



Linnéuniversitetet
Sjöfartshögskolan

Sjökaptnsprogrammet
Självständigt arbete

Landström

Undersökning av svenska hamnars ekonomiska
möjligheter att investera i landströmsteknik

Peter Granlund & Anton Stenström
2014-05-13
Program: Sjökaptnsprogrammet
Ämne: Självständigt arbete
Nivå: 15hp
Kurskod: 2SJ01E

Linnéuniversitetet

Sjöfartshögskolan i Kalmar

Utbildningsprogram:	Sjökaptensprogrammet
Arbetets omfattning:	Självständigt arbete om 15hp
Titel:	Landström – Undersökning av svenska hamnars ekonomiska möjligheter att investera i landströmsteknik
Författare:	Peter Granlund & Anton Stenström
Handledare:	Gunilla Söderberg

Abstrakt

Syftet med studien var att undersöka svenska hamnars möjlighet att investera i landströmsteknik och sedan betala tillbaka investeringen genom försäljning av elektricitet till ankommande fartyg. Studien är en systematisk litteraturöversikt baserad på en systematisk litteratursökning som sedan presenteras i en teoretisk fallstudie. Litteraturöversikten utgår från fem studier som beskriver kostnader gällande utbyggnad av landströmsteknik.

Första delen av resultatet består av beräkningar för vad investeringskostnaderna för utbyggnad av landströmsteknik till en enstaka kaj kan uppskattas till. Därefter beräknades kostnader för att generera en viss mängd elektricitet ombord och jämfördes med kostnaden för att köpa den från marknätet. Sedermera beräknades en vinstmarginal om elektriciteten säljs för samma pris som den kostat om den genererats ombord i dieselgenerator. Slutligen beräknades vilket prispåslag på elförsäljning en hamn kan göra för att få igen investeringskostnaderna på fem år samt hur detta pris står sig i jämförelse med kostnaden att generera samma elektricitet ombord.

Studien visar att det finns goda möjligheter för den teoretiska standardkajen att investera i landströmsteknik och få sina investeringar betalda på fem år, under förutsättningen att ankommande fartyg är utrustade med möjligheten att ta emot elektricitet från land.

Nyckelord

Landström, landströmsteknik, elanslutning av fartyg, lönsamhet, bärighet

Linnaeus University

Kalmar Maritime Academy

Degree course:	Nautical Science
Level:	Diploma Thesis, 15 ETC
Title:	Cold ironing – Investigating economic possibilities for Swedish ports to invest in cold ironing technology
Authors:	Peter Granlund & Anton Stenström
Supervisor:	Gunilla Söderberg

Abstract

The purpose of the study was to investigate Swedish ports possibility to invest in onshore power supply equipment and pay back the initial investment with income from selling electricity to arriving ships. The study is a systematic review based on a systematic search and presented as a theoretical case study. The review was based on five studies that describe costs of providing a port with onshore power supply.

The first part of the findings is calculations of the investment cost for onshore power supply for one single berth. Next the calculations of the costs to generate a certain amount of electricity on board was compared with the costs of buying said amount of electricity from shore providers. Then a profit margin if the electricity was sold for the same price as it would have cost to generate onboard in diesel generators was calculated. Finally the increase to the electricity sale price a port could add and still repay the initial investment over five years was calculated. This electricity sale price was then compared to what it would have cost to generate onboard.

The findings shows that there is a good possibility for the theoretical standard quay to refund their investment in onshore power supply over five years, under circumstances where ships visiting the port are equipped to receive the electricity.

Keywords

OPS, onshore power supply, cold ironing, viability, profitability

Innehållsförteckning

1 BAKGRUND	1
2 SYFTE	4
2.1 FRÅGESTÄLLNINGAR.....	4
3 METOD	5
4 TEORI	9
5 RESULTAT	11
5.1 KOSTNADER FÖR LANDSTRÖMSUTRUSTNING FÖR EN TYPISK KAJ, KONSTRUERAD ATT TA EMOT KRYSSNINGSFARTYG.....	11
5.2 KOSTNADER FÖR ATT TILLHANDAHÅLLA ELEKTRICITET FRÅN DET LOKALA KRAFTNÄTET, JÄMFÖRT MED KOSTNADER FÖR ETT KRYSSNINGSFARTYG ATT GENERERA ELEKTRICITETET OMBORD.....	14
5.3 SUMMERING AV KOSTNADER OCH UTRÄKNING AV MÖJLIGHET ATT BETALA TILLBAKA INVESTERINGSKOSTNADER GENOM FÖRSÄLJNING AV ELEKTRICITET.....	19
6 DISKUSSION	21
6.1 RESULTATDISKUSSION.....	21
6.2 METODDISKUSSION.....	23
6.3 FÖRSLAG TILL FORTSATT FORSKNING.....	25

1 Bakgrund

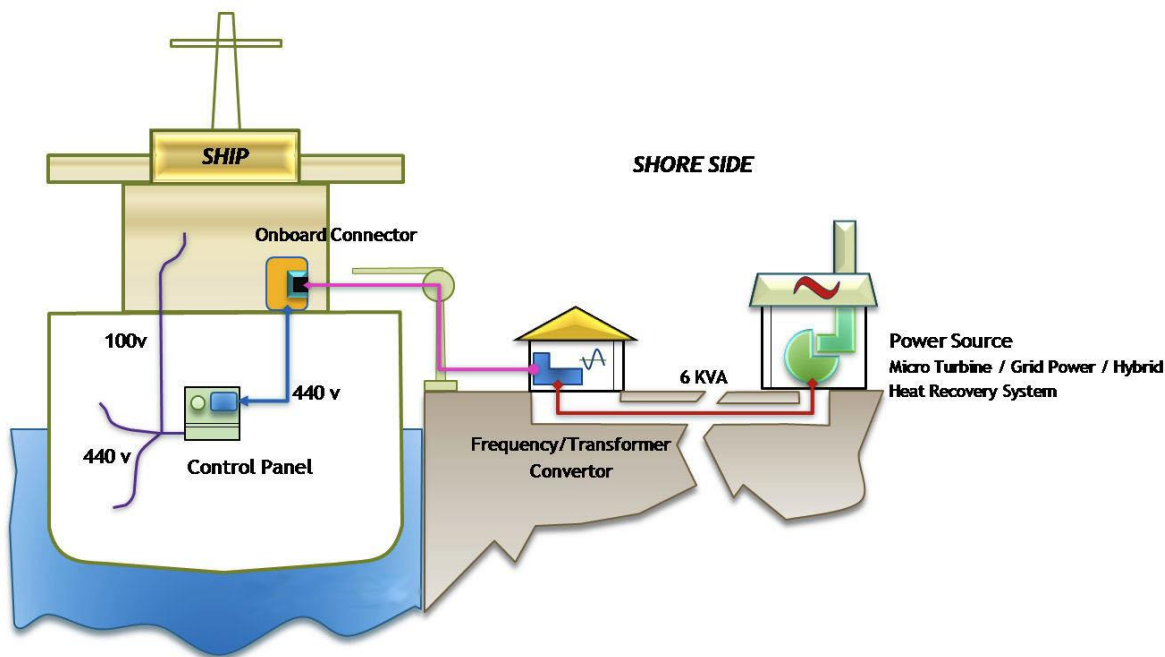
I många år har motordrivna fartyg trafikerat världshaven. Ombord på dessa fartyg har man använt sig av elektricitet, genererad ombord. Enligt World Ports Climate Initiative (WPCI) användes från början ångmaskiner, för att i modernare tid övergå till olja som bränsle, både för framdrivning och för framställning av elektricitet (WPCI, 2013).

