

## Effekt av elanslutning av fartyg

- i Trelleborgs hamn



#### Dokumentinformation

**Titel:** Effekt av elanslutning av fartyg – i Trelleborgs hamn

**Serie nr:** 2006:88

**Projektnr:** 5020

**Författare:** Lovisa Bengtsson, Trivector Traffic

**Kvalitetsgranskning** Christer Ljungberg, Trivector Traffic

**Beställare:** THAB  
Kontaktperson: Jim Leveau, tel 0410-36 37 08

#### Dokumenthistorik:

Version	Datum	Förändring	Distribution
0.1	2006-11-09	Preliminär version	Beställare
1.0	2007-06-05	Uppdatering m h t Polen-trafik	Beställare
1.1	2007-06-13	Kompletteringar	Beställare
1.2	2007-06-21	Revideringar efter synpunkter	Beställare
1.3	2007-06-25	Mindre justeringar	Beställare

## Förord

---

THAB lät under hösten 2006 Trivector studera effekterna av en eventuell el-anslutning av vissa färjelägen i hamnen. Under våren uppdaterades utredningen m h t att Unity Line också börjat trafikera Trelleborgs hamn med två fartyg. I denna rapport redovisas resultaten. Beräkningarna av miljöeffekt har genomförts av civ ing Lovisa Bengtsson på Trivector Traffic som även skrivit denna rapport. Beräkningarna/bedömningar av kostnader för el-anslutningen har genomförts av Jan Mårtensson på Kommunal Teknik, Trelleborgs kommun.

Lund juni 2007  
Trivector Traffic AB

# Innehållsförteckning

---

## Förord

<b>1.</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Elanslutning</b>	<b>1</b>
2.1	Tekniken	1
2.2	Förutsättningar i Trelleborgs hamn	3
2.3	Miljönytta	4
2.4	Kostnader	6
<b>3.</b>	<b>Jämförelse kostnad/nytta elanslutning</b>	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>Andra åtgärder och deras effekter</b>	<b>10</b>
4.1	Katalysatorer	10
4.2	Användande av bränslen med lägre svavelhalt	12
4.3	Rena bränslet från svavel	13
<b>5.</b>	<b>Slutsatser och sammanfattning</b>	<b>14</b>

# 1. Inledning

---

I samband med att miljödomstolen i sin deldom 2005-04-22 gav tillstånd för THAB att fortsätta hamnverksamheten ställdes även krav på att THAB skulle låta utreda de teknisk-ekonomiska förutsättningarna samt utarbeta en plan för en framtida anslutning av landström till fartygen när dessa ligger vid kaj. Nedan redovisas hur tekniken fungerar, kostnader samt miljönytta. Utöver detta redovisas även andra möjliga åtgärder för att minska miljöbelastningen samt kostnad för dessa åtgärder.

## 2. Elanslutning

---

### 2.1 Tekniken

Då fartygen ligger vid kaj har de sina hjälpmotorer på för att få belysning, värme, varmvatten, fläktar etc. För att minska emissionerna vid kaj (och även minska buller från hjälpmaskiner) kan istället fartygen anslutas till land-el.

#### ***Högspännings-teknik***

För att anslutningen ska gå snabbt kan man göra detta med en enda kabel, och anslutningen går då på 5-10 minuter. För att det ska vara möjligt att överföra tillräckligt med effekt till fartygen måste det då vara en högspänningsanslutning. Denna teknik används i Göteborgs hamn där de fartyg som har kortast liggtid ligger ca 6 timmar vid kaj.<sup>1</sup>

Anslutningen sker genom att 20-100 kV kommer till en transformatorstation inom hamnområdet. Från denna ska 6-20 kV gå ut till anslutningspunkter vid vart och ett av de färjelägen som ska ha tillgång till el-anslutning. Från varje anslutningspunkt går sedan 6-20 kV till fartygens transformatorer som ombord omvandlar till 400 V. Eftersom flera olika fartyg kan komma att an-

<sup>1</sup> Telefonintervju med Åsa Wilske, Göteborgs Hamn, 2007-05-24

göra de olika färjelägena bör det i varje anslutningspunkt finnas en kabel som går att dra ombord till fartygen.

Ombord på fartygen behövs en huvudströmbrytare och en transformator. De flesta fartyg har uttag där inkoppling kan ske, men detta är då endast dimensionerat för att vid varvsvistelse kunna ge belysning och köra enstaka fläcktar. De fartyg som har 60 Hz elnät ombord behöver en omformare från den levererade elen med 50 Hz.<sup>2</sup>

### ***Begränsade möjligheter att utnyttja högspänningsteknik***

Stockholms hamnar fick 2005 bidrag från Stockholms Stads Miljömiljarden för elanslutning av ett färjeläge för Tallinks fartyg Romantika och Viktoria. Kostnaden beräknades uppgå till 3 Mkr varav Miljömiljarden skulle finansiera 2,1 Mkr. Projektets syfte och förväntat resultat var att utifrån praktisk erfarenhet kunna driva teknikutvecklingen vidare och samtidigt vinna erfarenheter om miljöeffekter av elanslutningar med högspänning. Tyvärr visade det sig omöjligt att ansluta fartygen med högspänning på grund av utrymmesskäl på fartygen samt att systemet skulle bli oflexibelt. Därför övergavs idén med högspänningsanslutning till att omfatta inkoppling med industrispänning, vilket blev 1,1 Mkr dyrare än budgeterat och totalkostnaden blev 3,6 Mkr varav 2,5 Mkr finansierades av Miljömiljarden.<sup>3</sup>

