

CHALMERS



Valuation of Line Efficiency Gothenburg-Kiel - Relocation of Base Port from Gothenburg to Varberg

Linjeeffektivisering Göteborg-Kiel - Byte av utgångshamn från Göteborg till Varberg

Kandidatarbete i Industriell ekonomi

Daniel Larsson	931129-0770
Erik Ekstrand	920801-2170
Gustaf Eriksson	920915-2017
Malin Ansgar	910405-4789
Minh Bang Nguyen	930503-3699
Shari Abrahamsen	920129-4866

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation
Avdelningen för Logistik och Transport
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2015-05-19
Kandidatarbete TEKX04-15-21

Förord

Detta kandidatarbete har genomförts på uppdrag av avdelningen Logistik och transport vid institutionen för Teknikens ekonomi och organisation på Chalmers Tekniska Högskola. Projektet har bestått av en studie av Stenas godstransporter mellan Västsverige och Tyskland, och genomförts externt från Stena.

Ett stort tack riktas till projektets handledare Kent Lumsden som med stor erfarenhet av ämnet bidragit med värdefull vägledning när det behövts som mest. Dessutom tackas de personer som har ställt upp på intervjuer samt Per Johansson som har bistått med stor hjälp angående beräkningar och fartygsfakta.

Daniel Larsson

Daniel Larsson

Erik Ekstrand

Erik Ekstrand

Gustaf Eriksson

Gustaf Eriksson

Malin Ansgar

Malin Ansgar

Minh Bang Nguyen

Minh Bang Nguyen

Shari Abrahamsen

Shari Abrahamsen

Sammanfattning

Nya logistiska verktyg och skärpta miljökrav ställer allt högre krav på företag inom logistikbranschen. Logistikverksamhet består primärt av transport av gods och samordning av dessa. För att uppnå en effektiv logistikstruktur gäller det att använda olika trafikslag på bästa sätt. För aktörer inom sjöfart blir det därför allt mer aktuellt att nyttja fördelarna hos transporter till havs för att vara fortsatt konkurrenskraftiga.

Med utgångspunkt i Göteborg bedriver rederiet Stena Line idag två färjelinjer inom RoRo- och RoPax-färjemarknaden. Samtidigt som externa krafter påverkar Stenas verksamhet präglas Stenas färjelinje från Göteborg till Kiel av låg utnyttjandegrad. I denna studie undersöks därför möjligheterna för en flytt av utgångshamn ifrån Göteborg till Varberg. De effekter som flytten för med sig kartläggs och indelas i operativa kostnader, externa kostnader och förändrad kundservice.

Med bakgrund i studiens inledande delar har ett teoretiskt ramverk tagits fram. I detta återfinns teori som behandlar ämnesområdet logistik med fördjupning i sjötransport. Även teori som berör studiens metodval redovisas för att klargöra de arbetsmetoder som projektet innefattat. Hållbar utveckling utgör en stor del av studiens analys, och underliggande teori till detta sammanställs i rapporten. Slutligen följer en närmare studie av miljövisioner hos olika inblandade intressenter.

Studiens analytiska delmoment har utförts utifrån ett externt perspektiv. Inledningsvis kartläggs egenskaper hos berörda hamnar och färjor. Denna kartläggning efterföljs av beräkningar av operativa kostnader för Stenas färjelinje från Göteborg. Efter detta beräknas emissioner för färjor och lastbilstrafik i monetära termer. Osäkerhetsfaktorer i analysen behandlas med en känslighetsanalys.

Slutligen visar sig omstruktureringen vara genomförbar, men viss modifikation av Stenahamnen i Varberg krävs. Förändringen kräver också en reducering av fartygsflottan, något som visar sig vara genomförbart, och utnyttjandegraden för färjorna ökar från 55 % till 90 %. De operativa kostnaderna för det nya alternativet visar sig vara högre än i nuläget som följd av en högre hamntaxa, något som kan visa sig vara förhandlingsbart. Utsläppsmängderna för de två alternativen är snarlika, medan metanolkonverteringen visar sig ge större utslag med Varberg som utgångshamn. För studiens berörda kunder innebär förändringen ett nytt avgångsschema, något som ger en högre flexibilitet på bekostnad av kapacitet per avgångstillfälle.

Abstract

Due to new logistical instruments and tougher environmental demands, actors in the logistics industry are expected to approach environmental issues with higher dedication. Logistics mainly consists of transportation and coordination. In order to achieve a more efficient logistics structure, utilization of different means of transport is required. To remain competitive, it is necessary for actors in the maritime industry to capitalize on the advantages of offshore transportation.

The shipping company Stena Line conducts two ferry lines within the RoRo- and RoPax-market from Gothenburg. While external forces impact Stena's operations the ferry line between Gothenburg and Kiel suffers from low utilization. This study therefore examines the opportunity to relocate the base port from Gothenburg to Varberg. Effects from the relocation is divided into operational costs, external costs and customer service to be assessed.

With origin in this study's initial parts, a theoretical framework has been established. The framework contains theory of importance within the subject area of logistics and maritime transportation. Theory that concerns the choice of approach within the study is also presented to ensure the work methods are not being misinterpreted. Sustainability represents a major part of the analysis, essential theory for this area of the study has been compiled. Lastly, a closer study of environmental visions of various involved actors is presented.

The analytical part of the study has been approached from an external perspective. Initially the characteristics of concerned ports and ferries are mapped followed by calculations of operational costs for the ferry line from Gothenburg. The calculations of operative expenses are followed by calculations of emissions from ferries and trucks in monetary terms. To strengthen the outcome a sensitivity analysis is conducted where parameters of uncertainty are treated.

The report concludes that the relocation of base port is realizable after some necessary modification of the port in Varberg. A prerequisite for the proposed change is a reduction of the fleet. This is feasible and would lead to an increase of utilization from 55 % to 90 %. The operational costs for the new alternative are higher than for the current system as a result of more expensive port dues in Varberg. However the port dues are assumed to be negotiable. The level of emissions are similar for the two alternatives, while the methanol conversion has a greater impact with Varberg as base port. The new alternative's new departure schedule will affect the ferry lines different customers. The new schedule will imply higher flexibility at the cost of lower capacity per departure.

Terminologi

Dräktighet:	Jämförelsetal för fartygets storlek (Transportstyrelsen d, 2015).
FEU:	Står för "Forty Foot Equivalent Unit" och motsvarar två TEU.
GT:	"Gross Tonnage", eller bruttoregister-ton, är ett mått på fartygs bruttodräktighet. Se Formel 4 i Bilaga K.
HFO:	Heavy Fuel Oil, även kallad bunkerolja eller tjockolja.
Knop:	Hastighetsenhet definierad som sjömil per timme.
Lanemeters:	Anger ett fartygs kapacitet sett till längd i parkeringsfiler.
LoLo-fartyg:	"Lift on, Lift off"-fartyg är renodlade lastfartyg som är designade för vertikal lastning.
MDO:	Marine Diesel Oil, marindiesel.
RoPax-fartyg:	En kombination av RoRo-fartyg som anpassats för passagerartrafik.
RoRo-fartyg:	"Roll on, Roll off"-fartyg är renodlade lastfartyg som är designade för horisontell lastning.
Sjömil:	Längdenhet även kallad nautisk mil. En sjömil är 1 852 meter.
Terminal:	Område som inom logistik används för omlastning och dockning. I rapporten används terminal synonymt med färjeterminal.
TEU:	Står för "Twenty Foot Equivalent Unit" är ett mått på antalet 20 fots containrar.
Tungt fordon:	Fordon vars totalvikt, inklusive släpvagn, överskrider 3,5 ton.
Turn-around-tid:	Tiden för att vända ett fartyg i hamn, tid för lossning, lastning et cetera.

Antaganden

Detta projekt har genomförts utifrån vissa antaganden, vilka till stor del definierat lösningsgången. Studiens huvudsakliga antaganden redovisas kortfattat nedan. Samtliga antaganden med tillhörande motiveringar, finns listade i Bilaga A.

- Färjornas restider baseras på medelvärden av registerdata från Marine Traffic.
- De antagna restiderna tar ej hänsyn till att färjorna eventuellt behöver längre tid inne i hamn för reparation och underhåll.
- Turn-around-tiden i Kiels hamn antas ha samma förutsättningar som den i de svenska hamnarna.
- RoRo-färjornas lastkapacitet antas vara samma som för RoPax-färjorna.
- Lösa trailers och enstyckstrailrar tas ej i beaktning.
- Stena antas följa de generella riktlinjerna kring hamntaxa som Göteborgs Hamn AB och Varbergs kommun fastställt.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Problemformulering.....	2
1.3	Syfte.....	2
1.4	Frågeställning	3
1.5	Avgränsningar	4
1.6	Aspekten hållbar utveckling	5
1.7	Disposition	5
2	Metod.....	7
2.1	Arbetsstruktur	7
2.1.1	Initiering och planering	7
2.1.2	Litteraturstudie	8
2.1.3	Nulägesbeskrivning.....	8
2.1.4	Analys.....	8
2.1.5	Slutsatser	9
2.1.6	Slutgiltig rapport	9
2.2	Metodansatser.....	9
2.3	Forskningsmetodik	10
2.4	Datainsamlingsmetodik	11
2.5	Tillförlitlighetsanalys.....	12
3	Teori.....	13
3.1	Ämnesområdet logistik.....	13
3.1.1	Kvalitet och kundservice.....	13
3.1.2	Logistiksystemets aktörer.....	14
3.1.3	Materialflöde och trafikslagen	14
3.1.4	Logistikkostnader, kapitalbindning och resursutnyttjande.....	15
3.1.5	Distributionsstrukturer	15
3.1.6	Transportplanering	16
3.1.7	Logistik som konkurrensmedel	16
3.2	Linjesjöfart.....	17
3.2.1	Hamnar	17
3.2.2	Kajer och terminaler.....	18
3.2.3	Enhetslast	19
3.2.4	Fraktfartyg och godsenheter.....	21
4	Hållbar utveckling	24
4.1	Corporate Social Responsibility	24
4.2	Emissioner och miljö	24
4.3	Externa kostnader	26
4.4	Metanolkonvertering och framställning	26
4.5	Visioner i Göteborg och Varberg	27
5	Nulägesbeskrivning	29
5.1	Infrastruktur	29
5.1.1	Specifikationer av färjorna	29
5.1.2	Specifikationer av hamnarna	31
5.2	Operativa kostnader	32
5.2.1	Bränslekostnad	32
5.2.2	Hamntaxa	33
5.2.3	Totala operativa kostnader	33
5.3	Emissioner	33

5.3.1	Emissioner från lastbilar.....	34
5.3.2	Emissioner från färjor.....	34
5.3.3	Totala externa kostnader	35
5.4	Kunder	35
5.4.1	Speditörer	36
5.4.2	Privatresenärer.....	36
6	Omstruktureringspotential	37
6.1	Infrastruktur	37
6.1.1	Krav på infrastruktur	37
6.1.2	Restid och turn-around-tid	39
6.2	Operativa kostnader	40
6.2.1	Bränslekostnad	40
6.2.2	Hamntaxa	40
6.2.3	Totala operativa kostnader	41
6.2.4	Jämförelse.....	41
6.3	Emissioner	42
6.3.1	Emissioner från lastbilar.....	42
6.3.2	Emissioner från färjor.....	43
6.3.3	Jämförelse.....	43
6.3.4	Effekter av metanolkonvertering.....	45
6.4	Kundservice	46
6.4.1	Speditörer	46
6.4.2	Privatresenärer.....	47
7	Känslighetsanalys	48
7.1	Operativa kostnader för Stena	48
7.1.1	Bränslekostnad	48
7.1.2	Hamntaxa	51
7.2	Externa kostnader	53
7.2.1	Lastbilar.....	53
7.2.2	Färjorna	55
8	Analys.....	57
8.1	Fastställande av infrastruktur.....	57
8.2	Operativa kostnader	58
8.3	Miljöpåverkan och externa kostnader.....	59
8.4	Kundservice	59
9	Slutsatser.....	61
	Litteraturförteckning.....	62
	Bilagor	i
	Bilaga A: Antaganden	i
	Bilaga B: Iakttagelser	ii
	Bilaga C: Illustrationer och Bilder.....	iii
	Bilaga D: Tider för fartygen	iv
	Bilaga E: Fartygens kapacitet.....	vi
	Bilaga F: Bränslekostnad.....	vii
	Bilaga G: Beräkningsgång bränslekostnad.....	viii

Bilaga H: Beräkning av MDO-pris.....	ix
Bilaga I: Känslighetsanalys bränsleförbrukning.....	x
Bilaga J: Hamntaxa.....	xi
Bilaga K: Beräkningsgång hamntaxa	xii
Bilaga L: Känslighetsanalys hamntaxa.....	xvi
Bilaga M: Beräkning av emissioner från lastbilar	xix
Bilaga N: Beräkning av emissioner från fartygen	xxiv
Bilaga O: Emissioner efter metanolkonvertering av Stena Germanica	xxvii
Bilaga P: Sammanlagda kostnader för emissioner	xxviii
Bilaga Q: Känslighetsanalys emissioner från lastbil	xxix
Bilaga R: Känslighetsanalys av emissioner från fartyg.....	xxx

Figurförteckning

Figur 6 Bild över luftkvalitet i centrala Göteborg	27
Figur 8 Totala operativa kostnader i Göteborg.....	33
Figur 9 Externa kostnader från lastbilar i Göteborg	34
Figur 10 Externa kostnader från färjor (Göteborg)	35
Figur 11 Sammanställning av emissioner från lastbilar och färjor.....	35
Figur 13 Medelhastigheten beroende av turn-around-tiden	39
Figur 14 Totala operativa kostnader i Varberg.....	41
Figur 15 Jämförelse mellan operativa kostnader Göteborg och Varberg.....	42
Figur 16 Externa kostnader från lastbilar i Varberg	43
Figur 17 Externa kostnader från färjor (Varberg)	43
Figur 18 Jämförelse av totala externa kostnader	44
Figur 19 Jämförelse av totala externa kostnader	45
Figur 20 Jämförelse externa kostnader efter metanolkonvertering av Stena Germanica	46
Figur 21 Bränslekostnad vid olika beräkningsfaktorer.....	49
Figur 22 Totala operativa kostnader vid olika beräkningsfaktorer.....	50
Figur 23 Bränslekostnad vid olika medelhastigheter Varberg - Kiel	50
Figur 24 Totala operativa kostnader vid olika medelhastigheter Varberg - Kiel	51
Figur 25 Hamntaxa vid olika taxeringsalternativ i Varberg	52
Figur 26 Totala operativa kostnader vid olika taxeringsalternativ i Varbergs hamn	52
Figur 27 Emissionskostnader beroende av antal lastbilar	53
Figur 28 Totala externa kostnader vid varierat antal lastbilar	54
Figur 29 Externa kostnader beroende av euroklass	54
Figur 30 Totala externa kostnader vid varierande euroklass	55
Figur 31 Jämförelser av externa kostnader från färjor	56

Tabellförteckning

Tabell 1 Trafikslagens egenskaper	14
Tabell 2 Fysiska kriterier på enhetslaster	19
Tabell 3 Hjälpmedel vid hantering	21
Tabell 4 Miljömässiga fördelar och nackdelar för olika trafikslag	25
Tabell 5 Negativa miljöeffekter av transport på lokal, regional och global nivå	26
Tabell 6 Redovisning av data angående fartygen som trafikerar färjelinjen Göteborg - Kiel samt Stena Nautica.	30
Tabell 7 Hamndata.....	32
Tabell 8 Sammanfattning över krav på infrastruktur.....	38
Tabell 9 Analys av relationer mellan körtider, vilotider och hastigheter	47
Tabell 10 Sammanställningen av kraven på infrastruktur i hamn	57
Tabell 11 Färjornas utnyttjandegrad.....	58

1 Inledning

I följande kapitel beskrivs bakgrunden för kandidatarbetet. Problemformuleringen ger en grund för arbetet och utifrån denna formuleras ett syfte och frågeställningar. Därefter följer avsnitt som beskriver rapportens avgränsningar, hur rapporten behandlar ämnet hållbar utveckling och rapportens disposition.

1.1 Bakgrund

Som följd av den ökade globaliseringen har logistikbranschen blivit en allt mer konkurrensutsatt marknad (Bjørnland et al., 2003). Ny teknik möjliggör bättre samordning av transporter vilket leder till högre kostnadseffektivitet med starkt fokus på värdeskapande aktiviteter. Tillsammans med detta kostnadsfokus finns flera andra logistiska effektivitetsvariabler. Aktörer inom logistikbranschen behöver därför hitta en balans mellan dessa variabler för att möta sina kunders behov.

Ur konkurrenshänsyn blir miljöfrågor allt viktigare i flera branscher, däribland logistikbranschen (DHL, 2015). Logistikbranschens stora utsläppsmängder har gett upphov till en rad miljökonventioner, vilka spås bli ännu viktigare i framtiden. Utöver det ökade statliga och internationella intresset blir också hållbar utveckling angeläget ur ett konsumentperspektiv. På logistikmarknaden krävs då bättre samordning mellan aktörers aktiviteter för att minska den negativa miljöpåverkan från samtliga transportsätt.

Transporter till sjöss är idag ett vida använt transportsätt på grund av dess geografiska egenskaper och stora skalfördelar (Jonsson & Mattson, 2012). Dessa skalfördelar leder till låga fraktkostnader och låg miljöpåverkan per transporterad enhet, men ställer också krav på hög utnyttjandegrad. Den hårda konkurrensen på logistikmarknaden tillsammans med allt striktare miljökrav gör det angeläget för aktörer inom sjöfart att utnyttja dessa fördelar maximalt.

Inom affärsområdet Färjelinjer verkar Stena Line som del av koncernen Stena. Tillsammans med Stena RoRo, som är verksam inom Shipping, hanterar de Stenas aktiviteter på RoRo- och RoPax-färjemarknaden (Stena AB, 2014). I Göteborgs hamn bedrivs färjelinjer till och från danska Fredrikshamn samt tyska Kiel. Färjelinjen Göteborg - Kiel trafikeras av totalt fyra fartyg, två RoPax-fartyg och två RoRo-fartyg. RoRo-fartygen avgår sent på eftermiddagen från respektive hamn, och anländer morgonen därpå, drygt 14 timmar senare (Stena Freight, 2015). RoPax-fartygens schema och rutt överensstämmer med RoRo-fartygens men med en viss förskjutning. Under dagtid ligger de stilla i hamn och är tillgängliga för lossning, lastning och underhåll.

I januari 2015 initierade Stena, i samarbete med Metso, en metanolkonvertering av Stena Germanica som trafikerar linjen Göteborg - Kiel (Metso, 2015). Detta kommer göra Germanica till världens första färja som primärt drivs av metanol (Bergman, 2014). Konverteringen väntas leda till avsevärt reducerade utsläppsmängder av svaveloxid, kväveoxid, luftburna partiklar såväl som koldioxid (MEF, 2015). Stenas resterande fartygsflotta drivs primärt på marindiesel.

Göteborgs hamn är Skandinaviens största, genom vilken uppemot 30 % av Sveriges utrikeshandel passerar (Göteborgs Hamn, 2015). Färjelinjen mellan Göteborg och Kiel utgår från Majnabbe vid Södra Älvstranden. Varje dag passerar där uppemot 500 lastbilar och 600 personbilar på väg till och från färjorna. Göteborgs stad har visat en strävan efter ökad framkomlighet och minskade utsläpp i centrala Göteborg. Införandet av trängselskatten år 2013 bidrar till att uppfylla dessa (Göteborgs stad, 2013).

Trots att Göteborgs folkmängd ökar årligen byggs det för få bostäder för att tillfredsställa efterfrågan (Johansson, 2015). Göteborgs Stad har visat intresse för området där Stenas danmarksterminal idag huserar och har långt gångna planer för vad marken kan nyttjas till i framtiden. Det finns en vision att skapa en levande stad genom att fylla området med bostäder, kontor och affärsverksamhet (Bajric, 2015). Huvudspåret för Stena är att år 2019, då kontraktet för markområdet går ut, omlokalisera danmarksterminalen till Majnabbe (Håkansson, 2014).

Utöver terminalerna i Göteborg bedriver Stena verksamhet i Varberg där de upprätthåller en linje till och från Grenå i Danmark. Region Halland redogör för ett aktivt arbete med infrastruktur, däribland en utbyggnad av Västkustbanan (Region Halland, 2015). Att istället bedriva färjelinjen till Kiel med utgångspunkt i Varberg är en potentiell lösning på de problem som finns idag.

1.2 Problemformulering

Eftersom kontraktet för danmarksterminalens markområde går ut 2019 är framtiden för Stena oviss. Danmarksterminalen måste flyttas, och huvudspåret för Stena är att den ska placeras vid Majnabbe. Utöver detta är infrastrukturen i Göteborg hårt pressad och står inför stora förändringar. För att möjliggöra fortsatt verksamhet på den pressade godsmarknaden eftersöks därför en förändring av färjelinjen Göteborg-Kiel, en linje vars system idag präglas av låg utnyttjandegrad. Med detta som bakgrund föreslås Varbergs hamn som en möjlig lösning som ny utgångshamn för färjelinjen till Kiel.

Vid implementering av de föreslagna ändringarna för färjelinjen kan en hastighetsökning vara nödvändig. Ökad hastighet för färjorna förväntas leda till en ökad bränslekonsumtion, något som inte är önskvärt med avseende på nödvändig samhällsomställning för hållbar utveckling. Osäkerhet uppstår också kring ifall den nya linjen har tillräcklig kapacitet för att ersätta den gamla.

1.3 Syfte

Studien har för avsikt att undersöka huruvida ett byte av utgångshamn från Göteborg till Varberg för färjelinjen Göteborg - Kiel är realiserbart. Om så är möjligt ska studien också fastställa de krav som måste uppfyllas. Rapporten avser även utvärdera om det är möjligt att reducera färjelinjens fartygsflotta till två RoPax-fartyg. Detta skall genomföras med bibehållet kapacitetsbehov och ökat resursutnyttjande.

Därefter har studien för avsikt att analysera de effekter som dessa förändringar medför. Detta behandlas med fokus på Stenas kostnader och den kundservice som erbjuds samt hur miljöpåverkan förändras. Vidare är rapporten resultatorienterad och vill besvara syftet utifrån ett specifikt fall. Den avser därmed inte ge en allmän lösning för likartade logistiska problem.

1.4 Frågeställning

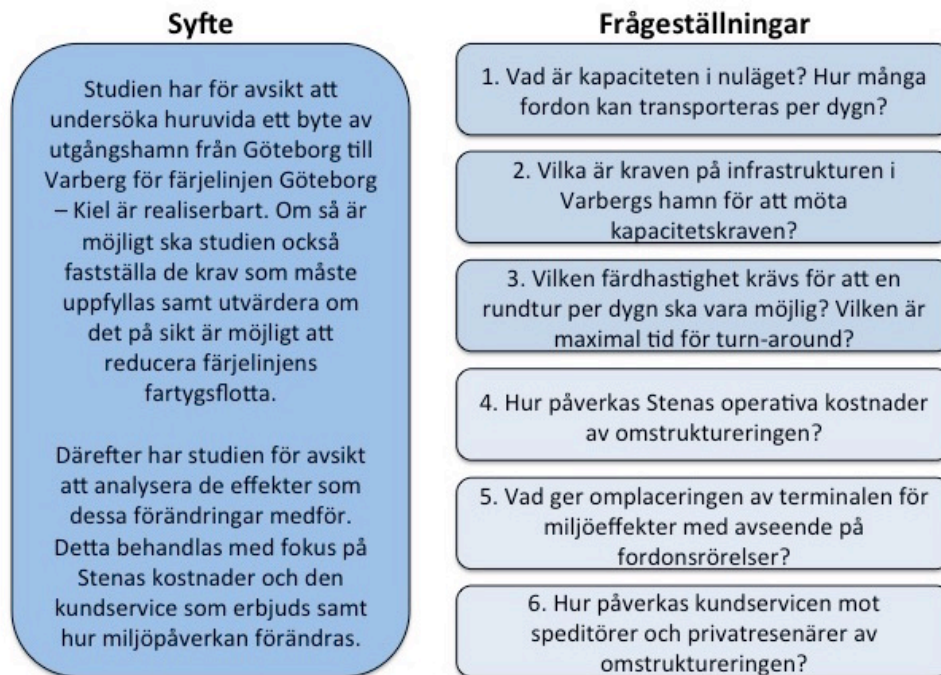
För att en omstrukturering av färjelinjen ska vara möjlig måste det nya alternativet minst möjliggöra en likvärdig transportkapacitet per dygn som i dagsläget. Dessutom måste Varbergs hamn ha kapacitet och ytor för att kunna hantera den ökade mängden gods. Kapacitetsbehovet och krav på hamn och infrastruktur måste därför bestämmas. I nuläget anges en resa ta 14,5 timmar medan tid för lossning, lastning och underhåll är okänd. För att en rundtur per dygn ska vara möjlig behöver därför restiden förkortas. Detta uppnås genom förkortad ressträcka, ökad hastighet och effektivare lossning och lastning. För att fastställa om omstruktureringen är möjlig genomförs en nulägesanalys och följande frågor besvaras:

1. *Vad är kapaciteten i nuläget? Hur många fordon kan transporteras per dygn?*
2. *Vilka är kraven på infrastruktur i Varbergs hamn för att möta kapacitetskraven?*
3. *Vilken färdhastighet krävs för att en rundtur per dygn ska vara möjlig? Vilken är maximal tid för turn-around?*

Dessa frågor ämnar klargöra vilka förutsättningar som krävs för att realisera de förändringar som studien redovisar. Därefter genomförs en analys av hur förändringarna påverkar utifrån ett intressentperspektiv. Studien berör tre primära parter av intresse, Stena, deras kunder och samhället i övrigt, och ska ge en helhetsbild av de effekter som uppstår. Analysen utifrån intressentperspektivet sammanfattas med tre ytterligare frågeställningar:

4. *Hur påverkas Stenas operativa kostnader av omstruktureringen?*
5. *Vad ger omplaceringen av terminalen för miljöeffekter med avseende på fordonsrörelser?*
6. *Hur påverkas kundservicen mot speditörer och privatresenärer av omstruktureringen?*

Tillsammans utgör dessa frågeställningar ett ramverk för att underlätta arbetet mot rapportens syfte. Detta illustreras i Figur 1.



Figur 1 Illustration av syfte och frågeställningar

1.5 Avgränsningar

Studien har avgränsats till att behandla linjetrafiken mellan Västsverige och Kiel och inte hela Stenas verksamhet. Rapportens kostnadsberäkningar syftar till de operativa kostnaderna för linjetrafiken och ej kostnaderna för omstrukturering och byte av utgångshamn i termer av investeringar. Om studien påvisar möjligheten att reducera fartygsflottan med två RoRo-fartyg omfattar studien inte heller analys av alternativ användning eller försäljningsmöjligheter av dessa.

Beräkningar av emissioner för de olika logistikstrukturerna har gjorts för färjetrafiken, för lastbilstrafik i stadsbebyggelse och den adderade körsträckan mellan Göteborg och Varberg. Körning från specifikt utgångsläge har inte beräknats. Avgränsningen gjordes för att studera de negativa externa effekterna av stadskörning utan att spekulera kring de förändrade transportsträckorna för fordonstrafiken. Hur dessa faktorer påverkar resultatet redogörs istället i studiens känslighetsanalys. På vilket sätt emissionerna påverkar naturen analyseras inte heller i denna rapport. Då Stena Germanica är världens första metanoldrivna färja finns ännu inga utsläppsdata att tillgå för miljöberäkningar hos denna. Istället har beräkningarna utgått ifrån de procentsatser som konverteringen förväntas reducera utsläppen med.

En analys av externa intressen gällande markområdet där tysklandsterminalen idag är belägen omfattas ej av studien. Eftersom transport av gods och affärsområdet färjelinjer utgör Stenas främsta verksamhet och grund till intäkt (Stena AB, 2014) sätts passagerarnas kundupplevelse i andra hand. Vad de föreslagna förändringarna innebär för denna kundgrupp tangeras i studien, men överlätes för vidare analys. De fordon som inte kan kategoriseras som lastbilar eller personbilar, till exempel bussar, behandlas inte i analysen.

Att projektet har genomförts oberoende av Stena gör att vissa moment tvingas utelämnas i analysen. Aktiviteter kopplade till Stenas hamnverksamhet och underhåll av fartyg har inte varit möjliga att studera, och i analysen baseras dessa aktiviteter på jämförelser och antaganden utifrån externa analysmetoder. Säsongsvariationer har ej heller tagits i beaktning. Hamnarbetet med hantering av trailrar och andra fordonsaktiviteter har inte studerats, vilket också leder till att de speditörer som är aktiva vid hämtning inte har identifierats.

1.6 Aspekten hållbar utveckling

Projektets frågeställningar har utformats för att inkludera den hållbara aspekten, som kan vara av stor vikt för de aktörer som påverkas av omstruktureringen. Projektet behandlar inte hållbar utveckling som en separat del, utan har istället verkat för att integrera hållbarhetsperspektivet som en naturlig del av beslutsunderlaget.

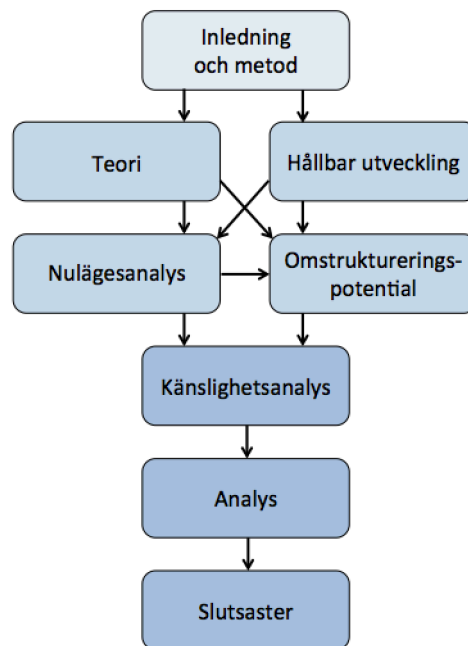
De aktiviteter i rapporten som påverkar miljön utgörs huvudsakligen av färje- och lastbilstrafik till och från de olika hamnarna. Båda dessa bidrar till olika emissioner, som presenteras och jämförs i monetära termer. Slutligen sammanställs dessa till en helhetsbild för att vägas samman med slutsatserna.

1.7 Disposition

Rapportens disposition illustreras i Figur 2. Rapporten inleds under rubriken Metod, där studiens analysmetoder redovisas. Avsnittet inleds med en presentation av projektets arbetsstruktur, vilka rapportstrukturen avses följa i största möjliga mån. Efter dessa följer en redogörelse för de arbetsmetoder som använts vid analys och datainsamling.

För att ge rapporten akademisk trovärdighet följer avsnittet Teori. Här presenteras genomförligt det teoretiska underlag som ligger till grund för rapportens analys och slutsats. Teoriavsnittet följer den så kallade trattmodellen och inleds med att presentera de grundläggande logistiska termer och riktlinjer som rapporten utgår ifrån. Kapitlet leder därefter in på avsnittet Linjesjöfart, där mer specifika ämnesområden inom sjölogistik studeras för att återge en konkret verklighetsbild av fallstudiens område. Avslutningsvis presenteras de aspekter inom hållbar utveckling som är av relevans för studien, och därtill även de miljömål som finns i Göteborg respektive Varberg.

Som grund för jämförelser följer en nulägesbeskrivning av fallstudiens berörda intressenter. I detta avsnitt identifieras existerande aktiviteter och utifrån dessa görs kartläggning och beräkningar för att särskilja rådande omständigheter ifrån prognoser och förändringsförslag. Nulägesbeskrivningen innehåller en redovisning av de hamnar och fartyg studien berör, samt beräkningar av de externa effekter som kan härledas till dagens



Figur 2 Illustration av dispositionen

aktiviteter. För Göteborgs hamn återfinns även beräkningar av operativa kostnader. Avsnittet avslutas med en redogörelse för vilka omständigheter som råder för de speditörer som använder sig av färjelinjen.

Efter kartläggningen av nuläget följer en analys av omstruktureringspotentialen för projektet, där det kartläggs vad som krävs vid en omstrukturering. Här redogörs för vilka krav som är uppfyllda i nuläget och vad som bör åtgärdas. Beräkningar görs för de effekter som skulle uppstå för studiens olika intressenter.

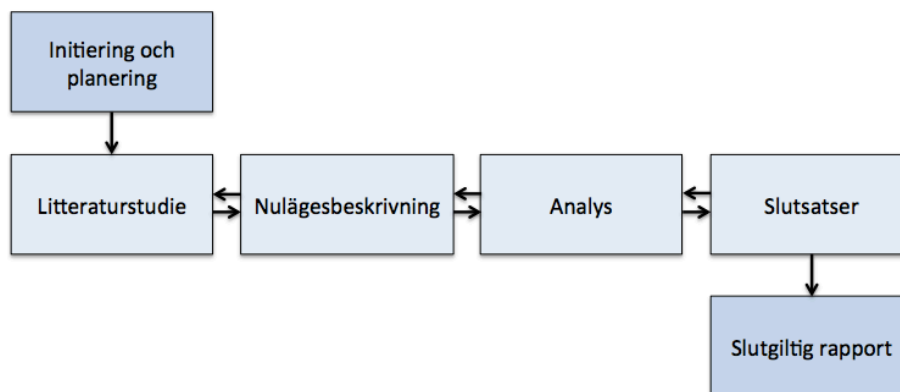
För att ge tyngd åt analysen efterföljs omstruktureringsförslaget av en känslighetsanalys. I denna analyseras ett flertal osäkerhetsfaktorer. Detta ska ge en klar bild av hur resultatet kan komma att förändras, beroende på hur känsliga de analyserade parametrarna visar sig vara. Rapporten avslutas med en analys som efterföljs av de slutsatser som kan dras ifrån resultaten.

