

Trafik  
*Sjötrafik*

RAPPORT  
2016-03-21  
Version

Ärende/Dok. id.  
SL 2016-0231

Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

Handläggare  
Johan Holm  
johan.holm@sll.se

## Utvärdering Elfartyg



**Stockholms läns landsting**  
Trafikförvaltningen  
105 73 Stockholm

Leveransadress:  
Lindhagensgatan 100  
Godsmottagningen  
112 51 Stockholm

Telefon: 08-686 16 00  
Fax: 08-686 16 06  
E-post: [registrator.tf@sll.se](mailto:registrator.tf@sll.se)

Säte: Stockholm  
Org.nr: 232100-0016  
[www.sll.se](http://www.sll.se)

Besök oss: Lindhagensgatan 100. Kommunikationer: Stadshagen/Thorildsplan

## Sammanfattning

Utvärderingen visar att försöket med elfartyg ger ett avsevärt mindre avtryck i miljön än den ordinarie, dieseldrivna, trafiken gör. Försöket styr mot landstingets miljömål avseende andel förnybar energi i fartygsflottan. Eldriften bidrar även positivt till miljön då inga utsläpp sker av varken NOx eller partiklar även om det inte målsätts i Trafikförsörjningsprogramet.

Kostnaden för försökstrafiken är ungefär dubbelt så hög som för den upphandlade ordinarie trafiken på linje 80. Den höga kostnaden beror delvis på att investeringskostnaden för elfartyget är större än för ett traditionellt dieseldrivet fartyg, delvis på att avtalstiden är kort vilket ger höga avskrivningskostnader och slutligen på att beställaren har valt att lägga ut en hög risk på leverantören.

Den upplevda kvaliteten är god, ombordmiljön är bra och tillgänglighetskraven uppfylls. Tekniken fungerar väl så långt det varit möjligt att testa.

En utmaning är att fartyget inte kravställts för den trafik som det utnyttjas för idag. Fart och räckvidd är två centrala faktorer som bör utvecklas för att optimalt kunna utnyttja fartyget i dagens trafik.

## Innehållsförteckning

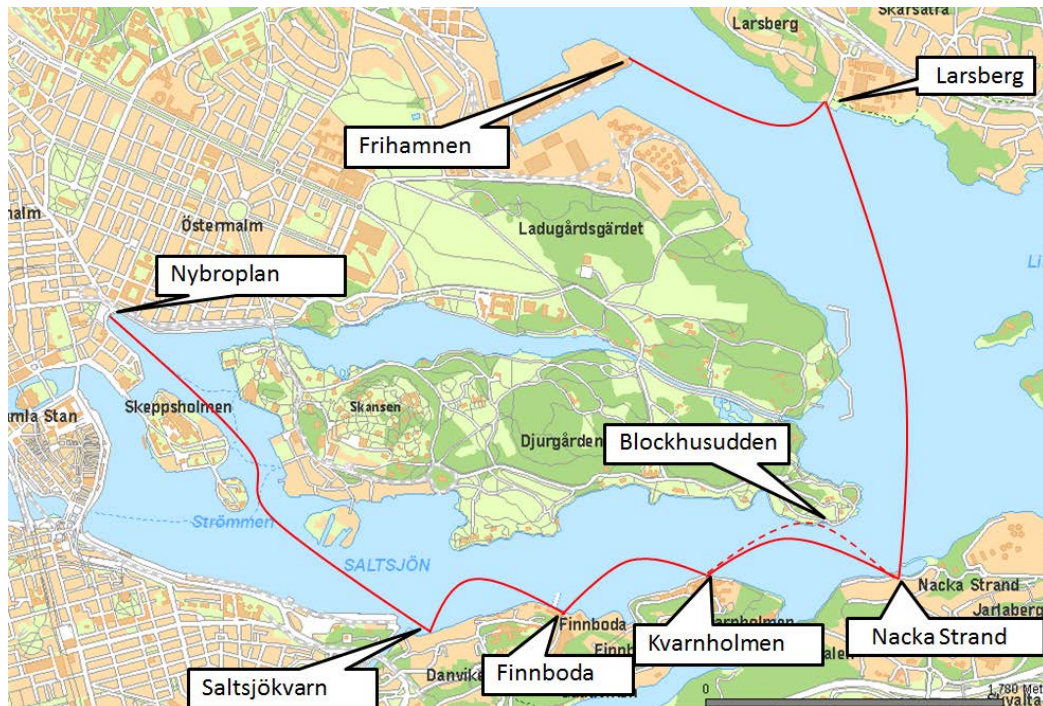
1. Inledning.....	3
2. Teknisk principbeskrivning.....	5
3. Prestanda.....	7
4. Utvärdering.....	9
4.1 Miljöaspekter.....	9
4.1.1 Emissioner.....	9
4.1.2 Energieffektivitet.....	10
4.2 Kundnöjdhet.....	11
4.3 Teknikens tillförlitlighet.....	12
4.4 Ekonomisk effektivitet.....	13
5. Framåtblick.....	16
6. Trafikleverantörens kommentarer.....	17

## 1. Inledning

Trafiknämnden beslutade genom TN 2013-0395, i Trafiknämnd 2013-06-18 att komplettera befintlig pendelbåtstrafik på försök med ett miljöanpassat fartyg under perioden sommaren 2014 till och med år 2015. Motivet till beslutet var att eldrift ger mindre miljöpåverkan än dagens (2013) drivmedel och därmed är en intressant teknik att studera.

Ett avtal om försök med elfartyg på Linje 80 tecknades mellan SL och Rederi AB Ballerina 2013-11-29 (SL 2013-5522).

Fartyget har under försöksperioden trafikerat delar av linje 80.