### ***System med industrispänning - lågströmsteknik***

Systemet med industrispänning innebär att elen leds med högspänningskablar från befintlig högspänningsstation 11 kV till en ny transformatorstation där strömmen transformeras ner till 0,69 kV och går vidare till fartyget. Mellan fartyget och den nya transformatorstationen byggs en särskild rörlig ställning som flexibla specialkablar vilar på. De flexibla kablarna används för att göra inkopplingen till fartyget lätthanterlig och för att minimera ytan som krävs för stationen. För att kunna leverera tillräckligt med effekt installeras 9 hankontakter som kopplas in före nerfasningen av fartygets egen elproduktion, d v s före hjälpmotorerna stängs av. En stund före avfärd måste fartygets egna elsystem startas upp innan urkoppling av landströmmen kan göras för att inte störa verksamheten ombord.<sup>4</sup> Inkopplingen tar cirka en timme och urkopplingen ungefär lika lång tid. Det innebär att fartygen måste ligga vid kaj minst tre timmar för att det över huvud taget ska vara lönt med elanslutningen.<sup>5</sup>

<sup>2</sup> MariTermAB, Shore-side electricity for ships in ports, Case studies with estimates of internal and external costs, prepared for the North Sea Commission, Report 2004-08-23

<sup>3</sup> Slutrapport för projekt inom Miljömiljarden, Stockholms stad, B155 Minska emissioner och buller genom elanslutning, 2006-11-30

<sup>4</sup> Slutrapport för projekt inom Miljömiljarden, Stockholms stad, B155 Minska emissioner och buller genom elanslutning, 2006-11-30

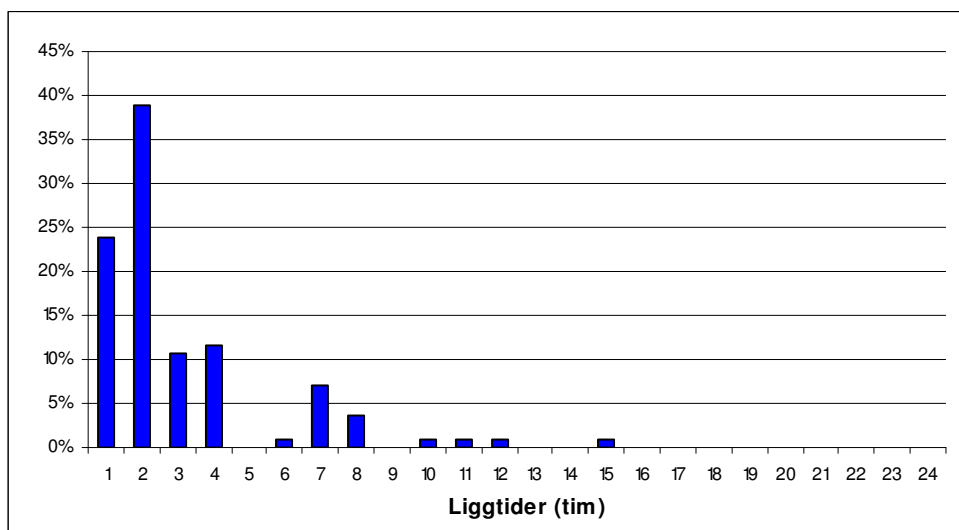
<sup>5</sup> Telefonintervju med Leif Kvick, Stockholms Hamnar, 2007-05-24.

## 2.2 Förutsättningar i Trelleborgs hamn

Trelleborgs hamn är i dagsläget inte utrustat för att kunna elförsörja fartyg och fartygen är heller inte utrustade för detta. De nya färjelägena FL7-9 är dock, eller kommer att bli när de är färdigbyggda, förberedda för att anslutas. Stora ombyggnader och långa dragningar av kablar krävs för att elanslutning ska bli möjlig.

Trelleborgs Hamn AB kommer inom kort att till miljödomstolen ansöka om utbyggnad av fyra nya, mer sydligt belägna färjelägen. Avsikten med utbyggnaden är att flytta färjetrafiken längre bort från de centrala delarna av Trelleborg genom att på sikt helt kunna sluta trafikera de centralt belägna färjelägena 3, 4, 5 och eventuellt även färjeläge 6, och därigenom minska luftföroreningar och buller för de boende i centrala Trelleborg.

En eventuell elanslutning av fartygen vid kaj skulle kunna minska halterna av luftföroreningar ytterligare och dessutom minska bullret från färjorna. Färjetrafiken i Trelleborg skiljer sig dock från den i Stockholm och Göteborg så tillvida att fartygen ligger mycket kort tid vid kaj, i genomsnitt mindre än tre timmar, se Figur 2.1.



Figur 2.1 Liggtider i Trelleborgs hamn våren 2007

Som framgår av figuren ligger en fjärdedel av fartygen vid kaj högst 1 timme och 60 % av fartygen högst 2 timmar. Endast 15 % av fartygen ligger längre än 4 timmar vid kaj. Dessa liggtider kan jämföras med Stockholm där det fartyg som ligger kortast tid vid kaj ligger 6 timmar.

