

CHALMERS



Morgondagens terminaltraktorer

Med avseende på alternativa drivmedel och
emissioner av växthusgaser

Examensarbete vid sjökaptensprogrammet

Mikael Martinsson
Jacob Nilsson

Institutionen för sjöfart och marin teknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2012
Rapport nr. SK-12/106

RAPPORT NR. SK-12/106

Morgondagens terminaltraktorer

Med avseende på alternativa drivmedel och
emissioner av växthusgaser

MIKAEL MARTINSSON
JACOB NILSSON

Morgondagens terminaltraktorer

Med avseende på alternativa drivmedel och emissioner av växthusgaser

The Terminal Tractors of Tomorrow
In an Alternative Fuel and GHG Perspective

MIKAEL MARTINSSON
JACOB NILSSON

Copyright © MIKAEL MARTINSSON OCH JACOB NILSSON 2012

Rapport nr SK-12/106
Institutionen för sjöfart och marin teknik
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Sverige
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Omslag:
Terminaltraktor med kopplad semitrailer under lastoperation på RoRo-
däck. *Foto: Magnus Henrysson*

Tryck: Chalmers tekniska högskola
Göteborg, Sverige 2012

The Terminal Tractors of Tomorrow

In an alternative fuel and GHG perspective

Mikael Martinsson

Jacob Nilsson

Department of Shipping and Marine Technology

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Humanity needs to reduce its emissions of greenhouse gases. Hence the operation area of a terminal tractor is limited to the port it would be relatively easy to construct an infrastructure for alternative fuel to accommodate the tractors. However, there is very little scientific research on alternative fuels in terminal tractors. The purpose of this report is to investigate what/which fuels that will power the terminal tractors in 2020 and to find a suitable candidate to replace today's diesel oil. In addition, the report has identified various factors that need to be satisfied if ports are to accept an alternative fuel.

This report has been conducted by interviewing representatives from three different ports as well as one engine manufacturer, the results from the interview has then been supplemented with calculations of green house gas emissions (GHG) for two fuel technologies: electrical and dimethyl ether. The study has found that all interviewees believe that diesel will continue to dominate as fuel for terminal tractors until the year 2020. Furthermore, this study has identified electric power as the most suitable candidate to replace diesel. Facts in favor of electricity include low emissions GHG in a "well-to-wheel" perspective, a good availability and the fact that electrical terminal tractors already are available on the market. The study has also identified pulling force, size of the vehicles and flexibility as areas where an alternative fuel must be able to deliver in order to satisfy the ports.

The report is written in Swedish.

Keywords: CTH, master mariner, terminal tractor, emission, alternative fuels, electrical, DME, GHG, port, RoRo

SAMMANFATTNING

Mänskligheten står i behov av att minska sina utsläpp av växthusgaser. Då operationsområdet för en terminaltraktor är begränsat till hamnen skulle det gå att relativt enkelt bygga upp en infrastruktur för att driva dessa med hjälp av alternativa drivmedel. Dock finns det väldigt lite vetenskapligt material kring ämnet alternativa drivmedel i terminaltraktorer. Syftet med denna rapport är att utreda vilket/vilka drivmedel som kommer att driva svenska hamnars terminaltraktorer fram till 2020 samt att finna en lämplig kandidat att ersätta dieseln som dominerar idag. Därutöver har rapporten identifierat olika faktorer som är viktiga för att hamnarna ska ta till sig ett nytt drivmedel.

I den här studien har tre olika hamnar samt en motortillverkare har intervjuats. Studien har funnit att samtliga intervjuade bedömer att diesel kommer att vara det dominerande bränslet för terminaltraktorer fram till 2020. Intervjuerna har kompletterats med en beräkning av utsläpp av växthusgaser vid DME- respektive eldrift. Resultatet är att studien har identifierat eldrift som den mest lämpliga kandidaten att ersätta dieseln. Faktorer som talar för el är bland annat låga utsläpp av växthusgaser i ett ”well-to-wheel”-perspektiv, god tillgänglighet samt att eldrivna terminaltraktorer redan idag finns tillgängliga på marknaden. Studien har dessutom identifierat dragstyrka, storlek på fordonen samt flexibilitet som områden där ett nytt drivmedel måste leverera för att kunna tillfredsställa hamnarna.

Nyckelord: CTH, sjökaptan, terminaltraktor, utsläpp, alternativa bränslen, elektrisk, DME, växthusgaser, hamn, RoRo

FÖRORD

Det här arbetet tog sin början bredvid en bullrande terminaltraktor på ett med dieselavgaser smyckat bildäck någonstans i fartygs-Sverige. Författarna bestämde sig någon gång under denna vistelse att försöka ta reda på hur vettigt det egentligen är att befinna sig i en sådan miljö. Efter att med varm hand lämnat över själva springandet med gasmätningssinstrument till våra kära kollegor *Magnus Norén* och *Jonas Åberg* tog vi itu med själva traktorn.

Ett sådant här projekt rör man inte iland utan kontakter och fackkunskap. Saknar man dessa så får man låna andras. Vi vill tacka *Rune Larsson* som startade vår resa runt bland kunnigt folk. Vi önskar även tacka följande resmål:

Arbetsmiljöverket
Cecilia Gunnarsson
Jan Skoog
Karl Forsell
Magnus Henrysson
Mathias Magnusson
Naturvårdsverket
Reimer Ryrholm
Robin Ryrholm
Volvo Group

Vi önskar rikta ett särskilt tack till alla de intervjuade respondenterna utan vars åsikter, kunskaper och bedömning det här arbetet hade blivit om intet. Detta tack vill vi även utöka till *Jonas Åberg* och *Magnus Norén* som bidragit med stöd och nödvändiga avbrott i skrivandeprocessen.

Vi vill även rikta ett särskilt tack till vår handledare *Johan Hartler* som agerat lots när författarna tappat uppfattningen om väderstrecken.

Avslutningsvis även ett stort tack till våra nära och kära som under den här hösten stått ut med kandidaterna.

Jacob Nilsson och Mikael Martinsson

Göteborg den 3:e december 2012

FÖRKORTNINGAR

BTL – Biomass-to-Liquids
CIDI – Compression Ignition Direct Injection
CNG – Compressed Natural Gas
CO - Kolmonoxid
CO_{2eq} – Koldioxidekvivalent
GHG – Greenhouse Gases
GTL – Gas-to-Liquids
GWP – Global Warming Potential
HC – Kolväten
ISO – International Organization for Standardization
LBG – Liquefied Bio Gas
LNG – Liquid Natural Gas
MC – Miljöchef
N₂O - Lustgas
NO₂ – Kvävedioxid
NO_x – Kväveoxider
PM – Particulate matter
RoRo – Roll-on/Roll-off
SCR – Selective Catalytic Reduction
SECU – Stora Enso Cargo Unit
VC – Verkstadschef

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

ABSTRACT.....	I
SAMMANFATTNING.....	II
FÖRORD	III
FÖRKORTNINGAR	IV
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	V
INNEHÅLLSFÖRTECKNING FIGURER	VII
INNEHÅLLSFÖRTECKNING TABELLER.....	VII
1. INLEDNING.....	1
1.1 BAKGRUND	1
1.2 SYFTE.....	2
1.3 AVGRÄNSNINGAR	2
2. METOD	3
2.1 METODVAL	3
2.2 INFORMATIONSSÖKNING.....	3
2.3 INTERVJUER	4
2.3.1 Intervjuprocessen	4
2.3.2 E-postkorrespondens.....	5
2.4 BERÄKNINGAR	5
2.5 URVAL	5
2.6 KÄLLKRITIK.....	6
2.7 ETIK.....	6
2.8 VALIDITET.....	6
2.9 METODDISKUSSION	7
3. TEORI.....	8
3.1 HAMNEN	8
3.1.1 Styckegods hanterat som enhetslast.....	8
3.1.2 RoRo-konceptet.....	8
3.2 TERMINALTRAKTOR	11
3.3 WELL-TO-WHEEL	12
3.4 MILJÖ	12
3.4.1 Utsläpp från en terminaltraktor	12
3.4.2 Utsläppskrav på mobila maskiner	13
3.4.3 Miljö kvalitetsnormer	14
3.4.4 Miljömål.....	14
3.4.4.1 Generationsmålet.....	15
3.4.4.2 Miljö kvalitetsmål.....	15
3.4.4.3 Etappmål	17
3.5 ALTERNATIVA FRAMDRIVNINGSMEDEL	18
3.5.1 Dimetyleter som fordonsbränsle	18
3.5.2 El som framdrivning i en terminaltraktor	20

4. RESULTAT	21
4.1 INTERVJUER	21
4.1.1 Utvecklingen av motorer för tunga fordon hos Volvo Group AB	21
4.1.2 Hamn Ada	26
4.1.3 Hamn Beda	29
4.1.4 Hamn Cilla	33
4.2 BERÄKNINGAR AV VÄXTHUSGASERS KLIMATPÅVERKAN	35
5. ANALYS.....	39
5.1 ANALYS AV INTERVJU MED VOLVO	39
5.2 ANALYS AV HAMNINTERVJUER.....	41
5.3 ANALYS AV EL OCH DME	45
5. SLUTDISKUSSION	46
6. SLUTSATS.....	49
7. FÖRSLAG TILL VIDARE STUDIER	50
REFERENSER	51
BILAGA 1	54
BILAGA 2	55
BILAGA 3	56

INNEHÅLLSFÖRTECKNING FIGURER

Figur 1. Semitrailer uppställd i hamnområde (Martinsson, 2012).....	9
Figur 2. En rolltrailer med fastsurrade metallplattor (Martinsson, 2012)	9
Figur 3. Translifter och en kassett (TTS group)	10
Figur 4. Terminaltraktor lossar en SECU från RoRo-däck (Martinsson, 2012).....	10
Figur 5. Terminaltraktor (Martinsson, 2012)	11
Figur 6. Svenska miljömålsstrukturen (Miljödepartementet, 2010).....	14
Figur 7. Molekylstruktur för DME.....	18
Figur 8. Beräkning: Utsläpp från 1 liter diesel	36
Figur 9. Beräkning: Svensk elmix utsläpp av GHG	37
Figur 10. GHG-index	38

INNEHÅLLSFÖRTECKNING TABELLER

Tabell 1. De databaser som genomfördes	3
Tabell 2. De sökord som har använts	3
Tabell 3. Utsläppskrav för respektive gränsvärdessteg (Europaparlamentet, 2004)	13
Tabell 4. GWP för växthusgaser (Gode et al., 2011)	35
Tabell 5. Diesels utsläpp i ett WTT-perspektiv (Gode et al., 2011).....	35
Tabell 6. Diesels utsläpp i ett TTW-perspektiv (Naturvårdsverket, 2009)	36
Tabell 7. Diesels utsläpp i ett WTW-perspektiv (Gode et al., 2011, Naturvårdsverket, 2009)....	36

1. INLEDNING

Det inledande kapitlet i rapporten behandlar bakgrunden till, syftet med och avgränsningarna i rapporten. Bakgrunden till att utreda morgondagens terminaltraktorer är p.g.a. av det allt växande klimathotet beroende av växthuseffekten. Syftet med rapporten presenteras i form av studiens huvudfrågeställning med hjälp av underfrågor. Till sist presenteras studiens avgränsningar.

1.1 Bakgrund

Den internationellt mycket uppmärksammade Stern-rapporten från 2006 slog fast att mänskligheten drastiskt måste minska sina utsläpp av växthusgaser (eng. greenhouse gases) för att i framtiden kunna undvika ekonomiskt katastrofala skadeverkningar orsakade av den pågående klimatförändringen (Stern, 2006). I Sverige står transportsektorn för en tredjedel av utsläppen av greenhouse gases (GHG) och för ca 80 % av konsumtionen av olja (Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet, 2012, Naturvårdsverket, 2012b). Det står därmed klart att transportsektorn kommer behöva vara en stor aktör i arbetet med att minska landets utsläpp av GHG.

Som en följd av hamnarnas geografiska placering vid vattnet är det troligt att dessa kommer att vara bland de första att lida ekonomisk skada av en stigande havsnivå orsakad av klimatförändringen. Det går därmed att hävda att hamnarna har ett intresse av att minska utsläppen av GHG och kanske även att gå i bräschen för transportsektorn.

En stor andel av de växthusgaser som genereras i Sveriges hamnar kommer dock från fartygen och står därmed utanför hamnens direkta kontroll. Hamnarna har dock parker med tunga dieseldrivna arbetsfordon som körs mer eller mindre dygnet runt. Då fordonen arbetar på en begränsad yta som ägs av hamnen själv finns det goda förutsättningar att bygga upp en infrastruktur för alternativa drivmedel till dessa fordon. Som ett praktiskt exempel publicerades 2011 en livscykelanalys som uppskattade att hamnen i Los Angeles lyckats reducera sina utsläpp av GHG med 40 % genom att elektrifiera sin flotta med terminaltraktorer (Kim, 2012).

Investeringar i terminaltraktorer rör för hamnarna stora ekonomiska belopp och risken att investera i alternativa drivmedel som inte håller långsiktigt kan avskräcka hamnarna från att göra dylika satsningar. Den amerikanska rapporten är en av få vetenskapliga artiklar som berör terminaltraktorer och alternativa drivmedel och för svenska förhållanden har författarna till den här rapporten inte lyckats finna någon. Det är därför angeläget att ur ett vetenskapligt perspektiv undersöka förutsättningarna för att byta ut dieseln som det primära bränslet för terminaltraktorer.

1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att utreda alternativa drivmedel för framtida terminaltraktorer för att därigenom minska emissioner av växthusgaser. Studiens tvådelade huvudfrågeställning är därmed:

- Vilket/vilka drivmedel kommer att driva tre svenska hamnars terminaltraktorer fram till 2020?
- Vilket bränsle är en lämplig kandidat att ersätta dieseln?

Nedanstående delfrågeställningar ämnar bidra i att svara på huvudfrågeställningen:

- Vilka drivmedelsteknologier tror motortillverkare och användare av terminaltraktorer tillhör framtiden?
- Vilka egenskaper är viktiga hos framtidens terminaltraktorer enligt hamnarna?
- Vilken förmåga har framtida framdrivningsteknologier att leva upp till de svenska miljö kvalitetsmålen utsläppsmässigt?
- Vilken inställning har motortillverkare och användare till en framtida miljövänligare fordonsflotta?
- Vilka utmaningar står tillverkare och användare av terminaltraktorer inför i arbetet mot en miljövänligare fordonsflotta?

1.3 Avgränsningar

Rapporten avgränsas till att avhandla terminaltraktorer som används för att lasta och lossa RoRo-fartyg i svenska hamnar. Framtidsperspektivet för att finna en lämplig ersättare till dieseln sträcker sig primärt fram till år 2020 men en utblick för framtiden ligger även inom avgränsningen. Den här rapporten utgår från de utvalda svenska hamnarnas behov och inställning samt perspektivet hos Volvos Groups produktplaneringsgrupp. Utvecklingen av drivmedel för terminaltraktorer kommer naturligtvis påverkas utav fler aktörer, främst terminaltraktortillverkarna samt tillverkarna av de industrimotorer som sitter monterade i traktorerna. De drivmedelstekniker som utvärderats är dock de som kommit fram i litteraturstudier samt intervjuerna med motortillverkaren och hamnarna. Undantaget är olika typer av miljödiesel och syntetisk diesel, ett område som av författarna bedömts som för stort för att kunna avhandlas i det här arbetet.

Den här rapporten har haft som mål att finna det mest lämpliga drivmedlet sett ur ett klimatperspektiv och därför har ingen annan miljöhänsyn tagits. I beräkningen av emissionerna av växthusgaser har endast CO₂, CH₄ och N₂O tagits med och räknats om till koldioxidekvivalenter. Vidare har utvärderingen av bränslena inte tagit någon hänsyn till ekonomiska aspekter såsom kostnader för infrastruktur, fordon och råvaror. Inte heller har drivmedlen utvärderats i ett livscykelperspektiv som även inkluderar själva fordonen.

Avslutningsvis är de egenskaper hos terminaltraktorerna som den här rapporten har identifierat som viktiga för hamnarna avgränsade till faktorer som kan tänkas påverka valet av drivmedel.

2. METOD

Studien om morgondagens terminaltraktorer har pågått mellan den 3 september och 20 december 2012 och har utgått från Chalmers tekniska högskola på Lindholmen i Göteborg. I studien har totalt sju respondenter deltagit vilka företräder hamnar och motortillverkare. Detta kapitel av rapporten kommer att behandla delar relaterat till vald metod.

2.1 Metodval

Inom det specifika området som rapporten avser behandla finns det ingen tidigare forskning som besvarar den specifika frågeställningen varför processen kommer att vara av explorativ karaktär. Området för studien är relativt avgränsat och fördjupat med en specifik fråga med ett specifikt syfte och ämnar inte dra alltför långa, generaliserande, slutsatser. För att besvara problemformuleringen har valet av metod fallit på intervjuer kompletterade med en beräkning av utsläpp av växthusgaser.

2.2 Informationssökning

Som grund för det här arbetet generellt och dess teoridel i synnerhet ligger den informationssökning som genomfördes i det initiala stadiet av det här arbetet. Litteraturen söktes bl.a. i välrenommerade vetenskapliga databaser tillgängliga genom Lindholmenbiblioteket på Chalmers. Dessa databaser presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. De databaser som genomfördes

Tabellen visar på de databaser som använts vid sökningen av litteratur.

• Chans	• SAE Digital Library	• Summon
• Nationalencyklopedin	• Scopus	• Web of Science

Dessutom har sökningar efter litteratur gjorts på sökmotorer på internet för att få tag på exempelvis rapporter som inte tillhandahålls av databaserna presenterade i Tabell 1. Litteratursökningen i sökmotorerna gav också fakta publicerad av terminaltraktortillverkare och andra för studien relevanta aktörer.

Vid litteratursökningen har en rad sökord använts. I Tabell 2 presenteras de sökord som ensamma eller i kombination har givit resultat vid sökningen av litteratur för studien.

Tabell 2. De sökord som har använts

Tabellen visar vilka sökord som har använts vid informationssökningen.

• Alternative fuel*	• emissionsfaktor	• Hybrid
• Dimethyleter	• Environment*	• Miljömål
• Electric	• Future	• Port
• Emission*	• Heavy-duty	• Terminal tractor

Utöver litteratursökningar i databaser och sökmotorer har böcker utgjort underlag för teorikapitlet. Dessa böcker har lånats på Chalmers bibliotek och skrivits av författare väl insatta i området.

2.3 Intervjuer

Huvudkomponenten i den här studien består av intervjuer med hamnar samt en motortillverkare. Dessa intervjuer har ämnat beskriva den pågående utvecklingen av alternativa drivmedel för tunga fordon samt att identifiera den kravbild som för terminaltraktorerna finns i det operativa ledet.

2.3.1 Intervjuprocessen

En semistrukturerad intervju har ett förutbestämt frågeformulär med ämnen och frågor som ska tas upp vid intervjutillfället. Dock är intervjun flexibel i den bemärkelsen att frågornas ordning inte har någon betydelse för intervjuaren och att respondenten har stora friheter att utveckla sina tankar (Denscombe, 2009). Sådana intervjuer har genomförts hos motortillverkare och hamnar.

Förberedelser

Processen med intervjuerna har gått till på så sätt att det först har gjorts en insamling av fakta för att få en större insikt om marknaden för terminaltraktorer. På så sätt har man samtidigt fått fram resultat på hur långt tillverkarna har kommit i sitt arbete med att komma bort från sitt oljeberoende på bränslesidan. En del i dessa resultat har utgjort teorikapitlet.

När kandidaterna hade samlat in tillräckligt med fakta för att ha en bild av vilka tillverkarna av terminaltraktorer är, vad de har i sitt modellutbud, vilka modeller med alternativa drivmedel som finns samt annan relevant information, författades frågor till intervjuerna.

Intervjuprocessen har varit sådan att två olika parter har intervjuats. Kandidaterna har intervjuat motortillverkare som utvecklar framdrivningsteknologi och representanter för hamnar som är användaren av terminaltraktorer. Eftersom två olika aktörer inom området har intervjuats gjordes också två olika uppsättningar av frågor som anpassades efter respondenternas respektive kompetensområden. Frågorna delades in i praktiska frågor som fungerade som en ren insamling av information om dagens verksamhet och i en del med frågor av mer strategisk och framtidsbetonande karaktär. Frågorna som skulle ingå i intervjun skickades ut till respondenterna via e-post i god tid innan intervjun skulle äga rum. På så sätt var respondenterna väl förberedda vid intervjutillfället vilket ytterligare förstärkte det faktum att intervjuerna var semistrukturerade. Respondenterna hade haft tid att tänka till och kunde därmed dela med sig av sina egna tankar och idéer vid intervjun.

Innan intervjuerna genomfördes prövades intervjufrågorna på testpersoner som fick kommentera frågornas utformning eftersom det för kandidaterna var svårt att själva bedöma om respondenterna skulle förstå frågorna

Genomförande av intervjuer

Intervjufrågorna skickades ut via e-post i god tid innan intervjun skulle äga rum. Där presenterades också examensarbetet och det var också det första som skedde vid själva intervjutillfället. Efter presentation av arbetets frågeställning och syfte förfrågades respondenten huruvida denne godkände digital ljudupptagning av intervjun eller ej. Samtliga respondenter gav sitt medgivande till inspelning. Respondenterna blev informerade om att ljudupptagningen inte kommer att transkriberas och endast kommer att behandlas av kandidaterna i syfte att vara ett stöd jämte anteckningar förda under intervjun. Samtliga intervjuer började med att respondenten presenterade sig själv och dess funktion inom företaget. Därtill presenterades företagets verksamhetsområde varpå intervjufrågorna började bearbetas. Frågeformuläret fungerade som en mall för intervjun och var inte på något sätt strikt. Frågorna ställdes i olika ordning där de bäst passade in under de olika intervjuerna. Kandidaterna ställde också en rad följdfrågor för att få ett mer uttömmande svar och därmed en klarare bild inom området ifråga. Det fanns också utrymme för respondenterna att utveckla frågorna.