I dagens sjöfart genereras elektriciteten ombord av dieselgeneratorer. Dessa generatorer skapar även elektriciteten som förbrukas ombord när fartyget ligger till kaj. Att varje enskilt fartyg genererar sin egen el till kaj bidrar till att bland annat kväveoxider och koldioxid frigörs i atmosfären och följaktligen försämring av luftkvaliteten, försurning av haven samt pådrivning av växthuseffekten (Fridell, 2009).

I och med den svavelförordning som träder i kraft 2015 kommer bränslekostnaderna för samtliga rederier som driver sina fartyg på tyngre oljor att öka markant (FPM, 2011/12:48). Av den totala bränsleförbrukningen ombord ett fartyg som inhandlat sitt bränsle i Sverige kan andelen som förbränns till kaj uppskattas till cirka 3 %, vilket i Sverige motsvarar ungefär 90 miljoner ton per år (Prop. 2009/10:144).

Till kaj används elektriciteten till belysning, ballast- och lastpumpar samt andra typer av lastnings- och lossningsanordningar. Effektförbrukningen skiljer mycket mellan olika fartyg. Som man kan anta förbrukar mindre fartyg för det mesta mindre energi medan större förbrukar mer. Fartygstypen spelar också stor roll för effektbehovet. Ett genomsnittligt containerfartyg till kaj har effektförbrukning på ungefär 2 MW och det samma gäller för ett genomsnittligt fartyg med rullande last (s.k. ro-ro-fartyg). Snittförbrukningen på tankfartyg ligger runt 3 MW. Den fartygstyp som står för den största förbrukningen är kryssningsfartygen. Dessa farkosters snittförbrukning ligger på 10–12 MW men kan uppgå till 20 – 25 MW. Detta är i paritet med en mindre svensk stad (Wilske, 2012). För att mäta elektricitetskonsumtionen för ett fartyg räknar man på uttagen effekt multiplicerad med tiden. Det vill säga, 1 MW * 1 timme blir 1MWh.

Ett alternativ till att vid kaj använda fossila bränslen och fartygens egna generatorer är att koppla en strömkabel till fartyget och förse det med ström från den aktuella hamnens vanliga elnät. Då kan ström producerad i ett vanligt kraftverk användas (De Jonge et. al, 2005). En standard för hur detta ska fungera som benämns Onshore Power Supply (OPS) har utvecklats av WPCI tillsammans med internationella standardiseringsorganisationer såsom International Organization for Standardization (ISO), International Electrotechnical Commission (IEC) och Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). I detta fall levereras elektricitet i högspänningsform från elleverantören till hamnen där den sedan transformeras ner till 6 – 11 kV. Den överförs därefter till fartyget genom en kabel och via en transformator ombord som transformerar ner till den spänning som fartyget själv använder.



Figur 1

Figuren illustrerar hur elektriciteten kommer på höger sida från landnätsleverantörers understationer och in till hamnens egna nät med 6–20 kV. Detta transformeras ned vid behov till 6–11 kV och anpassas till fartygets frekvens innan det överförs genom kabeln som illustrerats som rosa i figuren. Fartyget transformerar därefter ned det ytterligare till 400V vilket är vad som används i fartygets egna elnät.

Enligt Jivén (2004) har denna metod fördelen att elektriciteten kan skapas i vanliga kraftverk, en process som är effektivare och således billigare än att generera densamma

ombord. Dock finns det fortfarande problem och hinder för att på ett effektivt sätt ansluta handelsflottans fartyg. Fartygen kan i stor utsträckning inte ens ta emot elektricitet från land. I de fall de kan bli försedda med el utifrån varierar utformning och placering av kablage och anslutningar mycket. Vidare är mer än 50 % av handelsflottans fartyg byggda med ett ombordsystem som är anpassat för 60Hz elektricitet medan den europeiska standarden är 50Hz. Detta gör att ytterligare kajinstallationer behövs för att byta frekvens på den levererade elströmmen beroende på den standard som tillämpas ombord.

WPCI (2013) skriver att det sedan länge tillbaka har funnits bekymmer med luftkvaliteten runt hamnar. Därefter har växthusgasutsläpp och ökade bränslekostnader skapat ökat intresse för att elektriciteten som förbrukas ombord ska komma från land, snarare än genereras ombord. Inom OPS ingår även en strategi utvecklad av WPCI för utbyggnaden av landström i världen. Just nu är Göteborgs hamn en av sex hamnar i världen som tillämpar OPS. Det finns i dagsläget planer för utbyggnad av OPS i ytterligare 27 hamnar, varav flertalet är nordiska.

Enligt WPCI (2013) är landströmstekniken ett viktigt steg för sjöfartens konkurrenskraft med andra transportmedel. Både oljeförbrukningen och utsläppen måste minska för att skapa en hållbar sjöfart som kan fortsätta utvecklas in i framtiden. Därför är det viktigt att ta reda på vilka kostnader och vinster olika aktörer kan förvänta sig vid investering i landströmstekniken.

I alla hamnar vi studerat som i dagsläget erbjuder landström har besluten för utbyggnad kommit från politiskt håll. Nu har dock den svenska regeringen sänkt skatten för försäljning av elektricitet till fartyg (Prop. 2009/10:144). Frågan är om detta räcker för att hamnar ska vilja investera i tekniken på eget initiativ.

2 Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka de ekonomiska förutsättningarna för en teoretisk svensk hamn att på eget initiativ investera i utbyggnad och leverans av landström.

2.1 Frågeställningar

Kan försäljningen av elektricitet till fartyg återbetala investeringskostnaderna för installation av utrustning på kajer under en femårsperiod, om priset för elektricitet till fartygen fortfarande blir lägre än bränslekostnaden för att generera elektriciteten ombord?

Föregående frågeställning bryts ned i följande delfrågor:

- Hur mycket kan det kosta att investera i landströmsutrustning för en typisk kajplats med kapacitet att tillgodose de mest krävande fartygen (kryssningsfartyg)?
- Hur mycket kan det kosta att köpa elektricitet från det lokala kraftnätet jämfört med att för ett kryssningsfartyg generera samma mängd elektriciteten ombord?
- Om kajplatsen är belagd av typiska kryssningsfartyg 12 timmar per dygn, varje dag under fem år, hur mycket blir försäljningspriset av elektricitet för att investeringskostnaderna ska kunna betalas tillbaka och hur ställer sig det priset gentemot om elektriciteten genererats ombord?

3 Metod

Studien är en systematisk litteraturoversikt som inleddes med en systematisk litteratursökning enligt Forsberg & Wengström (2013). Resultatet framställdes sedan i form av en teoretisk fallstudie. Metoden valdes för att en systematisk litteraturstudie är ett bra sätt att ta reda på en ställd fråga med hjälp av litteratursökning och sedermera granskning av vetenskapliga artiklar. Dock är studiens omfattning ej sådan att det kan räknas som en systematisk litteraturstudie, utan definitionen stannar vid en systematisk litteraturoversikt. Detta är en mindre litteraturstudie med den systematiska litteraturstudien som utgångspunkt. Innan sökningen påbörjades valdes ett antal inklusionskriterier. Studierna skulle vara yngre än tio år, dvs. ha färdigställts senare än år 2003. Artiklarna skulle vara vetenskapligt granskade och i fulltext. De skulle vara skrivna på engelska eller svenska och de skulle beskriva investeringskostnader gällande landströmsteknik.