Ett problem med elanslutning av fartyg vid kaj är att motorerna hinner svalna och att emissionerna vid återstart då blir större. Enligt Sveriges Hamnar brukar man därför använda ett riktvärde på minst 4 timmar liggtid vid kaj för att miljönyttan totalt sett ska bli positiv.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> A Klingström, Sveriges Hamnar, PM angående anslutning av elektricitet till fartyg vid kaj, 2007-05-21

Även om de flesta fartyg ligger mycket kort tid vid kaj står de få fartyg som ligger lite längre för en stor andel av den totala liggtiden; de fartyg som ligger längre tid än 2 timmar står för cirka två tredjedelar av den totala liggtiden och de fartyg som ligger längre tid än 4 timmar står för 40 % av den totala liggtiden vid kaj. De längsta liggtiderna uppkommer dock vid enstaka tillfällen; de tre fartyg som regelbundet (minst två gånger i veckan) ligger längre tid än 4 timmar vid kaj står endast för knappt 30 % av den totala kajtiden.

Ombyggnader kommer även att krävas ombord på fartygen. Eftersom fartygen i Trelleborgs hamn ligger så kort tid vid kaj är en förutsättning för att det ska vara praktiskt genomförbart att el-ansluta fartygen att det går att genomföra med hjälp av s k högspänningsteknik. Detta förutsätter att det finns tillräckliga utrymmen ombord på fartygen för transformatorer.

## 2.3 Miljönytta

### ***Förutsättningar för beräkningar***

Rederierna anger att de anser det tekniskt och praktiskt inte är rimligt att el-ansluta de fartyg som ligger 3 timmar eller kortare tid vid kaj. Som tidigare nämnts anger Sveriges Hamnar dock att man brukar använda ett riktvärde på minst 4 timmar liggtid vid kaj för att miljönyttan med hänsyn till ökade emissioner vid kallstarter totalt sett ska bli positiv. Därför genomförs beräkningar av miljöeffekt för fallet om elanslutning av samtliga tre fartyg som regelbundet, d v s minst två gånger i veckan, ligger mer än 4 timmar vid kaj i Trelleborgs hamn.

Vid beräkningarna av miljönytta förutsätts att el-anslutningen kan ske genom högspänningsteknik och att anslutningen kan ske på 10 minuter samt att från-anslutningen tar lika lång tid.

### ***Minskad tid med hjälpmotorer vid kaj***

Om samtliga tre fartyg som regelbundet ligger mer än 4 timmar vid kaj skulle få el-anslutning skulle detta minska den totala tid som fartygen går med hjälpmotorer vid kaj med ca 27 %. De tre fartygen har dock större effekt än genomsnittet för övriga fartyg och står därför för en större andel av emissionerna vid kaj; 36-40 %.

### ***Effekt på emissioner i hamnen***

Eftersom fartygen ligger relativt kort tid vid kaj står dock emissionerna som fartygen alstrar vid kaj för en mindre del av de totala emissioner som fartygen alstrar totalt sett inom hamnområdet (emissioner vid kaj + emissioner vid manövrering inom hamnområdet) och för en ännu mindre andel om man ser på de totala emissionerna som alstras norr om angöringsbojen (emissioner vid kaj + emissioner vid manövrering inom hamnområdet + emissioner till/från angöringsbojen) och som påverkar luftsituationen i centrala Trelleborg.



I Tabell 1 visas vilken effekt som skulle fås på de totala emissionerna då fartygen ligger vid kaj, då fartygen ligger vid kaj eller manövrerar inom hamnbassängen samt då fartygen ligger vid kaj, manövrerar i hamnbassängen eller kör till/från hamn anföringsbojen, dvs de emissioner som framför allt påverkar de boende i Trelleborg. Dessutom har effekten beräknats om man ser på samtliga emissioner som sker t o m halva överfarten till Tyskland. Notera att redovisade effekter överskattas eftersom ingen hänsyn tagits till de ökade emissioner som sker vid kallstart.

Tabell 1. Beräknade reduktioner av emissionerna i Trelleborgs hamn 2007 vid elanslutning av fartyg som regelbundet ligger längre tid vid kaj än 4 timmar.

Driftsfas:	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	VOC	PM10	SO <sub>x</sub>
Kaj	- 39 %	- 39 %	- 39 %	- 39 %	- 40 %	- 36 %
Kaj + Manövrering	- 30 %	- 20 %	- 27 %	- 22 %	- 22 %	- 26 %
Kaj + manövrering + t o f anföringsboj	- 15 %	- 11 %	- 15 %	- 13 %	- 13 %	- 13 %
Totalt (t o m halva överfarten till Tyskland)	- 2 %	- 2 %	- 2 %	- 2 %	- 2 %	- 2 %

Som framgår av tabellen minskar emissionerna vid kaj som tidigare nämnts med 36-40 %. Vid kaj + manövrering minskar emissionerna med 20-30 % och vid kaj+manövrering+till/från anföringsboj med 11-15 %. Totalt sett minskar dock emissionerna från fartygen endast med ca 2 %.

Elanslutningen skulle minska de årliga utsläppen i Trelleborgs hamn med cirka 110 ton NO<sub>x</sub>, med cirka 30 ton SO<sub>x</sub>, med knappt 6 000 ton CO<sub>2</sub>, cirka 7 ton CO, cirka 3 ton PM10 och med 2 ton VOC, se Tabell 2.