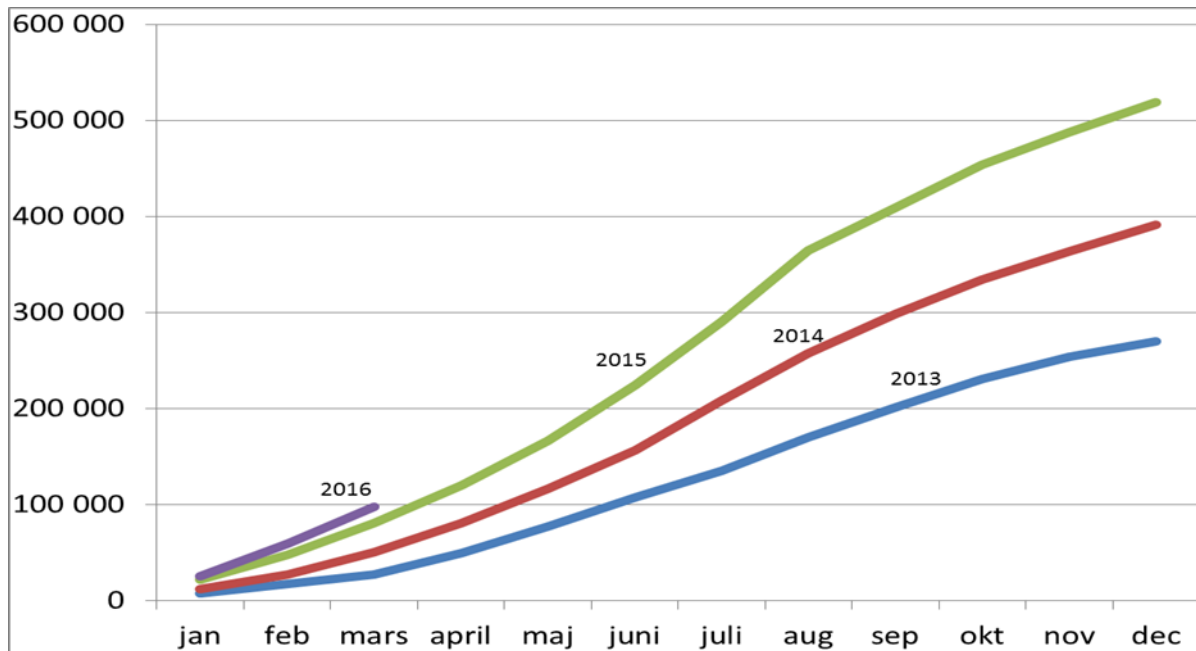


Försöket har, enligt avtalet, med denna rapport utvärderats utifrån följande kriterier:

1. Miljöaspekter (emissioner och energieffektivitet)
2. Kundnöjdhet (kundernas upplevda kvalitet)
3. Teknikens tillförlitlighet
4. Ekonomisk effektivitet

Försöket med elfartyget var initialt avsett att stötta trafiken på linje 80 under tiden för ombyggnaden av Slussen. Tanken var att fartyget endast skulle gå mellan Saltsjökvärn och Slussen/Nybroplan. Med anledning av förseningar i Slussenprojektet och den ökade efterfrågan på linje 80 så beslutades det att införa fartyget i linjen 80:s ordinarie trafik. Resandeökningen på linje 80, vilken beskrivs i diagrammet nedan, har varit hög och kapacitetsproblem har uppstått på framförallt sträckan Kvarnholmen-Nybroplan.

### Resandeutveckling (antal påstigande) på Linje 80 sedan SL tog över huvudmannaskapet för trafiken



El-fartyget visade sig ha tillräcklig energikapacitet för att trafikera sträckan Nacka Strand-Nybroplan där den största passagerarvolymen finns. Uppdragsavtalet för Linje 80 är kravställt till 75 passagerare. Trafiken i uppdragsavtalet utförs med fartyg som har kapacitet för mellan 98 och 125 passagerare. El-fartyget har kapacitet för 150 passagerare vilket gjort att hon lämpar sig bra för trafik där efterfrågan är som störst mellan Nacka Strand och Nybroplan. Vi kan emellertid redan nu konstatera att kapaciteten på linjen tidvis är lägre än efterfrågan vilket resulterar i att vi lämnar resenärer kvar på kajen vid populära avgångar varje vecka året runt.

## 2. Teknisk principbeskrivning

Att beställa och låta tillverka ett elfartyg innebär att man måste fatta en mängd beslut kring tekniska vägval. Det finns ingen färdig beprövad produkt att beställa. Trafikleverantören omvärldsbevakade och undersökte olika alternativa lösningar. Förenklat kunde man konstatera att det fanns två systeminriktningar som valet stod mellan:

1. System för långsam laddning från vanligt elinkoppling i land
2. System för snabbbladdning med speciell laddare som installeras på kajen

Leveranstider och kostnader var ungefär lika för de båda alternativen varför valet kom att handla om teknik. Ett antal utvärderingsparametrar sattes upp av trafikleverantören. Utifrån nedanstående bedömning gjord av trafikleverantören valdes den mer traditionella lösningen med långsam laddning.

