

LIGHTHOUSE REPORTS

# Fossilfri kollektivtrafik på vatten

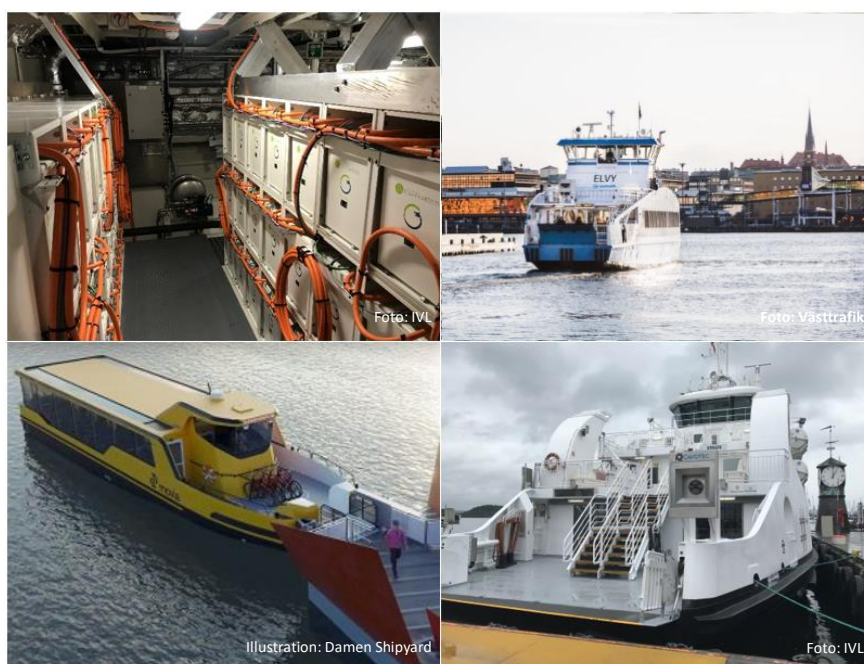
*hinder och möjligheter för färjor med hög miljöprestanda*



En förstudie utförd inom Trafikverkets branschprogram Hållbar sjöfart som drivs av Lighthouse

## Fossilfri kollektivtrafik på vatten

Förstudie kring hinder och möjligheter för färjor med hög miljöprestanda



### Författare

Karl Jivén, Anna Mellin, Linda Styhre (IVL), Karl Garne (KTH)

**IVL Svenska Miljöinstitutet**  
i samarbete med KTH,  
**Institutionen för Farkost och Flyg**



Detta projekt har genomförts inom Trafikverkets branschprogram Hållbar sjöfart, som drivs av Lighthouse.

## Förord

Denna förstudie har genomförts med stöd från Lighthouse branschprogram för sjöfartsforskning som ett samverkansprojekt mellan IVL och KTH med stöttning från näringen, bland annat genom aktivt deltagande i en referensgrupp.

Projektets övergripande mål och nytta för bransch och samhälle var att öka kunskapen om risker, hinder och möjligheter för fossilfri urban kollektivtrafik på vatten. Målet är att bidra till bättre kunskapsunderlag vid upphandling av fossilfri kollektivtrafik på vatten och inför beslut om investering i nya fartyg med mycket hög miljöprestanda. En ökning av andelen passagerare på dessa färjor bidrar både till minskade utsläpp till luft och minskad trängseln på landbaserad infrastruktur i våra städer. Detta skapar bättre förutsättningar för att nå nationella miljö- och klimatmålen inom transportsektorn.

Referensgruppen har bestått av personer som dels själva och dels vars organisationer arbetat praktiskt och långsiktigt med att öka andelen fossilfria färjor på vatten:

- Ellinor Svensson – Trafikchef, Styröbolaget
- Henrik Börjesson – VD, Börjessons Sjötaxi & Charterbåtar samt tillförordnad VD för Skärgårdsredarna
- Hanna Björk – Hållbarhetschef/Bitr. avd. chef Strategisk Planering, Västtrafik
- Peter Kristiansson – Affärsförvaltare på Trafikförvaltningen region Stockholm
- Fredrik Almlöv, Teknik och miljöchef, Färjerederiet
- Hans Thomell – VD Green City Ferries
- Leif Magnusson – Handläggare, infrastruktur, trafik och kollektivtrafikfrågor, VGR

Från projektets sida vill vi passa på att tacka stort för det mycket värdefulla och aktiva deltagandet från referensgruppen.

## Summary

Through literature studies, interviews and active collaboration with an initiated and committed reference group as well as by studying two cases of traffic where fossil-free alternatives have been chosen, this feasibility study has been conducted to assess how a transition to fossil-free public transport on water can be accelerated.

The results of the feasibility study can be summarized as follows:

1. With existing budgetary frameworks, it appears possible to carry out a large part of the current public transport on water without today's high greenhouse gas emissions through electrification.
2. There are several obstacles that need to be overcome in order to accelerate the transition from fossil fuels so that set climate targets are also reached for the ferry traffic.
3. All the parties we have been in contact with have emphasized cooperation as a key factor, since the issues that need to be solved are complex and one part alone cannot solve them.

Fossil-free public transport on water seems, for the shorter distances, to be best solved by electrification. However, today there are no obvious solutions in place for the longer routes. Also, shorter distance-routes can have challenges such as lack of electrical power at the places where charging is needed or that the operator who owns the quays might not give enough priority to enable charging stations being built.

To manage costs while introducing electrification, the total battery capacity installed in the vessels must be limited. This, in turn, will also require that the ferries can be recharged quickly during the part of the day that the ship is in operation. Here, technical solutions are being introduced, but much work remains. Land issues including building permits are considered to be a bigger problem than the charging technology itself.

The calculations carried out, for example, on the case study of the electric hybrid ferry *Ehy*, which was recently put into operation in short-distance river traffic in Gothenburg, have given several interesting observations:

- It does not appear to be the choice of propulsion / fuel in the form of fossil-free alternatives that significantly affect the costs for traffic for short distance operations. Instead, the cost of capital for the vessel itself and its operations in the form of personnel etc. are the major cost items. Therefore, if the total cost of passenger transport is to decrease, it is more efficient to work with crewing, cost-effective design of the vessel and procurement of the vessels than to save on environmental measures such as transition to fossil-free operations.
- A clean electric propulsion gives clear societal benefits in the form of reduced damage costs for greenhouse-gases and air pollutants when switching to operation where green electricity from land is used as fuel. Other benefits such as reduced noise levels also have positive effects, but these have not been quantified in the study.

Examples of difficulties that are often mentioned when discussing with shipping companies and industry organizations have been access to quays and infrastructure, access to biofuels for maritime use when demand on the land side has increased, and the difficulty for smaller players to enter the market as the procurement often includes larger geographical areas instead of individual lines.

## Sammanfattning

Genom litteraturstudier, intervjuer och aktivt arbete tillsammans med en initierad och engagerad referensgrupp samt genom att studera två fall av trafikering där fossilfria alternativ valts har denna förstudie genomförts med syfte att undersöka hur en övergång till fossilfri kollektivtrafik på vatten kan påskyndas.

Resultatet från förstudien sammanfattas till att:

1. Det ser ut att vara möjligt att med bibehållen kostnadsnivå utföra mycket av nuvarande kollektivtrafik på vatten utan dagens höga klimatgasutsläpp, genom elektrifiering.
2. Det finns flera hinder som behöver överbryggas för att kunna påskynda övergången till fossilfrihet så att uppsatta klimatmål nås även för färjetrafiken.
3. Alla de aktörer vi varit i kontakt med lyfter utökat samarbete som en nyckelfaktor, just för att frågorna som behöver lösas är komplexa och för att ingen aktör ensam kan lösa frågan.

Fossilfrihet i kollektivtrafik på vatten verkar, framförallt för de kortare sträckorna, kunna lösas bäst genom elektrifiering, men det finns idag ingen självklar lösning för de längre sjöfartslinjerna. Men även kortare sträckningar kan ha utmaningar som att det saknas eleffekt eller att den aktör som äger kajen som anlöps inte prioriterar eller kan installera laddstationer.

För att få till ren eldrift till rimlig kostnad krävs att batteristorleken i fartygen begränsas. Detta kommer i sin tur i de festa fall troligen också kräva att färjorna kan snabbbladdas under den del av dygnet som själva driftsperioden infaller. Här börjar fungerande tekniska lösningar komma men mycket arbete kvarstår. Markfrågor inkluderande bygglov bedöms vara ett större problem än själva laddtekniken för att få till laddning.

I projektet genomfördes ekonomiska beräkningar för elhybridfärjan *Ehy*, som nyligen satts i drift i Göta Älv i Göteborg. Kalkylerna gav oss ett antal intressanta iakttagelser:

- För kollektivtrafik på kortare avstånd ser det inte ut att vara valet framdrift/bränsle i form av fossilfria alternativ som markant påverkar kostnadsbilden för trafiken. Istället är kapitalkostnaden för själva fartyget respektive driftskostnaden, i synnerhet personalkostnaden, de stora kostnadsposterna. Om totalkostnaderna för persontransporter ska sjunka är det därför mer effektivt att arbeta med bemanningsfrågor, kostnadseffektiv design och upphandling av fartygen än att spara in på miljöåtgärder så som övergång mot fossilfri drift.
- En ren eldrift ger tydliga samhällsvinster i form av sänkta skadestnader för klimat- och luftutsläpp när grön el från land används som bränsle. En andra nytta är sänkta bullernivåer, vilket ger positiva effekter, men dessa har inte kvantifierats i studien.

Exempel på svårigheter som ofta nämnts när vi diskuterat med rederier och branschorganisationer har varit tillgång på kajer och infrastruktur, tillgång till biobränsle för maritimt bruk när efterfrågan på landsidan har ökat kraftigt, och svårigheten för mindre aktörer att komma in på marknaden då upphandlingen ofta innefattar större geografiska områden istället för enskilda linjer.

## Innehåll

|   |           |
|---|-----------|
| Förord .....  | 2         |
| Summary.....  | 3         |
| Sammanfattning.....   | 5         |
| Innehåll.....   | 6         |
| <b>1. Introduktion .....</b>  | <b>7</b>  |
| 1.1 Bakgrund .....  | 7         |
| 1.2 Metod .....   | 7         |
| <b>2. Att nå ökad fossilfrihet på vatten.....</b>                   | <b>9</b>  |
| 2.1 Potential och möjligheter.....                                  | 9         |
| 2.2 Hinder och lösningar .....                                      | 10        |
| <b>3. Fallstudie 1 - Köpenhamn .....</b>                            | <b>12</b> |
| <b>4. Fallstudie 2 – Göteborg.....</b>                              | <b>15</b> |
| 4.1 Analys och slutsatser kopplade till fallstudie 2 Göteborg ..... | 20        |
| <b>5. Diskussion kring fortsatt arbete .....</b>                    | <b>25</b> |
| <b>6. Resultat och slutsatser .....</b>                             | <b>27</b> |
| <b>Referenser .....</b>   | <b>28</b> |
| <b>Appendix.....</b>  | <b>30</b> |
| Svarssammanställning kring nyckelfaktorer.....                      | 30        |
| Mall för intervjuer .....   | 31        |
| Litteraturgenomgång.....  | 33        |

# 1. Introduktion

## 1.1 Bakgrund

För att nå antagna miljö- och klimatmål, både på nationell och lokal nivå, behövs initiativ och åtgärder för att stimulera övergången till fossilfria transporter. Idag ligger den vattenburna kollektivtrafiken långt efter i omställningen mot fossilfrihet jämfört med den landbaserade. Därför har vi i den här förstudien undersökt vilka förutsättningar och kunskapsunderlag som krävs för att kunna öka andelen fossilfri kollektivtrafik på vatten, men också förutsättningar som behöver ges till rederier för att de ska kunna erbjuda ett fossilfritt alternativ. Under genomförandet av studien har vi borrhädat djupare i vilka faktorer som bedöms ge stor påverkan och försökt verifiera med litteraturstudier och egna analyser.

Som exempel på varför miljö- och klimatanpassningen av färjetrafiken är viktig är att även om dess andel av det totala transportarbetet inom kollektivtrafiken inte är så stor kan den ändå ha en stor relativ påverkan. Inom Västra Götalandsregionen står färjetrafiken för ca en procent av kollektivtrafikresandet men i storleksordningen 15 procent av fossilbränsleanvändningen och över hälften av partikelutsläppen från kollektivtrafiken (Magnusson, 2019).

I förstudien har vi främst fokuserat på färjor med eldrift för att jämföra alternativen utifrån ekonomisk och miljömässig hållbarhet i förhållande till konventionell drift. Utgångspunkt i arbetet är dels referensgruppens erfarenheter av att praktiskt arbeta med introduktion av fossilfri kollektivtrafik på vatten samt resultat från tidigare studier som till exempel *Elektrifiering av sjöfarten, Waterways 365*, forskningsprojekt om resenärsattityder som genomförts av Michael Tanko på SL:s linje 80 i Stockholm inom Lighthouse Postdoc-program, Färjerederiets *inriktningsplan för klimatneutral färjedrift 2045* samt DNV GL:s genomförda underökning av *möjligheter och kostnader för användning av förnybar energi för fartyg*.

## 1.2 Metod

Arbetet startade med kunskapsinhämtning i form av litteraturstudier och sammanställning av tidigare genomförda projekt. Detta sammanställdes och tillgängliggjordes till referensgruppen som också fått kommentera och komplettera. Se avsnittet *Litteraturgenomgång* för en beskrivning av ett antal utvalda studier som använts i detta arbetet.

Projektteamet har använt referensgruppen aktivt i projektet, både i grupp och enskilt.