Till litteratursökningen användes databaserna Sjöfartsverkets forskningsdatabas, Google Scholar, OneSearch och LIBRIS uppsök. Samtliga sökningar utfördes 2014-03-30. Sökresultaten redovisas i bilaga A. Från litteratursökningen valdes två studier ut. *Is Cold Ironing Hot Enough? An Actor Focus Perspective of On Shore Power Supply (OPS) at Copenhagen's Harbour* av Zanetti (2013) hittad genom LIBRIS uppsök och *Förutsättningar för elanslutning av fartyg* av Wilske (2012) hittad genom Sjöfartsverkets forskningsdatabas. Sökningen vidgades därefter med en manuell sökning (Forsberg & Wengström, 2013). Genom den relaterade organisationen WPCI och dess grenverksamhet OPS hemsida (WPCI, 2013) kunde man finna en lista över studier med koppling till landströmsteknik och dess investeringskostnader. I denna lista hittades två kompletterande studier som användes. *Cold ironing cost effectiveness Port of Long beach 925 Harbor Drive Long beach, California* av Environ (2004) och *Air Pollution from Ships in Danish Harbours: Feasibility Study of Cold-ironing Technology in Copenhagen* av Ballini (2013). Ytterligare en studie hittades genom granskning av referenslistor i de ovan nämnda studierna och litteraturoversikten blev således kompletterad med *Service Contract on Ship Emissions: Assignment Abatement and Market-based Instruments* av De Jonge et al. (2005).

För att skapa en bild av situationen och den nuvarande utvecklingen av landströmstekniken i världen så sammanfattades litteraturöversiktens utvalda studier och deras uppfattningar av landströmmen med fokus på det ekonomiska. Detta står att finna i teorikapitlet.

Eftersom undersökningen inte gick ut på att utreda hur mycket pengar det gick att tjäna på en investering, föll alternativet att göra en fallstudie på en specifik svensk hamn bort. För att på bästa sätt kunna svara på om det över huvud taget är möjligt för en investering att löna sig, utgick studien från en realistisk men relativt ideal situation. Denna situation innebar att det i undersökningen användes en ospecificerad teoretisk kaj, vald att kallas *standardkaj*. I de fall undersökningarna gjorde skillnad mellan investering i landströmsutrustning för en nybyggd kaj och en redan existerande kaj, användes kostnaderna för en redan existerande kaj eftersom undersökningen riktar sig enbart mot landströmsteknik och med en nybyggnation av kaj tillkommer andra aspekter i en investering. Kajen ansågs vara belagd av ett typiskt kryssningsfartyg 50 % av årets alla timmar under fem år. Detta var naturligtvis en optimistisk siffra, om än inte helt orealistisk. Siffran kan jämföras med att Ballini (2013) anger att Köpenhamns kryssningskaj varit belagd av fartyg som drar 30 MW (motsvarande två kryssningsfartyg) under 20 timmar om dygnet, 150 dygn om året. Eftersom kryssningsfartygen är den typ av fartyg som förbrukar mest elektricitet (Wilske, 2012) innebär detta en god möjlighet för investeringen som skulle undersökas att löna sig. Den senaste ändringen i direktiv om svavelhalten i marina bränslen innebär att den tillåtna halten svavel kommer sänkas succesivt framöver. Vart femte år sker en sänkning av den tillåtna mängden svavel. Detta betyder att fartygen kan använda sig av en bränsletyp med samma svavelhalt i fem år från och med 2015, därefter kommer de behöva byta bränsletyp. Lägre svavelhalt i bränslet innebär förhöjda inköpskostnader. Därför har en undersökningsperiod om fem år valts för studien, eftersom det är en periodlängd som bränslekostnaderna för fartyg kan antas vara relativt konstanta (FPM 2011/12:48).

De framtagna studierna granskades noggrant. I delarna som var väsentliga för studien ingick kostnader för investering i landströmsteknik, genomsnittsförbrukningen av

elektricitet för ett kryssningsfartyg, pris för bränsle när elektricitetgeneration sker ombord samt priset på elektricitet från landnätet. Större delen av utdragen infördes i resultatdelen av studien som egenskriven löpande text. Dock nyttjades även citat där det ansågs lämpligt (Forsberg & Wengström, 2013). Därefter summerades och integrerades texten i vad som Backman (2008) kallar en kombinatorisk översikt. I den kombinatoriska översikten summerades investeringskostnader enligt varje enskild studie. Investeringskostnaderna beräknades på landströmsteknik för en redan existerande enstaka kajplats lämpad för ett typiskt kryssningsfartyg. För att sammanställa resultaten togs kostnadsberäkningar för varje studie ut. Vid behov konverterades kostnadsberäkningarna från den ursprungligt angivna valutan till svenska kronor. Växelkurserna hämtades från Sveriges Riksbank (2014) och togs från den 13 mars 2014. Från de studier där kostnadsberäkningarna presenterats i flera siffror alternativt som ett kostnads-
spann användes både den lägsta och högsta summan. Dessa presenterades i resultatet som min- och maxvärde. Därefter adderades min- och maxvärdena för vardera studien med kostnadsberäkningarna från de studier som enbart presenterat ett specifikt belopp. Summan av samtliga värden dividerades därefter med totala antalet värden för att skapa en genomsnittskostnad. Sammanställningen lades därefter upp i en tabell med valutakonvertering samt i en figur för att förtydliga dispositionen.

Kostnad för att köpa elektricitet från landnätet togs fram genom att titta på snittkostnaden för det rörliga priset på elektricitet 2013 från den europeiska energibörsen Nordpool (2014). Sverige är uppdelat i fyra kostnadsregioner. En genomsnittskostnad för samtliga regioner togs fram. Till detta elpris adderades skattesatsen från Lag 1994:1776, nätavgift och effektavgift enligt Wilske (2012).

Kostnader för att generera elektricitet ombord räknades fram genom att beräkna eller lyfta ut den specifika bränsleförbrukningen (Andersson, 2008) från angiven information av vardera studien, undantaget Zanetti (2013). Därefter multiplicerades den specifika bränsleförbrukningen med aktuella priser för marint bränsle (Bunkerworld, 2014). Då framkom priset per kWh för att generera elektricitet ombord. Zanetti (2013) nämner till skillnad från de andra studierna kostnaden för en kWh i klartext och därför kunde den siffran lyftas ut direkt och sedan konverteras till SEK. Sedermera sammanfattades kostnaderna i en tabell och ett diagram för att förtydliga resultatet.

Summeringen av totalförbrukningen vid standardkajen utfördes enligt de ovan nämnda premisserna, dvs. ett anliggande typiskt kryssningsfartyg som förbrukar 12 MW 12 timmar om dygnet, varje dag i fem år. Den möjliga vinstmarginalen för att sälja elektricitet via landströmsteknik togs fram genom att jämföra vad en kWh kostar från landnätet med vad den kostar att generera ombord. För att ta fram prispåslaget på elförsäljningen som krävs för att få tillbaka pengarna för den ursprungliga investeringen i landströmsteknik dividerades investeringskostnaderna med totalförbrukningen under fem år. Sedan adderades priset för den köpta elektriciteten för att få fram ett totalpris per kWh för att få investeringen att löna sig.

4 Teori

Användning av landströmsteknik är för tillfället aktivt i sex hamnar runt om i världen (WPCI, 2013). Fler hamnar med möjlighet till elanslutning av ankommande fartyg existerar (Wilske, 2012), dock är det enbart dessa sex hamnar som tillämpar standarden OPS. OPS är trots dämpad spridning för tillfället en växande standard och ytterligare 27 hamnar har planer för utbyggnad, varav flertalet nordiska. Den pågående standardiseringen förenklar för rederier och hamnar, då en hamn utrustad med landström enligt OPS kommer att kunna tillgodose alla fartyg som följer standarden (WPCI, 2013).

Flertalet av studierna som ingår i litteraturoversikten består av fallstudier som studerar den potentiella lönsamheten med att investera i landströmsteknik. Wilske (2012) baserar sina slutgiltiga rekommendationer om att en investering bör göras på en så kallad kostnad-nytta-analys. Inköps- och ombyggnadskostnader för att förse kajerna med möjlighet att landansluta ankommande fartyg ställs mot fartygs påverkan på miljökvalitetsnormer som är mätbara värden på utsläpp och buller. Dessa miljökvalitetsnormer är uppsatta av de svenska myndigheterna som även angivit gränsvärden för olika utsläppstyper samt buller. Viktigt att notera är att Wilske (2012) räknar med att hamnen ska även stå för kostnaden för ombyggnad av de regelbundet ankommande fartygen för att de ska kunna ta emot landströmmen. Värdena angående miljökvalitetsnormerna är baserade på en speciellt framtagen kalkylmodell där varje kilogram utsläpp anses kosta ett visst antal SEK i tillkommande hälsoproblem bland befolkningen och accelererade miljöproblem. Wilske (2012) kommer fram till att det är ekonomiskt försvarbart med utbyggnad vid flertalet kajer och sedermera görs även en investering. Det är dock ännu för tidigt efter färdigställandet så vidare uppgifter angående resultat efter utbyggnad finns ej att tillgå.