### System för långsam laddning

Fördelar	Nackdelar
Beprövad teknik	Fast propeller ger sämre manöverförmåga
Stora leverantörer ABB, Siemens, Callenberg	Längre laddtid
Beprövad teknik för gång i is	Kräver större batteribank
Klassade batterier med hög verkningsgrad (98%)	
Laddstationer kan förvaras ombord vilket ger stor flexibilitet	

### System för snabbbladdning

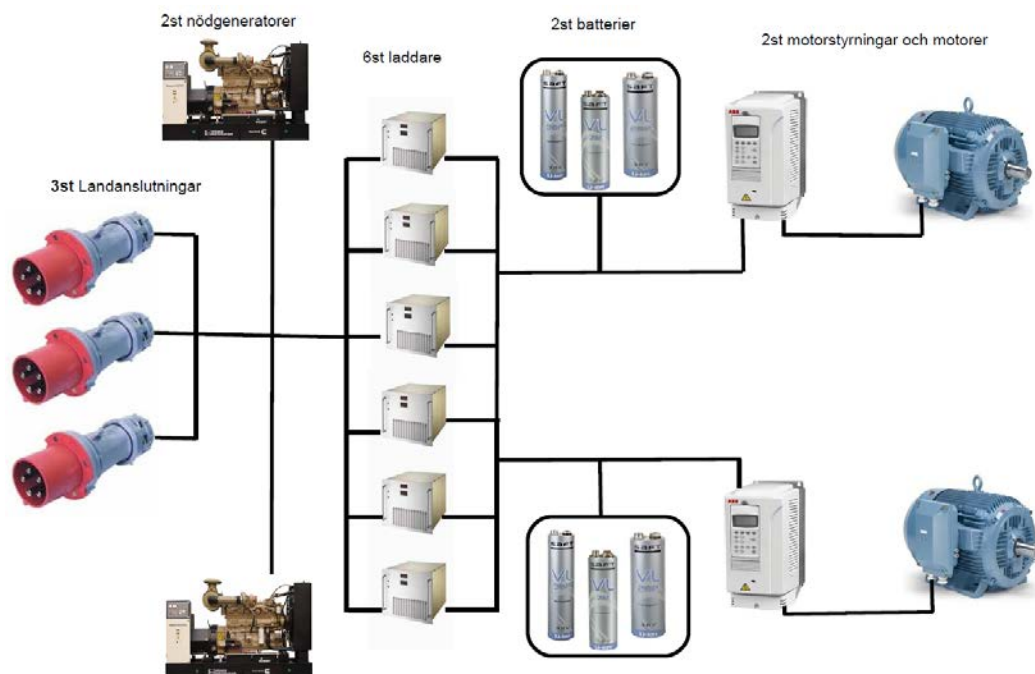
Fördelar	Nackdelar
Pod propellerlösning ger god manöverförmåga	Högt varvtal och liten propeller ger sämre verkningsgrad
Enkel teknisk installation	Obepövad teknik för gång i is
Kort laddtid medför behov av mindre batterimängd	Osäkerhet kring reservdelar
Hög effekt på laddstationen ger kortare laddtid	Större energiförluster vid laddning 25-30% värmeavgivning
	Landbaserad laddstation. Går inte att ladda på annat ställe

Avgörande faktorer för val av teknik:

- Litiumjärnfosfatbatterier har låg inre resistans och mkt hög verkningsgrad vid laddning och urladdning. Förlust <2% ger hög verkningsgrad och minimala energiförluster i hela drivlinan
- Laddstation ombord på båten ger en överlägsen flexibilitet och även en ekonomisk trygghet.

- Klassade och godkända komponenter. Stora och finansiellt starka leverantörer med pålitliga garantier.
- Konventionell framdrivning med axel och propeller. Sannolikheten att fartyget fungerar i måttlig is är hög.
- Tveksamma förutsättningar för att arrangera snabbbladdningsstationer i land. Vid tiden för projekteringen fanns helt enkelt inte tillräckligt med ström i kajen

Den tekniska lösning för eldrift som valdes och installerades beskrivs schematiskt i bilden nedan.



Fartyget drivs av 2 elmotorer à 125 kW som är direktkopplade till var sin propelleraxel med konventionell propeller (isförstärkt).

Varvtalet (0-750) på dessa motorer regleras med en frekvensomformare som får sin ström från var sin batteribank som innehåller 250 kWh vardera.

Batterierna är av typ litium järnfosfat och består av 3920 celler om 3.2-3.8 Volt styck. De seriekopplas så att utspänningen blir mellan 650-745 V likström beroende på laddningsgraden.

Batterierna laddas av 6 st laddare à 22.5 kW, totalt 135 kW.

Trafik  
Sjötrafik

RAPPORT  
2016-03-21  
Version

Ärende/Dok. id.  
SL 2016-0231

Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

Fyra elsystem finns ombord:

1. Likström 750 volt för framdrift
2. 400 volt växelström för laddning
3. 220 volt växelström för hotellast
4. 24 volt likström för nödförbrukning (radio/lyse etc.)

Laddarna får sin ström från 3 stycken "vanliga" 400 volt 3 fas växelströmsuttag som finns vid kajerna i Stockholms hamn. Beroende på var man är (tillgänglig strömstyrka i kajen) kan man välja från 16 till 63 Ampere laddström. Tiden för uppladdning är beroende av tillgänglig strömstyrka i kajen.

Som säkerhet för det fall ström i land saknas, annat fel har uppstått eller om man vill få extra kraft t.ex. vid kraftig isgång finns 2 st. dieselgeneratorer (å 80 kW) som antingen kan ladda batterierna eller kopplas direkt till frekvensomformarna.

Med laddstationerna ombord kan man ladda fartyget i princip var som helst i hamnområdet. Rutterna och linjedragningen kan förändras om så behövs utan att möjligheten till laddning påverkas. Med 3 x 63 Ampere tar laddningen med dagens tidtabell c:a 2 timmar. Denna tid skulle kunna kortas om mer ström i kajen fanns och vi skulle behöva komplettera med fler laddare. Batterierna kan ta emot max 250 kW, alltså bli fulladdade på 1 timme. Vidare har laddarna en förlust i form av värme. Värmen används under den kalla perioden till uppvärmning av inredningen.