Referensgruppen har bestått av:

- Henrik Börjesson, Börjessons Sjötaxi & Charterbåtar, Representerar även föreningen Skärgårdsredarna där Henrik tillfälligt också varit tillförordnad VD
- Ellinor Svensson, Trafikchef, Styröbolaget
- Peter Kristiansson, Drivmedelsstrateg Trafikförvaltningen region Stockholm
- Fredrik Almlöv Teknik och miljöchef, Färjerederiet
- Hans Thomell, VD, Green City Ferries
- Hanna Björk, Hållbarhetschef, Västtrafik
- Leif Magnusson, Regionutvecklare, Västra Götalandsregionen

Referensgruppen har också gett projektet information i strukturerad form vid workshops och fått diskutera olika frågor under strukturerade möten och intervjuer. Referensgruppen har bland annat i workshop-form och enskilt fått diskutera kring och värdera vilka faktorer och aspekter som kan påskynda introduktionen av fossilfri kollektivtrafik på vatten mest. Resultat från detta beskrivs i avsnittet *Att nå ökad fossilfrihet på vatten*.

Referensgruppen fick också komma med förslag på vilka personer som borde djupintervjuas i studien och vilka fallstudier som skulle väljas ut, utifrån av projektgruppen satta kriterier. Projektgruppen beslutade därefter vilka fallstudier och djupintervjuer som skulle ingå i arbetet.

Fallstudierna valdes ut för att dels ge kunskap om hur själva upphandlingsprocessen gått till i fall där ett mer hållbart alternativ valts och där det fanns intressanta lärdomar att dra för fortsatt introduktion. Fallstudierna genomfördes i form av kunskapsinhämtning om projekten, genom intervjuer av inblandade personer samt genom egna beräkningar och analyser. I det ena fallet (Köpenhamn) har de inblandade parterna, troligen på grund av allt för stort internationellt intresse, till stor del valt att i nuläget inte svara på några frågor eller erbjuda intervjuer. Därför har kunskapsinhämtning och analyser genomförts med begränsad inblandning av de parter som beställt, bygger och projekterar. En värdefull intervju kunde dock genomföras. Intervjuerna har genomförts med stöd av en intervjumall som redovisas i appendix.

Den andra fallstudien var av den nyligen levererade elhybridfärjan Elvy i Göteborg, vilken startade med generell informationsinsamling med efterföljande djupintervjuer med inblandade aktörer på beställar- och utförare-sidan. Därefter har miljö-, företagsekonomi-, och samhällsekonomiska kalkyler genomförts. Resultat från fallstudien i Göteborg har presenterats för de inblandade parterna som också återkopplat kring antaganden, resultat och slutsatser.

Resultat och analyser från fallstudierna sammanställdes därefter och redovisades för referensgruppen som också kunde komplettera med ytterligare kunskap och reflektioner.

## 2. Att nå ökad fossilfrihet på vatten

Två referensgruppsmöten har hållits inom projektet där huvudfokus har varit att använda referensgruppens samlade erfarenheter för att utröna vad som skulle kunna ha störst effekt på att påskynda övergången mot fossilfrihet för kollektivtrafik på vatten. Ett förarbete genomfördes där åtgärder, hinder, möjligheter och potential sammanställdes. Detta material låg till grund för en workshop och en enkät som referensgrupp och intervjuade personer fått besvara.

Resultaten sammanställdes därefter av projektgruppen och analyserades varefter referensgruppen fick återkoppla på resultaten vid det avslutande referensgruppsmötet. Resultaten presenteras dels i detta avsnitt, i avsnittet *Resultat och slutsatser* samt har även arbetats in i avsnittet *Diskussion kring fortsatt arbete*.

### 2.1 Potential och möjligheter

I enkäten fick respondenterna indikera vilka faktorer som är viktigast för att skynda på introduktionen av fossilfri kollektivtrafik på vatten. En samlad viktning av resultaten kan ses i appendix, *Svarssammanställning kring nyckelfaktorer*, Tabell 2.

Enkäten sattes samman på basis av hinder, potential, och möjligheter som identifierats i litteraturgenomgången.

De nyckelfaktorer som fått högst sammantagen vikt och som därmed bedömts ha stor påverkan på om övergång mot fossilfri drift blir av är:

- Tydliga miljökrav från beställare
- Bättre tillgång på tankinfrastruktur (el-laddning, batterier, vätgas, LBG, biodiesel)
- Skattebefriad el för alla fartyg även för laddning
- Investeringstöd till nya färjor alt. retrofit av gamla
- Långsiktiga kontrakt
- Bättre tillgång på alternativa drivmedel

Det finns en mängd olika möjligheter som lyfts, kopplade till fossilfri drift av färjor. Under diskussion med referensgrupp och från djupintervjuer samt från analyser i fallstudie har bland annat följande aspekter framkommit:

- Det finns potential för lägre drifts- och underhållskostnader med eldrift.
- Teknikutvecklingen kring eldrift har gått starkt framåt de senaste åren, framförallt på batterier.
- Det finns potential att flytta passagerare från väg till vatten och då kan nya resandegrupper attraheras med färjor och kanske särskilt tysta elfärjor.
- Det finns andra miljövinster än klimatprestanda med eldrift, såsom minskade luftföroreningar och buller. Framförallt i städer.
- Nya affärsmöjligheter och gröna jobb samt att omställningen bidrar till tillväxt. Kommer med paradigmskiften.

## 2.2 Hinder och lösningar

Ett hinder är möjligheten att få till **laddinfrastruktur** och att ansvaret för att få till sådan ofta inte ligger på den som upphandlar eller utför kollektivtrafiken utan på annan part. I Göteborg är det t.ex. Västtrafik som upphandlar trafik, Styröbolaget som opererar fartygen men Trafikkontoret som ansvarar för bryggorna och därmed också att få till bygglov med mera för laddinfrastruktur. Detta försvårar planering och implementation. I bland annat Norge har en lösning använts där de som utför trafiken äger sin laddinfrastruktur men där det avtalats att den ska säljas vidare till nästa operatör om trafiken går över till annan operatör. För att komma vidare i frågan pekats utökad samarbete ut som den viktigaste faktorn. Ett samarbete kring lösningar av **snabbladdningsteknik** skulle kunna vara en viktig aktivitet att få till.

### Skal lade hver gang båten legger til kai

Når landstrømanlegget er i drift, skal Kongen lades hver gang den legger til kai på Aker Brygge, etter to kjørte turer.

– Den ligger til kai i cirka 10 minutter hver gang for å laste av og på passasjerer. Vi har tenkt til å lade i 6-7 minutter. **På den måten holder vi batteriet på mellom 40 og 70 prosent fullt gjennom dagen. Når du holder batteriet på det nivået avgir det minst mulig varme, noe som fører til lengre levetid**, forklarer prosjektlederen i Norled.



Figur 1 Det börjar bli mer och mer vanligt med snabbladdning av elfärjor. (Länk till artikel: <https://www.abcnyheter.no/motor/bat/2019/09/18/195611695/slik-loser-elektriske-ms-kongen-utslippsflokken-uten-lader>)

Lösningar där exempelvis energibolag går in och tar ansvar för laddningsinfrastruktur och batterier i båten och som sedan leasas ut är också en möjlighet. Det finns exempel på det i fallet med fartyget Movitz i Stockholm (<http://movitz.info/>). Denna lösning kan också vara fördelaktig om man till exempelvis behöver omvandla kapitalkostnader till operativa kostnader. Eller då resurser inte finns till att driva frågan om att få till ladd-infrastrukturen på kajer.

Exempel på svårigheter som också ofta nämnts när vi diskuterat med rederier och branschorganisationer har varit tillgång på kajer och infrastruktur, tillgång till biobränsle för maritimt bruk när efterfrågan på landsidan har ökat kraftigt, och svårigheten för mindre aktörer att komma in på marknaden då upphandlingen ofta innefattar större geografiska områden istället för enskilda linjer.

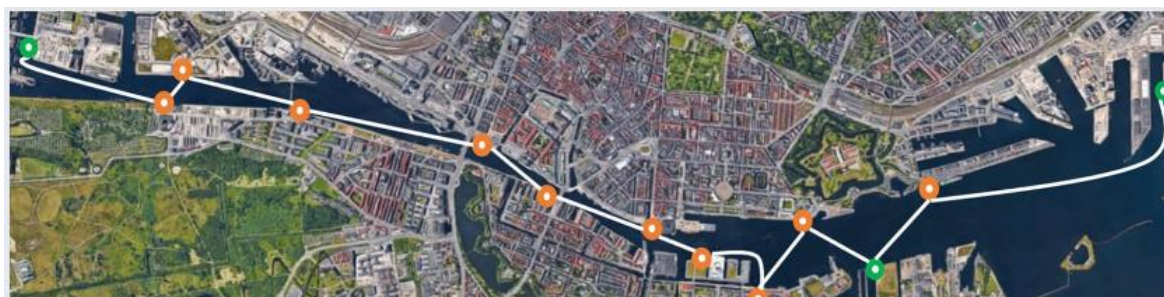
Ytterligare faktorer och aspekter som diskuterats och som bedömts vara viktig att beakta är **upphandlingsform**. Ett av problemen kring upphandling bedöms vara att det av olika skäl kan vara intressant för en offentlig huvudman att bygga och

äga fartyg. I dessa fall kan själva processen kompliceras av att det blir otympligt att driva ett sådant projekt i förhållande till kraven i offentlig upphandling. Här har formen Offentlig privat samverkan (OPS) nämnts som en möjlig väg, vilket också kan vara en lösning. Försvaret har OPS-lösningar för sjukvård och material. I Norge används också OPS-modellen för infrastrukturprojekt och tunnlar som innebär att myndigheten bildar ett bolag (projektbolag) som ägs av aktörerna.

Kopplat till problematiken att tillgång på biobränslen som HVO minskat nämns **vätgas** och **biogas** som möjliga lösningar för att nå fossilfrihet på de längre distanserna där eldrift passar mindre bra. Fler och fler aktörer nämner vätgas som en framkomlig väg som inte bör ligga allt för långt in i framtiden.

### 3. Fallstudie 1 - Köpenhamn

Fallstudie nummer ett föll på den nya kollektivtrafiklösningen i Köpenhamn där Arriva tillsammans med det holländska varvet Damen Shipyard Group vunnit upphandlingen om att bedriva fossilfri färjetrafik mellan Nyhavn och operan i centrala Köpenhamn (se Figur 2). Vid tiden för fallstudiens genomförande var fem elfärjor under byggnation i Polen.



Figur 2 Skiss över linjens sträckning. Från anbudet (Illustration från Arriva-Damen, 2017).

Upphandlingen var specificerad i anbudshandlingarna (Movia, 2017) där funktionskrav bland annat ställdes på att fartygen ska klara låga emissioner av kväveoxider, inte emittera svavel eller ge något nettoutsläpp av koldioxid vilket gjorde att även lösningar med biobränsle var möjlig. Andra tekniska funktionskrav gällde yttre förutsättningar som höjd (<4m), förmåga till gång i 5 cm nyis, fartygen ska klara vind upp till 15 m/s och att man ska nyttja befintliga bryggor. Antal passagerare om totalt 80 och med plats för åtta cyklar etc. Ruttens längd (som utökats efter upphandlingen) beskrivs ta ca 1 timme enkel väg. I texten uttrycker man sig om behov av fyra båtar som går i trafik dagtid med ca 15 000 drifttimmar/år. Dessutom finns en option om ytterligare två båtar med 3 500 drifttimmar/år vardera. Kontraktstiden är 10+2 år. Man ställer också kravet att fartyget ska kunna hanteras av en person. Detta trots att den aktuella lagstiftningen kräver en minimibesättning på två personer. Movia uttrycker möjlighet till regeländring/dispens och vill att "havnebussen" ska kunna opereras av en person.

I det här fallet är det alltså från början klart att det är sjötrafik man upphandlar inklusive vilka bryggor som ska trafikeras och ungefär enligt vilken tidtabell trafiken ska opereras.

Upphandlingen handlar om en förlängning av tidigare upphandlad trafik där Movia är upphandlande part. Arriva som var befintlig operatör på linjen gick samman med varvet Damen och lämnar in det vinnande anbudet (Arriva-Damen, 2017) som är en helhetslösning.

Projektet får viss finansiering från Europeiska investeringsbanken, ELENA (EIB 2017) och upphandlingsdokumentet (Movia, 2017) offentliggjordes i oktober 2017. Upphandlingsprocessen fortsatte därefter med en process som innefattade

dialog med ett antal aktörer som uppfyllt initiala krav till att få lämna anbud. Slutliga anbud lämnades också in under 2017.

Trots flera försök har intervjuer med de inblandade parterna varit svåra att få till utöver intervju med Damens Sales manager Martin Verstraaten i september 2019. Det kommunicerades att intervjuer avböjdes på grund av det mycket stora internationella intresset.



## SOLUTION: DAMEN E-FERRY 2306

The Damen E-Ferry 2306 is a customized design, specifically developed for the Movia H5 tender in cooperation with Arriva. The design is based on DAMEN's overall experience regarding both an optimal passenger experience together with efficient propulsion.

### GREEN PROPULSION

For propulsion, a zero-emissions driveline has been developed. Power in this driveline is obtained through two separate battery strings placed in the main compartment. Charging of the system occurs through automated fast charging at both end locations of the operational profile. The hull form, driveline and compartments are designed to comply with regulations from respectively Bureau Veritas and the Danish Maritime Authority.