Ballini (2013) visar på att investering är försvarbart på liknande grunder. Även han gör en kostnad-nytta-analys och i den ställer han vad han kallar externa hälsokostnader gentemot investeringskostnaden. Enligt Ballini (2013) kommer investeringen löna sig efter 10-15 år i och med besparingar på externa hälsokostnader. Då Ballini (2013) utgår från Danmark, saknas den sänkta beskattningen för försäljning av el till fartyg, och således blir resultatet att det är dyrare att köpa el från landnätet än att generera den

ombord i dieselgeneratorer. Ballini (2013) föreslår dock att en extra kostnad för användning av egna generatorer vid kaj införs, motsvarande de externa hälsokostnader ens förbränning medför. Detta skulle då motivera rederier att vilja använda sig av landström. Som sidonotering anser Ballini (2013) att införandet av en skattesänkning på försäljningen av elektricitet till fartyg, likt den som utförts i Sverige, skulle vara positiv för landströmsutvecklingen, men att ovanstående förslag är något som kan genomföras utan byråkrati eller brett stöd i en eventuell demokratisk omröstning.

Environ (2004) är också inne på miljöaspekter. Studien är en fallstudie för eventuell investering av landströmsteknik till Port of Long Beach och jämför landström med andra alternativ för att minska utsläppen från ankommande fartyg. Exempel på andra alternativ är miljövänligare bränslen, förändrad förbränningshantering och avgasrening. Kostnader för de olika alternativen jämförs med hur mycket de minskar utsläppen. Utsläpp är ett stort problem i trakterna runt Long Beach (Los Angeles) och i studien läggs inte lika stor vikt på att sätta en viss summa på hur stora besparingarna på grund av minskade utsläpp kan vara.

De Jonge et al. (2005) är en EU-kommisionsrapport som beskriver landströmmen som ett viktigt steg för en hållbar sjöfartsnäring inom Europa. Studien listar kostnader för utbyggnad ombord fartyg och för hamnar. Några specifika jämförelser med alternativ eller fortsatt generering ombord ingår ej.

Zanetti (2013) skriver om hur IMO rekommenderar landström som ett sätt att reducera utsläpp och buller och menar sedan att om landströmmens utveckling ska fortsätta i norden måste nordiska hamnar samarbeta och genom politiska beslut genomföra utbyggnad på ett brett spektrum.

Sammanfattningsvis så anses landström som ett viktigt steg för sjöfartens utveckling. I det stora hela tycker samtliga studier dock att utbyggnad är något som måste finansieras från statligt håll. Det finns inget som pekar på att kommersiell försäljning av elektricitet till ankommande fartyg pågår eller antas förekomma i framtiden.

5 Resultat

5.1 Kostnader för landströmsutrustning för en typisk kaj, konstruerad att ta emot kryssningsfartyg

Zanetti (2013) beskriver hur kostnaderna för att bygga ut för landström vid en redan existerande kajplats kan variera. Investeringskostnaderna som nämns i första hand är mellan 1 000 000 EUR och 4 000 000 EUR. Anledningen till det stora spannet beror på hur stor kapacitet systemet ska kunna hantera samt var kajen är belagd. Zanetti beräknar även att en konvertering av en gammal kryssningsterminal kan kosta upp till 7 000 000 EUR.

De Jonge et al. (2005) delar upp sina kostnadskalkyler i högkostnadskajer, lågkostnadskajer och extra lågkostnadskajer. De extra lågkostnadskajerna bortses ifrån i denna undersökning p.g.a. att de saknar kostnadsberäkning för frekvensomvandlare. Frekvensomvandlare är viktiga eftersom marknätet i Sverige använder 50Hz växelström och majoriteten av handelsfartyg använder 60Hz (Wilske, 2012). De Jonge et al. (2005) räknar med att en frekvensomvandlare används för två kajer. Därmed behöver delkostnaden för frekvensomvandlare inklusive installationskostnad dubblas vid applicering av kostnad per kaj. De Jonge et al. (2005) har även beräknat kostnaden för kajer anpassade för mindre eller medelstora fartyg. Detta bortses från eftersom studien granskar i enlighet med en kaj som ska ta kryssningsfartyg. Den totala kostnaden för en lågkostnadsutbyggnad är enligt De Jonge et al. (2005) 656 657 EUR. Inklusive en dubbling av frekvensomvandlingskostnaden (437 500 EUR) blir det 1 094 157 EUR. Den totala kostnaden för en högkostnadsutbyggnad beräknas enligt De Jonge et al. till (2005) 1 200 086 EUR. Inklusive en dubbling av frekvensomvandlingskostnaden (437 500 EUR) blir det 1 637 586 EUR.

Wilske (2012) beräknar att utbyggnad för en kryssningskaj kostar 1 900 000 SEK per år under förutsättning att lån tas på investeringskostnaderna med avskrivning på tio år

och 6 % ränta. Kohn (1990) presenterar en ekvation för att lösa ut den månatliga betalningen:

$$c = \frac{rP}{1-(1+r)^{-N}}$$

Där P = ursprungligt lån, r = månatlig ränta, N = antalet månader som lånet ska betalas tillbaka och c = månatlig betalning. För att bryta ut P ställs ekvationen om:

$$P = \frac{c(1-(1+r)^{-N})}{r}$$

Vilket ger:

$$P = \frac{(1900000/12)(1-(1+0,005)^{-(10*12)})}{0,005} = 14\,261\,630,11 \approx 14\,261\,630$$

Wilske (2012) räknar följaktligen med en total investeringskostnad om 14 261 630 SEK.

Environ (2004) beräknar kostnaderna för utbyggnad för landström vid en kryssningskaj i Port of Long Beach (Kalifornien) i två delar. Den ena delen representerar en upprustning av stamnätet för att klara av att leverera tillräcklig kapacitet. Den kostnaden uppskattar Environ till 2 323 000 USD. Den andra delen består av kostnader för utrustningen som behövs vid kaj, frekvensomvandlare, kabeldragning och andra installationskostnader m.m. Kostnaden för detta uppskattas av Environ (2004) till 1 531 000 USD. Summerat blir totalkostnaden för utbyggnad 3 854 000 USD.

