problem; programmet var inte mottagligt för studiens information. Efter noggrant beaktande av studiens tidsrestriktioner och flera samtal med utvecklarens supportavdelning togs beslutet att ge upp denna metod. För att studera problemet vändes fokus mot en traditionell ruttplaneringsmetod som vi kommit i kontakt med genom kursen "Operativ Styrning": Clarke och Wrights besparingsmodell (1964). Modellen, som nedan presenteras i detalj, är av en enklare karaktär och kräver mer mekaniskt arbete. Den anses dock vara fullgod för att kunna studera problemet på ett tillfredsställande sätt.

##### **3.1.2 HYPOTETISK-DEDUKTIV ANSATS**

Denna uppsats, och dess syfte, bygger till stor del på Lumsdens (2006) teori om att en centralisering leder till ett ökat antal tonkilometer. Undersökningen utgår alltså från att, i praktiken, testa en teoretiskt förankrad hypotes. För att utföra detta används en hypotetisk-deduktiv undersökningsansats. Eller som den också kallas: den hypotesprövande metoden. Den hypotetisk-deduktiva metoden utgår från att helt teorineutrala observationer inte kan utföras (Hartman, 2004). Det handlar istället om att forma en hypotes och sedan låta hypotesen styra vilka observationer som utförs. Utgångspunkten är alltså att observationerna inte ska utföras i största allmänhet för att eventuellt kunna notera en regelbundenhet. Det handlar istället om att redan från början göra klart vad målsättningen är. I

slutändan kan det bli så att antalet observationer blir sparsamma eftersom fokus ligger på att observera de egenskaper hypotesen säger att det finns ett samband mellan. För att kunna testa en hypotes behövs deduktiv (som också kallas "logiskt härledd") logik (Hartman, 2004).

Hartman (2004) menar att metoden går ut på att härleda en observationssats från en hypotes. Om observationen visar sig vara sann har hypotesen verifierats. Om observationssatsen visar sig vara falsk, har hypotesen falsifierats.

För att utföra observationen kommer en kvantitativ undersökning att utföras. Denna undersökning består av tre faser; planerings-, insamlings- och analysfasen (Hartman, 2004). Planeringsfasen består av två moment, där en hypotesformulering är den första. Hur man kommer fram till en hypotes är vetenskapligt irrelevant, men att ge den vetenskapligt stöd är av största vikt. Det andra momentet går ut på att utforma och planera själva undersökningen. Att båda momenten planeras och utförs genomtänkt är viktigt för studiens möjligheter och potential. Under insamlingsfasen samlas data in, och det är viktigt att materialet har hög tillförlitlighet. Det gäller här att ta hänsyn till både pålitlighet och giltighet. Den sista fasen innebär att den insamlade datan analyseras i förhållande till den testade hypotesen. Analysfasen består av två moment. Det första steget är att beskriva det insamlade materialet och kvantifiera så att det kan användas i nästa steg. Därefter avgörs det om det insamlade materialet ger goda skäl att tro att den testade hypotesen stämmer (Hartman, 2004).

## **3.2 TILLVÄGAGÅNGSSÄTT**

### **3.2.1 PROBLEMFÖRMULERING**

Första steget i en undersökning är att klargöra vad som är intressant att undersöka. När undersökningsområdet är bestämt är det viktigt att formulera en klar och tydlig problemställning. Detta görs, enligt Hartman (2004), för att avgränsa sina studier, så att fokus kan ligga på det som ligger inom problemområdet. Idén om att undersöka en lagercentralisering uppstod när nyheten om Schenkers lagercentralisering figurerade i media. Diskussioner kring ämnet resulterade i upplägget att koppla centraliseringen till Lumsdens (2006) teorier.

### **3.2.2 INFORMATIONSSAMLING OCH LITTERATURSTUDIER**

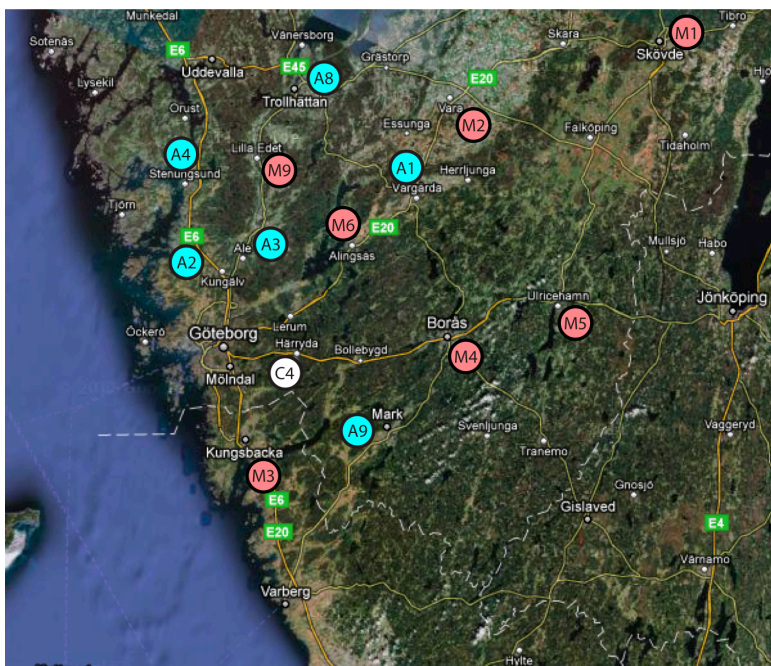
Val av undersökningsområde och problemformulering åtföljs av sökning och genomgång av relevant litteratur. Litteraturen ger vägledning åt den egna undersökningen och det är således viktigt att i ett tidigt skede gå igenom den litteratur som är relevant. Litteratur som behandlar ett ämne utan att själv ha genomfört en undersökning kallas sekundärlitteratur. Primärlitteratur, som också kallas forskarrapporter, är å andra sidan litteratur från den källa som utfört en undersökning. När litteraturgenomgången är utförd blir nästa steg att utveckla ett teoretiskt ramverk. Det teoretiska ramverket är, enligt Hartman (2004), nödvändigt för att kunna formulera sin hypotes och formge sin undersökning.

För att öka förståelsen och kunskaperna inom ämnet inleddes arbetet med en övergripande litteraturstudie. Litteraturstudiens första steg innebar en undersökning av författarnas tidigare använda kurslitteratur i form av böcker. Det fortsatte sedan med att, via Handelshögskolan och Göteborgs Stad, söka efter böcker inom ämnet. Här var fokus på terminalhantering, urbana godstransporter och grundläggande teorier kring lagercentralisering. Nästa steg i litteraturstudien blev att söka efter vetenskapliga artiklar i olika databaser. Målsättningen var här att hitta teorier och tidigare studier kring lagercentralisering. Sökningarna gjordes först och främst i *EBSCOhost Business Source Premier, Emerald Management Xtra Plus och Google Scholar*. För att hitta lämplig litteratur kring lagercentralisering användes bland annat följande nyckelord: *warehouse centralization, inventory centralization, centralized distribution, warehouse management, centralized stock, distribution management, centralization and transport*.

### **3.3 FRAMTAGANDE AV TRANSPORTNÄTVERK**

Studien utförs med ett hypotetiskt transportnätverk som grund. Undersökningen kretsar kring en transportaktör som hämtar och levererar gods. I förescenarioet hämtas gods från tio olika avsändare. Godset körs till tre, i förväg bestämda, depåer och transporteras sedan ut till tio olika kunder. Det är viktigt att poängtera att varje kund, sett till både hämtning och lämning, är låst till en specifik depå. Depå 1 kommer exempelvis alltid att hämta gods från avsändare 1,2,3 och 8. Samma depå kommer även alltid att lämna gods till mottagare 1,2,5 och 6. I efterscenarioet kommer dessa tre depåer att ersättas av en centraliserad depå. Placeringen av den centraliserade depån har här inspirerats av det verkliga fallet Schenker. För att undersökningen skall vara genomförbar har ett begränsat och representativt urval av avsändar- och mottagaradresser valts ut. Detta har resulterat i tio avsändar- och tio mottagaradresser - alla inom Västra Götalandsregionen. Adresserna har valts ut med tanke på verkliga industriernas lokaliseringar i regionen. De har även spridits ut för att uppnå variation i studien.

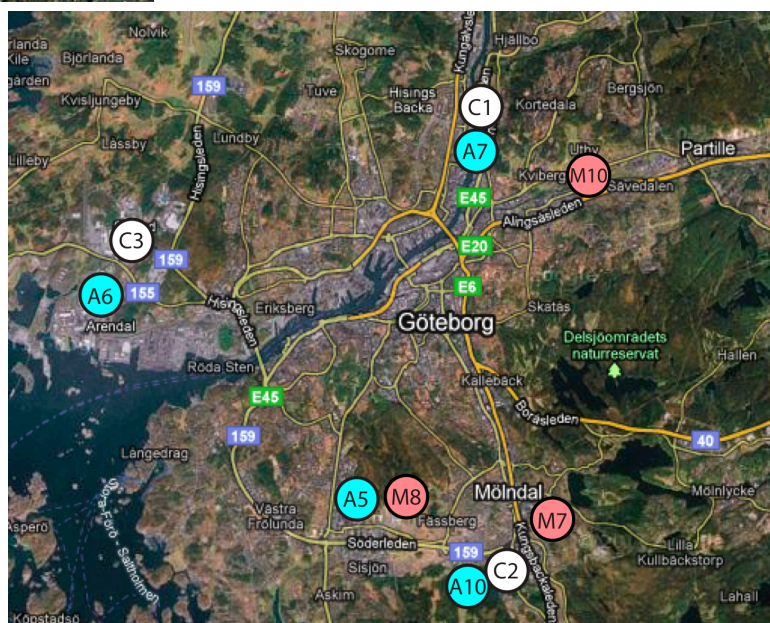
Vad som faktiskt produceras och transporteras är inte relevant för studien, och kommer således inte att tas i beaktning. Avsändaradresserna är i detta avseende inte leverantörsspecifika utan industriområdesspecifika. Mottagaradresserna har däremot sin grund i verkliga medel- och storindustriernas adresser i Västra Götalandsregionen.



Karta 3.1: Västra Götalandsregionen

Karta 3.2: Göteborgs Stad

Karta 3.1 och 3.2: Geografisk lokalisering av avsändare (A1-10, före och efter scenario), mottagare (M1-10, före och efter scenario), samt centraler (C1-3, före scenario och C4, efter scenario) i Västra Götaland och Göteborgs Stad.



A1	Wallentinsvägen	Vårgårda	M1	Komponentvägen	Skövde
A2	Signalgatan	Kungälv	M2	Önum	Vara
A3	Färjevägen	Ale	M3	Hantverksgatan	Kungsbacka
A4	Uddevallavägen	Stenungsund	M4	Ödegårdsgatan	Borås
A5	August Barks Gata	Västra Frölunda	M5	Karlsnäsvägen	Ulricehamn
A6	Driftgatan	Göteborg	M6	Sandbergsvägen	Alingsås
A7	Backa Bergögata	Göteborg	M7	Kronogårdsgatan	Mölnadal
A8	Betongvägen	Trollhättan	M8	Bäckstensgatan	Mölnadal
A9	Hantverksgatan	Skene	M9	Emil Haegers Väg	Lilla Edet
A10	Neogatan	Mölnadal	M10	Hornsgatan	Göteborg
C1	Transportgatan	Göteborg	C3	Godsgatan	Göteborg
C2	Taljegårdsgatan	Mölnadal	C4	Hangarvägen	Landvetter Flygplats



De avsändar- och mottagarvolymerna som används i studien baseras ursprungligen på en uppskattning av hur många ton medel- eller storföretag förbrukar under en verksamhetsdag. Alla företag i modellen får sina behov tillfredsställda varje dag då studien antar att företagen i modellen tillämpar just-in-time. Då modellen är av en relativt enkel karaktär antas det att alla produkter skickas på en pall som i alla avseenden väger exakt ett ton. I studien ökar volymerna, i förhållande till ursprungsmodellen, med fyra steg; +25 %, +50 %, +75 % samt +100 %. I de fall någon av de procentuella ökningarna inte leder till ett heltal har avrundning skett uppåt för att representera att även en halvfylld pall tar upp en hel palls plats. Studien av godsvolymökningarna genomförs i ett före- och efterscenario som syftar till transportnätverkets optimala rutter före och efter lagerkonsolideringen.

Modellen förutsätter en homogen fordonsflotta, och det lastfordon som har valts är en semitrailer med släp vars kapacitet och restriktioner har tagits ur Lumsdens "Logistikens grunder" (2006). Enligt Lumsden kan detta lastfordon lasta upp till 33 europapallar, vilket blir lastfordonets restriktion i modellen. Om ett företags dagsbehov överstiger 33 pallar delas försörjningen upp på två lika stora leveranser. Om ett företags dagsbehov exempelvis uppgår till 40 pallar/dag kommer företaget att få två leveranser med 20 pallar/bil. Detta antagande bygger på att företagen vill eliminera onödiga lager och kapitalbindning genom att öka leveransfrekvensen.

### **3.4 BESPARINGSMETODEN**

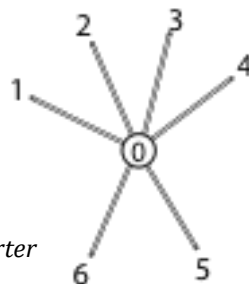
Besparingsmetodens syfte är att finna en så effektiv distributionsplan som möjligt för att kunna försörja ett antal kunder i ett område. Effektivitet syftar i det här avseendet på att minimera antalet utförda fordonskilometer. Distribution sker från en eller flera terminaler och rutternas planeras så att alla kunders efterfrågan tillgodoses utan att fordonens lastkapacitet överskrids (Lundgren et al, 1993).

För att lösa detta ruttplaneringsproblem krävs information om avstånden mellan samtliga kunder, och mellan terminalerna och kunderna. Dessa avstånd sammanfattas i en avståndstabell (Lundgren et al, 1993). För att få fram avstånden mäts sträckorna med hjälp av kart- och vägbeskrivningsprogrammet *Google Maps*. Start- och slutpunkterna (avstånd mellan två kunder, och mellan en kund och en terminal) matas in, och därefter anger *Google Maps* den kortaste vägen. Det ska tilläggas att undersökningen genomgående utgår från de avståndsmässigt kortaste sträckorna. På grund av varierande vägar och hastighetsbegränsningar är den kortaste sträckan inte alltid den snabbaste. För att göra det lättöverskådligt och få en konstant enhet ligger fokus på avstånden.