Tabell 2. Sammanställning av effekt på emissionerna vid kaj i Trelleborgs hamn vid el-anslutning av de fartyg som regelbundet ligger mer än 4 timmar vid kaj.

Ämne:	Årlig reduktion vid kaj
Minskade emissioner NO <sub>x</sub>	110 ton
Minskade emissioner SO <sub>x</sub>	30 ton
Minskade emissioner CO <sub>2</sub>	5 600 ton
Minskade emissioner CO	7,2 ton
Minskade emissioner PM10	2,6 ton
Minskade emissioner VOC	1,6 ton

Notera dock liksom tidigare att den beräknade miljöeffekten är överskattad eftersom utsläppen ökar vid kallstart. Det finns idag få undersökningar på detta men en studie<sup>7</sup> av utsläppen vid kallstart från fartygen vid Göteborg indikerar enligt IVL att utsläppen från hjälpmaskiner vid kaj (alltså det som ersätts av land-el) är mycket större än emissioner vid kallstart. Då ska man dock hålla i minnet att fartygen ligger betydligt längre tid vid kaj i Göteborg

<sup>7</sup> Cooper, Atmospheric Environment 2003, Exhaust emissions from ships at berth

än i Trelleborg och att effekten av kallstarter därmed bör vara större i Trelleborg.

### ***Emissioner vid framställning av el***

Miljönyttan med elanslutning av fartygen beror till viss del på hur elen är producerad. Om elen skulle produceras så som elen i genomsnitt i Sverige produceras skulle emissionerna totalt sett inte minska riktigt lika mycket som ovan presenterat eftersom elen också måste produceras, dock sker dessa utsläpp inte inom tätbebyggt område på samma sätt som emissionerna från fartygen i Trelleborgs hamn. Enligt det lokala energibolaget KTT Energi produceras dock all elen i Trelleborg med hjälp av vattenkraft, och därmed ges inga emissioner vid elproduktionen.<sup>8</sup>

Enligt energimyndigheten bör man dock vid beräkningar av el på marginalen räkna med kolkondenskraft.<sup>9</sup> Skulle emissioner från sådan elframställning istället tillämpas skulle emissionerna från elproduktionen minska nyttan med ungefär en tredjedel.

## **2.4 Kostnader**

### ***Installationer på land***

Att gräva ner kabel etc i marken kostar 100-150 euro per löpmeter och högvoltsledning (10 kV) kostar ca 10-15 euro per löpmeter. Anslutningskabeln mellan fartyget och anslutningen i land kostar 20-25 euro per löpmeter.<sup>10</sup> Enligt det lokala energibolaget, KTT Energi, beräknas kostnaden för elanslutning av färjeläge 3, 4 och 5, dvs de färjelägen som ligger närmast byggelsen i centrala Trelleborg, till 8,6 miljoner kronor. Skulle samtliga färjelägen FL3-FL9 el-anslutas bedöms kostnaden bli ungefär den dubbla.

Som tidigare nämnts planerar THAB att flytta färjelägena längre söderut och att på sikt sluta trafikera färjeläge 3-6. Färjeläge 7 trafikeras endast av fartyg som ligger vid kaj en timme eller kortare tid. Skulle därmed endast befintliga färjelägena 8-9 (som delvis är förberedda för elanslutning) samt de nya planerade färjelägena 10-11 el-anslutas bedöms kostnaden bli ungefär 5 miljoner kronor.<sup>11</sup>

Till de ovan angivna kostnaderna som energibolaget anger tillkommer dock kostnader för Trelleborgs Hamn AB i form av t ex omläggningar av beläggningssytor etc. THAB beräknar att dessa kostnader ökar de angivna kostnaderna med cirka 30 %.

<sup>8</sup> Telefonintervju med Jan Mårtensson, KTT Energi, 2007-06-05.

<sup>9</sup> Statens Energimyndighet, Miljövärdering av el – Marginal el och medel el – Underlagsrapport, 2007

<sup>10</sup> MariTermAB, Shore-side electricity for ships in ports, Case studies with estimates of internal and external costs, prepared for the North Sea Commission, Report 2004-08-23

<sup>11</sup> Telefonintervju med Jan Mårtensson, KTT Energi, 2007-05-28. Prisuppgifterna mycket ungefärliga eftersom det idag inte går att fastställa exakt vilket effektbehov som kommer att finnas då de planerade nya färjelägena väl är färdiga.

### **Installationer på fartygen**

Tre fartyg ligger regelbundet vid kaj i Trelleborg mer än 4 timmar per tillfälle. Om dessa fartyg skulle byggas om för att kunna anslutas till landström skulle det innebära att tre av de tretton fartyg som trafikerar Trelleborgs hamn skulle behöva byggas om så att de får en huvudströmbrytare och transformator.

Enligt en rapport från Mariterm<sup>12</sup> är kostnaderna för installationer ombord på fartygen inklusive transformator 60 000 -140 000 euro. För tre fartyg skulle detta därmed motsvara en kostnad på 1,7-3,9 miljoner kronor. Kostnaden för installation på gamla fartyg är i regel högre än om utrustning installeras vid nybyggnad av fartyg. Kostnaderna skulle därför troligtvis ligga närmare 3,9 miljoner kronor än 1,7 miljoner kronor.