Efterbehandling av intervjuresultatet

När intervjuerna hade genomförts sammanställdes respondenternas svar med hjälp av förda anteckningar och ljudupptagningar. Svaren sammanställdes strukturerat efter ett antal givna ämnesområden varefter en analys gjordes av resultatet.

2.3.2 E-postkorrespondens

Under processen har en mängd olika kontakter förts via e-post med statliga verk, myndigheter, tillverkare, hamnar, företag, institutioner m.m. Dessa konversationer har bidragit med en större förståelse för studiens ämnesområde.

2.4 Beräkningar

Jämte intervjuerna har beräkningar för emissioner av växthusgaser gjorts. Beräkningarna gäller för diesel och DME i ett ”well-to-wheel”-perspektiv samt för svensk elmix. Underlaget för beräkningarna har hämtats från väl förtrodda källor (Naturvårdsverket och Värmeforsk) och har möjliggjort en jämförelse i klimatpåverkan mellan eldrift och DME-drift.

2.5 Urval

Vad gäller urvalet av respondenter har det funnits en tanke bakom valet som skedde. Motortillverkaren är en av världens ledande tillverkare av motorer för tunga fordon och borde därför anses vara en aktör som besitter stor fackkunskap och ligger långt fram i arbetet med alternativa bränslen. Av den information som är tillgänglig talar mycket för att tillverkaren är djupt engagerad i att ta fram alternativa bränslen. Det faktum att tillverkaren dessutom är belägen i Göteborg var ytterligare en anledning till att valet var enkelt ur ett bekvämlighetsperspektiv.

Vid urvalet av hamnar fanns det från författarnas sida en önskan om en heterogen grupp för att få bästa möjliga representativa resultat. I detta urval praktiserades inte bekvämlighetsprincipen utan istället faktorer som hamnens hanterade godsmängd samt ägarstruktur. Härigenom representerar respondenterna från hammarna en stor, privatägd, hamn, en stor kommunalt ägd hamn samt en liten, privatägd, hamn. Detta kan ses som en s.k. datatriangulering vilket i detta fall innebär att de olika typerna av hamnar ställs mot varandra och jämförs för att få en mer fullständig bild av läget (Denscombe, 2009).

Respektive företags ”kundservice” har varit den inledande ingången till de respondenter som har valts ut i de olika intervjuerna på grundval av deras kompetens inom det berörda området. Genom kontakt via e-post och telefon har deras lämplighet för intervjun bekräftats.

2.6 Källkritik

Den sekundärdata som litteratur utgör har valts ut genom att endast data som funnit stöd i annan litteratur och som samtidigt inte står i konflikt med data från någon annan källa har använts. Denna data har sedan legat till grund för teorikapitlet. Vid den kritiska källgranskningen har faktorer som typ av databas, vetenskaplighet, presentationens kvalitet, typ av litteratur, författarens trovärdighet och publikationens ålder tagits i beaktande. Det har för kandidaterna varit viktigt att hitta ursprungskällan till all litteratur för att undvika snedvridning av dess resultat vilket kan vara fallet på andra ställen där den är publicerad. Därutöver har litteraturen i studien jämförts med annan jämförbar information för att bekräfta dess autenticitet, s.k. datatriangulering. Rapporten innehåller mestadels referenser från vetenskapliga databaser, i huvudsak artiklar, som genomgått den vetenskapliga granskningsprocessen förutom i de fall då information har varit direkt från leverantör (Denscombe, 2009).

2.7 Etik

Studien har genomförts bl.a. utifrån intervjuer där de deltagande respondenternas har visats hänsyn och vars rättigheter har respekteras av kandidaterna. Respondenterna har blivit informerade om bakgrunden, förutsättningarna och syftet med denna studie vilket bl.a. innefattar att de godkänner att resultatet från intervjun presenteras offentligt. I och med detta har kandidaterna anonymiserat hammarna samt dess respondenter för att förhindra att de ska lida skada av att ha deltagit i studien. Motortillverkaren har inte anonymiserats eftersom resultaten från den intervjun inte anses vara kontroversiella utan snarare till fördel för respondenten och dess bolag.

2.8 Validitet

I en kvalitativ studie som denna är det enligt Denscombe (2009) omöjligt att bevisa att de data som har använts är helt exakta. Det är därför viktigt att övertyga om studiens sannolika validitet. I denna studie har litteraturen granskats källkritiskt och respondenterna noga valts ut. Respondenterna har också i viss mån kontrollerat den analys som gjorts utifrån intervjuresultatet vilket förstärker dess äkthet.

2.9 Metoddiskussion

Denna studie kombinerar intervjuresultat från motortillverkare och hamnar. Tillsammans med beräkningar har studiens resultat triangulerats vilket ökar studiens tillförlitlighet. Genom triangulering av dels beräkningar och intervjuer, dels respondenttyper och litteratur har studiens trovärdighet optimerats, men det finns alltid svagheter i en studie enligt Denscombe (2009).

Vad gäller pålitligheten av intervjuerna är det viktigt att komma ihåg att respondenternas trovärdighet är svår att bedöma. Intervjuerna tog både upp faktiska frågor men också uppfattningar kring framtiden. De faktiska frågorna har kontrollerats via litteratur men respondenternas svar kring framtiden grundar sig inte alltid bara i ren fakta, utan även utifrån personliga tankar och åsikter. Denna studie har jämfört respondenternas svar med den data som insamlats under informationssökningen men faktum kvarstår att respondenternas svar som delvis ligger till grund för studiens slutsats kan vara personliga åsikter.

Detsamma gäller forskarnas personliga åsikter. Kandidaternas identitet, värderingar och övertygelser kan inte elimineras vid analys av studiens resultat men däremot har medvetenheten om detta faktum varit närvarande under hela studien. Denna medvetenhet i kombination med att kandidaterna har kunnat granska varandras analyser av resultatet har bidragit till att reducera detta problem.

De analyser som har gjorts vilka lett fram till ett resultat i studien påverkas som sagt mer eller mindre av dels respondenterna, dels kandidaterna. Det leder till frågan om denna studie hade fått ett annat resultat om någon annan hade genomfört forskningen? Svaret är omöjligt att ge men genom detta metodkapitel skapas bästa möjliga förutsättningar för att liknande svar ska kunna fås i en annan liknande studie. Dock är det föga troligt att denna studie är så neutral till sin natur att en exakt likadan studie skulle ge samma resultat. För det första kommer olika forskare med olika bakgrund alla bli känslomässigt involverade på olika sätt i studien vad gäller insamling och analys av data vilket gör det mycket osannolikt att de skulle komma fram till exakt samma resultat. För det andra är det allt annat än troligt att man kan intervjua exakt samma respondenter under samma förutsättningar i de båda studierna. Den tid som går emellan studierna kan dessutom ändra synen hos respondenterna.

Avslutningsvis finns det en svaghet i studien vad gäller dess representativitet. Från början var tanken med studien att intervjua motortillverkare, tillverkare av industrimotorer (som sitter i dagens terminaltraktorer), fordonstillverkare samt hamnar. Dock inbegriper studien endast intervjuer från motortillverkare och hamnar då de övriga valt att inte delta. Detta leder till att man inte får med hela leverantörskedjan vilket därmed innebär att studien inte ger en helhetsbild av denna marknad. Dessutom har beräkningen av utsläppen av växthusgaser begränsats till att redogöra för två potentiella framtida drivmedel. Det finns givetvis betydligt fler bränslen men p.g.a. ofullständig fakta kring dessa samt tidsbrist är dessa inte presenterade i studien. Däremot får den heterogena gruppen av hamnar ses som ett lyckat val för att få en bättre representativ bild av de svenska hamnarnas åsikt i frågan. Det är dessutom värt att notera att detta är en studie främst grundad i intervjuer vilket innebär att man inte kan dra alltför generaliserande slutsatser ur studiens resultat.

3. TEORI

Följande kapitel kommer att behandla teoridelar nödvändiga för att underbygga, stödja och begripliggöra resultatet. Kapitlet kommer definiera en hamn, redogöra RoRo, översiktligt beskriva en terminaltraktor samt presentera miljömål för Sverige i allmänhet och utsläppskrav för terminaltraktorer i synnerhet.

3.1 Hamnen

En hamn är enligt Nationalencyklopedin ” plats där fartyg kan ankra och förtöja för skydd, lastning, lossning och uppläggning” och man kan dela upp dess verksamhet i passagerartrafik och godstrafik (Eriksson et al., 2012). I en hamn kan flera olika typer av torra och våta laster hanteras och man delar in gods i de två kategorierna bulk och styckegods. Då ett fartyg har en och samma last som upptar hela lastutrymmet så kallas detta bulk vilket exempelvis kan vara råolja, järnmalm eller bilar. Styckegods är däremot förädlad gods i förpackad form som är begränsad till sin kvantitet varför den inte upptar ett fartyg ensamt. Därmed transporterar ett styckegods-fartyg flera olika typer av gods samtidigt (Nilsson (red), 2012).

3.1.1 Styckegods hanterat som enhetslast

Styckegodshanteringen genomgick en revolution på 1960 – 70 talet då containern introducerades vilket ledde till en stor förändring inom lasthantering och påverkade därmed även hamnarna. Man gick från konventionell stuvning av lådor, kartonger, säckar etc. med enkel mankraft och kranar till enhetslast i standardiserade enhetslastbärare som containrar, lastpallar etc. vilket innebar en effektivisering av godshanteringen (Eriksson et al., 2012). Dessa enhetslastbärare lastas ombord antingen vertikalt eller horisontellt. Vertikal lastning/lossning benämns LoLo vilket står för Lift-on/Lift-off (sv. *Lyfta-på/Lyfta-av*) och detta är vad som sker på containerfartyg med hjälp av kranar. Vid horisontell hantering av rullande enhetslastbärare körs lasten ombord genom en eller flera ramper med hjälp av olika typer av truckar samt terminaltraktorer och detta kallas RoRo: Roll-on/Roll-off (sv. *Rulla-på/Rulla-av*) (Nilsson (red), 2012)

3.1.2 RoRo-konceptet

RoRo är det mest effektiva sätt att lasta och lossa gods tack vare den horisontella förflyttningen av godset vilket kräver minimal infrastruktur i hamnen och resulterar dessutom i korta liggetider i hamn. Därför passar RoRo-konceptet bra på relativt korta sjöresor (inom Skandinavien och Europa) men även till hamnar med dålig infrastruktur. Nackdelen med RoRo är dock att mycket av lastutrymmet inte blir utnyttjat p.g.a. RoRo-lastens förhållandevis dåliga fyllnadsgrad. I gengäld kan RoRo-fartygen transportera alla typer av rullande gods i enhetslastbärare (Lumsden, 2006).

Det finns olika grad av RoRo-laster beroende på hur stort behov lasten har av assistans från hamnen. Det finns laster som kan hanteras utan inblandning av stuveri där tillhörande dragfordon har följt med i transporten; t.ex. lastbilstransport och personbilar, medan andra laster har transporterats utan medföljande dragfordon. I dessa fall krävs stuveriassistans från hamnterminalen för att kunna lasta/lossa de rullande lastbärarna (ICS, 2010).

Exempel på sådana enheter är semitrailers, rolltrailers, kassetter och SECU.



Figur 1. Semitrailer uppställd i hamnområde (Martinsson, 2012)

Figuren visar en semitrailer ståendes i en hamn med bakpartiet riktat åt höger.

Semitrailer är en släpvagn utan frontaxel och kräver följaktligen en lastbil med svängskiva. I Figur 1 står en semitrailer uppställd i en hamn med bakpartiet riktat åt höger i bilden. Under bottenplattan i den främre delen finns en anordning för att koppla ihop semitrailern med ett fordons svängskiva. Svängskiva kan också kallas vändskiva och är den anordning som sammankopplar trailern med lastbilen och är dessutom den punkt kring vilken trailern svänger kring. Semitrailer är tillåtna att föras fram på vägar till skillnad från de andra enhetsbärarna i detta stycke och är vanliga på RoRo-fartyg där enheten är framme inom 48 h (Nilsson (red), 2012).



Figur 2. En rolltrailer med fastsurrade metallplattor (Martinsson, 2012)

Figuren visar en rolltrailer med fastsurrade metallplattor. Trailern på bilden är 40 fot lång och klarar av att lasta 70 ton.

Rolltrailer, eller i dagligt tal kallat MAFI-vagn som vi ser i Figur 2, är konstruerad som ett slätt, bart släp på vilket gods placeras för att göra det rullbart. Rolltrailers tillverkas i längder mellan 20 till 60 fot och klarar lastvikter mellan 30-120 ton beroende på modell. Vagnen är till skillnad från en kassett utrustad med hjul i bakkant vilket gör rolltrailern rullbar. Med hjälp av en krok, en s.k. svanhals, som fästs på terminaltraktorns svängskiva, kan rolltrailers genom sammankoppling med traktorn förflyttas. De mest frekventa godstyperna som transporteras på rolltrailers är ISO-containrar och styckegods (MAFI).

Kassetter liknar rolltrailers till stor del då de ser ut som ett flak men istället för att ha hjul som rolltrailers har de metallben som lyfter upp kassetten från däck. Det mellanrum som då skapas mellan däck och kassetts undersida möjliggör förflyttning av lastbäraren. Detta sker genom en lyftbar rullande vagn som kallas translifter vilken är sammankopplad med terminaltraktorn. Transliftern körs in under kassetten och lyfter med hjälp av hydraulik upp enheten från lastpositionen för att sedan kunna köra iväg med kassetten. I Figur 3 illustreras detta förfarande med ett gult translifter-ekipage ståendes bredvid en blå, tom kassett. Detta lastsystem med kassett och translifter möjliggör att transportera flera enheter (t.ex. containers) på en lastbärare vilket effektiviserar lasthanteringen. I dagsläget klarar en kassett av vikter upp till 120 ton vilket även gör den användbar vid hantering av SECU-boxar. (TTS Marine, TTS Port and logistics).



Figur 3. Translifter och en kassett (TTS group)

Figuren visar till vänster terminaltraktor med tillkopplad translifter som är redo att föras in under den blå kassetten till höger i bilden.

SECU står för Stora Enso Cargo Unit och är en blandning av en kassett och en container. I Figur 4 visas en SECU som precis ska lossas från RoRo-däck med hjälp av ett translifter-ekipage. Vid en första anblick ser det ut som en 40-fots ISO-container som står på en kassett men en SECU är större och har dessutom en högre lastvikt. En ISO-container är anpassad för att kunna framföras på väg medan en SECU kan lasta 80 ton. Så stora vikter får man normalt sätt inte transportera på vägar varför SECU transporteras intermodalt med järnväg för att sedan omlastas till RoRo-fartyg. Lasten i den skyddande SECU-boxen är uteslutande pappersrullar. För att lasta på och av RoRo-fartyget denna enhetslastbärare krävs en terminaltraktor med tillkopplad translifter (Široký, 2010).



Figur 4. Terminaltraktor lossar en SECU från RoRo-däck (Martinsson, 2012)

Figuren visar en terminaltraktor med tillkopplad translifter som precis har lyft upp en SECU från RoRo-däck i syfte att lossa enhetsbäraren.

3.2 Terminaltraktor

I föregående del om enhetslastbärare krävs det i samtliga fall en terminaltraktor. En terminaltraktor är ett arbetsfordon som bedriver den horisontella förflyttningen inom hamnområdet av främst de godsenheter som är beskrivna i ovanstående stycke. I denna rapport avses terminaltraktor med en traktor som opererar dels på plan mark i terminalområdet, dels ombord fartyget och dess yttre ramper som t.ex. akterrampen men också på fartygets interna ramper (med en lutning kring 8 °) som förbinder de olika lastdäcken på ett fartyg (Lumsden, 2006).



Figur 5. Terminaltraktor (Martinsson, 2012)

Figuren visar en terminaltraktor ståendes i en hamn. Bakom förarhytten är lyftbommen placerad på vilken svängsskivan är monterad

Dock finns det inte en enhetlig benämning inom branschen på detta arbetsfordon. En terminaltraktor som har motorkraft nog att köra i ramper brukar också ofta av tillverkare kallas RoRo-traktor för att skilja den från terminaltraktorn som i detta fall innebär en svagare traktor som endast opererar på plan mark. Dessa tillverkare skiljer då de två traktortyperna åt genom att sätta antingen TT (TerminalTraktor) eller RT (RoRo-Traktor) framför modellnamnet. I denna rapport däremot innebär terminaltraktor hädanefter, som sagt, en traktor som både kör på plan mark men också i ramper. Denna typ av terminaltraktor brukar ofta även kallas Tugmaster vilket är ett allmänt erkänt namn inom den svenska handelsflottan. Därutöver används också namn som terminaldragare (*eng. yardtractor*) eller bara dragare för att beskriva en terminaltraktor.

Terminaltraktorer liknar till stor del lastbilar men får till skillnad från lastbilar inte köras på allmän väg utan bara operera inom hamnområdet och lever även under andra krav när det bl.a. gäller utsläpp jämfört med lastbilar. En annan skillnad mellan dessa snarlika fordon är att terminaltraktorn är smidigare än en lastbil och traktorns svängskiva/vändskiva (*eng. 5th wheel*) är höj- och sänkbar tack vare lyftbommen som höjs och sänks hydrauliskt (Lumsden, 2006).

I Figur 5 visas en typisk terminaltraktor med ett vridmoment på ca. 1000 Nm. I främre delen är en förarhytt placerad med 360 graders utsikt i syfte att ge god sikt då föraren är vänd med stolen i omvänd körriktning. Detta utnyttjas då traktorn ”backar” in last på lastdäck. Bakom förarhytten finns en lyftbom som kan lyfta det dragande ekipaget när det kopplats fast i svängskivan vilken är placerad på lyftbommen. Utöver vändskiva och lyftbom innehåller en terminaltraktor andra vitala komponenter såsom motor, främre och bakre axel, transmission,

hydraulik – och pneumatiskt system samt bromsar som levereras från externa tillverkare (Kalmar).

3.3 Well-to-wheel

”Well-to-wheel” är ett koncept inom livscykelanalysen som beräknar hur stor procentuell andel av energin i råvaran (well) som slutligen blir rörelseenergi hos fordonet (wheel). I beräkningen dras den energi av som går åt för att bearbeta råvaran till ett fordonsbränsle, samt de energiförluster som det aktuella bränslets motortyp har. På så vis har man ett mått på hur effektivt ett bränsle är att utträta ett arbete, i den här rapporten att skapa rörelseenergi hos fordonet.

3.4 Miljö

Detta delkapitel kommer att ta upp de negativa effekter en dieselmotor och därigenom en övervägande del av dagens terminaltraktorer har på miljön. Detta kopplas samman med den lagstiftning som reglerar utsläppen från dessa motorer för att slutligen nämna de mål Sverige har för att åtgärda problemen med växthusgaser och luftföroreningar.

3.4.1 Utsläpp från en terminaltraktor

Dagens terminaltraktorer är i princip uteslutande utrustade med dieselmotorer. Vid förbränning av ett kolvätebränsle som diesel så bildas växthusgaser som exempelvis koldioxid (CO_2). Det blir också rester i form av luftföroreningar såsom koloxid (CO), oförbrända kolväten (HC), kväveoxider (NO_x) och partiklar (Particulate matter - PM). Luftföroreningarna påverkar både hälsa och miljö (Kousoulidou et al., 2008). Eftersom denna rapport fokuserar på terminaltraktorn ur ett miljöperspektiv kommer luftutsläppens miljöpåverkan kort redovisas i följande stycke.

De utsläpp som påverkar den globala uppvärmningen mest är växthusgaserna koldioxid (CO_2) och metan (CH_4) samt sot (som på engelska benämns Black Carbons och förkortas BC). Marknära ozon (O_3) och lustgas (N_2O) är också gaser som har en uppvärmande effekt (Jacobson, 2002). Dessutom bidrar marknära ozon till övergödning, försurning och skador på växtlighet (Naturvårdsverket, 2012a). Luftföroreningar å sin sida påverkar miljön på olika sätt. PM påverkar bl.a. att den globala temperaturen höjs och ger förhöjd luftfuktighet p.g.a. sin förmåga att bilda moln i atmosfären. NO_x tillsammans med syre bildar NO_2 vilken bidrar till ökade halter av marknära ozon. Även NO_x och HC under inverkan av sol bildar bl.a. marknära ozon (Kousoulidou et al., 2008). Kväveoxider har med andra ord inverkan på det marknära ozonet men är även i sig försurande. (Naturvårdsverket, 2012a) För att reducera och i framtiden minimera effekterna av dessa luftföroreningar regleras utsläppen från motorer på internationell basis.

3.4.2 Utsläppskrav på mobila maskiner

Europaparlamentet har i direktiv 2004/26/EG bl.a. beslutat om högsta nivåer av de redan nämnda luftföroreningarna CO, HC, NO_x och PM i syfte att minska utsläppen av gas – och partikelformiga ämnen från förbränningsmotorer i mobila maskiner (vilka ej får föras fram på väg). Man har delat in kraven dels efter vilken styrka det är på motorn, dels efter vilket gränsvärdessteg motorn ska uppfylla. Gränsvärdessteget, t.ex. steg IV, anger ett årtal det träder i kraft. Årtalet anger från vilket datum utsläppskraven gäller för motorer som släpps på marknaden. Kraven gäller således inte redan befintliga motorer utan nytillverkade. T.ex. så gäller utsläppskraven i steg IV från och med januari 2014 för nya motorer som släpps på marknaden efter ikraftträdandet medan en motor som såldes 2010 inte omfattas av de nya kraven utan de krav som gällde 2010 (Europaparlamentet, 2004).