### **3. Prestanda**

Fartygsdata:

Längd 24,55 m

Bredd 7 m

Djupgående 1 m

Antal passagerare 150 med möjlighet att klassa upp till 250 passagerare

Fart 8-10 knop

Isgående upp till 10 cm is, bruten ränna (teoretiskt, ej prövat)

Displacement 38 ton (vikt utan last) varav 5 består av batterier

Huvudmaskiner ABB 2 x 125 kW

Batterityp SAFT, LitiumJärnFosfat (LiFePO<sub>4</sub>) kapacitet 500 kWh

Laddning med 3 x 63 Ampere

Trafik  
Sjötrafik

RAPPORT  
2016-03-21  
Version

Ärende/Dok. id.  
SL 2016-0231

Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

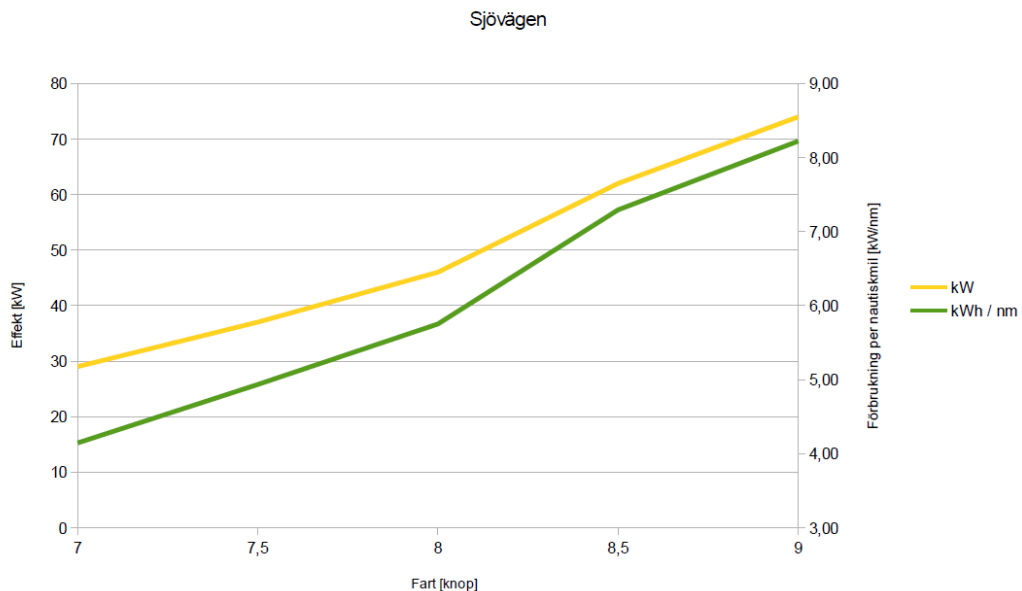
Batterikapaciteten räcker med nuvarande linjesträckning och tidtabell till cirka 4,5 timmars drift vilket motsvarar en förbrukning på 250 kWh. Man utnyttjar således hälften av den tillgängliga batterikapaciteten av livslängdsskäl. Batteriernas livslängd beräknas till 10 år med nuvarande driftprofil. Det innebär att efter 10 år finns 80% av batterikapaciteten kvar.

Farten är en kritisk parameter. Övriga fartyg på linje 80 har en servicefart på c:a 9,5 knop vilket innebär 30 minuter mellan Nacka Strand och Nybroplan.

Elfartyget behöver 40 minuter för samma sträcka då hon har en operativ fart på 7 knop. Trafikplaneringsmässigt är det en utmaning att få den båt som tar flest passagerare, och går långsammast, att matcha in i ett flöde där de andra fartygen går fortare. Kunde man på något sätt öka farten på elfartyget gick det att trafikplanera på ett effektivare sätt.

Räckvidden är en annan parameter som är intressant. Elfartyget går 2 gånger/dag ut till Larsberg på Lidingö. Resan mellan Larsberg och Nacka Strand tar 15 minuter för elfartyget och 11 minuter för de andra fartygen på linjen.

Energiåtgången för framdrift beror på en mängd faktorer men den största enskilda faktorn är farten.





Trafik  
SjötrafikRAPPORT  
2016-03-21  
VersionÄrende/Dok. id.  
SL 2016-0231Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

Ovan beskrivs till exempel att vid en fartökning från 8 till 9 knop ökar förbrukningen från 5,5 kWh/nm till 8,2 kWh/nm. För 1 knops fartökning behöver man alltså öka den tillförda energin med nästan 50%.

Man kan av diagrammet dra slutsatsen att fartyget sannolikt är dimensionerat för 7 knop. Det finns i avtalen inget speciellt fartkrav ställt utan "trafikutövaren ska föreslå lämplig trafiksträcka för försöket."

Det faktum att farten påverkar energiåtgången är inte kopplat till eldrift utan gäller samtliga deplacerande fartyg oavsett typ av framdrivningsmaskineri. Det som gör det intressant för elfartyget är att mängden energi är begränsad ombord. Batterikapaciteten är helt enkelt inte tillräckligt stor för att fartyget ska kunna utnyttjas optimalt på hela linjen.

#### 4. Utvärdering

##### 4.1 Miljöaspekter

Miljömålen som är uppsatta i det regionala trafikförsörjningsprogrammet (TFP) samt Miljöutmaning 2016 (MU16) håller på att revideras med sannolikt högre måltal som följd. Mål 2020 av andel förnybar energi i fartygsflottan för Pendelbåtstrafiken är 90%. Samma mål för år 2030 är 100%.

##### 4.1.1 Emissioner

Elfartyget har under försöksperioden levererat 3 408 utbudstimmar för våra resenärer. All produktion har skett med ren eldrift. Batterierna laddas med 100% förnyelsebar el från Stockholms Hamnars elnät.

Hamnens elleverantör är Nordic Green vars el är 100% fri från koldioxidutsläpp. Elfartyget har således under försöksperioden inte släppt ut någon CO<sub>2</sub>, inga kväveoxider och inga partiklar. En ungefärlig jämförelse med vad ett traditionellt fartyg på linje 80 skulle genererat för emissioner med motsvarande trafikproduktion som elfartyget visas i tabellen nedan.