2 Metod

I följande kapitel beskrivs metodiken för hur studien har genomförts, genom att tydligt redogöra för definierade delmoment. Metodansatser och forskningsmetodik som använts i studien motiveras utifrån de definierade frågeställningarna med hänsyn till studiens syfte. Vidare klargörs metoderna för den empiriska datainsamlingen av både primärdata och sekundärdata samt teorin bakom metoderna. I slutet av kapitlet beskrivs de handlingssätt och metoder som nyttjats för att säkerställa studiens trovärdighet.

2.1 Arbetsstruktur

På förhand fastställdes ett antal större delmoment i studien. Indelningen avser ge en sekventiell ordning och tydlig överblick över studiens olika moment. Den sekventiella ordningen har varit flexibel och gett möjligheter att återgå till tidigare moment samtidigt som momenten i praktiken har tillåtits överlappa varandra. Genom detta möjliggjordes ett kontinuerligt förbättringsarbete med tidigare moment, såsom nulägesbeskrivning. Vidare kopplades tydliga milstolpar med tillhörande deadlines till de olika delmomenten för att tydligt redogöra riktlinjer kring framsteg i studien. Arbetsstrukturen illustreras i Figur 3.



Figur 3 Visualisering av arbetsstrukturen

2.1.1 Initiering och planering

Det första och inledande delmomentet var av förberedande karaktär och presenterades genom en planeringsrapport. I denna redogjordes för studiens bakgrund, definition av studiens syfte, de huvudsakliga frågeställningarna samt ett sammandrag av projektets tänkta arbetsmetodik och tidsplan. Definitionen av studiens syfte utgick från bakgrundsbeskrivningen, och tillhörande frågeställningar var till stor del av iterativ tolkningskaraktär. Detta eftersom problemformuleringen, som studiens frågeställningar utgår från, successivt växte fram i takt med att helhetsbilden klarnat och teorin visat på problemområden.

Ett bakomliggande moment i denna fas var kartläggandet av primära intressenter. Detta eftersom det, på samma sätt som bakgrundsbeskrivningen, låg till grund för specificerandet av studiens syfte och frågeställningar. Kartläggandet förutspåddes vidareutvecklas under studiens gång och gav en god grund för framtagandet av såväl teoretiskt som praktiskt ramverk i kommande delmoment av studien.

Studiens uppdragsgivare är avdelningen Logistik och transport vid Chalmers tekniska högskola. Denna tillgång nyttjades genom att föra tydliga dialoger med projektets handledare rörande kompletterande och mer specifik information om Stena. Dessutom var handledaren delaktig i diskussioner kring ämnesområdet och val av lämplig litteratur.

2.1.2 Litteraturstudie

Litteraturstudie som delmoment utgjorde ett teoretiskt ramverk för studien. Utöver detta bidrog momentet till en kontinuerlig utveckling av studiens problembild och tillhörande frågeställningar under tiden studien framskred för att på bästa sätt nå studiens syfte. Studien följer trattmodellen, där en bred grund av litteratur inom logistik efterföljs av mer ämnesspecifika avsnitt rörande sjötransporter. Valet av litteratur utgår från identifierade intressenter för att urskilja relevant teori att behandla och organisera. Med relevant teori avses litteratur för förståelse av ämnesområdet men även teori för underlag i analyser för att besvara studiens frågeställningar.

2.1.3 Nulägesbeskrivning

Det tredje delmomentet bestod av en nulägesbeskrivning av den empiriska studien. Wallén (1996) beskriver empiriska studier som beaktningar av fall under verkliga förhållanden. Genom denna projiceras situationen och de ingående processerna samtidigt som en mer precis förståelse kan erhållas. I kombination med det teoretiska ramverket låg denna till grund för analysen rörande huruvida den föreslagna geografiska omlaceringen av tysklandsterminalen är realiserbar.

Fasen inleddes genom att undersöka lastkapaciteten för den aktuella färjelinjen i nuläget. För att studera detta användes i första hand registerdata och observationer. Studien följdes upp med en kartläggning av de verkliga förhållandena i Göteborgs hamn och Varbergs hamn för att klargöra respektive hamns förutsättningar. Dessa inkluderar kajlängd, uppställningsytor, lastutrustning, hamndjup et cetera. Även egenskaper hos fartygen var vitala för studien. Dessa inkluderade tid för turn-around, total restid, hastighet och lastkapacitet. Insamlingen av dessa data bestod huvudsakligen av registerdata, och kontrollerades vidare genom besök av Majnabbemhamnen.

Som utgångspunkt för miljöanalysen fastställdes dagens miljöpåverkan. Denna består främst av Stenas fartygs miljöpåverkan tillsammans med speditörernas negativa miljöeffekter i Göteborg. Enheten för de externa miljöeffekterna är kronor för att möjliggöra jämförbara analyser. Beräkningar av dessa genomfördes med hjälp av registerdata.

Slutligen följde en beskrivning av vad förändringarna kan innebära för Stenas kunder. Speditörer med stor erfarenhet av godstrafik i Västsverige intervjuades för att bekräfta observationer gällande trafiksituationen i Göteborg. Även vad förändringen gav för effekter på privatresenärer kartlagdes.

2.1.4 Analys

Analys av de data som samlats in under föregående fas utgjorde ett naturligt steg vidare. Analysen lägger fokus på besvarandet av studiens frågeställningar. Utifrån nulägesbeskrivningen gjordes jämförelser och beräkningar för att se om den alternativa

logistikstrukturen är realiserbar. Därefter flyttades fokus till vilka effekter förändringen innebär för studiens alla olika intressenter.

En kostnadsanalys genomfördes för att utvärdera hur Stenas operativa kostnader påverkas av omstruktureringen. Denna sammanställer fartygens bränsleförbrukning och hamnavgifter i de olika hamnarna. Dessa vägdes samman för att fastställa vilka kostnader de två alternativen innebär för Stena.

Förändringen ger upphov till nya förutsättningar gällande linjens miljöpåverkan där samhället är en primär intressent. Emissionsförändringar som följd av förändrad bränsleförbrukning har beräknats och vägts samman med effekterna av den förändrade trafiksituationen i Västsverige. Nulägesbeskrivningen har jämförts med det förändringsförslaget och motsvarande beräkningar gällande utsläpp har gjorts för det nya alternativet.

Med stöd i litteraturstudien identifierades lagkraven gällande kör- och vilotider för yrkeschaufförer som en vital parameter, varför stor del av kundserviceanalysen ägnades åt detta. Också för privatresenärer som nyttjar linjen har vissa aspekter vägts samman.

Eftersom studien genomförs utifrån vissa antaganden så innehåller analysen en känslighetsanalys. I känslighetsanalysen ändras antaganden för att se hur stor påverkan detta har på slutresultatet.

2.1.5 Slutsatser

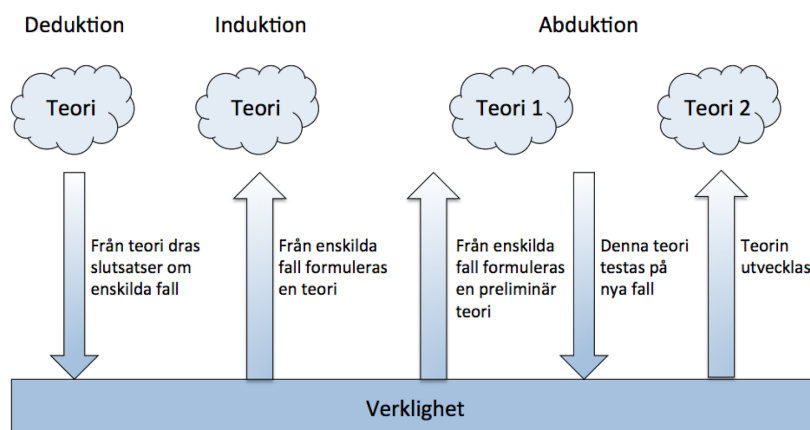
I studiens sista delmoment har slutsatser dragits utifrån i studiens analyser. De olika frågeställningarna har vägts samman för att ge en helhetsbild som besvarar studiens syfte. För att bibehålla studiens opartiskhet mynnar momentet ut i allmänna slutsatser utan att ge någon rekommendation. På grund av momentets direkta inverkan på studiens resultat planerades tillräcklig tid avsättas vid studiens slut för en intern workshop bestående av öppna diskussioner med grafiska hjälpmedel. I denna fick samtliga projektmedlemmar möjlighet att få sina idéer hörda innan gemensamma slutsatser beträffande studien drogs.

2.1.6 Slutgiltig rapport

Kandidatarbetet mynnar ut i en rapport på uppdrag av avdelningen för logistik och transport. Rapporten ska fungera som en förstudie och användas i framtiden till att lösa det annalkande problemet med platsbristen kring Göteborgs hamn.

2.2 Metodansatser

Wallén (1996) lägger stor vikt vid hur valet av metodansats berör relationen mellan teori och empiri. Ansatserna delas upp i de tre kategorierna deduktion, induktion och abduktion, där abduktion är en kombination av de två förstnämnda metodansatserna. Sambanden mellan teori och verklighet visualiseras nedan i Figur 4.



Figur 4 Visualisering av samband mellan teori och verklighet (Patel och Davidson, 2003)

Deduktion beskrivs av Wallén (1996) som en metod där teorin får utgöra den grund som slutsatser om enskilda fall kan dras utifrån. Deduktionsansatsen har nyttjats då teoretiska fakta, exempelvis från vetenskapliga artiklar och annan litteratur, ligger till grund för de analyser och slutsatser som gjorts utifrån insamlad data från intervjuer och undersökningar. För att säkerställa slutsatsens kvalitet har det därför varit av stor vikt att väga samman data ifrån flera olika källor, så kallad triangulering. Triangulering beskrivs som säkerställandet av att data är tillförlitlig, samtidigt som olika data lättare kan tolkas genom att ställas i relation till varandra (Saunders et. al, 2003).

I kontrast till deduktion beskrivs induktion som en metod där försök till generella teorier dras baserad på en begränsad mängd insamlad data. Induktionsansatsen har nyttjats då resultat och slutsatser baseras på mätningar eller beräkningar från uppmätta siffror. Därmed har risken för fel minskats genom att medvetet göra flera undersökningar med olika förutsättningar. Induktion är för rapporten en nödvändig metodansats då exempelvis intervjuer med samtliga speditörer relaterade till Stenas verksamhet ej ligger inom ramarna för studien.

Kombineras metoderna ovan ges en beskrivning av metodansatsen abduktion, en metod som nyttjas när orsaksfaktorerna till en effekt är okända och faktorerna i sig ej går att påverka (Wallén, 1996). Exempel på sådan situation är diagnostisering av sjukdom. Preliminära teorier får då byggas utifrån verkligheten och för att sedan appliceras på andra verkliga fall och på så sätt förbättra teorin. Abduktion har ej nyttjats i studien då inga lösningförslag prövas iterativt på verkligheten.

2.3 Forskningsmetodik

Inom forskningsmetodiken finns enligt Backman (2008) två grundläggande arbetsmetoder benämnda som kvantitativa och kvalitativa. Dessa anses vara oberoende av varandra men rekommenderas appliceras parallellt i en studie (Backman, 2008). Detta ger upphov till en mer komplett forskningsmetodik som beaktar helheten av en analysituation. Denna typ av metodkombination anser Saunders et. al. (2003) ge goda möjligheter till mer tillförlitliga resultat eftersom insamlad data har möjlighet att valideras med hjälp av triangulering.

Valet av metod vid en specifik situation beror ofta på omständigheterna för den specifika studien. Ett kvantitativt tillvägagångssätt baseras naturligt på kvantitativ data och utförs i olika former av numeriska analyser. Eriksson & Wiedersheim-Paul (2008) liknar analysformen vid att urskilja mönster under svåröverskådliga omständigheter från en mängd olika källor. Det handlar om att finna samband och konkreta resultat ur de olika datamängderna som samlats in. Resultaten blir då mätbara och har jämförbara egenskaper. Metodvalet ger av denna anledning möjligheter till objektiva redogöranden.

Den kvalitativa metodiken utgår i sin tur från kvalitativ data. Eriksson & Wiedersheim-Paul (2008) fortsätter genom att beskriva handlingssättet som en generellt mer djupgående analysform i jämförelse med sitt kvantitativa dito. Istället för att enbart tolka mönster under svåröverskådliga omständigheter ämnar den kvalitativa metodiken undersöka orsaker bakom mönstertolkningen utifrån ett begränsat antal datakällor. Det är därmed det underliggande problemet som är av intresse, inte symptomen.

För att nå studiens syfte har ett kombinerat metodikval varit nödvändigt. Det teoretiska ramverket och övriga observationer har till stor del baserats på ett kvalitativt tillvägagångssätt. Delarna ligger till grund för besvarandet av frågeställningen gällande kundservicen i det hypotetiska fallet eftersom denna anses svår att behandla på ett kvantitativt sätt. Även frågeställningen som berör miljöpåverkan har hanterats kvalitativt.

En kvantitativ metodik applicerades däremot vid den operativa kostnadsanalysen och emissionsberäkningarna. Dessa baserades på insamlad numerisk data, exempelvis i form av data rörande fartygens bränsleförbrukning och utsläppsnivåer. De numeriska analyserna assisterades sedan av ett kvalitativt handlingssätt genom det teoretiska ramverket.

2.4 Datainsamlingsmetodik

Data som insamlas specifikt för den avsedda studien kallas primärdata, där tidtagningar, intervjuer och andra mätningar är vanligt förekommande (Eriksson & Wiedersheim-Paul, 2008). Sådana moment kan emellertid vara mycket tidskrävande och som alternativ till detta finns så kallade sekundärdata. Sekundärdata är existerande data arkiverade i form av exempelvis rapporter och register och medan de kan vara lättillgängliga kan de också innebära risker. Det kan vara oklart under vilka förhållanden sekundärdatainsamlingen skett, exempelvis kan viss del av datan vara baserad på sekundärdata i flera led vilket därmed kan leda till feltolkningar och otillräckliga beräkningsunderlag (MDH, 2014).

Olika angreppssätt används beroende på om kvantitativa eller kvalitativa data ska samlas in. Kvantitativa insamlingsmetoder används för att samla in numeriska data som underlag till beräkningar och kan bestå av tidtagningar, enkäter och andra mätningar. Vid planering av kvantitativa datainsamlingar behövs en tydlig definition av vad som ska mätas och under vilka förhållanden mätningen ska ske för att undvika mätfel. Vid insamling av data till en kvalitativ studie är ramarna något friare (Eriksson & Wiedersheim-Paul, 2008). Vanliga kvalitativa insamlingsmetoder är intervjuer och observationer.

I denna studie har en stor mängd kvantitativ sekundärdata samlats in, exempelvis rörande utsläppsdata, avstånd och kapacitet. Valet av primär- och sekundärdata motiveras med bakgrund i studiens avgränsningar. Viss primärdata har behandlats, bland annat direkt observation av danmarksfärjans turn-around-tid för att kunna uppskatta motsvarande tid för tysklandsfärjan.

2.5 Tillförlitlighetsanalys

För att säkerställa studiens trovärdighet har en tillförlitlighetsanalys genomförts. Denna syftar till att analysera beräkningar och datainsamlingsprocesser. Wallén (1996) definierar en mätningens precision som ett mått av hur väl en skala kan graderas. Precisionen ökar i takt med antalet möjliga utfall. Vidare definieras två ytterligare mått vilka speglar tillförlitligheten, validitet och reliabilitet. Validitet beskrivs som förmågan att mäta utan systematiska fel. Detta har tillgodosetts genom tydliga definitioner av begrepp och noggrann planering. Reliabilitet beskrivs som ett mått på repeterbarheten.

Genom direkt observation är tanken att missförstånd vid datainsamling ska elimineras. För att motverka beräkningsfel har beräkningarna kontrollerats av andra gruppmedlemmar, rimligheten på resultaten har dessutom kontrollerats av handledaren. För att styrka rapportens påståenden om trafiksituationen i Göteborg har intervjuer med verksamma lastbilschaufförer i Göteborgsområdet hållits. Under sådana intervjuer föreligger en risk för ledande frågor och partiska tolkningar av både frågor och svar.

För att säkerställa att de beräknade resultaten inte påverkas markant av enskilda parametrar genomfördes slutligen en känslighetsanalys. Denna ämnar säkerställa rapportens reliabilitet genom att försäkra att resultatet inte orsakas av enskilda parametrar eller antaganden. Parametrar som identifierades som osäkra var de olika fordonens bränsleförbrukning och emissioner samt villkor för hamntaxa i Varberg. Betydelsen av de enskilda parametrarna har undersökts genom att konstatera hur resultatet förändras vid förändringar av dessa.

3 Teori

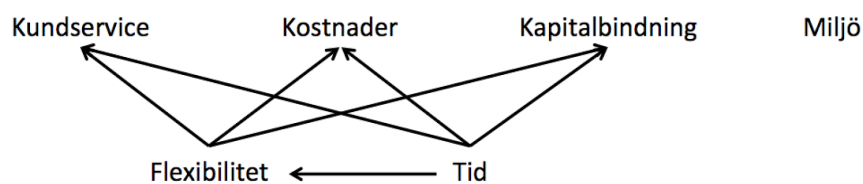
I följande kapitel redogör den grundläggande teori som ligger till grund för studien. De fakta som presenteras kan med fördel nyttjas som uppslagsverk av läsaren. Teoridelen innefattar grundläggande kunskap om ämnesområdet logistik och linjesjöfart.

3.1 Ämnesområdet logistik

Logistik är läran om effektiva materialflöden (Jonsson & Mattson, 2012). Shapiro och Heskett (1985) ger definitionen “Logistik definieras som de aktiviteter som har att göra med att erhålla rätt vara eller service i rätt kvantitet, i rätt skick, på rätt plats, vid rätt tidpunkt, hos rätt kund, till rätt kostnad”. Logistik innefattar samtliga aspekter i ett materialflöde, från råmaterialanskaffning till slutlig konsumtion och returflöden av förbrukade produkter. Målet är att tillfredsställa kundens och andra intressenters uttalade och icke uttalade behov.

Det fysiska logistiknätverket består av noder och länkar som sammankopplar de olika aktörerna (Jonsson & Mattson, 2012). Flödet av material, information och kapital utgör de tre primära flödena i nätverket (Ibid.). Ett logistiksystem beror av förhållandet mellan leverantör och kund och kan därför inte appliceras på ett företag isolerat. Logistikerna måste istället ses i ett större sammanhang och innefatta alla aktiviteter som skapar materialflöde, från underleverantörer till slutkund. Denna syn leder till en definition av logistik som är mer orienterad mot styrning och integrering av aktörer (Lumsden, 2006).

Logistik syftar till att uppnå högre effektivitet inom ett företag och därmed bidra till en positiv resultatutveckling. Logistiksystemets effektivitet uttrycks i olika effektivitetsvariabler. Exempel på sådana variabler är kundservice, kostnader, kapitalbindning, flexibilitet, tid och miljöpåverkan. Dessa variabler ger olika effekter på företagets resultat och miljöpåverkan (Jonsson & Matsson, 2012). Tids- och flexibilitetsegenskaper är variabler som indirekt påverkar effektivitetsmålen. Variablernas inbördes relationer illustreras i Figur 5.



Figur 5 Logistiksystemets effektivitetsvariabler (Jonsson och Matsson, 2012)

3.1.1 Kvalitet och kundservice

Lumsden (2006) definierar kvalitet som “alla sammantagna egenskaper hos en produkt som ger dess förmåga att tillfredsställa uttalade eller underförstådda behov”. Kvalitet kan delas in i kärnkvaliteter och skalkvaliteter. Den fysiska förflyttningen av gods svarar för logistikens kärnkvaliteter. Till dessa kopplas aspekter som transporttid, frekvens, marknadstäckning och säkerhet. Det som påverkar skalkvaliteten är kringtjänster som bidrar till flexibilitet, tillgänglighet, ansvar och professionalism (ibid.). En logistikaktörs intäkter påverkas främst genom kundservice (Jonsson & Mattson, 2012). Genom god kundservice och hög kvalitet ökar det värde kunden erhåller och således

kan intäkterna öka. Kundkontakt och kvalitativa leveranser i rätt tid är därför av stor vikt.

Kundservice utgörs av olika serviceelement, exempelvis lagerservicenivå, leveranstid och leveransflexibilitet. Lagerservicenivån är ett mått på hur ofta en artikel finns tillgänglig för leverans direkt från lager. Levaransflexibilitet syftar på möjligheten att tillgodose förändrade önskemål kring en pågående order (Jonsson & Mattson, 2012). Information har stor inverkan på kundservicen. Genom god materialflödesinformation kan planeringsosäkerheten minskas för inblandade aktörer (ibid.).

3.1.2 Logistisksystemets aktörer

I ett logistisksystem involveras båda externa och interna aktörer. De externa aktörerna utgörs av kunder och samhället medan de interna är varuägare och speditörer. Alla logistisksystemets delprocesser har en kund, intern eller extern. Slutkonsumenten bör alltid betraktas som avgörande kund då det är slutkunden som ger systemets intäkter och därmed försörjer hela flödet. Samhället påverkar i sin tur logistisksystemet genom regionalpolitiska åtgärder. Exempel på sådana är etableringsstöd eller regleringar för mijloutsläpp. På detta sätt skapar de externa aktörerna riktlinjer för logistisksystemet (Jonsson & Matsson, 2012).

De interna aktörerna ansvarar för och genomför logistisksystemets processer. Varuägare är de som äger godset i logistisksystemet medan en speditör är den som samordnar mellan olika transportföretag. Speditören ansvarar för transport, omlastning, lagring, försäkring och förtullning. Genom specialisering inom olika logistik tjänster, exempelvis terminaltjänster, kan speditörerna skapa ett effektivare materialflöde (Jonsson & Matsson, 2012).

3.1.3 Materialflöde och trafikslagen

Begreppet godstransporter avser transporter av materiella varor mellan geografiskt skilda lägen (Jonsson & Matsson, 2012). Det finns flera transportalternativ, där majoriteten av allt fraktat gods transporteras via flyg, lastbil, tåg eller fartyg. Vid val av trafikslag vägs flera faktorer in, exempelvis godsets värde och karaktär, sändningsstorlek samt krav på leveransservice (ibid.). De nämnda trafikslagen har olika karaktär och lämpar sig för olika typer av gods. Trafikslagens egenskaper sammanfattas i Tabell 1.

Tabell 1 Trafikslagens egenskaper

Sjötransporter

Hög kapacitet
Låg kostnad
Låg miljöpåverkan per enhet
Tidskrävande
Geografiska begränsningar

Järnvägstransporter

Hög kapacitet
Relativt låg kostnad
Lämplig för långa transporter
Geografiska begränsningar

Vägtransporter

Relativt låg kapacitet
Relativt hög kostnad
Stor negativ miljöpåverkan
Flexibelt

Flygtransporter

Låg kapacitet
Hög kostnad
Stor negativ miljöpåverkan
Snabba leveranser
Geografiska begränsningar

Vägtransporter är det vanligaste trafikslaget för både långväga och korta transporter (Jonsson & Mattson, 2012). De erbjuder stor flexibilitet och är i princip det enda trafikslaget som erbjuder transporter direkt från leverantör hela vägen till kund (ibid.). Med lastbil är det dessutom möjligt att transportera de flesta typer av gods. Vägtransporter konkurrerar med flyg för högvärdigt gods i små volymer och mot järnväg för gods med lägre värde i större volymer (ibid.) Sjötransporter utförs med lägre hastighet och är begränsad till de hamnar som finns, men har lägst kostnad per transporterat ton (Jonsson & Matsson, 2012). Fartygen har stor lastkapacitet och kostnaderna för att upprätthålla infrastrukturen är låga. Genom att kombinera de olika trafikslagen kan flera fördelar uppnås, och transporter med kombinerade trafikslag kallas intermodala transporter. Sjötransporter är för det mesta intermodala transporter då hamnen sällan är godsets ursprungliga eller slutgiltiga destination.

3.1.4 Logistikkostnader, kapitalbindning och resursutnyttjande

Transport är en typ av tjänst, vilket betyder att dess pris i större utsträckning beror av marknadssituationen än de faktiska kostnaderna (Lumsden, 2006). Kostnader som härleds ur förflyttningen är de för lastning, förflyttning, omlastning och lossning. Utöver dessa tillkommer kostnader för emballage, lagring, skadeersättning, tullbehandling, omkostnader för att anlita speditörer och administrationskostnader. Kostnaden per transporterad volym eller massa beror på val av trafikslag.

Transportkostnaderna beror i hög grad av fyllnadsgrad och resursutnyttjande (Lumsden, 2006). Fyllnadsgrad kan bland annat mätas i vikt, volym eller flakmeter. Beroende på hur kapaciteten bestäms kan till exempel en hög fyllnadsgrad med avseende på volym vara en låg fyllnadsgrad med avseende på vikt. Resursutnyttjande avser i hur stor grad ett företag använder befintliga resurser, och uppgår aldrig till 100 % då obalans råder mellan gods- och lastbärrflöde. Enheterna för resursutnyttjande kan exempelvis anges i monetära termer, tid, vikt eller volym. Resursutnyttjande beräknas enligt Formel 1.

$$\text{Resursutnyttjande} = \text{Utnyttjandegrad} \div \text{Tillgängliga resurser}$$

Formel 1 Resursutnyttjande

Godsets värde under transport och den tid godset transporteras avgör tillsammans kapitalbindningen. Traditionellt mäts transportarbete i enheterna tonkilometer, volymkilometer eller flakmeterkilometer (Lumsden, 2006). Måtten utgör ett problem då de inte tar hänsyn till godsets värde. Istället kan kapitalflöde mätas i enheten [krkm], men även hos detta mått finns brister då det saknar en tidsaspekt. För att inkludera tiden i beräkningarna kan kapitalbindningstid mätas i [krtim].

3.1.5 Distributionsstrukturer

En avgörande faktor för ett företags konkurrensförmåga och lönsamhet är dess distributionsstrategi. Val av distributionsstruktur utgår ifrån hur kostnadseffektivt

produkter kan göras tillgängliga på marknaden, samtidigt som kundservice ska tillgodoses genom precisa leveranser. Det är viktigt att förstå vilken nytta distributionen skapar, vilken roll det distribuerande företaget har i försörjningskedjan samt vilka gap som måste överbyggas för att skapa ett effektivt distributionssystem (Jonsson & Matsson, 2012).

För att åstadkomma en kostnadseffektiv struktur spelar mellanhänder en viktig roll. Mellanhänderna har god inblick i hur distributionen ser ut mellan producent och kund och utför distributionsfunktioner för dessa parter. Mellanhänderna kan bland annat fungera som kontakt mellan producent och kund eller ansvara för spridningen av produkter. Detta bidrar till att överbygga de gap som uppstår då olikheter råder mellan producent och kund. Det kan till exempel vara att företaget producerar i annan takt än kunden konsumerar eller att den kvantitet som sänds från producent avviker från slutkonsumentens efterfrågan. Gap som resultat av avstånd förekommer då det finns få producenter men många kunder utspridda på ett stort område. Här blir mellanhändernas spridningsroll viktig för att tillgängliggöra produkten för samtliga kunder.

För att tillfredsställa kundernas behov måste fyra nyttor uppfyllas. Dessa är att kunna förvara varan på rätt plats, att den är tillgänglig i rätt tid, att addera värde genom formnytta och att varan får ett mervärde när kunden övertar ägandet (Jonsson & Matsson, 2012). Vid utformning av distributionsstrukturen måste hänsyn tas till vilken av nyttorna som kunden anser är viktigast. Nyttorna uppfylls ej då gapen inte överbyggs. Det är därför viktigt att alla ovanstående faktorer beaktas.

3.1.6 Transportplanering

Val av transportmönster påverkar leveransfrekvens och leveranskvantitet, och därmed påverkas också kapitalbindning och leveransservice. Även samordning av leveranser och produktion påverkas av transportmönstret. Transportplaneringen innefattar olika nivåer och dessa avser strategiska, taktiska och operativa beslut. Syftet är att effektivt genomföra transporter och minska miljöeffekterna.

Varor som förflyttas mellan leverantör och kund kallas gods och kan delas upp i olika sändningar. Gods kan skilja sig från varandra med avseende på bland annat transporttid, sändningsrisk, vikt och volym. En grundprincip vid val av transportalternativ är att sträva efter så hög fyllnadsgrad och resursutnyttjande som möjligt. Beställningstrafik och linjetrafik är transportalternativ där fokusområdena skiljer sig. Beställningstrafik är kundanpassad och kan till exempel köras direkt till kund, medan linjetrafik ofta kör en bestämd rutt mellan olika orter. Även om beställningstrafiken kan uppnå högre kundservice, är oftast linjetrafiken bättre med avseende på utnyttjandegrad och miljö.

3.1.7 Logistik som konkurrensmedel

Ett välutformat logistiksystem måste skapa effektivitet för organisationen (Jonsson & Matsson, 2012). För att skapa konkurrenskraft måste det logistikarbete som uppskattas av kunderna genomföras, och rätt effektivitetsvariabler måste prioriteras. För att förstå vilka faktorer som påverkar konkurrenssituationen delas faktorerna in i ordervinnare och orderkvalificerare. Orderkvalificerare är de hygienkrav som måste uppfyllas för att en kund ska överväga en leverantör. Ordervinnare är de faktorer som blir avgörande för köpbeslut. En logistikaktör måste säkerställa orderkvalificerarna och prioritera rätt ordervinnare för att skapa konkurrenskraft.

Logistikstrategi består av de planer och organisatoriska mönster som berör materialflödet. Logistikstrategin är en funktionell strategi och avser stödjande ordervinnare och orderkvalificerare. Strategin måste vara fokuserad, det vill säga vissa faktorer måste prioriteras (Jonsson & Matsson, 2012). En vanlig indelning som görs är om strategin ska bidra till att konkurrera med kostnadseffektivitet eller differentiering. Det är även viktigt att logistikstrategin integreras med den övergripande strategin i organisationen (ibid.).

3.2 Linjesjöfart

Enligt Stopford (2009) utgör det generella godsets värde mer än hälften av det totala godsvärdet som transporteras på världshaven. Det generella godset syftar på partier av gods i volymer som är för små för att upprätta en bulkfärjelinje. Dessa partier anpassas istället till enhetslastbärare. Det kan exempelvis röra sig om en mängd nyproducerade batterier eller ett parti frysta havsprodukter som på egen hand inte fyller en hel fartygslast.

Lumsden (2006) framhäver de ökade kraven från transportköparna rörande frekvensen på fasta avgångar och ankomster. För att fraktfartyg i linjetrafik ska kunna uppfylla kraven ställer detta krav på transportsystemet i övrigt. Därför är hamnarnas funktion och deras betydelse för transporten mellan fartyg och land av stor relevans.

3.2.1 Hamnar

En hamn definieras enligt Stopford (2009) som en geografisk yta där fartyg kan anlöpa för att lasta av det transporterade godset på land. Denna yta ska vara en säker plats för fartygen att lägga till vid. Säkerhetsaspekten beskrivs som den första av en hamns tre huvudfunktioner. Den andra är dess roll i sammanlänkningen mellan fartygstransport och landbaserad transport i transportsystemet, något som även Lumsden (2006) poängterar. För att transportsystemet ska fungera effektivt krävs att järnvägar och vägnätverket är väl integrerade med hamnens verksamhet, samtidigt som det ställer höga krav på transportsystemets administration. Den tredje och sista huvudfunktionen som hamnar utgör är dess flexibilitet och förmåga att hantera olika typer av gods då detta avgör vilka fartyg som har möjlighet att anlöpa.

Hamntaxa baseras ofta på fartygs dräktighet (IMO, 1982). Använda mått är både brutto- och nettodräktighet men det förstnämnda är vanligast. Dräktigheten mäts i enheten GT, gross tonnage, vilket är en revidering av den tidigare använda enheten GRT, gross registered tonnage. GRT beaktar all innesluten lastvolym i ett fartyg och 1 GRT motsvarar 100 kubikfot (Stopford, 2009). GT introducerades som enhet 1969 för att förenkla mätningen av dräktighet. Vid mätning i GRT krävs en invecklad mätning av varje enskilt lastutrymme. GT beaktar istället all innesluten volym i ett fartyg vilket gör att mätning av varje enskilt lastutrymme kan undvikas. Dessutom beräknas GT utifrån en standardiserad formel, se Formel 2. Beräkningen utgår från kubikmeter som volymenhet och motsvarar variabeln V i formeln. Bruttodräktigheten beräknas enligt följande formel:

$$GT = (0,2 + 0,02 * \log V) * V$$

GT: Bruttodräktighet
V: Volym (m³)

Formel 2 Beräkning av bruttodräktighet i enheten GT

3.2.2 Kajer och terminaler

Hamnen utgör den funktion som ska förbinda fartygstransport och landbaserad transport, varför Lumsden (2006) betonar vikten av kapacitetsmässiga aspekter. Fartyg har större lastkapacitet än exempelvis järnvägsvagnar och lastbilar och denna skillnad är ett dilemma som måste hanteras då fartyg anlöper en hamn. Lumsden (2006) redogör för två principer som kan angripa dilemman: resurskoncentration och godslagring.