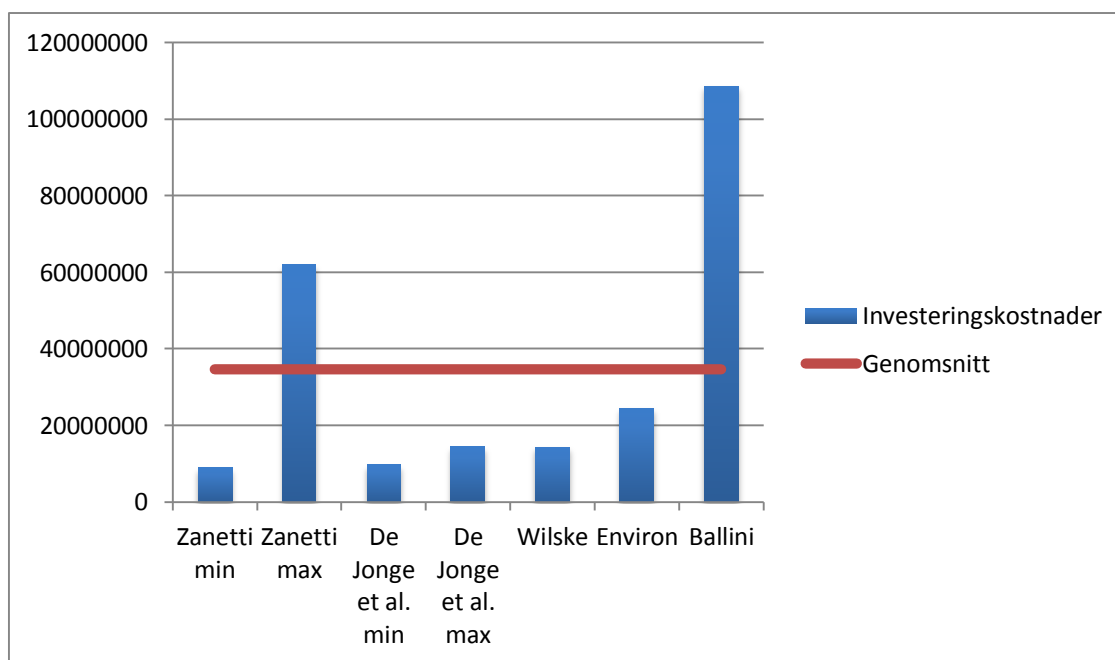
Ballini (2013) anger sina kostnadsuppgifter i en total summa som motsvarar installationskostnader för tre kajer. Den största delen av kostnaderna ligger i något som Ballini (2013) kallar *system deliverance*. Detta tolkas som uppgradering av stamnätet för att klara den ökade belastningen som leverans av landström innebär. Kostnaden för *system deliverance* beräknas till 160 000 000 DKK. Själva kostnaden för utrustningen med frekvensomvandlare och kablage m.m. beräknar Ballini (2013) till totalt 88 000 000

DKK. Utöver det tillkommer vad Ballini (2013) definierar som *contingencies*, vilket på svenska tolkas som övriga eller okända utgifter. Dessa kostnader anges som 27 000 000 DKK. Totalt beräknar Ballini (2013) att utbyggnaden för tre kajer kostar 275 000 000 DKK. Per kaj blir den slutgiltiga kostnaden avrundad till närmsta heltal 91 666 667 DKK.

Tabell 1

Studie:	Kostnad:	Valuta:	Växelkurs:	Summa:
Zanetti min	1000000	EUR	8,844	88 44 000 SEK
Zanetti max	7000000	EUR	8,844	61 908 000 SEK
De Jonge et al. min	1094157	EUR	8,844	9 676 725 SEK
De Jonge et al. max	1637586	EUR	8,844	14 482 810 SEK
Wilske	14261630	SEK	1	14 261 630 SEK
Environ	3854000	USD	6,3422	24 442 839 SEK
Ballini	91666667	DKK	1,185078	108 632 150 SEK
Genomsnittskostnad				34 606 879 SEK

Tabell 1 visar kostnaden för investering i landströmsutrustning för varje studie. I de fall studierna bestod av kostnadsspänn eller flertalet kostnadsangivelser representeras de av två värden, ett minimum- och ett maximumvärde. Därefter multipliceras kostnaden med den aktuella växelkursen för valutan och således presenteras varje studies kostnad konverterad till svenska kronor i den högra kolumnen. I botten av tabellen finns ett genomsnitt av alla uttagna värden.



Figur 2

Figur 2 är ett stapeldiagram där genomsnittskostnaderna som beskrivs i höger kolumn i tabell 1 är införda som de blå staplarna. Över dessa ligger en gulbrun linje som visar genomsnittskostnaden som finns längst ner i tabell 1.

5.2 Kostnader för att tillhandahålla elektricitet från det lokala kraftnätet, jämfört med kostnader för ett kryssningsfartyg att generera elektricitet ombord

Kostnaden för elektricitet köpt från den europeiska elbörsen Nordpool var 2013 i genomsnitt i de olika kostnadsregionerna: 338,51 SEK/MWh för region Luleå (SE1), 338,51 SEK/MWh för region Sundsvall (SE2), 340,77 SEK/MWh för region Stockholm (SE3) och 345,02 SEK/MWh för region Malmö (SE4). Medelkostnaden för elpriset per kWh (konverteringen till kWh görs för att kunna appliceras på efterföljande beräkningar):

$$\left(\frac{338,51+338,51+340,77+345,02}{4}\right) \div 1000 \approx 0,341$$

Detta ger en medelkostnad för hela Sverige under 2013 på 0,341 SEK/kWh. Denna summa är exklusive skatt (Nordpool, 2014). Skatten på elektricitet levererad till fartyg är enligt Lag (1994:1776) ett fast pris på 0,5 öre/kWh. Wilske (2012) skriver om nätavgift och effektavgift som tillkommande kostnader. Wilske (2012) beräknar dessa avgifter för Göteborgs hamn till 3,1 öre/kWh i nätavgift och 0,6 öre/kWh i effektavgift. Den totala kostnaden för att leverera elektricitet till ett fartyg beräknas:

$$0,341 + \left(\frac{0,5}{100}\right) + \left(\frac{3,1}{100}\right) + \left(\frac{0,6}{100}\right) = 0,383 \approx 0,38$$

Den slutgiltiga kostnadsuppskattningen för att leverera elektricitet till ett fartyg vid kaj i svensk hamn inklusive skatt, nätavgift och effektavgift är således 0,38 SEK/kWh.

För uträkningarna av kostnadsuppskattningen för att generera elektricitet ombord användes pris för Marine Gas Oil (MGO) enligt vad det kostade i Rotterdams hamn den 18 april 2014 (Bunkerworld, 2014). Kostnaden var då 890 USD per ton. MGO hänvisas hädanefter till som bränsle. Med växelkurs från Svenska Riksbanken (2014) ger detta ett pris på 5 644,558 SEK/ton. Avrundat till jämna ören är detta 5 644,56 SEK.

Ballini (2013) använder sig av s.k. *specifik bränsleförbrukning*. Specifik bränsleförbrukning beskrivs av Andersson (2008, s. 21) på detta sätt: »Den specifika bränsleförbrukningen anger hur mycket bränsle en motor förbrukar per angiven energienhet.«. Följaktligen är det en angivelse i gram bränsle som förbrukas för att generera en kWh. Ballini (2013) anger en antagen förbrukning på 217g bränsle per genererad kWh. 217g motsvarar 0,000217 ton. Multipliserat med kostnaden för ett ton bränsle beräknas:

$$0,000217 * 5644,56 = 1,22486952 \approx 1,22$$

Enligt beräkningarna baserade på Ballini (2013) kostar en kWh 1,22 SEK att generera ombord.

De Jonge et al. (2005) använder också specifik bränsleförbrukning. De anser att den specifika bränsleförbrukningen för ett passagerarfartyg till kaj är 219g/kWh. 219g motsvarar 0,000219 ton. Multipliserat med kostnaden för ett ton bränsle beräknas:

$$0,000219 * 5644,56 = 1,23615864 \approx 1,24$$

Enligt beräkningarna baserade på De Jonge et al. (2005) kostar en kWh 1,24 SEK att generera ombord.

Environ (2004) har angivit en total bränsleförbrukning för ett år på 842 ton och en total energiförbrukning för ett år på 3 795 000 kWh. Antal gram som krävs för att generera en kWh beräknas:

$$(842 * 1000000) / 3795000 = 221,8708827 \approx 222$$

Den specifika bränsleförbrukningen är således 222g för en kWh enligt Environ (2004). 222 gram motsvarar 0,000222 ton. Multipliserat med kostnaden för ett ton bränsle beräknas:

$$0,000222 * 5644,56 = 1,25309232 \approx 1,25$$

Enligt beräkningarna baserade på Environ (2004) kostar en kWh 1,25 SEK att generera ombord.