	Energiförbrukning kWh	CO <sub>2</sub> Ton	NO <sub>x</sub> Ton	PM kg
Elfartyget	191 758	0	0	0
Dieseldrivet fartyg	567 773	158	7	341

Trafik  
 Sjötrafik

 RAPPORT  
 2016-03-21  
 Version

 Ärende/Dok. id.  
 SL 2016-0231

 Infosäk. klass  
 K1 (Öppen)

Jämförelsen är ungefärlig och principiell. Den bygger på data från leverantören angående medelförbrukning för dieselfartyg på linjen om 17 liter/utbudstimme. Beräkning av NOx och partiklar enligt Svensk Kollektivtrafiks modell i FRIDA utsläpp gram per kWh som ger värdet, Äldre motor  $\leq 2,5 \text{ dm}^3$  cylindervolym/cylinder, NOx 12,4 och PM 0,6 gram per kWh.

Arbetsgruppen för samhällsekonomiska kalkyler, ASEK, som består av representanter från Trafikverket, Naturvårdsverket, Vinnova och SIKÄ värderar luftföroreningars lokala effekter. Om man använder sig av deras modell för att beräkna samhällskostnaden för de utsläpp som skulle genererats om trafiken genomförts med ett av de ordinarie fartygen på linjen blir "besparingen" enligt nedan.

	Utbudstimmar	CO2 kr	NOx kr	PM kr	Totalt kr
Elfartyget	3 408	0	0	0	<b>0</b>
Dieseldrivet fartyg	3 408	180 120	287 000	4 454 861	<b>4 921 981</b>

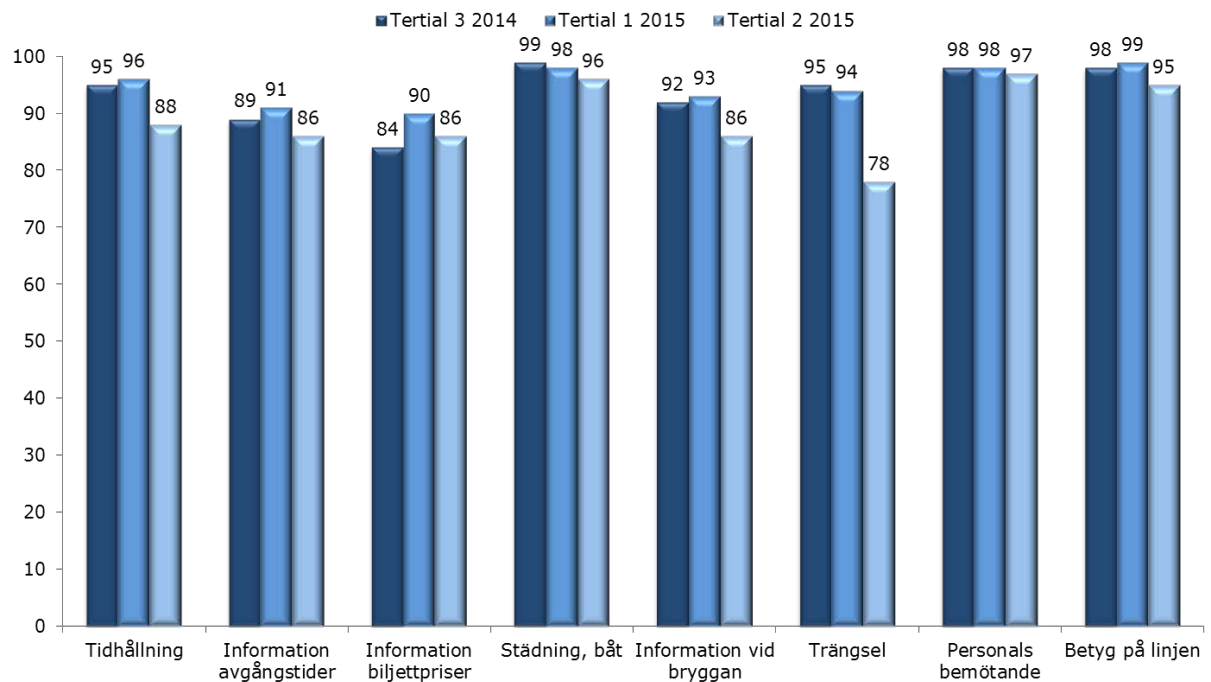
Det har inte genomförts någon speciell bullerkartläggning av fartygsflottan inför denna utvärdering men vi kan ändå konstatera att ombordmiljön är betydligt tystare på elfartyget än på övriga flottans dieseldrivna fartyg. Elfartyget upplevs av resenären som, maskinellt, helt tyst. Omringgivande ljudbild genererad av kylar, pumpar, vind och sjö till exempel finns i samma utsträckning som andra fartyg. En mätning av ljudnivå i passagerarsalongerna ger resultatet 60 dB för elfartyget och 72 dB för de dieseldrivna. Mätningen är inte kvalitetssäkrad men då var tredje dB är en fördubbling av ljudstyrkan så kan vi konstatera att det är en betydligt tystare miljö ombord på elfartyget för resenären. Ljudstyrkor över 85 dB anses skadliga.