### PRINCIPAL DIMENSIONS

|                |         |
|----------------|---------|
| Length o.a.    | 23.30 m |
| Beam o.a.      | 5.60 m  |
| Depth at bow   | 2.30 m  |
| Depth at sides | 1.90 m  |
| Draught max    | 0.90 m  |
| Air draft      | 4.40 m  |
| Passengers     | 80 #    |

### PERFORMANCES

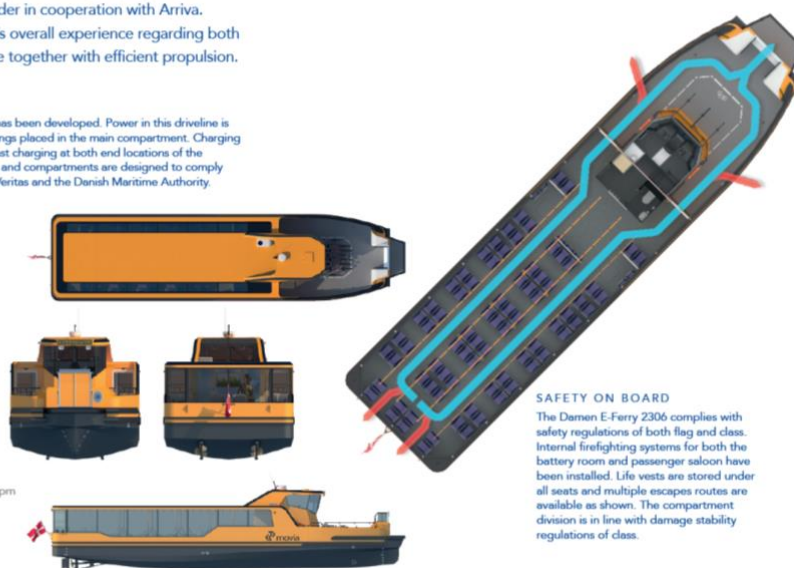
|       |                   |
|-------|-------------------|
| Speed | 9.0 knots (trial) |
|-------|-------------------|

### PROPULSION SYSTEM

|                  |                    |
|------------------|--------------------|
| Main engines     | 2x E-motors        |
| Propulsive power | 2x 55 kW @ 800 rpm |
| Propulsion       | 2x FPP             |

### ELECTRICAL EQUIPMENT

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| Battery system | 120 kWh Lithium |
|----------------|-----------------|



### SAFETY ON BOARD

The Damen E-Ferry 2306 complies with safety regulations of both flag and class. Internal firefighting systems for both the battery room and passenger saloon have been installed. Life vests are stored under all seats and multiple escapes routes are available as shown. The compartment division is in line with damage stability regulations of class.

Figur 3 Marknadsföringsmaterial innehållande specifikation av de eldrivna färjorna på linjen i Köpenhamn från Damen Shipyard Group.

Valet av fossilfri drift föll på el, som uppfyller de satta miljökraven, med ren batteridrift utan någon annan framdrivning ombord. Det avgörande för val av eldrift var den långa kontraktstiden som enligt Martin Verstraaten var helt avgörande för att räkna hem investeringarna. Han betonade också att lösningen som man föreslog (och som vann upphandlingen) var en *integrerad lösning* dvs att farkoster, infrastrukturhållare, energileverantörer, underhåll och drift var i ett paket. Vid designen av systemet till anbudet utgick man från rutten och antal passagerare och skissade på fyra olika drivlinor. Eldrift hade exempelvis fördelar när det gäller underhållskostnader förutom fördelar när det gäller emissioner

jämfört med förbränning av biodiesel eller biogas. Investeringar i vald elektrisk lösning nådde *break even* efter 7 år och kom ut som det bästa alternativet på grund av de lägre driftskostnaderna.

Rutten innefattar ca tio stopp och tar ca en timme och total distans är ca 5 nautiska mil. Rutt och tidtabell är avgörande. Båtarna ska gå 16 h/dag och laddas i ändpunkterna under mindre än 10 minuter. Med den snabbbladdningslösning som man har valt behöver båtarna ges ett sådant långt stopp ungefär en gång i timmen. Snabbbladdningen medger avsevärt mindre batteristorlek. Totalt installerad batterikapacitet är 120 kWh.

Genom val av tekniskt avancerad batteriteknologi, så kallad LTO, (Lithium Titanium Oxide) har snabbbladdning också medgetts för ett stort antal cykler men att batteriernas vikt samtidigt kan hållas låg. (Thornell, 2020).

Enligt Martin Verstraaten är det stora investeringar som måste ha tillräcklig kontraktstid för att kunna räknas hem. Säker eldistribution och elpriset är viktiga parametrar och skillnader i elpris i förhållande till andra bränslen, mellan länder, kan avgöra om det blir lönsamt eller inte.

## 4. Fallstudie 2 – Göteborg

Fallstudie nr 2 föll på den elhybridfärja, Elvy, som beställts till älvtrafiken i Göteborg och som ingår i Västtrafiks kollektivtrafiksystem. Färjan är till sin struktur ett systerfartyg till de befintliga två färjorna Älveli och Älvfrida som redan trafikerar på samma linje och som drivs med konventionell dieselektrisk drift. De befintliga systerfartygen började projekteras 2013 med ambitionen att de skulle vara eldrivna och även snabbbladdning fanns med som förslag. Till slut bedömdes batteritekniken vid den tidpunkten inte vara tillräckligt mogen. Istället förbereddes färjorna för att senare kunna konverteras till elektrisk drift. Fartygen levererades 2015, och drivs fortfarande dieselektriskt, då det framkommit att det är blir mer komplext och dyrare än tänkt att konvertera dem i efterhand (Cederberg, 2019).

Elhybridfärjan Elvy levererades och driftsattes under senare delen av 2019. Elvy är på många sätt identisk med de två tidigare systerfartygen men har framdrivningsmässigt ett helt annat system. Här har fartyget från början försetts med batterier som medger uppladdning från land. Färjan laddas nattetid vid kaj och klarar då att drivas ca 6 timmar med ren eldrift om tillgänglig batterikapacitet ombord används till 70–80 procent. För att komplettera drifttiden på batterierna kan även el produceras ombord av en dieselmotor kopplad till en generator, vilken även har kapacitet att fylla batterierna om så behövs.



*Figur 4 Elhybridfärjan Elvy strax före trafikstart hösten 2019. Bilden visar batteriinstallation och färjan vid dess fasta plats på Lindholmen. Foto IVL respektive Västtrafik.*

Fartyget Elvy valdes ut som fallstudie med motiveringen att det:

- Är ett projekt som genomförts i riktning mot fossilfri kollektivtrafik.
- Är ett aktuellt projekt där leverans och trafikstart skett under studiens genomförande, varför kunskap och information fortfarande finns lätt tillgänglig samt att flera av de inblandade organisationerna är knutna till förstudien.
- Finns intressanta ställningstagande kring val av tekniska lösningar kopplade till designen av framdrivningssystemet.
- Finns möjlighet att göra direkta jämförelser med konventionella systerfartyg.

Fallstudien genomfördes genom att information om trafiken och beslutsprocessen först sammanställdes från tillgängliga öppna källor. Därefter kompletterades informationen genom intervjuer med inblandade parter i form av beställare och



uppdragsgivare (Västra Götalandsregionen och Västtrafik) och tekniskt ansvarig för projektet hos utföraren samt trafikansvarig (Styrsöbolaget). Därefter genomfördes ekonomiska och miljömässiga beräkningar och analyser som stämades av och uppdaterades med hjälp av de inblandade parterna, samt därefter med projektets referensgrupp.

### **Bakgrund kring älvtrafiken och beslutsgång inför byggnation av Elvy**

Elvy ingår i den trafik som tidigare bedrivits med Ävelvi och Älvfrida, kallad Älvsnabbaren. Färjorna ersätter en gång- och cykelbro, och är därför anpassad efter det. Att resa över älven på den specifika linjen är avgiftsfritt och passagerare får lov att ta med sig cykel, vilket en ansevärd andel av passagerarna också gör. Färjorna har få sittplatser och stor kapacitet för cyklar. Färjorna trafikerar enbart älven mellan Hisingen och centrala Göteborg och går inte i skärgården, men är isförstärkta för att klara att trafikera linjen året runt. Elvy och systerfartygen är utformade så att de kan köras och angöra åt bägge håll och behöver därför inte vända före eller efter tilläggning. Gång- och cykelfärjan avlastar både väg- och bussnätet mycket då trafikanter som reser med cykel i princip inte använder övrig kollektivtrafik eller bidrar till trängsel i vägnätet i övriga delar av sin resa. (Björk, 2019).

Investeringsbeslutet att bygga ytterligare ett systerfartyg gjordes för att det fanns ett behov av ytterligare transportkapacitet på linjen. (Björk, 2019).

Bedömningen som görs av VGR och Västtrafik är att totalkostnaden över avtalslängd är på samma nivå för konventionell drift som för drift med elfärjor. Investeringen bedöms något högre, och driftkostnaden något lägre. Det är en tröskel att ta sig över att elektrifiera färjor, men rederierna är positiva. (Björk och Magnusson, 2019).

Alla som vi i studien talat med lyfter vikten av att våga tänka om när trafik ska elektrifieras. Att inte bara sätta in eldrivna fartyg eller fordon i befintligt avtal med samma tidtabell utan att fundera igenom hur trafiken kan optimeras under de nya förutsättningarna. Tid måste ges till laddning i tidtabellen och det är många aktörer inblandade och att diskutera lösningar tillsammans lyfts fram. Eldrift behöver inte vara dyrare, det finns flera exempel på när det blivit billigare över tid. Men det krävs helhetslösningar.

Från huvudmännens håll (Västtrafik och Västra Götalandsregionen) lyfts förändringen i attityd på utförarsidan fram som en väldigt positiv utveckling. Idag är intresset stort från inblandade rederier i att hitta mer hållbara lösningar och rederier kommer exempelvis själva med förslag på att konvertera befintliga fartyg till eldrift. (Björk och Magnusson, 2019).

Det finns även andra nyttor än den direkta miljönyttan med eldrift av tex Elvy, som Trafikkontoret i Göteborg tittat på. Vid vissa ställen som t.ex. vid Rosenlund, vill man bygga vid vattnet, men bullernivåerna och kväveoxidnivåerna är höga längs älvkanten vilket gör att byggnation inte kan medges. Kan man genom att

trafikera med elfärjor sänka nivåer av buller och kväveoxider kan man kanske bygga ut där. (Magnusson, 2019).

### Om fartyget och val av teknik

Då det i regionen tagits beslut om att gå mot fossilfrihet är de framtida alternativa lösningarna fossilfritt förnybart bränsle eller el. Att Västtrafik valt elektrifiering av färjetrafik som en viktig del i att uppnå fossilfrihet beror till viss del på skatte- och avgiftssystemets utformning där allt bränsle till fartyg i kommersiell trafik bunkras skatte- och avgiftsbefriade dieselbränslen. Detta innebär att ett förnybart bränsle som HVO kostnadsmässigt ligger på ungefär samma nivå som det konventionella dieselbränslet när det skatte-

#### Information om Elvy

- Fartyget beräknas förbruka ca 100kW i snitt vid drift
- Har försetts med en batterikapacitet på 1Mwh
- Laddning ska ske under nattuppehåll och ett fulladdat batteri beräknas kunna användas under ca 6h driftstid
- Då fartyget planeras att vara i drift under ca 12h per dygn behöver resterande drift att ske med hjälp av det installerade dieselelektriska aggregatet
- Det dieselelektriska aggregatet kommer att kopplas ur och i under dagen för att optimera batteriernas livslängd.
- Nattladdningen kommer att ske fast vid kaj och ska resultera i ett fulladdat batteri varje morgon

(exklusive installation och kringsystem) och väger 12-13 ton, alltså nästan 10 procent av hela fartygets inköpskostnad respektive totala vikt. (Cederberg, 2019).

#### Fakta om Elvy

- Plats ombord för 300 passagerare och 80 cyklar
- 33 meter lång och 8,5 meter bred
- Batterier på 1 008 kWh
- Scania dieselmotor D13 (257 kW)

och avgiftsbefriats på landsidan. När konventionella dieselbränslen istället säljs till sjöfarten blir dessa avsevärt billigare i inköp utan skatter och miljöavgifter. HVO kostar då i storleksordningen dubbelt så mycket att bunkra för ett fartyg. Eldrift bedöms generellt ge en högre investeringskostnad, men ger istället lägre driftskostnader för energi och underhåll. (Björk, 2019).

Elvy har en genomsnittlig förbrukning om ca 100 kWh/h och har försetts med ett batteri med kapacitet om 1000 kWh. Teoretiskt skulle alltså fartyget kunna drivas i cirka 10 timmar på batteri. Men säkerhetsgräns på hur mycket batterierna bör tömmas begränsar driftstiden till ca 6 timmar av total trafiktid per dygn om ca 10–12 timmar. Idag laddas batteriet med landel endast under den tid fartyget ligger fast förtöjt nattetid. Av den totala energiförbrukningen förväntas hälften av energin till drift komma från landel. Laddning under dagtid hade avsevärt kunna förlänga driftstiden på ren el och eller kunna medge installation av mindre batterikapacitet. Batterier är både tunga och dyra så mindre batterikapacitet hade kunnat ge många fördelar. Det nu installerade batteriet kostar i storleksordningen 5-6 miljoner kronor

Snabbladdning på dagtid under driftsfasen bedömdes av olika skäl, vid tidpunkten för projektering, vara för komplex och svårt att lösa. Därför var inte snabbladdning en del av projekteringen. Istället valdes hybridlösningen med laddning nattetid och komplettering med dieselektrisk drift.