En så kallad resurskoncentration handlar om anpassning av den landbaserade transportkapaciteten till fartygens kapacitet vilket därmed kräver en stor samling av järnvägsvagnar och lastbilar vid anlöpning. Tillvägagångssättet beskrivs som oerhört kostsamt för att kunna garantera att kapacitet alltid finns tillgänglig för att kunna möjliggöra tömning av fartygen. Samtidigt ställer det stora krav på planering och administration av alla transportörer, med låga möjligheter för flexibilitet.

Godslagring beskrivs av Lumsden (2006) som det vanligaste angreppssättet i dagens hamnar. Godslagring ger speditörer en större möjlighet att anpassa sina operationer istället för att behöva anpassa sig till specifika tider i enlighet med principen om resurskoncentration. Principen ställer dock högre krav på hamnens funktion och dess möjligheter för temporär lagring. Samtidigt betonas det direkta ytbehovet i kajer eftersom dessa är nödvändiga för en tillfällig uppställning av gods vid tömning av fartygen. Detta är en grundförutsättning för att fartyg ska kunna minska tiden för lossning och lastning, den så kallade turn-around-tiden.

Den tillfälliga uppställningsytan av gods och dess betydelse för fartygens turn-around-tid ligger till grund för utformningen av kajer. Lumsden (2006) beskriver ett flertal olika designar av kajer som är mer eller mindre lämpliga beroende på faktorer som till exempel godstyp, ytmässiga krav och möjligheter för magasinering. För RoRo-fartyg och vid färjetrafik beskrivs kajer med så kallade klackar som passande. Dessa kajer är utformade för enhetsförberett gods där korta liggetider är av stor betydelse. Klackarna är ramputformade konstruktioner som antingen integreras i kajen eller kopplas till den för att kunna rulla godset i land eller ombord på fartyget. Eftersom designen av kajen är ämnad för enhetsförberett gods ställs inga krav på att kajen har faciliteter för magasinering. Dock förutsätts att tillräckligt med uppställningsplats för det rullande godset finns tillgängligt.

I enlighet med tidigare diskussion utnyttjas terminaler i ett överförande syfte och för att överbrygga det kapacitetsgap som finns mellan fartyg och landbaserad transport. Samtidigt påpekar Stopford (2009) att terminalers operativa syfte är kopplade till hamnarnas funktion att kunna hantera olika typer av gods. De terminaler som finns tillgängliga i en viss hamn beskriver förutsättningar för olika fartyg att anlöpa motsvarande hamn. Idag är terminaler allt mer specialiserade vilket har gett upphov till specifika terminaler som exempelvis containerterminaler, bulkterminaler och RoRo-

terminaler. Respektive terminal är sedan utformad efter avsett gods för att nå effektivaste möjliga hantering.

3.2.3 Enhetslast

Lumsden (2006) poängterar att en ökande andel av världens transporter går över långa avstånd. Detta gör att fraktat gods ofta transporteras intermodalt innan det når slutdestinationen. Det ställer stora krav på att omlastning kan ske så rationellt som möjligt. Omlastning innefattar lossning, lastning och annan typ av hantering vilka ej är värdeadderande utan bara tid- och kostnadskrävande aktiviteter. Därför har standardiserade lastbärare introducerats för att effektivisera hanteringen.

Resultatet Lumsden (2006) konstaterar kan beskrivas som en mer enhetlig hantering mellan olika transportslag, exempelvis vid omlastning mellan järnvägsvagnar och fartyg. Detta för att transportörerna inte ska behöva anpassa hanteringen till det specifika godset som tillhör lastbärarna. Dessutom har lastbärarna gett utrymme för en ökad effektivisering av lastutnyttjande och mekaniseringsgrad. I många fall har de därutöver en säkrande funktion för godset genom dess hölje. Vidare påpekar Lumsden (2006) att ett antal fysiska kriterier måste uppfyllas för att enhetslast ska fylla ett syfte, se Tabell 2.

Tabell 2 Fysiska kriterier på enhetslaster

Storlek	Ska vara passande för att nå en hög hanteringseffektivitet men inte skapa problem i form av för stora vikter.
Tid	Lastenheter bör skapas så tidigt som möjligt i försörjningskedjan för att nå effektivitet i ett tidigt stadium. Enheterna bör kunna plockas isär så sent som möjligt, helst vid slutdestination för konsumtion.
Form	Enhetslasten måste kunna hanteras tillsammans med andra enhetslaster som exempelvis har en annan vikt.
Hantering	Den utrustning som finns tillgänglig i transportsystemet måste kunna utnyttjas för att hantera lasten.

Enhetslast kan placeras på olika typer av lastbärare. Flak och lastpallar är mindre enhetslastbärare som enligt Lumsden (2006) är vanliga för styckegods. Ofta är syftet med dessa att bygga större enheter, exempelvis genom stapling, vilket ökar möjligheterna för maskinell hantering som i sin tur ökar effektiviteten. Det är vanligt att sådan last placeras i större enhetslastbärare som containrar och trailers. Trailrar syftar till lastbilssläp för ökad lastkapacitet vid vägtransport medan containrar är större behållare som framförallt används vid internationella transporter.

Lastbilar och trailrar

Vägtransport beskrivs av Jonsson och Matsson (2012) som det vanligaste transportslaget till följd av dess flexibilitetsfördelar. Lumsden (2006) menar att lastbilstransport ger stora möjligheter för direktleverans mellan leverantör och kund genom det utbredda vägnätet. Därför minskar behovet av intermodala lösningar vilket resulterar i minskade kostnader för omlastningar. Av denna anledning har lastkapaciteten hos lastbilar fått allt mer fokus med åren och framförallt har trailrar blivit vanligare typer av lastbärare.

Utvecklingen av lastbilstransport går mot utökad lastkapacitet. Detta är något som Lumsden (2006) betonar för lastbilar eftersom lastkapaciteten är liten i förhållande till andra transportslag som fartyg och järnväg. Denna utveckling begränsas av omständigheter som vägstandard, exempelvis bredden på vägfiler. Också lagstiftning påverkar detta genom att begränsa bland annat dimensioner och fordonsvikt.

En lastbil kan delas upp i en teknisk del och en lastbärande del (Lumsden, 2006). Den tekniska delen avser dragbilen och utgör den drivande funktionen. Den lastbärande delen syftar till kapaciteten för att transportera gods. I de flesta europeiska länder begränsas dimensioner för hela lastbilen, vilket innebär att utvecklingen gått mot att minimera dimensionerna på den tekniska delen. Detta har lett till att nästan alla europeiska lastbilar är av typen Cab-Over-Engine där hytten är placerad över motorn (Truckinginfo, 2015). I Sverige och Finland är den maximala längden för en lastbil 25,25 meter och utgörs då av en dragbil med en tillkopplad trailer. Denna kombination används framförallt vid inrikes transport eftersom den maximala längden i de flesta europeiska länder är 18,5 meter.

Ett allt vanligare fordonsekipage är en dragbil tillsammans med en så kallad semi-trailer (Lumsden, 2006). Dragbilen har då ingen egen lastkapacitet utan används enbart för att förflytta externa lastbärare. En semi-trailer är en trailertyp utan framaxel som låses fast i den dragande enhetens vändskiva. Kombinationen av en dragbil och semi-trailer är framförallt vanlig vid färjetrafik, där semi-trailern kan kopplas loss och lämnas för lastning på färjan. Genom detta kan dragbilen istället användas för att hantera andra semi-trailers vilket ökar dess produktivitet.

En chaufför av tungt fordon i yrkestrafik måste enligt lag ha elva timmars vila men får under tre tillfällen under en arbetsvecka korta ner denna till nio timmar. En förutsättning för det är dock att resterande tre timmar tagits tidigare samma dygn (Transportstyrelsen a, 2015). Gällande den svenska yrkestrafiken finns olika typer av regleringar för kör- och vilotider. För exempelvis tunga fordon gäller regler framtagna av EU. Dessa innebär bland annat att färdskrivare måste finnas i fordonet (Transportstyrelsen b, 2015). I färdskrivaren registreras bland annat förarens kör- och vilotider. Med hjälp av uppgifterna kan förare, företag och kontrollmyndigheter kontrollera att reglerna följs (Transportstyrelsen c, 2015).

ISO-containerar

ISO-standardisering är den vanligaste typen av standardisering för containerar (Lumsden, 2006). Majoriteten av alla containerar internationellt följer standardens föreslagna

dimensioner på yttermått. De vanligaste längdmåtten på containrar är idag 20 fot och 40 fot vilket har gett upphov till kapacitetsmåttan TEU och FEU. Den vanligaste höjd- och breddmåtten för containrar är åtta fot.

Utöver dimensioner listar Lumsden (2006) ett antal kriterier som lastbärarna måste uppfylla. Containrar måste vara tillräckligt stabila för ett varaktigt användande. I lastrum och på uppställningsytor i hamnar staplas ofta lastbärarna av ytbegränsande skäl. Därför ska containrar bland annat utformas för att klara stapling av minst sex fullastade containrar i höjd. För att rationalisera hanteringsarbetet vid intermodal transport bör containrar även utformas med avseende på effektiv omlastning. Därför är lastbärarnas gripfästen av stor betydelse och utgörs ofta av containrarnas hörnbeslag. Olika hanteringsok används exempelvis för att gripa tag i de övre hörnlådorna för att lyfta containrar.

Hantering

För hantering av trailrar och containrar i hamnområden beskriver Lumsden (2006) grensletruckar, terminaltraktorer och motviktstruckar som vanliga hjälpmedel, se Tabell 3.

Tabell 3 Hjälpmedel vid hantering

Grensletruck	Grensletruckar är den vanligaste typen av terminaltruckar och utnyttjas vid lossning och lastning av containrar mellan olika transportslag. Trucken är utformad för att förflytta lastbärarna hängandes under den egna konstruktionen och är ofta anpassad i höjddled för att direkt kunna flytta flera staplade containrar.
Terminaltraktor	Terminaltraktorer används för att förflytta lastbärare enligt RoRo-principen. Containrar lastas på specialbyggda släp och i RoRo-trafik utnyttjas terminaltraktorer för att lasta och lossa semi-trailrar, vilka då kan liknas vid dragbilar.
Motviktstruck	Motviktstruckar används primärt för att stapla tomma containrar i hamnar. För containrar med gaffelfickor är motviktstruckar utrustade med gafflar passande. Ofta förses truckarna med gripdon i form av ok för att lyfta containrar genom de standardiserade hörnbeslagen. Eftersom motvikterna i regel blir stora i terminalverksamhet krävs permanenta hårda ytor inom hanteringsområdet för att klara däcktrycket.

3.2.4 Fraktfartyg och godsenheter

Lumsden (2006) konstaterar att likt alla andra aktörer i transportsystemet måste aktörer som tillhandahåller fraktfartyg anpassa sig till de omständigheter som det fraktade godset för med sig. Anledningen är att hanteringen av godset ska bli så effektiv som möjligt. Vid sjöfart betonas vikten av anpassning efter gods för att lastutrymmet ska kunna utnyttjas effektivt (Stopford, 2009). Som följd av detta är nästintill alla fartyg i någon mån specialiserade (Lumsden, 2006). För de fraktfartyg som fraktar enhetslast finns ännu en möjlig indelning baserad på hantering, där vertikal och horisontell

hantering av lastbärare särskiljs (Lumsden, 2006). Vertikal hantering syftar på LoLo-principen medan horisontell avser RoRo-principen.

För att veta vilket fartyg som är mest passande måste godstypen definieras, vilket Stopford (2009) gör med hjälp av så kallade godsenheter. Lumsden (2006) och Stopford (2009) drar liknande resonemang kring hur fartygstyper kan kategoriseras baserat på godsenshet. I stora drag är fartygen indelade enligt godsensheterna torra och fasta bulkgoods, flytande bulkgoods samt styckegods. Bulkgoods transporteras med hjälp av bulkfartyg, och godset avser en mängdlast kategoriserad som torr eller fast (Stopford, 2009). Torrgods som järnmalm, säd och kol, måste hanteras i dess naturliga tillstånd medan fasta bulkgoods, som timmer och stålrör, kan hanteras styckvis. Flytande bulkgoods transporteras med hjälp av tankfartyg, och även om det gods som avses är i flytande form, exempelvis råolja, melass och kemikalier, har de ofta olika egenskaper. Densitet, temperatur och grad av känslighet är faktorer som ställer olika krav på tankfartygen. Det har enligt Lumsden (2006) gett upphov till specialiserade tankfartyg för olika flytande gods och exempel på specialiserade tankfartyg är råolje-, kemikalie- och produkt-tankfartyg.

Vidare konstaterar Stopford (2009) att styckegods är den i särklass mest transporterade godsensheten. Lumsden (2006) beskriver att variationen av styckegods är stor med avseende på såväl storlek som hur förberett godset är för att lastas i enhetsbärare. Därför är också styckegodsfartyg varierande i storlek och flexibilitet. Detta exemplifieras genom containerfartyg och RoRo-fartyg, två vanliga typer av styckegodsfartyg.

Containerfartyg

Containerfartyg är det vanligaste exemplet där vertikal hantering av gods används. Storleken på dessa fartyg kan variera mellan 500-12000 TEU, och är den vanligast förekommande fraktfartygstypen (Stopford, 2009). Anledningen till detta menar Lumsden (2006) är dess höga effektivitet vid lastning och lossning samt den säkerhet som containrar ger åt godset. Effektiviteten är ett resultat av den höga specialiseringsgrad som containerfartygen har då de endast kan hantera ISO-standardiserade containrar, men kommer på bekostnad av flexibilitet. Hanteringen sker vertikalt genom att kranar lyfter containrarna och åtkomst till lastutrymme fås genom luckor i lastdäcken. Kranarna kan vara baserade på såväl land som fartyg men Jensen (1991) påpekar att de fartygsbaserade har blivit allt ovanligare på grund av dess tekniska komplexitet och en försämrad kostnadseffektivitet som följd. Därför kräver fartygstypen att de hamnar som anlöps måste ha den utrustning som krävs för att hantera det fraktade godset, vilket begränsar destinationsmöjligheterna (Lumsden, 2006).

Lastplaneringen på renodlade containerfartyg framställs av Lumsden (2006) som ett cellsystem. Det innebär att containrar staplas ovanpå varandra i de olika lastutrymmena på fartyget och Stopford (2009) beskriver att lastutrymmena är specialanpassade för att nå så högt volymutnyttjande som möjligt. Eftersom fartygen är specifikt ämnade att frakta containeriserat gods är de designade efter de vanligaste ISO-standarderna för containrar. Dessa är framförallt 20- och 40 fot-containrar och begränsar den maximala stapelhöjden enligt hur hållbara de specifika containrarna är. Dessutom är en maximal

stapelhöjd begränsad av fartygens dimensioner. På översta däck måste exempelvis sikten vara godkänd för att manövrera fartyget.

RoRo-fartyg

Lumsden (2006) redogör för RoRo-fartygs betydelse för horisontellt hanterad last. Lastutrymmet hos dessa är mindre än 2000 TEU i genomsnitt, och vid lastning är någon form av rullanordning betingat vilket gör naturligt hjulbaserat gods passande. Vanliga exempel är enligt Stopford (2009) personbilar, lastbilar och lastade trailrar. Jensen (1991) tydliggör att hjälputrustning i form av gaffeltruckar och terminaltraktorer ska finnas ombord på fartygen. Det gör att de även är passande för enhetslastbärare som pallar, containrar och annan utrustning som enkelt kan hanteras med den nämnda hjälputrustningen. Fartygen har ofta flera lastdäck, och tillgång till dessa fås genom ramper (Lumsden, 2006). Dessa kan antingen tillhöra fartyget eller kajen. Större RoRo-fartyg som seglar över längre distanser har ofta egna ramper i aktern.

RoRo-fartyg har enligt Jensen (1991) generellt sett en högre kostnad per lastenhet än containerfartyg. Stopford (2006) framhäver dock att fartygen är mer flexibla i det avseende att de kan frakta många fler typer av gods än enbart standardiserade containrar. Svårigheter att utnyttja lastutrymmet på ett effektivt sätt, till följd av det varierande formen på godset, är något Lumsden (2006) problematiserar. Eftersom volymutnyttjande är av stor betydelse vid längre linjedistanser prioriteras då andra fraktalternativ.

Hanteringstiden för lossning av välorganiserade lastdäck på RoRo-fartyg beskrivs av Jensen (1991) som korta i förhållande till andra lastfartyg. Detta gör att fartygstypen är passande för kortare linjetransporter med korta tider i hamn. Stopford (2009) poängterar samtidigt att denna fördel leder till större hanteringsarbete eftersom en noggrann lastutrymmesplanering krävs. En stor fördel med fartygstypen är däremot dess möjlighet att anlöpa i hamnar utan specialiserad utrustning för lastning och lossning (Jensen, 1991 & Stopford, 2009). Hanteringstiden anses vara en faktor som rederier har möjlighet att påverka, till skillnad från vid lastning och lossning av containerfartyg med hjälp av kranar som styrs av hamnen (Jensen, 1991).

Över hälften av av den svenska utrikeshandeln transporteras med hjälp av kombinerade last- och passagerarfärjor (Lumsden, 2006). Dessa färjor följer den RoRo-typ som beskrivits, och benämns då istället som RoPax. På marknaden för RoPax-transporter finns bland speditörer varierande fokus. De aktörer som bedriver kryssningsfärjor har ett större fokus på passagerare, medan så kallade kombinationsfärjor eftersträvar hög lastkapacitet och fokus på den fysiska förflyttningen snarare än upplevelsen.

4 Hållbar utveckling

I följande kapitel redovisas teori bakom hållbar utveckling, och efterföljs av fallstudiens miljöaspekter samt de miljövisioner som finns i Göteborg och Varberg. Stort fokus läggs på corporate social responsibility och hur företag på ett aktivt sätt kan arbeta för hållbar utveckling. Vidare beskrivs emissioner från lastbilar såväl som fartyg samt hur dessa emissioner beräknas i monetära termer. Utöver detta redovisas hur konvertering till metanoldrift kan komma att påverka utsläppsmängder från fartyg.

4.1 Corporate Social Responsibility

Grankvist (2009) beskriver begreppet Corporate Social Responsibility (CSR) som samspelet, inte motsatserna, mellan ekonomiskt, miljömässigt och socialt ansvarstagande hos företag och organisationer. Ekonomiskt ansvarstagande för företag handlar om att säkerställa sin finansiella ställning för att ta ansvar gentemot sina aktieägare och övriga intressenter. Miljömässigt ansvarstagande avser att driva en verksamhet utan negativ påverkan på jorden och dess naturresurser. Socialt ansvarstagande handlar om att driva företag med hänsyn tagen till människors hälsa och välbefinnande.

För att låta de tre faktorerna i CSR samspela optimalt använder Grankvist (2009) nyckelordet "hållbarhet". Det syftar på strävan mot en långsiktigt hållbar organisation där avkastning genereras, hänsyn till miljön tas och ansvar för arbetsplatsens sociala frågor och samhällets välmående betonas. Världskommisionen ledd av Gro Harlem Brundtland (1987) definierar hållbarhet i form av hållbar utveckling som "en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov". Även om definitionen i många fall anses tillräcklig för att beskriva hållbar utveckling ansågs den stundvis vara väl filosofisk för att tillämpas på verkligheten (Grankvist, 2009). Därför startades föreningen Det Naturliga Steget vilka tillsammans med forskare tog fram följande systemvillkor för att uppnå hållbarhet mer konkret:

- Förhindra koncentrationsökning av ämnen från berggrunden i naturen.
- Förhindra koncentrationsökning av ämnen från samhällets produktion i naturen.
- Inte utsätta naturen för undanträngning med fysiska metoder
- Inte hindra människor att tillgodose sina behov.

4.2 Emissioner och miljö

Med ursprung i begreppen CSR och hållbar utveckling förespråkar Jonsson och Matsson (2012) användning av begreppet hållbar logistik framför uttryck som miljöanpassad logistik. Detta eftersom en miljöanpassning bör göras utan enstaka faktorer såsom miljö, ekonomi, teknik eller sociala faktorer som begränsande faktor. Hållbarhet syftar istället på ett synsätt vilket skall främja en kombination av flera olika faktorer som begränsande.

För att bygga framtidens hållbara transporter listar Jonsson och Matsson (2012) sex primära handlingsalternativ för godstransporter. Dessa är listade i fallande ordning utifrån ett perspektiv där förebyggning alltid skall föregå återvinning eller filtrering av utsläpp. De sex handlingsalternativen är:

- Val av trafikslag
- Tekniska förbättringar av fordon och infrastruktur
- Alternativa bränslen
- Efterbehandling av avgaser
- Anpassad transport- och lastplanering
- Förändrat körsätt

Trafik och godstransporter påverkar miljön genom emissionsutsläpp, trängsel, däckslitage, buller och infrastrukturbelastning (Jonsson & Mattson, 2012). Emissioner släpps ut till luft, mark och vatten men utsläpp till luft dominerar de totala utsläppen (Lumsden, 1998). Majoriteten av utsläppen, CO, NO_x, HC, SO_x och partiklar, beror av motorns uppbyggnad och kan regleras med hjälp av avgasrening. Dessa regleras via euroklassificering. Euroklasser på tunga fordon har införts för att uppmuntra en uppgradering av fordonsflottan (Konkurrensverket, 2015). Den strängaste klassen är Euro 6 som infördes 2014. Mängden koldioxid regleras inte alls utan är direkt beroende av bränslemängden som förbrukas (Grönabilister, 2015).

Koldioxid bildas vid all förbränning av kolhaltigt organiskt material. En ökning av koldioxidhalt i atmosfären leder till en inkapslande växthuseffekt (Lumsden, 1998). Det är framförallt utsläpp av SO_x, NO_x och partiklar anses orsaka störst belastning på miljön och människors hälsa (Fridell & Winnes, 2009). Partiklar avser luftburna partiklar på några få mikrometer, dessa försämrar luftkvaliteten. För att förbättra luftkvaliteten och reducera utsläppsmängderna introduceras bättre kvaliteter av marinbränsle, dessa har lägre svavelhalter. Olika trafikslag har olika miljömässiga fördelar och nackdelar. I Tabell 4 sammanfattas dessa:

Tabell 4 Miljömässiga fördelar och nackdelar för olika trafikslag

Trafikslag	Fördelar	Nackdelar
Flygtrafik	Undviker markanvändning och trängsel.	Mycket höga utsläpp
Lastbilstrafik	Kan köra direkt utan omvägar	Utsläpp, buller, vägslitage
Sjöfart	Undviker markanvändning, trängsel och buller. Låga utsläpp vid måttliga hastigheter.	Höga utsläpp vid höga hastigheter.
Järnväg	Låga utsläpp (vid eldrift)	Buller, elens miljöpåverkan

Jonsson och Matsson (2012) beskriver sjötransporter som ett, vid låga hastigheter, energisnålt sätt att frakta gods. Ökas hastigheten ökar förbrukningen kvadratisk med hastigheten, vilket leder till kraftigt ökade utsläpp (Stena Line, 2015). Enligt motortillverkaren MAN (2011) ökar förbrukningen till och med upphöjt till 3,5 med hastigheten för många RoRo-fartyg. Den totala förbrukningen påverkas även av faktorer som friktionen mellan skrov och vatten, uppvärmning av hytter samt generatordrift för elförsörjning i hamn. Stena redogör exempelvis för hur de aktivt arbetar med att minska dessa effekter genom rengöring av skeppet, solfilmer på fönstren och inkoppling på det lokala elnätet vid anlöpning av kaj.

4.3 Externa kostnader

För att göra effekterna från utsläpp och påverkan på miljön kvantifierbara beräknas utsläpp i monetära termer. De kostnader som uppstår till följd av emissioner men inte betalas av den aktör som gett upphov till dessa kallas externa (Jonsson & Matson, 2012). Kostnader från emissioner allokteras till lokala, regionala och globala nivå (Dahlström, 2005), se Tabell 5. Utsläppen på lokal nivå är enklast att reducera eftersom de är direkta och kortlivade. De regionala och globala utsläppen färdas längre och påverkar miljön i ett längre tidsperspektiv, därför är de också svårare att komma till rätta med. Inte minst eftersom regleringarna måste vara internationella (Jonsson & Matsson, 2012). För fordon över 7,5 ton är bränslekonsumtionen och därmed de externa kostnaderna från emissioner betydligt större i urbana miljöer än för körning på landsväg eller motorväg (Bäckström, 2008). Därför blir körning i tätbebyggda och urbana miljöer av särskilt intresse vid kartläggning av negativ miljöpåverkan.

Tabell 5 Negativa miljöeffekter av transport på lokal, regional och global nivå (Jonsson & Matsson, 2012, Lumsden 2006)

Lokal påverkan	Regional påverkan	Global påverkan
Buller Lukt Luftföroreningar Tungmetaller Förslitningar av infrastruktur	Övergödning Gifter i marken Landskapsförändringar	Ozonlagrets uttunning Växthuseffekt Förbrukning av ändliga resurser

För att företag och organisationer ska ta ansvar för de emissioner de själva gett upphov till har principen Polluters Pay tagits fram. Polluters Pay är en framtidsvision som stöds av Europakommissionen (European Commission, 2012). Principen innebär att externa kostnader från emissioner kan komma att internaliseras hos de parter som gett upphov till utsläppen i kontrast till att samhället bär kostnaderna som i dagsläget. Principen ger företag och andra aktörer större incitament att aktivt arbeta för att minimera negativ miljöpåverkan.

4.4 Metanolkonvertering och framställning

I Nordeuropa placerar sig de flesta färjelinjerna i det ECA (Emission Control Area) klassificerade området som omfattar Engelska kanalen, Nordsjön och Östersjön. Inom detta område har begränsningar på svavelhalten i fartygsbränsle införts, där det sedan januari 2015 endast är tillåtet med 0,1 viktsprocent svavel i bränslet (Sjöfartstidningen, Nr 6, 2014). På en global nivå planeras en gräns på 0,5 viktsprocent svavel i fartygsbränslet, och dessa skärpningar avses införas år 2020 (Swe-shipbroker, 2012).

Enligt Sjöfartstidningen (Nr 6, 2014) har detta gjort att rederierna undersökt möjligheterna för alternativa bränslen, exempelvis Liquefied Natural Gas och metanol. Stena Line har tagit initiativet och kommer vara det första rederiet med ett metanoldrivet fartyg. Konverteringen inleddes under första kvartalet 2015 då en av fyra motorer konverterades (Sjöfartstidningen, Nr 11, 2014). Genom konverteringen till metanoldrift väntas utsläppen av SO_x bli nästan obefintliga och även leda till en kraftig minskning av NO_x, PM och CO₂.

Metanol är en alkohol som utvinns ur naturgas eller metangas. Förvandlingen till metanol görs via ett mellansteg där syntesgas skapats för att sedan omvandlas till metanol. Framställningen görs med hjälp av olika kemiska processer (Sjöfartstidningen, Nr 11, 2014). Fossila bränslen kan inte uteslutas helt då de behövs för att antända metanolen vid start och för effektivare manövrering i hamnar. Omvandlingen är fördelaktig då en relativt liten ombyggnad behöver göras jämfört med andra konverteringsalternativ. De tankar som använts för diesel kan användas för metanol men kräver viss modifikation för att motverka explosionsrisken (Sjöfartstidningen, Nr 6, 2014). Metanoldrift är en ny teknik och kräver att infrastrukturen byggs ut med metanolterminaler för att förse fartyg i den utsträckning som efterfrågas. Stena Germanica erhåller inledningsvis metanol via lastbilar från Malmö (Sjöfartstidningen, Nr 11, 2014).

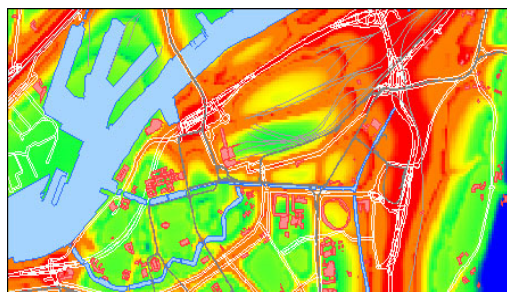
4.5 Visioner i Göteborg och Varberg

Som följd av renare bränslen och större reningsmöjligheter i dagens fordon har utsläppsmängden per förbrukad liter minskat de senaste åren (SMHI, 2015). Motorerna har dessutom blivit bränsleeffektivare sett till förbrukning per körd kilometer (Bil Sweden, 2010). Trots detta visar mätningar från SMHI (2015) att många av Sveriges städer har utsläppshalter som ligger över EUs miljömål och normer. Enligt ny forskning från SMHI kan detta i framtiden leda till svårigheter att uppfylla målen för frisk luft. EUs miljömål och normer ligger till grund för de miljö kvalitetsnormer (MKN) som Sveriges regering har infört under förordningen (2001:527). Miljö kvalitetsnormen gällande NO₂ har en gräns på 40 µg/m³, något Göteborg ansett vara för vara för högt och har därför som mål att inte överstiga 20 µg/m³ (Göteborg b, 2015).

Göteborgs hamnar bidrar, tillsammans med de stora industrierna, till en stor andel av utsläppen och trafiktätheten i Göteborg. Utsläppen har lett till förhöjda halter av NO_x i stadskärnan (Göteborg a, 2015). Utöver detta syns ett tydligt samband mellan lokal miljöpåverkan och utformningen av Göteborgs trafikleder och topografi. Stora genomfartsleder bidrar till stora lokala utsläpp och runt dessa finns Göteborgs sämsta luftkvalitet med värden på över 40 µg/m³, se Figur 6. Topografien kring Göteborg försvårar luftcirkulation, något som bygger upp luftföroreningar på marknivå (Göteborg b, 2015).

Färgkod	Motsvarighet
Blå	Delmål Frisk Luft
Grön	< nedre utvärderingströskeln
Yellow	> nedre utvärderingströskeln
Orange	> övre utvärderingströskeln
Red	> Miljö kvalitetsnormen (MKN)

Figur 6 Bild över luftkvalitet i centrala Göteborg



Varberg stad har som vision att utgöra en kreativ mittpunkt i Halland och på västkusten (Varberg a, 2014). Som mål har de att flytta och utveckla Varbergs hamn och rusta upp järnvägen. Dessa förändringar är tänkta att göra Varberg till en attraktiv stad att leva och verka i (Varberg b, 2014). Under åren 2009 till 2011 deltog Varberg i EU-projektet

MMOVE, Mobility Management Over Europe: Changing Mobility Patterns (MMOVE, 2009). Deltagandet i projektet var en del i att erhålla en bättre miljö med hjälp av hållbara resvanor och val av färdmedel.

5 Nulägesbeskrivning

I följande kapitel presenteras först färjorna som trafikerar färjelinjen Göteborg - Kiel samt nuvarande infrastruktur i Göteborgs och Varbergs hamn. Därefter redovisas de operativa och externa kostnaderna som färjelinjen ger upphov till i nuläget. Kapitlet avslutas genom att redogöra för de olika kundgruppernas intressen. Innehållet presenteras enligt följande:

- Infrastruktur, bestående av:
 - Specifikationer av färjorna
 - Specifikationer av hamnarna
- Operativa kostnader, bestående av:
 - Bränslekostnad
 - Hamntaxa
 - Totala operativa kostnader
- Emissioner, bestående av:
 - Emissioner från lastbilar
 - Emissioner från färjor
 - Totala externa kostnader
- Kunder, bestående av:
 - Speditörer
 - Privatresenärer

5.1 Infrastruktur

Rådande omständigheter för Stenas verksamheter i Göteborg och Varberg fastställs genom en kartläggning av befintliga tillgångar hos Stena såväl som hos de två hamnarna. De faktorer som är kritiska för studien är färjorna som idag trafikerar linjen, tillsammans med egenskaper hos de berörda hamnarna.

5.1.1 Specifikationer av färjorna

Linjen trafikerar av fyra fartyg, två RoPax-fartyg och två RoRo-fartyg med avgång från Göteborg respektive Kiel under kvällstid. De två RoPax-fartygen är Stena Scandinavica respektive Stena Germanica, och RoRo-fartygen benämns i rapporten som RoRo X respektive RoRo Y. Stenas RoRo-färjor har i allmänhet lägre kapacitet än deras RoPax-färjor, men de data som antagits för de två RoRo-färjorna har utgått från Stena Germanica. RoPax-fartygen används både för godstransporter och för privatresenärer medan RoRo-fartygen uteslutande används för godstransporter.

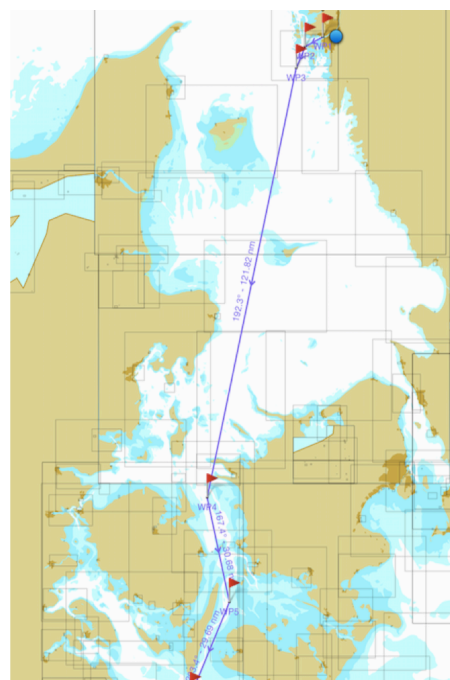
I Tabell 6 sammanställs data rörande färjorna och användning av dessa. Tabellen återger även data för RoPax-fartyget Stena Nautica som utgår från Varbergs hamn. Informationen kring Stena Nautica är relevant då den utgör en viktig del i fastställandet av krav på Varbergs hamn. Beräkningar för medelhastighet och seglingstid i genomsnitt redovisas i Bilaga D.