Enligt Lundgren et al (1993) kan ruttplaneringsproblemet även definieras som ett optimeringsproblem. Det kan då formuleras som ett matematiskt problem, med syfte att hitta en bästa lösning till ett system av obekanta variabler, vars samband kan formuleras med hjälp av olika begränsningar. De obekanta variablerna utgörs här av de möjliga sammankopplingarna av kunder i rutter. Begränsningarna utgörs bland annat av att alla kunders efterfrågan ska tillfredsställas och att fordonens lastkapacitet ej får överskridas. Ett

transportupplägg som uppfyller samtliga begränsningar definieras som en tillåten lösning. Alla tillåtna lösningars totala körsträckor går att beräkna, och lösningen med kortast körsträcka ska väljas.

Den mest kända besparingsmetoden är den som presenterats av Clarke och Wright (1964). Metoden inleds med att skapa en startlösning där varje kund besöks av ett enskilt fordon. Syftet med denna startlösning är att illustrera det, teoretiskt sett, minst effektiva scenario som går att uppnå. I ett exempel med en terminal (betecknas "0") och sex kunder blir antalet rutter således sex. En rutt till kund ett, en rutt till kund två o.s.v.



Figur 3.1: Nätverk med direkttransporter

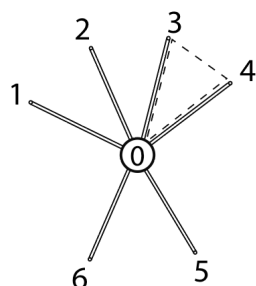
Modellens uppgift är sedan att försöka koppla samman kunder, vilket förhoppningsvis resulterar i färre rutter. Figur 3.1 visar exemplet nätverk och hur det sammankopplas enligt startlösningen. Diagram 3.1 visar avstånden mellan depån och kunderna, samt avstånden mellan kunderna. Beteckningen "01" är exempelvis avståndet mellan depån och kund 1, och beteckningen "25" är avståndet mellan kund 2 och kund 5. Diagrammet visar även de sex kundernas olika behov. Det antas här att fordonets lastkapacitet uppgår till 21 enheter.

$i \setminus j: v$	0	1	2	3	4	5	6
0		24	19	20	27	16	12
1			17	31	44	36	23
2				16	29	35	25
3					15	34	28
4						40	37
5							11
6							
Behov		4	10	4	3	3,5	5

Tabell 3.1: Avståndstabell

Genom att koppla ihop rutter erhålls en besparing av totalsträckan (som i vissa fall kan vara negativ då det inte alltid är lönsamt att koppla ihop rutter). Denna procedur kan förklaras med hjälp av exemplet med en terminal och sex kunder. I startlösningen, med direkttransporter, är den totala körsträckan  $2 \times (24+19+20+27+16+12) = 236$  km. Skälet till att summan multipliceras med två är att fordonen kör tur och retur. Som exempel är det genomförbart att koppla ihop kund 3 och kund 4 på samma rutt. För att få fram den nya körsträckan behöver besparingsfunktionen användas. Rutterna till kund 3 och kund 4 uppgår i startläget till  $2 \times (20+27) = 94$  km. Om kund 3 och kund 4 sammankopplas blir den nya körsträckan  $20+15+27 = 62$  km. Sträckan från depån till kund 3 är 20 km, sträckan från kund 3 till kund 4 är 15 km och sträckan från kund 4 till depån

är 27 km. Besparingsvärdet blir således  $94 - 62 = 32$  km och den nya lösningens totala körsträcka uppgår till  $236 - 32 = 204$  km.



Figur 3.2: Sammankoppling av kund 3 och 4

För en sammankoppling av två rutter, där sammankopplingen sker mellan kund  $i$  och kund  $j$ , kan besparingsfunktionen definieras:

$$S_{ij} = C_{0i} + C_{0j} - C_{ij}$$

där  $S_{ij}$  är besparingen som uppstår genom sammankopplingen.  $C_{0i}$  och  $C_{0j}$  är körsträckan mellan terminalen ("kund 0") och kund  $i$  respektive  $j$ , och  $C_{ij}$  är körsträckan mellan kund  $i$  och kund  $j$ .

Olika sammankopplingar av kunder ger olika besparingsvärden, och syftet är att ranka dem i fallande ordning. Varje sammankoppling som betraktas kan endast utföras om kundernas behov får plats i fordonet. S34 syftar exempelvis på ruten 0-3-4-0, det vill säga från depån till kund 3, till kund 4 och sedan tillbaka till depån:

$S_{34} = 32$	$S_{13} = S_{16} = 13$	$S_{45} = 3$
$S_{12} = 26$	$S_{14} = 8$	$S_{35} = S_{46} = 2$
$S_{23} = 23$	$S_{26} = 6$	$S_{25} = 0$
$S_{24} = S_{56} = 17$	$S_{15} = S_{36} = 4$	

I exemplet används en lastbil med en lastkapacitet på 21. Att koppla samman kund 3 och kund 4 ger en besparing på 32 km och en total last på 7. Kund 1 och kund 2 har det näst högsta besparingsvärdet, 14 km, och lasten 14. Ingen av sammankopplingarna 23 och 24 kan genomföras eftersom kunderna 1,2,3 och 4 då skulle ingå i samma rutt och överskrida lastkapaciteten på 21. Nästa sammankoppling blir då mellan kund 5 och kund 6. Alla sex kunder är nu sammankopplade och rutterna utförs på följande vis:

0 - 3 - 4 - 0: last 7,  
 0 - 1 - 2 - 0: last 14,  
 0 - 5 - 6 - 0: last 8,5

Totalsträckan blir här 161 km, vilket i jämförelse med startlösningens 236 km är betydligt mindre. Den totala besparingen blir således  $236 \text{ km} - 161 \text{ km} = 75 \text{ km}$ .

## 3.5 UTFÖRANDE

### 3.5.1 AVSTÅNDSTABELLER OCH STARTLÖSNING

Studiens första steg är att mäta och ta fram avståndstabeller. Först och främst är det sex stycken olika avståndstabeller som ska beräknas. Varje depå hämtar, "inboundflöde", och lämnar, "outboundflöde", gods. I förescenarioet finns det tre depåer, vilket leder till sammanlagt sex avståndstabeller. I efterscenarioet centraliseras dessa tre depåer till en stor depå. Då det fortfarande finns in- och utflöde tillkommer här två avståndstabeller, vilket gör att det i slutändan kommer att finnas åtta stycken. Dessa avståndstabeller kommer sedan att utgöra grunden till alla uträkningar och optimeringar. När avståndstabellerna är framtagna kommer en startlösning, med direkttransporter till och från depåerna, att beräknas. Utifrån startlösningen kan sedan fordonskilometer, tonkilometer, fyllnadsgrader och antal fordon beräknas. Fordonskilometer beräknas här som sträckan från depån till kunden, och samma väg tillbaka.

Vid beräkning av antalet tonkilometer får hänsyn tas till hur mycket gods som finns i bilen. Detta kan förklaras med ett räkneexempel. Ett fordon lämnar sin depå och åker 20 km till kund 1. Hos kund 1 hämtar fordonet upp 10 ton gods och åker sedan 15 km till kund 2. Hos kund 2 hämtar fordonet upp 5 ton gods och åker sedan 10 km tillbaka till depån. Antalet tonkilometer beräknas enligt följande:

$$(0 \text{ ton} \times 20 \text{ km}) + (10 \text{ ton} \times 15 \text{ km}) + ((10 \text{ ton} + 5 \text{ ton}) \times 10 \text{ km}) = 300 \text{ tonkilometer.}$$

Att beräkna fyllnadsgraderna blir inte helt rättvisande eftersom i många fall sker flera stopp. I hämtningsflödena är fordonen tomma när de lämnar depåerna för att hämtar upp gods. I avlämningsflödena är fordonen tomma när de har lämnat sitt gods och återvänder till sina depåer. I hämtningsflödena beräknas fyllnadsgraderna genom att studera hur mycket som finns i fordonet när det återvänder till depån. I avlämningsflödena beräknas fyllnadsgraderna genom att studera hur mycket som finns i fordonet när det lämnar depån. Detta kan beräknas enligt följande:

**Inbound:** Ett fordon med kapaciteten 30 pallar lämnar depå 1 och hämtar 10 pallar hos kund 1 och 5 pallar hos kund 2. När fordonet återvänder till depå 1 är fyllnadsgraden  $(10+5)/30 = 50 \%$ .

**Outbound:** Ett fordon med kapaciteten 30 pallar lämnar depå 1. Fordonet ska leverera 12 pallar till kund 3 och 12 pallar till kund 4. När fordonet lämnar depå 1 är fyllnadsgraden  $(12+12)/30 = 80 \%$ .

### 3.5.2 RUTTOPTIMERING

Ruttoptimeringens första steg blir att optimera de tre depåernas in- och utflöde. Upplägget är således fortfarande decentraliserat. Utifrån avståndstabellerna kommer besparingsfunktionen att användas för att få fram vilka sammankopplingar som genererar högst besparingsvärden. Nästa steg blir att manuellt bestämma rutterna utifrån besparingsvärden och lastkapacitet. Slutligen beräknas - enligt samma metodik som förklarats ovan -

fordonskilometer, tonkilometer, fyllnadsgrader och antal fordon.

När det decentraliserade scenariot har behandlats blir nästa steg att centralisera depåerna och genomföra samma procedur. De tre depåerna ersätts av en central och samma metodik tillämpas. Besparingsvärden bedöms, rutter bestäms och fordonskilometer, tonkilometer, fyllnadsgrader och antal fordon beräknas.

Tillvägagångssättet kommer sedan att bli identiskt när ökningarna i godsvolymer ska beräknas och bedömas. Godsvolymer kommer att genomgå fyra ökning: +25 %, +50 %, +75 % och +100 %. Metodiken kommer att bli densamma som tidigare. För varje volymökning kommer rutter och statistik att beräknas för både det decentraliserade och centraliserade scenariot.

### **3.5.3 ANALYSMETOD**

Analysen utgår från de resultat som presenterats i empirin. Med utgångspunkt från de fem olika godsvolymer analyseras totalt antal utförda fordons- och tonkilometer, genomsnittliga fyllnadsgrader och antal fordon. För varje godsvolym kommer det decentraliserade scenariots variabler att jämföras med motsvarande siffror för det centraliserade scenariot. Eventuella förändringar kommer att tas upp och diskuteras med hänsyn till de teorier som framkommer i det teoretiska ramverket.

### **3.6. RELIABILITET OCH VALIDITET**

Enligt May (2001) klassas forskning som reliabel om det går att upprepa studien och komma fram till likartade resultat. Den metod, de beslut och de antaganden som ligger till grund för studien har definierats i metodkapitlet. Metodkapitlet redovisar även tydligt hur avståndstabellerna, som i sin tur utgör grunden i alla beräkningar, har tagits fram. Beräkningarna som ligger till grund för resultaten i resultatkapitlet redovisas i sin helhet i appendix. Då samma resultat kan uppnås vid en upprepning av studien kan den anses vara reliabel.

May (2001) menar att forskning är valid om resultaten belyser det som studien är ämnad att förklara. Studiens validitet bygger på att de variabler som utgör grunden för studiens hypoteser, resultat, analys och slutsats väl överensstämmer med verkligheten. Då de olika kundernas behovsgrunder bygger på uppskattningar från författarnas sida kan validiteten i studien med fog diskuteras. Studien bygger på ett antal motiverade val och antaganden, så för studiens preferenser kan den anses vara valid. Besparingsmodellen är specifikt framtagen för att optimera transportsystem med avseende på antalet fordonskilometer. Metoden lämpar sig även mycket väl för att beräkna antalet tonkilometer och fyllnadsgrader. Med hänsyn till studiens hypoteser är besparingsmodellen en lämplig metod, vilket ger studien en god validitet.



## 4. RESULTAT

Resultatdelen inleds med en redovisning av avståndstabellerna som, oavsett förändringar i godsvolymer, är identiska för alla scenarion. Efter redovisning av avståndstabellerna presenteras grundmodellen som beskriver vilka värden på fordonskilometer, tonkilometer, fyllnadsgrad och antal fordon som nätverket skulle ha ifall företagets behov utfördes av direkttransporter. Därefter redovisas resultaten för de decentraliserade samt centraliserade transportnätverken i de olika godsvolympklasserna. Fullständiga beräkningar redovisas i appendix.

### 4.1 AVSTÅNDSTABELLER

I denna del presenteras de avståndstabeller som ligger till grund för alla ruttberäkningar från samtliga depåer, både i den decentraliserade och centraliserade transportnätverksstrukturen. Alla avstånd är i kilometer.