### **Ökade driftskostnader för färjorna**

Utöver de investeringskostnader som krävs för att tillhandahålla elen kommer också driftskostnaderna att öka genom att el-energin är dyrare än bränslet till motorerna. Enligt rapporten från Mariterm är det 2-4 gånger dyrare med el levererad från land jämfört med att låta motorerna producera den.

Om samtliga fartyg som ligger mer än 4 timmar vid kaj skulle få elanslutning skulle detta minska den tid som fartygen går med hjälpmotorer vid kaj med ca 27 %, vilket motsvarar cirka 4 900 kajtimmar. De tre fartygen som skulle el-anslutas har en genomsnittlig effekt på 1 300 kW då de ligger vid kaj, vilket ger en årlig energiförbrukning på 6 600 MWh per år under den tid som de skulle el-anslutas. Bränsleförbrukningen under perioden uppgår till cirka 1 400 ton/år.

De avgifter som rederierna kommer att behöva betala för landdelen består dels av en rörlig del, dels av nätavgift. Nätavgiften är dock helt beroende på det största samtidiga effektuttag som görs under året; skulle tre fartyg vid något tillfälle samtidigt anslutas ökar årskostnaden med 50 % jämfört med om max två fartyg ansluts. Vid beräkningarna har antagits att max två fartyg samtidigt ansluts. De fasta avgifterna beräknas då uppgå till ca 1,3 Mkr/år.<sup>13</sup>

Rederierna kommer att behöva betala 3,3 Mkr för de ca 6 600 MWh som fartygen behöver då de el-ansluts vid kaj. Till detta kommer dock energiskatt på 1,8 Mkr/år<sup>14</sup>. Den årliga el-kostnaden för rederierna skulle därmed bli cirka 5,1 Mkr/år vid elanslutning av fartyg som ligger längre tid vid kaj än 4 timmar. Samtidigt minskar den årliga kostnaden för bränsleåtgång vid

<sup>12</sup> Shore-side electricity for ships in ports, Case studies with estimates of internal and external costs, prepared for the North Sea Commission, Mariterm report 2004-08-23

<sup>13</sup> Beräknade kostnader bygger på telefon intervju med Göran Persson, Trelleborgs Energiförsäljning AB, 2007-06-05. Hans beräknade uppgifter på 1,1 Mkr/ år i fast nätavgift för 8000 MWh/ år har räknats upp för något högre effektuttag.

<sup>14</sup> Långsiktigt avtal på 3-4 år med årlig förbrukning på ca 8 MWh ger en kostnad på 47-50 öre/kWh inkl elcertifikatavgift. Till detta kommer energiskatt på 26,5 öre/kWh. Uppgifter från Göran Persson, Trelleborgs Energiförsäljning AB 2007-06-05.

kaj (en minskning med ca 1 400 ton/år) med cirka 3,8 Mkr/år.<sup>15</sup> I Tabell 3 visas en sammanställning av kostnaderna:

Tabell 3. Sammanställning av kostnader för el-anslutning

	Kostnad
Investeringar i hamnen för anslutning	6,5-22 Mkr
Investeringar i tre fartyg	1,7-3,9 Mkr
Ökad energikostnad för fartygen i hamn	1,2 Mkr/år

### 3. Jämförelse kostnad/nytta elanslutning

I Tabell 4 visas en sammanställning av kostnaderna för genomförande av el-anslutning samt vilka nyttor som uppnås. Notera att nyttan avseende svavel överskattas efter år 2010 när samtliga fartyg som ligger vid kaj längre än 2 timmar ändå kommer att använda bränsle med mycket låg svavelhalt (0,1 %), se vidare under avsnitt 4.2.

Vid värderingen av värdet av minskningar av emissioner i Trelleborg har Vägverkets typ-värden för en tätort med 27 000 invånare använts.<sup>16</sup> I denna värderas 1 kg kväveoxider till 73 kr/kg, kolväten till 45 kr/kg, svaveloxider till 85 kr/kg och partiklar till 2131 kr/kg. Koldioxid värderas till 1,5 kr/kg.

För att räkna om investeringskostnader i hamnen till en årlig kostnad har en livslängd på 20 år antagits. Skulle färjelägena 3-6 el-anslutas blir dock livslängden endast cirka 5 år eftersom man från THABs sida räknar med att sluta trafikera dessa färjelägen inom en femårsperiod. Något av fartygen är så gammalt att det troligtvis endast har cirka 5 år kvar i trafik medan de andra två är relativt nya. Därför har installationer på fartygen antagits ha en genomsnittlig livslängd på 10 år. Vid beräkningarna har en kalkylränta på 4 % antagits. För beräkningarna av kostnader har skattefaktor I (1,23) använts eftersom denna skattefaktor även är inbakad i värderingen av nyttorna. Kostnaden för ombyggnad av fartygen beräknas till 0,3-0,6 Mkr/år. I sammanställningen nedan har antagits 0,5 Mkr/år eftersom kostnaderna vid ombyggnad av befintliga fartyg bör vara högre än vid nybyggnad.

<sup>15</sup> Prisuppgifter för olika bränslen kommer från Christer Ekström på Sannes AB/Shell Marine products 20070612: 375 dollar per ton för lågsvavlig tjockolja max 1 % svavel. Dollar omräknade till Skr med valutakurs 6,97 kr per dollar 20070611.