#### 4.1.2 Energieffektivitet

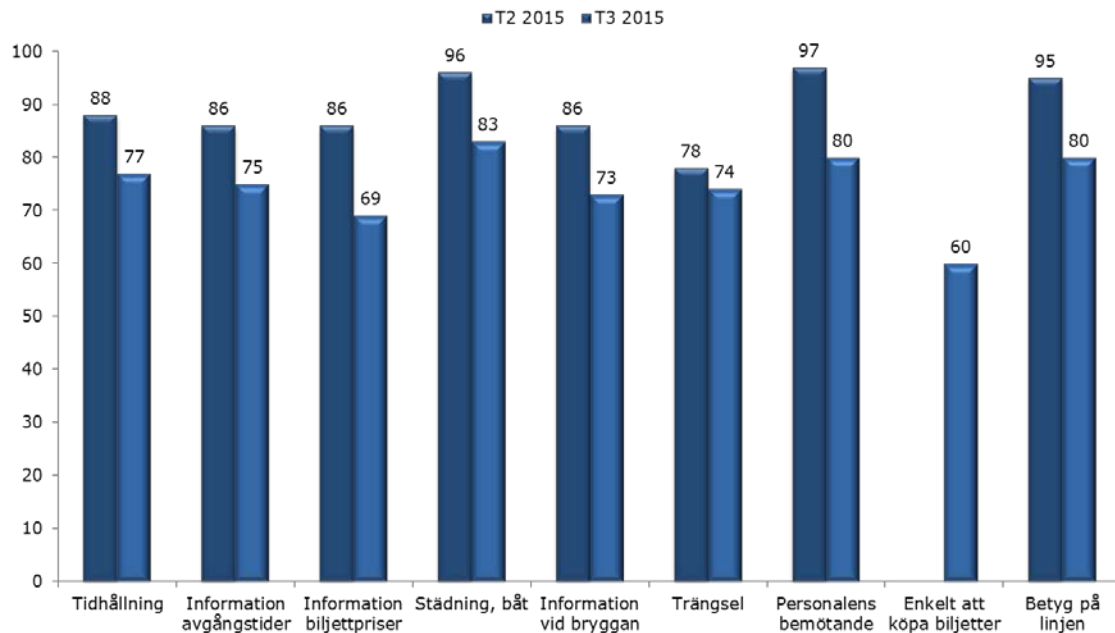
En elmotor är mer effektiv än en förbränningsmotor. Sett till hela drivlinans komponenter är verkningsgraden 90-92%. Motsvarande siffra för en förbränningsmotor är 28-35%. Sett till den tillförda energin under försöksperioden om 191 758 kWh för eldrift så hade motsvarande 567 773 kWh behövt tillföras vid drift med en konventionell förbränningsmotor. Försöket har kunnat genomföras med en tredjedel av den energi som hade gått åt med en förbränningsmotor.

#### 4.2 Kundnöjdhet

Det har inte gjorts någon särskild mätning av upplevd kvalitet på elfartyget. Sedan en tid tillbaka mäts NKI för sjötrafik i dels skärgården och dels för pendelbåtar. På pendelbåtar mäts linjevis, precis som i den övriga kollektivtrafiken, där linje 80 är en av linjerna. Den totala kundnöjdheten på trafikslaget pendelbåt redovisas en gång i månaden medan resultatet per linje redovisas per tertial.



Diagrammet beskriver utvecklingen av andel nöjda resenärer per kvalitetsfaktor för linje 80 sedan mätningarna infördes tertial 3 2014 fram till tertial 2 2015. Det sammantagna betyget för linjen är högt och den enda faktorn som sticker ut är trängsel avseende tertial 2 2015, troligtvis en konsekvens av den ökade efterfrågan.



Ovanstående diagram visar det senaste resultatet från T3 2015 i relation till T2 2015. Resultatet för samtliga kvalitetsfaktorer sjunker dramatiskt.

Trafikleverantören kan inte förklara det sjunkande resultatet då inga förändringar i utförandet har genomförts. Viss förändring av trafikutbudet har skett men det förklarar inte en sänkning av samtliga faktorer. Antalet respondenter är relativt få (318 st). Undersökningsföretaget skriver att det låga antalet insamlade svar gör dock att det kan vara vanskligt att dra för stora slutsatser över en enskild period.

Som en jämförelse kan man titta på Hamntrafiken (Djurgårdsfärjan) där resultatet samma period går åt motsatt håll. Antalet respondenter på denna linje var 1 328 st.

Sammantaget kan man dock summera försöksperioden med att den upplevda kvaliteten är hög.

#### 4.3 Teknikens tillförlitlighet

Fartyget har ur en teknisk synvinkel fungerat väl och klart över trafikleverantörens förväntan.

Fartyget togs i drift i september 2014. Efter en kortare inkörningsperiod på ett par veckor har fartyget varit i drift konstant under försöksperioden.

Trafik  
Sjötrafik

RAPPORT  
2016-03-21  
Version

Ärende/Dok. id.  
SL 2016-0231  
Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

100 % av den beställda trafiken har utförts och ingen av de 9 666 avgångarna har varit mer än 15 minuter försenad.

Då fartyget går i trafik alla dagar i veckan, året runt, är det nästan ofrånkomligt att i vissa fall ta fartyget ur trafik för att utföra underhåll. Under försöksperioden har det vid ett fåtal tillfällen utförts planerat underhåll på fartyget under tidtabellstid. Vid dessa tillfällen har dieseldrivnet ersättningsfartyg använts.

Exempel på sådant underhåll under försöksperioden är:

Byte av bogpropeller pga av haveri.

Byte av en battericell. (1 cell av ca 4000 i fartyget)

Fartyget är utrustat med redundanta system. Det innebär att tekniken i princip är dubblerad ombord där det varit ekonomiskt och tekniskt möjligt. Syftet är att minimera antalet driftstörningar.

Fartyget har efter leverans kompletterats med kondensatorer (elfilter) för att ta bort störningar som uppstod i elsystemet.

Det finns 6 st laddare ombord för att möjliggöra snabbare laddning. Fartyget klarar normaldrift med 4 laddare. Efter leverans konstaterades att det fanns ett konstruktionsfel i laddarna. På kort tid så gick två laddare sönder varpå leverantören konstaterade att laddarna var feldimensionerade. Samtliga laddare är nu bytta vilket skett utan att fartyget behövdes tas ur trafik.