#### 4.1.1 DECENTRALISERAD STRUKTUR

*Depå 1 – Transportgatan, Göteborg*

<b>D1 Inbound</b>	D1	A1	A2	A3	A8
D1		72	16	12	70
A1			76	68	53
A2				8	67
A3					60
A8					

<b>D1 Outbound</b>	D1	M1	M2	M5	M6
D1		161	102	102	52
M1			65	79	109
M2				66	50
M5					67
M6					

*Depå 2 – Taljegårdsgatan, Mölndal*

<b>D2 Inbound</b>	D2	A6	A7	A9
D2		18	14	60
A6			14	70
A7				61
A9				

<b>D2 Outbound</b>	D2	M3	M7	M8
D2		23	4	5
M3			25	28
M7				7
M8				

*Depå 3 – Godsgatan, Göteborg*

<b>D3 Inbound</b>	D3	A4	A5	A10
D3		59	15	20
A4			61	57
A5				5
A10				

<b>D3 Outbound</b>	D3	M4	M9	M10
D3		69	63	16
M4			99	60
M9				49
M10				

#### 4.1.2 CENTRALISERAD STRUKTUR

*Depå LDV – Hangarvägen, Härryda*

<b>Inbound</b>	D LDV	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
<b>D LDV</b>		61	44	42	72	29	36	28	98	35	23
<b>A1</b>			76	68	86	78	78	69	53	79	74
<b>A2</b>				8	29	35	32	19	67	79	32
<b>A3</b>					34	29	28	15	59	75	26
<b>A4</b>						61	58	44	60	103	57
<b>A5</b>							14	16	89	64	5
<b>A6</b>								14	86	70	18
<b>A7</b>									73	61	73
<b>A8</b>										133	59
<b>A9</b>											55

<b>Outbound</b>	D LDV	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
<b>D LDV</b>		150	90	42	34	75	41	24	28	70	26
<b>M1</b>			64	184	113	79	109	162	166	128	154
<b>M2</b>				124	84	69	48	102	105	70	93
<b>M3</b>					57	98	76	25	27	83	36
<b>M4</b>						42	47	54	61	108	60
<b>M5</b>							67	95	102	118	101
<b>M6</b>								54	58	54	46
<b>M7</b>									7	61	13
<b>M8</b>										65	17
<b>M9</b>											49



## 4.2 RESULTAT MED DIREKTTRANSPORTER (STARTLÖSNINGEN)

Startlösningen visar för respektive rutt hur många fordonskilometer (fkm) som utförs, antalet tonkilometer (tonkm) som transportarbetet resulterar i, fyllnadsgraderna i fordonen (fgr) samt antalet fordon (st) som behövs för att utföra transporterna.

*Inboundflöde till depåer:*

<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>
1	144	1440	60.60%	1
2	32	160	30.30%	1
3	24	180	45.50%	1
4	118	767	39.40%	1
5	30	240	48.50%	1
6	36	234	39.40%	1
7	28	168	36.40%	1
8	140	840	36.40%	1
9	120	300	15.20%	1
10	40	180	27.30%	1
	712	4509	37.90%	10

*Outboundflöde från depåer:*

<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>
1	322	3059	57.60%	1
2	204	1224	36.40%	1
3	46	368	48.50%	1
4	138	1656	72.70%	1
5	204	1632	48.50%	1
6	110	520	30.30%	1
7	8	36	27.30%	1
8	10	25	15.20%	1
9	126	441	21.20%	1
10	32	112	21.20%	1
	1200	9073	37.90%	10

*Totaltabell för grundmodellen med direkttransporter:*

<b>Depå</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>
In	712	4509	37.90%	10
Out	1200	9073	37.90%	10
	1912	13582	37.90%	20

### 4.3 OPTIMERINGSRESULTAT AV GRUNDVOLYMERNA

Tabellerna visar vilka ruttkombinationer som minimerar antalet fordonskilometer som behöver utföras för att tillfredsställa kundernas transportbehov. Vidare visar de för respektive rutt hur många fordonskilometer (fkm) som utförs, antalet tonkilometer (tonkm) som transportarbetet resulterar i, fyllnadsgraderna i fordonen (fgr) samt antalet fordon (st) som behövs för att utföra transporterna.

#### 4.3.1 DECENTRALISERAD OPTIMERING: GRUNDVOLYMER

Inboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1 8	195	3300	97.00%	1
2 3	36	380	75.80%	1
6 7 9	184	3507	90.90%	1
5 10	40	580	75.80%	1
4	118	767	39.40%	1
	573	8534	75.80%	5

Outboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1 2	328	5771	93,90%	1
5 6	221	3322	78,80%	1
3 7 8	60	753	90.10%	1
4 9	231	2832	93.90%	1
10	30	105	21.20%	1
	870	12783	75.60%	5

#### 4.3.2 CENTRALISERAD OPTIMERING: GRUNDVOLYMER

Inboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
4 8	230	3230	75,80%	1
2 3	94	1130	75,80%	1
5 6	79	1268	87,90%	1
1 7	158	2276	97,00%	1
9 10	113	597	42,40%	1
	674	8501	75,80%	5

Outboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1 2	304	5430	93,9%	1
5 9 6	266	5021	100%	1
4 10	120	1474	93,9%	1
3 7 8	102	1645	90,9%	1
	792	13570	94,7%	4

#### 4.3.3 TOTALTABELL, GRUNDVOLYMER

Grund	Decentraliserat				Centraliserat			
	Fkm	Tonkm	Fgr	St	Fkm	Tonkm	Fgr	St
	1443	21317	75.7	10	1466	22071	85.3	9

#### 4.4 OPTIMERINGSRESULTAT AV GODSVOLYMÖKNING MED 25 %

Tabellerna visar vilka ruttkombinationer som minimerar antalet fordonskilometer som behöver utföras för att tillfredsställa kundernas transportbehov. Vidare visar de för respektive rutt hur många fordonskilometer (fkm) som utförs, antalet tonkilometer (tonkm) som transportarbetet resulterar i, fyllnadsgraderna i fordonen (fgr) samt antalet fordon (st) som behövs för att utföra transporterna.

##### 4.4.1 DECENTRALISERAD OPTIMERING: +25 %

Inboundflöde:

Outboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St	Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	F-don
2 3	160	488	97,00%	1	1	322	3864	72,7%	1
1	144	1800	75,80%	1	2	204	1530	45,4%	1
8	140	1050	45,50%	1	5 6	221	4237	100%	1
6 7	46	686	97,00%	1	3 7	52	1036	96,9%	1
9	120	420	21,20%	1	8	10	35	21,2%	1
5 10	40	740	97,00%	1	9 10	128	1575	54,5%	1
4	118	1003	51,50%	1	4	138	2070	90,1%	1
	768	6187	69,30%	7		1075	14347	68,7%	7

##### 4.4.2 CENTRALISERAD OPTIMERING: +25 %

Inboundflöde:

Outboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St	Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
4 8	230	3230	97%	1	1 9	348	6102	100%	1
2 3	94	1130	97%	1	2 6	179	3144	84,8%	1
6 7	78	1268	97%	1	7 8 10	74	937	84,8%	1
5 10	57	836	97%	1	3	84	840	60,6%	1
1 9	175	3095	97%	1	4	68	1020	90,9%	1
	634	9559	97%	5	5	150	1500	60,6%	1
						903	13543	80,3%	6

##### 4.4.3 TOTALTABELL, GRUNDEVOLYM +25 %

	Decentraliserat				Centraliserat			
	Fkm	Tonkm	Fgr	St	Fkm	Tonkm	Fgr	St
<b>25%</b>	1843	20534	69	14	1537	23102	88.7	11

#### 4.5 OPTIMERINGSRESULTAT AV GODSVOLYMÖKNING MED 50 %

Tabellerna visar vilka ruttkombinationer som minimerar antalet fordonskilometer som behöver utföras för att tillfredsställa kundernas transportbehov. Vidare visar de för respektive rutt hur många fordonskilometer (fkm) som utförs, antalet tonkilometer (tonkm) som transportarbetet resulterar i, fyllnadsgraderna i fordonen (fgr) samt antalet fordon (st) som behövs för att utföra transporterna.

##### 4.5.1 DECENTRALISERAD OPTIMERING: +50 %

Inboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1	144	2160	90.90%	1
2 8	153	3315	100%	1
3	24	276	70.00%	1
7 9	135	2658	78.80%	1
6	36	360	60.60%	1
4	118	1180	60.60%	1
5	30	360	72.20%	1
10	40	280	42.20%	1
	680	10589	71.90%	8

Outboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1	322	4669	87.90%	1
2 6	204	4116	100%	1
5	204	2448	72.70%	1
3 8	56	960	96.90%	1
7	8	56	42.40%	1
4A 9	231	3090	87,90%	1
4B 10	145	2661	87.90%	1
	1170	18000	75.60%	7

##### 4.5.2 CENTRALISERAD OPTIMERING: +50 %

Inboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
2 8	209	4239	100%	1
4 9	210	3040	84,00%	1
1	122	1830	90,90%	1
3	84	966	69,70%	1
5	58	696	72,70%	1
6	72	720	60,60%	1
7	56	504	54,60%	1
10	46	322	42,40%	1
	857	12317	71,86%	8

Outboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
2 9	230	3380	87,9%	1
7 8 10	74	1112	100%	1
4A 6	122	1827	100%	1
1	300	4350	87,9%	1
3	83	1008	72,7%	1
5	150	1800	72,7%	1
4B	68	612	54,5%	1
	1027	14089	82,2%	7

##### 4.5.3 TOTALTABELL, GRUNDTVOLYM +50 %

	Decentraliserat				Centraliserat			
	Fkm	Tonkm	Fgr	St	Fkm	Tonkm	Fgr	St
50%	1850	28589	73.75	15	1884	26406	77.1	15

#### 4.6 OPTIMERINGSRESULTAT AV GODSVOLYMÖKNING MED 75 %

Tabellerna visar vilka ruttkombinationer som minimerar antalet fordonskilometer som behöver utföras för att tillfredsställa kundernas transportbehov. Vidare visar de för respektive rutt hur många fordonskilometer (fkm) som utförs, antalet tonkilometer (tonkm) som transportarbetet resulterar i, fyllnadsgraderna i fordonen (fgr) samt antalet fordon (st) som behövs för att utföra transporterna.

##### 4.6.1 DECENTRALISERAD OPTIMERING: +75 %

Inboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1A	144	1296	54.50%	1
1B	144	1224	51.50%	1
2	32	288	54.50%	1
3	24	324	81.80%	1
8	140	1470	63.60%	1
7 9	135	3081	90.90%	1
6	36	414	69.70%	1
4	118	1357	69.70%	1
5	30	420	84.80%	1
10	40	320	48.50%	1
	843	10194	67.00%	10

Outboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1A	322	2737	51.50%	1
1B	322	2737	51.50%	1
2	204	2142	63.60%	1
5	204	2856	84.80%	1
6	104	936	54.50%	1
3	46	644	84.90%	1
7 8	22	163	75.80%	1
4A	138	1449	63.60%	1
4B	138	1449	63.60%	1
9 10	128	2275	78.80%	1
	1628	17388	67,25%	10

##### 4.6.2 CENTRALISERAD OPTIMERING, +75 %

Inboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1A 9	175	2367	81,80%	1
1B 10	158	2017	100%	1
2	88	792	54,60%	1
3	84	1134	81,80%	1
4	144	1656	69,70%	1
5	58	812	84,90%	1
6	72	828	69,70%	1
7	56	588	63,60%	1
8	196	2058	63,60%	1
	1031	12252	74,41%	9

Outboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1A 9	348	6164	90,9	1
7 8	59	663	75,8	1
1B 10	330	6502	90,9	1
2	180	1890	63,6	1
3	84	1176	84,8	1
4A	68	714	63,6	1
4B	68	714	63,6	1
5	150	2100	84,8	1
6	82	738	54,5	1
	1369	20661	74,7	9

##### 4.6.3 TOTALTABELL, GRUNDEVOLYM +75 %

	Decentraliserat				Centraliserat			
	Fkm	Tonkm	Fgr	St	Fkm	Tonkm	Fgr	St
75%	2471	27582	67.15	20	2400	32913	74.6	18

#### 4.7 OPTIMERINGSRESULTAT AV GODSVOLYMÖKNING MED 100 %

Tabellerna visar vilka ruttkombinationer som minimerar antalet fordonskilometer som behöver utföras för att tillfredsställa kundernas transportbehov. Vidare visar de för respektive rutt hur många fordonskilometer (fkm) som de totalt utför, antalet tonkilometer (tonkm) som transportarbetet resulterar i, fyllnadsgraderna i fordonen (fgr) samt antalet fordon (st) som behövs för att utföra transporterna.

##### 4.7.1 DECENTRALISERAD OPTIMERING: +100 %

Inboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1A	144	1440	60.60%	1
1B	144	1440	60.60%	1
2	32	320	60.60%	1
3	24	360	90.90%	1
8	140	1680	72.70%	1
6	36	468	78.80%	1
7	28	336	72.70%	1
9	120	600	30.30%	1
4	118	1534	78.80%	1
5	30	480	97.00%	1
10	40	360	54.50%	1
	856	9018	68.90%	11

Outboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1A	322	3059	57.60%	1
1B	322	3059	57.60%	1
2	204	2448	72.70%	1
5	204	3264	96.90%	1
6	104	1040	60.60%	1
3	46	736	96.90%	1
7 8	22	182	84.80%	1
4A	138	1656	72.70%	1
4B	138	1656	72.70%	1
9 10	128	2450	84.80%	1
	1628	19550	75.70%	10

##### 4.7.2 CENTRALISERAD OPTIMERING: +100 %

Inboundflöde:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1A 9	175	2735	90,90%	1
1B	122	1220	60,60%	1
2	88	880	60,60%	1
3	84	1260	90,90%	1
4	144	1872	78,80%	1
5	58	928	97,00%	1
6	72	936	78,80%	1
7	56	672	72,70%	1
8	196	2352	72,70%	1
10	46	414	54,60%	1
	1041	13269	75.76%	10

Outboundflöde:

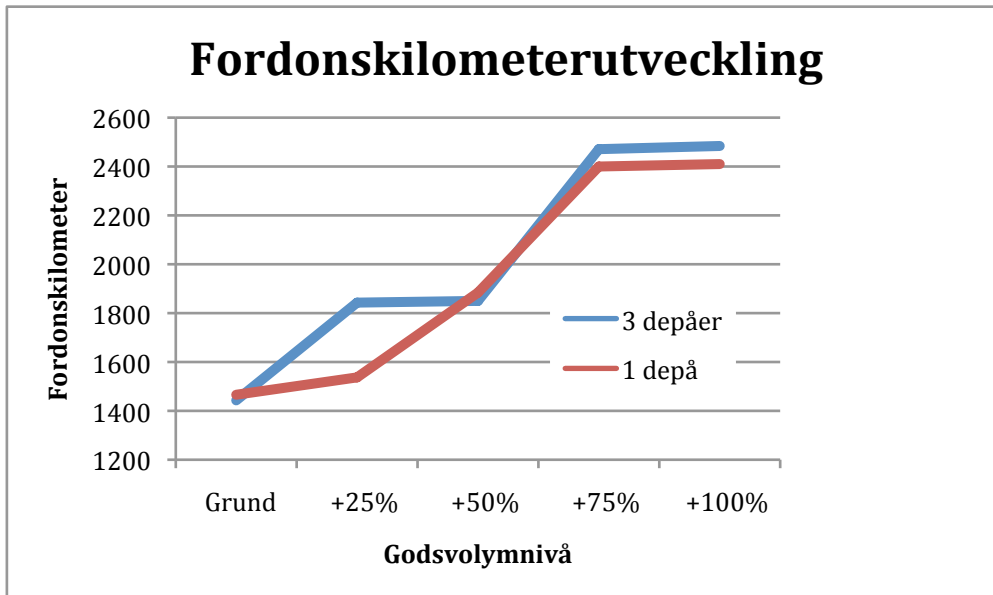
Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1A 9	348	6742	100%	1
7 8	59	742	84,8%	1
1B 10	330	7106	100%	1
2	180	2160	72,7%	1
3	84	1088	96,9%	1
4A	68	816	72,7%	1
4B	68	816	72,7%	1
5	150	2400	96,9%	1
6	82	820	60,6%	1
	1369	22690	84,1%	9