Gällande frågan vad som skulle kunna underlätta utvecklingen av nästa fossilfria alternativ och mer specifikt att få till bra och robusta system för snabbladdning lyfts bland annat problematiken med att en part sitter med stor insikt om fartygskonstruktion, en annan part har framförallt kunskap om infrastruktur på land och möjligheten att få till tillstånd och el på kajer samt att de som normalt utvecklar laddstationer för fordon inte har så stor kompetens kring de marint specifika problemen som sjögång, korrosiv miljö osv. Som så ofta nämns tätare samverkan som nyckeln till framgång. (Cederberg, 2019).

Projektet med att bygga och leverera Elvy försenades ca ett år på grund av att vald leverantör av batterier först hade leveranssvårigheter och sedan gick i konkurs. En annan batterilösning från annan tillverkare behövde då väljas. (Björk, 2019)

### **Trafikens organisering i regionen - Ägarstruktur och ansvar**

Kollektivtrafik bedrivs i Sverige med utgångspunkt från Kollektivtrafiklagen från 2012 där Västra Götalandsregionen (VGR), som är den regionala kollektivtrafikmyndigheten, också äger Västtrafik. Regionfullmäktige delegerar till kollektivtrafiknämnden som tar fram Trafikförsörjningsprogram, vilket innehåller strategier och budget. Enligt kollektivtrafiklagen kan myndigheten lämna uppdraget att handla upp kollektivtrafik till ett bolag. Detta gör VGR genom att anlita Västtrafik som också har en politisk styrelse.

För att Västtrafik ska få handla upp kollektivtrafikavtal krävs ett trafikpliktbeslut. Man undersöker då först om verksamheten kan ske kommersiellt, annars handlar man upp. En princip som gäller är att alla ska ha tillgång till infrastruktur, så som kajlägen, på samma villkor, så en aktör som startar en kommersiell trafik får inte missgynnas.

Västtrafik upphandlar trafik som utförs av operatörer. I takt med att nya trafikavtal sluts går man successivt över mot avtal som kräver fossiloberoende trafik. Det ingår också i avtalen att ta med utveckling under avtalsperioden. Att bygga avtalen så att kraven kan ökas under avtalsperioden bedöms i princip som nödvändigt idag när utvecklingen går snabbt och det därför är svårt att bedöma kostnad och tillgänglig teknik. Att ändra under befintlig avtalstid är däremot dyrt. Vanligen är trafikavtalen på tio år. Detta gäller både för land- och sjösidan.

Avtal föregås med en upphandling som ofta kan behöva starta tre år före trafikstart och att tilldelning beslutas ett år före trafiken ska starta. Vid mer komplexa upphandlingar så som eldrift kan ännu längre förberedelsestid krävas. (Magnusson, 2019)

Gällande infrastruktur och färjedrift är det andra parter så som Trafikkontoret i Göteborg som äger kajer i anslutning till älven och står för investeringar på

kajerna men inte för drift. Idag äger Västtrafik fyra fartyg (Elvy och de två systerfartygen samt ytterligare ett fartyg). Resterande fartyg som ingår i regionens kollektivtrafik ägs av de företag som upphandlats att driva trafiken.

Inom VGR körs kollektivtrafik på vatten med olika typer av fartygstrafik där tvärtrafik över älven och Älvsnabbarna skiljer sig mot trafik på landsbygd och öar som t.ex. till Göteborgs Södra skärgård, trafik till Karingön, Gullholmen, Dyrön, Koster, etc. Totalt ingår ca 35 färjor i kollektivtrafiken i VGR. De tre systerfartygen där Elvy ingår opereras av Styröbolaget under nuvarande trafikavtal som löper några år till.

### **Strategi- och budgetarbetet**

Västtrafik har i linje med Miljö- och klimatstrategi för kollektivtrafiken i Västra Götalandsregionen (Västra Götalandsregionen, 2018) en strukturerad och långsiktig strategi för kollektivtrafikens övergång mot fossilfrihet. Strategin för miljö och klimat har presenterats för alla aktörer så att alla inblandade utförare ska vara väl medvetna om i vilken riktning verksamheten ska utvecklas.

### **Mål och förändring av dessa**

Västtrafik har satt upp mål om att till 2025 minska utsläppen av koldioxid med 90 procent, vilket bedöms kräva en kraftig elektrifiering. Elektrifieringen behövs främst på bussidan men som planen låg 2019, även genom 50 procents elektrifiering av färjetrafiken. Elektrifiering av färjetrafik med 50 procent till 2025 bedöms kunna bli svårt att uppnå. Det har varit svårt att få till tekniken och försenad batterileverens till färjan Elvy är ett sådant exempel. Själva arbetet med att hitta former för elektrifiering sker på olika sätt där ett exempel är arbetet som bedrivs inom projektet Electricity ([www.electricitygoteborg.se](http://www.electricitygoteborg.se)) som utgör en västsvensk arena för elektrifierad transporter där offentliga verksamheter, företag, akademi, och producenter är med. Inom Electricity ingår bland annat ett projekt med konvertering av den konventionella dieseldrivna färjan Älvsnabben 4 till eldrift. (Björk, 2019).

### **Samarbete och utbyte**

Västtrafik har ett tätt samarbete med sin ägare Västra Götalandsregionen kring mål och strategier kring verksamheten. De personer som arbetar med långsiktig utveckling av fartygstrafiken gör regelbundet besök hos andra regioner och länder som arbetar med likartade frågor och tar också emot många utländska besökare som är intresserade av hur man arbetar med fossiloberoende persontransporter. Västtrafik träffar regelbundet representanter från de nordiska huvudstäderna. Det har tidigare varit fokus på buss, men nu inkluderas även fartyg. (Björk, 2019).



## **Varför färjornas anpassning till fossilfrihet inte ligger i fas med övrig kollektivtrafik**

En del i problematiken som nämns i samband med intervjuer i denna fallstudie såväl som i andra sammanhang är att det är olika parter som budgeterar och bedriver färjetrafik och som ansvarar för kajer och infrastruktur. I praktiken innebär det att om Västtrafik eller den som för deras räkning bedriver kollektivtrafik på vatten ska få till snabbbladdning vid en kaj behöver både den som bedriver trafiken, den som äger kajen och den som ansvarar för infrastrukturen på kajen samarbeta för att få ihop totallösningen med finansiering, tillstånd och tekniska lösningar.

Viss del av den här problematiken har tidigare funnits när busstrafiken till vissa delar har elektrifierats. Det positiva är att när busstrafik elektrifierats och i samband med detta trafiken anpassats till de nya förutsättningarna som eldrift kan kräva, så har de direkta kostnaderna i många fall inte visat sig öka utan tvärt om i vissa fall även sjunkit. Mycket tyder på att samma resultat kan uppnås om färjetrafiken elektrifieras. (Björk och Magnusson, 2019).

En annan faktor som lyfts fram som skäl till att elektrifiering eller annan anpassning mot fossilfrihet inom färjetrafiken ligger efter kollektivtrafik på land är det faktum att konvertering av befintlig trafik blir kostsammare än att anpassa nya fartyg eller fordon till fossilfrihet. Själva fartygen har avsevärt längre livslängd än motsvarande fordon på land (bussar).

Fartyg är dessutom oftare mer specialanpassade för den specifika trafiken och linjestäckningen och inte en standardprodukt som kan beställas på samma sätt som en stads- eller fjärrbuss. Ett specialanpassat fartyg är därför ofta inte heller flexibelt på så sätt att det lätt kan upphandlas och flyttas mellan olika trafikeringar. (Björk, 2019).

Snabbbladdningen vid jämna mellanrum under driftstiden är en av de viktiga delarna att få till för att kunna hålla ner totalt batteribehov och på så sätt hålla nere totalkostnad och total vikt på fartygen. Idag börjar det finnas lösningar tillgängliga för snabbbladdning av färjor under drift även i marina applikationer. Vissa sådana lösningar fungerar bra men har krävt stora insatser för att tekniken ska fungera som planerat. Exempelvis snabbbladdas ForSeas färjor mellan Helsingborg och Helsingör vid varje hamnuppehåll sedan slutet av 2018, vilket idag fungerar utmärkt men som krävt mycket av utveckling för att få till. Även i Norge finns idag lösningar med snabbbladdning av fartyg så som så som fartyget Kongen som anlöper Aker Brygge, se Figur 1. Framöver kommer det med stor sannolikhet att finnas mer etablerade snabbbladdningssystem att välja på när nya elfärjor ska projekteras.

### **4.1 Analys och slutsatser kopplade till fallstudie 2 Göteborg**

Under arbetet med projektet och specifikt fallstudien har ett antal frågeställningar uppkommit kring kostnader för hybriddrift respektive ren eldrift i jämförelse med

konventionell drift med dieselbränslen uppkommit. På motsvarande sätt har frågor kring miljönyttan i form av minskade utsläpp och en samhällsekonomisk värdering av detta varit intressant att också studera. På basis av insamlad information har därför en skattning av kostnader för att driva trafiken under olika förutsättningar genomförts samt miljöberäkningar av emissioner av luftföroreningar och klimatgaser med tillhörande samhällsekonomiska kostnader.

Beräkningar har utförts för Elvy med befintlig hybriddrift, för ett konventionellt systerfartyg samt för ett tänkt fall där Elvy försetts med teknik för snabbbladdning under dagen och därmed behov av en avsevärt mindre batteriinstallation. Med snabbbladdning har det uppskattats att fartyget ska kunna klara sig med en batterikapacitet som skulle medge två timmars kontinuerlig drift vilket med marginal skulle hamna på en batteriinstallation på 30 procent av de idag installerade 1000 kWh. Kostnaden för batteri har därmed också minskats i kalkylerna.

Sammanlagt fem olika driftsfall har analyserats:

1. Dieseldrift av ett av de konventionella systerfartygen till Elvy.
2. Drift med HVO av ett av de konventionella systerfartygen till Elvy.
3. Nuvarande utformning av Elvy med drift på diesel.
4. Nuvarande utformning Elvy med drift på HVO
5. Ett tänkt driftsfall där Elvy eller nytt fartyg med samma utformning förses med möjlighet att snabbbladda, vilket medger ren eldrift.

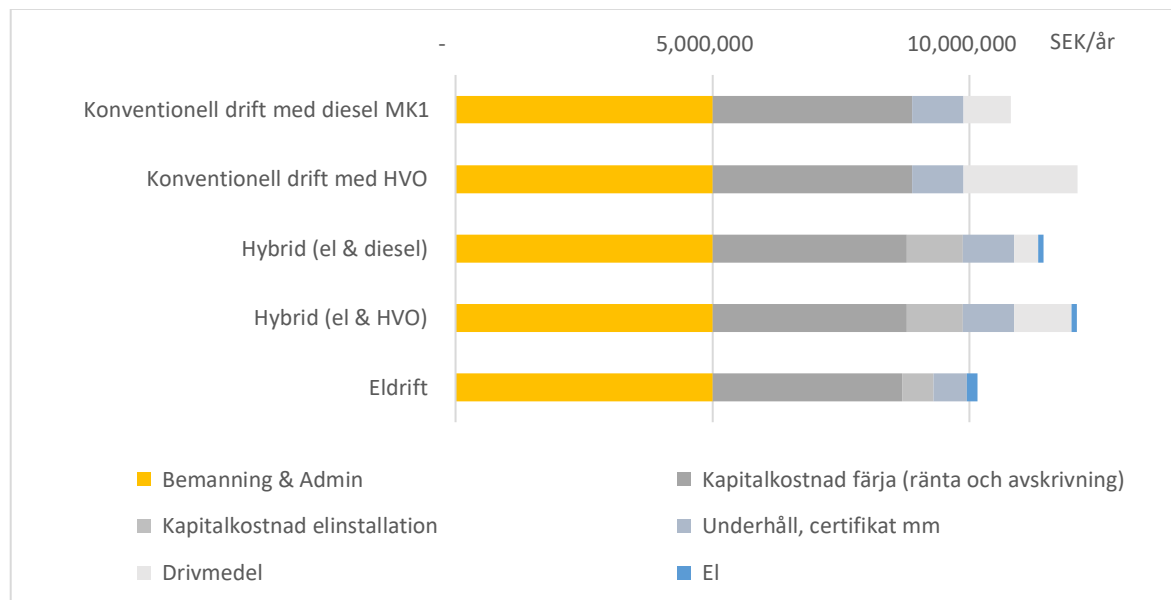
Kostnader för Elvy och de dieselelektriska systerfartygen är kända bland annat genom dokumentation från Göteborgs stad (2017) där det utretts och beslutats hur investeringarna ska fördelas mellan staden och Västtrafik avseende den aktuella trafiken. Kostnader för el och bränsle har stämts av med aktörer inom rederibranschen. Kostnader för installation av snabbbladdningsutrustning ombord och på kajerna har uppskattats på basis av vad motsvarande teknik beräknats kosta för installationer till bussar, med pålägg av marginal då installationen ska ske i marin applikation. Kostnader för drift och underhåll har stämts av med Styröbolaget (Cederberg, 2019) samt med Scania (Sundberg, 2019). Förbrukningssiffror som visas i Tabell 1 har stämts av med Styröbolaget (Cederberg, 2019).

Emissionsfaktorer har hämtats från litteraturen samt via direktkontakt med Scania (Sundberg, 2019). Klimatpåverkan från bränslen har hämtats från Energimyndigheten (2019), samt från Vattenfalls (2019) redovisning av LCA-data för elproduktion av nordisk elmix.