Motorer som inte uppfyller utsläppskraven i kommande gränsvärdessteg beviljas inte typgodkännande från och med att det är ett år kvar tills det att gränsvärdessteget träder i kraft. Detta innebär att en motor som inte uppfyller kraven enligt steg IV (som träder i kraft januari 2014) inte kommer att godkännas för produktion efter januari 2013. Däremot får nya motorer typgodkända i det föregående gränsvärdessteget säljas i upptill två år efter att det nya gränsvärdessteget trätt i kraft i syfte att sälja av det gamla beståndet tillverkade motorer. Med detta menas att motorer tillverkade enligt kraven i steg III B får säljas som längst till januari 2016 då steg IV varit i kraft sedan två år tillbaka (januari 2014) (Europaparlamentet, 2004).

I Tabell 3 illustreras EU-direktivets gränsvärdessteg för mobila maskiner i tabellformat. Tabellen är indelad i motorstyrka och de tre gränsvärdesstegen III A, III B och IV. Direktivet delar in motorstyrka i fyra segment men endast kraven för de två starkaste motorkategorierna redovisas i tabellen eftersom det är inom dessa segment som terminaltraktorer tillverkas. Tabellen visar när de olika stegen ska träda i kraft och steg IV är det enda kvarvarande steg som ännu inte trätt i kraft. Detta sker som sagt 1 januari 2014. Skillnaden från steg III B är att man skärper utsläppskrav för NO_x till 0.4 g/kWh. Förutom NO_x regleras CO, HC och PM i direktivet vilket anger högsta tillåtna utsläpp av luftföroreningar i enheten g/kWh.

Tabell 3. Utsläppskrav för respektive gränsvärdessteg uttryckt i g/kWh (Europaparlamentet, 2004)

Tabellen visar EU-direktivets utsläppskrav för mobila maskiner. Tabellen är uppdelad efter de tre gränsvärdesstegen och intervall på motorstyrka. Värdena för respektive luftförorening anger högsta tillåtna utsläpp i g/kWh.

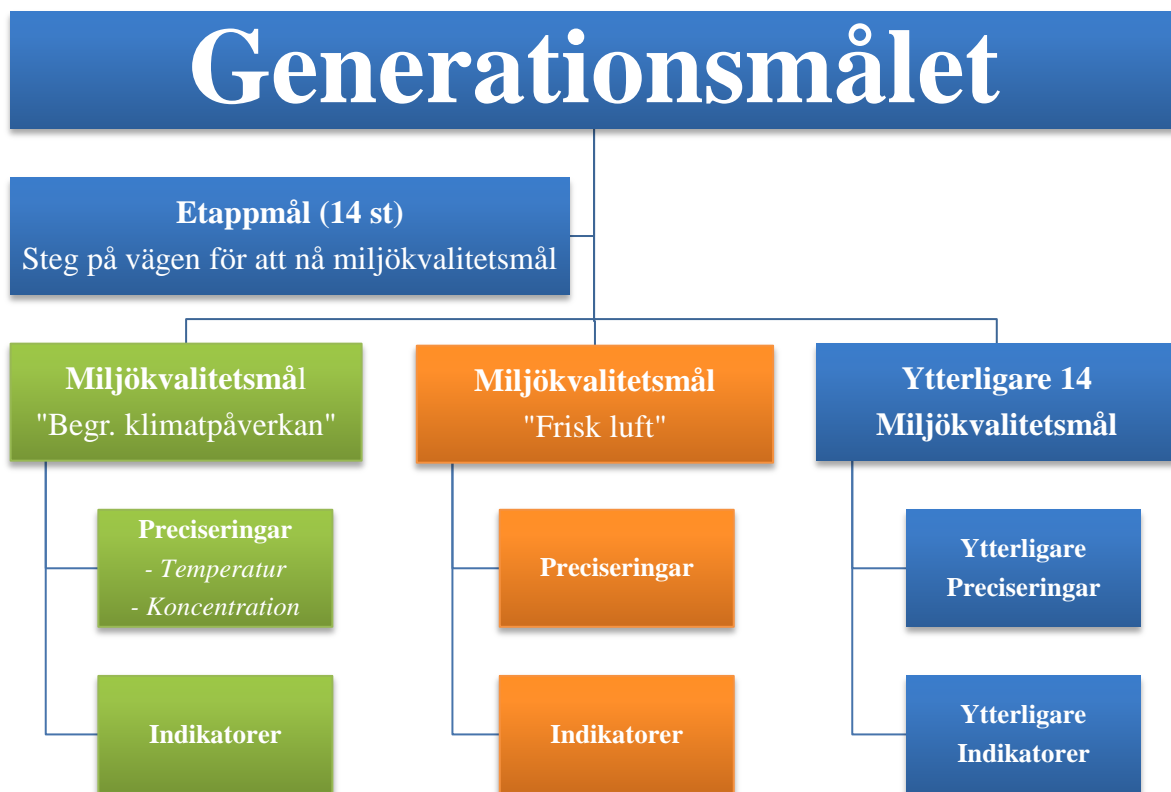
Motorstyrka Gränsvärdessteg	75-129 kW					130-560 kW				
	Datum	CO	NO _x	HC	PM	Datum	CO	NO _x	HC	PM
Steg III A	2007.01	5.0	4.0		0.3	2006.01	3.5	4.0		0.2
Steg III B	2012.01	5.0	3.3	0.19	0.025	2011.01	3.5	2.0	0.19	0.025
Steg IV	2014.10	5.0	0.4	0.19	0.025	2014.01	3.5	0.4	0.19	0.025

3.4.3 Miljökvalitetsnormer

Utöver lagkrav för utsläpp av luftföroreningar finns det i Sverige miljökvalitetsnormer. Dessa normer är juridiskt bindande gränsvärden för kvaliteten på mark, vatten, luft eller annan miljöaspekt som fastläs av regeringen eller av regeringen utsedd myndighet. Dessa kan sättas för landet i sin helhet eller för vissa geografiska områden. Värdena utgår från störnings- och föroreningsnivåer som människa och natur antas klara utan att ta skada eller drabbas av olägenheter. Systemet med miljökvalitetsnormer är en följd av ett EU-direktiv och är inkorporerat i den svenska Miljöbalken. Miljökvalitetsnormerna används som styrmedel för att uppnå de svenska miljökvalitetsmålen. Landets kommuner och myndigheter är ålagda att genom verktyg som tillsyn, tillståndsprövning och planläggning se till att miljökvalitetsnormerna inte överskrids (Miljöbalken Kap.5, 1998).

3.4.4 Miljömål

Vid sidan av EU-direktiv och miljökvalitetsnormer kommer denna rapport att beskriva delar av det svenska miljömålssystemet. Sveriges riksdag biföll 22 juni 2010 enligt beslut 2009/10: MJU25 regeringens proposition 2009/10:155 om en ny struktur för rikets miljömål genom att ha ett övergripande generationsmål med underliggande miljökvalitetsmål och tillhörande etappmål (Miljödepartementet, 2010).



Figur 6. Svenska miljömålsstrukturen (Miljödepartementet, 2010)

Figuren visar strukturen för det svenska miljömålssystemet. Generationsmålet är det övergripande målet med tillhörande miljökvalitetsmål. Varje miljökvalitetsmål har preciseringar och indikatorer för att mäta och utvärdera miljöarbetet. Etappmålen finns i syfte att vara ett steg på vägen mot att uppnå miljökvalitetsmålen.

3.4.4.1 Generationsmålet

Generationsmålet som riksdagen har satt upp pekar i vilken riktning man vill att miljöpolitiken ska ta och hur samhället ska agera för att uppnå ställda krav på miljö kvalitet. Generationsmålet lyder: ”Det övergripande målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser.” Detta vägledande mål kan aldrig uppnås om man inte samarbetar internationellt inom t.ex. EU (Miljödepartementet, 2010). I

Figur 6 visas den hierarkiska strukturen för det svenska miljömålssystemet med det övergripande generationsmålet och underliggande miljö kvalitetsmål. Varje miljö kvalitetsmål har tillhörande preciseringar för att mäta hur miljön är och indikatorer för att se hur miljön mår. Etappmålen är ett steg på vägen för att uppnå miljö kvalitetsmålen.

3.4.4.2 Miljö kvalitetsmål

Utöver generationsmålet har man bestämt 16 miljö kvalitetsmål som beskriver hur miljön ska se ut efter att man har uppnått målen. Varje miljö kvalitetsmål har en ansvarig myndighet där t.ex. Naturvårdsverket som förutom att vara ansvarig för flera av miljö kvalitetsmålen, även har ett samordningsansvar för uppföljningen av miljö målen. Naturvårdsverket ska utge en årlig rapport om uppföljningen av rikets miljö mål avseende både miljö kvalitetsmål och etappmål och var fjärde år ska en fördjupad utvärdering göras (Miljödepartementet, 2010). I rapporten ingår en bedömning huruvida miljö kvalitetsmålen som styrmedel och åtgärder räcker för att nå målen fram till 2020. Den frågan besvaras med ja, nej eller nära (Naturvårdsverket, 2012a). Dessutom har Naturvårdsverket ansvaret att vara den informationsförmedlande instansen vad gäller miljö målen och detta ska enligt riksdagsbeslutet ske via en internetbaserad sida som heter Miljö målsportalen (Miljödepartementet, 2010).

Preciseringar och indikatorer

Till kvalitetsmålen har man angett preciseringar som ska förtydliga målen samt hjälpa till i det fortlöpande miljö arbetet och preciseringarna anger ett miljö tillstånd som anses behövas för att nå miljö kvalitetsmålen. En precisering kan exempelvis vara att medeltemperaturen inte får stiga med mer än 2 grader mellan 1990 – 2050 (Miljödepartementet, 2012). Dessutom har varje kvalitetsmål ett antal indikatorer som till skillnad från preciseringar visar det aktuella miljö tillståndet för en viss faktor, t.ex. antalet isdygn i en viss sjö för att på så sätt kunna visa på klimatförändringar de senaste 100 åren. Dessa indikatorer gör det därmed lättare att bedöma miljö utvecklingen men fungerar också som en hjälp i uppföljningen av miljö målet. Tack vare indikatorerna kan ansvarig myndighet för ett visst miljö kvalitetsmål följa upp ifall de miljö åtgärder man gjort går åt rätt håll och tillräckligt fort. Det är upp till de för miljö kvalitetsmålen ansvariga myndigheterna att besluta om vilka indikatorer man anser vara lämpliga att applicera till vart och ett av miljö kvalitetsmålen. Detta innebär att indikatorerna kan förändras över tid och presenteras därmed på Miljö målsportalen där de uppdateras årligen (Miljödepartementet, 2010).

Miljö kvalitetsmål och dess anknytning till terminaltraktorn

De 16 miljö kvalitetsmålen hänger alla ihop då de tillsammans ska uppnå generationsmålet. Denna rapport fokuserar på att finna framdrivningsteknologi för att minska terminaltraktors miljö påverkan vad gäller avgasutsläpp till luft. Två av de 16 miljö kvalitetsmålen har direkt

anknytning till sådana utsläpp från terminaltraktorer. Dessa mål är målet om begränsad klimatpåverkan samt målet om frisk luft vilka båda ansvaras av Naturvårdsverket. Därmed är det inte sagt att andra miljökvalitetsmål inte påverkas av terminaltraktors avgasutsläpp men då sker det som en effekt av de avgaser som släppts ut till luft, som t.ex. målet om att bara ha en naturlig försurning eftersom terminaltraktorer släpper ut kvävedioxid som har en försurande effekt (Miljödepartementet, 2010).

Begränsad miljöpåverkan

Ett av de två miljökvalitetsmålen som kan knytas an till terminaltraktorns drift är som sagt målet om begränsad miljöpåverkan vilket enligt riksdagens definition är:

"Halten av växthusgaser i atmosfären ska i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig.

Målet ska uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras.

Sverige har tillsammans med andra länder ett ansvar för att det globala målet kan uppnås." (Miljödepartementet, 2010)

De flesta är överens om att växthusgaserna spelar en roll i det ändrade klimat som jorden upplevt de senaste 150 åren. Växthusgaserna kommer främst genom mänskliga aktiviteter från förbränning av fossila bränslen som kol, olja och gas. Både i Sverige och globalt är det transport-, el- och värmesektorn som bidrar klart mest till utsläpp av växthusgaser. Det är därmed ett globalt problem som måste lösas internationellt. Enligt prop. 2010/10:155 krävs det att det fattas ett gemensamt globalt klimatavtal för att kunna halvera jordens växthusgaser fram till 2050 och ha kommit i princip till nollutsläpp år 2100. Sveriges kvalitetsmål om begränsad miljöpåverkan är att år 2050 inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser (Miljödepartementet, 2010).

Till kvalitetsmålet om begränsad miljöpåverkan har man angett två preciseringar vilka är temperatur och koncentration. Preciseringen temperatur innebär att man har som mål att medeltemperaturen på jorden inte ska stiga med mer än 2 grader Celsius jämfört med nivån innan den industriella eran. Med koncentration menas att halten växthusgaser i atmosfären ska vara högst 400 ppm (koldioxidekvivalenter) för att kunna uppnå temperaturmålet om max 2 graders ökning (Miljödepartementet, 2012). Därtill är elva indikatorer applicerade som ska visa hur klimatet utvecklas genom de åtgärder man genomför. Tre av dessa indikatorer på om man går åt rätt håll med att begränsa klimatpåverkan i Sverige är antalet isdygn på Storsjön i Jämtlands län, energianvändningen per år i Sverige och Sveriges klimatpåverkande utsläpp (Miljömålsportalen, 2012).

Frisk luft

Det andra miljökvalitetsmålet som berör ämnet terminaltraktorer inom ramen för utsläpp är målet om frisk luft. Riksdagens definition på frisk luft är: ”Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas.” (Miljödepartementet, 2010)

Luftföroreningar skadar både människa, natur, miljö men även material som bryts ned snabbare p.g.a. smutsig luft. För människor innebär luftföroreningar i många fall försämrad hälsa och förkortad livslängd. Utsläppen kommer från en mängd olika verksamheter som t.ex. transport, uppvärmning och arbetsmaskiner där terminaltraktorn är en bidragande faktor till

utsläpp. Målet om frisk luft sträcker sig till 2020 till skillnad från målet om begränsad miljöpåverkan som siktar mot 2050 (Naturvårdsverket, 2012a).

Till miljö kvalitetsmålet frisk luft har regeringen beslutat om tio preciseringar där man preciserat en högsta halt av tio olika luftföroreningar för att minimera risken att föroreningarna ska påverka bl.a. växter samt människors hälsa. Bland dessa preciseringar återfinns luftföroreningar som t.ex. partiklar (PM 2,5 och PM 10), kvävedioxid och marknära ozon (Miljödepartementet, 2012). Till miljö kvalitetsmålet om frisk luft har 17 indikatorer satts upp som är viktiga i uppföljningen av målet och bland indikatorerna återfinns bl.a. kväveoxidutsläpp, svaveldioxidutsläpp och utsläpp av PM 2,5 (Miljömålsportalen, 2012).

Som ansvarig myndighet inför de två ovan beskrivna miljö kvalitetsmålen menar Naturvårdsverket att ingen av de två målen kommer att nås inom utsatt tid med de styrmedel som är i kraft idag. I båda fallen krävs en internationell överenskommelse för att kunna uppnå målen i framtiden eftersom utsläpp av luftföroreningar till viss del, och växthusgaser i synnerhet, inte är ett lokalt utan främst ett globalt problem (Naturvårdsverket, 2012a).

3.4.4.3 Etappmål

Regeringen har satt upp 14 etappmål för att öka möjligheten att nå generationsmålet och miljö kvalitetsmålen. Etappmålen ska ses som en guide för länsstyrelser, myndigheter, kommuner och näringsliv var de ska fokusera sitt miljöarbete. Etappmålen säger inte hur miljön ska se ut när målet är uppfyllt eftersom det är miljö kvalitetsmålens uppgift tillsammans med dess preciseringar. Etappmålen beskriver istället steg på vägen för att slutligen kunna nå miljö kvalitetsmålen samt det övergripande generationsmålet. Man har delat in etappmålen i fem olika områden: Farliga ämnen, avfall, biologisk mångfald, luftföroreningar och begränsad klimatpåverkan. De två sista nämnda områdena faller inom denna rapports ramar (Miljödepartementet, 2012).

Som ett steg på vägen att nå miljö kvalitetsmålet begränsad miljöpåverkan har man satt upp ett etappmål om att minska utsläppen av växthusgaser med 40 % till 2020 jämfört med 1990 års utsläppsnivåer. Verksamheterna som ingår i EU:s handel med utsläppsrätter ingår inte i etappmålet varför man måste sätta in åtgärder för att minska utsläppen inom verksamheter som inte handlar med utsläppsrätter. Detta åstadkommer man genom att gå utanför Sveriges gränser och införa emissionsreducerande åtgärder i andra EU-länder (Miljödepartementet, 2012). Detta etappmål anser Naturvårdsverket att Sverige är nära att nå (Naturvårdsverket, 2012a).

Tre andra etappmål har fastställts inom området luftföroreningar: Begränsade utsläpp av gränsöverskridande luftföroreningar i Europa, begränsningar av utsläpp av luftföroreningar från sjöfarten och luftföroreningar från småskalig vedeldning. Som vi ser är dessa etappmål ett steg på vägen att uppnå miljö kvalitetsmålet om frisk luft. Etappmålet om gränsöverskridande luftföroreningar innebär att man har som mål att utsläppskraven skärps på en internationell nivå. Detta berör terminaltraktorer på så sätt att de släpper ut kväveoxider som inte bara påverkar det lokala klimatet utan de kan med vindarna röra sig över gränserna och därmed påverka globalt (Miljödepartementet, 2012).

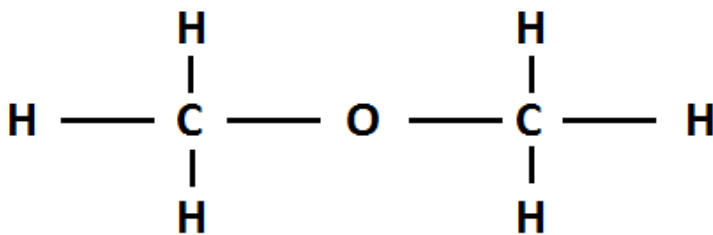
3.5 Alternativa framdrivningsmedel

Den avslutande delen av teorikapitlet ämnar ge förståelse för dimetyleter (DME) och el som alternativa framdrivningsmedel. DME beskrivs på ett generellt plan och fokus ligger på kemiska egenskaper, produktion, konvertering av dieselmotorer samt hälso – och miljöaspekter. Teoridelen om el beskriver hur tekniken praktiskt tillämpas i en batteridrivna terminaltraktor.

3.5.1 Dimetyleter som fordonsbränsle

Den näst enklaste formen av eter, dietyleter ($C_2H_5)_2O$, är välkänt som ett av mänsklighetens äldsta bedövningsmedel. Dock har den allra enklaste formen av eter, dimetyleter CH_3OCH_3 , historiskt inte haft samma stora användning. Under 1990-talet började ämnet utvärderas som fordonsbränsle (Salsing, 2011). Tidigare (och även nuvarande) användningsområden för dimetyleter har varit som drivgas i aerosoler samt som bränsle i gasspisar i de delar av världen där tillgången på naturgas är dålig. Det senare användningsområdet beror på att DME är relativt enkelt att framställa ur biogas och därmed att lokalproducera, vilket även är en av anledningarna till varför gasen blivit intressant som fordonsbränsle (Kemikalieinspektionen, 2012).

I denna rapport kommer just dimetyleter som producerats från biomassa, så kallad bio-dimetyleter (Bio-DME), behandlas och kommer härnäst benämnas som endast DME. Dock ska det poängteras att dimetyleter även kan produceras från fossila bränslen såsom kol och naturgas. Dimetyleter som produceras från dessa källor är klart mycket sämre än Bio-DME ur ett flertal miljöperspektiv (Institute for Environment and Sustainability of the EU Commission's Joint Research Centre et al., 2007). Dessa kommer alltså inte avhandlas i denna rapport.



Figur 7. Molekylstruktur för DME

Figuren visar molekylstrukturen för kolvätet DME.

Figur 7 visar att DME kemiskt består av två metylgrupper sammanfogade av en syreatom. Vid rumstemperatur är DME i gasform men ämnet övergår i vätska redan vid ett tryck på 5 eller vid en temperatur lägre än -25°C . Gasen är färglös och delar den karaktäristiska doften av eter med dietyleter. Jämfört med fossil diesel har DME en lägre viskositet och en mindre smörjande effekt, vilket kräver att additiv måste tillsättas om ämnet ska användas som motorbränsle (Salsing, 2011). Tänkt som fordonsbränsle besitter dock DME kemiska egenskaper såsom en låg antändningstemperatur och ett högt oktantal.

DME, har alltså en enkel kemisk struktur - långt enklare än de flesta kolvätena i vanlig fossil fordonsdiesel – och saknar till skillnad från kolvätena i fossil diesel helt kol-kol-bindningar. Den korta molekyllkedjan, avsaknaden av kol-kol-bindningar samt det faktum att DME som bränsle endast består av ett kolväte begränsar antalet ämnen som kan bildas vid förbränning av ämnet (Salsing, 2011). I avgaserna vid förbränning av DME i en dieselmotor är förekomsten av polycykliska aromatiska kolväten starkt begränsade, en ämnesgrupp känd för att orsaka cancer hos människa (Boström et al., 2002, Salsing, 2011). Mängden sotpartiklar är i det närmast försumbar och en riktigt anpassad dieselmotor körd på dimetyleter kan även leda till lägre utsläpp av kväveoxider (NO_x) och kolmonoxid (CO), jämfört med om samma motor kördes på fossil diesel (Salsing, 2011).

Som en följd av den enklare molekyllstrukturen har DME endast ungefär halva det energiinnehållet som fossil diesel har (Semelsberger et al., 2006). Det medför att fordon som körs på DME antingen behöver tankas oftare alternativt ha större bränsletankar för att kunna köra lika lång sträcka som ett motsvarande fordon tankat på diesel kan.