##### 4.7.3 TOTALTABELL, GRUNDTVOLYM +100 %

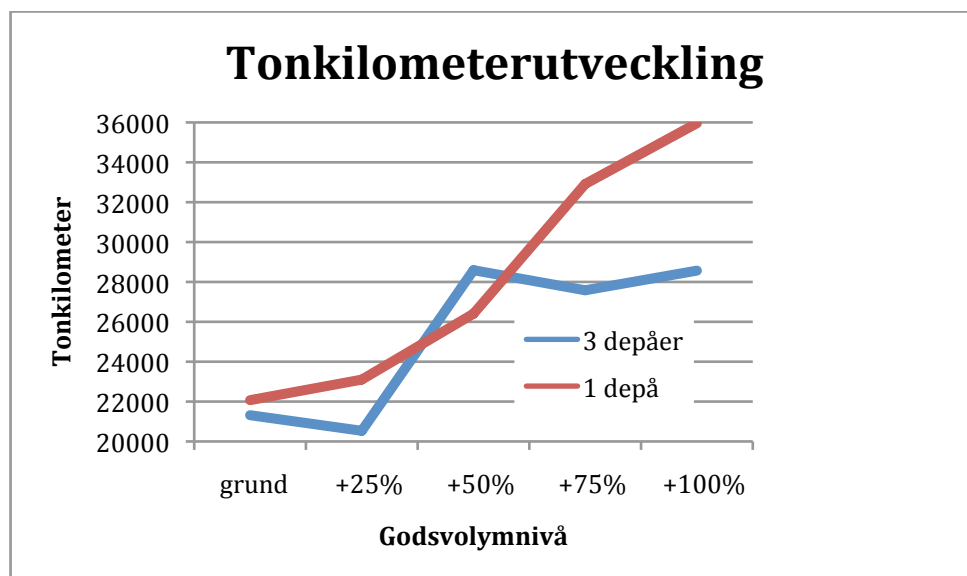
100%	Decentraliserat				Centraliserat			
	Fkm	Tonkm	Fgr	St	Fkm	Tonkm	Fgr	St
	2484	28568	72.3	21	2410	35959	80	19

## 5. ANALYS

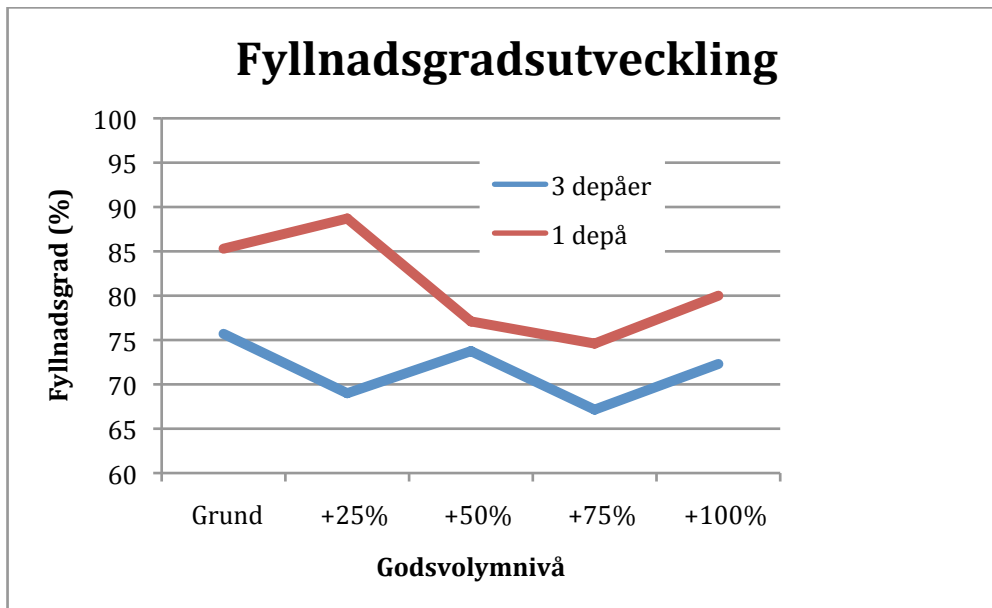
Analysen utgår från de resultat som presenterats i resultatdelen. Med utgångspunkt från de fem olika godsvolymer analyseras totalt antal utförda fordons- och tonkilometer, genomsnittliga fyllnadsgrader och antal fordon. Förändringarna i de fyra variablerna presenteras först i varsitt diagram. De analyseras sedan efter en indelning i de olika godsvolymer.



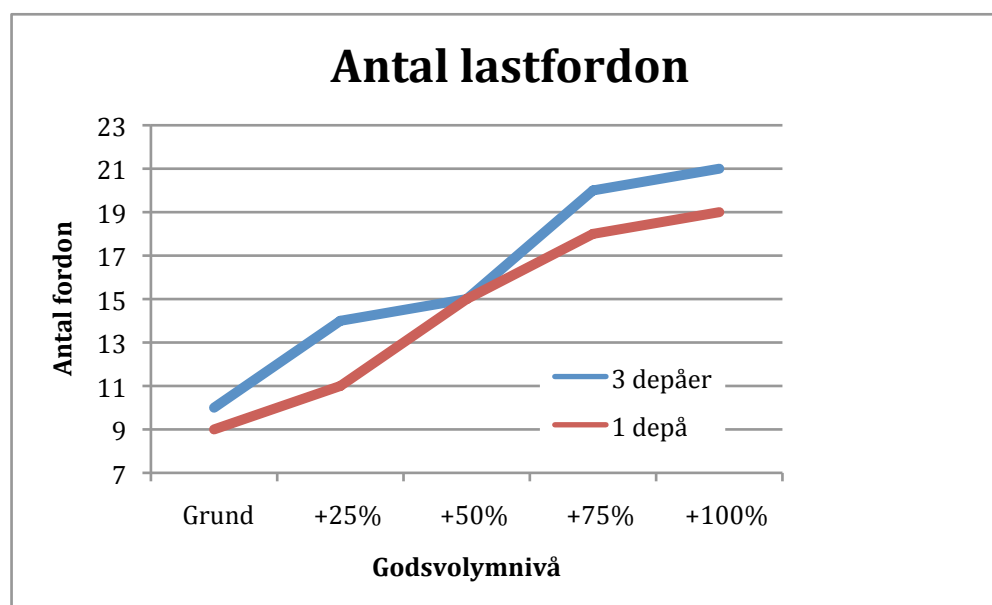
Graf 5.1: Utvecklingen av antalet utförda fordonskilometer för fem olika scenarion.



Graf 5.2: Utvecklingen av antalet utförda tonkilometer för fem olika scenarion.



Graf 5.3: Utvecklingen av fyllnadsgrader för fem olika scenarion.



Graf 5.4: Utvecklingen av antalet lastfordon för fem olika scenarion

#### 5.1 CENTRALISERING AV GRUNDEVOLYMERNA

Vid en jämförelse med besparingsmodellens startlösning framgår det klart och tydligt att metoden är effektiv. I startlösningen uppgår antalet utförda fordonskilometer till 1 912 km (graf 5.1) och antalet utförda tonkilometer till 13 582 tonkm (graf 5.2). De genomsnittliga fyllnadsgraderna ligger på 37,90 % (graf 5.3) och antalet bilar uppgår till 20 stycken (graf 5.4).

Efter att, med hjälp av besparingsmetoden, ha optimerat det decentraliserade flödet uppgår antalet utförda fordonskilometer till 1 443 km (en sänkning med cirka 25 %) och antalet utförda tonkilometer till 21 317 tonkm.

Fyllnadsgraderna har höjts till ett genomsnitt på 75,70 % och antalet bilar har halverats till 10 stycken.



Med grundvolymerna som utgångspunkt sker ingen större förändring i antalet utförda tonkilometer när de depåerna centraliseras. Antalet tonkilometer ligger innan centraliseringen på 21 317 tonkm och ökar efter centraliseringen till 22 071 tonkm. Det sker således en liten ökning när strukturen centraliseras, vilket är i enlighet med Lumsdens (2006) teori. Antalet utförda fordonskilometer genomgår en minimal förändring i form av en marginell ökning. Samtidigt minskas antalet använda bilar från tio till nio och den genomsnittliga fyllnadsgraden ökar från 75 % till 85 %. Detta skulle kunna klassas som ett paradoxalt samband i och med att Lumsden (2006) menar att ökade fyllnadsgrader, och eventuellt färre fordon, leder till ett sänkt antal utförda fordonskilometer. Här ökar de genomsnittliga fyllnadsgraderna med 10 procentenheter, och antalet bilar minskas med en enhet. Ändå ökar det totala antalet utförda fordonskilometer.

Det kan verka marginellt att antalet fordonskilometer näst intill är oförändrat. Men då färre fordon används för att tjäna kundernas behov innebär det i grundmodellen att det färdas 10 % färre lastbilar på vägarna, vilket ur trafiksynpunkt är att föredra. Thompson och Taniguchi (2001) menar att en utökning av urbana områden, tillsammans med en godsvolymökning grundad i urbaniseringen, starkt bidrar till trängsel i områdena. En centralisering i modellens grundnivå skulle alltså vara fördelaktig för att motverka den snabbt växande ökningen av fordon i Västra Götalands urbana områden. Centraliseringen skulle också uppfylla Thompson och Taniguchis (2001) mål med effektiva, urbana godstransportsystem: att öka de ekonomiska prestationerna samtidigt som det minskar de miljömässiga och sociala effekterna.

Abrahamsson (1993) menar att en centralisering, genom ett bättre resursutnyttjande av fordonen, kan leda till mindre distributionskostnader. Trots att antalet fordonskilometer, vid en centralisering på grundnivån, ökar används färre fordon för att tillfredsställa de behov som kunderna har i form av upphämtningar och avlastningar. Detta kan anses bekräfta Abrahamssons teori. En centralisering på den här nivån skulle alltså inte bara leda till lägre depåkostnader då lagrena slås ihop utan även lägre distributionskostnader. En centralisering är i detta fall, både ekonomiskt och trafikmässigt, att rekommendera.

## **5.2 CENTRALISERING MED 25 % ÖKADE GODSVOLYMER**

Vid en jämförelse med grundvolymerna visar en centralisering av det ökade godsflödet med 25 % större besparingar än tidigare. Antalet fordonskilometer minskas med 16,4 %, från 1 843 km till 1 537 km, och antalet tonkilometer ökar med 12,5 %, från 20 534 tonkm till 23 102 tonkm. Detta på grund av att fordonen som, vid en centralisering, behövs för att tillfredsställa kundernas behov nu är 11 i stället för 14. Samtidigt ökar de genomsnittliga fyllnadsgraderna från 69 % till 88,7 %. Effekterna av centraliseringen kan anses bekräfta Lumsdens (2006) teori om möjliga effekter av lagercentraliseringen, men även Lumsdens (2006) och Abrahamssons (1993) teorier om ett ökat resursutnyttjande vid genomförandet.

Precis som vid den tidigare jämförelsen ger en centralisering av lager till Landvetter en besparing av antalet lastbilar på vägarna; denna gång med 21,4 %. I den centraliserade distributionsstrukturen klaras godsvolymökningen av genom att enbart öka fordonsflottan med två fordon. I den decentraliserade strukturen behövs däremot fyra fordon fler än tidigare. Resursutnyttjandet av fordonen ökar alltså vid en centraliserad struktur, vilket även skillnaden i fyllnadsgraderna bekräftar. Den decentraliserade distributionsstrukturen kan inte visa samma förbättring, då fyllnadsgraderna där minskar med nästan fem procentenheter; från 73,8 % till 69 %. Ökningen av fordonsflottan för att tillfredsställa behovet hos kunderna minskar alltså resursutnyttjandet i en decentraliserad distributionsstruktur vilket visar att en centralisering är att föredra av såväl ekonomiska som trafikmässiga skäl. De faktiska förändringarna från en decentraliserad till en centraliserad distributionsstruktur uppfyller också, enligt Thompson och Taniguchi (2001), målsättningarna med ett urbant godstransportsystem; att främja de ekonomiska prestationerna samtidigt som de sociala och miljömässiga effekterna minimeras.

### **5.3 CENTRALISERING MED 50 % ÖKADE GODSVOLYMER**

När grundscenariots godsvolymer genomgår en ökning med 50 % blir resultatet av en centralisering inte lika framträdande. Antalet fordonskilometer som utförs är relativt lika, med skillnaden att det vid en centraliserad struktur körs 1 850 km, men 1 884 km i den decentraliserade. Däremot utför den decentraliserade strukturen 2 183 fler tonkilometer. Detta innebär att de genomsnittliga fyllnadsgraderna, i det decentraliserade scenariot, är 73,8 %. I den centraliserade strukturen är motsvarande siffra 77 %. Någon skillnad i antal bilar eller rutter uppstår inte. Även på denna nivå är det, även om skillnaderna inte är lika framträdande, fördelaktigt att centralisera strukturen. Den främsta besparingen vid en godsvolymökning med 50 % är de skalfördelar som, enligt Jonsson (2008), kan utnyttjas i form av depåernas centralisering. Skillnaderna i distributionskostnaderna uppskattas vara knappa.

Vid en analys av antalet använda lastfordon på 50 % -nivån jämfört med 25 %-nivån har den decentraliserade strukturen enbart behövt öka sin fordonsflotta med ett fordon, från 14 till 15. Tidigare var resursutnyttjandet lågt för flerdepåstrategin vars lediga kapacitet nu har kunnat svälja godsvolymökningen på ett bra sätt.