<sup>16</sup> Vägverket, Vägverkets samhällsekonomiska kalkylvärden, Punlikation 2006:127, Remissversion.

Som tidigare har nämnts anser energimyndigheten att man vid beräkningar av el på marginalen bör räkna med kolkondenskraft. Redovisade nyttor baseras därmed på denna el-framställning, trots att det lokala energibolagets el framställs med vattenkraft. Vilka nyttor som fås om man istället räknar på elframställning genom vattenkraft har tidigare visats i tabell 2.

Tabell 4. Sammanställning av årliga kostnader samt nyttor för el-anslutning av tre fartyg i Trelleborgs hamn.

Kostnader/Nyttor:	El-anslutning FL 3-5 (Mkr/år)	El-anslutning FL 3-9 (Mkr/år)	El-anslutning FL 8-11 (Mkr/år)
<b>Kostnader:</b>			
Investeringar i hamnen för anslutning	3,1	4,1	0,6
Investeringar i fartyg	0,5	0,5	0,5
Ökad energikostnad för fartygen i hamn	1,2	1,2	1,2
<b>Summa kostnader:</b>	<b>4,8</b>	<b>5,8</b>	<b>2,3</b>
<b>Nyttor baserade på kolkondenskraft:</b>			
Minskade emissioner NO <sub>x</sub>	+8,0	+8,0	+8,0
Minskade emissioner SO <sub>x</sub>	+2,4	+2,4	+2,4
Minskade emissioner CO <sub>2</sub>	+0,5	+0,5	+0,5
Minskade emissioner PM10	+5,5	+5,5	+5,5
Minskade emissioner VOC	+0,07	+0,07	+0,07
<b>Summa nyttor:</b>	<b>+16,6</b>	<b>+16,6</b>	<b>+16,6</b>
<b>Nytto-/kostnadskvot</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>7</b>

Observera liksom tidigare att de ovan redovisade nyttorna är överskattningar eftersom ingen hänsyn tas till effekt av kallstarter.

Som framgår av tabellen är nyttorna högre än kostnaderna och åtgärden skulle vara samhällsekonomiskt lönsam. Det är dock betydligt mer samhällsekonomiskt lönsamt (högre nytto-/kostnadskvot) om man endast ansluter de nyaste färjelägena i sydöstra delen av hamnen som redan idag är förberedda för el-anslutning samt de nya färjelägen som planeras inom ramen för vision 2010.

## 4. Andra åtgärder och deras effekter

### 4.1 Katalysatorer

#### **Teknik**

Idag använder inga fartyg i Trelleborgs hamn katalysatorer eller annan kvävereducerande utrustning. Katalysatorer reducerar kväveutsläppen med 90-95 % och andra utrustningar som t ex vatteninsprutning reducerar utsläppen med 30-50 %. HC och CO reduceras med 80-90 % och partiklar med 30-40 %. Det spelar ingen större roll vilken olja man kör på, men reningen blir dock bättre om oljan är lågsvavlig (<1%). Avgastemperaturen bör ligga mellan 220-450 grader för att reningen ska bli så effektiv som möjligt. Man köper ofta ett paket med både katalysator och ljuddämpare där ljuddämparen sänker bullret med 25-35 dBA.

Katalysatorerna kräver cirka en kontroll per år och för övrigt inget direkt underhåll förutom bunkring av urea.

#### **Effekt**

Skulle samma tre fartyg som tidigare förutsatts kunna anslutas till land-el vid kaj istället utrustas med katalysatorer skulle de totala utsläppen av NO<sub>x</sub> vid kaj samt vid kaj + manövrering minska lika mycket som med elanslutning och de totala utsläppen vid kaj+manövrering+t&f angöringsboj minskas mer än vid elanslutning, se Tabell 5. En stor fördel med denna åtgärd är dessutom att emissionerna totalt sett minskar så kraftigt och att effekten även uppnås när fartygen anländer till andra hamnar.

Tabell 5. Beräknade effekter på emissionerna av NO<sub>x</sub> i Trelleborgs hamn 2007 med elanslutning av fartygen respektive med katalysatorer på tre fartyg

	Reduktion med elanslutning	Reduktion med katalysatorer på 3 fartyg
Kaj	- 39 %	-37 %
Kaj + Manövrering	- 30 %	-31 %
Kaj + manövrering + t o f angöringsboj	- 15 %	-22 %
Totalt (t o m halva överfarten till Tyskland)	- 2 %	-19 %

Utöver reduktion av NO<sub>x</sub> kommer katalysatorerna som tidigare nämnts att minska emissionerna av HC och CO med 80-90 % och partiklar med 30-40 %. Med katalysatorer på de tre fartyg som regelbundet ligger längre tid än 4 timmar vid kaj skulle det innebära att emissionerna av CO minskar med 85 ton/år, emissionerna av VOC/HC minskar med 16 ton per år och emissionerna av partiklar minskar med 11 ton per år.