Sett ur ett hälsoperspektiv är DME varken cancerogent, mutagent eller har visat sig orsaka fosterskador. DME är inte heller giftigt vid vare sig lång eller kort exponering för ämnet, med undantag vid exponering för väldigt höga koncentrationer. (23) Vidare, sett ur en miljösynpunkt är DME inte giftigt för vattenlevande organismer och bidrar väldigt lite till bildandet av marknära ozon. (Salsing, 2011) Marknära ozon är ett vanligt problem i många storstäder.

DME kan användas som fordonsbränsle i vanliga dieselmotorer om den kondenseras. Sådana experiment påbörjades under 1990-talet och en dieselmotor kräver bara smärre förändringar för att kunna köras på DME (Salsing, 2011). Främst handlar det om att anpassa drivlinan för att hantera bränslets egenskaper såsom tryck, viskositet och det faktum att DME löser de flesta polymeriska föreningar, vilka är huvudkomponenterna i de flesta typer utav plaster. Samma typ av anpassningar behöver göras av tankstationer som ska hantera DME. De komponenter i fordonet som främst kräver modifikation är bränsletank, bränsleinsprutningssystem samt mjukvaran som styr bränsleinsprutningen (Salsing, 2011). En CIDI-motor som genomgått de nödvändiga anpassningarna har samma eller högre vridmoment när den körs på DME än samma motor hade innan anpassningen och kördes på diesel (Huang et al., 2009). Volvo och Isuzu är två tillverkare som satsar på att utveckla motorer för DME-drift (Isuzu, 2012, Volvo Group, 2012).

Traditionellt har DME producerats genom kondensation av metanol men under 2000-talet utvecklades teknik att producera DME genom förgasning av biomassa (Kemikalieinspektionen, 2012, Salsing, 2011).

Vidare är DME - enligt en studie genomförd av EU:s gemensamma forskningscenter (JRC) - det bränsle som ligger i absolut topp när man beräknar effektiviteten i ett "well-to-wheel"-perspektiv. (Institute for Environment and Sustainability of the EU Commission's Joint Research Centre et al., 2007). Där presenteras DME som mer effektivt än t.ex. GTL, vätgas och diesel producerad från biomassa (BTL). Samma rapport konstaterar att DME som produceras från svartlut - en energirik restprodukt från massaindustrin – är tre gånger så effektivt som DME framställt ur energiskog och är därmed att betrakta som närmast klimatneutralt. Vidare bedömde JRC att bio-DME hade potentialen ersätta 14,3% av den förväntade förbrukningen av diesel för vägfordon 2010 (Institute for Environment and Sustainability of the EU Commission's Joint Research Centre et al., 2007).

I ett samarbete mellan Volvo, Chemrec, Total, Haldor Topsoe, Deplhi, Preem och ETC som initierades 2008 utvecklade de deltagande företagen en komplett lastbil för DME-drift samt en pilotanläggning för att framställa bränslet från svartlut vid Smurfit Kappas kraftliner-fabrik i Piteå (Chemrec, 2008). Tankstationer byggdes upp i Stockholm, Jönköping, Göteborg och Piteå och 10 stycken DME-drivna lastbilar finns i dagsläget (2012) i operation hos olika företag i ett utvärderingsförsök (BioDME, 2012). Produktionen av BioDME i Sverige har under 2012 drabbats av flera bakslag. I maj meddelade Aditya Birla Group, ägare till Domsjö Fabriker utanför Örnsköldsvik, att man lägger ner projektet att bygga en storskalig BioDME-anläggning vid fabriken (ENGLUND, 2012). I oktober varslade Chemrec samtliga anställda vid pilotanläggningen i Piteå om uppsägning - enligt uppgift på grund av osäkerhet kring pilotprojektets framtida finansiering (Alpman, 2012).

3.5.2 El som framdrivning i en terminaltraktor

Ren eldrift innebär att terminaltraktorns enda framdrivningsbränsle är batterikraft och det finns ingen elalstrande anläggning ombord terminaltraktorn utan batteriet måste laddas vid en laddstation med jämna mellanrum. En eldriven terminaltraktor har inga utsläpp från den direkta driften. På världsmarknaden är Balqon Corporation i Kalifornien, USA den enda av författarna kända tillverkare av eldrivna terminaltraktor. Däremot har de ett samarbete med holländska Mol transport solutions som har en terminaltraktor med Balqon:s teknologi (Balqon, 2011). I detta delkapitel kommer Balqon:s terminaltraktor att beskrivas med fokus på framdrivningen.

Balqon:s eldrivna terminaltraktor tillverkas i USA och benämns Nautilus XE-20. Modellen är utrustad med en växelströms induktions-elmotor på 149 kW som utväxlar ett vridmoment på drygt 800 Nm med en verkningsgrad på ca 95 %. Motorn har fyra olika termostater för att skydda den mot termiska fluktuationer. Svängskivan är en semi-oscillerande med knappt 32 tons lyftkraft och manövreras genom en hydraulisk pump som drivs av en elektrisk motor. Nautilus har en maxhastighet på 40 km/h och kan köra 150 km olastad och oavbrutet i 95 km fullastad och innebär att traktorn klarar av ett åtta timmars arbetspass. Batterierna ombord är av Litium-Ion-typ med fosfatceller på 700 Ah. Totalt finns det 215 kWh energi i batteriet vid full laddning som tar 6.5 timmar. Det finns också möjlighet att ladda batteriet i 2.5 timmar med följden att man bara får 80 % batterikapacitet. Efter 3000 laddningar kan 80 % av batteriets kapacitet användas och efter 5000 laddningar är siffran nere i 70 %. XE-20 är också utrustad med en funktion som laddar upp batteriet då terminaltraktorn kör nedför en sluttning. Motor och batteri kräver inget underhåll och företaget ger 5 års garanti på batteriet (Balqon).

I delkapitlet om elens klimatpåverkan presenteras hur miljövänlig svensk el som skulle driva en elterminaltraktor egentligen är.

4. RESULTAT

I resultatkapitlet presenteras resultatet från intervjuer på med motortillverkare och hamnar samt beräkningen av utsläpp av växthusgaser i ett well-to-wheel-perspektiv för två alternativa drivmedel.

4.1 Intervjuer

I detta kapitel redovisas resultatet från tre intervjuer med hamnar och en intervju med Volvo. Respondenterna har av respektive organisation ansetts vara de som är lämpligast att svara på frågorna i intervjuerna. Samtliga hamnar är verksamma längs Sveriges kust. Hamnarna är uppdelade i hamn Ada, Beda och Cilla där hamn Ada och Beda hanterar ungefär en lika stor godsmängd medan hamn Cilla har betydligt mindre godsmängd över kaj.

Med tätort menas ett område där det är minst 200 bostäder och att avståndet mellan husen underskrider 200 meter (NE.se, 2012).

4.1.1 Utvecklingen av motorer för tunga fordon hos Volvo Group AB

Intervjun genomfördes: 2012-11-08

Respondent: Cecilia Gunnarsson, Senior Environmental Specialist, Volvo Group AB

För att få en bild av hur en tillverkare av motorer för tunga fordon tänker om framtida alternativa bränslen genomfördes i den här studien en intervju med Cecilia Gunnarsson, Senior Environmental Specialist hos Volvo Group AB:s och medlem i en av företagets arbetsgrupper för produktplanering. Gruppen gör bedömningar av vilka bränslen företaget ska satsa på, vilka råmaterial som kan tänkas bli bristvaror i framtiden och vilka material som ska användas för att nå bästa återvinningsbarhet. Gruppens uppgift är också att bedöma vilka material som lämpar sig bäst att använda ur ett miljö- och hälsoperspektiv. Resultaten av dessa bedömningar vägs sedan gentemot gällande lagstiftning och de önskemål kunderna ställer inom respektive segment. De skiftande önskemålen hos de olika kunderna innebär ibland att olika lösningar utvecklas inom företagets produktsegment. Cecilia jobbar främst med lastbilar och hennes – liksom gruppens - tidsperspektiv är perioden 3-8 år framåt i tiden och har därför nu planer fram till 2020.

Generellt om utveckling av alternativa drivmedel

Cecilia delar den gängse uppfattningen att tillgången till råolja minskar medan efterfrågan ökar i världen vilket leder till ett högre framtida pris på diesel. Hon presenterar uppgifter om att utvecklingen av världens oljekonsumtion fortsätter som den gjort hittills kommer konsumtionen ha fördubblats till 2030. Enligt henne går hälften av världens oljeproduktion idag till att förse transportsektorn med energi, vilket ställer krav på branschen att utveckla motorer för alternativa bränslen. Hennes bedömning är dock att diesel kommer fortsätta vara det dominerande bränslet för tunga fordon fram till 2020.

I Cecilias redogörelse av utvecklingsarbetet menar hon att mycket kan göras och pekar på den utveckling som skett med Volvos egna motorer. Där har den genomsnittliga bränsleförbrukningen mellan åren 1975 och 2005 minskat med 40 %, ett snitt på en procent per år. Cecilia pekar även på skillnaden i miljöfokus mellan olika delar av världen. I Asien

och i Sydamerika där de lokala luftföroreningar är ett problem i många städer ligger ofta fokus på att vidta åtgärder hos fordonen som minskar smog medan i Västvärlden där problemet inte är lika stort ligger fokus på att minska utsläppen av koldioxid.

Volvos framtida drivmedel

Volvo märker på lastbilssidan (den sida Cecilia kan svara för) av ett miljöintresse från kunden. Fordonen får gärna vara miljövänliga men det får inte kosta för mycket då kunden måste kunna fortsätta vara konkurrenskraftig.

Cecilia berättar under intervjun om den relativt färsk miljölagstiftning som numera finns i USA, Kina och Japan och som direkt eller indirekt styr hur mycket CO₂ nya tunga fordon får släppa ut, någonting som naturligtvis kommer att påverka utvecklingen av fordonen. En annan svår utmaning inför framtiden är att få ner utsläppen av NO_x från maskinerna.

Ett generellt problem som Volvo ser i utvecklandet av alternativa bränslen är myndigheternas svårighet att hänga med när det gäller lagstiftning och standardisering. För att nödvändiga satsningar ska vara intressanta för branschens aktörer krävs det långsiktiga politiska beslut främst när det gäller beskattning. För många av de alternativa bränslena gäller att de måste ha en förmånligare sådan än diesel för att väga upp de högre produktionskostnaderna. Cecilia nämner även vikten av att nya bränslen snabbt standardiseras så att Volvo sedan kan få sina fordon certifierade för respektive bränsle.

En utmaning, enligt Cecilia, som de deltagande alternativa bränslena har gemensamt är bristen på infrastruktur för produktion och distribution, även om investeringsbehoven skiljer sig åt. Symptomatisk för detta problem var att Volvo hade svårt att finna drivmedel till fordonsprojektet som presenteras nedan, i vissa fall fick man vända sig utomlands för att lyckas. Som ett led i att etablera en fungerande infrastruktur tror hon på små produktionsanläggningar vid introduktionen av ett nytt bränsle, då små anläggningar utgör en mindre ekonomisk risk för ägarna. Egna depåer för åkerier nämner hon som ett annat troligt första steg i byggandet av en ny infrastruktur.

I ett konkret försök att visa på möjliga alternativa bränslen för lastbilar förevisade Volvo 2007 sju stycken lastbilar konverterade för att köras på lika många olika biobränslen. Med projektet, som tog 10 månader, ville bolaget visa att man kunde utveckla fordon för de flesta alternativa bränslen snabbt och man meddelade samtidigt att man kunde ha fordonen klara för serieproduktion inom 24 månader.

Bränslena som fordonen byggdes för var:

- Biodiesel (diesel producerad genom transesterifiering av vegetabilisk olja)
- Biogas (förbränd i en ottomotor)
- Biogas + Biodiesel (Dual Fuel)
- Dimetyleter
- Etanol/Metanol
- Syntetisk diesel
- Vätgas + Biogas

I samband med utvecklingen av fordonen utvärderades bränslena enligt följande sju kriterier:

1. Mängden växthusgaser orsakade av produktionen av bränslet.
2. Energieffektiviteten i ett "well-to-wheel"-perspektiv.
3. Effektiviteten i vilken landytan användes för att producera bränslet.
4. Mängden av bränslet som kan tillverkas inom EU.
5. Den tekniska komplexiteten att anpassa ett fordon för bränslet.
6. Kostnaden att framställa bränslet.
7. Hur snabbt och komplicerat det är att bygga upp en infrastruktur för bränslet.

I den utvärderingen fanns en stor osäkerhetsfaktor för respektive bränsle med en stor differens mellan ett "worst case" och ett "best case scenario". Skillnaden beror på skiftande effektivitet i produktionskedjan beroende på vilken metod och vilken råvara som används för produktionen. Utfallet av utvärderingen blev relativt jämt där dimetyleter och metanol plockade flest poäng men Cecilia påpekar att det inte är så lätt utse en vinnare, det drivmedel som passar bäst beror på vilka aspekter man prioriterar högst. På en direkt fråga om vilket alternativt drivmedel Volvo tror på inför 2020 avböjer hon att svara. Hon väljer ändå att meddela att hon personligen tror på hybrider som en av de dominerade fram till det årtalet med motiveringen att de är ett bra första steg och "De finns ju redan".

Dimetyleter

Dimetyleter (DME) är ändå ett av de drivmedel Cecilia lyfter fram som mycket intressant och förklarar att Volvo satsar på detta inför framtiden. Volvo driver ett pilotprojekt i Sverige där tio stycken lastbilar med dimetyleter testkörs (se resultatdel 4.2.1.1). Fördelar med DME som Cecilia lyfter fram är dess höga effektivitet i ett "well-to-tank"-perspektiv, en stor potential att minska utsläppen av CO₂, att det är relativt enkelt att konvertera ett dieselfordon till att drivas av DME och att DME-drivna fordon klarar sig bra när de körs i kallt klimat. DME:s halva energivärde gentemot diesel och därmed den halverade aktionssträckan lyfter hon fram som en av nackdelarna.

Tidigare nämnda pilotprojekt ska enligt Cecilia ses som ett försök till att påbörja en utbyggnad av en infrastruktur. Som en kommentar till det avblåsta DME-projektet vid Domsjö Fabriker meddelade Cecilia sin personliga åsikt att projektet var för stort för att komma i ett så tidigt skede av infrastrukturbyggandet. Investeringen var beräknad till dryga tre miljarder kronor och därmed en stor risk när marknaden ännu inte fanns. Att regeringen ännu inte har fastslagit vilka skatteregler som ska gälla DME var enligt henne antagligen även det en bidragande anledning att projektet bedömdes som för riskabelt av de indiska ägarna.

Metan-diesel (Dual fuel)

En annan drivmedelsteknologi som lyfts fram under intervjun är s.k. dual-fuelmotorer, i Volvos fall drivna med en blandning av metan och diesel. Cecilia berättar att traditionella gasmotorer bygger på samma princip som tändstiftsmotorer vilka har lägre verkningsgrad än en dieselmotor (där antändningen sker genom kompression). Därmed har man inte kunnat ta ut samma effekt av en motor som drivits på gas som ur en dieselmotor. Genom att spruta in en liten mängd diesel och låta den antända gasen har man lyckats uppnå samma verkningsgrad som hos en dieselmotor och därmed i samma slag övervunnit en den traditionella gasmotorns största nackdelar. Volvos egna uppgifter gör gällande att deras dual-fuelmotor är 30-40 % mer energieffektiv än en ottomotor vilket bolaget vidare hävdar leder till en bränslebesparing på uppåt 25 % (Volvo Trucks, 2011).

Volvo har valt att driva denna motor med metan (LNG eller LBG) som i tankarna är nedkyllt till flytande form (-130°C eller -150°C beroende på tryck) i isolerade tankar. Fördelen med att kondensera LNG är att gasen då komprimeras med ett förhållande av ca 600:1 och att tanken därmed innehåller mer energi (Energigas Sverige, 2011). Väljer man istället att använda LBG är komprimeringsförhållandet ungefär det samma samtidigt som utsläppen av CO_2 enligt Volvo minskar med upptill 70 %. Det kondenserade tillståndet medför att bränslet måste förbrukas innan värmeledning till tanken orsakar att vätskan förångas och tanken utsätts för ett tryck större än vad den är konstruerad för. Cecilia nämner en ungefärlig tidsgräns på runt en vecka.

Cecilia berättar att metan-dieselmotorn finns tillgänglig idag i Volvos sortiment, i modeller med en effekt upp till 338 kW (Volvo Trucks, 2012). Fördelar hon lyfter fram med motortypen är hög verkningsgrad, intressant bränsleförbrukning, bra prestanda på fordonet, att den kan köras på biogas, att den går att köras på endast diesel ifall ingen gas finns tillgänglig samt att gasen hanteras kyld vilket leder till en enklare bränslehantering i fordonet jämfört med om den varit trycksatt. Nackdelen är den dyra isolerade tanken samt den minskade räckvidden (ca. hälften jämfört samma tankstorlek hos en diesel).

El-hybrider

Cecilia väljer även att presentera företagets el-hybrider som något för framtiden. Volvos el-hybrider är i dagsläget inga plugg-in-hybrider (hybrider vars batterier kan laddas via elnätet när de inte används) då man valt en batterityp som inte är optimerad för den typen av användning. Istället används fordonets batterier och kombinerade generator/elmotor till att omvandla och lagra rörelseenergin som tas från fordonet vid inbromsning. Elen som då alstras i generatorm används sedan för att sätta fordonet i rörelse igen vid start. Men Cecilia meddelar att företaget tittar på att införa plugg-in-hybrider i sitt sortiment.

I dagsläget finns teknologin på lastbilar och bussar som företaget tillverkar och enligt Cecilia uppvisar den en bränslebesparing på mellan 20-35% beroende på fordonstyp. Bäst resultat har uppnåtts på bussar, dels för att motorn byttes från 7 till 5 liter, dels de många start och stopp som bussar gör men ett stort bidrag kom även genom de effektiviseringsvinster som gjordes när t.ex. bussens nigningssystem och dörrar elektrifierades. Cecilia lyfter även fram att en el-hybrid leder till en bättre fordonsprestanda då den kombinerar elmotorns styrka på låga varvtal med dieseln på högre varvtal.

Eldrivna fordon

Då Volvo inte har några fordon som endast drivs på el i nuläget blev samtalet om ämnet av mer allmän karaktär. När det gäller batteridrivna fordon ser Cecilia problem med att batterier idag är väldigt dyra, tunga och känsliga för kyla. Hon ser det som enklare att införa eldrift i mindre fordon såsom mopeder, personbilar och mindre distributionslastbilar än större fordon. Som argument använder hon (och Volvo) följande siffror: att en personbil behöver ett batteri på 40 kg för att köra en sträcka på 10 km, att en distributionslastbil behöver ett 200 kg för att köra samma sträcka och att en långtradare behöver ett batteri på 20 ton för att köra 100 mil. Hon meddelar att hon känner till forskning om nya lovande batterier som lagrar energi med väldig täthet men att det är grundforskning och hennes bedömning är att kommersiella sådana batterier troligtvis inte finns tillgängliga förrän efter 2030. Hon känner även till forskning som görs för att öka batteriers robusthet mot exempelvis kyla.

Hon har ändå en tro på eldrivna fordon inför framtiden, främst på grund av elmotorns mycket höga verkningsgrad. För att illustrera denna använder hon ytterligare ett exempel: att om en

eldriven och en dieseldriven buss är tankad med samma mängd energi så kommer dieselbussen kunna köra 10 km medan elbussen kommer klara 34 km.

En typ av eldrivna fordon som Cecilia lyfter fram under intervjun är fordon som laddas under gång. Hon beskriver hur det kan ske både på klassiskt sätt med konduktiv laddning (såsom t.ex. med trådbussar) eller genom induktiv laddning. Kontinuerlig induktiv laddning av fordon är en relativt ung teknik som i Europa bland annat används av Bombardier. Tekniken fungerar som så att en elektrisk ledare grävs ner i vägen vilken genererar ett magnetiskt fält. Fältet genererar sedan genom induktion ström i fordonet (Primove Bombardier, 2012). Konduktiva och induktiva lösningar ser Cecilia som mest lämplig där det finns mycket trafik och där beslutsvägarna för infrastrukturbeslut är korta. Hon lyfter själv fram hamnen som ett område som borde vara idealt.

Volvo Penta

Cecilia jobbar som sagt inte primärt med industrimotorer men hon har ändå viss insikt i Volvo Penta, grenen inom Volvo gruppen som bygger motorerna för terminaltraktorerna. Hon upplever att Volvo Penta har jobbat mindre med miljöfrågor än resten av koncernen, detta som en naturlig följd av hur marknaden ser ut. Utsläppskraven har länge varit generösa vilket har underminerat en marknad för miljövänliga motorer. Dock känner hon till att Penta har använt sig av Volvo-koncernens nyare teknologi för att kunna leverera speciallösningar till kunder som önskat det. Hon ser de snabbt skärpta miljökraven på arbetsfordon som en anledning för dem att hämta fler idéer från lastbilssidan i framtiden. En utmaning för Penta är dock att lastbilsmotorerna är byggda för mycket renare bränslen än de som industrimotorer ofta körs på (i exempelvis marin miljö). Ett exempel på utrustning som kan ta skada av bränsle av dålig kvalitet nämner hon katalysatorer vilka dödas vid höga halter av svavel i avgaserna.

4.1.2 Hamn Ada

Intervjun genomfördes 2012-11-7.

Respondenter: hamnens verkstadschef samt hamnens underhållschef.