Vid ett tillfälle har det elskåp som normalt används för laddning drabbats av en elbrand och var därför tvunget att tas ur drift. Val av teknisk lösning gjorde att man kunde byta kajplats för laddning tills hamnen åtgärdat problemet.

Fartygets egenskaper och förmågor vid gång i is har inte provats med anledning av bristen på isförekomst under de milda vintrar som varit då försöket genomförts.

#### 4.4 Ekonomisk effektivitet

##### Kostnader

I det tjänsteutlåtande som förelåg från förvaltningschefen, vid TN beslut att komplettera befintlig pendelbåtstrafik på försök med ett miljöanpassat fartyg

Trafik  
SjötrafikRAPPORT  
2016-03-21  
VersionÄrende/Dok. id.  
SL 2016-0231  
Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

2013-06-18, bedömdes kostnaden bli 8,7 mnkr per år med totalkostnad för försöksperioden på ca 14 mnkr.

Kostnadsutfallet summerat 2015-12-31 uppgår till 23,8 mnkr vilket överstiger bedömningen med ca 70%.

År	Kostnad		
	Bedömning	Utfall	%
2014	5 300 000	5 435 859	103%
2015	8 700 000	18 416 335	212%
S:a	14 000 000	23 852 194	170%

Att kostnaden överstiger bedömningen beror främst på:

1. För låg bedömning av kostnaden i tjänsteutlåtandet.
2. Produktionen har blivit mer omfattande än vad som initialt avsågs.

Den avtalade trafikersättningen bygger på uppdragsavtalet för linje 80. Ersättningen i uppdragsavtalet är 2770 SEK/utbudstimme + VBP-ersättning om 6 sek/VBP. I tilläggsavtalet, avseende försöket med elfartyget, tillkommer 1200 SEK/h, samt ersättning för laddtid av batterierna. Laddtiden är maximerad till 30% av den totala utbudstiden under en trafikeringdag.

I tilläggsavtalet bestäms antalet utbudstimmar till 5333. Kostnaden för tilläggsavtalet kunde då vid avtalstecknande teoretiskt bedömas till  $5333h \cdot (2770 + 1200) \text{ SEK/h} = 21,2 \text{ mnkr} + 6 \text{ SEK/VBP}$ .

Under försöksperioden har Elfartyget haft 152 457 påstigande resenärer. Valideringsgraden varierar över året men uppgår till 61% på helårsbasis vilket ger en ytterligare teoretisk kostnad på 0,6 mnkr.

Kostnaden för att följa det ingångna tilläggsavtalet uppgår således till 21,8 mnkr.

#### Produktion

I tilläggsavtalet står att antalet utbudstimmar för elfartyget under försöksperioden ska uppgå till minst 5333. Tid för laddning av batterier under dagen ska räknas som utbudstid. Laddtid får maximalt uppgå till 30% av den totala utbudstiden.

Utfallet för den totala utbudstiden för försöksperioden blev 5650 h. Avräknas tid för laddning uppgår utbudstiden till 3408 h.

Trafik  
 Sjötrafik

 RAPPORT  
 2016-03-21  
 Version

 Ärende/Dok. id.  
 SL 2016-0231

 Infosäk. klass  
 K1 (Öppen)

### Produktion

År	Enl avtal	Utbudstid	Total utbudstid	% netto	% brutto
2014		690	1 150		
2015		2 718	4 500		
S:a	5 333	3 408	5 650	64%	106%

### Effektivitet

Försöket har kostat mer än vi bedömde. Hade bedömning skett efter avtalstecknande borde bedömningen hamnat på 21,8 mnkr. Eftersom elfartyget i ett tidigt skede fick ingå i den ordinarie trafikproduktion på linje 80 beställdes mer trafik än avtalets golvvärde 5333 h. Merkostnaden för denna trafik uppgår till 1,3 mnkr vilket inklusive etableringskostnader av engångskaraktär på 0,6 mnkr summerar försökets totalkostnad på 23,8 mnkr.

Man kan överväga att förändra avtalskonstruktionen till att likna traditionella trafikavtal i sjötrafik. Ersättningen skulle då baseras på utbudstimmar till kund, exklusive laddtid och reglertid, vilket ökar trafikentreprenörens incitament att hålla nere tiden för reglering och laddning. Det blir dessutom tydligare att se kostnaden för trafik som resenär kan utnyttja.

Valideringsgraden kan förbättras genom att förse fartyget med utrustning för validering av SMS- och APP-biljetter. TFs kostnad för VBP kommer då att öka men ge ett mer rättvisande resultat.

Kostnaden per påstigande resenär för elfartyget uppgår till 137 SEK (2015).

Motsvarande kostnad för trafik på linje 80 med dieseldrivna fartyg är 65 SEK (2015). Det kan således konstateras att med rådande avtalskonstruktion blir kostnaden per resenär dubblad i tilläggsavtalet jämfört med uppdragsavtalet.

Elfartyget är nytillverkat och uppfyller samtliga ställda tillgänglighetskrav vilket inget annat fartyg på linjen gör. Kapaciteten är större än de andra fartygen på linjen men beläggningen har inte varit högre på elfartyget.

Trafik  
 Sjötrafik

 RAPPORT  
 2016-03-21  
 Version

 Ärende/Dok. id.  
 SL 2016-0231

 Infosäk. klass  
 K1 (Öppen)

Fartyg	Kapacitet	Medelbeläggning	Beläggingsgrad	Notering
Sjövägen	150	50	33%	Elfartyget
Kung Ring	125	53	42%	
Gurli	98	45	46%	
Hättan	99	46	46%	
Kanholmen	148			Reservftg

Beläggingsgraden är något lägre för elfartyget jämfört med övriga fartyg på linjen. Eftersom linjen som helhet tidvis har kapacitetsproblem och lämnar flertalet potentiella resenärer kvar på kajen ses nu trafikplaneringen över i avsikt att få med fler resenärer då efterfrågan är som störst.