»Kostnad för att generera egen el med maskineri blir: antal anlöp * medeltid per anlöp * huvudmaskineffekt * reduktionsfaktor * konversions- faktor * diesel/bunkeroljepris per ton = $10 * 20 * 20000 * 0,85 * 0,15 * 0,22 / 1000 * 6792 = 762\ 000$ kr« skriver Wilske (2012, s. 68) i ett räkneexempel. Huvudmaskineffekten anges i kW. För att få ut antal förbrukade ton divideras den totala kostnaden med oljepriset per ton:

$$762\ 000 \div 6792 = 112,1908127 \approx 112,19$$

Antal kWh beräknas genom multiplikation av antalet anlöp med medeltid per anlöp, huvudmaskineffekt, reduktionsfaktor och konversionsfaktor.

$$10 * 20 * 20000 * 0,85 = 510000$$

Wilske (2012) har angivit en total bränsleförbrukning för en särskilt situation på 112,19 ton och en total energiförbrukning för samma situation på 510 000 kWh. Antal gram som krävs för att generera en kWh beräknas:

$$(112,19 * 1000000) \div 510000 = 219,9803922 \approx 220$$

Den specifika bränsleförbrukningen är således 220g för en kWh enligt Wilske (2012). 220 gram motsvarar 0,000220 ton. Multipliserat med kostnaden för ett ton bränsle beräknas:

$$0,000220 * 5644,56 = 1,2418032 \approx 1,24$$

Enligt beräkningarna baserade på Wilske (2012) kostar en kWh 1,24 SEK att generera ombord.

Zanetti (2013, s. 35) skriver »It is calculated that vessels through their auxiliary engines are able to self-produce power for 1,24 kr/KWh.« Dock uppger hon ej vilken valuta det är mer specifikt än kronor. Därför förutsätts det att det handlar om danska kronor, eftersom det är en fallstudie baserad på Danmark. 1,24 DKK motsvarar 1,46949672 SEK (Sveriges Riksbank, 2014). Avrundat till jämna ören blir det 1,47 SEK. Enligt Zanetti (2013) kostar alltså en kWh 1,47 SEK att generera ombord.

Genomsnittspriset för alla studier beräknas:

$$\frac{(1,22 + 1,24 + 1,25 + 1,24 + 1,47)}{5} = 1,284 \approx 1,28$$

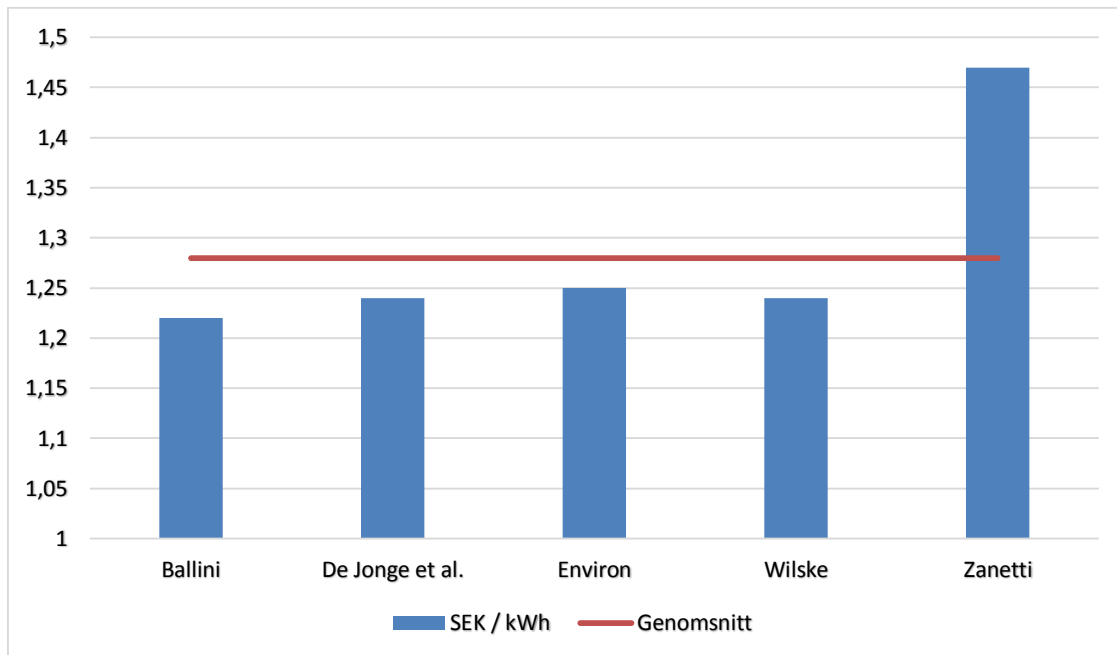
Kostnaden för att generera en kWh ombord ett fartyg är följaktligen 1,28 SEK.

Tabell 2

Studie	Elektricitetspris ombordgenerering (SEK/kWh)
Ballini	1,22
De Jonge et al.	1,24
Environ	1,25
Wilske	1,24
Zanetti	1,47
Genomsnitt	1,28

Tabell 2 är en sammanställning för vardera studiens beräknade kostnad för att framställa elektricitet ombord fartyg. Längst ner i tabellen framgår även genomsnittskost-

naden uträknad genom att summera samtliga kostnader och dividera med antalet studier.



Figur 3

Figur 3 är ett diagram skapat från värdena i tabell 2. De blåa staplarna motsvarar den vardera studiens uppskattade kostnad för att generera en kWh ombord och den gulbruna linjen är genomsnittet av värdena från samtliga studier. Notera att värdeaxeln är kapad vid 1 för tydligare avläsning.

Sammanfattningsvis är den beräknade kostnaden för att leverera en kWh till fartyg från landnätet 0,38 SEK. Den beräknade kostnaden för att framställa elektricitet med fartygens egna generatorer är 1,28 SEK. Marginalen per kWh beräknas genom att subtrahera kostnaden för elektricitet levererad från land till fartyg från kostnaden för elektricitet genererad ombord:

$$1,28 - 0,38 = 0,90$$

För varje såld kWh finns följaktligen en marginal på 0,90 SEK innan det skulle bli dyrare att köpa elektricitet från land än att generera den ombord.

5.3 Summering av kostnader och uträkning av möjlighet att betala tillbaka investeringskostnader genom försäljning av elektricitet

Som angivet i metoden beräknas ovanstående marginal mot att ett kryssningsfartyg ligger vid standardkajen tolv timmar per dygn under fem år. Varje 29 februari under perioden antas standardkajen vara stängd. Kryssningsfartyg har en typisk elektricitetsförbrukning på 10-12 MW (Wilske, 2012). I beräkningen har vi antagit en förbrukning på 12 MW. Antal kWh på fem år beräknas:

$$12 * 365 * 5 * 12 * 1000 = 262800000$$

Under fem år förbrukas följaktligen 262 800 000 kWh vid standardkajen. Kostnaden för att generera denna energi ombord beräknas:

$$262800000 * 1,28 = 336384000$$

Om standardkajen är belagd med typiska kryssningsfartyg 12 timmar om dygnet i fem år som genererar elektriciteten ombord uppgår kostnaden för bränslet till 336 384 000 SEK. Om samma mängd elektricitet ska levereras från land beräknas kostnaderna vara:

$$262800000 * 0,38 = 99864000$$

Om standardkajen är belagd med typiska kryssningsfartyg 12 timmar om dygnet i fem år som får sin elektricitet levererad från land uppgår kostnaden för elektriciteten till 99 864 000 SEK.