Tabell 6 Redovisning av data angående fartygen som trafikerar färjelinjen Göteborg - Kiel samt Stena Nautica (Marine Traffic, 2015).

Färja	Stena Scandinavica	Stena Germanica	Stena RoRo X & Y	Stena Nautica
Längd	243 m	241 m	241 m	135 m
Bredd	30 m	30 m	30 m	24 m
Djup	6,3 m	6,15 m	6,15 m	5,6 m
Deadweight	12 200 ton	10 670 ton	10 670 ton	-
Bruttodräktighet (GT)	57 958	51 837	51 837	19 763
Kapacitet	300 bilar + 128 lastbilar + 1300 passagerare	300 bilar + 117 lastbilar + 1300 passagerare	117 lastbilar+ 1800 lanemeters övrigt gods	324 bilar + 900 passagerare
Lanemeters	4100	3907	3907	1235
Däck (antal)	2+2	2+2	2+2	-
Motor	4 x Sultzer (MDO)	4 x Sultzer (MDO, Metanol)	4 x Sultzer (MDO)	2 x MAN (Diesel)
Hastighet (max)	21,5 knop	21,5 knop	21,5 knop	17,5 knop
Hastighet (medel)	16,78 knop	16,96 knop	16,87 knop	-
Seglingstid (angiven)	14 h 30 min	14 h 30 min	14 h 30 min	-
Seglingstid (medel)	13 h 22 min	13 h 18 min	13 h 20 min	-
Utnyttjandegrad (tid)	56 %	55 %	56 %	-

Den sammanlagda kapaciteten att transportera lastbilar erhålls från summan av kapaciteten från Stena Germanica, Stena Scandinavica och de två RoRo-färjorna. I nuläget har färjelinjen kapacitet att frakta totalt 479 lastbilar per dygn. Detta besvarar frågeställning 1 angående fastställandet av färjelinjens kapacitet. Det är denna kapacitet som måste uppfyllas i omstruktureringsförslaget vid en färjelinje med utgångshamn i Varberg.

Utnyttjandegraden av färjorna syftar till den andel av dygnet som nyttjas för segling. Stena anger en seglingstid på 14,5 timmar för de olika färjorna vilket motsvarar en utnyttjandegrad på 60 %. Bilaga D påvisar dock att seglingstiden i genomsnitt är drygt 13,3 timmar för vardera fartyg. Det resulterar i en utnyttjandegrad på 55 % för Stena Germanica och 56 % för såväl Stena Scandinavica och RoRo-fartygen, se Tabell 6.



Figur 7 Färdväg (rutt) mellan Göteborg och Kiel

I Figur 7 återfinns en exakt beskrivning av färjornas nuvarande färdväg. Denna visar att det mellan Göteborg och Kiel är ungefär 220 sjömil. Stena anger samma sträcka till motsvarande 270 sjömil. Restiden anges dessutom till 14,5 timmar (Stena, 2015) men tar i genomsnitt endast 13,3 timmar, se Bilaga D.

På grund av dagens låga utnyttjandegrad av fartygen finns inga data rörande möjlig turn-around-tid tillgänglig för linjen. Som referens måste andra linjefartyg av snarlik storlek användas för jämförelser. Få andra färjor minimerar turn-around-tiden, vilket gör dessa data svårtillgängliga. Registerdata visar att Stena Jutlantica som trafikerar linjen mellan Göteborg och Fredrikshamn är möjlig att vända i hamn på 55 minuter (Bilaga D), men Stena Jutlantica har enbart drygt hälften av Stena Scandinavicas lanemeters.

5.1.2 Specifikationer av hamnarna

Den aktuella omstruktureringen berör primärt två hamnar, Göteborgs hamn och Varbergs hamn. För dessa görs iakttagelser och beräkningar för att klargöra både möjligheter och hinder.

Tysklandsterminalen i Göteborg innefattar ungefär 54 500 m² för hantering av avgående och ankommande gods samt bilar (Bilaga C). Ytan inkluderar uppställningsytor för trailrar och gods, vaktkurer för biljettavläsning, långa filer för parkering av fordonen vid köbildning samt fordonsparkering för de anställda. Uppställningsytorna nyttjas av de kunder som önskar lämna en trailer i exempelvis Göteborg och hämta den i Kiel. I hamnen finns tillräckligt med kajplats för att två fartyg kan ligga i hamn samtidigt.

Terminalen är lokaliserad utmed E 45 vilken löper runt centrala Göteborg. Vägen har två huvudsakliga knutpunkter varav den ena är lokaliserad vid Tingstadstunneln och den andra i Mölndal, strax söder om Göteborg. Från knutpunkterna är vägarna ofta mycket trafikerade. Framförallt den sex kilometer långa sträckan från Tingstadstunneln är ofta utsatt för kraftig köbildning¹. Att områdena kring de stora lederna idag har problem med stora utsläpp visar ytterligare på en stor trafikintensitet.

Från Varbergs hamn går idag en RoPax-färjelinje till Grenå. Terminalen och dess kringtyor omfattar ungefär 20 800 m² (Bilaga C). Ytan är knappt hälften så stor som Tysklandsterminalens i Göteborg men nyttjas av enbart en färja istället för två. Tågstationen i Varberg ligger i nära anslutning till hamnen vilket möjliggör enkel persontrafik. Det går även ett spår för godstrafiken direkt in i hamnen, vilket är positivt ur hanteringssynpunkt. Transportsträckan mellan motorvägen, E6, och färjeterminalen i Varbergs hamn är ungefär 5,5 km lång. Ingen körning sker då i tätbebyggt område. I Tabell 7 sammanfattas data för hamnarna i Göteborg och Varberg.

¹ Niclas Byström, Trafikledare D2 RAK Transport AB, 30 mars 2015.

Tabell 7 Hamndata

Stad	Varberg				Göteborg
Terminal	Stena-terminalen	Industrihamnen	Farehamnen	Roro-hamnen	Tysklands-terminalen
Antal avgångar (per dygn)	2 st	-	-	-	2 st
Kajplatser	1 st	-	-	-	2 st
Tillgänglig markyta	20 800 m ²	Totalt 300.000 m ² inkl. Stenaterminalen			54 500 m ²
Hamndjup	6,5 m	5,2-8,0 m	11 m	8 m	>6,3 m
Kajlängd	130 m	610 m (920 m)	430 m	-	500 m
Max. tillåten fartyglängd	180 m	180 m	240 m	-	-
Max. tillåten fartygsbredd	-	-	33 m	25 m	-
Max. tillåtet fartygsdjup	6,5 m	7,5 m	10 m	8 m	-
Järnvägsspår till kaj	Ja				Nej
Tid utan färja i hamn	22 timmar / dygn	-	-	-	13 timmar / dygn
Gångbrygga	Ja	Nej	Nej	Nej	Ja

Varbergs hamn består av fyra huvudsakliga delar, varav Stenas nuvarande yta endast utgör 7 % av den totala ytarealen. RoPax-färjan Stena Nautica trafikerar ensam linjen Varberg-Grenå med två avgångar per dygn. Hamninloppet till Varberg är betydligt kortare än till Göteborg, varför marschfart kan uppnås fortare.

5.2 Operativa kostnader

Det finns en mängd olika kostnader som påverkar de totala operativa kostnaderna för drift av en färjelinje. Två av dessa är *bränsleförbrukning* och *hamntaxa*. Kostnader utöver dessa två, exempelvis underhåll av färjor och kostnader för kundservice, försummas. Detta motiveras med ett antagande att de två alternativen för färjelinjen anses ha samma behov i stort medans det är just *bränsleförbrukning* och *hamntaxa* som förväntas variera mellan alternativen.

5.2.1 Bränslekostnad

Tidigare var det vanligt för fartyg att köra på HFO ute till havs på grund av dess kostnadseffektivitet. Därefter skiftade bränslet till MDO vid anlop för att klara av de miljörestriktioner som gällde i hamnarna. Sedan 1 januari 2015 gäller restriktioner för hela färdsträckan (Sjöfartstidningen, Nr 6, 2014). Därför har beräkningar enbart genomförts för MDO. Beräkningar av bränslekonsumtion har genomförts enligt beräkningsgången i Bilaga G.

I dagsläget beräknas de fyra fartygen förbruka över 31 ton MDO vardera under en enkeltur Göteborg - Kiel. Det resulterar i en totalkostnad på drygt 656 000 SEK per dygn för Stena. Kostnaden är baserad på en MDO-kostnaden på 609,37 USD per ton,

vilket är ett dagligt genomsnittspris utifrån en period om två månader (Bunker Index, 2015). Vidare antas växelkursen 8,50 SEK per USD.

5.2.2 Hamntaxa

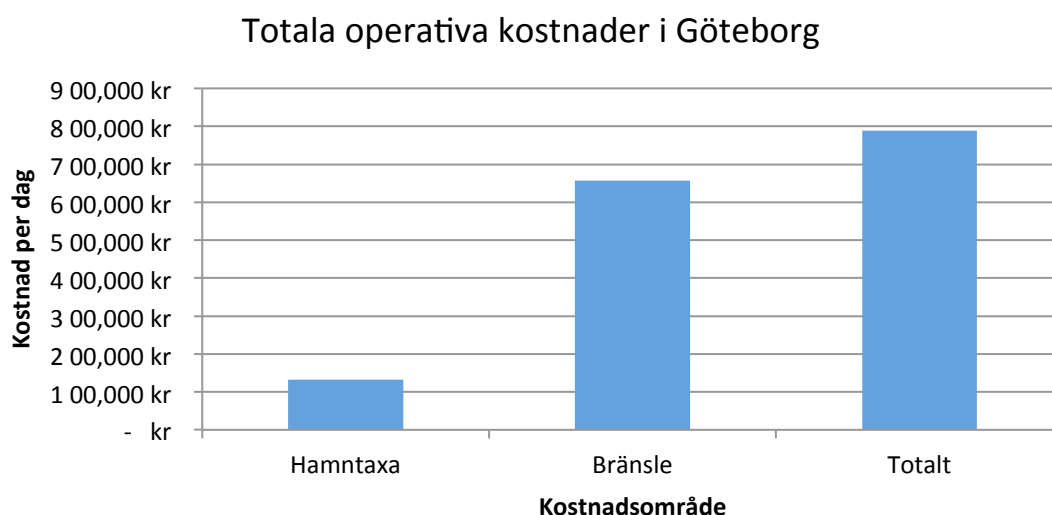
I Göteborgs hamnar är alla anlöpande fartyg skyldiga att betala den hamntaxa som Göteborgs Hamn AB fastställt (Göteborgs Hamn AB, 2015). Hamntaxan beräknas för varje anlop och utgörs primärt av fartygshamnavgifter men inkluderar även hanteringsavgifter för olika typer av avfall. Dessutom beror taxan på vilken typ av fartyg som anlöper, antalet anlop under en vecka och fartygets bruttodräktighet.

Vidare är hamntaxan i Göteborgs hamnar miljödifferenterad för att premiera miljövänliga fartyg (Göteborgs Hamn AB, 2015). En rabatt på 10 % av fartygshamnavgiften baseras på miljöindexen Clean Shipping Index (CSI) och Environmental Ship Index (ESI). De fartyg som får tillgång till miljörabatten måste antingen nå den gröna klassen enligt CSI eller klassificeras av ESI med 30 poäng eller mer. Sedan 1 januari 2015 kan både Stena Scandinavica och Stena Germanica utnyttja denna rabatt då de är klassificerade av ESI med 73,3 respektive 70,2 poäng (ESI, 2015).

I Bilaga J redovisas Stenas nuvarande hamnavgifter i Göteborgs hamn. Den totala hamnavgiften beräknas till drygt 132 000 SEK per dag för de fyra fartygen. Beräkningen har baserats på antagandet att Stena taxeras likt övriga aktörer som anlöper Göteborgs hamnar. Hänsyn har ej tagits till speciella överenskommelser som kan finnas mellan Stena och Göteborgs hamn som påverkar Stenas villkor.

5.2.3 Totala operativa kostnader

De totala operativa kostnaderna beräknas till drygt 790 000 SEK. I Figur 8 tydliggörs hur bränslekonsumtion står för majoriteten av kostnaderna. Bränslekostnaden motsvarar mer än 80 % av de operativa kostnaderna.



Figur 8 Totala operativa kostnader i Göteborg

5.3 Emissioner

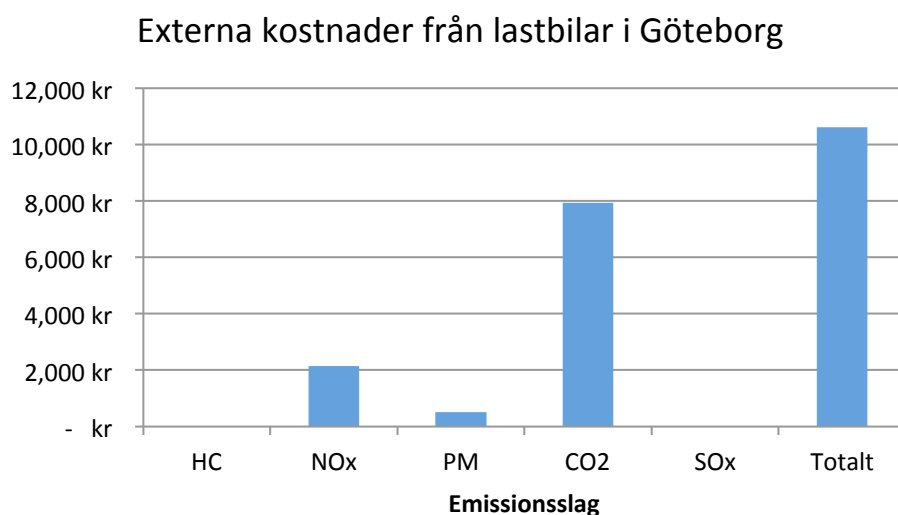
I syfte att utvärdera de två alternativens påverkan på miljön har emissionsberäkningar gjorts. Emissioner från *lastbilar* i stadsmiljö och emissioner från *färjornas*

bränsleförbrukning har tagits i beaktning då det främst är dessa som skiljer de två alternativen åt och därmed är avgörande för jämförelse. De utsläpp som tas hänsyn till är koldioxid, svaveloxid, kväveoxid, kolväten och luftburna partiklar.

5.3.1 Emissioner från lastbilar

För att ge en lättöverskådlig bild och enklare jämförelse presenteras emissionerna i monetära termer, enheten är SEK. Emissionsberäkningar i nuläget har gjorts på resor med lastbil i urban miljö för att nå och lämna tysklandsterminalen i Göteborg. Antaganden, data för utsläppsmängder och beräkningsgång redovisas i Bilaga A.

Den totala emissionsmängden för lastbilstrafiken avser samtliga 479 lastbilsrörelser till och från terminalen per dygn, alltså för två avgångar och två ankomster. Dessa ger sammanlagt emissioner till en kostnad av 10 400 SEK per dygn, se Figur 9.

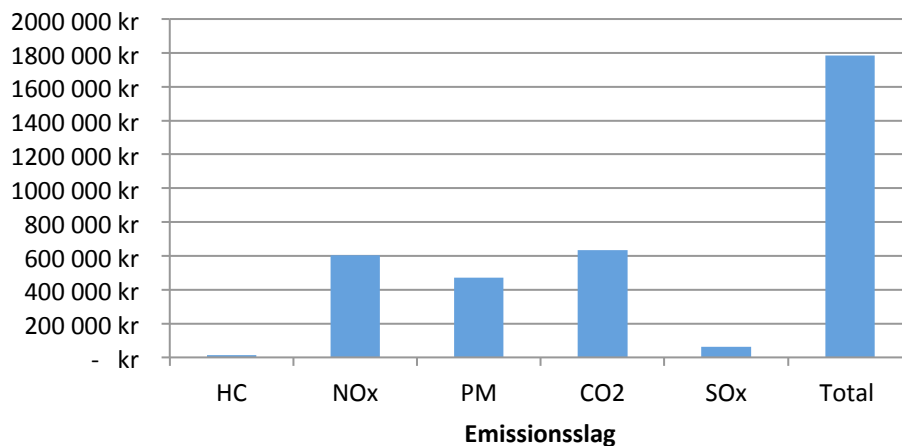


Figur 9 Externa kostnader från lastbilar i Göteborg

5.3.2 Emissioner från färjor

Den totala bränsleförbrukningen per dygn uppgår till 127 ton MDO. Emissionerna denna förbrukning ger upphov till har beräknats i monetära termer. Beräkningarna avser ett dygn. Samtliga fyra fartyg gör då varsin enkel tur mellan Göteborg och Kiel. Kostnaderna redovisas i Figur 10.

Externa kostnader från färjor (Göteborg)

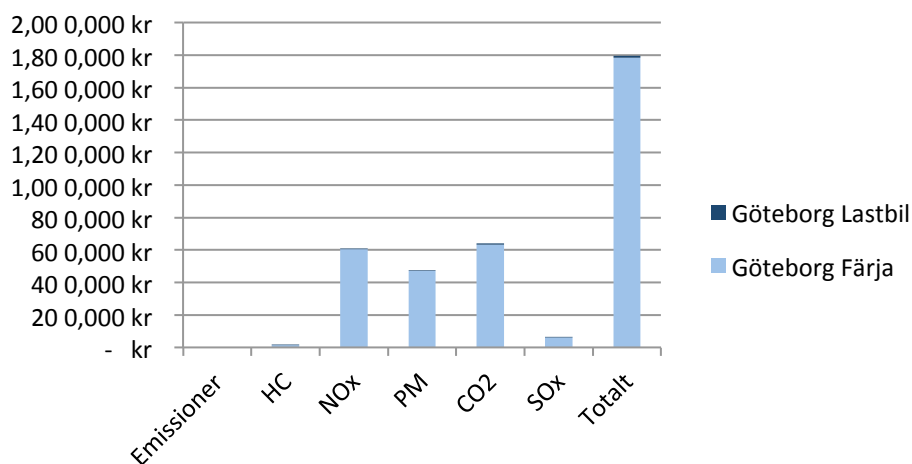


Figur 10 Externa kostnader från färjor (Göteborg)

5.3.3 Totala externa kostnader

De totala utsläppen i monetära termer uppgår sammanlagt till 1 795 700 SEK. Det är framförallt utsläpp av NOx, PM och CO2 som utgör majoriteten av den negativa miljöpåverkan. Från Figur 11 kan utläsas att emissionerna från fartygen utgör en betydande del. Emissionerna från lastbilarna utgör enbart 5,9 % av de totala utsläppen.

Totala externa kostnader Göteborg



Figur 11 Sammanställning av emissioner från lastbilar och färjor

5.4 Kunder

Kvaliteten hos Stenas tjänster definieras av de kunder som nyttjar dessa. Inom RoRo-marknaden ställs i allmänhet högre krav på flexibilitet än hos containerfartyg, vilket medför en större variation av kunder. Det finns i huvudsak två stora kundgrupper för Stenas RoPax-verksamhet, dessa utgörs av *speditörer* och *privatresenärer*. Projektets fokus ligger främst på speditörer av godstrafik då detta är den huvudsakliga verksamheten. De olika kundgrupperna kan ha olika intressen och dessa kartläggs genom kvalitativ analys.

5.4.1 Speditörer

Den i dagsläget långa restiden mellan Göteborg och Kiel, i genomsnitt 13,3 timmar, ger yrkeschaufförer en god möjlighet att få den vilotid de enligt lag måste erhålla. Då vilotider kontrolleras genom färdskrivare, kopplade till lastbilens hastighetsmätare, är det av stor vikt att färjans restid ej understiger nio timmar. Helst skall den inte understiga elva timmar, se avsnitt 3.2.3 för exakt beskrivning av vilotider för yrkeschaufförer. De speditörer som nyttjar Stena som transportör mellan Göteborg - Kiel kan något förenklat differentieras i de speditörer som reser med färjan och de som endast lämnar trailrarna vid terminalen. De lämnade trailrarna lastas sedan på färjan med terminaltraktorer.

Genom intervjuer med chaufförer^{2 3} som regelbundet kör i Göteborg ges en entydig bild av de problem som finns i dagsläget. Det största problemet i Göteborg är den bristande infrastrukturen, där vägarna inte klarar av den stora trafikmängd som varje dag passerar. Tingstadstunneln identifieras av flera källor som den största flaskhalsen.

5.4.2 Privatresenärer

Passagerartrafik till tysklandsterminalen i Göteborg kan ske via bussar och spårvagnar till hållplatsen Jaegerdorffsplatsen (Västtrafik, 2015). Vid resa från Göteborgs centralstation kostar det cirka 25 SEK för en biljett. Parkeringsytor finns i direkt anslutning till både centralen och tysklandsterminalen. I Varberg ligger hamnen i direkt anslutning till Varberg centralstation dit både tåg och bussar går. Där finns även goda parkeringsmöjligheter för bilar.

² Niclas Byström, Trafikledare D2 RAK Transport AB, 30 mars 2015.

³ Per Eriksson, Chaufför Tryggve Bengtssons Åkeri AB, 2 april 2015.

6 Omstruktureringspotential

I följande kapitel presenteras en analys av omstruktureringsmöjligheter utifrån aspekterna *kapacitet, tid, utnyttjandegrad* och *krav på infrastrukturen* i Varberg. Även en beräkning av operativa kostnader och externa kostnader från emissioner samt en undersökning av kundserviceaspekter redovisas. Innehållet presenteras enligt följande:

- Infrastruktur, bestående av:
 - Krav på infrastruktur
 - Restid och turn-around-tid
- Operativa kostnader, bestående av:
 - Bränslekostnad
 - Hamntaxa
 - Totala operativa kostnader
 - Jämförelse
- Emissioner, bestående av:
 - Emissioner från lastbilar
 - Emissioner från färjor
 - Jämförelse
 - Effekter av metanolkonvertering
- Kundservice, bestående av:
 - Speditörer
 - Privatresenärer

6.1 Infrastruktur

Stenaterminalen i Varberg innefattar endast en kajplats varför alternativet att utforma färjelinjen på samma sätt som i Göteborg, med två kajplatser, har uteslutits ur denna del av analysen. Det är inte möjligt att två fartyg ligger i hamn samtidigt. Därför utgår infrastrukturanalysen från att fartygsflottan reduceras till två färjor. Då fartygsflottan utgörs av Stena Scandinavica och Stena Germanica måste dessa två möjliggöra samma transportkapacitet som de fyra färjorna i dagsläget.

6.1.1 Krav på infrastruktur

Utifrån projektets frågeställningar gällande omstruktureringspotential sammanfattas infrastrukturen i Varberg i Tabell 8. Denna baseras på de data och iakttagelser som redovisas i nulägesbeskrivningen. Jämförelserna mynnar ut i en sammanställning av de krav som ställs på infrastrukturen i Varbergs hamn för att möta kapacitetsbehovet enligt frågeställning 2. Gröna celler anger krav som redan är uppfyllda medan röda celler anger om något behöver åtgärdas. Gula celler anger krav som inte kan garanteras vara uppfyllda.

Tabell 8 Sammanfattning över krav på infrastruktur

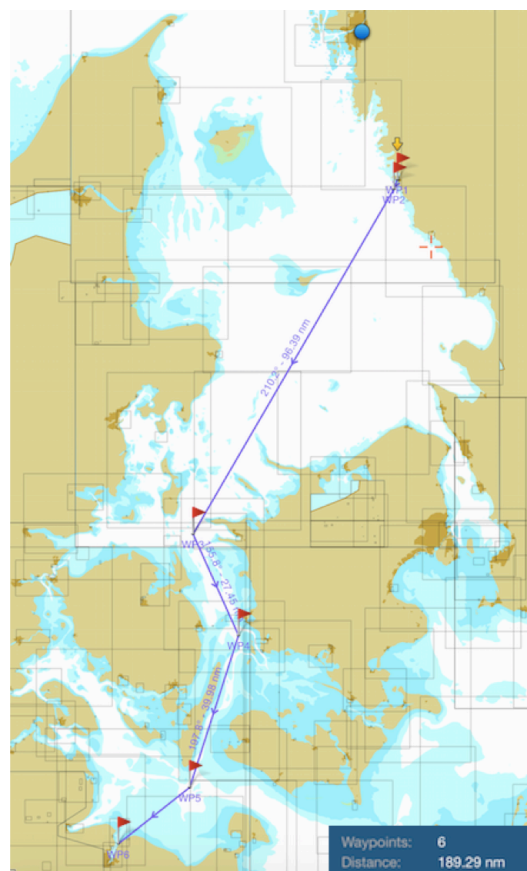
Aspekt	Specifikation	Nuläge Varberg	Sammanställning
Kajklack	RoRo-fartyg kräver tillägg i klack	Stenaterminalen är utformad med klack och ramp	Inga modifieringar av kajen behövs
Fartyglängd	Färjorna är 241-243 m långa	Maximal tillåten fartyglängd är 180 m vid Stenaterminalen och Industrihamnen samt 240 m i Farehamnen	Hamnen måste förändras för att möjliggöra anlöpning av längre fartyg än 180 respektive 240 m
Fartygsdjup	Färjorna är 6,15-6,3 m djupa	Maximal tillåtet fartygsdjup är 6,5 m vid Stenaterminalen och 7,5-10 m i resterande hamnar	Stenaterminalens botten behöver kontrolleras och muddras ytterligare
Fartygsbredd	Färjorna är 30 m breda	Maximal tillåten fartygsbredd i Varbergs RoRo-hamn är 25 m	Skall RoRo-hamnen nyttjas krävs ombyggnation och regeländring
Uppställningsytor i hamn	Tysklandsterminalen i Göteborg nyttjar 54 500 m ²	Stenaterminalen i Varberg nyttjar 20 800 m ²	En halverad yta kan räcka, Tysklandsterminalen klarar av två parallella lastningar, i Varberg ligger enbart en färja inne i taget
Kajplatser	Enligt antagen turn-around-tid krävs 1h/färja. Totalt 2h per dygn.	1 kajplats. Ledig 22h/dygn	Inga ytterligare kajplatser behövs
Gångbrygga	Passagerarna kräver gångbrygga	Stenaterminalen har gångbrygga	Inga ytterligare gångbryggor behövs
Tillgänglighet för lastbilar	Lastbilar med en total längd på högst 18,5 m skall kunna nå terminalen	Terminalen trafikerades sedan tidigare av lastbilar på högst 18,5 m	Inga förändringar av kringliggande infrastruktur behöver göras

Ur tabellen framgår att de problem som uppkommer vid en flytt till Varberg, uppstår till följd av att färjorna Germanica och Scandinavicas är betydligt större än färjan Nautica. Varken hamninloppet eller terminalen är anpassade för färjor som Germanica och Scandinavica, vilket leder till att samtliga dimensioner överskrider gränsvärdena. För att lösa dessa problem krävs någon form av åtgärder.

6.1.2 Restid och turn-around-tid

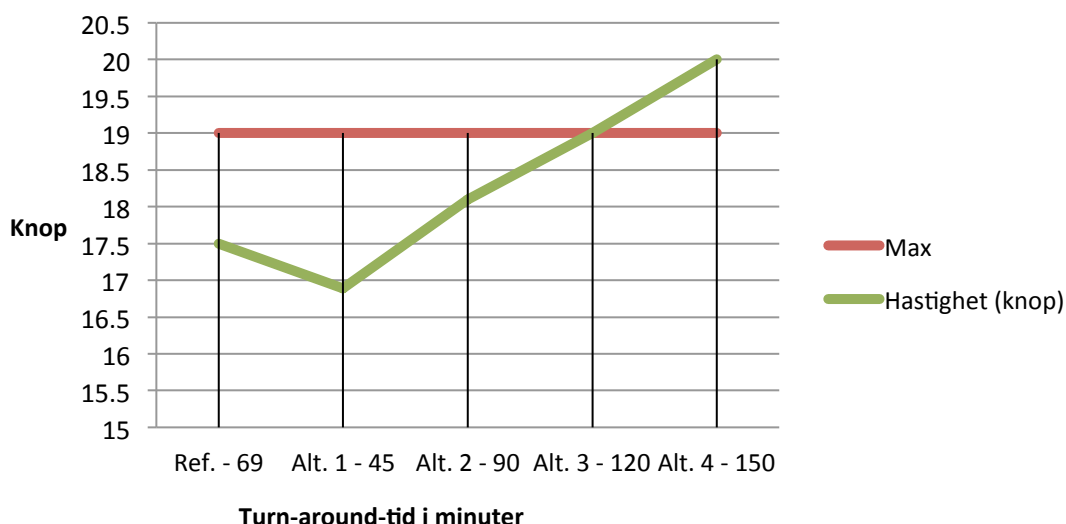
Figur 12 visar en approximerad färdväg baserat på om färjorna istället skulle utgå ifrån Varberg. Den nya reststräckan är 190 sjömil. Den genomsnittliga färdhastigheten i nuläget med färjelinje mellan Göteborg och Kiel för Stena Scandinavica är 16,74 knop, se Bilaga D. Denna färdhastighet ger en restid på 11,35 timmar mellan Varberg och Kiel och ger en turn-around-tid på 39 minuter. Om en medelhastighet på 17,5 knop istället antas ger detta en turn-around-tid på 69 minuter. Detta kan jämföras med den mindre Stena Jutlantica som är möjlig att vända i hamn på 55 minuter. 17,5 knop fastställs därmed som den färdhastighet som besvarar frågeställning 3.

Högsta möjliga medelhastighet beror av en mängd olika faktorer, såsom accelerationssträcka och hastighetsbegränsningar, och är därför svår att fastslå. Då RoPax-färjorna har en maximal hastighet på 21 knop, är det i praktiken omöjligt att uppnå 21 knop i medelhastighet på sträckan Varberg-Kiel. Figur 13 visar hur medelhastigheten beror av turn-around-tiden. Referenspunkten är den antagna medelhastigheten 17,5 knop med turn-around-tiden 69 minuter.



Figur 12 Färdväg (rutt) mellan Varberg och Kiel

Medelhastighet beroende av turn-around-tid



Figur 13 Medelhastigheten beroende av turn-around-tiden

Med en turn-around-tid på 120 minuter krävs en medelhastighet på 19 knop, vilket antas vara den högsta rimliga medelhastigheten. Rimligheten i antagandet lämnas till Stena att

avgöra. Det finns stort utrymme att öka hastigheten medan en sänkning av hastigheten och därmed kortare turn-around-tid utgör en osäkerhet.

En medelhastighet på 17,5 knop innebär att restiden mellan Varberg och Kiel blir 10,86 timmar, se Bilaga D. Med en tid för turn-around på 69 minuter möjliggörs en rundtur varje dygn för färjorna på den nya linjen. Därmed antas vidare två turer avgå per dag med avgång på kväll respektive morgon. Det innebär att lastkapaciteten för de fyra fartygen som i nuläget trafikerar linjen Göteborg - Kiel bibehålls vid ett byte av utgångshamn, trots en reducering av fartygsflottan till två RoPax-fartyg. Som ett resultat av att färjorna går en rundtur varje dag nås en utnyttjandegrad på drygt 90 %.

6.2 Operativa kostnader

För att belysa de finansiella implikationerna av ett hamnbyte från Göteborg till Varberg och därmed besvara frågeställning 4 gällande omstruktureringens påverkan på de operativa kostnaderna, genomförs en kostnadsanalys. De två huvudsakliga kostnadsområdena som analyseras är *bränslekostnad* och *hamntaxa*. Hamntaxan i de två svenska hamnarna regleras av olika aktörer och leder därför till olika villkor kring anlop. Vidare innebär den geografiskt skilda placeringen av hamnarna att den ressträcka och den hastighet som krävs på respektive sträcka skiljer sig. Detta påverkar bränsleförbrukningen.

Operativa kostnader för kundservice, till exempel för biljetthantering och övrig kundservice i hamn, försummas. Detta motiveras genom ett antagande att de två hamnalternativen anses ha samma behov i stort. Dock har ett möjligt behov av en ökad personalstyrka ombord på fartygen identifierats. Anledningen är att en högre kapacitet förväntas behövas för att bibehålla den nuvarande servicenivån gentemot de olika kunderna. Vidare har möjliga skillnader i försäkringskostnader mellan alternativen identifierats sett till både typ av fartyg och gods. Både personal- och försäkringsaspekten bortses i brist på konkret underlag för kvantitativ analys.

Kiels hamn baserar hamntaxan på bruttodräktighet per anlop (Port of Kiel, 2015). Eftersom fartygen är nästintill lika stora, samtidigt som att antalet anlop är samma för både Göteborg- och Varbergsalternativet, antas hamntaxan i Kiel vara oförändrad. Därför ingår inte de avgifter som Stena måste stå för i Kiels hamn i analysen.