## 5. Framåtblick

Höga miljömål finns idag. De dokument, TFP och MU16, som idag revideras kommer sannolikt att ge ännu högre måltal för förnyelsebart drivmedel. Målen går att nå då det nu finns alternativa drivmedel på marknaden att tillgå. För bara ett par år sedan fanns inte samma utbud. Övergången till högre andel förnybart drivmedel kommer dock att innebära ökade driftkostnader för kollektivtrafiken på vatten. Förnybara drivmedel som skattebefrias, enligt lag (1994:1776) om skatt på energi, tenderar att vara kostnadsneutrala mot beskattat bränsle och innebär således en fördyring för den som redan är skattebefriad, såsom trafikförvaltningens sjötrafik.

Ett sätt att möta målen är att driva fartygen med el, likt detta försök. Ett annat sätt att möta målen är att driva sjötrafiken med HVO eller diesel med olika inblandningar av HVO vilket redovisats i Tjänsteutlåtande TN 2015-1125 (Plan för övergång till drift med icke-fossila bränslen inom sjötrafiken). HVO har sina fördelar i framförallt befintligt tonnage samt att det är en reversibel teknik. Eldrift har sina fördelar vilka främst kommer fram på linjer med korta sträckor och låga fartbehov.

Drift med el:

- Det är dyrt och tungt att förvara energin. Energiinnehållet i Elbåtens 5 ton batterier (500 kwh) motsvarar energiinnehållet i 50 liter diesel som väger 42 kg.
- En elmotor har en verkningsgrad på 90-92%. Verkningsgraden för en dieselmotor är 30-35 % vilket innebär att endast så stor del av den tillförda energin blir till nytta (=fart framåt), resten blir värme.



- Det sker en omfattande forskning och teknikutveckling av batterier som leds av bilindustrin. Forskningen syftar främst till att få högre energidensitet eller mer energi per vikt- eller volymsenhet. Forskningen visar att vi rimligen kan förvänta oss en fördubbling av energidensiteten inom 5 år.
- Batteriernas tekniska livslängd beräknas till 10 år med nuvarande körprofil. Det innebär att den investeringen i batterier om 5 mnkr som skrivs av på 10 år (10 x 3000=30 000 drifttimmar) belastar driftkostnaden med 170 SEK/utbudstimme. Kostnaden är hög i förhållande till övriga tekniska komponenter och personalkostnaden. Kostnaden är däremot låg i förhållande till den trafikersättning som betalas ((2770+1200)/0,7). Det kan övervägas att ta den kostnaden i särskild ordning avtalsmässigt i avsikt att använda större del av den lagrade energin och på så sätt öka fart och räckvidd.

Ett sätt att kunna göra trafiken med elfartyget mer attraktiv är att komplettera den rena eldriften med att tidvis köra elmotorerna med el från elverken som finns ombord. Idag kan man köra dessa generatorer på HVO-inblandad diesel vilket minskar den belastning på miljön som ren dieseldrift utgör. På detta sätt skulle man kunna öka både fart och räckvidd vilket skulle ge förutsättningar för en effektivare trafikplanering. I en nära framtid kan man köra elverken även på helt förnybart drivmedel (ren HVO) men för att komma dit behöver detta drivmedel uppfylla den nya bränslestandarden EN 15940 som enligt uppgift ska börja gälla senare under 2016 och som maskinleverantörerna krävställer.

De miljömål som mäts och följs upp handlar om andel förnybar energi i fartygsflottan. HVO gör att man uppfyller målen men eldrift bidrar även genom att inte släppa ut några kväveoxider (NOx) eller partiklar (PM) även om dessa emissioner varken målsätts, mäts eller följs upp.

## **6. Trafikleverantörens kommentarer**

Kvalitetsskillnaden ombord mellan elfartyget och övriga fartyg på linje 80 anses stor. Tillgänglighet och ombordmiljö är i nivå med WÅABs egna nybyggen. Elfartyget var egentligen tänkt att trafikera den inre sträckan på linjen som är fartbegränsad.

Leverantören hävdar att de vikande siffrorna avseende kundnöjdhet beror på ett generellt missnöje mot tidtabellen samt det faktum att fartygen ofta är väldigt fullastade. Relativt ofta lämnas resenärer kvar på kajen. I princip alla klagomål som når leverantören handlar om detta.

Trafik  
*Sjötrafik*

RAPPORT  
2016-03-21  
Version

Ärende/Dok. id.  
SL 2016-0231  
Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

Ersättningsmodellen är bra som den är. Det kostar inte leverantören mycket mer att köra än att ladda vilket gör att man inte ligger still för att spara pengar utan för att optimera tidtabellen. Om avtalsmodellen ska förändras anser leverantören att man kan öka på inslaget av VBP men i övrigt låta reglertid och laddtid ersättas likt gällande avtal.

Det anses att man kan optimera driften genom att köra egna elverk på diesel eller HVO. Kan man köra runt 10% med egen elkraft så kan man öka fart och räckvidd betydligt.

Om fartyget skulle beställas idag skulle samma tekniska lösning kravställas.

Vissa justeringar skulle dock göras:

- samma batterityp
- något mindre elmotor, då vi lärt oss att den går att överbelasta under korta perioder (Till exempel forcering av isvallar)
- Elsystemet är idag mycket redundant. Systemet och komponenterna är mycket tillförlitliga men redundansen är en viktig anledning till att leveransen har varit 100%.
- Skrovformen går att göra annorlunda i avsikt att få ett mindre motstånd