Hamn Ada hanterar endast RoRo-gods och ägs gemensamt av två privata bolag. Respondenterna i intervjun är underhållschef och verkstadschef. Hamnen är förlagd i en tätort. Hamnen har 67 terminaltraktorer av varierande ålder där det genomsnittliga modellåret är 2005. De modernaste terminaltraktorerna - vilka till antalet uppgår till åtta stycken - är på hyravtal och är tillverkade 2011/2012 medan de äldsta traktorerna är från 1999. Den relativt höga genomsnittsåldern på terminaltraktorerna beror enligt hamnen själva på en nyligen genomförd omorganisation. Faktum är att ingen av hamnens traktorer är tillåtna att användas efter den 1 januari 2015. Detta innebär att det finns ett stort investeringsbehov av terminaltraktorer vilket man uppskattar till 150 miljoner kronor. Av dessa är 45 miljoner kronor redan avsatta för köp av 18 nya terminaltraktorer. Varje traktortyp är dedikerad för en viss typ av lastbärare/lasttyp som hanteras i hamnen vilket bidrar till den betydande storleken på fordonsflottan.

Hamnens terminaltraktorer är fördelade i tre stycken klasser baserat på storlek och motorstyrka. De svagaste terminaltraktorerna har en maskinstyrka på 181 kW och ett vridmoment (vilket indikerar fordonets dragstyrka) på 1050 Nm. Mellantraktorerna har en motor på 246 kW och utvecklar ett vridmoment på 1458 Nm. Skillnaden mellan mellantraktorerna och de starkaste traktorerna är att de senare har ett större chassi och klarar av 45 ton på vändskivan jämfört med de två andra traktortyperna som tar 32 resp. 36 ton på vändskivan. De svagaste terminaltraktorerna förbrukar 11-12 liter/timme medan de två starkare traktortyperna drar 20-22 liter/timme.

Dagens drift

Hamn Ada kör flera olika typer av RoRo-last såsom trailers, kassetter och SECU vilket är anledningen till den differentierade terminaltraktorflottan. Som ett resultat av detta har man en relativt stor traktorpark. Ytterligare en anledning till fordonsparkens storlek är att hamnen har ett oregelbundet behov av terminaltraktorer. Ibland är det många fartyg inne i hamnen, ibland inga alls, (varför man i framtiden önskar ett jämnare flöde av fartygsanlöpen). Det ojämna godsflödet i kombination med den förhållandevis stora fordonsflottan menar hamn Ada är de bidragande orsakerna till att man har en otillfredsställande drifttid på terminaltraktorerna. Idag kör terminaltraktorerna i genomsnitt ca 1100 timmar/år vilket hamnen önskar höja till 2000 drifttimmar/år.

Områden som hamn Ada däremot kunnat effektivisera är bl.a. att man idag har mindre hamnyta än tidigare och man försöker hela tiden dra ner på den yta man använder för att kunna reducera hyreskostnaderna. Detta har lett till att man iordningställer gods innan lastning/efter lossning och undviker på så sätt att sprida runt lasten i hamnen. En annan effektivisering är att man idag har kassetthantering vilket innebär att man placerar flera enheter på en kassett istället för att dra enheterna var för sig. Detta spar tid, bränslekostnader och innebär mindre påverkan på miljön.

Miljöarbete

Vad gäller hamnens miljöarbete med fokus på framdrivningsteknologi har man de senaste sju åren frågat tillverkare av terminaltraktorer om tillgängliga alternativa bränslen men hamn Ada menar att tillverkarna endast har framhållit diesel. Vad hamnen istället fått göra, p.g.a. krav från kommunen - krav som grundar sig i nationell lagstiftning och miljömål - är att köra på miljödiesel och installera partikelfilter på terminaltraktorerna. Man använder sig av ett icke-självrengörande filter men detta kommer man att slippa använda i de nya terminaltraktorena vilka är beställda som en följd av kommunala krav. Kortfattat innebär dessa krav att nyinköpta terminaltraktorer till hamnen ska uppfylla kraven för utsläppsteg III B. Hamn Ada har i sin order beställt traktorer som uppfyller både steg III B och IV.

Bortsett från kommunens krav på hamnen vad gäller utsläpp av luftföroreningar så är hamn Ada delaktig i ett samarbete för att främja klimatet. Detta initiativ innebär bl.a. att minska utsläppen av klimatavgaser, minska elanvändningen, välja miljövänliga transportsätt och sträva efter att vara fossilfria år 2030. Hamn Ada arbetar därtill med ruttplanering för att optimera färdvägarna i hamnområdet för terminaltraktorerna samtidigt som man jobbar med att utbildar traktorförarna i ekonomiskt körsätt, s.k. Eco Driving. Detta innebär i princip att man har en framförhållning i sin körning för att undvika onödiga start och stopp. Å andra sidan förtydligar man att man inte på något sätt ämnar vara i framkant vad gäller miljöarbete på det sätt som hamn Beda är:

” Nu är vi ju privata, då är det så att vi försöker naturligtvis leva upp till alla krav vi har på oss men det är ju inte så att vi försöker vara världsledande på att utveckla teknik eller någonting sånt. Hittar vi någonting som verkar bra och positivt är det klart att vi testat det. ”

Med jämna mellanrum blir hamn Ada erbjuden att delta i innovativa projekt som rör miljöarbete som t.ex. nya bränslen för traktorerna men man är restriktiv med att medverka i sådana projekt då man är rädd att motorerna ska ta skada vid testen. Man provade t.ex. att köra på tallolja i sina befintliga motorer men bränsleförbrukningen ökade och så gjorde även bränslekostnaderna.

En annan miljöbesparande åtgärd som kostar mycket pengar är partikelfilter. Hamn Ada har haft sådana filter på sina terminaltraktorer de senaste 12-14 åren och vill gärna undvika att använda det i fortsättningen eftersom de dels är dyra, dels producerar NO_x p.g.a. partikelfiltrets krav på höga avgastemperaturer.

Man har också tagit fram ett biologiskt nedbrytbart fett som bryts ner snabbare i naturen än konventionellt smörjfett. Hamnen använder sig också av en typ av hydraulslang som minimerar antalet slangbrott (och därmed läckage) då den klarar ca. 10 000 fler nötningar än en normal slang. Denna investering betalar tillbaka sig i färre byten av slangar vilket inte bara ses som en ekonomisk vinst utan även en miljömässig sådan.

Framtiden

Synen på framtiden när det gäller terminaltraktorerna kan sammanfattas med följande punkter:

- **Storlek på flotta** - För hamn Ada är framtiden, om man blickar fram till år 2020, att ha en reducerad park av terminaltraktorer och dessutom färre olika typer av traktorer jämfört med idag. Detta under förutsättning att godsvolymen är på liknande nivå som idag. Lösningen är att införskaffa mer flexibla terminaltraktorer som kan operera i ett bredare spann av olika godstyper och vikter. På så sätt har man inte samma behov av ett stort antal svagare respektive starkare (och större) terminaltraktorer. T.ex. så hanteras trailers idag endast av dedikerade terminaltraktorer som har en lägre motorstyrka än de andra traktorerna. Skulle man dra ner på antalet ”svaga” terminaltraktorer skulle de ”flexibla” terminaltraktorerna kunna förstärka trailerhantering vid behov. Därtill har man inte ekonomi i framtiden att ha ”reservmaskiner” som har mycket få drifttimmar per år. Genom att minska antalet traktorer i förhållande till antalet hanterade godsenheter får man fler drifttimmar per terminaltraktor vilket är något hamn Ada strävar hårt efter.
- **EI** - Vad gäller eldrift anser hamn Ada att denna teknik har långt kvar innan den uppfyller de krav hamnen ställer på en terminaltraktor. Dels är de i dagsläget inte tillräckligt kraftfulla för att köra i ramper ombord fartyget, dels får man inte flexibiliteten man önskar hos terminaltraktorer. Visserligen klarar de idag av att köra som rangeringsfordon på hamnplanen – något som hamn Ada gör alltmer p.g.a. de minskade hamnytorerna - men en eltraktor kan aldrig rycka in om det krävs mer kapacitet på RoRo-däck. Sålunda tappar man den önskade flexibiliteten. Som tidigare nämnt vill hamnen därtill reducera antalet olika typer av terminaltraktorer och då vill man inte ha en flotta som drivs på diesel och en annan som drivs på el. Hamn Ada säger ändå att man skulle kunna tänka sig att prova en eltraktor om den uppfyller hamnens dragbehov, men poängterar att allt handlar om ekonomi: ”Vi kan ju vara beredda på att betala för en miljömässig fördel men den pengan får inte bli för stor” och nämner den prototyp till terminaltraktor Terberg har tagit fram som enbart går på el.

Man har inte heller i dagsläget kunskap inom verkstadsavdelningen att göra service på elmotorer. Därtill är hamn Ada skeptisk till batterier: ” /.../ batterier är ju egentligen neandertal, om jag ska vara riktigt ärlig, det finns ju andra tekniker ” och resonerar kring batteriproblematiken. Dels menar hamn Ada att batterier har en ansenlig vikt i förhållande till deras drifttid kontra diesel, dels pekar man på batteriers relativt höga inköpskostnad. Hamnen är även tveksam till hur miljövänlig batteritillverkning egentligen är.

- **Gas** - Vidare är man tveksam till gas i terminaltraktorer eftersom det kräver större tankar samtidigt som en terminaltraktor redan idag har ont om plats för ny utrustning. Hamn Ada har inte hört några diskussioner om gasdrivna terminaltraktorer men menar å andra sidan att ifall gas blir utbrett accepterat inom lastbilssidan kommer kanske tekniken komma till hamnarna 5-10 år senare. Samtidigt anser hamnen att man föredrar andra drivmedel än gas ifall man skulle byta från diesel till ett alternativt bränsle men pekar själva inte på något konkret förslag.

- **Fler enheter per lastbärare** - Hamnen hanterar många kassetter idag med hjälp av transliftern och denna utveckling mot att placera flera enheter på en lastbärare hoppas man ska fortsätta. Ju mer last kassetterna skulle kunna klara av, desto fler separata enheter skulle man kunna placera på dem vilket skulle innebära färre körningar på och av fartyget. Detta i sin tur skulle innebära att hamnen skulle kunna ha färre terminaltraktorer i sin fordonspark eftersom man slipper köra varje enhet var för sig. Begränsningen för hur stor en kassett skulle kunna bli tror hamn Ada beror på hur mycket vikt fartygets lastdäck klarar av. Vid tyngre godsenheter än idag skulle även terminaltraktorerna behöva bli starkare. Skulle detta innebära större dimensioner hos traktorn anser hamn Ada att tyngre kassetter är omöjligt eftersom manövreringen av terminaltraktorer på lastdäck redan idag är problematisk.

4.1.3 Hamn Beda

Intervjun genomfördes 2012-11-15.

Respondenter: hamnens verkstadschef (VC) samt hamnens miljöchef (MC).

Hamn Beda är ett helägt kommunalt bolag och är en av Sveriges största hamnar. Hamnen ligger i närheten av en tätort och hanterar RoRo- och kombitrafik i form utav fordon, trailers, chassin samt enstaka rolltrailers. Flottan med terminaltraktorer består utav 16 stycken dieseldrivna fordon, utav vilka hamnen själv inte äger någon utan samtliga fordon antingen leasas eller hyrs in. Av de 16 är nio tillverkade av Terberg och sju av Cargotec. Samtliga fordon har en maskinstyrka på mellan 190-200 kW. Fordonens ålder varierar: de yngsta är från 2012 och de äldsta från 2009.

Dagens drift

Fordonen körs för tillfället ca 2500 timmar per år. Hamnen har tidigare legat på en nivå av 3000 timmar per år. Respondenterna hävdar att tappet beror på en dämpad ekonomisk aktivitet i Sverige och dess närområde. Hamnen har som målsättning att inget fordon ska vara äldre än tre år vilket resulterar i att terminaltraktorerna förväntas gå 9000 timmar under sin livstid.

Terminaltraktorerna kör till allra största delen trailers med vikter upp till 36-38 ton. De högsta vikterna som dragarna hanterar är de chassin som körs ombord vilka kan väga upp till 70 ton. Dessa dras upp för hamnens och fartygens ramper. Fordonen körs i pass upp till fyra timmar och kan sedan stå stilla en halvtimme/timme. VC bedömer att inget fordon står stilla längre än två timmar. Körpassen beskrivs som intensiva med många avgångar/ankomster som sker vid ungefär samma tider på dygnet. Den genomsnittliga bränsleförbrukningen ligger på 8-9 liter/h.

Hamnen har under normal drift två fordon i reserv. De två extra maskinerna utgör en buffert vid maskinhaveri och toppar i lasthanteringen. Därtill finns det ytterligare ett fordon inne på verkstaden som ett led i hamnens program för kontinuerlig service av traktorerna.

Miljöarbete

Hamn Beda har ägardirektiv som uppmuntrar miljöförbättrande åtgärder, särskilt åtgärder som förbättrar luftkvaliteten. I hamnens miljötillstånd ställs bl. a. krav på att hamnens verksamhet inte ska orsaka att någon miljö kvalitetsnorm överskrids. Samtliga dessa klarar man idag men lägger nära gränsvärdet för NO_x. Under intervjun framkommer det ett stort antal exemplen på genomförda och planerade miljöförbättrande åtgärder. Några exempel är:

Generellt:

- Hamnens fordon ingår i ett energieffektiviseringsprogram tillsammans med den lokala kommunen där bidrag går att söka för effektiviseringsåtgärder.
- Hamnen har ett antal färdiga anslutningsstationer för landström till fartygen, fler är på väg.
- En mottagningsanläggning för fartygens spillvatten har installerats.
- Hamnbolagets miljöledningssystem är tredjepartscertifierat i enlighet med ISO 14000.
- Hamnen söker aktiv EU-bidrag för miljöförbättrande åtgärder och deltar aktivt i EU-projekt.
- Hamnen har en vision om att bygga egen vindkraft.
- En stor ombyggnad av hamnen är påbörjad vilket kommer att bättre samla hamnens ytor, med ett minskat transportarbete som följd.

Terminaltraktorer:

- I ett lite längre tidsperspektiv har hamnen genom att modernisera fordonsparken samt genom egna åtgärder på fordonen man minskat den genomsnittliga förbrukningen med ca fyra liter/h. Bland annat lyckades man genom varvtalsreglering sänka förbrukningen med 1 liter/h.
- Har på samtliga maskiner som inte har inbyggd avgasrening i motorn installerat Unikats partikelfilter.
- Förarna utbildas i ekonomiskt körsätt, s.k. Eco Driving.
- Verkstaden har själv modifierat två av sina nyaste fordon till att ”nästintill klara kraven för Euro 6” (Euro 6 är en utsläppsklass för tunga fordon vilka inte är arbetsfordon - kravet är strängare än Steg 4 för arbetsfordon). I de modifierade fordonen efterbehandlas avgaserna i fyra steg: genom dubbla katalytiska avgasrenare, selektiv katalytisk rening (SCR) och partikelfilter.
- Bullerdämpande åtgärder på maskinerna.
- Installation av bränslekatalysatorer från Rentar, vilket enligt tillverkaren minskar bränsleförbrukningen och utsläppen av bland annat partiklar och NO_x.

Kommentar: *Partikelfiltrens (combifilter) korta rengöringstid (45 min, vilket enligt VC kan kortas ner till ca 30 min) lyfts fram som en förutsättning för att kunna använda dem. Som nämnts tidigare står fordonen sällan stilla längre än en timme.*

Hamnen meddelar att man sedan många år tillbaka har mål om att reducera utsläppen av koldioxid i förhållande till energikonsumtionen (uppvärmning och drivmedelsförbrukning). I intervjun framgår det att man är stolt över sitt miljöarbete och mycket benägen att initiera och delta i projekt som syftar till att göra verksamheten mer miljövänlig. Både VC och MC berättar vid ett flertal tillfällen under intervjun om miljö- och fordonsrelaterade mässor, möten och konferenser de deltagit i under året och VC utbrister spontant under en diskussion om ny miljöteknik att: ”Det är kul att testa nya grejer!”

Viljan att bevara den topposition man anser sig ha på miljöområdet gentemot andra hamnar identifierar man som en mycket stark drivkraft till att hålla ett fortsatt högt tempo i miljöarbetet. Flera gånger under intervjun återkommer MC till att en miljövänlig verksamhet är det enda hållbara i framtiden och att det då är lika bra att vara ledande redan idag.

Samarbete med tillverkare av terminaltraktorer

Hamnen hävdar att man länge efterfrågat mer miljövänliga terminaltraktorer men att miljöintresset hos tillverkarna av terminaltraktorer fram till nyligen har varit begränsat. Som VC uttrycker det: ”Man har velat tjäna pengar på gammal teknik”. Detta är dock något som man upplever är på väg att förändras och en del tillverkare uttrycker ett större intresse än andra för området.

Hamnen har i gemensamma projekt med fordonstillverkare modifierat fordon (både terminaltraktorer och andra) för att få dem att gå tystare. Åtgärderna har inkluderat saker som varvtalsstyrning, byten av avgassystem och installation av ljudisolerande material. Denna typ av gemensamma projekt tror hamnen är nödvändig när det gäller att utveckla fordonen då kompetensen för att genomföra dylika projekt sällan finns samlad i ett bolag.

Under intervjun förmedlar den ena respondenten att tillverkarna ofta uttrycker en negativ inställning till att köra fordonen på syntetiska drivmedel vilka man är rädda ska leda till ökat slitage på motorerna.

Hamnen har när man rådfrågat fordonstillverkarna om egna modifieringar man velat göra på sina fordon ofta blivit avrådda. Respondenterna tror detta beror på att fordonstillverkarna sällan själva tillverkar huvudkomponenter såsom motorer till fordonen och därför är låsta till att återge underleverantörernas specifikationer. Av den anledningen anser man att miljöarbetet med fordonen måste börja långt ner i leverantörskedjan.

En annan anledning som hamnen finner till varför att miljöarbetet med terminaltraktorerna generellt ligger efter jämfört med lastbilar är att motorerna som installeras i fordonen primärt är utvecklade och säljs för marint bruk, där miljökraven historiskt har varit lägre än på land. Den mycket begränsade marknaden som terminaltraktorer utgör beskriver man som ett hinder för branschen för att kunna förmå motortillverkarna att producera mer miljövänliga maskiner.

Man anser det en nödvändighet att fordonstillverkaren har en fungerande organisation för reservdelar i hamnens närområde.

Framtiden

Synen på framtiden när det gäller terminaltraktorerna kan sammanfattas med följande punkter:

- **Bränsle 2020** – Det är hamnens bedömning att det dominerande bränslet 2020 kommer att vara diesel.
- **Storlek på flotta** - Hamnen bedömer att den inte kommer utöka antalet terminaltraktorer till 2020, även om hamnen då skulle hantera en större mängd gods. Den planerade ombyggnaden av hamnen kommer leda till kortare körsträckor och därmed ett minskat transportbehov. Vidare har nuvarande fordon kapacitet att köras mer.

- **Differentierad flotta** - VC är positiv till att använda en med avseende på drivmedel differentierad fordonsflotta. Man är dock tveksam till att använda sig av fordon med olika dragstyrkor vilket skulle leda till att man tappade för mycket operationell flexibilitet. Att med alla fordon kunna köra samtliga de laster som hamnen hanterar - både på kajen och ombord - är något man värdesätter. Hamnen har för lite förflyttningar på hamnplan för att ha specialiserade fordon typ TT-traktor.
- **LNG** - Hamnen deltar i flera EU-projekt för att minska sjöfartens utsläpp. I ett av dessa projekt tittar man bl.a. på förutsättningarna för att erbjuda bunkring av LNG till fartyg. Arbetet sker på en strategisk nivå och rör främst standardisering av utrustning och system för LNG-bunkring. MC anser att det blir rederierna som avgör om och det blir en satsning på LNG i hamnen och berättar vidare att både hamnen och rederinäringen i övrigt bedömer att LNG-drift för fartyg kommer bli aktuellt först i och med nybyggnation. Konvertering av existerande fartyg anses vara för dyrt. Om LNG blir en realitet för fartygen har hamnen även fört resonemang kring att låta sina fordon köras på LNG. VC:s uppfattning är att LNG är enklare och ”mindre farligt” att hantera än CNG. VC uttrycker intresse för Volvos nya metan-diesel-motorer. LNG är det ena av två alternativa bränslena VC tror kommer att användas i terminaltraktorer 2020.
- **EI** – Hamnen har nyligen tagit del av information om att Terberg byggt en batteridriven terminaltraktor, vilken har en drifttid på 4-5 timmar. VC finner traktorn intressant men då den är anpassad för plan mark är den inte aktuell för hamnen. Dock ska enligt samma information utveckling av en starkare variant vara på gång för vilken VC uttryckte ett starkt intresse för att prova så fort som den finns tillgänglig. I den ombyggda hamnen uppskattas terminaltraktorerna köras mellan 100-600 m på kajen innan de återigen är inne på fartyget, alltså är det dessa sträckor som är aktuella för en system med laddning under gång. EI är det andra av de två alternativa drivmedel VC vid en direkt fråga tror kommer att användas i terminaltraktorer 2020.
- **CNG** – VC uttrycker en tveksamhet inför dagens gasdrivna (CNG) terminaltraktorer som han anser inte levererar den effekt man behöver för att kunna köra lastade fordon i hamnens och fartygets ramper. Hamnen har varit involverad i ett projekt med CNG-drivna personbilar och erfarenheten från det är att tankningsstationerna är dyra och att det kan vara besvärligt med säkerhetsavstånd till annan verksamhet.
- **NO_x** – På fordonssidan ser man utsläppen av NO_x som nästa stora utmaning att lösa då dessa har varit svårare att reducera än PM. MC ser eldrift som en lovande lösning på problemet.
- **Effektivare logistik** – Hamnen ser stor potential i att minska sina utsläpp från terminaltraktorerna i och med den ombyggnad av hamnen som pågår. Centralt i ombyggnaden är att göra den mer samlad och därmed korta de sträckor som traktorerna behöver köra. Vidare nämner man att Jacob Universitet i Bremen ska ta fram beräkningsmodeller för att hjälpa hamnverksamheter att minska sina CO₂-avtryck och naturresursanvändning. Denna beräkningsmodell är något hamnen tror sig komma att använda i framtiden för att i en planeringsfas kunna bedöma vilka miljöåtgärder som ger bäst resultat.