6.2.1 Bränslekostnad

Bränslekostnad för Varberg - Kiel beräknas till nästan 627 000 SEK per dag. Likt vid beräkningen av bränslekostnad för sträckan Göteborg - Kiel i avsnitt 5.2.1 utnyttjas ett genomsnittspris för MDO samt växelkursen 8,50 SEK per USD. Bränslekonsumtionen är baserad på medelhastigheten 17,5 knop. Antagandet är taget i kombination med en turn-around-tid på strax över en timme för att nå en möjlig restid på elva timmar enkel väg. Det har resulterat i en beräknad bränsleförbrukning på strax över 30 ton per fartyg.

6.2.2 Hamntaxa

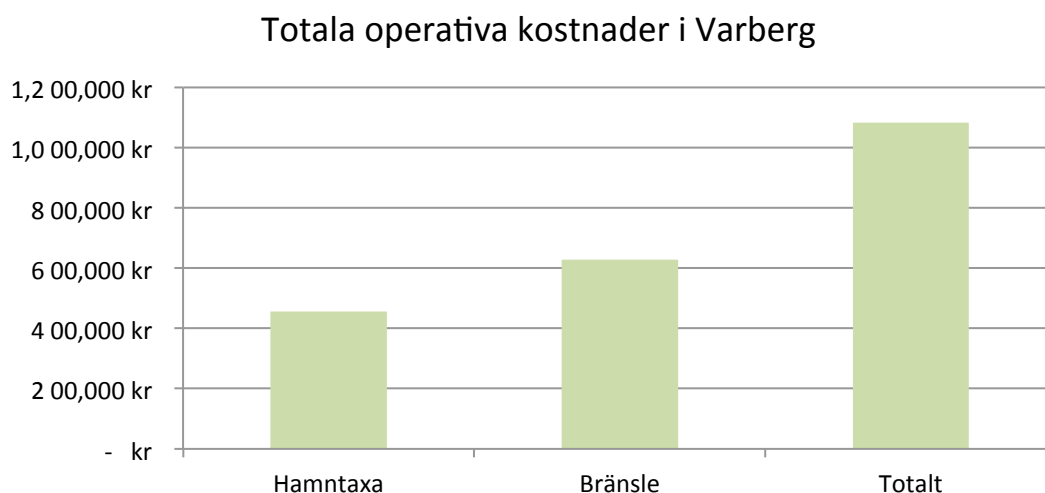
Varbergs kommun specificerar den hamntaxa som gäller för alla fartyg som anlöper Varbergs hamn (Varbergs Kommun, 2015). Fartygshamnavgiften är baserad på det anlöpande fartygets bruttodräktighet och avgifter för avfallshantering tillkommer. Hamntaxan i Varberg uppmuntrar också till användningen av miljövänligare fartyg genom att tillämpa en miljöavgift och en miljörabatt. Båda är baserade på

bruttodräktighet och miljörabatten kan utnyttjas av fartyg som släpper ut mindre än tolv gram kväveoxid per kilowattimme. Miljöavgiften tillkommer om ett fartyg drivs på bunkerolja med en svavelhalt som överstiger 1,0 viktprocent. Dock råder regleringar som endast tillåter fartygsbränsle med en svavelhalt på högst 0,1 viktprocent, se avsnitt 4.4. Miljörabatten och miljöavgiften utgör ungefär 4 % av fartyghamnavgiften vardera.

I Bilaga J redovisas beräknad hamntaxa i Varbergs hamn. Denna blir nästan 456 000 SEK per dag med de två RoPax-fartygen. Hamntaxan har beräknats, likt i Göteborgs hamn, under antagandet att Stena avgiftsbeläggs enligt de allmänna villkor som är fastställda. Hänsyn har därmed inte tagits till överenskommelser som kan finnas mellan Stena och Varbergs kommun som påverkar Stenas villkor.

6.2.3 Totala operativa kostnader

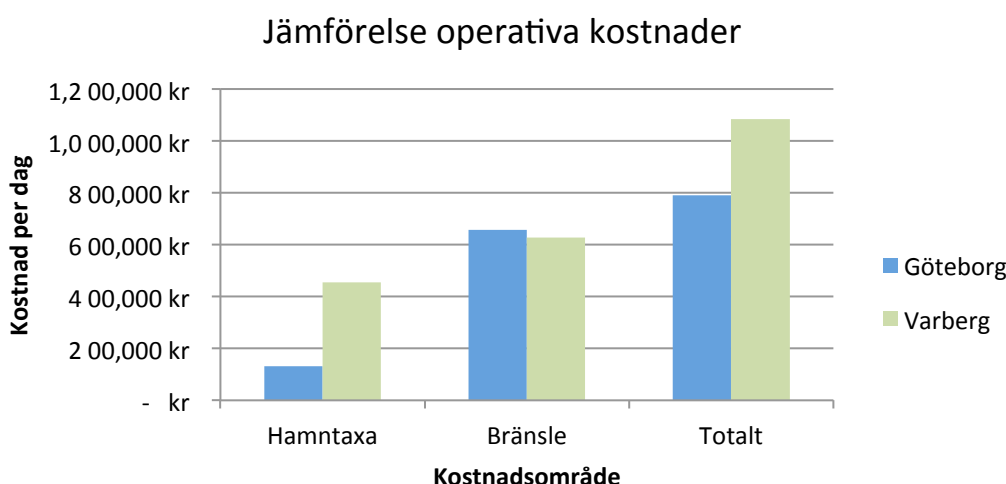
De totala operativa kostnaderna beräknas till strax under 1100 MSEK. Likt göteborgsalternativet är det bränslekostnader som står för den stora andelen och utgör nästan 60 %. En översikt av hur de operativa kostnaderna fördelar sig visualiseras i Figur 14.



Figur 14 Totala operativa kostnader i Varberg

6.2.4 Jämförelse

I Figur 15 redovisas en sammanställning av de operativa kostnaderna per dag. En flytt av Stenas hamn till Varberg beräknas ge en daglig ökning av de operativa kostnaderna med drygt 37 % till strax över 1 MSEK. Ökningen utgörs framförallt av hamntaxan som är betydligt högre i Varberg. Dessutom är den miljörabatt som Stena har rätt att ta del av i båda hamnar lägre i Varberg.



Figur 15 Jämförelse mellan operativa kostnader Göteborg och Varberg

Den högsta fartygshamnsvavgiften i Göteborgs hamn är 1,27 SEK per GT vilket kan jämföras med 3,45 SEK per GT i Varberg. Dessutom minskar avgiften i Göteborg progressivt med antalet anlöp i veckan vilket bidrar till ytterligare besparingar. Vidare premieras Stena ytterligare för de miljövänliga fartygen i Göteborg. Givet att fartygen släpper ut mindre än två gram kväveoxid per kilowattimme kan Stena dra nytta av den högsta miljörabatten i Varbergs hamn, vilket är 0,15 SEK per GT. Detta motsvarar en rabatt om 4 % av fartygshamnsvavgiften, vilket kan jämföras med miljörabatten i Göteborg som är på 10 %.

Gällande bränsle så är kostnaden för de två hamnalternativen snarlika. En flytt av Stenas hamn till Varberg beräknas ge en besparing av ungefär 30 000 SEK per dag, vilket motsvarar 4 % av bränslekostnaderna för Göteborg - Kiel. Beräkningen för Varberg - Kiel är som tidigare nämnt baserad på medelhastigheten 17,5 knop. Den ökade medelhastigheten som fartygen är tvungna att hålla ger en ökad bränslekonsumtion. Denna kompenseras dock av en drygt två timmar kortare restid.

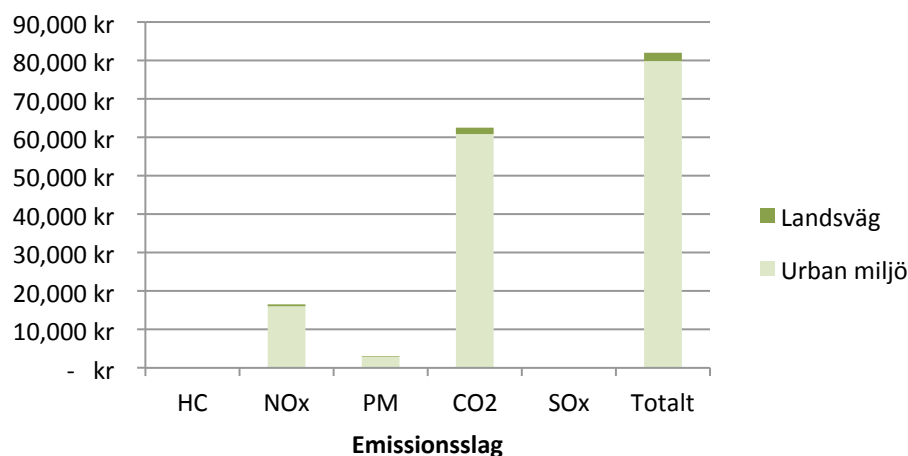
6.3 Emissioner

För att utvärdera förändringsalternativet med avseende på dess miljöpåverkan har emissionerna från det nya upplägget på färjelinjen beräknats. Dessa kopplas till *lastbilstrafik* respektive *färjetrafik*, och redovisas i följande avsnitt.

6.3.1 Emissioner från lastbilar

I Figur 16 redovisas de emissioner som uppstår till följd av körning i urban miljö i Varberg samt på grund av förlängd körsträcka för att nå Varbergs hamn jämfört med att köra till nuvarande tysklandsterminalen i Göteborg. Den totala kostnaden till följd av emissioner uppgår till 82 000 SEK. Detta är nästan en åtta gånger större kostnad än för lastbilstrafiken i nuläget. Den större kostnaden beror på den ökade körningen på landsväg för att nå Varberg. Då ingen data angående lastbilarnas utgångsposition har erhållits är den ökade mängden landsvägskörning ett antagande. Beräkningarna redovisas i Bilaga M.

Externa kostnader från lastbilar i Varberg

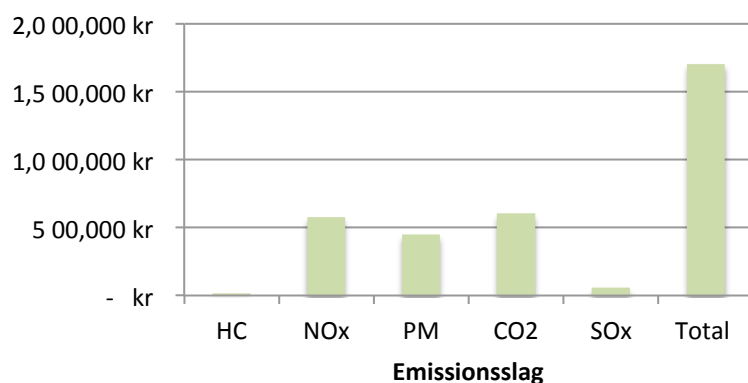


Figur 16 Externa kostnader från lastbilar i Varberg

6.3.2 Emissioner från färjor

Den totala bränsleförbrukningen för resan till havs mellan Varberg och Kiel uppgår till 121 ton MDO. Kostnaderna för emissioner till följd av denna redovisas i Bilaga N. Beräkningarna avser ett dygn. De två RoPax-fartygen gör då varsin resa tur och retur. Denna bränsleförbrukning ger upphov till 1 704 000 SEK i externa kostnader. Emissionerna illustreras i Figur 17.

Externa kostnader från färjor (Varberg)



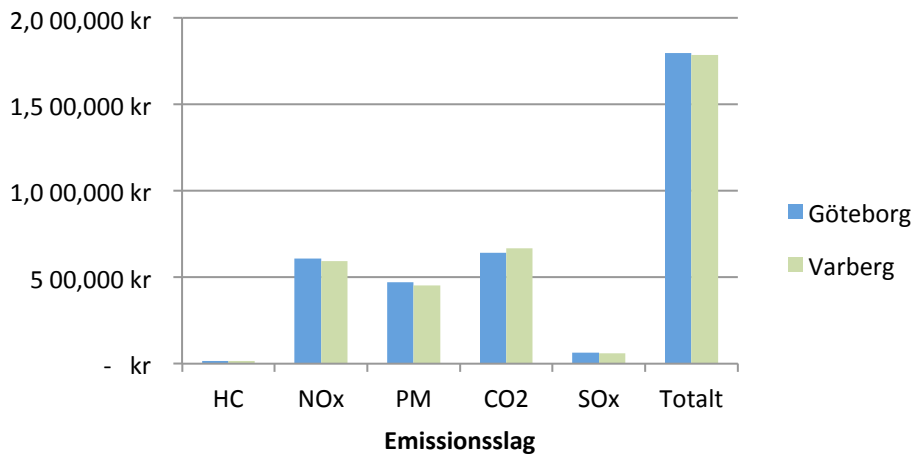
Figur 17 Externa kostnader från färjor (Varberg)

De sammanlagda kostnaderna för emissioner från förändringsalternativet uppgår till 1 786 500 SEK. Utsläppen av NO_x, PM och CO₂ utgör den största delen av kostnaden.

6.3.3 Jämförelse

Figur 18 ger en grafisk jämförelse mellan de totala emissionerna från de två alternativen. Emissionerna från färjelinjen Göteborg - Kiel uppgår till 1 795 700 medan en färjelinje mellan Varberg och Kiel hade uppgått till 1 786 500 SEK.

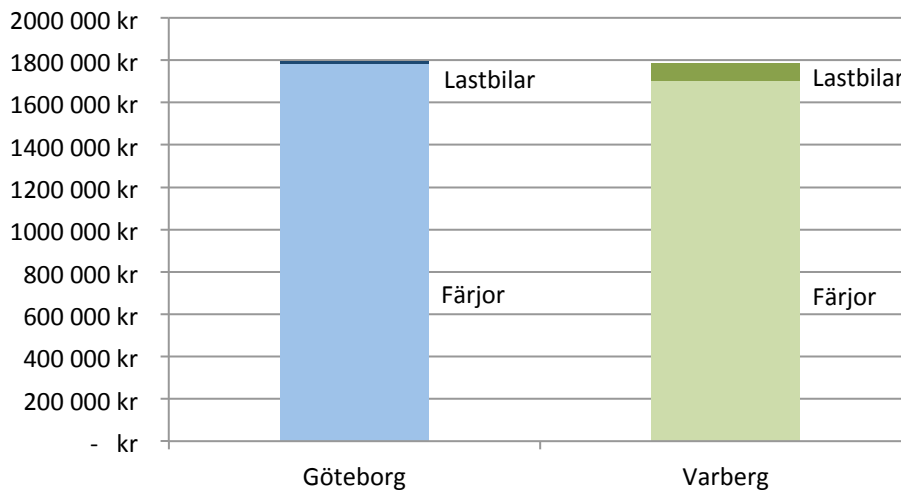
Jämförelse av totala externa kostnader



Figur 18 Jämförelse av totala externa kostnader

Med avseende på miljöbelastning är de två alternativen likvärdiga, det skiljer endast 9 200 SEK. Detta besvarar delar av frågeställning 5 angående de miljöeffekter som följer av en omstrukturering. Om miljöeffekten betraktas som utsläpp per transporterad kilometer till havs har alternativet Varberg - Kiel betydligt större negativ miljöpåverkan än Göteborg - Kiel. Kostnaden per transporterad kilometer till havs mellan Göteborg och Kiel är 4 350 SEK och 4 870 SEK mellan Varberg och Kiel. Emissionerna består till största del av utsläpp från färjorna. Skillnaden är anmärkningsvärd då ressträckan förkortas med 15 % och hastigheten endast ökar med fem procent. Därmed står det tydligt att hastigheten är den mest avgörande faktorn för bränsleförbrukningen. Anledningen till att kostnaderna och utsläppen från koldioxid är större för förändringsalternativet än för nuläget, är på grund av den ökade körsträckan på landsväg för att nå terminalen.

Jämförelse totala externa kostnader



Figur 19 Jämförelse av totala externa kostnader

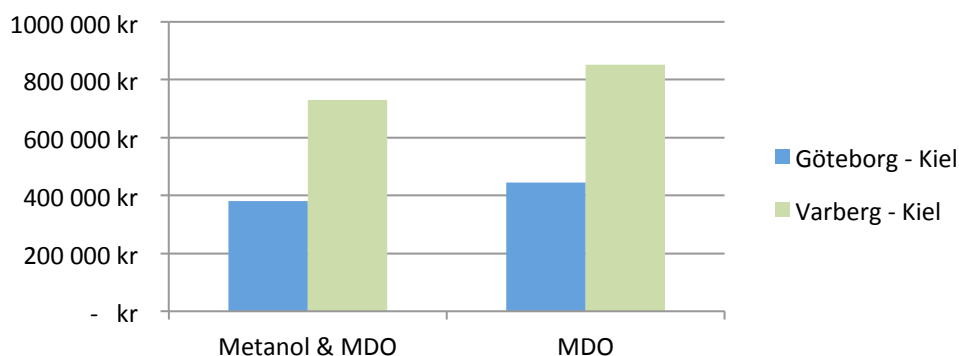
I Figur 19 redovisas en sammanställning av hur utsläppen från lastbilar och färjor påverkar den totala externa kostnaden. Denna sammanställning är ett förtydligande av de två staplarna för totalkostnaden i Figur 18. Jämförelsen är intressant eftersom den totala externa kostnaden inte påverkas nämnvärt av omstruktureringen. Detta trots en minskning av färjelinjens sträckning med 15 % och en ökning med nästan 700 % av den ressträcka som har tagits hänsyn till i beräkning för lastbilarnas färdväg.

För förändringsalternativet utgör kostnaderna från lastbilarnas utsläpp 4,8 % av de totala kostnaderna. Emissionerna från lastbilarna är inte avgörande för hela systemets negativa miljöbelastning. Samtidigt innebär förändringsalternativet att en ansevärd mängd, upp till 500, färre lastbilar färdas i centrala Göteborg per dygn. Detta verkar positivt på miljön och trivseln i centrala Göteborg, vilket besvarar den andra delen av frågeställning 5 gällande miljöeffekter i form av lastbilskörning i urban miljö.

6.3.4 Effekter av metanolkonvertering

Genom att driva Germanica på metanol väntas utsläppen reduceras avsevärt. Utsläppen av CO₂ väntas reduceras med ungefär 25 %, NO_x med ungefär 60 %, medan SO_x väntas minska med 99 % och andelen partiklar (PM) med 95 %. Då Stena Germanica inte har varit i drift med metanol som drivmedel tillräckligt länge för att mäta utsläppen har beräkningarna baserats på de förväntade reduktionerna i jämförelse med dagens nivåer. Denna jämförelse är gjord mot MDO (Båtliv, 2015). Efter metanolkonverteringen drivs en av Germanicas fyra motorer på Metanol. I Figur 20 jämförs kostnaderna per dygn från Germanicas emissioner då fartyget drivs enbart på MDO och då fartyget drivs på metanol. Observera att utnyttjandet av Germanica är dubbelt så högt i varbergsalternativet som i göteborgsalternativet.

Jämförelse av externa kostnader innan och efter metanolkonvertering av Stena Germanica



Figur 20 Jämförelse externa kostnader efter metanolkonvertering av Stena Germanica

6.4 Kundservice

Nedanstående analys har gjorts för att kartlägga hur kundservice mot *speditörer* och *privatpassagerare* påverkas av omstruktureringen och därmed besvara frågeställning 6. I enlighet med projektets avgränsningar har analysen gällande speditörer främst inriktats på kör- och vilotider. Dessutom fokuserar analysen gällande passagerarna främst på den förlängda transportsträcka som uppkommer vid flytten till Varberg.

6.4.1 Speditörer

De fordon som kommer från söder och öster om Göteborg har möjlighet att undvika körning i centrala Göteborg vid en flytt till Varberg. Det betyder att de undviker både köer och trängselskatter. Den största nackdelen uppkommer för de fordon som anländer från norr om Göteborg. För dem finns inga alternativa vägar förbi Göteborg. Detta styrks av intervjuer där chaufförerna tror att detta faktum underlättar för trafiken inne i Göteborg, men att problemen kvarstår på E6:an där trafiken norrifrån fortfarande kommer gå. Förändringen kommer att ge positiva effekter för de som kommer österifrån. Mellan Borås och Varberg finns Riksväg 41 som med åren förbättrats och som skulle klara av den ökade trafiken⁴.

Den ökade avgångsfrekvensen, med avgång både på morgon och kväll, kommer ge möjlighet till både dags- och nattresor. Varje avgångstillfälle kommer erbjuda halva kapaciteten jämfört med det nuvarande systemet. För att säkerställa att chaufförer får tillräcklig vila undersöks huruvida kraven för vilotid har möjlighet att uppfyllas. För att fartygsflottan, i enlighet med projektets mål, skall kunna reduceras med oförändrad kapacitet får inte den totala restiden, inklusive turn-around, uppgå till mer än 12 timmar. Analysen har därför utgått från olika medelhastigheter som alla för med sig olika restider och därmed turn-around-tider. Fartygens maximala hastighet är 21,5 knop, varför alternativet med 21 knop i medelhastighet i princip är omöjligt att uppnå i praktiken. Beräkningar med denna hastighet är därför endast ämnade att ge perspektiv för läsaren. Se Tabell 9 för sammanställning.

⁴ Niclas Byström, Trafikledare D2 RAK Transport AB, 30 mars 2015.

Tabell 9 Analys av relationer mellan körtider, vilotider och hastigheter

Alternativ	Hastighet [Knop]	Restid [h]	Turn-around-tid [h]	Möjlighet att uppfylla kör-/vilotiderna
Med teoretisk maximal medelhastighet	21	9.05	2.95	Enbart med delad vila
Med oförändrad medelhastighet	16.74	11.35	0.65	Ja
Med antagen medelhastighet	17.5	10.86	1.14	Ja, med antagandet att lastningen avslutas en stund innan avgång och lossning sker en stund efter ankomst.

Om färjorna håller en medelhastighet på 21 knop behöver vilotiden delas upp, något som möjligtvis inte skulle ses som positivt ur speditörernas perspektiv. Restiden blir dock längre än nio timmar, vilket är ett direkt krav. Behålls istället samma medelhastighet som i nuläget, mellan Göteborg-Kiel, uppnås med god marginal både kravet på nio timmar och önskemålet på elva timmar. För den antagna hastigheten på 17,5 knop visar beräkningarna på att restiden blir knappt elva timmar, vilket teoretiskt innebär att vilotiden måste delas upp. Här antas dock den faktiska tiden som lastbilarna står stilla, vara över elva timmar till följd av tid för lastning och lossning.

6.4.2 Privatresevärdare

De kunder som i nulägesbeskrivningen identifieras som passagerare utan eget fordon omfattas av omstruktureringens analys för att inte bortse denna kundgrupp. För denna kundgrupp innebär omstruktureringen en fördubblad passagerarkapacitet som följd av att linjen endast trafikeras av RoPax-fartyg. Den nya tidtabellen som uppstår innebär ett större antal avgångstider, men på bekostnad av färre turer med ankomst på morgonen.

Restiden mellan Göteborg centralstation och Varberg är ungefär 40 minuter med tåg och två timmar med buss (SJ, 2015). Främst beror den långa restiden med buss på att inga linjer med expressbussar går mellan Göteborg-Varberg idag. Olika alternativ för att resa till Varberg kan identifieras i form av samarbete med andra transportaktörer, såsom buss- eller tågbolag. Då projektet främst ämnar utvärdera omstruktureringen från ett speditörsperspektiv ligger vidare analys av passagerarna utan eget fordon utanför projektets avgränsningar.

För de privatresevärdare som istället reser med egen bil medför en flytt till Varberg väsentliga skillnader. Att hamnen flyttas till Varberg kan innebära ett förändrat avstånd till hamnen, vilket kan göra den svårtillgänglig eller lättillgänglig för olika kundgrupper.

7 Känslighetsanalys

I följande kapitel presenteras en känslighetsanalys. Studiens olika delar har till viss grad baserats på antaganden, vilka redovisas i Bilaga A. Några av dessa har stor inverkan på analysunderlaget och det är därför motiverat att undersöka hur detta förändras när olika parametrar varierar. Analysen har genomförts med isolerade variabler för att i första hand säkerställa att enskilda parametrar inte påverkar resultatets utfall. De områden av analysunderlaget och där tillhörande parametrar som analyseras är:

- Operativa kostnader, beroende av:
 - Bränslekostnad, som funktion av:
 - Beräkningsfaktor
 - Medelhastighet
 - Hamntaxa, som funktion av:
 - Taxeringsalternativ
- Externa kostnader, beroende av:
 - Färjorna, som funktion av:
 - Beräkningsfaktor
 - Lastbilarna, som funktion av:
 - Euroklass
 - Antal

Referensernas staplar markeras i diagrammen med ett diagonalt mönster och baseras på studiens ursprungliga beräkningar. Emissionsberäkningarna baseras på data från NTM Road, vars tabeller kräver en ansatt fyllnadsgrad. Trots att detta antagande påverkar studiens beräkningar tas fyllnadsgrad ej med som en parameter i känslighetsanalysen. Detta eftersom data gällande total transporterad vikt ej erhållits. Att då variera fyllnadsgraden ger en missvisande bild, där högre fyllnadsgrad skulle ge större miljöpåverkan.

7.1 Operativa kostnader för Stena

I avsnitt 6.3 redovisas en kostnadsanalys av *bränslekostnad* och *hamntaxa*. Beräkningarna av bränslekostnad baseras på två huvudsakliga antaganden som har en direkt påverkan på resultatet. Dessa är *beräkningsfaktor* och *medelhastighet* vid beräkning av bränslekonsumtion.

7.1.1 Bränslekostnad

Beräkningarna av bränslekostnad har genomförts i enlighet med beräkningsgången i Bilaga G och formeln för bränsleförbrukning tydliggörs i Figur 21 nedan. MDO är den beräknade mängden bränsle som förbrukas. Data om referensfartygets bränsleförbrukning och medelhastighet återfinns i Bilaga G.

Beräkningar av bränsleförbrukning har utgått från följande:

$$MDO = MDO_{ref} * \left(\frac{\bar{v}}{v_{ref}} \right)^f * \bar{t}$$

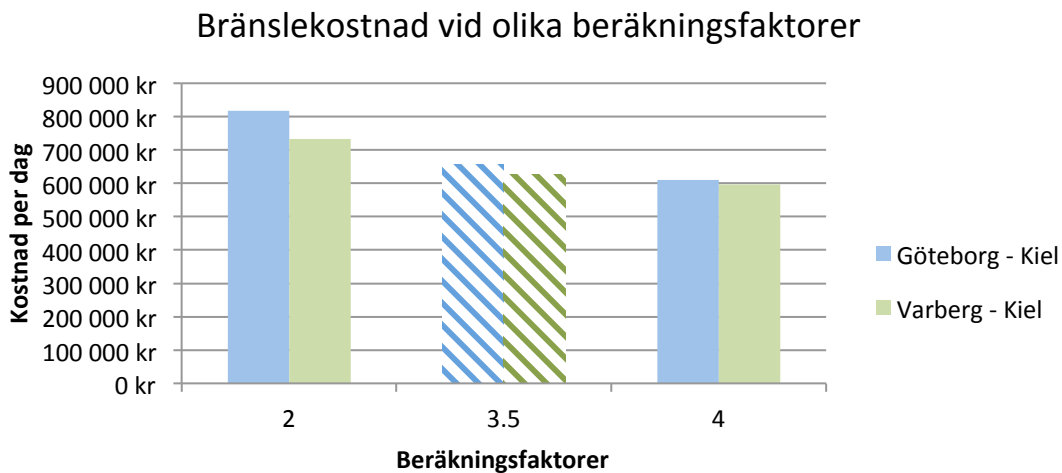
MDO : Förbrukning av MDO (ton)

MDO_{ref} : Förbrukning av MDO enligt referensobjekt (ton)

\bar{v} :	Medelhastighet (knop)
v_{ref} :	Medelhastighet enligt referensobjekt (knop)
f :	Beräkningsfaktor
\bar{t} :	Medelrestid (h)

Beräkningsfaktor

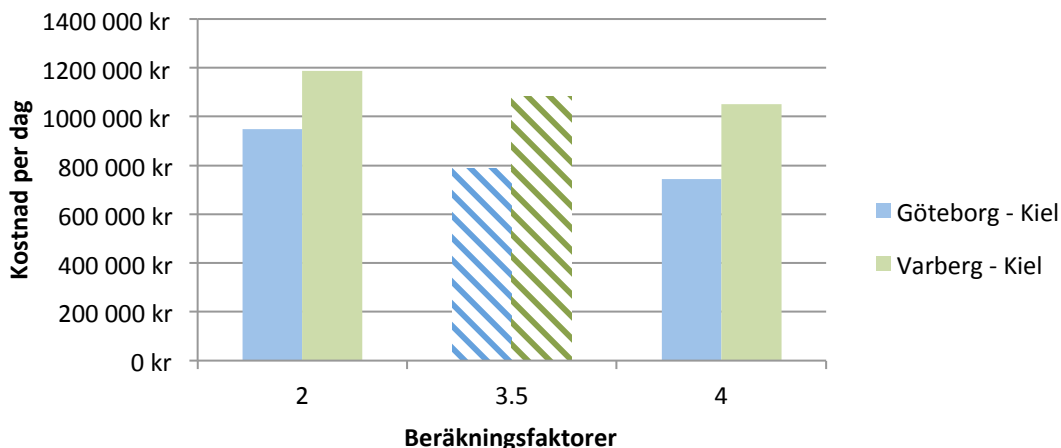
Beräkningsfaktorn f syftar till korrelationen mellan bränsleförbrukning och en hastighetsförändring för fartygen. I samtliga beräkningar är faktorn 3,5 applicerad, vilken är passande för medelstora RoRo-fartyg (MAN, 2015). Stena anger däremot att korrelationen är kvadratisk, alltså beroende av en faktor 2 (Stena Line, 2015). Av denna anledning görs en analys av hur beräkningsfaktorn påverkar utfallet av bränslekostnaden. I Figur 21 redovisas en sammanställande jämförelse av bränslekostnaden för de två hamnalternativen. För att komplettera jämförelsen av beräkningsfaktorerna 2 och 3,5 utvärderas även faktorn 4.



Figur 21 Bränslekostnad vid olika beräkningsfaktorer

Ur Figur 21 kan det tydas att skillnaden i bränslekostnad minskar desto högre beräkningsfaktor som används vid beräkning. Vid den beräkning som nyttjats i omstruktureringsanalysen blev differensen mellan hamnalternativen strax under 30 000 SEK, men används en beräkningsfaktor på 2 blir skillnaden istället drygt 85 000 SEK. Om beräkningsfaktor 4 appliceras minskar däremot skillnaden mellan hamnalternativen.

Totala operativa kostnader vid olika beräkningsfaktorer



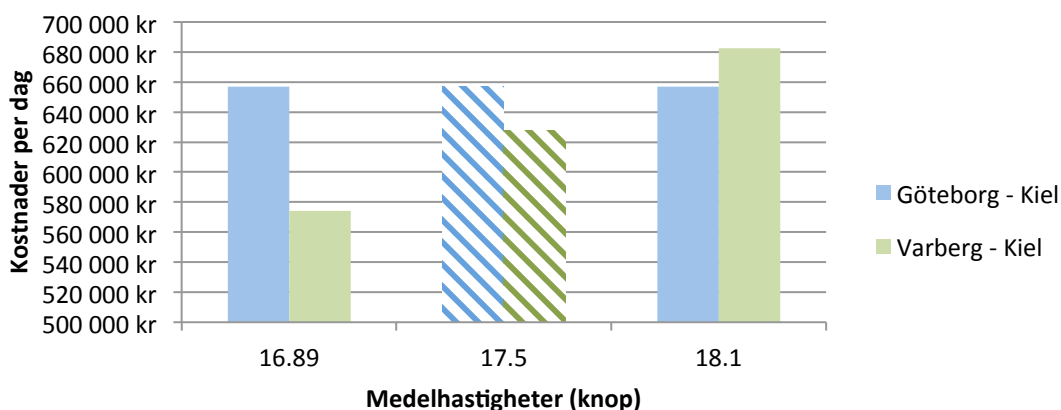
Figur 22 Totala operativa kostnader vid olika beräkningsfaktorer

I Figur 22 tydliggörs det faktum att de skillnader i bränslekostnader, vid användandet av olika beräkningsfaktorer, inte påverkar det slutgiltiga resultatet av kostnadsanalysen. En verksamhet med utgång i Varberg beräknas därmed till det dyrare alternativet med avseende på operativa kostnader, oavsett beräkningsfaktor.