Vinstmarginalen om elektriciteten säljs till fartygen för samma pris den skulle kunna genereras ombord blir således:

$$336384000 - 99864000 = 236520000$$

Vinstmarginalen beräknas till 236 520 000 SEK. Subtraheras kostnaden för investering från marginalen kvarstår:

$$236520000 - 34606879 = 201913121$$

Enligt beräkningarna i studien är det möjligt för en hamn att investera i landströmsteknik, betala tillbaka investeringen och få ut en vinst på 201 913 121 SEK på fem år. För att få investeringen att betala sig på fem år utan att ta ut vinst utöver det beräknas pålägg på inköspriset för el:

$$34606879 \div 262800000 = 0,132 \approx 0,14$$

Om ett påslag på 0,14 SEK läggs på inköspriset för el kommer investeringen av landströmsteknik att betalas tillbaka på fem år. Detta skulle innebära ett försäljningspris av elektricitet på 0,52 SEK per kWh. Detta är ett pris fortfarande mindre än hälften av vad det kostar att generera elektriciteten ombord.

6 Diskussion

Syftet med studien är att undersöka de ekonomiska förutsättningarna för en teoretisk svensk hamn att på eget initiativ investera i utbyggnad och leverans av landström. Detta skall besvaras med hjälp av frågeställningen: Kan försäljningen av elektricitet till fartyg återbetala investeringskostnaderna för installation av utrustning på kajer under en femårsperiod, om priset för elektricitet till fartygen fortfarande blir lägre än bränslekostnaden för att generera elektriciteten ombord?

6.1 Resultatdiskussion

Studiens resultatet visar att om elektricitet säljs till fartyg för samma pris som bränslet kostat vid ombordgenerering blir vinsten utöver investeringskostnaderna över 200 miljoner SEK på en femårsperiod. Om istället prispåslaget per såld kWh sänks till 0,14 SEK, innebär detta att energin kommer kosta ankommande fartyg mindre än hälften jämfört med ombordgenerering, samtidigt som investeringen för landströmsteknik kan betalas av inom fem år. Allt detta gäller under förutsättning att kajen är belagd hälften av tiden med kryssningsfartyg som tar emot landström.

Således framgår det av resultatet att det finns goda ekonomiska förutsättningar för den teoretiska hamnen med en standardkaj att investera i tekniken för elanslutning av fartyg. Med skattereduktionen på elektricitet till fartyg blir priset betydligt lägre än att generera energin ombord. Studiens resultat är baserat på en standardkaj, anlagd av kryssningsfartyg med en förbrukning på 12 MW och belagd hälften av tiden under fem år. De svenska hamnar som i dagsläget kan antas ligga närmast den teoretiska hamnens egenskaper och applicering är de stora kryssningshamnarna, Malmö, Göteborg och Stockholm. För att få en uppfattning om dessa skulle få samma resultat som denna studie måste dock specifika fallstudier utföras.

Trots att vår studie pekar på att det går att tjäna pengar på att sälja elektricitet till ankommande fartyg finns det ingenting i studierna som ingår i litteraturöversikten som pekar på att sådan handel pågår. Samtliga potentiella utbyggnader av landström som är

del av studien grundar sig i politiska beslut som räknar med andra värden än direkt ekonomiska. Det verkar alltså som att hamnar som vinstdrivande organisationer inte har något intresse i att bygga ut för landström. En möjlig orsak som hindrar utbyggnaden av landströmsteknik för kommersiell försäljning för tillfället är osäkerhet hos hamnar om hur många fartyg som kommer nyttja tjänsten. Situationen kan vara sådan att rederier inte vill bygga om fartyg för att ta emot landström eftersom det inte finns hamnar som levererar tjänsten, och hamnar vill inte investera i tekniken eftersom det inte finns tillräckligt med fartyg för att göra det lönsamt. Det ser dock ut som att detta är på väg att förändras då redan nu finns planer på utbyggnad för OPS i 27 ytterligare hamnar. Med tanke på de nya svaveldirektiv som träder i kraft, först 2015 och senare 2020, kommer mest troligt bränslepriset att stiga, och därmed ökar lönsamheten med landströmsteknik för både hamnar och rederier. Den nya standarden för leverans av landström hjälper alla aktörer när det i framtiden kommer vara möjligt för fartyg att bruka landström i alla hamnar som är utbyggda. Om hamnar i större utsträckning tillhandahåller landström kommer antagligen fler rederier bli övertygade om nytan av att investera i ombyggnad av sina fartyg. I dagsläget har flera hamnar i Skandinavien påbörjat utbyggnad av landström. Dessa investeringar har enligt Ballini (2013) tillkommit genom lokala politiska beslut. Exempelvis i Göteborgs hamn där en investering gjordes efter att Wilske (2012) visat på stora vinster för samhället i stort med mindre utsläpp av partiklar i luften ledande till bättre folkhälsa.

Studien riktar sig enbart mot de rent ekonomiska aspekterna. Om man likt Wilske (2012) faktorerar in hamnmiljö, med både buller samt utsläpp av partiklar och gaser ser man att vinsterna av en investering kan ha ett helt annat värde. Dessa faktorer beskrivs ingående och applicerade på specifika fall i ett flertal andra studier. När det gäller dessa värden kommer dock politiska beslut vara vägledande eftersom det är en svag motivation för företag idag att på eget initiativ investera i miljöbesparande åtgärder utan ekonomiska vinstmöjligheter.

En möjlighet att skynda på utvecklingen av investering i landströmsteknik skulle kunna vara en officiell rekommendation att nybyggda fartyg skall utrustas med landströmsteknik. En organisation som skulle kunna utfärda en sådan rekommendation är International Maritime Organisation (IMO). Detta kan tänkas leda till, utöver trolig

ökning av nybyggda fartyg med möjlighet att förses med landström, att förståelsen och intresset för tekniken bland redare ökar.

6.2 Metoddiskussion

Studien utgår från en ideal situation där alla fartyg som besöker en kaj har möjlighet och vilja att ta emot landström. Detta kommer antagligen inte inträffa i verkligheten, åtminstone inte som marknaden ser ut idag med få fartyg utrustade för tekniken. Resultatet visar dock ett betydande ekonomiskt överskott vid den beskrivna situationen. Detta betyder att även om bara hälften av fartygen köper elektricitet kan hamnen fortfarande få igen sin investering på fem år, samtidigt som även rederierna till de ankommande fartygen sparar betydande summor.

Det är svårt att veta hur korrekt kalkylen för kostnad för utbyggnad av landström egentligen är. Studierna som ingår i litteraturöversikten producerar ett mycket stort spann av kalkyler över hur mycket det kostar med investering av landströmsteknik. Ballinis (2013) uppskattade totalkostnad är mer än tio gånger så stor som vad De Jonge et al. (2005) anser att det kan kosta som minst. Vi har utgått från att de stora kostnads- spannen förklaras av att investeringskostnaderna kan variera mycket från fall till fall. Trots det stora spannet förutsätter vi därför att samtliga studiers kostnadskalkyler kan anses som realistiska. Andra faktorer spelar också in. Beroende på den aktuella hamnens storlek kommer sällan en investering av landströmsteknik att enbart beröra en enstaka kaj. Troligen blir kostnaden per kaj lägre ju fler kajer man väljer att utrusta. Utöver det skulle en utbyggnad i samband med nykonstruktion av kaj innebära helt andra kostnader.

Vid lönsamhetskalkyleringen togs inga underhållskostnader in i beräkningen. När hamnen förses fartyg med elektricitet tillkommer det underhållskostnader för utrustningen och kablarna i hamnen. Dessa kostnader beskrivs väldigt knapphändigt i samtliga studier som ingår, bortsett från De Jonge et al. (2005). Samtidigt är inte heller underhållskostnader för fartygens generatorer medräknade. Detta innebär en betydande kostnad

utöver bränslet för fartygen när de använder sina generatorer vid kaj. Dessa kostnader kan därför ses som kvitterade, även om de inte nödvändigtvis behöver vara i samma storleksgrad.