4.1.4 Hamn Cilla

Intervjun genomfördes 2012-11-14

Respondenter: Tillträdande och avgående hamnkapten

Hamn Cilla bedriver hamnverksamhet endast inom RoRo-segmentet och är helägt av ett privat bolag. Bebyggelsen kring hamnen är gles och därmed ligger hamnen inte i ett tätortsområde.

Hamn Cilla hanterar primärt inte RoRo-gods som kräver terminaltraktorer varför hamnen endast har fyra stycken likadana terminaltraktorer (av varumärket Kalmar som ägs av företaget Cargotec). Hamnen hyr traktorerna och service av dessa från Cargotec och äger således inte terminaltraktorerna själva. Motorn i hamnens fyra terminaltraktorer är på 186 kW och har ett vridmoment på 1068 Nm. Motorn drivs med diesel och uppfyller utsläppskraven för steg III B. Terminaltraktorerna är fyrhjulsdrevna och vändskivan klarar 36 ton vertikal belastning.

Dagens drift

De fyra terminaltraktorer hamn Cilla idag opererar är ett år gamla och uppfyller de behov man ställer på dragstyrka. Varje fordon kör i genomsnitt ca 500 timmar/år och man byter ut terminaltraktorerna med fem års intervall. Med terminaltraktorerna hanterar man i princip endast rolltrailers vilka totalt väger upp till 90 ton medan trailers och kassetter inte förekommer inom hamnens verksamhet. Noterbart är att hamn Ada inte har någon vetskap eller dokumentation över förbrukningen hos terminaltraktorerna.

Miljöarbete

Hamn Cilla har idag inget genomgripande miljöarbete i företaget förutom att man följer nationell och internationell lagstiftning samt övriga uppsatta krav på verksamheten. Däremot försöker man hålla sin maskinpark, inklusive terminaltraktorerna, modern och vill främja miljöanpassad teknik till en rimlig kostnad.

Hamnens prioritet framför ekonomi och miljö är driftsäkerheten hos maskinparken. Den höga driftsäkerheten leder till att man kan undvika stopp i produktionen och därmed får en god ekonomi som resulterar i att man har råd att byta ut terminaltraktorerna inom fem år och på så sätt slipper höga underhållskostnader. Om man har en modern fordonspark hävdar hamn Cilla att man samtidigt är miljövänliga då utsläppen från nya terminaltraktorerna är mindre än från gamla.

Vad gäller miljöfrämjande åtgärder i framtiden funderar man på att installera landansluten el på kajerna vilket möjliggör att anlöpande fartyg kan koppla in sig på det svenska elnätet och därmed minska behovet av el från hjälpkärror ombord. ”Ska man göra några vinster någonstans är det ju där” säger tillträdande hamnkapten och syftar på att minska utsläpp från fartygen med hjälp av landansluten el eftersom det är fartygen, och inte terminaltraktorerna, som i huvudsak bidrar till utsläppen av CO₂ och luftföroreningar.

Samarbete med tillverkare av terminaltraktorer

Det huvudsakliga samarbete hamnen har med tillverkarna är det hyr- och serviceavtal man har med Cargotec. Enligt respondenterna förefaller det högst sannolikt att hamnen kommer att fortsätta att arbeta med Cargotec då man anser det fungera tillfredsställande.

Generellt anser hamn Cilla att miljövänlighet inte är något som diskuteras från tillverkarnas sida.

Man upplever att tillverkare av terminaltraktorer inte framhåller något annat drivmedel än diesel och avgående hamnkapten säger: ”Aldrig varit på tal överhuvudtaget någonting annat”.

Framtiden

Synen på framtiden när det gäller terminaltraktorerna kan sammanfattas med följande punkter:

- **Bränsle 2020** - Hamn Cilla tror att man år 2020 fortfarande kör på diesel i sina terminaltraktorer.
- **Storleken på flotta** - Hamnen har inga planer på att utvidga RoRo-verksamheten och därmed inte heller förändra storleken på sin terminaltraktorflotta.
- **Differentierad flotta** - Med tanke på den ringa storleken på flottan kommer det även i fortsättningen inte att vara aktuellt att ha en differentierad fordonspark vad gäller olika modeller och framdrivningsalternativ. Ytterligare en anledning till detta är att man då skulle vara tvungen att byta traktor när man ska ombord och köra i ramper. Avståndet mellan uppställningsplats för rolltrailers och kajen är inte stort varför man inte kan ha en särskild terminaltraktor för körning på plan mark.
- **LNG** - Vad gäller en framtida landbaserad LNG-anläggning för bunkring av fartyg och även gasdrivna terminaltraktorerna menar man att hamn Cilla är för liten för sådan infrastruktur och tror att LNG-fartyg istället bunkras från bunkerfartyg.
- **El** - Däremot visar man intresse för Volvos idé om induktiv laddning: ”Det var ju faktiskt väldigt kul att det har tänkt så” säger tillträdande hamnkapten. Men man tillägger att el måste kunna ge tillräckligt med kraft samt vara driftsäkert om det ska vara ett alternativ i framtiden. En elektrisk lösning får inte heller innebära större dimensioner på terminaltraktorn eftersom det redan idag förekommer svårigheter med att manövrera fordonen på RoRo-däck.

4.2 Beräkningar av växthusgasers klimatpåverkan

Vid analys av alternativa bränslens potential att bli dominerande i framtiden är en viktig aspekt att ha i beaktande deras klimatpåverkan i form av växtgasutsläpp. När man räknar på utsläpp av växthusgaser som på engelska heter Green House Gases (GHG) räknar man ofta om olika gasers påverkan på klimatet till s.k. koldioxidekvivalenter ($\text{CO}_{2\text{eq}}$). Varje växthusgas har en s.k. Global Warming Potential (GWP) som beskriver förmågan hos en växthusgas att påverka klimatet genom en relativ skala där koldioxid är referens. I Tabell 4 nämns de tre växthusgaser man brukar räkna om till $\text{CO}_{2\text{eq}}$ med hjälp av GWP. Koldioxid, metan och lustgas är de växthusgaser som har störst påverkan på klimatet. T.ex. är klimatpåverkan från 1 kg metan ekvivalent med 21 kg koldioxid. Genom att multiplicera utsläppet av en viss växthusgas med dess GWP-värde får man fram en koldioxidekvivalent. I uträkningarna nedan ses det totala utsläppet av GHG summan av koldioxidekvivalenterna för koldioxid, metan och lustgas (Gode et al., 2011).

Tabell 4. GWP för växthusgaser (Gode et al., 2011)

Tabellen visar växthusgasers förmåga att påverka klimatet. Detta kallas på engelska GWP.

GWP (Global Warming Potential)	
Gas	GWP
Koldioxid (CO_2)	1
Metan (CH_4)	23
Lustgas (N_2O)	296

Dieselns utsläpp av växthusgaser

Denna del av kapitlet presenterar växthusgasutsläppen från 1 liter diesel i ett ”well-to-wheel”-perspektiv. Enligt Gode et al. (2011) så har dieseln ett ”well-to-tank”-utsläpp enligt värdena i Tabell 5. Denna tabell säger hur mycket utsläpp till luft varje växthusgas har vid produktion och distribution av diesel.

Tabell 5. Dieselns utsläpp till luft i ett WTT-perspektiv (Gode et al., 2011)

Tabellen visar hur mycket respektive växthusgas släpper ut från produktion och distribution av diesel i ett ”Well-to-tank”-perspektiv. Värdena anges i enheten g/MJ.

Utsläpp till luft för diesel ”Well-to-tank” (WTT)	
Gas	g/MJ
Koldioxid (CO_2)	5,78
Metan (CH_4)	0,0338
Lustgas (N_2O)	0,000055

Vad som återstår är dieselns GHG-utsläpp vid operationell drift av ett fordon. Detta kallas ”tank-to-wheel”. Tabell 6 avser visa dieselns utsläpp av växthusgasutsläpp för en mobil arbetsmaskin i Sverige vilket exempelvis är en terminaltaraktor.

Tabell 6. Diesels utsläpp till luft i ett TTW-perspektiv (Naturvårdsverket, 2009)

Tabellen visar hur mycket respektive växthusgas släpper ut från förbränningen av diesel i en industrimotor i ett "Tank-to-wheel"-perspektiv. Värdena anges i enheten g/MJ.

Utsläpp till luft för diesel "Tank-to-wheel" (TTW)	
Gas	g/MJ
Koldioxid (CO ₂)	72,01
Metan (CH ₄)	0,0044
Lustgas (N ₂ O)	0,031

I Tabell 6 presenteras växthusgasutsläppet (GHG) för en svensk mobil arbetsmaskin (med industrimotor) som framdrivs av diesel i ett "well-to-wheel"-perspektiv. Utsläppsdatan för respektive växthusgas från Tabell 5 och Tabell 6 har adderats och därmed multiplicerats med respektive växthusgas GWP-värde. På så sätt kan ett totalt GHG-utsläpp av diesel räknas fram iform av koldioxidekvivalenter. Enligt Tabell 7 är detta värde för diesel 87,86 g/MJ vilket möjliggör beräkning av det totala GHG-utsläppet för 1 liter diesel.

Tabell 7. Diesels utsläpp till luft i ett WTW-perspektiv (Gode et al., 2011, Naturvårdsverket, 2009)

Tabellen visar hur mycket växthusgas som totalt släpps ut från diesel i ett "well-to-wheel"-perspektiv. Värdena anges i enheten g/MJ.

Utsläpp till luft för diesel "well-to-wheel" (WTW) (g/MJ)			
Gas	WTW (WTT+TTW)	GWP	GHG
Koldioxid (CO ₂)	77,79	1	77,79
Metan (CH ₄)	0,0382	23	0,8786
Lustgas (N ₂ O)	0,031055	296	9,19228
Totalt			87,86088

Beräkning för det totala utsläppet av GHG från 1 liter diesel redovisas i Figur 8 av denna beräkning kan man konstatera ett 1 liter diesel släpper ut ca 3 kg GHG per liter.

Information
<ul style="list-style-type: none"> • Värmevärde för svensk diesel: 43,1 MJ/kg (Gode et al., 2011) • Densitet för svensk diesel: 812 kg/m³ (SPBI, 2012) • Utsläpp till luft för svensk diesel(enl. Tabell 7) : 87,86088 g/MJ = 0,088 kg/MJ • 1 dm³ = 1 liter
<p>Utsläpp från 1 kilo diesel 43,1 (MJ) * 0,088 (kg/MJ) = 3,8022 kg GHG</p>
<p>Utsläpp från 1 liter diesel 812 kg/1000 dm³ = 0,812 kg/dm³ (1 liter diesel väger 0,812 kg) 0,812 * 3,8022 = 3,087 kg /dm³ (1 liter diesel släpper ut 3,087 kg GHG)</p>
<p>Resultat 1 liter diesel släpper ut 3,087 kg GHG.</p>

Figur 8. Beräkning: Utsläpp från 1 liter diesel

Figuren visar att 1 liter diesel släpper ut ca 3 kg GHG.

Klimatpåverkan från el och DME

Teorikapitlet nämner två potentiella bränslen för terminaltraktorer i framtiden: El och DME. Dessa ska jämföras i hur mycket växthusgaser de släpper ut relativt diesel. Detta görs med hjälp av index-värden där diesel är referensvärdet 100. DME framställt av svartlut släpper ut 95 % mindre GHG än vad diesel gör vilket resulterar i ett indexvärde på 5 (Volvo, 2010). Om DME däremot produceras från energiskog är indexvärdet 15 (Institute for Environment and Sustainability of the EU Commission's Joint Research Centre et al., 2007). Däremot har vi inte jämförande indexvärde för svensk elproduktion.

Svensk elmix

För att kunna göra jämförelsen av de valda bränslena (DME och el) krävs GHG-emissionerna för svensk elproduktion. I Sverige står kärnkraft och vattenkraft i princip för hälften var av elproduktionen varför utsläppen från svensk elproduktion är väldigt låg (Gode et al., 2011). Man kallar den sammanlagda svenska elproduktionen för svensk elmix och dess utsläpp i form av koldioxidekvivalenter uppgår till 36,4 g/kWh. För att kunna jämföra denna siffra med dieseln utsläpp av GHG konverteras kWh till MJ. 1 kWh är lika mycket som 3,6 MJ.

Information

1 kWh = 3,6 MJ

Svensk elmix släpper ut 36,4 g CO₂eq på 1 kWh eller 3,6 MJ.

Beräkning

$36,4/3,6 = 10,1111$ g CO₂eq/MJ

Svar

Svensk elmix släpper ut 10,1 g/MJ. (att jämföras med dieseln 87,86 g/MJ)

Därmed kan ett index för svensk elmix tas fram relativt diesel

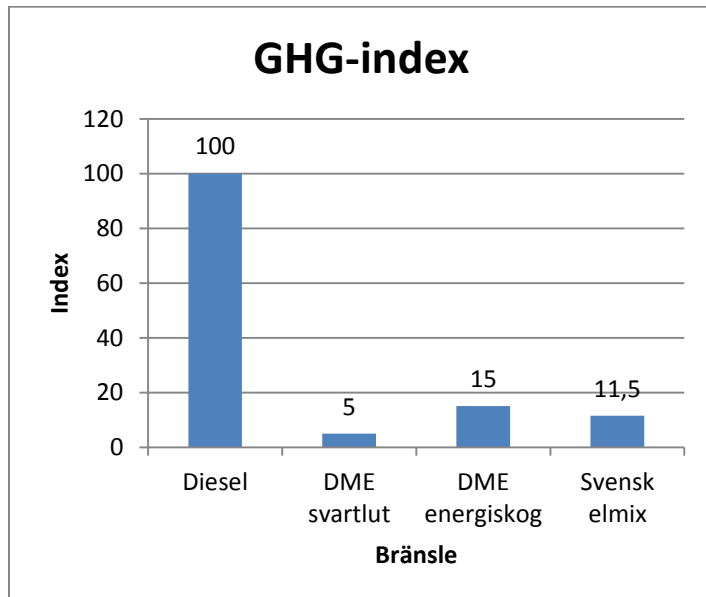
$10,1/87,86 = \mathbf{0,115}$

Figur 9. Beräkning: Svensk elmix utsläpp av GHG

Figuren visar att svensk elmix släpper ut 10,1 g/MJ vilket är 11,5 % av dieseln GHG-utsläpp.

Som vi ser i Figur 9 släpper svensk elmix ut 10,1 g CO₂eq/MJ jämfört med dieseln som släpper ut 87,86 g/MJ. Därmed får svensk elmix ett index på 11,5. Det är viktigt att notera att utsläppet för diesel och DME har räknats i ett "well-to-wheel"-perspektiv medan svensk elmix rör utsläppet från elproduktionen, inte de GHG-utsläpp som görs utöver själva produktionen.

För att sammanfatta jämförelsen mellan el och DME i ett utsläppsperspektiv har studien kommit fram till att vid ett indexvärde för diesel på 100, har DME 5 resp. 15 och el har 11,5. Detta betyder att DME släpper ut 85 till 95 % mindre GHG än vad diesel gör när DME framställs från biomassa som svartlut och energiskog. Svensk elproduktions genomsnittliga utsläpp av GHG är däremot 88,5 % mindre än dieseln. Dessa siffror illustreras i diagrammet i Figur 10.



Figur 10. GHG-index

Figuren visar GHG-index för DME och svensk elmix jämfört med dieseln. Exempelvis släpper DME från svartlut ut 95 % mindre GHG än diesel.

5. ANALYS

Denna studie ämnar utreda vilka möjliga framdrivningstekniker som kommer att driva svenska terminaltraktorer i framtiden. Idag framdrivs de av diesel vilket är ett fossilt bränsle som påverkar klimatet negativt vilket även en rad rapporter har visat. Studien har omfattat intervjuer med en motortillverkare och tre hamnar. Resultatet från dessa intervjuer kommer att analyseras i detta delkapitel.

5.1 Analys av intervju med Volvo

Som en av världens ledande tillverkare av motorer för tunga fordon torde Volvo vara en bra värdemätare att se hur motortillverkare ser på framtiden och vilka bränslen som hör den till. Volvo tror likt de intervjuade hamnarna att diesel kommer att vara det dominerande bränslet fram till år 2020. I intervjun nämndes ett antal faktorer som Volvo anser vara viktiga när man diskuterar framtida bränslen.

Miljöintresse kontra ekonomi

Till att börja med ses miljöfrågan som en viktig faktor. Volvo menar att det finns ett miljöintresse hos kunderna på lastbilssidan men att det är ekonomin som styr val av bränsle i likhet med hur hamnarna resonerar. Kunden är intresserad av att främja miljön men inte till vilket pris som helst. Detta resonemang är enkelt att förstå eftersom kunden är en affärsorganisation som skall gå med vinst. Ett företag som inte kan bära sina kostnader resulterar i att man får lägga ned sin affärsrörelse. Detta leder i sin tur till färre kunder hos t.ex. Volvo vilket försämrar motortillverkarens ekonomiska resultat. Mot denna bakgrund är det inte svårt att förstå att det är pengarna som styr valet av drivmedel hos kunden och därmed efterfrågan på ett visst bränsle. Volvo kan som motortillverkare inte producera något som kunden inte efterfrågar.

Lagstiftning

Däremot är det inte endast ekonomin som styr miljöfrämjande framdrivningsteknologi. Tvingande lagstiftning är jämte marknadens krafter något som starkt bidrar till utvecklingen av klimatsmarta bränslen. I Sverige har vi idag utsläppsmål för t.ex. CO₂ men USA, Kina och Japan har gått längre än så enligt Cecilia. Där har man infört lagstiftning kring utsläppsnivåer för CO₂ vilket Volvo är övertygad om kommer att påverka motortillverkare att växla upp utvecklingen av alternativa bränslen.

Det intressanta är att betydelsefulla länder som USA, Kina och Japan med stora ekonomier, och därmed viktiga marknader för internationella företag som Volvo, går i bräschen med denna typ av lagkrav. Man kan spekulera i att många länder kommer att följa USA, Kina och Japan i spåren med liknande lagstiftning för att visa på ansvarstagande och intresse för en hållbar global klimatpolitik. Detta visar på att man börjar inse att man måste samarbeta länder emellan för att lösa våra gemensamma globala miljöproblem. Ingen kan ensam ta ansvaret för en så stor fråga.

Jordens naturresurser

Miljöfrågan handlar inte bara om utsläpp utan även om jordens resurser. Det framkom i intervjun att den globala transportsektorn står för hälften av jordens oljekonsumtion vilket visar på behovet av alternativa bränslen. Efterfrågan på olja stiger medan tillgången minskar.

Detta är en ohållbar ekvation som endast kan lösas med utveckling av nya bränslen (såvida man inte vill haverera världsekonomin och upphöra med transporter). Där har motortillverkarna en viktig roll enligt Cecilia.

Alternativa bränslen

Volvo har testat ett flertal olika bränslen och utvärderat dessa utifrån ett antal kriterier. DME visade sig vara ett av de mest lovande alternativa bränslena och Volvo har fortsatt forskat kring detta bränsle. Det finns en mängd fördelar med DME i förhållande till nackdelarna men dessvärre har bränslet inte gjort succé. En viktig förklaring till detta är infrastrukturen.

Idag finns det otaliga tankställen för bensin, diesel och etanol samt i viss utsträckning för fordonsgas vilket ger en hög tillgänglighet. Dessa bränslen levereras från raffinaderierna. Även DME kräver framställning precis som dessa fossila bränslen men få vågar satsa i infrastruktur för ett bränsle man inte vet ifall det kommer att finnas en efterfrågan för på marknaden. Det är en svår balansgång och ett ekonomiskt dilemma om vem som ska vara först ut med en satsning: fordonstillverkarna eller bränsletillverkarna. Därtill kommer behovet av investeringar i tankställen för DME. Det är dock ett problem inte endast för DME utan gäller de flesta av de icke etablerade fordonsbränslena. Cecilia tror att en del i lösningen är att börja med små, ej investeringstunga, lokala produktionsanläggningar för att sedan fortsätta med allt större anläggningar. Idén om att börja smått och utöka verksamheten är ett recept en etableringsteknik som använts inom otaliga områden och mycket väl kan tänkas fungera även för DME.

En annan motorteknik som Volvo tror kommer att etablera sig på marknaden i framtiden är den s.k. dual-fuelmotorn. Den kan dels köras på biogas, dels på diesel i frånvaro av gas. Detta eliminerar problematiken med infrastrukturen. Därmed tar köparen ingen större risk vid köp av en sådan motor. Skulle gas inte slå igenom som bränsle så kan köparen fortsätta att köra på diesel. Skulle å andra sidan gas bli ett erkänt bränsle, kan köparen tanka gas och göra en miljövinst och i framtiden säkerligen en ekonomisk vinst av den enkla anledningen att diesel kommer att bli en bristvara.

Vidare tror Volvo på el-hybrider som framtida framdrivningsteknologi där den stora fördelen är att man kombinerar två olika framdrivningsteknologier och på så sätt utnyttjar båda bränslenas starka sidor. Volvo har redan el-hybrider idag vilket ytterligare talar för en utveckling och expansion av denna teknologi i fordonen. Därtill är hybrid en ”kompromiss” mellan två olika teknologier vilket ofta är fallet vid en övergång av teknologi. Ett ej alltför gammalt exempel som man kan relatera till är de kombinerade VHS-DVD-spelarna som kombinerade gammal och ny teknik innan DVD i princip eliminerade videokassetter från marknaden. Detta resonemang om hybrid som en övergångsteknologi styrker ytterligare spekulatjonen att denna teknologi har sin tid framför sig innan än mer övertygande bränsleteknologi tar över på längre sikt.

I ett framtidsperspektiv som sträcker sig längre än 2020 tror Volvo att el kommer att etablera sig som ett fordonsbränsle. (Detta talar ytterligare för att el-hybrider som drivmedel kommer att växa på marknaden då det kan ses som övergång till ren eldrift.) Dock finns det hinder att klara av innan el kan jämföras med diesel i lagring, styrka och tillgänglighet.