Medelhastighet

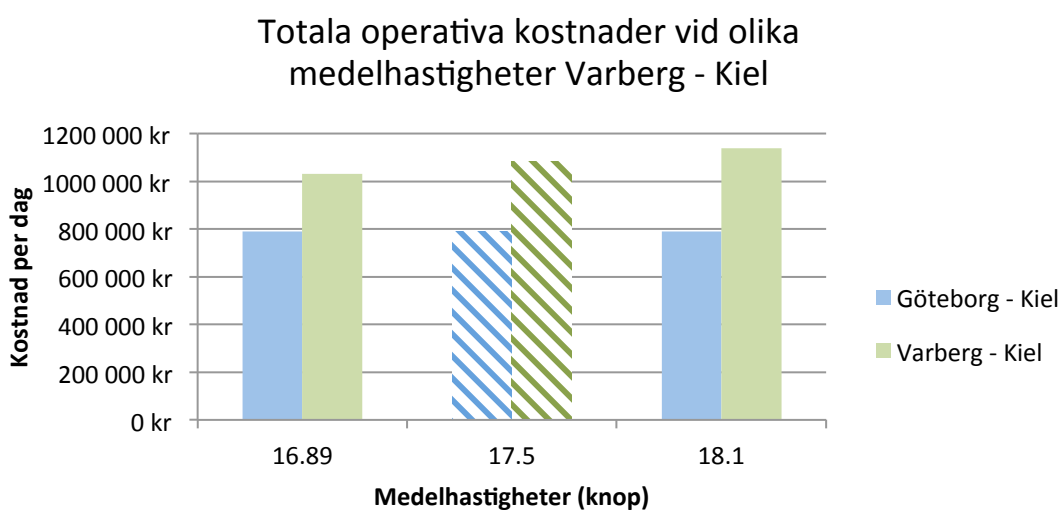
Vid beräkningen av bränsleförbrukningen har även medelhastigheten härletts utifrån antagandet om turn-around-tid. Denna hastighet medför en restid mellan Varberg och Kiel på knappt elva timmar. Nedan återfinns en sammanställning av beräknad bränslekostnad vid olika medelhastigheter under sträckan Varberg - Kiel. De valda medelhastigheterna 16,89, 17,5 och 18,1 motsvarar den möjliga medelhastigheten vid en turn-around-tid på 45, 69 respektive 90 minuter.

Bränslekostnad vid olika medelhastigheter Varberg - Kiel



Figur 23 Bränslekostnad vid olika medelhastigheter Varberg - Kiel

Figur 23 visar att bränslekostnaden ökar ju högre medelhastighet som hålls. Förkortningen av ressträckan är inte tillräckligt stor för att kompensera för den ökade bränsleförbrukningen till följd av ökad hastighet. Det innebär att den minskade restiden inte kompenserar för den ökade hastigheten. I referensfallet, vid 17,5 knop, blir skillnaden i bränslekostnad mellan de två alternativen strax under 30 000 SEK. Vid 16,89 knop blir denna skillnad över 80 000 SEK vilket ger en differens på 180 %. Vidare är det intressant att se hur bränslekostnaden för sträckan Varberg - Kiel överstiger Göteborg - Kiel vid medelhastigheten 18,1 knop. Trots att ressträckan är 30 sjömil kortare mellan Varberg och Kiel ökar bränslekostnaden till hela 680 000 SEK per dag, en ökning med nästan 30 000 SEK.



Figur 24 Totala operativa kostnader vid olika medelhastigheter Varberg - Kiel

I Figur 24 återfinns en sammanställning av de totala operativa kostnaderna vid de olika medelhastighetsalternativen. Figuren visualiserar det faktum att totala operativa kostnader per dag blir högst för sträckan Varberg - Kiel oavsett vilken medelhastighet som valts vid beräkning.

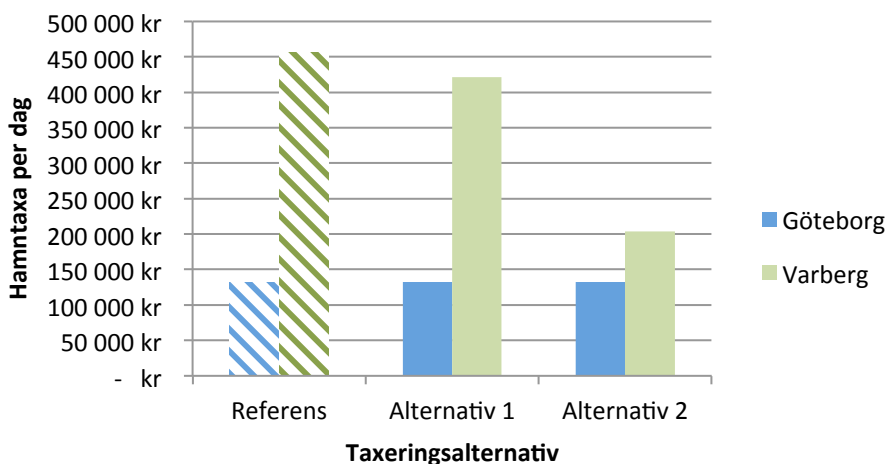
7.1.2 Hamntaxa

I kostnadsanalysen har de villkor och regleringar som ansatts av Göteborgs Hamn AB och Varberg kommun använts vid beräkningar av hamntaxan. Villkoren är allmänna och gäller därmed för alla anlöpande fartyg. Vid ett stort antal anlöp på regelbunden basis kan det anses vara rimligt med lägre avgifter. Av denna anledning har en känslighetsanalys gjorts för hur hamntaxan förändras vid olika villkor i Varbergs hamn.

I Figur 25 presenteras en sammanställning av den beräknade hamntaxan. Här jämförs den nuvarande hamntaxan i Göteborgs hamn med en hamntaxa i Varberg vid tre olika taxeringsalternativ. I beräkningarna för Alternativ 1 har en progressivt minskande fartygshamnavgift applicerats i Varbergs hamn. Denna avgift premierar ett ökat antal anlöp. Avgiften utgår utifrån de generella villkoren i Varberg och minskar därefter i

samma grad som i Göteborgs hamn. I Alternativ 2 har Göteborgs Hamn ABs villkor för fartygshamnavgifter applicerats i Varbergs hamn.

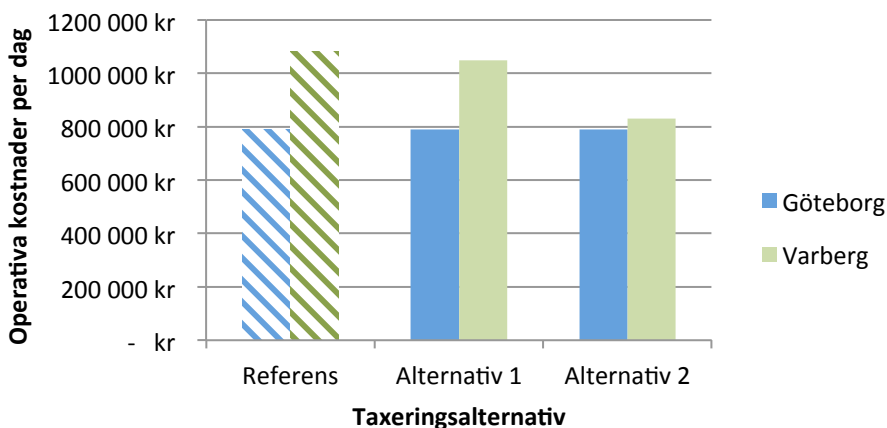
Hamntaxa vid olika taxeringsalternativ i Varberg



Figur 25 Hamntaxa vid olika taxeringsalternativ i Varberg

Resultatet tydliggör att hamntaxan i Göteborgs hamn är lägst oavsett vilket av de tre taxeringsalternativen som används i Varbergs hamn. Den progressivt minskande fartygshamnavgiften som använts i Alternativ 1 ger dock som väntat en minskning av Varbergs hamntaxa. Vid detta alternativ minskar taxan med drygt 7 % i förhållande till referensalternativet, från nästan 456 000 SEK till cirka 421 000 SEK. I Alternativ 2 minskar hamntaxan i Varberg till knappt 204 000 SEK vilket är en minskning med 56 %. Det innebär att Varbergs hamntaxa blir betydligt mer konkurrenskraftig, och går från att vara 244 % högre i referensalternativet till 54 % dyrare.

Totala operativa kostnader vid olika taxeringsalternativ i Varbergs hamn



Figur 26 Totala operativa kostnader vid olika taxeringsalternativ i Varbergs hamn

I Figur 26 kan avläsas att de totala operativa kostnaderna i Varberg aldrig underskrider de i göteborgsalternativet. Varberg beräknas alltså till det dyrare av de två hamnalternativen men skillnaden blir marginell vid Alternativ 2 då Göteborgs fartygshamnavgifter appliceras. Här beräknas de totala operativa kostnaderna per dag till strax under 831 000 SEK i Varberg vilket är drygt 5 % mer än i Göteborg.

7.2 Externa kostnader

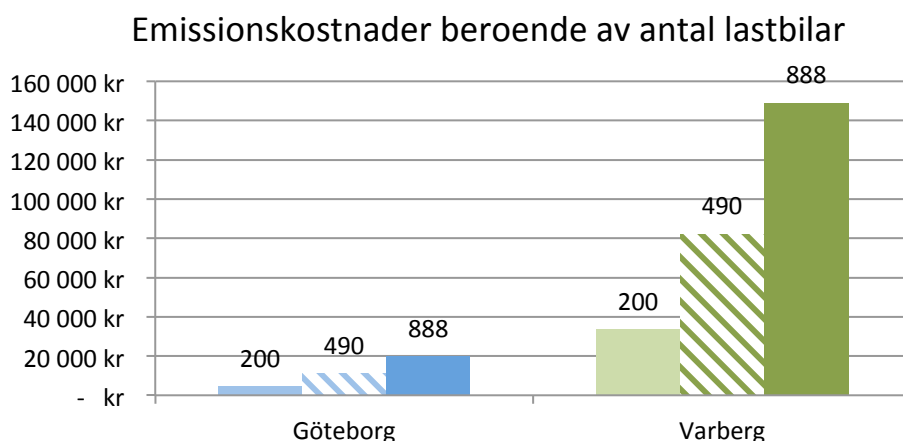
Även om de externa kostnaderna ej betalas av företagen i dagsläget, är de av stor betydelse vid en omstruktureringsanalys. Detta eftersom kostnaderna med stor sannolikhet kan komma att internaliseras i framtiden. Genom att variera olika antaganden som gjorts vid kostnadsberäkningar fås en bild av vilka faktorer som är känsliga och vilka som är stabila. Dessutom ges en bild av vilka faktorer som påverkar kostnaderna i störst utsträckning. Känslighetsanalysen för externa kostnader berör emissioner från *lastbilar* och *färjor*.

7.2.1 Lastbilar

Beräkningen av de externa kostnaderna har baserats på antaganden om euroklass och antal lastbilar per dygn. Referensen är beräknad utifrån Euro 4 och 490 lastbilar för båda alternativ, se Bilaga Q. 490 lastbilar har valts även för göteborgsalternativet för att möjliggöra rättvisa jämförelser trots att den verkliga kapaciteten är 479 lastbilar.

Antal lastbilar per dygn

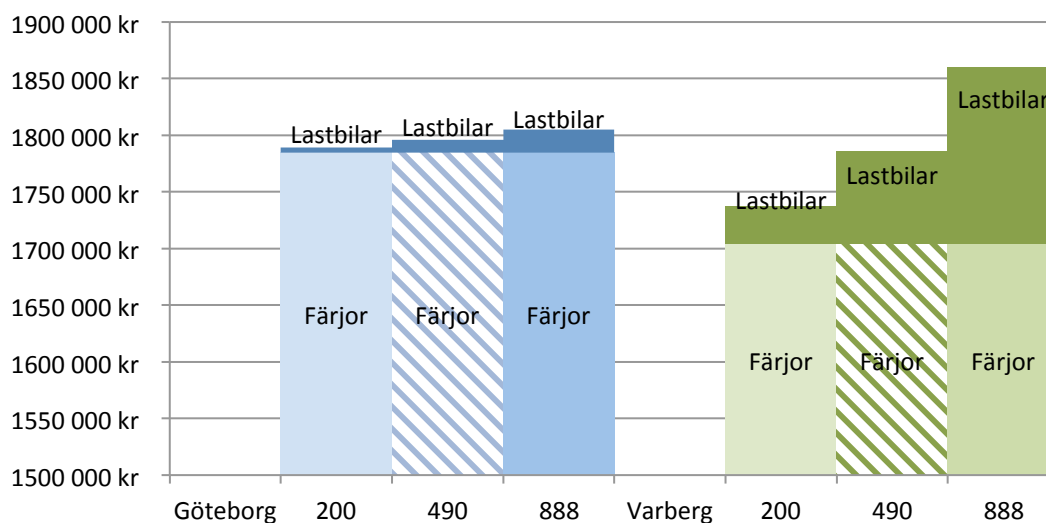
Vid beräkning av de externa kostnaderna antogs totalt 490 lastbilar köra till eller från Varberg per dygn till följd av den nya färjelinjen. Med två avgångar per dygn, med lika många lastbilar som kör på som av, är det maximala antalet lastbilstransporter per dygn 888. I ett sådant fall får inga personbilar plats. Som undre referensnivå valdes totalt 200 lastbilar.



Figur 27 Emissionskostnader beroende av antal lastbilar

Ur Figur 27 kan utläsas att emissionerna från 888 lastbilar skulle öka med 81 % jämfört med referensens 490. För det andra alternativet, med 200 transporterade lastbilar per dygn, minskar istället utsläppen med 60 %. Notera att personbilarnas emissioner ligger utanför projektets avgränsningar.

Totala externa kostnader vid varierat antal lastbilar



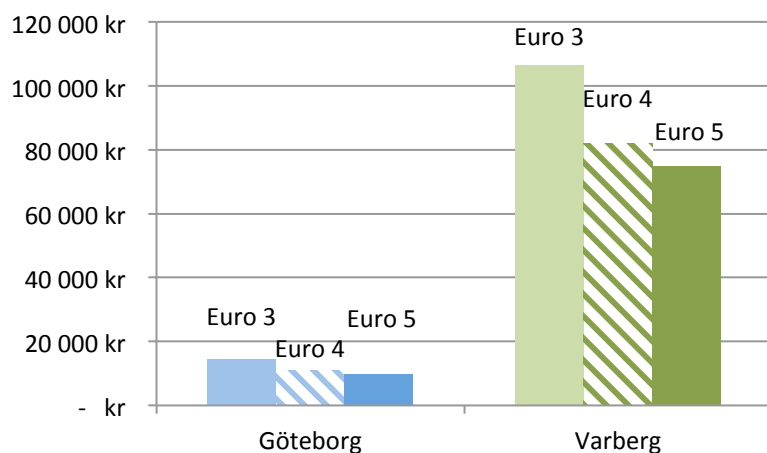
Figur 28 Totala externa kostnader vid varierat antal lastbilar

Ur Figur 28 framgår att de externa kostnaderna som uppkommer till följd av antalet fraktade lastbilar inte påverkar vilket av de två fraktalternativen som är dyrast. Varbergsalternativet där 888 lastbilar fraktas överstiger emissionerna för göteborgsalternativet, medan skillnaden i de andra fallen är marginell.

Euroklass

Då typen av dragbil varierar finns inget entydigt svar på vilken euroklass som är vanligast på färjelinjen Göteborg-Kiel. I beräkningarna antogs Euro 4 främst på grund av de många utländska fordonen som tenderade att ha en något äldre standard, se iakttagelser i Bilaga B. I Figur 29 analyseras hur resultatet hade påverkats om Euro 3 eller 5 istället antagits.

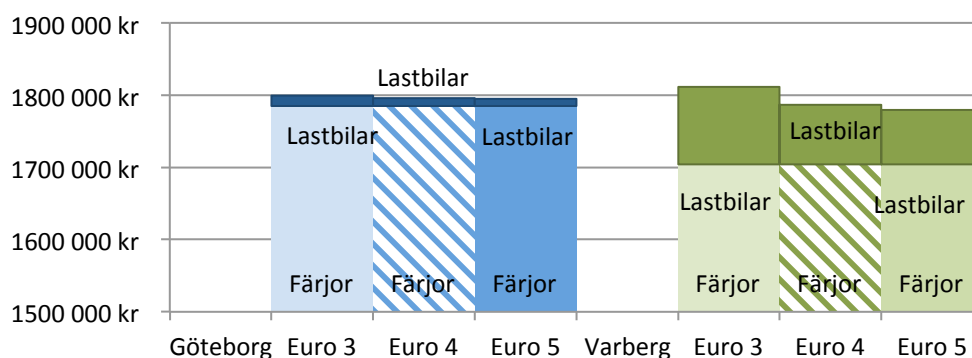
Externa kostnader beroende av euroklass



Figur 29 Externa kostnader beroende av euroklass

I Figur 29 framgår hur ett skifte av euroklass påverkar emissionerna och de efterföljande kostnaderna för både Göteborg och Varberg. Vid ett antagande om Euro 3 skulle emissionskostnaderna öka med 30 % i jämförelse med referensfallet Euro 4. Däremot hade ett antagande om Euro 5 resulterat i en 9 % minskning av utsläppen.

Totala externa kostnader med varierad euroklass



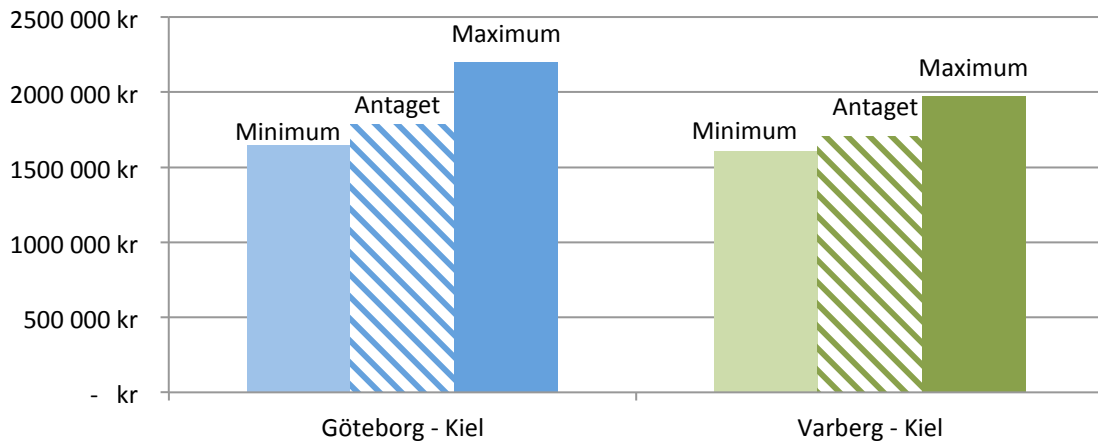
Figur 30 Totala externa kostnader vid varierande euroklass

Figur 30 visar en sammanställning av de totala emissionskostnaderna där emissionerna från färjor är de antagna referensnivåerna och emissionerna från lastbilar beror av euroklass. I emissionerna från göteborgsalternativet utgör lastbilemissionerna så pass liten andel att det är svårt att utläsa en skillnad ur diagrammet. För varbergsalternativet syns det att lastbilar klassade med Euro 3 motorer ger något större totala utsläpp.

7.2.2 Färjorna

I avsnitt 7.1.1 redogörs för beräkningsfaktorns betydelse för ett fartygs bränsleförbrukning. Färjornas externa kostnader är direkt beroende av bränsleförbrukningen. I Figur 31 redovisas de konsekvenser bränsleförbrukningsnivån får för mängden externa kostnader. I känslighetsanalysen har samma nivåer av bränsleförbrukning använts som vid känslighetsanalysen av bränslekostnader vid olika beräkningsfaktorer.

Jämförelse av externa kostnader från färjor



Figur 31 Jämförelser av externa kostnader från färjor

Figur 31 visar att de externa kostnaderna ökar i samma takt som bränsleförbrukningen. Som synes av diagrammet varierar emissionerna då minimumvärdet enbart utgör 75 % respektive 81 % av maximumvärdet. De externa kostnaderna från nuläget och för omstrukturerings-förslaget förhåller sig till varandra på samma sätt för de tre nivåerna.

8 Analys

I följande kapitel presenteras studiens analys. Syftet med studien är att fastställa huruvida ett byte av utgångshamn från Göteborg till Varberg för färjelinjen Göteborg - Kiel är realiserbar samt att analysera de effekter ett sådant byte medför. För att uppfylla syftet formulerades sex frågeställningar vars svar sammanfattas i kapitlet. Vidare analyseras de konsekvenser omstruktureringen får.

8.1 Fastställande av infrastruktur

De fyra färjor som i dagsläget trafikerar färjelinjen Göteborg - Kiel har tillsammans kapacitet att transportera 479 lastbilar per dygn. För att behålla kapaciteten efter byte av utgångshamn ställs ett antal krav på infrastrukturen i Varbergs hamn. Flera av dessa uppfylls redan på grund av att Stena idag bedriver en färjelinje från Varberg till Grenå. De identifierade krav som inte uppfylls, och därmed måste åtgärdas för att ett byte av utgångshamn ska vara möjligt, redovisas i Tabell 10. Gällande uppställningsytorna i Varberg visar observationer att uppställningsytorna kan täcka behovet efter omstruktureringen, men detta kan ej fastställas.

Tabell 10 Sammanställningen av kraven på infrastruktur i hamn

Specifikationer att möta	Nuläge Varberg	Sammanställning
Färjorna är 241-243 m långa	Max. tillåten fartygslängd är 180 m vid Stenaterminalen och Industrihamnen samt 240 m i Farehamnen	Hamnen måste förändras för att möjliggöra anlöpning av längre fartyg än 180/240 m
Färjorna är 6,15-6,3 m djupa	Max. tillåtet fartygsdjup är 6,5 m vid Stenaterminalen och 7,5-10 m i resterande	Stenaterminalens botten behöver kontrolleras och muddras ytterligare.
Färjorna är 30 m breda	Max. tillåten fartygsbred i RoRo-hamnen Varberg är 25 m	Skall RoRo-hamnen nyttjas krävs ombyggnation och regeländring
Tysklandsterminalen nyttjar 54 500 m ²	Stenaterminalen i Varberg nyttjar 20 800 m ²	En halverad yta kan räcka. Tysklandsterminalen klarar av två parallella lastningar, i Varberg ligger bara en färja inne i taget.

En komplett rundtur per dygn för den föreslagna linjen Varberg - Kiel krävs för att bibehålla samma lastkapacitet med en reducerad fartygsflotta till två RoPax-färjor. För att möjliggöra detta krävs att restiden mellan Varberg och Kiel tillsammans med tid för turn-around ryms inom 12 timmar. Om en medelhastighet på 17,5 knop appliceras blir den resulterande restiden 10,86 timmar från Varberg till Kiel. Det ger utrymme för en turn-around-tid på 69 minuter för att en rundtur under ett dygn ska göras möjlig. Som ett resultat av detta nås en utnyttjandegrad på drygt 90 % för de två färjorna i Varberg. En jämförelse av utnyttjandegrad sammanställs i Tabell 11.

Tabell 11 Färjornas utnyttjandegrad

Färja	Utnyttjandegrad		
	Stena Scandinavica	Stena Germanica	Stena RoRo X& Y
Nuläge Göteborg	56 %	55 %	56 %
Efter omstrukturering	90 %	90 %	-

Medelhastigheten kan ökas ytterligare för att möjliggöra längre turn-around-tid. Upp till 19 knop anses vara rimlig medelhastighet, vilket skulle möjliggöra en turn-around på 120 minuter. Med en kortare turn-around-tid ökar systemets störningskänslighet. Vid försening föreligger risk för dominoeffekt med fler förseningar som följd.

8.2 Operativa kostnader

Ur ett operativt kostnadsperspektiv är det nästan 40 % dyrare för Stena att driva tysklandsterminalen från Varberg. Skillnaden per dygn mellan de två hamnalternativen beräknas till nästan 300 000 SEK. Det innebär att Stena skulle beläggas med över 100 MSEK mer varje år i operativa kostnader vid en flytt av tysklandsterminalen. Ställs detta i perspektiv mot Stena Färjelinjers direkta rörelsekostnader utgör detta dock inte mer än 1,18 % (Stena AB, 2015).

Kostnaden för bränsleförbrukning utgör den stora kostnadsposten för båda hamnalternativen. I Göteborg står bränslekostnaden för hela 83 % medan detsamma i Varberg utgör 58 % av de totala operativa kostnaderna. Varberg beräknas till det billigare alternativet då bränslekostnaden för sträckan Varberg – Kiel beräknas bli 4 % lägre per dag än sträckan Göteborg – Kiel. Anledningen är att en enkelresa är 30 sjömil kortare till Kiel från Varberg. Skillnaden i kostnad blir dock inte större eftersom en högre medelhastighet måste appliceras på sträckan Varberg – Kiel.

Fartygens hastighet visar sig ha en påtaglig inverkan på bränsleförbrukningen och därmed den efterföljande bränslekostnaden. Den turn-around-tid som antagits är 69 minuter. Om denna vid implementering av omstruktureringsförslaget visar sig vara för kort, innebär en ytterligare medelhastighetsökning kraftigt ökade operativa kostnader. Detta är en aspekt som bekräftas av känslighetsanalysen vilken påvisar att en medelhastighet på 18,1 knop leder till att varbergsalternativet blir dyrast, till skillnad från vid en medelhastighet på 17,5 knop. Därför bör det noteras att hastighetsökningar, som en föreslagen lösning på det mer störningskänsliga systemet, ger negativa effekter på operativa kostnader.

Den stora kostnadsskillnaden mellan hamnalternativen ligger i hamntaxan som beräknas bli uppemot 250 % högre i Varberg. Fartygshamnavgiften i Varberg är statisk medan Göteborgs Hamn AB specificerar en dynamisk avgift som minskar med antalet anlöp per vecka. Ett liknande erbjudande i Varberg skulle vara fördelaktigt för Stena då varje fartyg enligt förslaget ska anlöpa hamnen sju gånger per vecka. Det skulle innebära att fartygen når den lägsta avgiftsnivån. I dagsläget anlöper varje fartyg Göteborgs hamn högst fyra gånger per vecka vilket medför att Stenas fartyg endast når den näst lägsta avgiftsnivån. I övrigt är avgifterna i Varbergs hamn överlag högre vilket speglar en betydligt lägre hamnaktivitet. Därför anses det finnas möjligheter till förbättrade avgiftsvillkor för Stena, i och med att de kommer bidra till en dagligt regelbunden verksamhet vilket säkerställer framtida kassaflöden till Varberg hamn.

I känslighetsanalysen tydliggörs hur progressivt minskande fartygshamnavgifter även i Varberg kan påverka kostnadsjämförelsen till Varbergs hamns fördel, om än marginellt. En betydligt större inverkan på skillnaden mellan hamnalternativen sker då Göteborgs Hamn ABs fartygshamnavgifter appliceras i Varberg. Då går Varbergs hamn från att ha en 250 % dyrare hamntaxa till under 54 % dyrare. Det resulterar samtidigt i att en flytt till Varberg går från att vara 37 % dyrare till endast 5 % i termer av operativa kostnader vilket motsvarar 15 MSEK mer per år. Detta betonar vikten av avgiftsvillkor som premierar den regelbundna aktivitet som Stena skulle bidra med till Varbergs hamn.

8.3 Miljöpåverkan och externa kostnader

Rapporten behandlar Stenas miljöpåverkan ur ett samhällsperspektiv där både emissioner från de egna färjorna och kundernas lastbilar har analyserats. Enbart de externa kostnaderna från emissioner härledda till färjorna är orsakade av Stena.

Med avseende på totala emissioner och externa kostnader är de två alternativen likvärdiga. I monetära termer skiljer endast 9 260 SEK. Bränsleförbrukningen per kilometer ökar till följd av hastighetsökningen på ungefär en knop, men vägs upp av den kortare sträckan mellan Varberg och Kiel. Ur ett kostnadsperspektiv väntas metanolkonverteringen i framtiden ge ett större positivt utslag i takt med att alla motorer konverteras. Konverteringen kan även vara av intresse för miljömedvetna speditörer, där hållbara transportlösningar kan bli till ordervinnare. På grund av de marginella skillnaderna före konverteringen väntas denna aspekt inte påverka Stenas konkurrenskraft innan denna är slutförd.

Lastbilstrafiken på land utgör enbart en liten del av de totala externa kostnaderna från emissioner, något känslighetsanalysen även påvisar oberoende av enskilda lastbilparametrar. Ur ett samhällsperspektiv är de av större betydelse, främst då närmare 500 tunga fordon per dygn flyttas ut ur centrala Göteborg. Särskilt lättas trafiken i anslutning till hamnen som redan är kraftigt belastad av utsläpp från båtar. Detta väntas leda till minskade utsläpp på urban nivå och ökad trivsel, effekter som går i linje med Göteborgs stads visioner. Problemen försvinner inte helt då de lastbilar som kör till Varberg norrifrån fortfarande kör via Göteborg på E6, vilket gör att trafik till och från färjelinjen fortfarande belastar denna sträcka. Dessutom ökar trafiken med motsvarande 500 fordonsrörelser i Varberg. Med hänvisning till Varbergs vision att utgöra en expansiv region, väntas utrymme finnas för den ökade trafiken.

8.4 Kundservice

Förändringen av linjens färjetrafik innebär ett nytt avgångsschema för trafiken till Kiel. Istället för två avgångar på kvällen skulle en färja avgå på morgonen och en på kvällen. Sett till kvalitet medför detta en ökad kundservice i form av större flexibilitet för avgångarna, där kunder ges större valfrihet angående restider. Den ökade flexibiliteten tillkommer emellertid på bekostnad av lägre lastkapacitet per avgångstillfälle. Detta innebär att om efterfrågan för de två avgångarna är olika kan det resultera i biljettbrist eller differentierade priser. En flytt av terminalen till Varberg kan också innebära ett förändrat avstånd till hamnen, vilket kan göra den svår- eller lättillgänglig för olika kundgrupper.

Att den nya linjen enbart trafikeras av RoPax-fartyg innebär vissa kapacitetsförändringar. Då alla lastdäck kan bära både gods- och persontransporter gör ingen skillnad sett till antalet fraktade längdmetrar. Det betyder dock att kapaciteten för resenärer utan fordon fördubblas. Huruvida det finns efterfrågan för att möta denna ökade kapacitet öppnar för vidare analys. Osäkerhet finns också kring hur turn-around-tiden påverkas av den ökade variationen av kunder jämfört med de tidigare RoRo-transporterna.

För de speditörer som reser via linjen innebär det nya upplägget att de vilotider som chaufförer är obligerade att erhålla är möjliga för båda de två turerna. Körscheman för olika lastbilschaufförer kan variera mellan speditörer och chaufförer. Hur stor andel som föredrar att resa med respektive tur kommer påverka efterfrågan hos de två avgångarna. Även för de speditörer vars trailrar hanteras av Stena kommer nu två alternativ finnas. Här kan efterfrågan för de olika turerna också visa sig variera.

För de privatresenärer som reser med linjen kommer antalet natturer halveras. Tänkas kan att många privatresenärer föredrar att resa på natten framför att resa under dagtid, vidare analys av detta ligger utanför projektets avgränsningar. För resenärer med egen bil blir de nya förutsättningarna sedda till flexibilitet och kapacitet samma som för speditörer medan antalet resor för passagerare utan fordon fördubblas.

9 Slutsatser

Den föreslagna färjelinjen Varberg - Kiel har en kapacitet på 490 lastbilar vilket tillgodoser kapacitetsbehovet som motsvarar 479 lastbilar. Varbergs hamn uppfyller många av de identifierade hamnkraven, men viss ombyggnad av Stenaterminalen är nödvändig för att hantera de större färjorna. Osäkerhet finns också kring huruvida hamnarealen är tillräcklig för att möta de nya fraktmängderna.

En medelhastighet på 17,5 knop mellan Varberg och Kiel möjliggör en turn-around-tid på 69 minuter. Visar sig denna inte vara realiserbar förväntas en tid för turn-around på upp till 120 minuter vara möjlig. En längre turn-around-tid kräver dock höga medelhastigheter, vilket medför negativa effekter på både operativa som externa kostnader. Ett resultat av linjeförändringen är en högre utnyttjandegrad av fartygen, som går från omkring 55 % i dagsläget till 90 % vid byte av utgångshamn.

För Stena blir hamnverksamheten dyrare att bedriva från Varberg än från Göteborg. Orsaken till detta är till stor del på grund av de högre hamnavgifterna i Varberg. Om dessa kan förhandlas ned till samma nivåer som i Göteborg blir de två hamnalternativen likvärdiga ur ett kostnadsperspektiv. Bränslekostnaderna för varbergsalternativet blir större ju högre medelhastighet som måste hållas.

Ur ett hållbarhetsperspektiv är de två alternativen likvärdiga sett till totala emissioner. Färjornas emissioner minskar till följd av den kortare ressträckan, men effekten dämpas av den ökade medelhastigheten. Denna minskning vägs istället upp av den ökade transportsträckan för lastbilar, vilket allokerar en större del externa kostnader till speditörerna. Effekterna av metanolkonvertering av Stena Germanica förväntas öka då fler av motorerna konverteras. Effekterna får större genomslag i varbergsalternativet då Germanica utgör hälften av turena.

Om förändringen genomförs flyttas de fordonsrörelser som Stenas verksamhet orsakar i centrala Göteborg ut ur stadskärnan, vilket bidrar till ökad trivsel och minskad trängsel. De fordon som kommer norrifrån måste dock fortfarande köra genom Göteborg via E6.

Den nya linjen erbjuder Stenas kunder högre flexibilitet genom ett ökat antal avgångstillfällen, men detta tillkommer på bekostnad av lägre kapacitet per avgångstillfälle. Som följd av detta kommer antalet naturer att halveras, något som kan leda till differentierade priser. För de passagerare som reser utan eget fordon fördubblas istället den totala kapaciteten per dygn. Den nya lokaliseringen kommer också förändra tillgängligheten för olika kundgrupper på grund av förändrat avstånd till hamn.