Vid en jämförelse med tidigare centraliserade strukturer har godsvolymökningen på 50 % inte upplevt goda resultat. Skillnaderna mellan grundvolymen och den 25 % -iga volymökningen är knappt märkbara. Antalet utförda ton- och fordonskilometer ökade marginellt. Förvisso höjdes de genomsnittliga fyllnadsgraderna och antalet använda bilar ökade från 9 till 11. Med en 50 % -ig godsvolymökning har antalet bilar nu ökat till 15. Jämfört med den 25 % -iga godsvolymökningen har antalet fordonskilometer ökat från 1 537 km till 1 884 km och antalet tonkilometer från 23 102 tonkm till 26 406 tonkm. Den största försämringen är att de genomsnittliga fyllnadsgraderna har sjunkit från 88,7 % till 77 % och att antalet bilar har ökat från 11 till 15. Den marginella effektivitetsförbättringen av en centraliserad distributionsstruktur kan bero på att tidigare godsvolymnivåer har kunnat hanteras på ett bättre sätt. Lumsden

(2006) menar att en lagercentralisering inte nödvändigtvis behöver leda till en effektivare distribution, och på denna nivå är det tydligt att skillnaderna är små.

Det är svårt att utröna skälen till de knappa skillnaderna vid en centralisering av distributionen på denna godsvolymnivå. I enlighet med Abrahamsson (1993) och Lumsden (2006) visar en centraliserad struktur en något högre effektivitet då antalet tonkilometer minskar men det framgår att volymökningen har passat en decentraliserad distribution bättre. Detta kan bero på att den strukturen har haft mer ledig kapacitet än den centraliserade. En annan fördel med centraliseringen kan enligt Thompson och Taniguchi (2001) vara att det koncentrerade flödet av lastfordon runt lagret nu samlas utanför centrum. Detta gör trafikmiljön i de mer centrala områdena bättre än vid en decentraliserad distributionsstruktur.

#### **5.4 CENTRALISERING MED 75 % ÖKADE GODSVOLYMER**

Vid en godsvolymökning på 75 % är det fördelaktigt att gå från en decentraliserad till en centraliserad struktur. Antalet utförda fordonskilometer minskar från 2 471 km till 2 400 km och antalet utförda tonkilometer ökar från 27 582 tonkm till 32 913 km. De genomsnittliga fyllnadsgraderna ökar från 67,2 % till 74,6 % och antalet bilar sänks från 20 till 18. Detta är i enlighet med Lumsdens (2006) teori om att ett ökat resursutnyttjande, i form av ökade fyllnadsgrader, kan sänka antalet utförda fordonskilometer. Här är minskningen marginell, men likväl sker en förbättring av fyllnadsgraderna och antalet använda fordon. Centraliseringen i modellen leder i enlighet med Abrahamssons (1993) teori till en ekonomisk förbättring i form av potentiella stordriftsfördelar i depån och minskade distributionskostnader.

Användandet av färre fordon när godsvolymer ökar med 75 % visar att en centralisering i modellen uppfyller kraven på Thompson och Taniguchis (2001) mål med effektiva urbana transportsystem. En centraliserad struktur kräver tre lastfordon fler, nu 18, och en decentraliserad struktur behöver fem extra fordon, nu 20, för att ta hand om det ökade godsflödet. Färre lastfordon färdas i området vilket i vår modell leder till mindre trafik och bättre sociala och miljömässiga förhållanden.

I den decentraliserade strukturen med 75 % godsvolymökning sker en omfattande försämring i förhållande till tidigare godsvolymer. När en godsvolymökning från 25 % till 50 % sker ökar antalet bilar endast från 14 till 15. Med en 75 % -ig godsvolymökning behövs 20 bilar, vilket är en märkbar ökning. I förhållande till en godsvolymökning på 50 % har antalet utförda fordonskilometer ökat från 1 850 km till 2 471 km, antalet utförda tonkilometer minskat från 27 589 tonkm till 27 582 tonkm och de genomsnittliga fyllnadsgraderna sjunkit från 73,8 % till 67,2 %.

I den centraliserade strukturen har situationen, i och med godsvolymökningen på 75 %, försämrats. I jämförelse med godsvolymökningen med 50 % har antalet utförda fordons- och tonkilometer ökat, fyllnadsgraderna sjunkit och antalet bilar ökat.

## 5.5 CENTRALISERING MED 100 % ÖKADE GODSVOLYMER

När grundmodellens godsvolymnivåer ökas med 100 % märks en stor skillnad i de olika strukturerna. Nu är det utförda antalet fordonskilometer i den centraliserade strukturen 74 kilometer kortare, men modellen visar att centraliseringen innebär 7 401 fler utförda tonkilometer. Enbart 19 bilar används medan en decentraliserad struktur kräver 21 bilar för att klara av att tillfredsställa kundernas transportbehov. De genomsnittliga fyllnadsgraderna visar också stora skillnader där den centraliserade strukturens uppgår till 80 % jämfört med enbart 72,3 % hos den decentraliserade strukturen.

Distributionseffektiviteten i modellen är markant bättre efter en centralisering och omlokalisering till Landvetter Flygplats när godsvolymer ökar med 100 %.

Resultaten styrker Abrahamssons (1993) teori om att det finns skalfördelar i distributionslogistiken när en centralisering genomförs och rätt förhållanden finns. Den nämnvärda ökningen av antalet tonkilometer på denna nivå jämfört med tidigare nivåer bekräftar också Lumsden (2006) när han menar att effektiviteten i ett centraliserat system ofta ökar antalet utförda tonkilometer. Även fyllnadsgraderna är högre vilket är naturligt då färre fordon används för att tillfredsställa kundernas behov av transporter. På denna nivå syns tydliga fördelar med att centralisera lagret.

Återigen visar centraliseringen att den bättre fyller målen för effektiva transportsystem i urbana miljöer enligt Thompson och Taniguchi (2001). Förändringen av lagerstrukturen i skulle i modellen alltså även på den här nivån bidra till att dämpa ökningstakten av fordonsökningen i Västra Götalandsregionen. Det är alltså inte bara effektivare rent ekonomiskt att enbart ha ett lager, det sänker även distributionskostnaderna i modellen utöver att de även minskar transporternas miljömässiga och sociala påverkan. Skillnaden i antalet använda lastfordon i modellen jämfört med tidigare nivåer är konstant, vilket kan tyda på en bestående trend.

## 5.6 SUMMERANDE ANALYS

	Decentraliserat				Centraliserat			
	Fkm	Tonkm	Fgr	St	Fkm	Tonkm	Fgr	St
<b>Grund</b>	1443	21317	75.7	10	1466	22071	85.3	9
<b>25%</b>	1843	20534	69	14	1537	23102	88.7	11
<b>50%</b>	1850	28589	73.75	15	1884	26406	77.1	15
<b>75%</b>	2471	27582	67.15	20	2400	32913	74.6	18
<b>100%</b>	2484	28568	72.3	21	2410	35959	80	19

Tabell 5.1: Totalsummor för de olika godsvolymerna.

I tabell 5.1 går det att läsa av hur alla scenarion påverkas av de olika volymerna. Det är relativt enkelt att se hur ett centraliserat transportsystem, i nästan alla avseenden, är bättre än ett decentraliserat. Det är endast på nivån där godsvolymerna ökar med 50 % som ett decentraliserat distributionssystem kan vara att föredra. På den nivån utförs det färre fordonskilometer och fler tonkilometer i ett decentraliserat system än det gör i ett centraliserat system, vilket kan kännas paradoxalt då fyllnadsgraderna fortfarande är högre i det

senare. Detta kan bero på den högre valfriheten i ruttkombinationer hos det centraliserade systemet, vilket egentligen ger en än större vinst för det decentraliserade då det med färre alternativ kan uppnå en högre nytta. Samtidigt säger Lumsdens (2006) teori att det inte entydigt kommer innebära att ett större antal tonkilometer kommer utföras vid en centralisering. Att resultaten är avvikande för en enstaka godsvolymnivå är alltså ingenting konstigt och kan också bero på en tillfällig icke bestående topp i resursutnyttjandet.

I övriga scenarion visar det centraliserade distributionssystemet bättre siffror förutom på enstaka variabler, vilket innebär att det är mycket positivt att genomföra centraliseringen. Detta kan anses bekräfta Lumsdens (2006) teori om ökat resursutnyttjande vid en centralisering och Abrahamssons (1993) teori om att skalfördelar inte bara går att finna i lagerhantering utan även i distributionsutförande när en centralisering genomförs. Resultaten går dock emot vad Jonsson (2008) antyder; att en centralisering av lager kan öka transportkostnaderna.

Samtidigt visar resultaten tydligt att färre antal fordon behövs för att tillfredställa kundernas transportbehov när centraliseringen är genomförd och godsvolymer ökar. Detta styrker centraliseringsinitiativet då det enligt Thompson och Taniguchi (2001) uppfyller målet om att vara en passande logistisk strategi för distributionsarbete i urbana miljöer. Centraliseringen innebär alltså inte bara skalfördelar i lagerhantering och i distributionsarbetet. Det har också positiva effekter på antalet lastbilar som färdas i det urbana transportsystemet vilket resulterar i en större nytta för samhället.



## 6. SLUTSATSER OCH AVSLUTANDE DISKUSSION

### 6.1 BESVARANDE AV HYPOTESER

Syftet med studien var att undersöka och analysera hur en centralisering av lagerverksamheter påverkar transportutförandet mellan producent, lager och slutkund. För att kunna genomföra undersökningen formulerades fyra hypoteser. Utifrån resultatet och analysen kan nu slutsatser dras för respektive hypotes.

1. En centralisering av lagerverksamheterna kommer att innebära en ökning av antalet utförda *fordonskilometer* när godsvolymerna ökar.

Utvecklingen av antalet utförda fordskilometer när godsvolymerna ökar pekar inte entydigt på att antalet fordskilometer, vid en genomförd centralisering, ökar eller minskar. Utifrån grundnivån, där drygt 1 400 fordskilometer utförs i båda transportnätverken, går resultaten isär för att sedan åter bli relativt lika på nivån med en 50 % -ig godsvolymsökning. Därefter ökar antalet fordskilometer mindre för det centraliserade transportnätverket. Det är svårt att svara på om det är en bestående skillnad då studien inte visar hur utvecklingen går vidare efter en godsvolymsökning på 100 %. Samtidigt bekräftar det Lumsden (2006) teori om att fordskilometer minskar när resursutnyttjandet är högt. Det bekräftar även McKinnon (1998), som menar att antalet utförda fordskilometer minskar vid en centralisering av lager.

Resultaten visar att en centralisering, oftare än ett decentraliserat transportnätverk, innebär att antalet utförda fordskilometer minskar. De tvetydiga skillnaderna i utvecklingen kan inte sägas vare sig verifiera eller falsifiera studiens hypotes om att antalet fordskilometer ökar vid en centralisering av lager då studien inte visar fortsättningen.

2. En centralisering av lagerverksamheterna kommer att innebära en ökning av antalet utförda *tonkilometer* när godsvolymerna ökar.

Förändringen av antalet utförda tonkilometer när godsvolymerna ökar och en centralisering genomförs är tydliga. Det är endast vid godsvolymssteget +50 % som det decentraliserade nätverket visar ett högre resultat än det centraliserade. Det centraliserade nätverket har en tydlig och rak utvecklingskurva som efter den 50 % -iga godsvolymsökningen stadigt ökar medan det decentraliserade nätverket visar en jämn nivå efter samma steg.

Den stadiga ökningen av antalet utförda tonkilometer i det centraliserade transportnätverket bekräftar både McKinnon (1998) och Lumsden (2006), vars teorier hävdar precis detta. Hypotesen säger att en centralisering av lagerstrukturen, tillsammans med ökade godsvolymer, ökar antalet utförda tonkilometer. Med resultatet som grund kan denna hypotes anses vara verifierad.

3. En centralisering av lagerverksamheterna kommer att innebära en ökning fordonens genomsnittliga *fyllnadsgrader* när godsvolymer ökar.

Fyllnadsgraderna för det centraliserade transportnätverket ligger stadigt högre än de resultat som ett decentraliserat nätverk visar. Skillnaderna är som störst på nivån där godsvolymer ökar med 25 %, och som minst när godsvolymer ökar med 50 %, varefter skillnaderna ökar igen. Detta beror sannolikt på att det centraliserade nätverket har fler ruttkombinationer att välja på och att den strategin därför kommer fylla sina bilar oftare då färre onödiga rutter kommer köras.

Då McKinnon (1998) och Lumsden (2006) talar om att en centralisering av ett transportnätverk kan ge ett ökat resursutnyttjande menar de bland annat att detta kommer ge avtryck hos just fyllnadsgraden på de fordon som används. Resultaten visar att det centraliserade nätverket, i alla scenarion, har högre fyllnadsgrader vilket tyder på att detta nätverk har ett högre resursutnyttjande än det decentraliserade nätverket. Då teorin och resultaten entydigt pekar åt samma håll kan hypotesen verifieras.

4. En centralisering av lagerverksamheterna kommer att innebära en reduktion av antalet utnyttjade *fordon* när godsvolymer ökar.

Utvecklingen av antalet lastfordon som används för att tillfredsställa kundernas transportbehov är relativt konstant i både det decentraliserade och det centraliserade transportnätverket. I alla scenarion, utom vid nivån där godsvolymer ökar med 50 %, kräver det centraliserade nätverket färre fordon vilket visar att resursutnyttjandet är bättre i de flesta avseenden.

Resultaten är samstämmiga med teorierna som Aronsson et al (2004), McKinnon (1998) och Lumsden (2006) har om att en centralisering, i form av bättre resursutnyttjande, kan ge stora skalfördelar. Samtidigt bestrider de vad Jonsson (2008) säger om att en lagercentralisering kan leda till ökade transportkostnader.

Även Aronsson et al (2004) menar att det, vid totalkostnadsanalyser, har visat sig att stora vinster går att uppnå i form av centralisering av distribution. Jonsson (2008) hävdar emellertid att en lagercentralisering kan resultera i ökade transportkostnader, längre leveranstider och längre avstånd till kunderna. Studien tyder dock på att hypotesen som säger att en centralisering leder till färre utnyttjade fordon kan verifieras.