Tabell 1 Beräkningarna bygger på genomsnittlig förbrukning av bränsle för de fem analyserade fallen enligt tabellen.

| Snitt över dagen             | Konventionell drift med diesel | HVO | Hybrid diesel | Hybrid HVO | Eldrift |     |
|------------------------------|--------------------------------|-----|---------------|------------|---------|-----|
| Förbrukning diesel per timma | 40                             | 42  | 20            | 21         | -       | l   |
| Förbrukning el per timma     |                                |     | 50            | 50         | 100     | kWh |

Resultaten indikerar att det kostnadsmissigt inte är några stora skillnader mellan de olika uppläggen då bemanning och kapitalkostnader som dominerar inte skiljer sig nämnvärt mellan de fem olika uppläggen. Dyrast ser fall 2 och fall 4 ut att vara, vilket är konventionell färja respektive hybridfartyg (Elvy) med bränslet HVO. Lägst totalkostnad uppskattas den rena elfärjan med snabbbladdning kunna få, se Figur 5. Resultaten från kostnadsuppskattningarna ligger också i linje med uppfattningen som de personer vi intervjuat haft, att det är troligt att ren eldrift av färjor kan producera kollektivtrafik till en lägre totalkostnad under förutsättning att trafiken är anpassad till de förutsättningar som eldrift kräver.

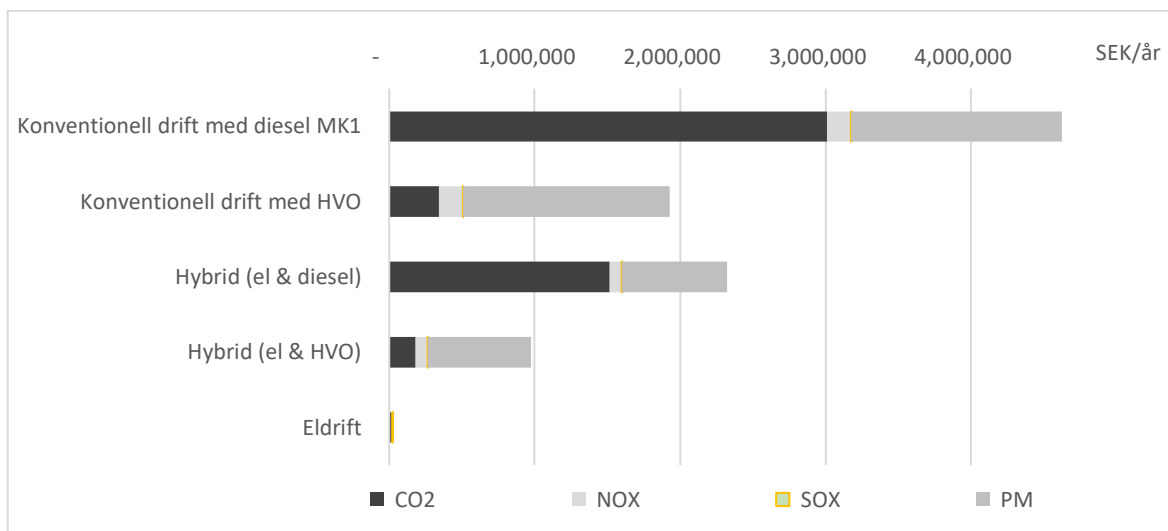


Figur 5 Kostnadsöverslag - olika driftsalternativ. Totalkostnad per en färja på årsbasis.

Även de luftemissioner som genereras årligen med de olika trafikalternativen har beräknats. Genom att använda Trafikverkets rekommenderade värderingarna av samhällsekonomiska marginalkostnader, ASEK, för emissioner till luft och för utsläpp av klimatgaser från transporter i Sverige har den samhällsekonomiska kostnaden för dessa utsläpp uppskattats (Trafikverket, 2018c). Dessa värderingar avser att fånga de miljö- och hälsoeffekter som uppstår av utsläppen från trafiken, men inom ASEK har detta gjorts utifrån olika metoder vilket beskrivs mer i Trafikverket (2018c). Just den samhällsekonomiska värderingen av koldioxidutsläpp kommer antagligen att omvärderas under 2019, från 1,14 kr till 7 kr per kilo CO<sub>2</sub> (Garberg, 2019), därför har den nya och mer tongivande

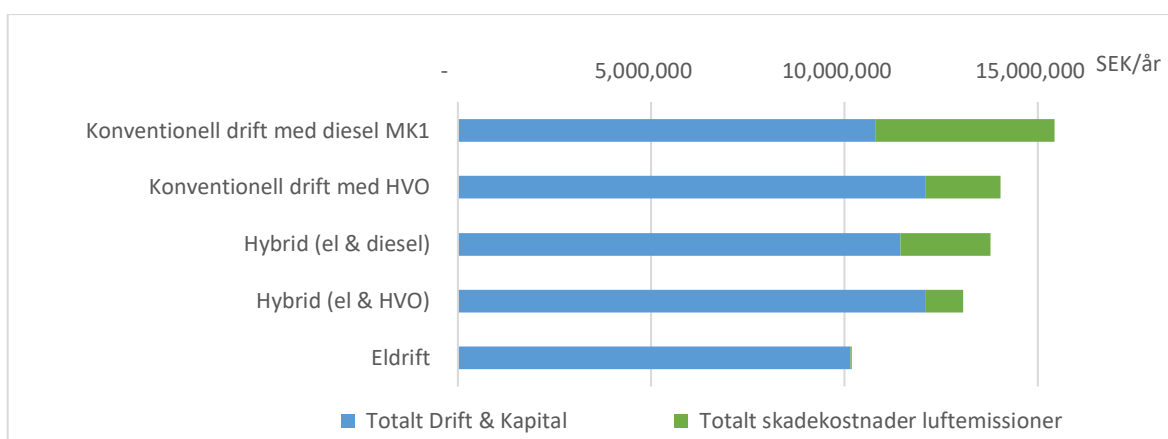
värderingen av klimatgaser använts. Detta ger markant högre värdering av utsläpp av klimatgaser än tidigare.

Resultaten visar stor skillnad i de icke-internaliserade effekterna som värderats här för de olika driftsalternativen (se Figur 6). Att byta ut konventionellt dieselbränsle mot HVO mer än halverar dessa effekter. Om bränslet HVO används i Elvy där det kompletterar den rena eldriften kan dessa återigen halveras. Vid ren eldrift, och då med en grön el, blir de icke-internaliserade effekterna för luftutsläpp och klimatgaser nästan noll.



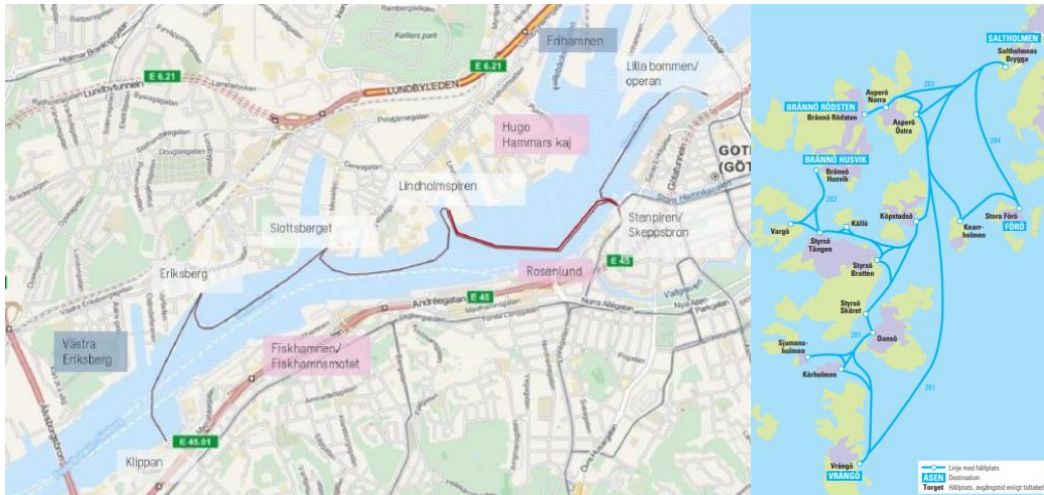
Figur 6 Skadekostnader för luftemissioner - olika driftsalternativ. Kostnader kopplat till drift av en färja på årsbasis.

För att illustrera de direkta kostnaderna för driften och de indirekta icke-internaliserade kostnaderna tillsammans för de fem driftsfallen har dessa lagts samman i Figur 7. Här blir det tydligt att ren eldrift kan ha potential att både vara ett miljömässigt och ett kostnadsmässigt fördelaktigt alternativ.



Figur 7 Skattning driftskostnader tillsammans med värdering av klimatgaser och luftföroreningar. Olika driftsalternativ med kostnader kopplat till drift av en färja på årsbasis.





Figur 8 Kartan till vänster visar hela älvtrafiken som ingår i kollektivtrafiken som Västtrafik ansvarar för. Det tjockare röda strecket är den avgiftsfria trafik som Elvy och hennes två systerfartyg ingår i mellan Resecentrum vid Stenpiren och Lindholmen (Illustration från Trafikkontoret, 2017) Till höger ses trafikeringen mellan Saltholmen och Göteborgs Södra Skärgård (Illustration från Styrsoöbolaget).



Foto: Från LinkedIn – Torbjörn Ottersten

Figur 9 Hybridfärjan Elvy på Ö-varvet strax före leverans.

## 5. Diskussion kring fortsatt arbete

Projektgruppen har både tillsammans med referensgruppen och inom projektgruppen analyserat behov av fortsatt arbete inom området och vad ett öppet slutseminarium bör fokusera på. En rad frågor som kan behöva utredas vidare har kommit upp och diskuterats. Vi har försökt att nedan i punktform lista de viktigaste:

- **Utökat samarbete** efterfrågas generellt kopplat till flera områden. Det handlar dels om att övervinna svårigheter med att hålla sig uppdaterad inom den tekniska utvecklingen men kan också vara gemensam utveckling av upphandlingsförfaranden och anbudsbeskrivningar. Regelbunden utblick och överblick av vad som händer på andra ställen som exempelvis i Norge där det pågår mycket projekt efterfrågas.
- Utredda **snabbladdning** och den optimering av fartyg som detta kan medge (lägre vikt, eventuellt lägre totalkostnad). Vilken typ av lösningar finns tillgängliga med dagens teknik? Vilka samarbeten behöver komma på plats, behövs regelförändringar i bygglovsprocesser, är ansvaret korrekt fördelat osv.
- Hur bör **upphandling** utformas för att kunna utnyttjas som verktyg att driva teknikutveckling. Jämför Köpenhamnsupphandlingen med fria resp. styrda funktionskrav.
- Hur kan incitament klokt byggas in i avtal för att bidra till utveckling och **förbättringar under upphandlingsperioden**.
- Ta fram **standardlösningar på fossilfria upplägg** för kollektivtrafik på vatten. Samordning och samverkan mellan aktörer och helhetsgrepp kring kollektivtrafiksystemets upplägg och enskilda linjer. Hur kan en optimal färja se ut för olika typiska trafikeringsfall. Men även genomgång och beskrivning av möjliga bränslen och lösningar kan ingå i ett sådant arbete.
- En djupare analys om hur elektrifiering kan utformas så att det leder till **minskade totala transportkostnader genom optimering**. Optimering av upplägg med hänsyn till personalkostnader, kapital och övriga driftskostnader vid övergång till fossilfri drift genom smarta upplägg enligt vad teknik, tidtabeller mm tillåter.
- En genomgång kring möjligheterna att uppnå fossilfrihet med hjälp av vätgasdrift. Vilken teknik ser mest lovande ut? Behövs styrmedel och eller stöd till utveckling säkerhets- och klassregler?
- Mer kunskap och lösningar för att kostnadseffektivt konvertera **befintlig fartygsflotta** till fossilfri drift genom t.ex. elektrifiering.
- Hur ser frågan ut kring **skattebefrielse av landel** till drift av fartyg i förhållande till det skatte- och avgiftsbefriade dieselbränslet?
- Behövs **gemensamma upphandlingar av tekniska komponenter** så som batterier för att driva ner prisnivån för produkter anpassade till marint bruk.
- Även en genomlysning av eldrift i jämförelse med andra alternativ ur ett **livscykelperspektiv** har efterfrågats. Hur stor påverkan ger exempelvis produktion av batterier i ett LCA-perspektiv på helheten.
- Inom vissa regioner är strategierna och/eller den politiska viljan att gå mot fossilfria transporter även på vatten inte lika stark som i andra regioner. Kanske behöver det utformas en **nationell plan** som kan stötta de enskilda regionerna och

verksamhetsutövarna. Detta även som ett stöd för regioner med mindre omfattning av kollektivtrafik på vatten där egen kompetens inte lika lätt kan byggas upp.

- Ett fortsatt arbete med hur fossilfria transportlösningar på vatten kan hjälpa till att **avlasta landinfrastruktur** har lyfts som ett område där mer kunskap kan ge stor nytta. Som jämförelse har nämnts att det internationellt inte är ovanligt att den som exploaterar ett vattennära område ibland också åläggs att bygga kajer och bedriva kollektivtrafik över vatten i anslutning till det nya området.
- En problematik som Sverige har mycket av är **isförhållanden vintertid**, vilket medför att färjor som ska gå att använda hela året blir tyngre och dyrare. Här kan det finnas ett behov av mer kunskap kring både utformning av fartygen och kunskap om hur trafiken skulle kunna optimeras över året för att hålla nere kostnaderna.

## 6. Resultat och slutsatser

Sammanfattningsvis visar resultaten från studien att det finns goda möjligheter till att fasa in miljöanpassade fossilfria alternativ inom kollektivtrafik på vatten. Detta bedöms kunna ske till samma kostnadsnivå och med potential till sänkta kostnader. Framförallt för de kortare trafikeringarna genom elektrifiering.