Litteraturförteckning

Skriftliga källor

- Backman, J. (2008). *Rapporter & uppsatser*. 2. uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Bergman, A. (2014) *LNG eller metanol?* Sjöfartstidningen. Nr 11. Göteborg
- Bjørnland, D., Persson, G., Virum, H., (2003) *Logistik för konkurrenskraft*. Malmö: Liber ekonomi.
- Bäckström, S., Jerksjö, M., (2008). *NTM Environmental Data for International Cargo Transport*. Göteborg: NTM.
- Dahlström, K., (2005). *Kalkylvärden och kalkylmetoder (ASEK)*. Stockholm. SIKA
- Eriksson, L.T. & Wiedersheim-Paul, F. (2008). *Rapportboken - hur man skriver uppsatser, artiklar och examensarbeten*. Malmö: Liber AB
- Fridell, E. & Winnes, H. (2009). *Particel Emissions from Ships: Dependence on Fuel Type*. Air & Waste Manage. Assoc. 59 No. 12.
- Grankvist, P. (2009). *CSR i praktiken - Hur företaget kan jobba med hållbarhet för att tjäna pengar*. Stockholm: Liber AB
- Jensen, A. (1991). *Strategisk styrning av internationell linjesjöfart*. Stockholm: Transportforskningsberedningen.
- Lumsden, K. (2006). *Logistikens grunder*. 2.uppl., Lund: Studentlitteratur AB
- Magnusson, J. & Nilsson, A. (2014). *Enterprise System Platforms - Transforming the Agenda*. Lund: Studentlitteratur AB
- Patel, R. & Davidson, B. (2003). *Forskningsmetodikens grunder*. Lund: Studentlitteratur AB
- Rienecker, L. (2005). *Problemformulering*. Malmö: Liber AB
- Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2003). *Research Methods for Business Students*. Harlow: Pearson Education
- Stopford, M. (2009). *Maritime Economics*. 3rd edition. Cornwall: Routledge
- Sjöström, P-H. (2014). *Svåra val på Östersjön*, Sjöfartstidningen. Nr 6. Göteborg
- Wallén, G. (1996). *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. 2. uppl., Lund: Studentlitteratur AB

Webbkällor

B:

(2015) Nya bilars bränsleförbrukning sjunker snabbt i Sverige. *BilSweden*.
[http://www.bilsweden.se/publikationer/arkiv_pressmeddelanden/pressmeddelanden_2009-2010/nya_bilars_bransleforbrukning_sjunker_snabbt_i_sverige\(25/3/2015\)](http://www.bilsweden.se/publikationer/arkiv_pressmeddelanden/pressmeddelanden_2009-2010/nya_bilars_bransleforbrukning_sjunker_snabbt_i_sverige(25/3/2015))

Bruntland, G., et al. (1987) *Our Common Future*. UN. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

(2015) Bunker Index MDO. *Bunker Index*.

http://www.bunkerindex.com/prices/bixfree.php?priceindex_id=4 (24/4/2015)

(2015) Stena Line inviger världens första metanolfartyg. *Båtliv*.

<http://www.batliv.se/article.asp?newsid=8962#.VUdYXtPtmkp> (4/5/2015)

D:

(2015) Gröna logistiklösningar. *DHL*.

http://www.dhl.se/sv/logistics/green_logistics_solutions.html (5/2/2015)

E:

(2015) List of participating ships. *Environmental Ship Index ESI*.

<http://www.environmentalshipindex.org/Public/Ships> (1/4/2015)

(2012) The Polluters Pay Principle. *European Commission*.

http://ec.europa.eu/environment/legal/law/pdf/principles/2%20Polluter%20Pays%20Principle_revised.pdf (5/2/2015)

F:

(2009) Fordonslängder. *Ferry Center Försäljning AB*.

<http://www.ferrycenter.se/billangder.htm> (25/3/2015)

G:

(2014) Avgasrening. *Gröna bilister*. <http://www.gronabilister.se/Fakta-bil--miljo/Val-av-bil-och-bransle/Avgasrening> (27/3/2015)

(2014) Stena Line. *Göteborgs Hamn*.

<http://goteborgshamn.se/Vara-tjanster/Unicitet1/> (29/1/2015)

(2015) Kort om Göteborgs Hamn. *Göteborgs Hamn*.

<http://goteborgshamn.se/Om-hamnen/> (29/1/2015)

(2015) Hamntaxa för Göteborgs Hamn. *Göteborgs Hamn*.

http://www.goteborgshamn.se/Documents/Hamntaxa/GbgHamn_Hamntaxa_2015_v1_S E.pdf?epslanguage=sv (1/4/2015)

Mehner, H. (2013) Trängselskatt. *Göteborgs Stad*. goteborg.se (5/2/2015)

K:

(2015) Euro-klass på tunga fordon. *Konkurrensverket*.

<http://www.kkv.se/upphandling/hallbar-upphandling/stall-hallbarhetskrav/kriteriebiblioteket/fordon-och-transport/godstransporter/tunga-fordon/euro-klass-pa-tunga-fordon-over-35-ton/> (17/5/2015)

M:

(2011) Basic Principles of Ship Propulsion. *MAN Diesel & Turbo*.
http://www.mandieselturbo.com/files/news/files/5405/5510_004_02%20low.pdf
(28/4/2015)

(2015) World's First Methanol-Powered Ropax Ferry to be Classed by LR. *Marineengines and Fuel, MEF*. <http://marineenginesandfuels.com/> (5/2/2015).
(2015) Metso to upgrade the ship automation for Stena Line's Stena Germanica. *Metso*.
<http://www.metso.com/news/2015/1/metso-to-upgrade-the-ship-automation-for-stena-lines-stena-germanica/> (5/2/2015)

(2014) Primär- och sekundärkällor. *Mälardalens högskola, MDH*.
<http://www.mdh.se/student/minastudier/examensarbete/omraden/metoddoktorn/soka-information/primar-och-sekundarkallor-primar-och-sekundardata-1.27203> (7/2/2015)

P:

(2015) Kiel Port and Quay Tariff. *Port of Kiel*. http://www.portofkiel.com/tl_files/port-of-kiel/user_uploads/1%20PORT%20OF%20KIEL/Tarife/Port%20and%20Quay%20Tariff%202015.pdf (27/4/2015)

R:

Larsson, J. (2015) Infrastruktur. *Region Halland*. 5/1/2015
<http://www.regionhalland.se/utveckling-och-tillvaxt/omrade/infrastruktur/infrastruktur/>
(5/2/2015)

S:

(2015) SJ AB. Resesökning Göteborg - Varberg. *SJ*.
www.sj.se (5/5/2015)

(2014) Stena AB Årsredovisning 2013. *Stena AB*.
http://www.stena.com/en/Documents/StenaAB_Arsredovisning_2013_sve.pdf
(29/1/2015)

(2015) Freight Timetable Scandinavia. *Stena Freight*.
http://www.stenalinefreight.com/~/_media/Files/Freight/Timetables/Timetable%20Area%20Scandinavia%2020150108.ashx (29/1/2015)

(2014) Minska energianvändningen. *Stena Line*. <http://www.stenaline.com/stena-line/stena-line-koncernen/miljo/energi> (28/3/2015)

(2014) Annual Review. *Stena RoRo*.
<http://reports.stena.com/en/annualreview/stenaroro/stena-roro.html> (2/4/2015)

T:

(2015) Körvila. *Transportstyrelsen a.*

<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Yrkestrafik/Kor--och-vilotider/KOrtider-raster-och-vilotider/> (3/4/2015)

(2015) Färdskrivare. *Transportstyrelsen b.*

<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Yrkestrafik/Kor--och-vilotider/Fardskrivare/> (3/4/2015)

(2015) Kör- och vilotider. *Transportstyrelsen c.*

<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Yrkestrafik/Kor--och-vilotider/> (3/4/2015)

(2015) Bruttodräktighet. *Transportstyrelsen d.*

<http://www.transportstyrelsen.se/sv/Sjofart/Fartygsregistret-sjofartsregistret/Fragor-och-svar-om-fartygsregistret/Bruttodraktighet/> (3/4/2015)

(2015) Euro-Style Cabovers in the U.S. and Canada? *Truckinfo.*

http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.truckinfo.com%2Fblog%2Fal-l-thats-trucking%2Fstory%2F2013%2F10%2Feuro-style-cabovers-in-the-u-s-and-canada.aspx&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNFQ_g_Ny_okH_5j6qQE15K4uBwx5g (25/3/2015)

V:

(2015) Hamntaxa och avgifter för Varbergs hamn. *Varbergs Kommun.*

<http://www2.varberg.se/download/18.12865bcd14300d30ed95d56/1420728476062/Taxa+och+avgifter+Varbergs+hamn.pdf> (1/4/2015)

(2014) Resplaneraren. *Västtrafik.*

<http://reseplanerare.vasttrafik.se/> (5/5/2015)

Elektroniska tidskrifter

Bajric, A. (2015) Planerna tar form för nya Masthuggskajen. *Göteborgs Posten*. <http://www.gp.se/nyheter/goteborg/1.2609877-planerna-tar-form-for-nya-masthuggskajen> (29/1/2015)

Bergman, A. (2014) Germanica blir första metanolfärjan. *Sjöfartstidningen*. 19/11/2014. <http://www.sjofartstidningen.se/germanica-blir-forsta-metanolfarjan/> (5/2/2015)

Håkansson, A. (2014) Stena Line har inte gett upp om Masthugget. *Göteborgs Posten*. <http://www.gp.se/nyheter/goteborg/1.2572658-stena-line-har-inte-gett-upp-om-masthugget> (29/1/2015)

Johansson, A. (2015) Göteborg växer trots lågt byggande. *Göteborgs Posten*. 6/1/2015. <http://www.gp.se/nyheter/goteborg/1.2592276-goteborg-vaxer-trots-lagt-byggande> (29/1/2015)

Kennedy, M. (2015) Stena Line utökar butiken efter succén. *Göteborgs Posten*. <http://www.gp.se/nyheter/goteborg/1.2619624-stena-line-utokar-butiken-efter-succen> (5/2/2015)

Mårtensson, B-O. (2014) Vision. *Varberg stad a*. <http://www2.varberg.se/trafikinfrastuktur.4.2a34b64613d49127452612.html> (26/2/2015)

Ovesen, M. (2015) Allt fler tar sjövägen till Göteborg. *Sjöfartstidningen*. <http://www.sjofartstidningen.se/allt-fler-tar-sjovagen-till-goteborg/> (29/1/2015)

G:

(2015) Miljömål. *Göteborg a*. http://goteborg.se/wps/wcm/connect/d1d2b53b-9fa4-4d56-94ef-7c2892f1d27c/GbgOchMiljon_enkelsid.pdf?MOD=AJPERES (24/2/2015)

(2015) Luftkvalitet Göteborg. *Göteborg b*. <http://www.goteborg.se/wps/portal/invanare/miljo/miljolaget-i-goteborg/luft/sa-overvakas-luften/> (24/2/2015)

M:

(2009) Miljöprojekt. *MMOVE-Mobility Management OVer Europé*. http://www.mmove.eu/Varberg/upload_material/Infoblad_%20milj_ouml_m_aring_lko_nferens.pdf (26/2/2015)

N:

(2012) Svaveldirektiv. *Näringsdepartementet*. <http://swe-shipbroker.se/userFiles/Dokument/Naringdep-8-nov-20121.pdf> (24/2/2015)

S:

(2015) Luftkvalitet. *SMHI*. <http://www.smhi.se/forskning/forskningsnyheter/battre-luftkvalitet-i-sverige-ar-2030-men-fortfarande-problem-i-nagra-stader-1.34640> (26/2/2015)

(2015) Metanoldrift. *Stena Line*. <http://www.stenaline.se/vara-linjer/goteborg-kiel>
(24/2/2015)

Bilder

(2014) 2013 års luftkvalitet. *Göteborg c.*

http://goteborg.se/wps/portal/invanare/miljo/miljolaget-i-goteborg/luft/sa-overvakas-luften!/ut/p/b1/jYvLCoJAFEC_pQ_Ie6_jPFxOgjM-8BEFOpuwCBEc3UT9fvYBUWd34Bxw0O-JEyMuUUTQgVuG5zQOj2ldhvnjTlwaylt1II21iVPMtkWTVkVZJ1JuQb8FidE2kiWiKg3HTNvzMW4ZQ83--_ELGn_9Objp6oPXzQcYMAoFxTyUioURRw6VXf0dvJtTNerdG8UCXR0!/dl4/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/#htoc-1 (26/2/2015)

(2014) Luftkvalitet Göteborg. *Trafikverket.*

http://www.trafikverket.se/PageFiles/96362/presentation_luft_2013_vp.pdf (24/2/2015)

Bilagor

Följande bilagor är ämnade att användas som komplement till tabeller, figurer och beräkningar i rapporten.

Bilaga A: Antaganden

Fordons- och infrastrukturdata

- Personbilar antas uppta 6 meter per bil i färjorna. En Volvo av standardtyp är cirka 5 meter lång (Ferrycenter, 2015).
- Lastbilar antas uppta 18 meter per lastbil i färjorna. Detta utifrån att vanligaste kombinationen av dragbil och semi-trailer är 16,5 meter.
- Lösa, enstycks, trailrar tas ej i beaktning. Detta på grund av otillräckliga fakta gällande hanteringstider i hamnar, vilket påverkar turn-around-tid.
- Markarea och kajlängder i Varberg har approximerats med hjälp av Google Maps.
- RoRo-färjornas lastkapacitet antas vara samma som för RoPax-färjorna. Antagandet motiveras med att för att öka resultatets trovärdighet är ett antagande i överkant att föredra över ett antagande i underkant.
- Stena antas följa de generella riktlinjerna kring hamntaxa som Göteborgs Hamn AB och Varbergs kommun fastställt. Därmed försummas eventuella egna avtal.
- Hamntaxa i Kiel antas bli oförändrad vid ett byte av hamn från Göteborg till Varberg.
- De delar av Varbergs hamn som enligt analysen av infrastruktur måste byggas om, kan byggas om. De blir därmed inget hinder för flytt.
- Tysklandsterminalen och den eventuella nya terminalen i Varberg antas ha samma operativa kostnader för kundservice.
- Turn-around-tiden i Kiels hamn antas ha samma förutsättningar, samt kunna förkortas lika mycket, som den i de svenska hamnarna.

Trafik- och emissionsberäkningar

- Antaganden direkt kopplade till emissionsberäkningarna redovisas separat i Bilaga M.
- Lastning av färjorna antas avslutas en stund innan avgång och lossning sker en stund efter ankomst. Exempelvis antas en lastbil stå still 11 timmar om restiden är 10,86 timmar.
- Trafiken till och från Tysklandsterminalen i Göteborg antas gå via Gullbergsmotet vid Tingstadstunneln. Ingen trafik antas alltså köra via Älvsborgsbron eller via Söderleden i Mölndal. Detta eftersom samtliga stora leder knyter an till Gullbergsmotet, se Figur 31 i Bilaga C.
- Färjornas restider baseras på medelvärden av data från Marine Traffic (länk).
- De antagna restiderna tar ej hänsyn till att färjorna eventuellt behöver längre tid inne i hamn för reparation och underhåll.
- Sträckorna mellan Göteborg-Kiel och Varberg-Kiel är uppmätta från sjökort, se Figur 7 och Figur 12. Hänsyn har ej tagits till eventuella hinder på vägen så som grund eller korsande båtar.

Bilaga B: Iakttagelser

Iakttagelse 1

De observationer som gjordes vid besöket vid Majnabbe 9 mars 2015 resulterade i ett antal iakttagelser:

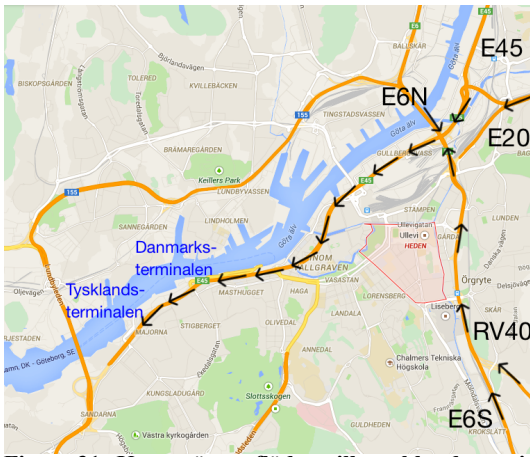
- De uppställningsytor som återfinns vid tysklandsterminalen är till stor del outnyttjade. Av avlastningsytor för trailar utnyttjas knappt hälften.
- Trailarna tillhör många olika speditörer. Ingen huvudsaklig speditör som kan identifieras. Många utlandsregistrerade lastbilar.
- Huvudsakligen något äldre lastbilar.
- Trailar som lastas med hjälp av terminaltraktorer är endast ett fåtal. Lastningen av dessa tar emellertid lång tid per enhet.
- Last- och personbilar kör ombord om lott. Långa väntetider pga arbete med terminaltraktorer.

Iakttagelse 2

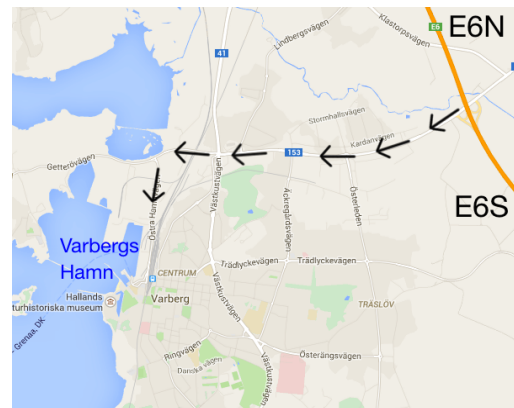
Genom observation vid centrums stora leder 11 mars 2015 har lett fram till ett antal iakttagelser:

- Avgången sker i samband med rusningstrafik, uppstår väldigt lätt köbildning i Tingstadstunneln.
- Mycket lastbilar som fastnar i köerna.
- E6 är väldigt trafikerad och det bildas lätt köer i närheten av Göteborgs centrum.

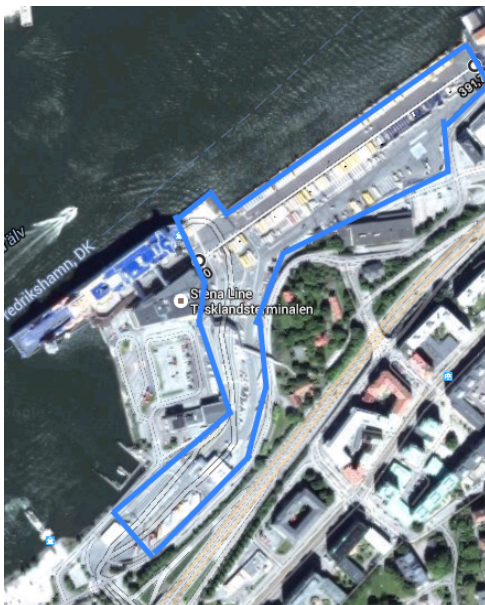
Bilaga C: Illustrationer och Bilder



Figur 31 Karta över flödet till tysklandsterminalen i Göteborg



Figur 32 Karta över flödet till Varbergs hamn



Figur 33 Bild av terminalområdet i Göteborg



Figur 33 Bild av Stenaterminalen i Varberg

Bilaga D: Tider för fartygen

För att fastställa färjornas genomsnittliga restid samlades registerdata från Marine Traffic in. Dessa redovisas i Tabell 12.

Tabell 12 Färjornas restider mellan Göteborg och Kiel samt utnyttjandegrad

Stena Germanica		Dag 1	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5	Dag 6	Dag 7
Avgång		17:19	17:05	17:15	17:22	17:16	18:16	18:23
Ankomst		06:34	06:37	06:34	06:21	06:29	07:03	07:33
Restid								
	timmar (h):	12	12	12	12	12	12	12
	minuter:	75	92	79	59	73	47	70
	totalt (h):	13,25	13,53	13,32	12,98	13,22	12,78	13,17

Stena Scandinavica		Dag 1	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5	Dag 6	Dag 7
Avgång		17,12	17,16	17,23	17:30	17:04	18:02	18:24
Ankomst		6,36	6,31	6,44	06:33	06:42	06:47	07:36
Restid								
	timmar (h):	12	12	12	12	12	11	12
	minuter:	84	70	81	63	98	105	72
	totalt (h):	13,4	13,17	13,35	13,05	13,63	12,75	13,20

	Göteborg	Varberg
Germanica		
Restid (medel):	13,18 h	10,86 h
Tid i hamn:	10,82 h	1,14 h
Utnyttjandegrad:	54,91 %	90 %
RoRo		
Medel båda håll (h):	13,20 h	- h
Utnyttjandegrad:	55,00 %	- %
Scandinavica		
Restid (medel):	13,22 h	10,86 h
Tid i hamn:	10,78 h	1,14 h
Utnyttjandegrad:	55,09 %	90 %

Utnyttjandegrad beräknas som andel restid per dygn enligt :

$$Resursutnyttjande (\%) = \frac{Restid (h)}{24 (h)}$$

Detta motiveras med att restiden anses vara den värdeadderande tiden. Ur den genomsnittliga restiden kunde medelhastighet beräknas. Denna redovisas i Tabell 13.

Tabell 13 Färjornas medelhastighet

Medelhastighet			
Fartyg	Stena Germanica	Stena Scandinavica	RoRo X & Y
Ressträcka (nm)	220	220	220
Restid (medel)	13,18	13,22	13,20
Medelhastighet (knop)	9,01	8,98	9,00

Utifrån kravet på en turn-around-tid på minst en timme beräknades nödvändig medelhastighet för att möjliggöra en rundresa på inom 24 timmar. Olika alternativ redovisas i tabellen nedan.

Tabell 14 Olika medelhastigheter och med dessa följande tid för turn-around

Varberg - Kiel	
Ressträcka	190 nautiska mil
Medelhastighet	16,74 knop
Restid	11,35 h
Turn-around-tid	0,65 h
Medelhastighet	17,5 knop
Restid	10,86 h
Turn-around-tid	1,14 h
Medelhastighet	21,00 knop
Restid	9,05 h
Turn-around-tid	2,95 h

Turn-around-tid Jämförelse	
Danmarksfärjan Stena Jutlantica turnaround-tid (enbart korta):	
17:13 till 18:24	71 min
17:15 till 18:26	71 min
09:09 till 10:02	53 min
18:16 till 19:30	74 min

Kortaste turnaround 53 min.

Dock har Jutlantica enbart 2100 lanometers.

Bilaga E: Fartygens kapacitet

Beräkningsarean av färjornas kapacitet baseras på antaganden om bilarnas och lastbilarnas längd och den längd de tar upp då de står parkerade på färjedäcken. Dessa längder baseras på fakta från Ferry Center Försäljning AB (2015). Antalet personbilar som färjorna transporterar per tur är 300 (Stena, 2015). De lanemeters som personbilar tar i anspråk har subtraherats från de totala antalet lanemeters. Genom att dividera de kvarvarande lanemeters med den längd en lastbil tar i anspråk erhöles den sammanlagda mängden lastbilar vardera färja transporterar per tur.

Tabell 15 Fartygens kapacitet

Antaganden	
Lastbil	18 m/bil
Bil	6 m/bil

Färja	Stena Scandinavica	Stena Germanica	RoRo X & Y
Lanemeters	4100	3907	3907
Antal däck	2+2	2+2	
Antal passagerare	1300	1300	0
Antal lastbilar	128	117	117
Antal bilar	300	300	0

Bilaga F: Bränslekostnad

Bränslekostnader för de två alternativen har beräknats per dag för att göra alternativen jämförbara. Resultatet kan ses i Tabell 16.

Tabell 16 Redosvisning av bränslekostnader

MDO-beräkning (Göteborg - Kiel)				
	Medelhastighet (knop)	Restid medel (h)	MDO-förbrukning (ton)	Kostnad per dag
Scandinavica	16,8	13,18	31,86	165 026,80 kr
Germanica	16,74	13,22	31,56	163 467,77 kr
RoRo X & Y	16,77	13,2	31,71	164 246,54 kr

MDO-beräkning (Varberg - Kiel)				
	Medelhastighet (knop)	Restid medel (h)	MDO-förbrukning (ton)	Kostnad per dag
Scandinavica	17,5	10,86	30,28	156 862,66 kr
Germanica	17,5	10,86	30,28	156 862,66 kr

Bränslekostnad per dag	
Göteborg - Kiel	656 987,65 kr
Varberg - Kiel	627 450,65 kr

Bilaga G: Beräkningsgång bränslekostnad

Beräkningar av bränsleförbrukning har utgått från följande:

$$MDO = MDO_{ref} * \left(\frac{\bar{v}}{v_{ref}} \right)^f * \bar{t}$$

MDO :	Förbrukning av MDO (ton)
MDO_{ref} :	Förbrukning av MDO enligt referensobjekt (m ³ /h)
\bar{v} :	Medelhastighet (knop)
v_{ref} :	Medelhastighet enligt referensobjekt (knop)
f :	Beräkningsfaktor
\bar{t} :	Medelrestid (h)

Formel 3 Bränsleförbrukning (MAN Diesel, 2015)

Detaljerna kring referensobjektet som nyttjats vid beräkningar återfinns i Tabell 17 nedan.

Tabell 17 Referenser för beräkning av bränsleförbrukning (MAN Diesel, 2015)

Referensobjekt		
	Medelhastighet (Knop)	Förbrukning (m ³ /h)
Marine Diesel Oil (MDO)	19,4	4

Därefter har ett par antaganden gjorts för att slutföra beräkningarna. En adekvat beräkningsfaktor (3,5) har valts utifrån MAN Diesels rekommendationer för ett fartyg av Stena Scandinavica och Stena Germanicas storlek. Därefter har ett genomsnittspris för MDO beräknats, se Bilaga H, och en växelkurs har ansatts enligt antagandelistan nedan.

Tabell 18 Antaganden för beräkning av bränsleförbrukning

Antaganden	
Beräkningsfaktor	3,5
Pris per ton MDO	\$609,37
SEK per USD	8,50

Till sist genomförs en beräkning av bränslekostnad utifrån följande:

$$C_{MDO} = MDO * P_{MDO} * R_{SEK/USD}$$

C_{MDO} :	Bränslekostnad (SEK)
MDO :	Förbrukning av MDO (ton)
P_{MDO} :	Pris för MDO (USD/ton)
$R_{SEK/USD}$:	Växelkurs (SEK/USD)

Bilaga H: Beräkning av MDO-pris

Tabell 19 Historiska priser för MDO (Bunker Index, 2015)

Priser för MDO			
<i>Datum</i>	<i>Pris per ton</i>	<i>Datum</i>	<i>Pris per ton</i>
15-04-24	\$622,61	15-03-24	\$591,46
15-04-23	\$619,08	15-03-23	\$587,31
15-04-22	\$618,33	15-03-20	\$590,31
15-04-21	\$621,79	15-03-19	\$590,77
15-04-20	\$622,07	15-03-18	\$592,31
15-04-17	\$619,10	15-03-17	\$592,92
15-04-16	\$613,37	15-03-16	\$601,08
15-04-15	\$602,05	15-03-13	\$609,00
15-04-14	\$604,92	15-03-12	\$615,38
15-04-13	\$599,62	15-03-11	\$617,46
15-04-10	\$594,54	15-03-10	\$623,38
15-04-09	\$595,69	15-03-09	\$625,38
15-04-08	\$598,38	15-03-06	\$625,04
15-04-07	\$593,92	15-03-05	\$627,73
15-04-06	\$594,38	15-03-04	\$627,96
15-04-02	\$595,92	15-03-03	\$630,35
15-04-01	\$594,85	15-03-02	\$634,31
15-03-31	\$597,88	15-02-27	\$631,38
15-03-30	\$600,50	15-02-26	\$628,00
15-03-27	\$605,54	15-02-25	\$627,69
15-03-26	\$593,38	15-02-24	\$636,08
15-03-25	\$589,85	Genomsnitt:	\$609,37

Bilaga I: Känslighetsanalys bränsleförbrukning

Inledningsvis har en analys av beräkningsfaktorn f gjorts, se Formel 3 i Bilaga G. Analyserade beräkningsfaktorer är 2, 3,5 och 4. Beräkningarna är gjorda i enlighet med den redovisade beräkningsgången i Bilaga G. Resultaten visualiseras i Tabell 18.

Tabell 20 Redovisning av kostnader från känslighetsanalys bränsleförbrukning

Bränslekostnad per dag			
Beräkningsfaktor	Göteborg - Kiel	Varberg - Kiel	Differens
2	817 445,38 kr	732 360,80 kr	85 084,58 kr
3,5	656 987,65 kr	627 450,65 kr	29 537,00 kr
4	610 834,71 kr	595 933,40 kr	14 901,30 kr

Totala operativa kostnader per dag vid olika beräkningsfaktorer			
Beräkningsfaktor	Göteborg - Kiel	Varberg - Kiel	Differens
2	949 841,90 kr	1 188 010,05 kr	238 168,15 kr
3,5	789 384,17 kr	1 083 099,90 kr	293 715,73 kr
4	743 231,23 kr	1 051 582,65 kr	308 351,43 kr

Medelhastigheter som valts för varbergsalternativet är 16,89, 17,5 och 18,1 knop vilka motsvarar en turn-around-tid på 45, 69 respektive 90 minuter. Även beräkningar i denna analys har genomförts i enlighet med den redovisade beräkningsgången i Bilaga G. Resultaten kan tydas genom Tabell 21 nedan.

Tabell 21 Bränslekostnader och totala operativa kostnader vid olika medelhastigheter

Bränslekostnad per dag			
Medelhastighet (knop)	Göteborg - Kiel	Varberg - Kiel	Differens
16,89	656 987,65 kr	574 080,60 kr	82 907,05 kr
17,5	656 987,65 kr	627 450,65 kr	29 537,00 kr
18,1	656 987,65 kr	682 622,95 kr	-25 635,30 kr

Totala operativa kostnader per dag vid olika medelhastigheter			
Medelhastighet (knop)	Göteborg - Kiel	Varberg - Kiel	Differens
16,89	789 384,17 kr	1 029 729,85 kr	240 345,68 kr
17,5	789 384,17 kr	1 083 099,90 kr	293 715,73 kr
18,1	789 384,17 kr	1 138 272,20 kr	348 888,03 kr

Bilaga J: Hamntaxa

Beräkningar av hamntaxa har utgått ifrån bestämmelser i de enskilda hamnarna. Göteborgs Hamn AB specificerar villkoren i Göteborg medan Varberg kommun sköter ansvarsområdet i Varberg. Båda aktörerna avgiftsbelägger fartyg per anlop. I Tabell 20 återfinns de uppgifter som nyttjats vid beräkningar av hamntaxa:

Tabell 22 Avgiftsvillkor

Villkor för hamntaxa: Referens			
	Göteborg		Varberg
	RoRo	RoPax	RoRo/RoPax
Avgifter			
Fartygshamnsavgift (SEK/GT)			3,45 kr
1-2 anlop	1,27 kr	1,27 kr	-
3-6 anlop	1,03 kr	1,03 kr	-
7 eller fler anlop	0,69 kr	0,69 kr	-
Avgifter för sludge och oljehaltigt vatten (SEK/GT)			0,85 kr
Fartyg som anländer från hamn i Europa	0,10 kr	0,10 kr	-
Fartyg som anländer från hamn utanför Europa	0,20 kr	-	-
Övrigt fartygsgenererat fast avfall	0,09 kr	0,09 kr	-
Rabatter			
ESI-rabatt (baserat på fartygshamnavgift)	-10%	-10%	-
NOx-rabatt (SEK/GT)			
6,01 - 11,99 g/KWh	-	-	-0,05 kr
2,01 - 6,00 g/KWh	-	-	-0,10 kr
0,00 - 2,00 g/KWh	-	-	-0,15 kr

Ingående beräkningar av respektive hamntaxa kan ses i Tabell 24 resulterar i följande:

Tabell 23 Hamntaxa för Göteborgs hamn och Varbergs hamn

Hamntaxa - Referens		
	Göteborg	Varberg
Total veckotaxa	1 853 551,33 kr	6 379 089,50 kr
Taxa per dag	132 396,52 kr	455 649,25 kr

Bilaga K: Beräkningsgång hamntaxa

Beräkningarna av hamntaxa i Göteborg och Varberg utgörs i huvudsak av de två avgiftskategorierna fartygshamnavgift och avgifter för avfall. Därutöver kompenseras miljövänliga fartyg genom olika miljörabatter. Storleken på avgifter och miljörabatter skiljer sig åt mellan hamnarna enligt ovanstående tabell. Hamntaxan har beräknats per dag för att göra de två hamnalternativen jämförbara.

Bruttodräktigheten beräknas enligt följande:

$$GT = (0,2 + 0,02 * \log V) * V$$

GT :	Bruttodräktighet
V :	Volym (m ³)

Formel 4 Bruttodräktighet

Fartygshamnavgifter har beräknats enligt följande:

$$Total C_h = C_h * GT$$

$Total C_h$:	Fartygshamnavgift per anlop (SEK)
C_h :	Fartygshamnavgift per GT (SEK/GT)
GT :	Bruttodräktighet

Formel 5 Fartygshamnavgift

Avfallsavgifter har beräknats enligt följande:

$$Total C_w = C_w * GT$$

$Total C_w$:	Avfallsavgift per anlop (SEK)
C_w :	Avfallsavgift per GT (SEK/GT)
GT :	Bruttodräktighet

Formel 6 Avfallsavgift

Miljörabatter har beräknats enligt följande:

$$Total D_E = D_E * GT$$

$Total D_E$:	Miljörabatt per anlop (SEK)
D_E :	Miljörabatt per GT (SEK/GT)
GT :	Bruttodräktighet

Formel 7 Miljörabatt

I tabell 24 återfinns de ingående beräkningarna av hamntaxa för såväl Göteborg som Varberg. Eftersom att fartyg bara anlöper Göteborgs hamn varannan dag har beräkningen utgått ifrån att Stena Scandinavica och Stena RoRo anlöper Göteborgs hamn måndag morgon. Samtidigt anlöper då Stena Germanica och Stena RoRo Y Kiels hamn. Beräkningarna har därefter genomförts för en tvåveckorsperiod för att jämna ut taxan mellan de fyra fartygen. Därefter har en genomsnittlig dagskostnad beräknats.