## **6.2 SLUTSATSER**

Studiens resultat visar att det av flera orsaker är ett fördelaktigt val att genomföra lagercentraliseringen. För det första kan det komma att förbättra resursutnyttjandet av lokalerna eftersom markhyran är lägre än tidigare. Att bedriva verksamheten på ett ställe möjliggör även skalekonomiska fördelar i form av minskade marginalkostnader i lagerhanteringen. Dessutom minskar det transportarbetet på väg, vilket inte bara är ekonomiskt fördelaktigt utan även positivt ur ett trafik- och miljöperspektiv. Samtidigt kan förflyttningen från



Göteborgs centrum till det urbana områdets periferi ge stora tidsbesparingar då antalet fordonskilometer som utförs i stadskärnan minskar.

Enbart vid få tillfällen kan ett decentraliserat transportnätverk i modellen visa bättre resultat än ett centraliserat. Ett centraliserat distributionsnätverk visar inte bara upp bättre resultat när det kommer till antalet utförda fordonskilometer, fyllnadsgrader och antal använda fordon på de flesta godsvolymnivåer – det pekar även på att resultaten kommer att förbättras ju högre godsvolymnivåerna är.

Slutsatsen är alltså att en centralisering av de tre lagrena samtidigt som det nya centrallagret lokaliseras till Landvetter Flygplats är positiv ur såväl ekonomiska som samhällsliga aspekter.

### **6.3 AVSLUTANDE DISKUSSION**

Studiens ursprungliga ambition var att genomföra en fallstudie baserad på ett verkligt godsflöde. Att studien baseras på ett hypotetiskt flöde får anses som en potentiell brist eftersom vissa antaganden kan klassas som godtyckliga. De antaganden och parametrar som undersökningen bygger på har tänkts igenom och motiverats, men det går inte att bortse från att de inte är tagna ur en verklig kontext. Ursprungsambitionen var även att utföra optimeringarna i ett ruttoptimeringsprogram, men på grund av olika omständigheter fick denna ambition åsidosättas. Ett ruttoptimeringsprogram hade kunnat ta hänsyn till fler variabler, som sedan hade kunnat utgöra ett djupare analysunderlag.

Något som studien inte tar upp är den nya sträckningen som rutterna tar efter att centraliseringen är utförd. Då de tidigare lagerpunkterna ligger betydligt mer centralt kan det antas att fler fordonskilometer utförs i Göteborgs centrum än de gör efter omlokaliseringen till Landvetter Flygplats där tillgången till mer perifera transportlänkar finns. Enligt Thompson och Taniguchi (2001) och Knowles (2006), som hänvisar till Janelle (1968, 1969) och Abler (1971, 1975), kan en omlokalisering vara ett bra strategiskt drag. Inte bara för att minska risken för lastfordonen att hamna i och skapa trängsel, utan också för att få tillgång till transportlänkar med högre medelhastighet. Omlokaliseringen kan också göra att lagret minskar sitt genomsnittliga avstånd till sina kunder. Allt detta skulle kunna leda till ytterligare besparingar såväl ekonomiskt som miljömässigt men också leda till en bättre servicenivå då närheten till kunderna blir bättre.

Att i vidare forskning fokusera mer på miljömässiga och ekonomiska effekter kan vara ett givande alternativ. Detta skulle ge studien ett större djup och bidra med ett ökat antal parametrar. För att kunna utföra detta krävs hjälp och diskussioner med sakkunniga. Att samarbeta med en uppdragsgivare skulle nästan vara nödvändigt för att, på ett trovärdigt sätt, kunna komma fram till givande resultat. För att kunna fokusera på miljömässiga effekter behövs trovärdig information om fordonen och deras utsläppsnivåer. Detsamma gäller statistik och information om depåernas energiförbrukning. Om studien ska fokusera på detaljerade ekonomiska effekter behövs bland annat information om fordonens bränsleförbrukning och en bedömning av kostnad och behov av

personal. Det krävs även detaljerad information om depåernas kostnader för drift och bemanning. Slutligen skulle även en avkastningsanalys vara av intresse för att se hur lång tid det skulle ta för ett projekt att bli lönsamt. En centralisering innebär inte sällan att en helt ny central måste byggas. Ett nybygge är alltid kostsamt och det kan således vara av intresse att se hur länge det dröjer innan en omstrukturering blir lönsam.

## 7. KÄLLFÖRTECKNING

### BÖCKER

Abrahamsson, M. (1992) *Tidsstyrd Direktdistribution – drivkrafter och logistiska konkurrensfördelar med centrallagring av producentvaror*, Studentlitteratur, Lund.

Aronsson, H., Ekdahl, B. och Oskarsson, B. (2004) *Modern Logistik - för ökad lönsamhet*. Liber AB.

Hartman, J. (2004) *Vetenskapligt tänkande: från kunskapsteori till metodteori*. Studentlitteratur AB.

Jonsson, P. (2008) *Logistics and supply chain management*. McGraw-Hill, London.

Lumsden, K. (2006) *Logistikens Grunder*. Studentlitteratur.

Lundgren, M., Jörnsten och K., Madsen, O. (1993) *Handbok i ruttplanering*, Transportforskningsberedningen, Stockholm.

May, T. (2001) *Samhällsvetenskaplig forskning*, Studentlitteratur, Lund.

Persson, G. och Virum, H. (1996) *Logistik för konkurrenskraft*, Studentlitteratur, Malmö.

Yin, Robert K. (2007) *Fallstudier: design och genomförande*. Liber Malmö

### PUBLIKATIONER

Abler, R.F. (1971) Distance, Intercommunications and Geography. *Proceedings, Association of American Geographers*.

Abler, R.F. (1975) Effects of space-adjusting technologies on the human geography of the future. In: Abler, R., Janelle, D., Philbrick, A., Sommer, vJ. (Eds.), *Human Geography in a Shrinking World*. Kap. 3.

Abrahamsson, M. (1993) Time-Based Distribution. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 4, Nr. 2.

Anderson, S., Allen, J. och Browne, M. (2005) Urban logistics – how can it meet policy makers' sustainability objectives? *Journal of Transport Geography*, Vol. 13, s. 71-81.

Benjelloun, A. och Crainic, T G. (2009) Trends, Challenges and Perspectives in City Logistics.

Browne, M., Nemoto, T., Visser, J. och Whiteing, T. (2004) Urban Freight Movements and Public and Private Partnerships. *Logistics Systems for Sustainable Cities*.

- Chopra, S. och Meindl, P. (2007) *Supply Chain Management: strategy, planning and operation*. Pearson Education.
- Cooper, J. (1991) The Paradox of Logistics in Europe. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 2.
- Janelle, D.G. (1968) Central place development in a time-space framework. *Professional Geographer*, Vol. 20, s. 5-10.
- Janelle, D.G. (1969) Spatial reorganization: a model and concept. *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 59, s. 348-364.
- Knowles, R.D. (2006) Transport shaping space: differential collapse in time-space. *Journal of Transport Geography*, Vol. 14
- Lemoine, O.W. och Skjoett-Larsen, T. (2004) Reconfiguration of supply chains and implications for transport - A Danish study. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 34, nr. 10.
- McKinnon, A.C. (1998) *Logistical restructuring, freight traffic growth and the environment* in Banister, D. (Ed.), *Transport Policy and the Environment*, Routledge, London, s. 97-109.
- McKinnon, A.C. (2001) *Integrated logistics strategies* in Brewer, A.M., Button, K.J. and Hensher, D.A. (Eds), *Handbook of Logistics and Supply-Chain Management*, Pergamon, London/Amsterdam, s. 157-70.
- McKinnon, A.C. och Woodburn, A. (1993) A logistical perspective on the growth of lorry traffic. *Traffic Engineering and Control*, Vol. 34 No. 2, s. 466-71.
- McKinnon, A.C. och Woodburn, A. (1996) Logistical restructuring and road freight traffic growth: an empirical assessment. *Transportation*, Vol. 16 No. 1, s. 141-61.
- Moback, D. och Mroczek, T. (2008) *Analys av Servera R & S AB:s distribution i Stockholm*, Linköpings Tekniska Universitet.
- Näringsdepartementet. (2010) *Handlingsplan för logistik och godstransporter*.
- O'Laughlin, K., Cooper, J. and Cabocel, E. (1993) *Reconfiguring European Logistics Systems*. Council of Logistics Management, Oak Brook, IL.
- Rodrigue, J-P., Slack, B. och Comtois, C. (2001) Green Logistics (the Paradoxes of). *Handbook of Logistics and Supply-Chain Management*.
- Schary, P.B. och Skjoett-Larsen, T. (2001), *Managing the Global Supply Chain*, CBS Press, Copenhagen.
- SIKA. (2009) *Lastbilstrafik 2008 - helår*.

SIKA. (2009) *Lätta och tunga lastbilar 2008*.

Thompson, R och Taniguchi, E (2001) *Handbook of Logistics and Supply-Chain Management, Chapter 25: City Logistics and Freight Transport*.



## BILAGA 1

**RESULTAT MED DIREKTTRANSPORTER (STARTLÖSNINGEN), fördelat på rutter, fordonskilometer, tonkilometer, fyllnadsgrader samt antal använda lastbilar.**

*Inbound till depåer*

<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>
1	144	1440	60.60%	1
2	32	160	30.30%	1
3	24	180	45.50%	1
4	118	767	39.40%	1
5	30	240	48.50%	1
6	36	234	39.40%	1
7	28	168	36.40%	1
8	140	840	36.40%	1
9	120	300	15.20%	1
10	40	180	27.30%	1
	712	4509	37.90%	10

*Outbound från depåer*

<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>
1	322	3059	57.60%	1
2	204	1224	36.40%	1
3	46	368	48.50%	1
4	138	1656	72.70%	1
5	204	1632	48.50%	1
6	110	520	30.30%	1
7	8	36	27.30%	1
8	10	25	15.20%	1
9	126	441	21.20%	1
10	32	112	21.20%	1
	1200	9073	37.90%	10

*Totaltabell för grundmodellen med direkttransporter:*

<b>Depå</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>
In	712	4509	37.90%	10
Out	1200	9073	37.90%	10
	1912	13582	37.90%	20

## BILAGA 2

**OPTIMERINGAR MED GRUNDVOLYMEN, fördelat på rutter, fordonskilometer, tonkilometer, fyllnadsgrader samt antal använda lastbilar.**

DECENTRALISERAD OPTIMERING	Behov	Part
	20	A1
	10	A2
Behovstabell för inboundflöde,	15	A3
ruttoptimeringstabell	13	A4
samt resultat av ruttoptimering.	16	A5
	13	A6
	12	A7
	12	A8
	5	A9
	9	A10

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	Fordon
1 8	195	3300	97.00%	1
2 3	36	380	75.80%	1
6 7 9	184	3507	90.90%	1
5 10	40	580	75.80%	1
4	118	767	39.40%	1
	573	8534	75.80%	5

	Topp	Besp	Behov	Möjl
<b>D1</b>	S18	89	32	OK
	S38	22	27	OK
	S23	20	25	OK
	S28	19	22	OK
	S13	16	35	NEJ
	S12	12	30	OK
<b>D2</b>	S67	18	25	OK
	S79	13	17	OK
	S69	8	18	OK
<b>D3</b>	S510	30	25	OK
	S410	22	22	OK
	S45	13	29	OK

Behovstabell outboundflöde, ruttoptimeringstabell samt resultat av ruttoptimering.	Behov	Part
	19	M1
	12	M2
	16	M3
	24	M4
	16	M5
	10	M6
	9	M7
	5	M8
	7	M9
	7	M10

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1 2	328	5771	93,90%	1
5 6	221	3322	78,80%	1
3 7 8	60	753	90.10%	1
4 9	231	2832	93.90%	1
10	30	105	21.20%	1
	870	12783	75.60%	5

	Topp	Besp	Behov	Möjl
<b>D1</b>	S12	198	31	OK
	S15	184	35	NEJ
	S25	138	28	OK
	S16	104	29	OK
	S26	104	22	OK
	S56	87	26	OK
<b>D2</b>	S37	2	25	OK
	S78	2	14	OK
	S38	0	21	OK
<b>D3</b>	S49	33	31	OK
	S910	30	14	OK
	S410	25	31	OK



## CENTRALISERAD OPTIMERING

Ruttoptimeringstabell för centraliserat inboundflöde samt resultat av ruttoptimering:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
4 8	230	3230	75,80%	1
2 3	94	1130	75,80%	1
5 6	79	1268	87,90%	1
1 7	158	2276	97,00%	1
9 10	113	597	42,40%	1
	674	8501	75,80%	5

Topp	Besp	Behov	Möjl
S48	110	25	OK
S18	106	32	OK
S24	87	23	OK
S38	81	27	OK
S34	80	28	OK
S23	78	25	OK
S28	75	22	OK
S810	62	21	OK
S47	56	25	OK
S37	55	27	OK
S78	53	24	OK
S27	53	22	OK
S56	51	29	OK
S67	50	25	OK
S46	50	26	OK
S36	50	28	OK
S68	48	25	OK
S26	48	23	OK
S14	47	33	OK
S510	47	25	OK
S35	42	31	OK
S57	41	28	OK
S610	41	23	OK
S45	40	29	OK
S310	39	24	OK
S25	38	26	OK
S410	38	23	OK
S58	38	28	OK
S13	35	33	OK
S12	29	30	OK
S17	20	32	OK
S16	19	33	OK
S19	17	25	OK
S15	12	36	NEJ
S110	10	29	OK
S49	4	18	OK
S910	3	14	OK
S39	2	20	OK
S79	2	17	OK
S69	1	18	OK
S59	0	21	OK
S89	0	21	OK
S29	0	15	OK
S210	-7	19	OK
S710	-22	21	OK

Ruttoptimeringstabell för centraliserat  
outboundflöde samt resultat av  
ruttoptimering:

<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>
1 2	304	5430	93,9%	1
5 9 6	266	5021	100%	1
4 10	120	1474	93,9%	1
3 7 8	102	1645	90,9%	1
	792	13570	94,7%	4