Men även kortare sträckningar kan ha utmaningar som att det saknas eleffekt eller att den aktör som äger kajen som anlöps inte prioriterar eller kan installera laddstationer.

Det finns sammanfattningsvis flera hinder som behöver överbryggas för att kunna påskynda övergången till fossilfrihet så att uppsatta klimatmål nås även för färjetrafiken inom uppsatta tidsramar.

För att få till en ren eldrift till rimlig kostnad kan batteristoleken i fartygen behöva begränsas. Detta i sin tur kommer troligen i de festa fall också kräva att färjorna kan snabbbladdas under den del av dygnet som själva driftsperioden infaller. Här börjar det komma fungerande tekniska lösningar men mycket arbete inklusive standardisering kvarstår.

Snabbbladdning ser alltså ut att vara en av de viktigaste faktorerna att få till. Detta då det medger en optimering av fartyg som genom lägre vikt och minskat behov av batterikapacitet kan ge en lägre totalkostnad och därmed göra elalternativet ekonomiskt konkurrenskraftigt. Här finns hinder som behöver överbryggas gällande både tekniska lösningar men framförallt lyfts problematiken med att förenkla processen att få till tillstånd m.m. för att kunna installera sådan infrastruktur på kajer som anlöps.

Beräkningar och analyser kring fallstudierna i projektet indikerade att valet av framdrift i form av el-, biobränsle- eller konventionell dieseldrift inte är den dominerande totalkostnaden. Istället är de stora kostnadsposterna framförallt kopplade till investering i själva fartyget samt bemanning. Detta har i denna studie analyserats för trafik på korta distanser. På längre distanser och i högre fartområden kommer bränslekostnaden att bli mer dominerande. Men det är också tydligt att ren eldrift ger påtagliga samhällsvinster i form av sänkta skadekostnader för klimat- och luftutsläpp när grön el från land används som bränsle.

Det finns också ytterligare ett antal områden som identifierats som viktiga att arbeta vidare med, så som utformning av upphandling och standardbeskrivningar av hur fossilfria färjor och lösningar kan utformas så att de passar olika trafikbehov. Ett förslag som diskuterats och som vi vill nämna är tanken om att utforma en nationell plan för omställningen av färjetrafiken.

Alla de aktörer vi varit i kontakt med lyfter utökat samarbete som en nyckelfaktor, just för att frågorna som behöver lösas är komplexa, och för att ingen aktör ensam kan lösa hela frågan.

## Referenser

- Arriva-Damen 2017. *Movia H5 tender, Executive summary*,  
[https://products.damen.com/-/media/Products/Images/Clusters-groups/Ferries/Passenger-Ferry/Ferry/Damen-Ferry-2306-E3/Downloads/Executive\\_Summary\\_Damen\\_Ferry\\_2306\\_E3.pdf](https://products.damen.com/-/media/Products/Images/Clusters-groups/Ferries/Passenger-Ferry/Ferry/Damen-Ferry-2306-E3/Downloads/Executive_Summary_Damen_Ferry_2306_E3.pdf)
- Björk Hanna, information vid intervju 19-09-30 samt avstämningar per mejl, telefon och under referensgruppsmöten, Hållbarhetschef, Västtrafik,
- Cederberg Torbjörn, information vid intervju 2019-10-16 samt avstämningar per mejl och telefon.
- Damen, 2019. *Damen ferries. Copenhagen towards a Greener future*, Damen Magazine 7 June 2019.
- DNV GL, 2015, *In focus – The future is hybrid*,
- DNV GL, 2016a, *DNV GL Handbook for Maritime and Offshore Battery Systems*, Report No.: 2016-1056
- DNV GL, 2016b, *Muligheter og kostnader ved bruk av fornybar energi på Ruters båtsamband*, På uppdrag av RUTER As, Report No.: 2015-1276, Rev. 5
- EIB, 2017. *ELENA Project Factsheet -Transition to Electric Buses and Boats in Movia*, 30/10 2017. <https://www.eib.org/attachments/documents/tebb-factsheet-en.pdf>
- Energimyndigheten, 2017, *Sjöfartens omställning till fossilfritt*, ER 2017:10
- Energimyndigheten, (2019). *DRIVMEDEL 2018 - Redovisning av rapporterade uppgifter enligt drivmedelslagen, hållbarhetslagen och reduktionsplikten*, ER 2019:14
- Gagatsi E., Estrup T., Halatsis A., 2016, *Exploring the potentials of electrical waterborne transport in Europe: the E-ferry concept*, Transportation Research Procedia - Volume 14, 2016, Pages 1571-1580
- Garberg Björn, 2016, *Regeringsuppdrag Analys av utvecklingspotentialen för inlands- och kustsjöfart i Sverige*, Sjöfartsverket Dnr/Beteckning 16-00767
- Göteborgs Stad, 2017, *Tjänsteutlåtande med Diarienummer 0523/16*, Trafiknämnden
- Hall Kihl S., Persson A., Sjöstrand H., Sundberg R, Fält S., 2014, *Kollektivtrafik på vatten – Potentialbeskrivning region väst*, Trivector Serie nr: 2014:28
- Lidestam H., Johansson A., Pyddoke R., 2016, *Kontraktsformer och deras inverkan på svensk kollektivtrafik - En kunskapsöversikt*, K2 OUTREACH 2016:3
- Lighthouse, 2018, *Elektrifiering av sjöfarten*
- Magnusson Leif, information vid intervju 2019-09-25 samt avstämningar per mejl, telefon och under referensgruppsmöten, Regionutvecklare, Västra Götalandsregionen

- Movia, 2017, *H5-Udbud af havnebussejads*,  
[https://www.moviatrafik.dk/media/6899/udbudsbetingelser-h5\\_\\_final-til-praekvalifikation.pdf](https://www.moviatrafik.dk/media/6899/udbudsbetingelser-h5__final-til-praekvalifikation.pdf)
- Nilsson Jan-Eric, *Kollektivtrafik utan styrning*, Rapport till Expertgruppen för studier i offentlig ekonomi 2011:6, ISBN 978-91-38-23604-8
- Ryding, 2019, Upphandla klimatsmart och cirkulärt i ett livscykelperspektiv, IBL Rapport Nr B 2340
- Stenius I., Garne K., Hall Kihl S., 2014, Burman M, *Waterway 365 - System Analysis of Challenges in Increased Urban Mobility by Utilization of the Water Ways*, KTH and Vattenbussen AB, ISBN 978-91-7595-161-4
- Strandberg, 2014, *Förutsättningar för en hållbar kollektivtrafik på vatten i Stockholmsregionen*, IVL Rapport B2193
- Sundberg Martin, personlig kontakt 2019, Teknisk support Motor, Scania Sverige AB
- Thornell Hans, 2020, Personlig kontakt, VD, Green City Ferries,
- Trafikanalys, 2018, *Avtal för upphandlad kollektivtrafik 2015*, Rapport 2018:11
- Trafikkontoret, 2017, *Kopplingar över Göta älv – Sammanställning av behov och förutsättningar 2016*
- Trafikverket, 2015, *Slutrapport Koll på vatten – ett FoI-projekt om vattenvägarnas roll i ett hållbart samhälle*, Publikation: 2015:055, Sammanställd av Vattenbussen AB och publicerad av Trafikverket
- Trafikverket, 2018a, *Inriktningsplan för klimatneutral färjedrift 2045*,
- Trafikverket, 2018b, *Omställning till fossilfrihet för statligt ägda fartyg – ett regeringsuppdrag*, ISBN: 978-91-7725-392-1
- Trafikverket, 2018c, *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1, Kapitel 11 och 12, Version 2018-04-01*.
- Transportstyrelsen, 2015, *Kollektivtrafik*
- Transportstyrelsen, 2017, *Kollektivtrafik på vatten – upphandling och avtal*, TSS 2017-1737
- Vattenfall, 2019, [https://group.vattenfall.com/siteassets/corporate/who-we-are/sustainability/doc/life\\_cycle\\_assessment\\_2019.pdf](https://group.vattenfall.com/siteassets/corporate/who-we-are/sustainability/doc/life_cycle_assessment_2019.pdf)
- Verstraaten Martin, Personlig kontakt 2019, Sales manager, Damen Shipyards Group
- Västra Götalandsregionen, 2018, *Miljö- och klimatstrategi för kollektivtrafiken i Västra Götalandsregionen*
- Waterways 365, 2014-2017, <http://waterway365.com>

## Appendix

### Svarssammanställning kring nyckelfaktorer

Tabell 2 Referensgruppen till projektet fick ta ställning till och vikta vilka nyckelfaktorer som kan påskynda introduktionen av fossilfri kollektivtrafik på vatten. Skalan var att 1–5 med att 1 var liten påverkan och 5 stor påverkan.

|                            | Nyckelfaktorer kan påskynda introduktionen av fossilfri kollektivtrafik på vatten                        | Viktade svar |
|----------------------------|--|--------------|
| Upphandling                | Tydligare miljökrav från beställare  | 5.0          |
|                            | Mer långsiktiga kontrakt   | 4.5          |
|                            | Längre etableringstid  | 3.0          |
|                            | Tydligare riskfördelning mellan beställare och utförare för ökade kostnader för miljöteknik/alt. bränsle | 3.6          |
|                            | Gemensam teknikupphandling   | 3.3          |
|                            | Se över ägandestruktur för färjor (beställare eller utförare)  | 3.5          |
| Kunskapsutbyte/-underlag   | Mer kunskap om alternativa bränslen och möjliga miljötekniker  | 3.6          |
|                            | Bättre kunskap om resenärernas attityd kring fossilfria färjor   | 2.5          |
|                            | Närmare samarbete och nätverk med involverade organisationer   | 3.8          |
|                            | Mer kunskap kring samhällsekonomiska kalkyler (miljökalkyler och andra externa kostnader)                | 4.0          |
|                            | Mer internationellt samarbete  | 3.5          |
| Ekonomiska förutsättningar | Skattebefriad el för alla fartyg   | 4.6          |
|                            | Subventioner till fossilfria bränslen  | 3.8          |
|                            | Investeringsstöd till nya färjor alt. retrofit av gamla  | 4.6          |
| Tekniska förutsättningar   | Bättre tekniska lösningar för retrofit   | 3.3          |
|                            | Bättre tekniska lösningar för nybyggnation   | 3.3          |
|                            | Bättre tillgång på tankinfrastruktur (el-laddning,/batterier, vätgas, LBG, biodiesel)                    | 4.8          |
|                            | Bättre tillgång på alternativa drivmedel   | 4.2          |
|                            | Mer standardiseringar och regelverk för tekniska lösningar (t.ex. drivmedel, laddning och motorer)       | 3.8          |

## Mall för intervjuer

### Frågor

Syftet är att identifiera nyckelfaktorer som är viktiga för att få till stånd effektiv upphandling av fossilfri kollektivtrafik på vatten. Intervjuer genomförs med utförare av kollektivtrafik, upphandlare och beställare.

### Bakgrund

1. Beskriv kort er organisation med fokus på hur ni arbetar med upphandling generellt och specifikt för fossilfria färjor.
2. Beskriv kort det nu pågående projektet med att implementera fossilfri kollektivtrafik på vatten och er organisations roll i detta.
3. Hur skiljer sig upphandling av fossilfria färjor jämfört med konventionella?
4. Hur styrts var det i upphandlingen vilken typ av drift osv som skulle offereras?
5. Hur arbetar ni internt med detta projekt?

### Valet av fossilfri drift

6. Vad gjorde detta projekt/investering möjligt?
7. Vem tog beslutet att välja ett fossilfritt alternativ?
8. Vad var de viktigaste anledningarna till att ett fossilfritt koncept valdes?
9. Varför det blev just den valda tekniken (el / biobränsle / utformning / etc.)?
10. Vilka är de viktigaste intressenterna som var involverade i utformning av lösningen?

### Hinder

11. Vad har varit svårt?
12. Är det något som saknas idag (kunskap, teknik, vilja, tydlighet i beslut etc)?
13. Vilka risker och hinder har identifierats?
14. Hur har dessa hanterats?
15. Vilka bedöms de största barriärerna i fortsatt övergången mot fossilfri drift vara?

### Möjligheter

16. Vad har fungerat bra?
17. Vad talar för den fossilfria driften och vilka positiva sidoeffekter förutom klimatprestanda kan man se?
18. Vilka är de viktigaste faktorerna för att möjliggöra en fortsatt övergång mot fossilfri drift?

### Ekonomi

19. Fanns det en tydlig skillnad i kostnader mellan det fossilfria valet och konventionella fartyg (byggnation / implementering / kapitalkostnad / drift)?



20. Har det varit svårt att förutse vilka kostnader som detta projektet fört med sig?
21. Hur finansieras eventuellt ökad kostnad för fossilfri drift?
22. Har budgeten hållit?

### **Teknik**

23. Har det uppstått tekniska problem som inte kunde förutses?
24. Har laddningen av färjorna varit svår att få till på något sätt?
25. Har exempelvis bygglov för laddinfrastruktur eller rådighet över kajer varit ett hinder?

### **Implementeringen / projektet**

26. Blev det som planerat?
27. Hur har samarbetet med övriga intressenter fungerat i detta projektet?
28. Är det någon specifik kompetens som sakats eller som varit viktig att ha för att genomföra projektet?

### **Övrigt / avslutning**

29. Vilket underlag man använt sig av?
30. Vad ser ni för behov av ny/ytterligare kunskap, studier, information, nätverk osv?
31. Vad för lärdomar drar projektet inför nästa liknande projekt?
32. Finns det något ytterligare som vi missat att fråga om?
33. Låt respondenterna fylla i checklistan från referensgruppsmötet

## Litteraturgenomgång

Inom projektet har en litteraturstudie kopplat till upphandling, miljöanpassning och effektivisering av kollektivtrafik med fokus på vattenburen trafik utförts.