### **Kostnad**

Priset för en katalysator beror på motor, men hårdvaran kostar ungefär 30-35 Euro/kW i investeringskostnad (per motor). Detta motsvarar ca 300 kr/kW i investeringskostnad. Dessutom köper man till en ureatank också (30-40 % ureakonc). Det är normalt att en motor drar ca 30 l/timme, vilket kostar ungefär 2 Euro/MWh, d v s knappt 20 kr/MWh. Livslängden på katalysatorn varierar mellan 10 000-40 000 timmar, men genomsnitt är 16 000 timmar.<sup>17</sup>

Med katalysatorer på de tre fartyg som regelbundet ligger mer än 4 timmar vid kaj skulle investeringskostnaden för katalysatorer, inkl skattefaktor I uppgå till cirka 14 Mkr. Investeringskostnaden per fartyg skulle då i genomsnitt uppgå till cirka 4,7 Mkr/st. Fartygen används i princip dygnet runt året om. Med en genomsnittlig livslängd på 16 000 timmar skulle detta innebära att en katalysator räcker i två år och ge en årlig kostnad på cirka 2,3 Mkr per fartyg. Den årliga kostnaden för 3 fartyg skulle då uppgå till 7,0 Mkr/år.

Den årliga kostnaden för urea skulle uppgå till totalt 4,4 Mkr med katalysatorer på 3 fartyg. Då ingår dock kostnaden för Urea-förbrukning på andra sidan Östersjön också. Kostnaderna för förbrukningen som uppstår på den svenska sidan av Östersjön är hälften så stora. Kostnaden för de urea som förbrukas vid kaj+manöver+t&f angöringsboj i Trelleborg utgör en mycket liten andel av den totala kostnaden, endast 0,3 Mkr/år.

### **Kostnad/nytta katalysator**

I Tabell 6 visas en sammanställning av kostnader och nyttor för montering av katalysatorer på 3 fartyg. Notera att såväl kostnader som nyttor redovisas för halva sträckan över Östersjön.

Tabell 6. Beräknade nyttor och kostnader för montering av katalysator på 3 fartyg som trafikerar Trelleborgs hamn. Såväl kostnader som nyttor avser till halva överfarten över Östersjön.

Kostnader och nyttor med katalysatorer på 3 fartyg	
<b>Kostnader:</b>	
Investeringskostnad/år	3,5 Mkr/år
Driftkostnad urea/år	2,2 Mkr/år
<b>Total kostnad/år</b>	<b>5,8 Mkr/år</b>
<b>Nyttor:</b>	
Minskade emissioner NO <sub>x</sub>	1 100 ton/år
Minskade emissioner PM10	11 ton/år
Minskade emissioner VOC	16 ton/år
<b>Värde av minskade emissioner:</b>	<b>72 Mkr/år</b>

<sup>17</sup> Intervju med Lennart Simonsson, Wärtsilä, 2003. Angivna priser är från detta år. Konsumentprisindex har dock endast ökat med 3 % från 2003 till år 2007 varför ungefär samma priser antas gälla idag.

De minskade emissionerna av luftföroreningar motsvara ett värde av drygt 70 Mkr/år. Detta ger nytto-/kostnadskvoter på 12, vilket är mycket högt. Därmed skulle åtgärden vara samhällsekonomiskt mycket lönsam.

## 4.2 Användande av bränslen med lägre svavelhalt

### Effekt

Som tidigare angivits måste de fartyg som ligger längre tid vid kaj än två timmar år 2010 antingen måste el-anslutas eller använda bränslen med svavelhalt på högst 0,1 % då de ligger vid kaj. Detta innebär att om ingen el-anlutning sker kommer emissionerna av svaveldioxid vid kaj ändå att minska. I Tabell 7 visas hur mycket minskningen av svavel i bränslet till 0,1 % för de fartyg som ligger längre än två timmar vid kaj ger jämfört med el-anlutning av de fartyg som ligger längre tid vid kaj än 2 timmar.

Tabell 7. Beräknade reduktioner av svavelemissionerna i Trelleborgs hamn 2010 vid elanslutning jämfört med om de fartyg som ligger längre än två timmar vid kaj istället använder bränsle med högst 0,1% svavel.

Driftsfas:	Förändring av SO <sub>x</sub> med elanslutning samtliga fartyg som ligger längre tid vid kaj än 2 timmar	Förändring av SO <sub>x</sub> med 0,1 % svavel i bränsle vid kaj
Kaj	-63 %	-59 %
Kaj + Manövrering	-48 %	-43 %
Kaj + manövrering + t o f angöringsboj	-25 %	-22 %
Totalt (t o m halva överfarten till Tyskland)	-3 %	-3 %

Som framgår av tabellen blir skillnaden i emissioner mycket liten om el-anlutning införs jämfört med om fartygen använder 0,1 % svavel i bränslet då de ligger mer än 2 timmar vid kaj. Om fartygen dessutom använder det lågsvavliga bränslet vid manövrering och till/från angöringsboj skulle emissionerna kunna minska ytterligare.

### Kostnader

Bränsle med högst 0,1 % svavel är cirka 50 % dyrare än bränsle med max 1,0 % svavel och cirka 25 % dyrare än bränsle med högst 0,5 % svavel.<sup>18</sup> De sju fartyg som ligger längre tid vid kaj än 2 timmar använder bränsle med i genomsnitt 0,7 % svavel. Kostnaden för bränsle vid kaj skulle därmed öka med cirka 36 % om dessa fartyg istället skulle använda bränsle med högst 0,1 % svavel. Detta motsvarar en årlig kostnadsökning med cirka 3 miljoner kronor per år.