I Varbergs hamn anlöper såväl Stena Scandinavica som Stena Germanica hamnen en gång per dag. Det gör att beräkningen för hamntaxa i Varberg inte kräver en längre analysperiod likt i Göteborg. Dock har en tvåveckorsberäkning genomförts för en konsekvent beräkningsgång för båda hamntaxor.

Tabell 24 Hamnavgifter över en tvåveckorsperiod för Göteborg och Varberg

		Vecka 1							
		måndag	tisdag	onsdag	torsdag	fredag	lördag	söndag	
GÖTEBORG	Scandinavica	Fartygshamnsavgift	73 606,66 kr		73 606,66 kr		59 696,74 kr		59 696,74 kr
		ESI-rabatt	- 7 360,67 kr		- 7 360,67 kr		- 5 969,67 kr		- 5 969,67 kr
		Sludge	5 795,80 kr		5 795,80 kr		5 795,80 kr		5 795,80 kr
		Fast avfall	5 216,22 kr		5 216,22 kr		5 216,22 kr		5 216,22 kr
		Dagstaxa	77 258,01 kr		77 258,01 kr		64 739,09 kr		64 739,09 kr
	Veckotaxa:							283 994,20 kr	
	Germanica	Fartygshamnsavgift		65 832,99 kr		65 832,99 kr		53 392,11 kr	
		ESI-rabatt		- 6 583,30 kr		- 6 583,30 kr		- 5 339,21 kr	
		Sludge		5 183,70 kr		5 183,70 kr		5 183,70 kr	
		Fast avfall		4 665,33 kr		4 665,33 kr		4 665,33 kr	
		Dagstaxa		69 098,72 kr		69 098,72 kr		57 901,93 kr	
	Veckotaxa:							196 099,37 kr	
	RoRo X	Fartygshamnsavgift	65 832,99 kr		65 832,99 kr		53 392,11 kr		53 392,11 kr
		ESI-rabatt	- 6 583,30 kr		- 6 583,30 kr		- 5 339,21 kr		- 5 339,21 kr
		Sludge	5 183,70 kr		5 183,70 kr		5 183,70 kr		5 183,70 kr
		Fast avfall	4 665,33 kr		4 665,33 kr		4 665,33 kr		4 665,33 kr
Dagstaxa		69 098,72 kr		69 098,72 kr		57 901,93 kr		57 901,93 kr	
Veckotaxa:							254 001,30 kr		
RoRo Y	Fartygshamnsavgift		65 832,99 kr		65 832,99 kr		53 392,11 kr		
	ESI-rabatt		- 6 583,30 kr		- 6 583,30 kr		- 5 339,21 kr		
	Sludge		5 183,70 kr		5 183,70 kr		5 183,70 kr		
	Fast avfall		4 665,33 kr		4 665,33 kr		4 665,33 kr		
	Dagstaxa		69 098,72 kr		69 098,72 kr		57 901,93 kr		
Veckotaxa:							196 099,37 kr		

		Vecka 2							
		måndag	tisdag	onsdag	torsdag	fredag	lördag	söndag	
GÖTEBORG	Scandinavica	Fartygshamnsavgift		73 606,66 kr		73 606,66 kr		59 696,74 kr	
		ESI-rabatt		- 7 360,67 kr		- 7 360,67 kr		- 5 969,67 kr	
		Sludge		5 795,80 kr		5 795,80 kr		5 795,80 kr	
		Fast avfall		5 216,22 kr		5 216,22 kr		5 216,22 kr	
		Dagstaxa		77 258,01 kr		77 258,01 kr		64 739,09 kr	
	Veckotaxa:							219 255,11 kr	
	Germanica	Fartygshamnsavgift	65 832,99 kr		65 832,99 kr		53 392,11 kr		53 392,11 kr
		ESI-rabatt	- 6 583,30 kr		- 6 583,30 kr		- 5 339,21 kr		- 5 339,21 kr
		Sludge	5 183,70 kr		5 183,70 kr		5 183,70 kr		5 183,70 kr
		Fast avfall	4 665,33 kr		4 665,33 kr		4 665,33 kr		4 665,33 kr
		Dagstaxa	69 098,72 kr		69 098,72 kr		57 901,93 kr		57 901,93 kr
	Veckotaxa:							254 001,30 kr	
	RoRo X	Fartygshamnsavgift		65 832,99 kr		65 832,99 kr		53 392,11 kr	
		ESI-rabatt		- 6 583,30 kr		- 6 583,30 kr		- 5 339,21 kr	
		Sludge		5 183,70 kr		5 183,70 kr		5 183,70 kr	
		Fast avfall		4 665,33 kr		4 665,33 kr		4 665,33 kr	
Dagstaxa			69 098,72 kr		69 098,72 kr		57 901,93 kr		
Veckotaxa:							196 099,37 kr		
RoRo Y	Fartygshamnsavgift	65 832,99 kr		65 832,99 kr		53 392,11 kr		53 392,11 kr	
	ESI-rabatt	- 6 583,30 kr		- 6 583,30 kr		- 5 339,21 kr		- 5 339,21 kr	
	Sludge	5 183,70 kr		5 183,70 kr		5 183,70 kr		5 183,70 kr	
	Fast avfall	4 665,33 kr		4 665,33 kr		4 665,33 kr		4 665,33 kr	
	Dagstaxa	69 098,72 kr		69 098,72 kr		57 901,93 kr		57 901,93 kr	
Veckotaxa:							254 001,30 kr		

		Vecka 1							
		måndag	tisdag	onsdag	torsdag	fredag	lördag	söndag	
VARBERG	Scandinavica	Fartygshamnsavgift	199 955,10 kr	199 955,10 kr	199 955,10 kr	199 955,10 kr	199 955,10 kr	199 955,10 kr	199 955,10 kr
		Sludge + avfall	49 264,30 kr	49 264,30 kr	49 264,30 kr	49 264,30 kr	49 264,30 kr	49 264,30 kr	49 264,30 kr
		Miljörabatt	- 8 693,70 kr	- 8 693,70 kr	- 8 693,70 kr	- 8 693,70 kr	- 8 693,70 kr	- 8 693,70 kr	- 8 693,70 kr
		Dagstaxa	240 525,70 kr	240 525,70 kr	240 525,70 kr	240 525,70 kr	240 525,70 kr	240 525,70 kr	240 525,70 kr
	Veckotaxa:							1 683 679,90 kr	
	Germanica	Fartygshamnsavgift	178 837,65 kr	178 837,65 kr	178 837,65 kr	178 837,65 kr	178 837,65 kr	178 837,65 kr	178 837,65 kr
		Sludge + avfall	44 061,45 kr	44 061,45 kr	44 061,45 kr	44 061,45 kr	44 061,45 kr	44 061,45 kr	44 061,45 kr
		Miljörabatt	- 7 775,55 kr	- 7 775,55 kr	- 7 775,55 kr	- 7 775,55 kr	- 7 775,55 kr	- 7 775,55 kr	- 7 775,55 kr
Dagstaxa		215 123,55 kr	215 123,55 kr	215 123,55 kr	215 123,55 kr	215 123,55 kr	215 123,55 kr	215 123,55 kr	
Veckotaxa:							1 505 864,85 kr		

		Vecka 2							
		måndag	tisdag	onsdag	torsdag	fredag	lördag	söndag	
VARBERG	Scandinavica	Fartygshamnsavgift	199 955,10 kr	199 955,10 kr	199 955,10 kr	199 955,10 kr	199 955,10 kr	199 955,10 kr	199 955,10 kr
		Sludge + avfall	49 264,30 kr	49 264,30 kr	49 264,30 kr	49 264,30 kr	49 264,30 kr	49 264,30 kr	49 264,30 kr
		Miljörabatt	- 8 693,70 kr	- 8 693,70 kr	- 8 693,70 kr	- 8 693,70 kr	- 8 693,70 kr	- 8 693,70 kr	- 8 693,70 kr
		Dagstaxa	240 525,70 kr	240 525,70 kr	240 525,70 kr	240 525,70 kr	240 525,70 kr	240 525,70 kr	240 525,70 kr
	Veckotaxa:							1 683 679,90 kr	
	Germanica	Fartygshamnsavgift	178 837,65 kr	178 837,65 kr	178 837,65 kr	178 837,65 kr	178 837,65 kr	178 837,65 kr	178 837,65 kr
		Sludge + avfall	44 061,45 kr	44 061,45 kr	44 061,45 kr	44 061,45 kr	44 061,45 kr	44 061,45 kr	44 061,45 kr
		Miljörabatt	- 7 775,55 kr	- 7 775,55 kr	- 7 775,55 kr	- 7 775,55 kr	- 7 775,55 kr	- 7 775,55 kr	- 7 775,55 kr
Dagstaxa		215 123,55 kr	215 123,55 kr	215 123,55 kr	215 123,55 kr	215 123,55 kr	215 123,55 kr	215 123,55 kr	
Veckotaxa:							1 505 864,85 kr		

Bilaga L: Känslighetsanalys hamntaxa

I Alternativ 1 har en progressivt minskande fartygshamnavgift, baserat på antalet anlöp, nyttjats vid beräkning. Avgiften utgår från samma avgift som i omstruktureringsanalysen men minskar i samma procentuella takt som i Göteborgs hamn. Beräkningarna är genomförda enligt beräkningsgången i Bilaga K. De applicerade villkoren redovisas i Tabell 25 nedan och här tydliggörs även resultatet av beräkningarna.

Tabell 25 Taxeringsvillkor vid Alternativ 1 och den resulterande hamntaxan

Villkor för hamntaxa - Alternativ 1			
	Göteborg		Varberg
	RoRo	RoPax	RoRo/RoPax
Avgifter			
Fartygshamnavgift (SEK/GT)			
1-2 anlöp	1,27 kr	1,27 kr	3,45 kr
3-6 anlöp	1,03 kr	1,03 kr	2,80 kr
7 eller fler anlöp	0,69 kr	0,69 kr	1,87 kr
Avgifter för sludge och oljehaltigt vatten (SEK/GT)			0,85 kr
Fartyg som anländer från hamn i Europa	0,10 kr	0,10 kr	-
Fartyg som anländer från hamn utanför Europa	0,20 kr	-	-
Övrigt fartygsgenererat fast avfall	0,09 kr	0,09 kr	-
Rabatter			
ESI-rabatt (baserat på fartygshamnavgift)	-10%	-10%	-
NOx-rabatt (SEK/GT)			
6,01 - 11,99 g/KWh	-	-	-0,05 kr
2,01 - 6,00 g/KWh	-	-	-0,10 kr
0,00 - 2,00 g/KWh	-	-	-0,15 kr
Hamntaxa - Alternativ 1			
	Göteborg		Varberg
Total veckotaxa	1 853 551,33 kr		5 894 159,02 kr
Taxa per dag	132 396,52 kr		421 011,36 kr

I Alternativ 2 har samma fartygshamnavgifter som i Göteborgs hamn applicerats i Varbergs hamn. Beräkningarna har även här följt beräkningsgången i Bilaga K. De avgifter som appliceras i beräkningarna redogörs i Tabell 26 där även resultatet av beräkningarna visas.

Tabell 26 Taxeringsvillkor vid Alternativ 2 och den resulterande hamntaxan

Villkor för hamntaxa - Alternativ 2			
	Göteborg		Varberg
	RoRo	RoPax	RoRo/RoPax
Avgifter			
Fartygshamnavgift (SEK/GT)			
<i>1-2 anlöp</i>	1,27 kr	1,27 kr	1,27 kr
<i>3-6 anlöp</i>	1,03 kr	1,03 kr	1,03 kr
<i>7 eller fler anlöp</i>	0,69 kr	0,69 kr	0,69 kr
Avgifter för sludge och oljehaltigt vatten (SEK/GT)			0,85 kr
<i>Fartyg som anländer från hamn i Europa</i>	0,10 kr	0,10 kr	-
<i>Fartyg som anländer från hamn utanför Europa</i>	0,20 kr	-	-
<i>Övrigt fartygsgenererat fast avfall</i>	0,09 kr	0,09 kr	-
Rabatter			
ESI-rabatt (baserat på fartygshamnavgift)	10%	10%	-
NOx-rabatt (SEK/GT)			
<i>6,01 - 11,99 g/KWh</i>	-	-	-0,05 kr
<i>2,01 - 6,00 g/KWh</i>	-	-	-0,10 kr
<i>0,00 - 2,00 g/KWh</i>	-	-	-0,15 kr

Hamntaxa - Alternativ 2		
	Göteborg	Varberg
	Total veckotaxa	1 853 551,33 kr
Taxa per dag	132 396,52 kr	203 545,39 kr

I Tabell 27 nedan tydliggörs en sammanställning av resultaten för hamntaxaberäkningarna. Även differensen mellan hamnalternativen synliggörs.

Tabell 27 Hamntaxa och totsls operativa kostnader vid olika taxeringsalternativ

Hamntaxa per dag vid olika taxeringsalternativ			
	Göteborg	Varberg	Differens
Referens	132 396,52 kr	455 649,25 kr	323 252,73 kr
Alternativ 1	132 396,52 kr	421 011,36 kr	288 614,84 kr
Alternativ 2	132 396,52 kr	203 545,39 kr	71 148,87 kr

Totala operativa kostnader per dag vid olika taxeringsalternativ			
	Göteborg	Varberg	Differens
Referens	789 384,17 kr	1 083 099,90 kr	293 715,73 kr
Alternativ 1	789 384,17 kr	1 048 462,01 kr	259 077,84 kr
Alternativ 2	789 384,17 kr	830 996,04 kr	41 611,87 kr

Bilaga M: Beräkning av emissioner från lastbilar





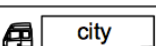

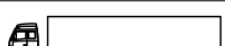
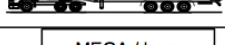
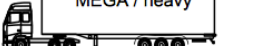
Antaganden som är avgörande för emissionsberäkningarna redovisas nedan. Även den beräknade mängden fordonsrörelser redovisas.

Tabell 28 Antaganden för beräkning av emissioner från lastbilar

Göteborg Kiel		(Lastbilstrafik stadsmiljö)	Fordonsrörelser per dygn (Göteborg)	
Euroklass		4	Scandinavica	12
Lastbilstyp		No. 8		8 Avgår
Vägtyp		Urban		11 Ankomme
Fyllnadsgrad		70 %	Germanica	7
Sträcka		10 km		11
Kostnader:		Lokal Medel densitet	RoRo X	7 Avgår
				11 Ankomme
			RoRo Y	7
			Totalt	47
				9
Varberg Kiel			Fordonsrörelser per dygn (Varberg)	
Euroklass		4	Scandinavica	12
Lastbilstyp		No. 8		8 Avgår
Vägtyp 1		Motorväg		12
Vägtyp 2		Urban	Germanica	8 Ankommer
Fyllnadsgrad		70 %		11
Sträcka 1		50 km		7 Avgår
Sträcka 2		2,5 km		11
				7 Ankommer
			Totalt	49
				0

Tabellen nedan redovisar data för de olika lastbilstyperna. Lastbilarnas vikt avgör deras emissionsmängder.

Tabell 29 Data kring olika lastbilstyper (NTM, 2008)

No	Illustration	Nomenclature	Max weight ¹	Vehicle length (approx.)	Cargo capacity				
					(typical values, inner dimensions)				
			[tonne]	[m]	[tonne]	pallets	[m]	[m ³]	TEU
1	(no picture)	(LCV) Pick-up	< 2,5	5	0,6	1	1,8	3 - 6	0
2		(LCV) Van	< 3,5	7	1,5	3 - 5	3 - 4	10	0
3		(MDV) Light lorry/truck	3,5-7	8	5	14	4 - 6	35	0
4		(MDV) Medium lorry/truck	7-18	12	7	24	7,7	44	0
5		(MDV) Heavy lorry/truck	16-26	12	15	24	7,7	44	1
6		(HDV) Tractor + 'city-trailer'	16 - 26	12 - 15	15 - 16,5	20-28	8 - 12	50-64	1
7		(HDV) Lorry/truck + trailer	≤ 40	18,75	22	36	7,75 + 7,75	104	2
8		(HDV) Tractor + semi-trailer	≤ 40	16,5	26	33	13,6	92	2
9		(HDV) Tractor + MEGA-trailer	40 ≤ 50	16,5	33	33	13,6	110	2
10		(HDV) Lorry/truck + trailer or semi-trailer on dolly	≤ 60	24 - 25,25	40	51	7,7 + 13,5	140	3

Från NTM Road erhöles följande uppgifter för bränsleförbrukning för fordon mellan 28 och 40 ton och med euroklass 4, enheten är liter per kilometer. Bränsleförbrukningen för fyllnadsgrad på 70 procent, FC(70), beräknades enligt:

$$FC(70) = FC(0) + (FC(100) - FC(0)) \times 0,7.$$

Formel 8 Beräkning av bränslekonsumtion

Tabell 30 BERäkning av emissioner från lastbilar i Göteborg (NTM, 2008)

Tabellvärden	
Bränslekonsumtion	
FC(0):	0,228 l/km
FC(100):	0,504 l/km
FC(70):	0,4212 l/km

Utsläppsmängderna i gram per liter erhöles från NTM Road (2009). De totala externa kostnaderna för lastbilstrafiken beräknades enligt beräkningsgången som redovisas nedan.

$$1. \text{Sträcka (km)} \times FC \left(\frac{l}{km} \right) = FC (l)$$

$$2. FC(l) \times \text{Emissioner} \left(\frac{g}{l} \right) = \text{Emissioner (g)}$$

$$3. \text{Emissioner (g)} \times \text{Fordonsrörelser} = \text{Totala emissioner (g)}$$

$$4. \frac{\text{Totala emissioner}}{1000} (g) \times \text{Kostnad} \left(\frac{kr}{kg} \right) = \text{Kostnad för emissioner (kr)}$$

$$5. \sum \text{Kostnad för respektive emission} = \text{Totalkostnad}$$

Tabell 31 Externa kostnader från lasbilstransporter i Göteborg

Emissioner	HC	NO _x	PM	CO ₂	SO _x	Sammanlagda
gram / liter	0,069	15,2	0,108	2621	0,00333	
gram / km	0,021	6,234	0,033	1103,965	0,001	
totalt (g)	0,20	64,02	0,45	11039,65	0,01	11102,55

Kostnad	HC	NO _x	PM	CO ₂	SO _x
Global kr/kg				1,5	
Regional kr/kg	31	62			21
Lokal kr/kg	14	8	2400		75

Externa kostnader per lastbil						Totalt
Global				16,5595		16,56
Regional	0,0090	3,9694			0,0003	3,87
Lokal	0,0041	0,5122	1,0918		0,0011	1,30

	HC	NO _x	PM	CO ₂	SO _x	Totalt
Totalkostnad (kr)	0,0131	4,4816	1,0917	16,5595	0,0013	22,15 kr/lastbil
Dygnskostnad	6,264	2146,671	522,948	7931,990	0,645	10608,52 kr/dygn

Emissioner	Kostnad (SEK)
HC	6
NO _x	2147
PM	523
CO ₂	7932
SO _x	1
Totalt	10608

På samma sätt beräknades de externa kostnaderna från lastbilstrafiken vid linjetrafik från Varberg. De sammanlagda kostnaderna består av utsläppen från två delsträckor av olika slags körning, dessa redovisas i tabellen nedan.

Tabell 32 Antaganden för lastbilstrafik till och från Varberg

Varberg - Kiel		
Euroklass	4	
Lastbilstyp	No. 8	
Vägtyp 1	Motorväg	
Vägtyp 2	Urban	
Fyllnadsgrad	0,7	
Sträcka 1	75	km
Sträcka 2	2,5	km
Lastbilar / Dygn	490	st

Differens i att köra till Varberg istället för Göteborg

Tabell 33 Bränsleförbrukning för olika vägtyper (NTM, 2008)

Tabellvärden		Tabellvärden	
Bränslekonsumtion - Motorway		Bränslekonsumtion - Urban	
FC(0):	0,228 l/km	FC(0):	0,23 l/km
FC(100):	0,504 l/km	FC(100):	0,396 l/km
FC(70):	0,4212 l/km	FC(70):	0,3462 l/km

Dessa data gav beräkningar av externa kostnader enligt tabellerna nedan. Metoden för beräkningarna är densamma som för beräkning av externakostnader från lastbilar i Göteborg.

Tabell 34 Externa kostnader från lastbilstransporter Varberg, Sträcka 1 och 2

Externa kostnader Sträcka 1

Emissioner	HC	NOx	PM	CO2	SOx
gram / liter	0,0502	14,8	0,0786	2621	0,00333
gram / km	0,021	6,234	0,033	1103,965	0,001
totalt (g)	1,59	467,53	2,48	82797,39	0,11

Kostnad	HC	NOx	PM	CO2	SOx
Global kr/kg				1,5	
Regional kr/kg	31	62			21
Lokal kr/kg	14	8	2400		75

	HC	NOx	PM	CO2	SOx	Total Sträcka 1
Global				124,1961		124,196085
Regional	0,0492	28,9870			0,0022	29,0384

Lokal	0,0222	3,7403	5,9591		0,0079	9,7295
--------------	--------	--------	--------	--	--------	--------

	HC	NOx	PM	CO2	SOx	Total Sträcka 1
Totalkostnad (kr)	0,0714	32,7272	5,9591	124,1961	0,0101	162,9639
Dygnskostnad	35,0	16036,3	2920,0	60856,1	4,9	79852,3

Externa kostnader Sträcka 2

Emissioner	HC	NOx	PM	CO2	SOx
gram / liter	0,069	15,2	0,108	2621	0,00333
gram / km	0,024	5,262	0,037	907,390	0,001
totalt (g)	0,06	13,16	0,09	2268,48	0,00

Kostnad	HC	NOx	PM	CO2	SOx
Global kr/kg				1,5	
Regional kr/kg	31	62			21
Lokal kr/kg	14	8	2400		75

	HC	NOx	PM	CO2	SOx	Total Sträcka 2
Global				3,4027		3,4027
Regional	0,0019	0,8156			0,0001	0,8176
Lokal	0,0008	0,1052	0,2243		0,0002	0,3306

	HC	NOx	PM	CO2	SOx	Total Sträcka 1
Totalkostnad (kr)	0,0027	0,9209	0,2243	3,4027	0,0003	4,5509
Dygnskostnad	1,3168	451,2371	109,9254	1667,3295	0,1356	2229,9444

Dessa gav den sammalagda externa kostnaden enligt nedan.

Emissioner	Kostnad Sträcka 1	Kostnad Sträcka 2	Kostnad Totalt (SEK)
HC	35	1	36
NOx	16036	451	16488
PM	2920	110	3030
CO2	60856	1667	62523
SOx	5	0	5
Totalt	79852	2230	82082

Bilaga N: Beräkning av emissioner från fartygen

Den sammanlagda bränslekonsumtionen utgår från bunkerberäkningar enligt Bilaga F. Bränslekonsumtionen per dygn med linjetrafik från Göteborg redovisas nedan.

Tabell 35 Bränslekonsumtion per fartyg

Bränslekonsumtion Göteborg - Kiel			
	Medelhastighet (knop)	Restid medel (h)	MDO-förbrukning (ton)
Scandinavica	16,8	13,18	31,86
Germanica	16,74	13,22	31,56
RoRo & Y	16,77	13,2	31,71
Totalt			126,84

Beräkningarna utgick från utsläppsdata från Institutionen för vatten och luft (2009).

Tabell 36 Utsläppsdata för konsumtion av MDO

IVL Emissioner MDO					
	HC	NO _x	PM	CO ₂	SO _x
g / kWh	0,5	13,2	0,3	645	1
kg/ton	2,57735	68,04204	1,54641	3324,7815	5,1547

Utsläppsmängderna i kilogram per ton bränsle erhöles från IVL. Beräkningsmetodiken för de externa kostnader från emissioner orsakade av fartygen redovisas nedan. Bränsleförbrukningen avser bränsleförbrukning per dygn.

- $\sum \text{Bränsleförbrukning per fartyg (ton)} = \text{Total FC (ton)}$
- $\text{Total FC (ton)} \times \text{Emissioner} \left(\frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) = \text{Emissioner (kg)}$
- $\text{Emissioner (kg)} \times \text{Kostnad} \left(\frac{\text{kr}}{\text{kg}} \right) = \text{Kostnad för emissioner (kr)}$
- $\sum \text{Kostnad för respektive emission} = \text{Totalkostnad (kr)}$

Tabell 37 Redovisning av externa kostnader från fartyg Göteborg - Kiel

Externa kostnader (Göteborg - Kiel)

Emissioner	HC	NO _x	PM	CO ₂	SO _x
kg / ton	2,6	68,0	1,5	3324,8	5,2
totalt (kg)	326,9	8630,5	196,1	421715,3	653,8

Kostnad	HC	NO _x	PM	CO ₂	SO _x
Global kr/kg				1,5	
Regional kr/kg	31	62			21
Lokal kr/kg	14	8	2400		75

	HC	NO _x	PM	CO ₂	SO _x	Totalt (kr/dygn)
Global				632572,9		632572,93
Regional	10134,2	535088,0			13730,3	558952,55
Lokal	4576,8	69043,6	470751,9		49036,7	593408,98
Totalkostnad (kr)	14711,0	604131,7	470751,9	632572,9	62766,9	1784934,46

Emissioner	Kostnader
HC	14710,99833
NO _x	604131,7
PM	470751,9
CO ₂	632572,9
SO _x	62766,9
Total	1784934,46

Kostnaderna för färjetrafiken med utgångspunkt i Varberg beräknades enligt samma metodik med utgångspunkt i bränsleförbrukningen från tabellen nedan.

Tabell 38 Bränslekonsumtion på sträckan Varberg - Kiel

Bränslekonsumtion Varberg - Kiel			
	Medelhastighet (knop)	Restid medel (h)	MDO-förbrukning (ton)
Scandinavica	17,5	10,86	30,28
Germanica	17,5	10,86	30,28
Totalt			121,12

Tabell 39 Redovisning av externa kostnader från fartyg på sträckan Varberg - Kiel

Externa kostnader (Varberg - Kiel)

Emissioner	HC	NO _x	PM	CO ₂	SO _x
kg / ton	2,6	68,0	1,5	3324,8	5,2
totalt (kg)	312,2	8241,3	187,3	402697,5	624,3

Kostnad	HC	NO _x	PM	CO ₂	SO _x
Global kr/kg					1,5
Regional kr/kg	31	62			21
Lokal kr/kg	14	8	2400		75

	HC	NO _x	PM	CO ₂	SO _x	Totalt (kr/dygn)
Global				604046,3		604046,30
Regional	9677,2	510957,6			13111,1	533745,93
Lokal	4370,4	65930,0	449522,8		46825,3	566648,50
Totalkostnad (kr)	14047,6	576887,6	449522,8	604046,3	59936,4	1704440,73

Emissioner	Kostnader
HC	14047,6
NO _x	576887,6
PM	449522,8
CO ₂	604046,3
SO _x	59936,4
Total	1704440,73

Bilaga O: Emissioner efter metanolkonvertering av Stena Germanica

I enlighet med beräkningar av bränslekonsumtion (se Bilaga F) förbrukar Stena Germanica på egen hand:

Tabell 40 Bränslekonsumtion från Stena Germanica på respektive sträcka

Bränslekonsumtion Göteborg - Kiel			
	Medelhastighet (knop)	Restid medel (h)	MDO-förbrukning (ton)
Scandinavica	16,8	13,18	0
Germanica	16,74	13,22	31,56
RoRo X & Y	16,77	13,2	0
Totalt			31,56

Bränslekonsumtion Varberg - Kiel			
	Medelhastighet (knop)	Restid medel (h)	MDO-förbrukning (ton)
Scandinavica	17,5	10,86	0
Germanica	17,5	10,86	30,28
Totalt			60,56

En av fyra motorer drivs efter konverteringen av metanol medans tre av dem drivs av MDO som tidiagre. Andelen emissioner förväntas minska enligt tabellen nedan.

Tabell 41 Reducering i procentenheter till följd av metanolkonvertering

Metanol - Reducering					
	HC	NO _x	PM	CO ₂	SO _x
%	0	60	95	25	99

De nya emissionsnivåerna beräknades då utifrån följande formel:

$$Emissioner (MDO \& Metanol) = \left[\frac{3}{4} \times E \right] + \left[\frac{1}{4} \times E \times \left(\frac{100 - R}{100} \right) \right]$$

Där E avser emissioner från MDO och R är reduktionen i procent. Detta gav följande resultat:

Tabell 42 Jämförelse av externa kostnader innan och efter metanolkonvertering, enheten för jämförelsen är SEK.

Jämförelse Total	Metanol & MDO	MDO
	Göteborg - Kiel	380053,79
Varberg - Kiel	729279,38	852220,37

Bilaga P: Sammanlagda kostnader för emissioner

De sammanlagda externa kostnaderna från lastbilstrafik och från färjorna summeras i tabellerna nedan. Den första tabellen avser färjelinjen från Göteborg och den andra färjelinjen från Varberg. De sammanlagde externa kostnaderna från de två alternativen jämförs i den sista tabellen.

Tabell 43 Sammanlagda emissioner från upplägg med färjelinje från Göteborg

Göteborg			
Emissioner	Lastbil	Färja	Totalt
HC	6	14711,0	14717,0
NOx	2147	604131,7	606278,7
PM	523	470751,9	471274,9
CO2	7932	632572,9	640504,9
SOx	1	62766,9	62767,9
Totalt	10609	1784934,46	1795543,46

Tabell 44 Sammanlagda emissioner från upplägg med färjelinje från Varberg

Varberg			
Emissioner	Lastbil	Färja	Totalt
HC	36	14047,6	14083,6
NOx	16488	576887,6	593375,6
PM	3030	449522,8	452552,8
CO2	62523	604046,3	666569,3
SOx	5	59936,4	59941,4
Totalt	82082	1704440,73	1786522,73

Tabell 45 Jämförelse av sammanlagda externa kostnader

Jämförelse Göteborg - Varberg		
	Göteborg	Varberg
HC	14717	14084
NOx	606279	593376
PM	471275	452553
CO2	640505	666569
SOx	62768	59941
Totalt	1795543	1786523

Bilaga Q: Känslighetsanalys emissioner från lastbil

Beräkningsförfarande för känslighetsanalys för emissioner från lastbilar skedde enligt samma beräkningsgång som för beräkningar av emissioner från lastbilar, se Bilaga M. Enbart variablerna antalet lastbilar, fyllnadsgrad och euroklass varierades. 888 lastbilar avser möjlig kapacitet om samtliga avgångar enbart transporterade lastbilar och 200 lastbilar är en antagen mängd i fall av en kraftigt reducerad efterfrågan.

Tabell 46 Redovisning av externa kostnader med hänsyn tagen till varierade parametrar

Lastbilar - Varberg	
490 lastbilar	82 059,47
888 lastbilar	148 753,00 Med bara lastbilar i färjorna
200 lastbilar	33 493,66 Med bara 50 lastbilar per färja

Euroklass - Varberg		Emissioner/dygn
	Euro 4	82 059,47
	Euro 5	74 899,31
	Euro 3	106 968,88

Fyllnadsgrad - Varberg		Utgår från 40 ton maxvikt	
		Emissioner/dygn	Emissioner/ton
	70 %	82 059	2931
	50 %	71 383	3569
	90 %	92 736	2576

Lastbilar - Göteborg	
490 lastbilar	10 852,00
888 lastbilar	19 666,70 Med bara lastbilar i färjorna
200 lastbilar	4 420,00 Med bara 50 lastbilar per färjan

Euroklass - Göteborg		Emissioner/dygn
	Euro 4	10 852,00
	Euro 5	9 919,00
	Euro 3	14 388,00

Fyllnadsgrad - Göteborg		Utsläpp - Totalt	
	70%	2931	82 059,47
	50 %	3569	71 382,83
	90 %	2576	92 736,10

Bilaga R: Känslighetsanalys av emissioner från fartyg

Utifrån beräkningar för minimal och maximal bränsleförbrukning har en känslighetsanalys för de externa kostnaderna från fartygen gjorts.

Tabell 47 Olika mängder bränsleförbrukning

	Minimum	Antaget	Max
Göteborg - Kiel	117,9 ton	126,84 ton	157,8 ton
Varberg - Kiel	115 ton	121,12 ton	141,4 ton

Samma emissionsmängder från IVL som användes för ordinarie emissionsberäkningar användes i beräkning för känslighetsanalysen. Beräkningarna gav följande jämförelser.

Tabell 48 Beräknade kostnader för emissioner angivna i SEK och procentuella jämförelser av dessa

	Göteborg - Kiel	Varberg - Kiel
Minimum	1646284,86	1605791,00
Antaget	1784934,46	1704440,73
Maximum	2203424,52	1974424,76

Min som % av Max:	74,7	Göteborg - Kiel
	81,3	Varberg - Kiel
Min som % av Ant:	92,2	Göteborg - Kiel
	94,2	Varberg - Kiel