Diesel lagras i bränsletankar medan elström lagras i batterier. Batterier har långt kvar i utvecklingen innan de kan lagra lika mycket energi på ett lika smidigt sätt som diesel. För att dra paralleller till el-hybriden har den fördelen att elen kan produceras ombord fordonet tack vare förbränningsmotorn och måste därför inte pluggas in på elnätet. Vidare är kraften från en

elmotor i dagsläget inte tillräckligt stort för exempelvis lastbilar och terminaltraktorer. Detta har även hamnarna påpekat som en brist hos elen vilket visar på att detta problem måste lösas innan elen är ett alternativ för tunga fordon. Vad gäller tillgängligheten på el är den i Sverige god men däremot finns det ingen utbyggd infrastruktur för laddningsställen. Detta torde å andra sidan inte vara ett problem för en hamn som verkar på en begränsad yta.

Av samma anledning är den induktiva kontinuerliga laddningen intressant ur ett hamnperspektiv. Både Cecilia och hamn Cilla tror på att denna teknik har potential i en hamnmiljö. Terminaltraktorerna kör likadana sträckor vid drift i hamnområdet och skulle då kunna laddas medan de ombord fartyget framdrivs av batterikraft. Batteriet behöver tack vare den kontinuerliga laddningen inte vara lika stort som annars varför denna teknik inte behöver avvakta en revolution inom batteriutvecklingen.

Global miljöpolitik

Avslutningsvis kan man redogöra för en betydelsefull faktor som påverkar utvecklingen av framtida miljövänliga bränslen utöver de aspekter som nämnts: Miljöintresse, ekonomi, lagstiftning, jordens sinande resurser och framstegen inom bränsleutvecklingen. Global miljöpolitik är något som är väldigt invecklat att genomföra då det är svårt att sammanföra alla särintressen. Inom myndigheterna som ska typgodkänna olika bränslen går det inte heller tillräckligt fort enligt Cecilia. Detta är stoppklossar i en utveckling som måste gå framåt. Ju fortare vi löser klimatproblemen, desto bättre. Ett bevis på att samarbete krävs för att lösa detta globala hot är den enighet om utsläppskrav för CO₂ som USA, Kina och Japan genomfört.

5.2 Analys av hamnintervjuer

I studien intervjuades tre hamnar för att få en operativ syn kring morgondagens terminaltraktor. Analysen är av en jämförande karaktär och behandlar fordonens egenskaper, ålder, drifttimmar, fordonsparkens storlek år 2020, hamnarnas inställning till miljöarbete samt vad de tror kring framtida bränslen.

Fordonens egenskaper

I intervjuerna framkommer det att det bland samtliga hamnar råder konsensus kring tre egenskaper som är viktiga att ha i åtanke vid utvecklandet av en ny terminaltraktor. Dessa egenskaper är:

- **Flexibilitet** - Fordonen ska ha sådan dragstyrka att en typ av maskin kan hantera merparten av lastbärarna i hamnens samtliga miljöer, inklusive fartygsramper. Detta leder till att fordon med lägre maskinstyrka och som därmed kanske är mer miljövänliga sällan är intressanta för hamnarna.
- **Driftsäkerhet** – Fordonens driftsäkerhet är av största vikt för att hamnarna ska kunna undvika avbrott i arbetet. För hamnarna är det av stor vikt att kunna leverera en pålitlig tjänst åt rederierna. Denna prioritering kan tänkas leda till en ovilja att testa ny och oprövad framdrivningsteknik.
- **Fordonens storlek** – Fordonen kan inte bli större än vad de är idag då de redan nått maxgränsen för vad som går att hantera ombord på fartygen. Då är brist på utrymme ombord terminaltraktorerna idag kan det därmed bli svårt att på dessa montera fler komponenter alternativt mer skrymmande sådan i framtiden.

Fordonens ålder

Hamn Ada har en klart äldre fordonspark än de andra hamnarna har. Hamnens fordon har en genomsnittsålder som är mer än fem år högre än hos hamn Beda som har näst äldst fordonspark. Hamn Ada:s äldsta traktor är tio år äldre än någon av de andra hamnarnas traktorer. Hamnen lyfter själv fram en organisationsförändring som anledning till att man har velat undvika att göra stora investeringar och att fordonsparken därför har blivit gammal. Den här rapporten har dock även identifierat fler faktorer som kan vara orsak till den höga åldern:

- Fordonsparken är differentierad i hamn Ada och traktorerna endast kör den för fordonet avsedda enhetslastbäraren. Fordon som hanterar de i hamnen mer ovanliga lastbärarna har färre drifttimmar och därmed en längre livstid.
- Hamn Ada äger själv huvudparten av sina traktorer medan hamn Beda och Cilla hyr in alla sina. En hamn som väljer att hyra eller leasa fordonen undviker höga direkta investeringskostnader och därmed sänks tröskeln för beslut om nyinvestering. Ett regelbundet utbyte av fordonen kan också bli naturligt i samband med att leasing- eller hyresavtalet löper ut. Som tidigare nämnt hyr både hamn Beda och hamn Cilla sina fordon och båda har yngre fordonsparker.

Värt att notera att fordonsålder även styrs av antalet drifttimmar per år. Alltså leder ett effektivt användande av fordonen till att man kan hålla sig med en modernare park. Skillnaden i hamnarnas uppskattning av den beräknade livslängden för terminaltraktorerna kan även det ses som ett resultat av skillnaderna i det genomsnittliga antalet drifttimmarna.

Fordonens drifttimmar

Hamn Beda är den hamn som har överlägset flest drifttimmar per fordon (ca. 2500 timmar), en siffra som är avsevärt högre än den jämförbara hamn Ada. Följande möjliga förklaringar går att utläsa ur respondenternas svar:

- Hamn Beda har relativt hamn Ada en ung fordonsflotta. Äldre fordon leder ofta till tätare och mer omfattande servicetillfällen. Följden blir att fordonen tillbringar mer tid på verkstaden och därmed får färre drifttimmar.
- Fordonsparken är differentierad i hamn Ada traktorerna kör endast den för fordonet avsedda enhetslastbäraren. Fordon som hanterar de i hamnen mer ovanliga lastbärarna har färre drifttimmar.

Hamn Ada har dock mer än fyra gånger fler fordon än hamn Beda trots att hamnarna hanterar lika stor godsmängd över kaj vilket gör det tveksamt om endast anledningar listade ovan är de enda orsakerna till skillnaden i antalet drifttimmar. Klart är att hamn Beda genom sina fler drifttimmar per fordon kan hålla nere storleken på sin fordonsflotta. Då hamn Cilla inte primärt hanterar RoRo-gods är behovet av terminaltraktorer begränsat och de färre drifttimmarna per fordon blir naturligt.

Fordonsparken storlek 2020

I intervjuerna ger samtliga hamnar svaret att fordonsparken troligen inte kommer att utökas till 2020, i hamn Ada är till och med den uttalade målsättningen att parken till antalet fordon ska minskas. Rapportens författare har kunnat finna följande anledningar:

- Hamn Beda väntar sig ett en ombyggnad av hamnen - där uppställningsplatsen för trailers kommer hamna närmare färjelägena - kommer att leda till kortare körsträckor för terminaltraktorerna. Tanken är att färre fordon ska hinna hantera fler enheter och därför finns inget behov av fler traktorer, även vid en eventuell ökning av den hanterade godsmängden.
- Hamn Ada har förhoppningen att en förnyad fordonspark med mer flexibla traktorer ska leda till fler drifttimmar per fordon och därmed ett minskat behov av fordon.
- Hamn Ada vill gärna se en utveckling av möjligheten att kunna stuva fler enheter på en lastbärare, exempelvis genom att använda större kassetter. Dock begränsar fartygens lastdäck idag den möjligheten. Designen av och investeringstakt i nya fartyg kommer här att styra utvecklingen.
- Det finns ett generellt behov att hålla nere antalet fordon i samtliga hamnar då fordon binder upp kapital.
- Hamn Cilla spår att det inte kommer bli en tillräckligt stor ökning av aktuella lastbärare till 2020 för att motivera en utökning av antalet terminaltraktorer.

Hamnarnas inställning till miljöarbete

Inställningen till och omfattningen av miljöarbete skiljer i den här rapportens resultat sig kraftigt åt. Hamn Beda:s arbete går att beskriva som omfattande och proaktivt medan hamn Ada visar ett visst intresse men saknar aktivt arbete. Resultatet från intervjun med hamn Cilla pekar på att miljöarbetet nästintill är obefintligt. Framförallt sticker hamn Beda:s proaktiva inställning ut. Den här rapporten har kunnat identifiera följande möjliga anledningar till dessa skillnader:

- Hamnarnas geografiska placering i förhållande till tätort skiljer sig åt. Närhet till tät bebyggelse kan leda till särskilda och skärpta krav i miljötillståndet samt påtryckningar i form utav opinion hos de närboende. Som ett exempel är ett flertal av hamn Beda:s miljöförbättrande åtgärder ett resultat av krav i miljötillståndet.
- En anledning som en av hamnarna själva tar upp är att ägandet ser olika ut mellan hamnar. Hamn Ada och hamn Cilla är privatägda medan hamn Beda är kommunalägd. Det är inte helt orimligt att tro att en lokal ägare som dessutom ställs till svars i politiska förtroendeval har ett motiv att bedriva hamnen på ett miljövänligt sätt.
- Storleken på hamnarnas organisationer skiljer sig åt. Det går att tänka sig att en hamn med en liten organisation saknar personal dedikerad till endast miljöfrågor alternativt saknar kompetens på en del områden. Exempelvis har hamn Cilla ingen egen verkstadsavdelning. En djupare studie krävs dock för att säkert kunna dra denna slutsats.
- Hamn Beda:s proaktiva arbete med miljön kan vara ett resultat av att man har ett miljöledningssystem (certifierat enligt ISO 14000). Dock ska det belysas att författarna till denna rapport inte har säkra uppgifter om huruvida de två andra hamnarna har ett sådant. Svaren från Hamn Cilla ger dock indikationer på att något sådant inte finns.

Framtidens framdrivning för terminaltraktorer

Bland de intervjuade hamnarna råder det konsensus om att diesel kommer vara det dominerande drivmedlet för terminaltraktorer fram till 2020. Samtliga anser även att en meningsfull bedömning som sträcker sig bortom det årtalet av dem inte är möjlig att göra. Hamn Beda sticker dock ut näsan och tror att man kommer använda sig av en del terminaltraktorer som antingen drivs el eller LNG under perioden fram till 2020. Det kan möjligen bero på hamnens inställning till och praktiska erfarenhet av miljöarbete. En annan anledning kan också tänkas vara att hamnen är beredd på att använda sig av en differentierad flotta med avseende på drivmedel, vilket sänker tröskeln för att ta in ny teknik.

Utifrån intervjuerna går det att dra slutsatsen att rederiernas val av bränsle till fartygen kan komma att påverka hamnens val av bränsle till terminaltraktorerna. Hamn Beda ser exempelvis möjliga synergieffekter med att köra på LNG om fartygen samtidigt gör det. Samma resonemang är även applicerbart på eldrivna terminaltraktorer och installationer för landström till fartyg. Hamn Beda har installerat sådana anläggningar och hamn Cilla har fört resonemang kring att göra det. Det kan innebära en större vilja att arbeta med laddningsstationer med högspänning.

Hamn Beda:s åsikt avseende utveckling av terminaltraktorer inom miljöområdet är att det behövs ett samarbete inom ledet av operatörer, fordonstillverkare och underleverantörer. Denna ståndpunkt är intressant ur ett flertal perspektiv. Först och främst står det i kontrast till den rådande inställningen hos hamn Ada och Cilla som mer eller mindre ser miljöarbetet med terminaltraktorerna som en uppgift enbart för tillverkarna och nöjer sig med att köpa in det senaste de presenterar. Ytterligare ett hinder i en sådan samarbetsprocess blir då även det ointresse för miljöarbete hos fordonstillverkarna som samtliga hamnar vittnar om, med reservationen att hamn Beda anser att det håller på att förbättras. Rädslan från de olika parterna att på egen hand frångå specifikationer för fordonens komponenter pekar dock tydligt på behovet av samarbete, något som kan tänkas bidra till en ändrad inställning hos samtliga aktörer. Slutsatsen blir att den typen av projekt troligtvis kommer att drivas av ett fåtal hamnar som har kompetensen och behovet av ett sådant arbete.

I resonemanget kring framtidens framdrivning är det slutligen även värt att ta i beaktande att ifall hamn Ada:s önskemål om att kunna stuva fler enheter på en lastbärare blir verklighet i framtiden kan det komma att resultera i ett ökat behov av maskinstyrka.

Sammanfattning

Sammanfattningsvis finns det en mängd skillnader mellan hamnarna men det finns också frågor där det råder enighet. Hamnarna tror alla att dieseln kommer att vara det dominerande bränslet 2020 samt att det viktigaste hos en terminaltraktor är driftsäkerheten och flexibiliteten. Eftersom de är överrens om dessa punkter är det inte långsökt att dra slutsatsen att dessa är giltiga även för majoriteten av Sveriges hamnar. Av analysen kan man vidare konstatera att en hamns miljöarbete kan bero på vilken ägare man har. Därtill kan åldern på terminaltraktorerna i en hamns fordonspark ha att göra med om hamnen äger traktorerna eller hyr dem. Avslutningsvis kan en differentierad traktorflotta innebära betydligt fler fordon vilket kan resultera i färre drifttimmar per fordon.

5.3 Analys av el och DME

Nedan följer en jämförande analys för att finna vilken kandidat av el och dimetyleter som lämpar sig bäst att ersätta diesel som drivmedel för terminaltraktorer ur perspektiven tillgängliga fordon, bränsletillgång idag och på sikt samt mängden utsläpp av GHG. Denna analys kommer i slutdiskussionen trianguleras med analyserna i avsnitt 5.1 och 5.2.

Tillgängliga fordon

Idag finns det en traktor som framdrivs enbart på el medan det inte finns en traktor som kan köras på DME.

Framställning och distribution

Båda bränslena tillverkas i Sverige idag. Elen kommer främst från vattenkraft och kärnkraft medan DME kan framställas genom huvudsak två olika metoder: kondensering av metanol alternativt förgasning av biomassa. Den senare metoden är den klart mer effektivare ur ett klimatperspektiv. Det finns idag dock ingen anläggning för storskalig produktion av DME genom utan endast en pilotanläggning som är nedlägningshotad. I Sverige finns det idag inte ett distributionsnät för DME men det gör det för el. Det är därför lätt att dra slutsatsen att tillgängligheten för el är betydligt bättre än för DME.

Bränslets potential

Biologiskt framställd DME uppskattas endast kunna ersätta ca 14 % av den dieselburna vägtrafiken inom EU då det finns en begränsad mängd biomassa att tillgå. Detta innebär att bränslet aldrig ensamt kan ersätta dieseln. Det kommer därför bli en fråga om att prioritera användning av DME i de segment av dieselflottan där dess egenskaper passar in bäst.

Utsläpp av GHG

Vid en jämförelse utsläppen av GHG från DME och el avseende får man ett intressant resultat. Med diesel som referens är utsläppen betydligt mindre för DME och el vilket är föga överraskande. Däremot är inte svensk el bäst i klassen vilket man skulle kunna tro. DME framställt från svartlut släpper ut 95 % mindre GHG än diesel och ungefär hälften av vad svensk elmix gör. Detta beror på att man vid ett ”well-to-wheel”-perspektiv av DME endast räknar med nettoutsläppen av GHG. Däremot ger samma beräkning för DME-produktion från energiskog ett 50-procentligt högre GHG-utsläpp jämfört med svensk elmix.

Utsläppen av GHG från förbränning av DME starkt är beroende på hur den producerats. Genom att framställa DME från fossila bränslen skulle miljövinsterna kontra diesel inte vara tillfredsställande. Dock finns det en risk att detta kan ske vid en större efterfrågan på DME än vad som kan produceras från biomassa eller om priset på fossil DME blir lägre än det för bio-DME. Tillgången till el är däremot inte lika strikt begränsad eftersom det finns möjligheter att tillföra kraftverk för den svenska elproduktionen.

Sammanfattning

Det går att konstatera att el och DME kraftigt reducerar utsläppen av GHG jämfört med diesel. DME som framställs från svartlut kan närmast ses som klimatneutralt och till och med slå svensk elmix i en klimatjämförelse. Dock är tillgången på DME idag starkt begränsad medan el å sin sida finns i stor mängd redan idag och är tillgänglig över hela landet. DME är långt ifrån att användas för framdrivningen av terminaltraktorer medan det redan idag finns exempel på eldrivna traktorer.

5. SLUTDISKUSSION

En av den här rapportens delfrågeställningar är vilka drivmedelsteknologier som motortillverkare och användare av terminaltraktorer tror på inför framtiden. Tillverkarna av terminaltraktorer konstruerar sällan själva motorerna till fordonen. De köps istället ofta in från motortillverkare som exempelvis Volvo. Därför blir utvecklingsarbetet och satsningarna hos dessa tillverkare av stor betydelse för framtidens terminaltraktorer på lite längre sikt.

Både Volvo och de tillfrågade hamnarna tror att diesel kommer fortsätta vara det dominerande drivmedlet fram till år 2020. I och med det samstämmiga svaret från respondenterna får det ses som troligt att diesel kommer fortsätta att vara det huvudsakliga bränslet för terminaltraktorer de kommande åtta åren. Detta innebär att även i fortsättningen kommer vara beroende av diesel vars pris på världsmarknaden förväntas fortsätta uppåt. Beroendet är en följd av att det inte kommer att finnas terminaltraktorer som drivs med alternativa bränslen som har samma starka ställning som diesel har idag.

Volvo lyfter dock fram DME, dual-fuelmotorer drivna på metan och el-hybriden som alternativa bränslen man kommer att satsa på under den nämnda perioden. Även om DME har låga GHG-utsläpp så kan den osäkra tillgången idag samt den begränsade råvarutillgången som kan leda till framtida konkurrens om bränslet gör det till ett mindre lämpligt alternativ. På grund av dessa skäl blir argument som att hamnen är ett lämpligt objekt för att starta upp småskalig produktion och distribution av DME aldrig aktuella. Vad gäller dual-fuelmotorn skulle det kunna bli aktuellt i hamnen eftersom den i princip kan köras på den LNG som i framtiden eventuellt kommer att driva fartygen. Dock finns det ett motstånd mot gas i hamnarna samtidigt som LNG troligen kommer att bunkras ship-to-ship vilket skulle kunna utesluta möjligheterna till synergieffekter. El-hybriden får ses som ett mellansteg till bränslen som miljömässigt håller långsiktigt och blir kanske aldrig aktuellt för hamnarna. Hamnarna har p.g.a. sitt begränsade operationsområde och fordonspark potential att investera i teknik och infrastruktur som ger större miljöfördelar och därmed är mer långsiktiga.

I det längre perspektivet bortom 2020 tror Volvo på batteridrivna fordon som under gång laddas genom ledning eller induktion. Även hamnarna har en varierande positiv inställning till elfordon i framtiden. Det skulle kunna indikera att hamnarna skulle föredra en sådan lösning när de kan leverera tillräckligt med kraft och tillfredställande operationstid. Ytterligare ett argument för att framtidens terminaltraktorer kommer att drivas av el är att det idag redan finns sådana tillgängliga på marknaden vilket inte är fallet med övriga drivmedel Volvo nämner.

Rapportens andra delfrågeställning är vilka egenskaper hamnarna finner viktigast i morgondagens terminaltraktorer. I intervjuerna med hamnarna framkom det att samtliga prioriterar att ha en flexibilitet och en driftsäkerhet i flottan. Med flexibilitet avser man en möjlighet att kunna köra så många laster som möjligt med en och samma terminaltraktor. Vad som krävs av terminaltraktorn för att uppnå flexibilitet specificerade hamnarna till:

- Att fordonsflottan inte ska vara differentierad med avseende på maskinstyrka.
- Att fordonen har en maskinstyrka som räcker för att hantera huvudparten av de lasttyper hamnen vanligtvis hanterar.
- Att traktorerna inte få bli större än vad de är idag.

De två första punkterna utesluter att använda de idag tillgängliga eltraktorerna till att hantera de körningar som sker på plan mark eftersom de för övrig operation inte uppfyller hamnarnas dragbehov.

Studien har även försökt att kartlägga vilken förmåga framtida framdrivningsteknologier har att leva upp till de svenska miljö kvalitetsmålen avseende emissioner till luft. År 2050 är målet att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser. Denna studie sträcker sig inte så långt fram men att gå över till alternativa bränslen nämnda i denna rapport är att gå i rätt riktning mot nollutsläpp. El och DME resulterar i en minskning av GHG-utsläpp med ca 90 % medan duel-fuelmotor och el-hybriden är kombinationer med fossila bränslen varför de aldrig kan komma upp i samma GHG-reduktioner som el eller DME. Den besparing som görs i växtgasutsläpp från el och DME relativt diesel ligger i linje med resultaten från hamnen i Los Angeles där en stor del av de dieseldrivna terminaltraktorerna ersattes med eldrift. Däremot skulle både el och DME klart uppnå etappmålet till 2020 om en 40 % minskning av utsläppen av GHG jämfört med 1990. Vad gäller miljö kvalitetsmålet om frisk luft så skulle svensk elmix innebära i princip nollutsläpp av luftföroreningar såsom PM, svaveldioxid och kväveoxidutsläpp. Med DME kvarstår problemen med NO_x men utsläppen av PM elimineras.

Noterbart är att detta endast är mål och inte tvingande krav. Idag finns det visserligen utsläppskrav för luftföroreningar från diesel men ingen för växthusgaser. Om man skulle införa liknande lagstiftning i Sverige för CO₂ likt den i USA, Kina och Japan skulle detta troligen påskynda en utveckling mot miljövänligare traktorer. Denna studie har visat på att det finns flera framdrivningsteknologier som leder till kraftigt minskade utsläpp av GHG.