<sup>18</sup> Prisuppgifter för olika bränslen kommer från Christer Ekström på Sannes AB/Shell Marine products 20070612



### **Kostnad/nytta bränsle med låg svavelhalt**

I Tabell 8 visas en sammanställning av kostnader och nyttor för införande av högst 0,1 % svavel i bränsle för de fartyg som ligger längre tid än två timmar vid kaj.

Tabell 8. Beräknade nyttor och kostnader för användning av bränsle max 0,1 % svavel för 7 fartyg i Trelleborgs hamn.

	Reduktion med katalysatorer på 7 fartyg
<b>Kostnader:</b>	
Ökad driftskostnad fartygen	3,0 Mkr/år
<b>Total kostnad/år</b>	<b>3,0 Mkr/år</b>
<b>Nyttor:</b>	
Minskade emissioner SO <sub>x</sub>	48 ton/år
<b>Värde av minskade emissioner:</b>	<b>4,1 Mkr/år</b>

Som framgår av tabellen blir nyttan något större än kostnaden; nytto-/kostnadskvoten bli cirka 1,4, och åtgärden är därmed samhällsekonomiskt lönsam, men inte lika lönsam som el-anslutning och användning av katalysatorer.

### **4.3 Rena bränslet från svavel**

Ett alternativ till att använda renare bränslen är att med hjälp av så kallade scrubbers rena avgaserna innan de lämnar fartyget. Man låter avgaserna, som har 400° temp, från dieselmotorerna passera scrubbern. Avgaserna blir efter behandlingen omvandlade till natriumsulfat (sodium sulphate, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) som är en ofarlig komponent och den släpps så ut i havet.

Man tar även hand om sot och övriga småpartiklar samt överskottsolja från motorerna. Då fartygen ligger i hamn kan de lagra sin natriumsulfat ombord och släppa ut när de är till havs.

## 5. Slutsatser och sammanfattning

---

Utredningen tyder på att elanslutning av fartyg vid kaj är en samhällsekonomiskt lönsam åtgärd. Med hänsyn till osäkerheterna om hur stor inverkan ökade emissioner vid kallstart ger är det dock svårt att exakt fastställa nyttan.

Färjtrafiken kommer inom en femårsperiod i enlighet med vision 2010 att flyttas till nya färjelägen i sydost. De nya färjelägen 7-9, som ingick i Vision 2005, är snart samtliga färdigbyggda och alla dessa färjelägen har förberetts för elanslutning. De nya färjelägena FL10-11, och på sikt även FL12-13, som ingår i Vision 2010, kommer också att förberedas för elanslutning. Denna utredning visar att det är betydligt mer samhällsekonomiskt lönsamt att avvakta tills dessa ombyggnader är genomförda och elansluta dessa istället för de mer nordliga färjelägena som snart ska avvecklas.

Utbyggnaderna av nya färjelägen syftar dock till att rationalisera godsflödena i hamnen så att de redan idag korta liggtiderna kan minskas ytterligare. Från THABs sida gör man den bedömningen att utbyggnaderna kommer att innebära att det på sikt knappast kommer att finnas några fartyg som ligger längre tid vid kaj i Trelleborgs hamn än 4 timmar.

Införandet av katalysatorer på de fartyg som regelbundet ligger mer än fyra timmar vid kaj skulle ge en betydligt högre nytto-/kostnadskvot än elanslutning, och därmed vara ännu mer samhällsekonomiskt lönsamt. Nyttokostnadskvot för installation av katalysatorer med partikelfilter på tre fartyg har beräknats till 12 att jämföra med nytto-/kostnadskvoten för elanslutning som beräknats till 3-7. Då bör man också ha i åtanke att nytto-/kostnadskvoten för elanslutning vid beräkningarna överskattats då ingen hänsyn kunnat tas till de ökade emissionerna som kallstarter innebär.

Resultaten ovan ligger väl i linje med resultat från några andra utredningar. Maritime Group anger i en utredning från 2005<sup>19</sup> att det i allmänhet är att föredra reningsutrustning på fartyg jämfört med elanslutning. Sveriges Hamnar<sup>20</sup> anger också att det under vissa förutsättningar är mer kostnadseffektivt att montera katalytisk avgasrening på hjälpmotorerna än att elansluta fartygen.

THAB för redan idag en aktiv dialog med rederierna för att försöka förmå dem att använda drivmedel med lägre svavelhalter. Eftersom utredningen visat på att installation av katalysatorer med partikelfilter är den mest samhällsnyttiga åtgärden bör THAB i den fortsatta dialogen med rederierna även

<sup>19</sup> Maritime Group, Emissions from ships, rapp 6/2, Information paper on the reduction of emissions from ships in ports by using on-shore powersupply, 2005-09-26

<sup>20</sup> A Klingström, Sveriges Hamnar, PM angående anslutning av elektricitet till fartyg vid kaj, 2007-05-21

verka för att försöka förmå dem att installera denna typ av reningsutrustning, åtminstone på de tre fartyg som ligger längst vid kaj.

Som tidigare nämnts tror THAB att utbyggnaderna kommer att ge ännu kortare liggtider i framtiden så att inga fartyg ligger längre tid vid kaj än fyra timmar. Därmed skulle elanslutning knappast kunna motiveras. Samtliga nya och planerade färjelägen är/blir dock förberedda för el-anslutning. Skulle det vara så att THAB missbedömt liggtiderna i framtiden så att något/några fartyg fortsatt kommer att ha liggtider över fyra timmar bör därför elanslutning övervägas.