Priset för att generera elektricitet ombord togs från ett genomsnitt av samtliga studier i litteraturoversikten. Fyra av fem studier hade en snarlik kostnad medan Zanetti (2013) avvек från de andra. Det är okänt om värdena från den studien är felaktiga eller om det bara är en slump att de andra studierna hamnade så pass nära varandra i kostnadsuppskattningen. Samtidigt påverkar Zanettis (2013) högre pris det slutgiltiga genomsnittet som användes i beräkningarna så pass lite att det inte gjorde någon större skillnad på resultatet.

Elpriset som använts i studien är taget från det genomsnittliga rörliga priset år 2013 från Nordpool. Detta är i sin tur taget från kraftbolagens upphandling och representerar troligen inte vad en typisk svensk hamn skulle betala. Möjligen skulle man använda sig av fast eller delvis fast kostnad för ökad säkerhet och antagligen även ett särskilt pris, upphandlat i förväg, för just leverans av elektricitet till fartyg.

Viktigt att beakta är att samtliga kostnader varierar med tiden, i synnerhet bränsle- och elkostnader. År 2000 kostade en MWh 120,42 SEK och 10 år senare var kostnaden 542,53 SEK (Nordpool, 2014). Under 2014 har kostnaden för bränsle i Rotterdam varierat mellan 850 USD per ton till 910 USD per ton (Bunkerworld, 2014). Detta innebär att det finns en stor osäkerhet i beräkningarnas tillförlitlighet över tid.

Studien är gjord för fartyg som drivs på ett sätt vi anser är representativt för branschen i nuläget, det vill säga jämförelsen är gjord mellan fartyg som blir försedda med elektricitet från land och fartyg som genererar elektriciteten ombord i en vanlig dieselgenerator med lågsvavligt bränsle. Exempel på annan lösning är att använda bränsle med högre svavelhalt och sedan nyttja teknik för att rena utsläppen för att hålla sig inom de tillåtna värdena. Det går även att använda alternativa drivmedel, exempelvis gas, för att producera elektricitet ombord. En jämförelse mellan dessa exempel eller liknande alternativ och landström skulle troligen ge ett annat resultat.

Metodvalet ansågs lämpligt för studien i fråga även i efterhand. En systematisk litteraturoversikt kunde ge svar på frågeställningarna från syftet väl. Avgränsningen till att studien var en litteraturoversikt fungerade också med tanke på tids- och resursbegränsningen.

6.3 Förslag till fortsatt forskning

För att utveckla denna fråga ytterligare och fördjupa förståelsen för de drivande krafterna bakom utvecklingen av landströmsteknik, vore det i framtiden intressant med en intervjustudie av de berörda aktörerna inom området, både hamnar och rederier. Detta för att ta reda på hur de ställer sig till en framtida investering i landströmsteknik och vilken part som bör leda utvecklingen samt vad som hindrar en investering i dagsläget. En möjlig orsak som kan bromsa utvecklingen är som nämnt i resultatdiskussionen att rederier vill inte bygga om sina fartyg, då det inte finns hamnar som kan tillgodose ankommande fartyg på landström enligt OPS och hamnar vill inte investera i utrustning för landström då ankommande fartyg inte är anpassade för att ta emot det. Detta är något som skulle kunna utredas i en dylik studie.

Resultatet i denna studie är baserad på en teoretiskt framtagna standardkaj. Om en specifik hamn spekulerar i en investering bör en fallstudie på hamnen i fråga utföras för att se om samma resultat kan nås.

En jämförelse mellan gasdrivna fartyg och landström är något som kommer bli en nödvändig studie om utvecklingen med fler fartyg som drivs på naturgas fortsätter. Även andra alternativa bränslen såsom metanol skulle kunna ställas mot landströmstekniken.

Eftersom både elpris och bränslepris i denna studie är tagna från kostnadsläget i mitten på 2010 talet bör denna studie upprepas om dessa förändras drastiskt. Även om pris-

erna är relativt stabila framöver, kommer troligen studien behövas göras om inför förändringarna i svavelförordningen år 2020, eftersom dessa sannolikt kommer att förändra bränslepriserna signifikant (FPM, 2011/12:48).

Referenser

Tryckta arbeten

Andersson, T. (2008). *Maskinlära för sjöpersonal*. Stockholm: TA-Driftteknik.

Backman, J. (2008). *Rapporter och uppsatser*. Lund: Studentlitteratur.

Ballini, F. (2013). *Air Pollution from Ships in Danish Harbours: Feasibility Study of Cold-ironing Technology in Copenhagen*. Genoa: Department of Naval, Electrical, Electronic and Telecommunication Engineering, University of Genoa.

De Jonge, E., Hugi, C. & Cooper, D. (2005). *Service Contract on Ship Emissions: Assignment Abatement and Market-based Instruments*. Rapport/European Commission Directorate General Environment: Northwich: Entec UK Limited.

Environ. (2004). *Cold ironing cost effectiveness Port of Long beach 925 Harbor Drive Long beach*. Los Angeles: Environ International Corporation.

FPM 2011/12:48. *Faktapromemoria, Ändring direktiv om svavelhalten i marina bränslen*. Stockholm: Miljödepartementet.

Forsberg, C. & Wengström, Y. (2013). *Att göra systematiska litteraturstudier*. Stockholm: Författarna och Bokförlaget Natur och Kultur.

Fridell, E. (2009). *Ship Emissions In Harbours Shore Side Electricity*. i Kiel Meeting, the interreg IVB North Sea Region Programme. May 15 2009.

Jivén, K. (2004). *Shoreside Electricity For Ships In Port*. Göteborg: Mariterm AB.

Lag (1994:1776) = Svensk författningssamling 1994:1776. *Lag om skatt på energi*. Stockholm: Riksdagen.

Prop. 2009/10:144. *Proposition, Bättre skattemässiga förutsättningar för biogas samt för landanslutning el till fartyg i hamn*. Stockholm: Finansdepartementet.

Wilske, Å. (2012). *Förutsättningar för elanslutning av fartyg i Göteborgs hamn*. Göteborg: Göteborgs hamn, ABB, Ramböll, Vinnova.

Zanetti, S. L. (2013). *Is Cold Ironing hot enough? An Actor Focus Perspective of On Shore Power Supply (OPS) at Copenhagen's Harbour*. Lund: IIIIEE.

Internetkällor

Bunkerworld. (2014). *Bunkerprice Rotterdam Apr 18*.
<http://www.bunkerworld.com/prices/port/nl/rtm/> (hämtad 2014-04-19).

Nordpool. (2014). *Nordpool spot, elspot prices*. <http://www.nordpoolspot.com/Market-data/Elspot/Area-Prices/ALL1/Hourly/> (hämtad 2014-04-20).

Sveriges Riksbank. (2014). *Valutakurser 2014-03-13*.
<http://www.riksbank.se/sv/Rantor-och-valutakurser/Sok-rantor-och-valutakurser/?g130-SEKDKKPMI=on&g130-SEKEURPMI=on&g130-SEKUSDPMI=on&from=2014-03-13&to=2014-04-12&f=Day&cAverage=Average&s=Comma#search> (hämtad 2014-04-12).

World Ports Climate Initiative. (2013). *Onshore Power Supply*.
<http://www.ops.wpci.nl/> (Hämtad 2014-01-23).

Bilaga

Söknr	Sökterm	Träffar	Utvalda artiklar
-------	---------	---------	------------------

Sjöfartsverkets forskningsdatabas

1	shore-side electricity	2	1
2	on-shore power supply	0	
3	cold ironing	1	

OneSearch

1	shore-side electricity	7	
2	on-shore power supply	647	
3	cold ironing	140	

Google Scholar

1	shore-side electricity	2520	
2	on-shore power supply	52200	
3	cold ironing	31700	

LIBRIS uppsök

1	shore-side electricity	1	1
2	on-shore power supply	2	1*
3	cold ironing	31700	1*

*Dublett