S12	176	31	OK
S15	146	35	NEJ
S25	96	28	OK
S19	92	26	OK
S29	90	19	OK
S26	83	22	OK
S16	82	29	OK
S14	71	43	NEJ
S45	67	40	NEJ
S69	57	17	OK
S56	49	26	OK
S910	47	14	OK
S78	45	14	OK
S38	43	21	OK
S37	41	25	OK
S24	40	36	NEJ
S710	37	16	OK
S810	37	12	OK
S79	33	16	OK
S89	33	12	OK
S310	32	23	OK
S39	29	23	OK
S46	28	34	NEJ
S59	27	23	OK
S210	23	19	OK
S110	22	26	OK
S610	21	17	OK
S34	19	40	NEJ
S35	19	32	OK
S28	13	17	OK
S17	12	28	OK
S18	12	24	OK
S27	12	19	OK
S67	11	19	OK
S68	11	15	OK
S13	8	35	NEJ
S23	8	28	OK
S36	7	26	OK
S47	4	33	NEJ
S57	4	25	OK
S48	1	29	OK
S58	1	21	OK
S410	0	31	OK
S510	0	23	OK
S49	-4	31	OK

## BILAGA 3

**OPTIMERINGAR MED 25 % GODSVOLYMÖKNING, fördelat på rutten, fordonskilometer, tonkilometer, fyllnadsgrader samt antal använda lastbilar.**

### DECENTRALISERAD OPTIMERING, +25 %

Behovstabell för inboundflöde, ruttoptimeringstabell samt resultat av ruttoptimering:

	<b>Behov</b>	<b>Part</b>			
	25	A1			
	13	A2			
	19	A3			
	17	A4			
	20	A5			
	17	A6			
	15	A7			
	15	A8			
	7	A9			
	12	A10			

<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>
2 3	160	488	97,00%	1
1	144	1800	75,80%	1
8	140	1050	45,50%	1
6 7	46	686	97,00%	1
9	120	420	21,20%	1
5 10	40	740	97,00%	1
4	118	1003	51,50%	1
	768	6187	69,30%	7

	<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>
<b>D1</b>	S18	89	40	NEJ
	S38	22	34	NEJ
	S23	20	32	OK
	S28	19	28	OK
	S13	16	44	NEJ
	S12	12	38	NEJ
<b>D2</b>	S67	18	32	OK
	S79	13	22	OK
	S69	8	24	OK
<b>D3</b>	S510	30	32	OK
	S410	22	29	OK
	S45	13	37	NEJ

Behovstabell för outboundflöde, ruttoptimeringstabell samt resultat av ruttoptimering:

	<b>Behov</b>	<b>Part</b>
	20	A1
	10	A2
	15	A3
	13	A4
	16	A5
	13	A6
	12	A7
	12	A8
	5	A9
	9	A10

	<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>
<b>D1</b>	S18	89	32	OK
	S38	22	27	OK
	S23	20	25	OK
	S28	19	22	OK
	S13	16	35	NEJ
	S12	12	30	OK
<b>D2</b>	S67	18	25	OK
	S79	13	17	OK
	S69	8	18	OK
<b>D3</b>	S510	30	25	OK
	S410	22	22	OK
	S45	13	29	OK

**Rutt Fkm TonKm Fgr\* F-don**

1	322	3864	72,7%	1
2	204	1530	45,4%	1
5 6	221	4237	100%	1
3 7	52	1036	96,9%	1
8	10	35	21,2%	1
9 10	128	1575	54,5%	1
4	138	2070	90,1%	1
<hr/>				
	1075	14347	68,7%	7

## CENTRALISERAD OPTIMERING, + 25 %

Ruttoptimeringstabell för centraliserat inboundflöde samt resultat av ruttoptimering:

<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>	<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>
4 8	230	3230	97%	1	S48	110	32	OK
2 3	94	1130	97%	1	S18	106	40	NEJ
6 7	78	1268	97%	1	S24	87	30	OK
5 10	57	836	97%	1	S38	81	34	NEJ
1 9	175	3095	97%	1	S34	80	36	NEJ
	634	9559	97%	5	S23	78	32	OK
					S28	75	28	OK
					S810	62	27	OK
					S47	56	32	OK
					S37	55	34	NEJ
					S78	53	30	OK
					S27	53	28	OK
					S56	51	37	NEJ
					S67	50	32	OK
					S46	50	34	NEJ
					S36	50	36	NEJ
					S68	48	32	OK
					S26	48	30	OK
					S14	47	42	NEJ
					S510	47	32	OK
					S35	42	39	NEJ
					S57	41	35	NEJ
					S610	41	29	OK
					S45	40	37	NEJ
					S310	39	31	OK
					S25	38	33	OK
					S410	38	29	OK
					S58	38	35	NEJ
					S13	35	44	NEJ
					S12	29	38	NEJ
					S17	20	40	NEJ
					S16	19	42	NEJ

S19	17	32	OK
S15	12	45	NEJ
S110	10	37	NEJ
S49	4	24	OK
S910	3	19	OK
S39	2	26	OK
S79	2	22	OK
S69	1	24	OK
S59	0	27	OK
S89	0	22	OK
S29	0	20	OK
S210	-7	25	OK
S710	-22	27	OK

Ruttoptimeringstabell för centraliserat outboundflöde samt resultat av ruttoptimering:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1 9	348	6102	100%	1
2 6	179	3144	84,8%	1
7 8 10	74	937	84,8%	1
3	84	840	60,6%	1
4	68	1020	90,9%	1
5	150	1500	60,6%	1
	903	13543	80,3%	6

Topp	Besp	Behov	Möjl
S12	176	39	NEJ
S15	146	44	NEJ
S25	96	35	NEJ
S19	92	33	OK
S29	90	24	OK
S26	83	28	OK
S16	82	37	NEJ
S14	71	54	NEJ
S45	67	50	NEJ
S69	57	22	OK
S56	49	33	OK
S910	47	18	OK
S78	45	19	OK
S38	43	27	OK
S37	41	32	OK
S24	40	45	NEJ
S710	37	21	OK
S810	37	16	OK
S79	33	21	OK
S89	33	16	OK
S310	32	29	OK
S39	29	29	OK
S46	28	43	NEJ
S59	27	29	OK
S210	23	24	OK
S110	22	33	OK
S610	21	22	OK
S34	19	50	NEJ
S35	19	40	NEJ
S28	13	22	OK
S17	12	36	NEJ
S18	12	31	OK

S27	12	27	OK
S67	11	25	OK
S68	11	20	OK
S13	8	44	NEJ
S23	8	35	NEJ
S36	7	33	OK
S47	4	42	NEJ
S57	4	32	OK
S48	1	37	NEJ
S58	1	27	OK
S410	0	39	NEJ
S510	0	29	OK
S49	-4	39	NEJ

## BILAGA 4

**OPTIMERINGAR MED 50 % GODSVOLYMÖKNING, fördelat på rutter, fordonskilometer, tonkilometer, fyllnadsgrader samt antal använda lastbilar.**

### DECENTRALISERAD OPTIMERING, + 50 %

Behovstabell för

inboundflöde,

ruttoptimeringstabell

samt resultat av

ruttoptimering:

	Behov	Part
	30	A1
	15	A2
	23	A3
	20	A4
	24	A5
	20	A6
	18	A7
	18	A8
	8	A9
	14	A10

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1	144	2160	90.90%	1
2 8	153	3315	100%	1
3	24	276	70.00%	1
7 9	135	2658	78.80%	1
6	36	360	60.60%	1
4	118	1180	60.60%	1
5	30	360	72.20%	1
10	40	280	42.20%	1
	680	10589	71.90%	8

	Topp	Besp	Behov	Möjl
<b>D1</b>	S18	89	48	NEJ
	S38	22	41	NEJ
	S23	20	38	NEJ
	S28	19	33	OK
	S13	16	53	NEJ
	S12	12	45	NEJ
<b>D2</b>	S67	18	38	NEJ
	S79	13	26	OK
	S69	8	28	OK
<b>D3</b>	S510	30	38	NEJ
	S410	22	38	NEJ
	S45	13	44	NEJ

Behovstabell för

outboundflöde,

ruttoptimeringstabell

samt resultat av

ruttoptimering:

	Behov	Part
	29	M1
	18	M2
	24	M3
	36	M4
	24	M5
	15	M6
	14	M7
	8	M8
	11	M9
	11	M10

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1	322	4669	87.90%	1
2 6	204	4116	100%	1
5	204	2448	72.70%	1
3 8	56	960	96.90%	1
7	8	56	42.40%	1

	Topp	Besp	Behov	Möjl
<b>D1</b>	S12	198	47	NEJ
	S15	184	53	NEJ
	S25	138	42	NEJ
	S16	104	44	NEJ
	S26	104	33	OK
	S56	87	39	NEJ
<b>D2</b>	S37	2	38	NEJ
	S78	2	22	OK
	S38	0	32	OK
<b>D3</b>	S4A9	33	29	OK
	S4B9	33	29	OK
	S4A10	30	29	OK
	S4B10	30	29	OK
	S910	25	22	OK

4A 9	231	3090	87,90%	1
4B 10	145	2661	87.90%	1
	1170	18000	75.60%	7

### CENTRALISERAD OPTIMERING, + 50 %

Ruttoptimeringstabell för centraliserat inboundflöde samt resultat av ruttoptimering:

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St	Topp	Besp	Behov	Möjl
2 8	209	4239	100%	1				
4 9	210	3040	84,00%	1	S48	110	38	NEJ
1	122	1830	90,90%	1	S18	106	48	NEJ
3	84	966	69,70%	1	S24	87	35	NEJ
5	58	696	72,70%	1	S38	81	41	NEJ
6	72	720	60,60%	1	S34	80	43	NEJ
7	56	504	54,60%	1	S23	78	38	NEJ
10	46	322	42,40%	1	S28	75	33	OK
	857	12317	71,86%	8	S810	62	32	OK
					S47	56	38	NEJ
					S37	55	41	NEJ
					S78	53	36	NEJ
					S27	53	33	OK
					S56	51	44	NEJ
					S67	50	38	NEJ
					S46	50	40	NEJ
					S36	50	43	NEJ
					S68	48	38	NEJ
					S26	48	35	NEJ
					S14	47	50	NEJ
					S510	47	38	NEJ
					S35	42	47	NEJ
					S57	41	42	NEJ
					S610	41	34	NEJ
					S45	40	44	NEJ
					S310	39	37	NEJ
					S25	38	39	NEJ
					S410	38	34	NEJ
					S58	38	42	NEJ
					S13	35	53	NEJ
					S12	29	45	NEJ
					S17	20	48	NEJ
					S16	19	50	NEJ
					S19	17	38	NEJ
					S15	12	54	NEJ
					S110	10	44	NEJ
					S49	4	28	OK
					S910	3	22	OK
					S39	2	31	OK
					S79	2	26	OK



S69	1	38	NEJ
S59	0	32	OK
S89	0	26	OK
S29	0	23	OK
S210	-7	29	OK
S710	-22	32	OK

Ruttoptimeringstabell för centraliserat outboundflöde samt resultat av ruttoptimering:

<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>	<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>
S12	176	47	NEJ	S59	27	35	NEJ
S15	146	53	NEJ	S210	23	29	OK
S25	96	42	NEJ	S110	22	40	NEJ
S19	92	40	NEJ	S610	21	26	OK
S29	90	29	OK	S34A	19	42	NEJ
S26	83	33	OK	S34B	19	42	NEJ
S16	82	44	NEJ	S35	19	48	NEJ
S14A	71	47	NEJ	S28	13	26	OK
S14B	71	47	NEJ	S17	12	42	NEJ
S4A5	67	42	NEJ	S18	12	37	NEJ
S4B5	67	42	NEJ	S27	12	32	OK
S69	57	26	OK	S67	11	29	OK
S56	49	39	NEJ	S68	11	23	OK
S910	47	22	OK	S13	8	53	NEJ
S78	45	22	OK	S23	8	42	NEJ
S38	43	32	OK	S36	7	39	NEJ
S37	41	38	NEJ	S47A	4	32	OK
S24A	40	36	NEJ	S47B	4	32	OK
S24B	40	36	NEJ	S57	4	38	NEJ
S710	37	25	OK	S4A8	1	26	OK
S810	37	19	OK	S4B8	1	26	OK
S79	33	25	OK	S58	1	32	OK
S89	33	19	OK	S4A10	0	29	OK
S310	32	35	NEJ	S4B10	0	29	OK
S39	29	35	NEJ	S510	0	36	NEJ
S4A6	28	33	OK	S4A9	-4	29	OK
S4B6	28	33	OK	S4B9	-4	29	OK

<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>
2 9	230	3380	87,9%	1
7 8 10	74	1112	100%	1
4A 6	122	1827	100%	1
1	300	4350	87,9%	1
3	83	1008	72,7%	1
5	150	1800	72,7%	1
4B	68	612	54,5%	1
	1027	14089	82,2%	7

## BILAGA 5

**OPTIMERINGAR MED 75 % GODSVOLYMÖKNING, fördelat på rutter, fordonskilometer, tonkilometer, fyllnadsgrader samt antal använda lastbilar.**

### DECENTRALISERAD OPTIMERING, +75 %

Behovstabell för inboundflödet, ruttoptimeringstabell samt resultat av ruttoptimering:					Behov	Part						
					35	A1	<b>D1</b>	<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>	
					18	A2		S1A8	89	39	NEJ	
					27	A3		S1B8	89	38	NEJ	
					23	A4		S38	22	48	NEJ	
					28	A5		S23	20	45	NEJ	
					23	A6		S28	19	39	NEJ	
					21	A7		S1A3	16	45	NEJ	
					21	A8		S1B3	16	44	NEJ	
					9	A9		S1A2	12	36	NEJ	
					16	A10		S1B2	12	35	NEJ	
<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>								
1A	144	1296	54.50%	1	<b>D2</b>	S67	18	44	NEJ			
1B	144	1224	51.50%	1		S79	13	30	OK			
2	32	288	54.50%	1		S69	8	44	NEJ			
3	24	324	81.80%	1		<b>D3</b>	S510	30	44	NEJ		
8	140	1470	63.60%	1			S410	22	39	NEJ		
7 9	135	3081	90.90%	1			S45	13	51	NEJ		
6	36	414	69.70%	1								
4	118	1357	69.70%	1								
5	30	420	84.80%	1								
10	40	320	48.50%	1								
	843	10194	67.00%	10								