Som ett led i att svara på frågan om vilken inställning motortillverkare och användare av terminaltraktorer har till en framtida miljövänlig fordonsflotta har den här studien försökt fånga den generella inställningen till miljöarbete hos dessa parter samt de svårigheter och möjligheter de ser med att göra fordonsflottan mer miljövänlig. Volvo ser ett miljöintresse hos sina kunder men kunderna är endast beredda att betala marginellt mer för en miljövänlig produkt än för en konventionell. Detta kan tolkas som att framtida framdrivningsteknologier inte får vara mycket dyrare i inköp och drift än dagens teknik.

Volvo visar genom sina forskningsprojekt och färdigutvecklade modeller för alternativa drivmedel upp en positiv inställning till miljöarbete. Volvo är även medvetet om att företaget, för att finnas kvar som fordonstillverkare på sikt, måste vara med och bidra med miljövänlig teknologi. Denna inställning är en förutsättning för att utvecklingen av alternativa drivmedel ska gå i den riktning som krävs för att bromsa klimatförändringarna. Motortillverkarna utgör första ledet i utvecklingen av terminaltraktorernas produktion och därmed skapar de förutsättningarna för fordonstillverkarna. Det innebär bland annat ett ansvar för tillverkarna att visa att ett alternativt drivmedel fungerar i både maskiner och i en produktions- och distributionskedja.

Resultatet i den här studien visar på att inställningen hos hamnarna till en framtida miljövänlig fordonsflotta skiftar mellan ambitiös till närmast likgiltig. Studien har identifierat ett antal olika faktorer som kan tänkas bidra till dessa skillnader, bland annat ägarförhållanden och geografiska placering i förhållande till tätort. Denna skiftande inställning kan leda till att det inte automatiskt kommer finnas en marknad för klimatsmarta terminaltraktorer. Ett sätt att skapa en sådan marknad är genom tvingande lagstiftning.

I intervjuerna har det framkommit en rad utmaningar som utvecklingen av en miljövänligare fordonsflotta står inför:

- Samtliga alternativa bränslen har en bristande infrastruktur för produktion och distribution (undantaget el). Dock så bör faktumet att terminaltraktorerna aldrig lämnar hamnen klart underlätta byggandet av en infrastruktur för distribution. Om sådan byggs bör hamnen vara en intressant partner för den typen av småskaliga produktionsanläggningar som troligtvis kommer vara aktuella fram till att ett bränsle får genomslag.
- Branschen för terminaltraktorer är liten och användare har svårt att trycka krav och önskemål om motorer och andra komponenter tillbaka till fordonstillverkare. Samarbeten kan därför komma att behövas inom branschen för att nå framgång. Dock kan det finnas svårigheter med dylika projekt på grund av den skiftande inställningen till miljöarbete både hos fordonstillverkare och hos andra hamnar. Om ett sådant fungerande projekt kom till stånd torde det förbättra möjligheten att påverka fordonstillverka att leverera klimatsmarta terminaltraktorer.
- Ett nytt alternativt klimatvänligt bränsle måste kunna ersätta dieseln som ett dominerade bränsle. Det innebär att ett nytt bränsle ska ha liknande tillgänglighet ifråga om råvarutillgång samt infrastruktur. Dessutom ska framtida bränslen kunna leverera minst samma effektuttag som från diesel utan att fordonen måste bli större och tankas oftare. I fallet DME så krävs dubbla storleken på bränsletanken för att ge samma energimängd som diesel och i eldriftens fall är batterier dels för tunga, dels har de otillräcklig kapacitet. El-terminaltraktorn i teorikapitlet lever exempelvis inte upp till hamnarnas dragbehov.

6. SLUTSATS

Denna studie ämnar utreda vilket eller vilka drivmedel som kommer att driva svenska terminaltraktorer fram till år 2020 samt att finna en lämplig kandidat att ersätta dieseln som dominerar idag. Studien som har genomförts ämnar inte dra några generella slutsatser för alla terminaltraktorer och hamnar utan de slutsatser som dras nedan gäller enbart för de som har behandlats i studien.

Vad studien har kommit fram till är att dieseln kommer att fortsätta vara det dominerande bränslet år 2020. Problemet med en allt varmare jord och dess effekter kvarstår därmed och kan inte lösas förrän alternativa, klimatsmarta, framdrivningsteknologier är redo att ta över efter dieseln. Alternativa bränslen tros bli dominerade först när de kan mäta sig med dieseln's egenskaper ifråga om lagring, styrka och tillgänglighet. Utöver dessa utmaningar i utvecklingsarbetet kommer även samarbete mellan hamnar, byggnation av infrastruktur samt lagstiftning kring växtgasutsläpp vara viktiga pusselbitar.

Rapporten har kommit fram till att den alternativa framdrivningsteknologi som tros ha bäst förutsättningar för att bli dominerande i en svensk terminaltraktor bortom år 2020 är el. Det enda bränsle som kommer upp fördelaktigt i samtliga delar av studien är el varför detta talar mycket för att tekniken har en framtid i terminaltraktorer. Visserligen kan DME släppa ut mindre växthusgaser än svensk elmix men DME kan aldrig bli ett dominerande bränsle samtidigt som tillgången är mycket osäker. Övriga drivmedel som tas upp i studien når inte de reduktioner av GHG som el gör och antas därför vara för en övergångsperiod och därmed inte en långsiktig lösning. Jämfört med diesel släpper en terminaltraktor framdriven av el ut 10 gånger mindre växthusgaser vilket innebär att man redan idag ligger nära Sveriges miljö kvalitetsmål om nollutsläpp av växthusgaser år 2050.

Utöver att morgondagens terminaltraktor enligt denna studie tros drivas av el så kan även rapporten konstatera att hamnarna önskar att framtidens terminaltraktorer ska ha kapacitet att kunna hantera en mer varierad godsvikt utan att fordonen blir större än vad de är idag.

7. FÖRSLAG TILL VIDARE STUDIER

Under arbetet med den här studien har det framkommit ett antal områden och frågeställningar som skulle vara lämpliga för vidare forskning:

Det här arbetet har funnit eldrivna fordon som det mest lämpliga alternativa drivmedlet att ersätta dieseln. Det första förslaget till vidare studier är att göra en fördjupad studie om endast eldrivna terminaltraktorer. Under intervjun med Cecilia Gunnarsson framkom möjligheten att kontinuerligt ladda terminaltraktorerna antingen induktivt eller induktivt. Det andra förslaget är att närmare utreda möjligheten att i en hamn installera nödvändig infrastruktur för sådan teknik.

Ett tredje förslag är att göra en utökad utredning av ett specifikt alternativt drivmedel. En sådan utredning skulle bland annat kunna inkludera en livscykelanalys av själva terminaltraktorn samt som även väga in ekonomiska perspektiv.

Det här arbetet har haft hamnarnas behov och en lastbilstillverkares bedömning av framtidens drivmedel som utgångspunkt. Ett fjärde alternativ till framtida forskning vore därför att göra ett liknande arbete med utgångspunkt från tillverkarna av terminaltraktorerna och/eller tillverkarna av industrimotorer.

REFERENSER

- ALPMAN, M. 2012. *19 får gå från framtidsfabrik i Piteå* [Online]. www.nyteknik.se. Available: http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/bioenergi/article3555776.ece [Accessed Nov 19 2012].
- BALQON Balqon Corporation Model Nautilus XE-20 – Zero Emission All Electric Terminal Tractor - Key Components and Specifications. California: Balqon Corporation.
- BALQON. 2011. www.balqon.com: Balqon Corporation. Available: http://balqon.com/events_details.php?id=47 [Accessed 2012-11-25].
- BIODME. 2012. *Vehicle field test* [Online]. Available: <http://www.biodme.eu/work-packages/veichle-field-test> [Accessed Nov 19 2012].
- BOSTRÖM, C.-E., GERDE, P., HANBERG, A., JERNSTRÖM, B., JOHANSSON, C., KYRKLUND, T., RANNUG, A., TÖRNQVIST, M., VICTORIN, K. & WESTERHOLM, R. 2002. Cancer risk assesment, indicators and guidelines for polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air. 110, 451-488.
- CHEMREC. 2008. *CHEMREC to build world's first BioDME advanced biofuels plant* [Online]. Available: http://www.chemrec.se/The_world's_first_BioDME_plant_being_built_by_Chemrec.aspx [Accessed 19 November 2012].
- DENSCOMBE, M. 2009. *Forskningshandboken för småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*, Lund, Studentlitteratur.
- ENERGIGAS SVERIGE. 2011. *Flytande naturgas* [Online]. Available: <http://www.energigas.se/Energigaser/Naturgas/FlytandeNaturgas> [Accessed 2012-11-27 2012].
- ENGLUND, T. I. 2012. *Domsjös miljardprojekt avblåst* [Online]. allehanda.se. Available: <http://allehanda.se/start/ornskoldsvik/1.4744992-domsjos-miljardprojekt-avblast> [Accessed Nov 19 2012].
- ERIKSSON, P., OLSSON, G. & SVENSSON, K. 2012. *Hamn* [Online]. www.NE.se: Nationalencyklopedin. Available: <http://www.ne.se/lang/hamn/198303> [Accessed 2012-12-03].
- EUROPAPARLAMENTET 2004. Direktiv 2004/26/EG. In: EU (ed.).
- GODE, J., MARTINSSON, F., HAGBERG, L., ÖMAN, A., HÖGLUND, J. & PALM, D. 2011. *Miljöfaktaboken 2011: Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter*. Stockholm: Värmeforsk
- HUANG, Z., QIAO, X., ZHANG, W., WU, J. & ZHANG, J. 2009. Dimethyl ether as alternative fuel for CI engine and vehicle. *Frontiers of Energy and Power Engineering in China*, 3, 99-108.
- ICS 2010. *Port and terminal management*, Edinburgh, Witherby Seamanship Interanational Ltd.
- INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY OF THE EU COMMISSION'S JOINT RESEARCH CENTRE, CONCAWE, EUROPEAN COUNCIL FOR AUTOMOTIVE R&D, L-B-SYSTEMTECHNIK GMBH & INSTITUT FRANÇAIS DE PÉTROLE 2007. *Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context*. 2C ed. Brussels: Joint Research Centre.
- ISUZU. 2012. *Low Pollution Alternative Fuel Vehicles* [Online]. Available: <http://www.isuzu.co.jp/world/technology/low/index.html> [Accessed Nov 19 2012].

- JACOBSON, M. Z. 2002. Control of fossil-fuel particulate black carbon and organic matter, possibly the most effective method of slowing global warming. *J. Geophys. Res.*, 107(D19).
- KALMAR. www.kalmarind-northamerica.com: KalmarInd. Available: http://www.kalmarind-northamerica.com/source.php/1090542/TR618i_KIOY0706E-12.pdf [Accessed 2012-12-01].
- KEMIKALIEINSPEKTIONEN. 2012. *Dimetyleter* [Online]. Available: <http://apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne/dimetyleter.htm> [Accessed 2012-11-19].
- KIM, J. 2012. Life-Cycle Emissions from Port Electrification: A Case Study of Cargo Handling Tractors at the Port of Los Angeles. *International journal of sustainable transportation*, 6, 321-337.
- KOUSOULIDOU, M., NTZIACHRISTOS, L., MELLIOS, G. & SAMARAS, Z. 2008. *Road-transport emission projections to 2020 in European urban environments*. 32.
- LUMSDEN, K. 2006. *Logistikens grunder*, Studentlitteratur.
- MAFI Rolltrailers and container chassis. In: SYSTEMS, M. T. (ed.).
- MARTINSSON, M. 2012.
- MILJÖBALKEN KAP.5 1998. SFS 1998:808 Miljöbalk. In: RIKSDAG, S. (ed.) 1998:808. Stockholm.
- MILJÖDEPARTEMENTET 2010. Regeringens proposition 2009/10:155. In: MILJÖDEPARTEMENTET (ed.). Stockholm: Regeringen.
- MILJÖDEPARTEMENTET 2012. Ds 2012:23 Svenska miljömål - preciseringar av miljö kvalitetsmålen och en första uppsättning etappmål. In: MILJÖDEPARTEMENTET (ed.). Stockholm: Miljödepartementet.
- MILJÖMÅLSPORTALEN. 2012. *Miljömålsportalen* [Online]. Stockholm: Naturvårdsverket. Available: www.miljomal.se.
- NATURVÅRDSVERKET. 2009. *Appendix 20 Thermal values and Emission factors energy UNFCCC* [Online]. www.naturvardsverket.se: Naturvårdsverket. Available: http://www.naturvardsverket.se/upload/05_klimat_i_forandring/statistik/2008/1/Appendix%2020Thermal%20values%20and%20Emission%20factors%20energy%20UNFCCC.pdf [Accessed 2012-11-28].
- NATURVÅRDSVERKET 2012a. Steg på vägen - Fördjupad utvärdering av miljömålen 2012. Stockholm: Naturvårdsverket.
- NATURVÅRDSVERKET. 2012b. *Transportsektorns miljöpåverkan* [Online]. Available: <http://www.naturvardsverket.se/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Transporter-och-trafik/Transportsektorns-miljopaverkan/> [Accessed 2012-12-02 2012].
- NE.SE. 2012. *Tätort* [Online]. www.ne.se: Nationalencyklopedin. Available: <http://www.ne.se/lang/t%C3%A4rtort> [Accessed 2012-11-25].
- NILSSON (RED), R. P. 2012. *Sjöfartens Bok*, Göteborg, Svensk Sjöfarts Tidnings Förlag AB.
- PRIMOVE BOMBARDIER. 2012. *The technology behind primove* [Online]. Available: <http://primove.bombardier.com/about/technical-principle/> [Accessed 2012-12-02 2012].
- SALSING, H. 2011. *DME combustion in heavy duty diesel engines*, Göteborg, Chalmers University of Technology.
- SEMELSBERGER, T. A., BORUP, R. L. & GREENE, H. L. 2006. Dimethyl ether (DME) as an alternative fuel. *Journal of Power Sources*, 156, 497-511.
- ŠIROKÝ, J. 2010. Innovative system for the transportation of paper University of Pardubice.
- SPBI, S. P. B. I. 2012. *Energiinnehåll, densitet och koldioxidemission* [Online]. Available: <http://spbi.se/faktadatabas/artiklar/berakningsmodeller> [Accessed 2012-11-29 2012].

- STERN, N. 2006. Stern Review on the economics of climate change. *In*: HM TREASURY (ed.) Final ed.
- SVENSKA PETROLEUM & BIODRIVMEDEL INSTITUTET. 2012. *Transporters miljöpåverkan* [Online]. Available: <http://spbi.se/miljoarbete/oljeprodukters-miljopaverkan/transporters-miljopaverkan> [Accessed 2012-12-02 2012].
- TTS GROUP Cassette systems for RoRo shipments, TTS Marine. www.ttsgroup.com.
- TTS MARINE Cassette systems for RoRo shipments. *In*: DIVISION, T. P. A. M. H. (ed.).
- TTS PORT AND LOGISTICS Translifters for RoRo operation. TTS Group.
- VOLVO 2010. Volvo Bio-DME. www.volvotrucks.com: Volvo.
- VOLVO GROUP. 2012. *DME – från laboratoriet till verkligheten* [Online]. Available: http://www.volvogroup.com/GROUP/SWEDEN/SV-SE/SUSTAINABILITY/ENVDEV/EVENTS_PROJECTS/BIODME/PAGES/BIODME.ASPX [Accessed Nov 19 2012].
- VOLVO TRUCKS. 2011. *Längre och tyngre transporter för gaslastbilar med Volvo FM MetanDiesel* [Online]. Available: <http://www.volvotrucks.com/trucks/sweden-market/sv-se/aboutus/every-drop-counts/Pages/methanadiesel.aspx> [Accessed 2012-11-28 2012].
- VOLVO TRUCKS. 2012. *En högeffektiv, konkurrenskraftig lastbil – och en hållbar lösning* [Online]. Available: <http://www.volvotrucks.com/trucks/sweden-market/sv-se/trucks/VOLVO-FM-METHANEDIESEL/Pages/volvo-fm-methanadiesel.aspx> [Accessed 2012-11-28 2012].

BILAGA 1

Nedanstående bilaga visar på en sammanfattning av den informationen respondenterna mottog via innan intervju. Texten är inte ordagrant återgiven.

Framtidens bränsle för terminaltraktorer

Kandidater

Mikael Martinsson

Jacob Nilsson

Chalmers tekniska högskola

Bakgrund

Vi är två sjökaptensstudenter som i vårt examensarbete skriver om framtidens terminaltraktorer. Syftet med denna rapport är att utreda möjligheten till att minska utsläppen av partiklar och växthusgaser från hamnarnas terminaltraktorer genom att modernisera fordonsflottans framdrivningsteknologi. Terminaltraktorer kör containrar och andra enhetsbärare i hamnen och på/av RoRo-fartyg. Syftet med intervjun är att ta reda på vad du tror är framtidens framdrivningsteknologi för terminaltraktorer.

Metod

Du kommer att medverka i en så kallad semi-strukturerad intervju vilket innebär att frågorna är av öppen karaktär med större möjligheter att svara mer fritt än i en strikt intervjusituation. Det spelar ingen roll i vilken ordningsföljd frågorna besvaras och vi kommer att ställa följdfrågor där vi anser det vara relevant. Frågorna kommer till viss del vara av mer allmän karaktär men det förekommer även mer specifika frågor.

Du har valts ut som respondent eftersom vi vill veta din branschs åsikter och tankar i frågan och du anses besitta den kompetens som behövs för intervjun.

BILAGA 2

Nedanstående bilaga redovisar de frågor som ställdes vid intervjun med motortillverkaren. Frågorna skickades via innan intervjun ägde rum.

Hej Cecilia!

Nedan följer de frågor/ämnen vi vill ta upp med dig när vi träffas. Frågorna är inte något som vi följer statistiskt eftersom det är en semi-strukturerad intervju men det är en mall som vi utgår ifrån så kan vi göra sidospår för fördjupad förståelse. Vi hoppas att du förstår att vi vill ha ett lugnt och avkopplat samtal med dig där du har all frihet att själv komma med funderingar och tankar kring ämnet. Vi tar med oss ett intervjuavtal som du skriver på vilket ger dig rätten att besvara på det du önskar, avsluta intervjun när du vill etc.

Del A är frågor vi tror du kan svara på direkt medan frågor i del B kanske ligger på någon annans bord varför du har tid att inhämta svar från denna person innan vi träffas. Fråga 1 är den stora, övergripande frågan. Eventuellt kommer några ytterligare frågor läggas till som berör samma ämne.

Del A

1. Vad anser Volvo vara framtidens motorbränsle ur ett miljöperspektiv? Varför? Vilka faktorer avgör detta ställningstagande? (t.ex. ekonomiska, regelkrav, politiska, miljömässiga, praktiska)
2. När kommer detta bränsle att vara ert dominerande?
3. Hur tror ni att fördelningen av olika bränslen kommer att se ut 2020/2030?
4. Hur stor potential finns det att minska utsläppen genom att optimera motorerna med ny teknik resp. införandet av nya bränslen?
5. Vilken del av utsläppen fokuserar ni på att minska?(CO₂, PM, NO_x etc)
6. Vad jobbar Volvo med i dagsläget för att minska utsläpp från sina motorer (vad har ni i pipe-line?) (hänger ihop med fråga 1)
7. Vad fokuserar kunden på vid köp av motorer? (Efterfrågar de låga utsläpp eller är annat viktigare, som t.ex. effekt kontra pris?)
8. Vad är kundens inställning till att köpa ny teknik som innebär mindre utsläpp?

Del B

9. Hur snabbt implementerar Volvo ny bränsleteknik i produktsortimentet av motorer?
10. Hur jobbar Volvo med att sälja sina motorer till andra fordonstillverkare, som av t.ex. terminaltraktorer?
11. Finns det någon typ av samarbete mellan Volvo och tillverkare av terminaltraktorer (t.ex. Cargotec/Kalmar) ? Hur ser detta ut? (vi vet t.ex. att era motorer sitter i Cargotecs terminaltraktorserie Kalmar)
12. Slussas Volvos teknik/motorer vidare till PENTA som sysslar med industrimotorer?

BILAGA 3

Nedanstående bilaga redovisar de frågor som ställdes vid intervjuerna med hamnarna. Frågorna skickades via innan intervjun ägde rum.

DEL A

1. Hur ser hamnens park med terminaltraktorer ut idag (antal fordon, märken, drivmedel, partikelfilter, dragstyrka, ålder, ev. datablad etc.)
2. Hur mycket körs fordonen per dygn (timmar, förbrukad mängd bränsle)?
3. Hur ser behovet av dragstyrka ut? Använder ni er av fordon med olika dragstyrka idag?
4. Hur ofta byts terminaltraktorerna ut?
5. I er kontakt med tillverkare av terminaltraktorer, vilka drivmedel upplever ni att de lyfter fram?
6. Ställer kommunen särskilda utsläppskrav på hamnen?
7. Hur ofta läggs hamnplanen om?

DEL B

1. Hur tänker hamnens kring miljöarbete generellt?
2. Har hamnen gjort några insatser för att minska terminaltraktorernas utsläpp? Hur ser de ut?
3. Har hamnen en plan för att minska sina utsläpp av CO₂?
4. Vad är hamnens bedömning av hur parken med terminaltraktorer ser ut 2020 (antal fordon, dragstyrkor, drivmedel)? Ändras svaret om tidsgränsen flyttas fram till 2030?
5. Gasdrift är aktuellt både hos fordonstillverkare och rederier. Har hamnen resonerat kring att bygga infrastruktur för gasdrift (LNG, LPG) av fartyg samt den egna fordonsparken?
6. Vilken är hamnens inställning till en differentierad park (ex. fordon med olika dragstyrka)?
7. Vilka tankar har hamnen kring framtida miljöarbete (generellt och för terminaltraktorer specifikt) och vilka drivmedel ser hamnen som intressanta i framtiden?