Nedan presenteras ett urval av de rapporter och projekt som bedömts som mest relevanta. Först som en allmän beskrivning inom olika områden och sedan en kort presentation av varje rapport/projekt.

Även om inte kollektivtrafik på vatten har studerats lika mycket som landbaserad kollektivtrafik har det utretts och forskats en hel del inom området. Dels finns det ett antal studier som tittar på **potential och möjligheter** att bättre utnyttja den naturliga infrastrukturen som vattenleder utgör i vissa tätorter. Exempel på sådana studier är *Kollektivtrafik på vatten Potentialbeskrivning region väst* (Hall Kihl, 2014), *Waterway 365 - System Analysis of Challenges in Increased Urban Mobility by Utilization of the Water Ways* (2014), *Koll på vatten* (2015) och *Regeringsuppdraget Analys av utvecklingspotentialen för inlands- och kustsjöfart i Sverige* (2016).

Sen finns det ett antal studier som ser på **hur omställningen ska kunna genomföras**. Exempel på sådana studier är *Förutsättningar för en hållbar kollektivtrafik på vatten i Stockholmsregionen* (2014). Denna studien tittar inte specifikt på fossilfrihet utan ser mer i stort hur hållbart transportsystem å vatten kan byggas och vad som skulle krävas. Det gör däremot *Möjligheter og kostnader ved bruk av fornybar energi på Ruters båtsamband* (2016) som lägger fram konkreta planer för hur omställning ska kunna utföras. På samma sätt har det relativt detaljerat utretts och planerats för hur statens fartyg ska kunna ställas om till fossilfrihet. Detta finns i rapporter som *Sjöfartens omställning till fossilfrihet* (2017), *Inriktningsplan för klimatneutral färjedrift 2045* (2018), *Omställning till fossilfrihet för statligt ägda fartyg – ett regeringsuppdrag* (2018).

Ett antal olika rapporter utreder och beskriver **teknikrelaterat** vilka möjligheter som finns att tillgå. Exempel på sådana rapporter är *In focus – The future is hybrid* (2015), *DNV GL Handbook for Maritime and Offshore Battery Systems* (2016), *Elektrifiering av sjöfarten* (2018). Men även *Exploring the potentials of electrical waterborne transport in Europe: the E-ferry concept* (2016) kan nämnas inom detta område.

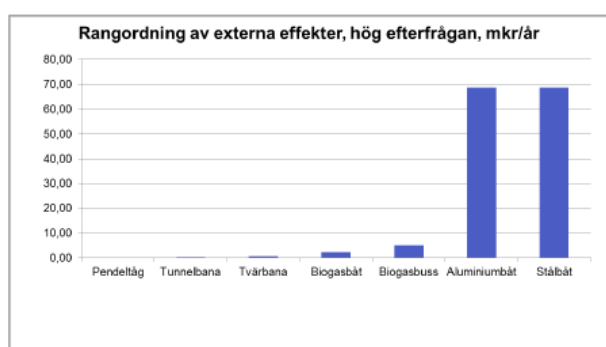
Inom området **upphandling** har ett antal utredningar gjorts som även är relevanta för kollektivtrafik på vatten och omställningsprocessen mot fossilfrihet. Mer allmänt beskrivs förutsättningar, svårigheter och möjligheter i *Kollektivtrafik utan styrning* (2011), *Kontraktformer och deras inverkan på svensk kollektivtrafik* (2016) samt *Avtal för upphandlad kollektivtrafik 2015* (2018).

*Kollektivtrafik på vatten – upphandling och avtal* (2017) fokuserar direkt på just förutsättningarna för det här studerade området. Rapporten *Upphandla klimatsmart och cirkulärt i ett livscykelperspektiv* (2019) beskriver bland annat många av de verktyg som finns till hands för att med offentlig upphandlingsmetodik kunna få ner miljö- och klimatpåverkan från det som köps in.

## Potential och möjligheter

**Kollektivtrafik på vatten Potentialbeskrivning region väst** ([länk](#)) (Hall Kihl, 2014).

Kort om studien: Delrapport inom forsknings- & innovationsprojektet ”Koll på vatten”, Kollektivtrafik på urbana vattenvägar– ökad kunskap och studie av potential för region väst.



Figur 5-5. Rangordning av externa effekter varav framförallt emissioner <sup>47</sup>.



**Waterway 365 - System Analysis of Challenges in Increased Urban Mobility by Utilization of the Water Ways** ([länk](#)) (2014)

Kort om studien: Med ett system-engineering-perspektiv har studien ansatsen att grunden för hur ett skalbart system, likt existerande landtransportsystem, kan utvecklas. Nya koncept från en-persons- till större transportsystem går igenom och utvärderas.

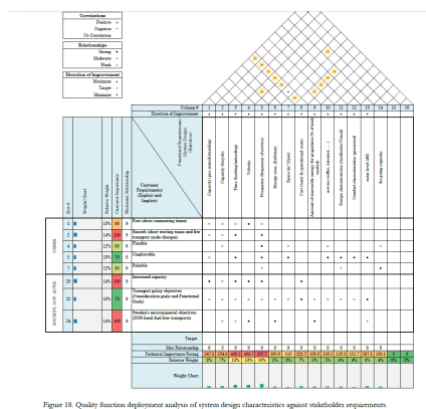
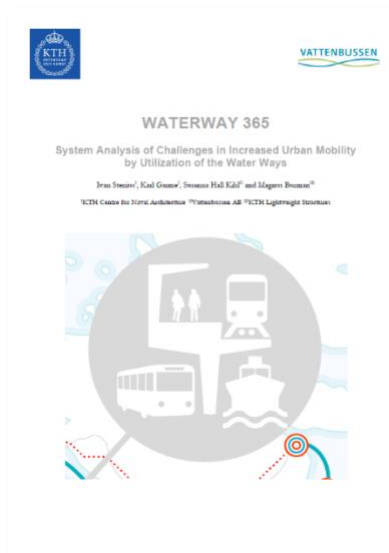
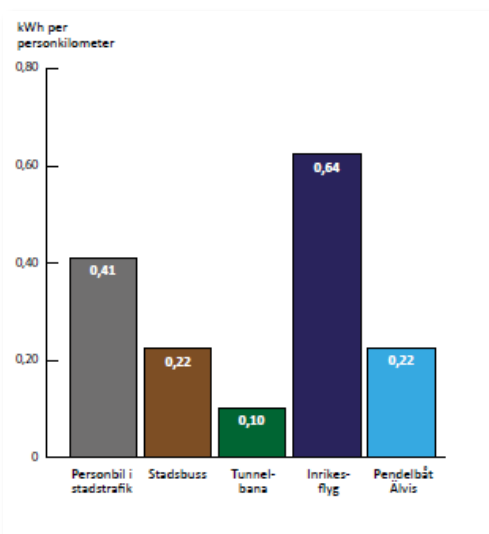


Figure 18. Quality function deployment analysis of system design characteristics against stakeholder requirements.

## Slutrapport Koll på vatten – ett FoI-projekt om vattenvägarnas roll i ett hållbart samhälle. (länk) (Trafikverket, 2015)

Kort om studien: Dagens farkoster, tonnage och flotta är föråldrade. Seriösa utvecklingsåtgärder har uteblivit under lång tid och även om teknikutvecklingen har gått framåt, så saknas praktiska försök och konkreta exempel. Detta föranleder att sjötrafikens kostnads- och miljöprofil generellt är sämre idag än för andra trafikslag.



Projektets slutsats är bland annat att vattenvägens potential ligger i följande faktorer:

- Utrymmeseffektivt trafikslag – som spar på gatuutrymmet
- Befintlig/naturlig infrastruktur med kapacitet

Hållbara fartygslösningar finns men otydlighet kring kostnadsstrukturer ger svårigheter i prioriteringen hos enskilda aktörer.



## Regeringsuppdrag Analys av utvecklingspotentialen för inlands- och kustsjöfart i Sverige (länk) (Garberg, 2016)

Kort om studien:

Analyserar utvecklingspotentialen för sjöfarten (persontrafik på vatten) samt identifierar hinder mot en utveckling lämnar förslag på konkreta åtgärder i syfte att främja förutsättningar för sjöfarten.

Den vattenburna kollektivtrafikens nuvarande låga andel tycks bli skäl till att frågan kontinuerligt och genomgående prioriteras lägre, vilket i sin tur skapar en risk att vi inte utnyttjar våra resurser optimalt.

Det är viktigt att poängtera att resa på vattnet på intet är sätt ett självändamål. Vattenvägen bör nyttjas där så är relevant och hållbart - där den kan tillföra kapacitet och tillgänglighet eller göra staden och transportsystemet mindre



sårbart. Vattenvägen kan utgöra en genväg, ett alternativ, en avlastning eller ett komplement som gör systemet mindre sårbart.

Fartygen behöver miljöanpassas och klara omställning till en fossiloberoende och på sikt fossilfri flotta. Samtidigt behöver de låga indirekta utsläppen som infrastrukturen på vatten genererar beaktas i det totala miljöavtrycket.

Lättare och mer energieffektiva fartyg behöver utvecklas. Regelverken behöver bli mer funktionsbaserade.

Fartyg har betydligt längre teknisk och ekonomisk livslängd än bussar varför planering och kalkylering måste vara långsiktig. Då skapas möjlighet att investera i modern teknik både vad gäller skrov och framdrivning. Det kan handla om att man upphandlar trafikering med längre avtal eller att upphandlande myndighet på annat sätt delar den finansiella risken. Den tekniska utvecklingen i andra länder fokuserar främst på bränsle/energibärare och framdrivningssystem.

Dagens beskattning av sjöbränslen försvårar en omställning till förnybara drivmedel eftersom även fossilt drivmedel är skattebefriat på sjön (liksom inom flyget). Det gör att en övergång till en högre andel förnybart drivmedel (t ex HVO) innebär ökade driftkostnader för kollektivtrafiken på vatten, vilket den inte gör i landbaserad kollektivtrafik. 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, vilket sjötrafiken är.

## Genomförbarhet

### Förutsättningar för en hållbar kollektivtrafik på vatten i Stockholmsregionen ([länk](#))

(Strandberg, 2014)

Kort om studien:

Rapporten utgör en sammanställning av intervjuer utförda med sakägare kring kollektivtrafik på vatten i Stockholmsregionen.

De punkter där flest respondenter varit eniga:

- Det saknats politisk vilja för att få till stånd en hållbar kollektivtrafik på vatten. Orsaken till detta är i huvudsak att man från politiskt håll inte trott att den har verklig kapacitetshöjande effekt för kollektivtrafiksystemet i stort.
- Ett nytt och modernt tonnage som uppfyller dagens krav inom miljöhänsyn, tillgänglighet och effektivitet måste tas i bruk för att kunna göra det konkurrenskraftigt.
- Breda överenskommelser måste komma till stånd mellan politiska partier samt mellan kommuner och landsting, men att ingen hittills tagit ledningen för detta.

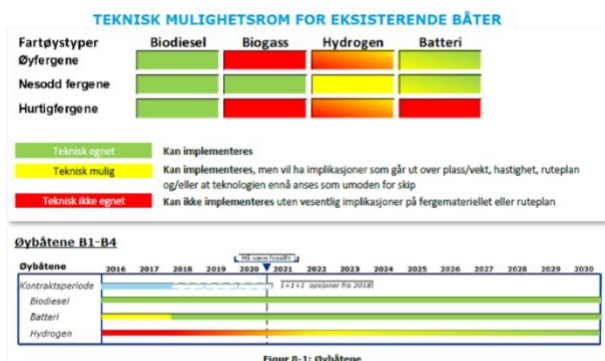


## Muligheter og kostnader ved bruk av fornybar energi på Ruters båtsamband (länk) (DNV GL, 2016b)

Kort om studien:

Norska Ruter As har låtit utreda möjligheter och kostnader att använda förnybar energi i sin fartygsdrift.

Bedömningen är bland annat att helelektrisk drift antingen med batteridrift eller med vätgas och bränsleceller är det mest miljövänliga alternativet.



## Sjøfartens omstilling til fossilfrihet (länk) (länk) (Energimyndigheten, 2017)

Kort om rapporten:

Slutsatser kring förnybara drivmedel är att dessa, förutom energieffektiviserande åtgärder, är en del i lösningen för sjöfarten att ställa om till fossilfrihet.

Framförallt för inrikes sjöfart, det vill säga sjöfart som går mellan svenska hamnar, finns potential att öka tillgången på förnybara drivmedel för att ersätta den fossila drivmedelsanvändningen.

För att ta till vara den utveckling som sker inom förnybara drivmedel för sjöfart är det viktigt att regelverk och standarder anpassas. Det krävs ett långsiktigt internationellt arbete där samarbete mellan myndigheter, drivmedelsproducenter och motortillverkare är en förutsättning.

De offentliga aktörer som handlar upp sjöfart eller har egen drift av sjöfart bör ställa klimatkrav i sina upphandlingar som driver på för ökad energieffektivitet och ökad användning av förnybara drivmedel i sjötrafiken. Det bör även tas fram en vägledning för hur offentliga aktörer på såväl nationell som regional och lokal nivå kan styra sin upphandling av sjöfart på ett sätt som ger mest klimatnytta för pengarna. Detta bör göras i samarbete med framtagande av upphandlingskrav och vägledning av dessa för andra trafikslag.