Behovstabell för outboundflöde, ruttoptimeringstabell samt resultat av ruttoptimering:

					<b>Behov</b>	<b>Part</b>					
					34	M1	<b>D1</b>	<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>
					21	M2		S1A2	198	38	NEJ
					28	M3		S1B2	198	38	NEJ
					42	M4		S1A5	184	45	NEJ
					28	M5		S1B5	184	45	NEJ
					18	M6		S25	138	49	NEJ
					16	M7		S1A6	104	35	NEJ
					9	M8		S1B6	104	35	NEJ
					13	M9		S26	104	39	NEJ
					13	M10		S56	87	46	NEJ
					<b>D2</b>						
					S37 2 44 NEJ						
					S78 2 25 OK						
					S38 0 37 NEJ						
					<b>D3</b>						
					S4A9 33 34 NEJ						
					S4B9 33 34 NEJ						
					S4A10 30 34 NEJ						
					S4B10 30 34 NEJ						
					S910 25 26 OK						
<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>							
1A	322	2737	51.50%	1							
1B	322	2737	51,50%	1							
2	204	2142	63.60%	1							
5	204	2856	84.80%	1							
6	104	936	54.50%	1							
3	46	644	84,90%	1							
7 8	22	163	75.80%	1							
4A	138	1449	63.60%	1							
4B	138	1449	63.60%	1							
9 10	128	2275	78.80%	1							
	1628	17388	67,25%	10							

## CENTRALISERAD OPTIMERING + 75 %

Ruttoptimeringstabell för centraliserat inboundflöde samt resultat av ruttoptimering:

	<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>	<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>
	S48	110	44	NEJ	S410	38	39	NEJ
	S1a8	106	39	NEJ	S58	38	49	NEJ
	S1b8	106	38	NEJ	S1a3	35	45	NEJ
	S24	87	41	NEJ	S1b3	35	44	NEJ
	S38	81	48	NEJ	S1a2	29	36	NEJ
	S34	80	50	NEJ	S1b2	29	35	NEJ
	S23	78	25	NEJ	S1a7	20	39	NEJ
	S28	75	39	NEJ	S1b7	20	38	NEJ
	S810	62	37	NEJ	S1a6	19	41	NEJ
	S47	56	44	NEJ	S1b6	19	40	NEJ
	S37	55	48	NEJ	S1a9	17	27	OK
	S78	53	42	NEJ	S1b9	17	26	OK
	S27	53	39	NEJ	S1a5	12	46	NEJ
	S56	51	51	NEJ	S1b5	12	45	NEJ
	S67	50	44	NEJ	S1a10	10	34	NEJ
	S46	50	46	NEJ	S1b10	10	33	OK
	S36	50	50	NEJ	S49	4	32	OK
	S68	48	44	NEJ	S910	3	25	OK
	S26	48	41	NEJ	S39	2	36	NEJ
	S1a4	47	41	NEJ	S79	2	30	OK
	S1b4	47	40	NEJ	S69	1	32	OK
	S510	47	44	NEJ	S59	0	37	NEJ
	S35	42	55	NEJ	S89	0	30	OK
	S57	41	49	NEJ	S29	0	27	OK
	S610	41	39	NEJ	S210	-7	34	NEJ
	S45	40	51	NEJ	S710	-22	37	NEJ
	S310	39	43	NEJ				
	S25	38	46	NEJ				

<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>
1A 9	175	2367	81,80%	1
1B 10	158	2017	100%	1
2	88	792	54,60%	1
3	84	1134	81,80%	1
4	144	1656	69,70%	1
5	58	812	84,90%	1
6	72	828	69,70%	1
7	56	588	63,60%	1
8	196	2058	63,60%	1
	1031	12252	74,41%	9

Ruttoptimeringstabell för centraliserat outboundflöde samt resultat av ruttoptimering:

<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>	<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>
S1A2	176	38	NEJ	S59	27	41	NEJ
S1B2	176	38	NEJ	S210	23	34	NEJ
S1A5	146	45	NEJ	S1A10	22	30	OK
S1B5	146	45	NEJ	S1B10	22	30	OK
S25	96	49	NEJ	S610	21	31	OK
S1A9	92	30	OK	S34A	19	49	NEJ
S1B9	92	30	OK	S34B	19	49	NEJ
S29	90	34	NEJ	S35	19	56	NEJ
S26	83	39	NEJ	S28	13	30	OK
S1A6	82	35	NEJ	S1A7	12	33	OK
S1B6	82	35	NEJ	S1B7	12	33	OK
S1A4A	71	38	NEJ	S1A8	12	26	OK
S1B4A	71	38	NEJ	S1B8	12	26	OK
S1A4B	71	38	NEJ	S27	12	37	NEJ
S1B4B	71	38	NEJ	S67	11	34	NEJ
S4A5	67	49	NEJ	S68	11	27	OK
S4B5	67	49	NEJ	S1A3	8	45	NEJ
S69	57	31	OK	S1B3	8	45	NEJ
S56	49	46	NEJ	S23	8	49	NEJ
S910	47	26	OK	S36	7	46	NEJ
S78	45	25	OK	S4A7	4	37	NEJ
S38	43	37	NEJ	S4B7	4	37	NEJ
S37	41	44	NEJ	S57	4	44	NEJ
S24A	40	42	NEJ	S4A8	1	30	OK
S24B	40	42	NEJ	S4B8	1	30	OK
S710	37	29	OK	S58	1	37	NEJ
S810	37	22	OK	S4A10	0	34	NEJ
S79	33	29	OK	S4B10	0	34	NEJ
S89	33	22	OK	S510	0	41	NEJ
S310	32	41	NEJ	S4A9	-4	34	NEJ
S39	29	41	NEJ	S4B9	-4	34	NEJ
S4A6	28	39	NEJ				
S4B6	28	39	NEJ				

<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>
1A 9	348	6164	90,9	1
7 8	59	663	75,8	1
1B 10	330	6502	90,9	1
2	180	1890	63,6	1
3	84	1176	84,8	1
4A	68	714	63,6	1
4B	68	714	63,6	1
5	150	2100	84,8	1
6	82	738	54,5	1
	1369	20661	74,7	9

## BILAGA 6

**OPTIMERINGAR MED 100 % GODSVOLYMÖKNING, fördelat på rutter, fordonskilometer, tonkilometer, fyllnadsgrader samt antal använda lastbilar.**

### DECENTRALISERAD OPTIMERING, +100 %

		<b>Behov</b>	<b>Part</b>					
Behovstabell för inboundflöde, ruttoptimeringstabell samt resultat av ruttoptimering:		40	A1	<b>D1</b>	<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>
		20	A2		S1A8	89	44	NEJ
		30	A3		S1B8	89	44	NEJ
		26	A4		S38	22	54	NEJ
		32	A5		S23	20	50	NEJ
		26	A6		S28	19	44	NEJ
		24	A7		S1A3	16	50	NEJ
		24	A8		S1B3	16	50	NEJ
		10	A9		S1A2	12	40	NEJ
		18	A10		S1B2	12	40	NEJ
				<b>D2</b>	S67	18	50	NEJ
					S79	13	34	NEJ
					S69	8	36	NEJ
				<b>D3</b>	S510	30	50	NEJ
					S410	22	44	NEJ
					S45	13	58	NEJ
<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>				
1A	144	1440	60.60%	1				
1B	144	1440	60.60%	1				
2	32	320	60.60%	1				
3	24	360	90.90%	1				
8	140	1680	72.70%	1				
6	36	468	78.80%	1				
7	28	336	72.70%	1				
9	120	600	30.30%	1				
4	118	1534	78.80%	1				
5	30	480	97.00%	1				
10	40	360	54.50%	1				
		856	9018	68.90%	11			

Behovstabell för  
outboundflöde,  
ruttoptimeringstabell  
samt resultat av  
ruttoptimering:

Behov	Part
38	M1
24	M2
32	M3
48	M4
32	M5
20	M6
18	M7
10	M8
14	M9
14	M10

Rutt	Fkm	TonKm	Fgr*	St
1A	322	3059	57.60%	1
1B	322	3059	57.60%	1
2	204	2448	72.70%	1
5	204	3264	96.90%	1
6	104	1040	60.60%	1
3	46	736	96.90%	1
7 8	22	182	84.80%	1
4A	138	1656	72.70%	1
4B	138	1656	72.70%	1
9 10	128	2450	84.80%	1
	1628	19550	75.70%	10

	Topp	Besp	Behov	Möjl
<b>D1</b>	S1A2	198	43	NEJ
	S1B2	198	43	NEJ
	S1A5	184	51	NEJ
	S1B5	184	51	NEJ
	S25	138	56	NEJ
	S1A6	104	39	NEJ
	S1B6	104	39	NEJ
<b>D2</b>	S26	104	44	NEJ
	S56	87	52	NEJ
	S37	2	50	NEJ
	S78	2	28	OK
<b>D3</b>	S38	0	42	NEJ
	S4A9	33	38	NEJ
	S4B9	33	38	NEJ
	S4A10	30	38	NEJ
	S4B10	30	38	NEJ
	S910	25	28	OK



## CENTRALISERAD OPTIMERING, + 100 %

Ruttoptimeringstabell för centraliserat inboundflöde samt resultat av ruttoptimering:

<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>	<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjlg</b>
				S25	38	52	NEJ
				S410	38	44	NEJ
				S58	38	56	NEJ
				S1a3	35	50	NEJ
				S1b3	35	50	NEJ
				S1a2	29	40	NEJ
				S1b2	29	40	NEJ
				S1a7	20	44	NEJ
				S1b7	20	44	NEJ
				S1a6	19	46	NEJ
				S1b6	19	46	NEJ
				S1a9	17	30	OK
				S1b9	17	30	OK
				S1a5	12	52	NEJ
				S1b5	12	52	NEJ
				S1a10	10	38	NEJ
				S1b10	10	38	NEJ
				S49	4	36	NEJ
				S910	3	28	OK
				S39	2	40	NEJ
				S79	2	34	NEJ
				S69	1	36	NEJ
				S59	0	42	NEJ
				S89	0	34	NEJ
				S29	0	30	OK
				S210	-7	30	OK
				S710	-22	42	OK
S48	110	50	NEJ				
S1a8	106	44	NEJ				
S1b8	106	44	NEJ				
S24	87	46	NEJ				
S38	81	54	NEJ				
S34	80	56	NEJ				
S23	78	50	NEJ				
S28	75	44	NEJ				
S810	62	42	NEJ				
S47	56	50	NEJ				
S37	55	54	NEJ				
S78	53	48	NEJ				
S27	53	44	NEJ				
S56	51	58	NEJ				
S67	50	50	NEJ				
S46	50	52	NEJ				
S36	50	56	NEJ				
S68	48	50	NEJ				
S26	48	46	NEJ				
S1a4	47	46	NEJ				
S1b4	47	46	NEJ				
S510	47	50	NEJ				
S35	42	62	NEJ				
S57	41	56	NEJ				
S610	41	44	NEJ				
S45	40	58	NEJ				
S310	39	48	NEJ				

<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>	
1A	9	175	2735	90,90%	1
1B		122	1220	60,60%	1
2		88	880	60,60%	1
3		84	1260	90,90%	1
4		144	1872	78,80%	1
5		58	928	97,00%	1
6		72	936	78,80%	1
7		56	672	72,70%	1
8		196	2352	72,70%	1
10		46	414	54,60%	1
		1041	13269	75.76%	10

Ruttoptimeringstabell för centraliserat outboundflöde samt resultat av ruttoptimering:

<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>	<b>Topp</b>	<b>Besp</b>	<b>Behov</b>	<b>Möjl</b>
S1A2	176	43	NEJ	S4B6	28	44	NEJ
S1B2	176	43	NEJ	S59	27	46	NEJ
S1A5	146	51	NEJ	S210	23	38	NEJ
S1B5	146	51	NEJ	S1A10	22	33	OK
S25	96	56	NEJ	S1B10	22	33	OK
S1A9	92	33	OK	S610	21	34	NEJ
S1B9	92	33	OK	S34A	19	56	NEJ
S29	90	38	NEJ	S34B	19	56	NEJ
S26	83	44	NEJ	S35	19	64	NEJ
S1A6	82	39	NEJ	S28	13	34	NEJ
S1B6	82	39	NEJ	S1A7	12	37	NEJ
S1A4A	71	40	NEJ	S1B7	12	37	NEJ
S1B4A	71	40	NEJ	S1A8	12	29	OK
S1A4B	71	40	NEJ	S1B8	12	29	OK
S1B4B	71	40	NEJ	S27	12	42	NEJ
S4A5	67	53	NEJ	S67	11	38	NEJ
S4B5	67	53	NEJ	S68	11	30	OK
S69	57	34	NEJ	S1A3	8	51	NEJ
S56	49	52	NEJ	S1B3	8	51	NEJ
S910	47	28	OK	S23	8	56	NEJ
S78	45	28	OK	S36	7	52	NEJ
S38	43	42	NEJ	S4A7	4	42	NEJ
S37	41	50	NEJ	S4B7	4	42	NEJ
S24A	40	48	NEJ	S57	4	50	NEJ
S24B	40	48	NEJ	S4A8	1	34	NEJ
S710	37	32	OK	S4B8	1	34	NEJ
S810	37	24	OK	S58	1	42	NEJ
S79	33	32	OK	S4A10	0	38	NEJ
S89	33	24	OK	S4B10	0	38	NEJ
S310	32	46	NEJ	S510	0	46	NEJ
S39	29	46	NEJ	S4A9	-4	38	NEJ
S4A6	28	44	NEJ	S4B9	-4	38	NEJ

<b>Rutt</b>	<b>Fkm</b>	<b>TonKm</b>	<b>Fgr*</b>	<b>St</b>
1A 9	348	6742	100%	1
7 8	59	742	84,8%	1
1B 10	330	7106	100%	1
2	180	2160	72,7%	1
3	84	1088	96,9%	1
4A	68	816	72,7%	1
4B	68	816	72,7%	1
5	150	2400	96,9%	1
6	82	820	60,6%	1
	1369	22690	84,1%	9