De båtar och fartyg som går i kollektivtrafik eller som upphandlas är möjliga att påverka genom upphandling och avtal men det krävs ofta god kunskap hos den som upphandlar trafiken för att driva fram lösningar som leder till minskad klimatpåverkan.



## Inriktningsplan för klimatneutral färjedrift 2045 (länk) (Trafikverket, 2018a)

| Energikälla        | Årsvärd minskning                              |                                       | Minskning        |                   | Ingen förändring |                  |
|--------------------|--|---------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
|                    | Resultat är rimligt eller förväntat överskott? | Resultat förbättras eller försämrats? | Positiv påverkan | Sannolik påverkan | Neutral påverkan | Negativ påverkan |
| Batter/hybrid driv | Ja   | Ja                                    | Ja               | Ja                | Nej              | Nej              |
| Elkraft/landkraft  | Ja*  | Ja                                    | Medel            | Ja                | Nej              | Ja               |
| Biogas             | Ja   | Medel                                 | Medel            | Ja*               | Ja               | Medel            |
| Fossil             | Ja   | Ja                                    | Okänt            | Ja*               | Nej              | Ja               |
| Biometanoll        | Ja   | Okänt                                 | Okänt            | Ja                | Nej              | Ja               |
| Bränslecell        | Ja   | Okänt                                 | Okänt            | Ja*               | Okänt            | Ja               |
| HVO                | Ja*  | Nej                                   | Okänt            | Ja*               | Nej              | Ja               |

Kort om rapporten:

Vision 45 utgör ett underlag för Färjerederiets ledning och internstyrelse för det framtida utvecklingsarbetet för att säkerställa tillgången på effektiva och miljövänliga färjor fram till år 2045.



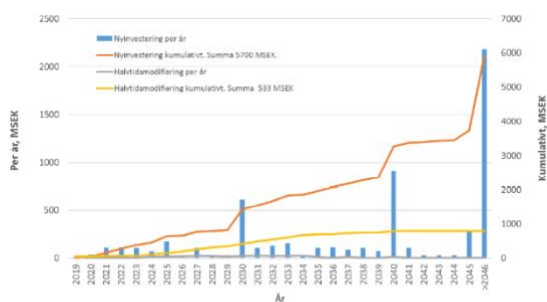
## Omställning till fossilfrihet för statligt ägda fartyg – ett regeringsuppdrag (länk) (2018b)

Kort om rapporten:

Utgångspunkten för analysen är att det är dagens fartygsflotta med nuvarande servicegrad som ska ställas om till fossilfrihet. Beroende på tillgång och pris på fossilfria drivmedel till sjöfart och andra trafikslag kan det emellertid uppstå brist på drivmedel som gör att energianvändningen kan behöva minska för att de fossilfria drivmedlen ska räcka till hela transportsektorns omställning. Det kan i sin tur innebära att den servicegrad som myndigheterna är skyldiga att upprätthålla kan behöva anpassas, trots att prognoserna pekar mot en ökad efterfrågan på transporter.



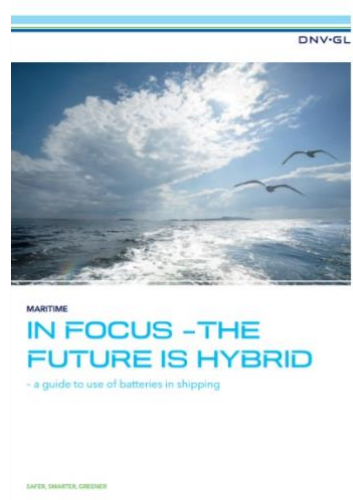
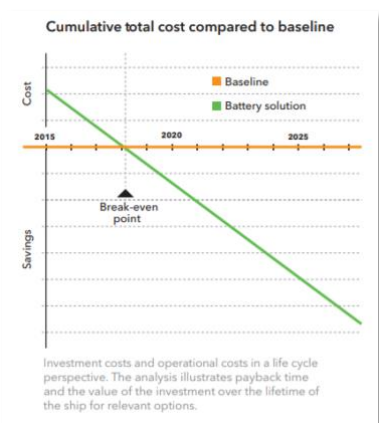
I rapporten har fokus lagts på tio olika biodrivmedel som har bedömts vara mest intressanta, både i dagsläget och inom den givna framtida tidsramen. De olika drivmedlen har olika egenskaper och lämpar sig därför till olika typer av fartyg och fartygsdrift.



Figur 10: Uppskattad kostnad för nyinvestering och halvtidsmodernisering av den statliga fartygsflotta.

**In focus – The future is hybrid** ([länk](#)) (DNV GL, 2015)

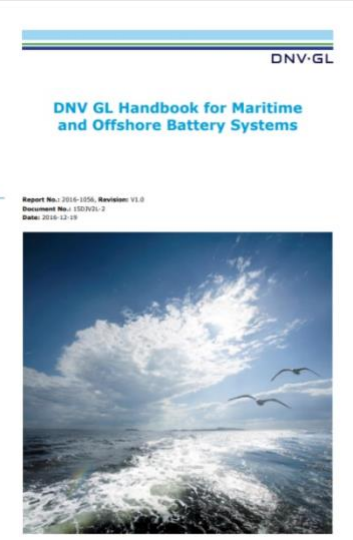
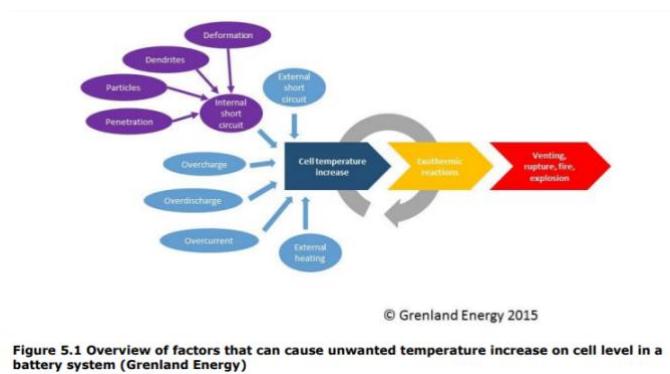
Kort om studien: Översikt över möjligheter, utveckling och kunskapsläge kring batterianvändning ombord på fartyg.



**DNV GL Handbook for Maritime and Offshore Battery Systems** ([länk](#)) (DNV GL, 2016a)

Kort om studien:

En kunskapssammanfattning kring hur batterier kan användas i marina applikationer som fartyg och i offshoresektorn.





## Elektrifiering av sjöfarten (länk)

(Lighthouse, 2018)

Sammanfattning:

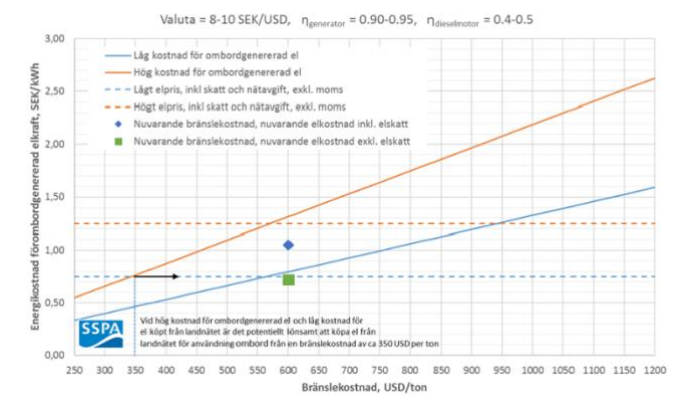
Förstudie som ger en tekniköversikt över dagens utveckling inom elektrifierad sjöfart och analyserar parametrar som påverkar prestanda och kostnader för maritim elektrifiering.

Utvecklingshastigheten inom området maritim elektrifiering är hög, och nya innovativa projekt dyker upp kontinuerligt. Det finns olika grad av elektrifierade lösningar på fartyg - dieselelektrisk, batterihybrid och helelektriskt.

Teknikutmaningar som identifierats handlar bl.a. om hur tillräcklig batterieffekt och laddningshastighet kan uppnås samt att säkerställa en tillförlitlig laddningsmetod.

Även säkerheten kring batterianvändning är något som identifierats som en utmaning, där det finns begränsad erfarenhet från verkligheten i hur olika säkerhetssystem fungerar vid farliga situationer. En fungerande laddningsinfrastruktur är en nödvändig förutsättning och här finns behov av att

tydliggöra vilka krav på infrastrukturen som finns, utifrån möjliga tillämpningar av maritim elektrifiering.

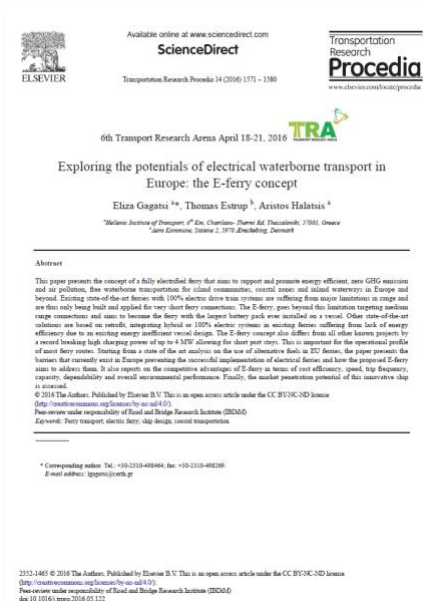


## Exploring the potentials of electrical waterborne transport in Europe: the E-ferry concept (länk) (Gagatsi, 2016)

Sammanfattning:

Artikel som presenterar ett helt elektrifierat koncept samt en översikt över existerande elektrifierade elektriska färjor i Europa då studien genomfördes. Konceptet som studeras är tänkt för kustnära trafik till öar på distanser upp till ca 13 nautiska mil. Kapaciteten är 31 bilar eller 5 lastbilar på öppet däck samt plats för 147 passagerare (198 passagerare sommartid).

Studien kommer fram till att konceptet både kan eliminera koldioxidutsläpp och vara kostnadseffektivt.



## Upphandling och om kollektivtrafik på vatten

### Kollektivtrafik utan styrning (länk) (2011)

Sammanfattning:

Analys över hur den regionala och lokala kollektivtrafiken utvecklas och upphandlas. Författaren framhåller bland annat tre förbättringsområden.

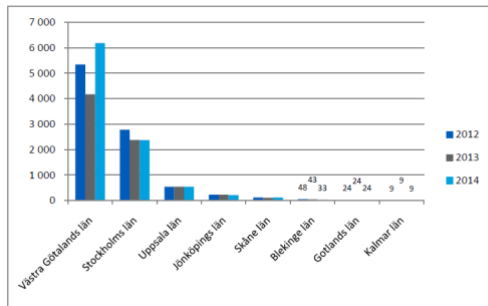
- De regionala myndigheter som från 2012 ska ersätta trafikhuvudmännen måste i högre grad bli lärande organisationer. Detta förutsätter att en väl fungerande organisation för uppföljning byggs upp. Det behövs också förbättringar i myndigheternas rutiner kring upphandling och statistikhantering.
- Upphandlingsarbetet måste förbättras. Felaktiga beslut tas, bl.a. beroende på att den långa tiden mellan varje upphandling gör det svårt att bygga en professionell organisation. Det kan åtgärdas med en gemensam expertorganisation som genomför upphandlingar på uppdrag av på de regionala kollektivtrafikmyndigheterna efter de målsättningar dessa formulerar.
- Kreativiteten i branschen bör utnyttjas bättre. Detta kan åstadkommas genom att i högre grad delegera kontrollen över verksamheten till utförarna. Genom systematiska försök är det möjligt att utröna vilken affärsmodell som är bäst lämpad när det gäller fördelning av ansvar och risk mellan beställare och utförare.



## Kartläggning av marknaden kollektivtrafik på vatten (länk) (2015)

Rapporten beskriver kollektivtrafik på vatten, hur och var och av vem den bedrivs och hur den utvecklats. Marknadssituationen så som beskrivning av aktörer, vilken form trafiken drivs och upphandlas beskrivs också. Samt vilket vidare arbete inom området som rekommenderas.

Diagram över antal avgångar inom kollektivtrafik på vatten, vecka 40, år 2012-2014



Källa: Egna bearbetningar av Samtrafikens utbudsdata, 2014

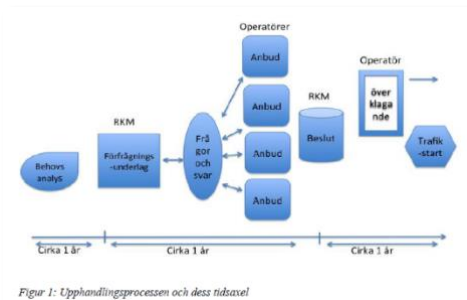


## Kontraktstyper och deras inverkan på svensk kollektivtrafik (länk) (Lidestam, 2016)

Sammanfattning:

Syftet med rapporten är att bidra till ökad kunskap om olika kontraktstyper och hur de påverkar svensk kollektivtrafik. Rapporten baseras på forskning om lokal och regional busstrafik men kunskapen är i många fall relevant även för spårbunden och annan kollektivtrafik.

Det konstateras att kostnaderna för kollektivtrafiken ökar betydligt mer än trafikökningen. Det är inte klarlagt varför kostnaderna för kollektivtrafiken stiger snabbare än andra kostnader. Det finns få tidigare studier



Figur 1: Upphandlingsprocessen och dess tidsaxel

som analyserar kostnadsutvecklingen för Sverige och vilka faktorer som påverkar den. Ett par studier visar dock att övergången till konkurrensupphandling av kollektivtrafikavtal inledningsvis ledde till en kostnadsminskning, men att kostnaderna sedan ökat igen när avtalen ska upphandlas på nytt.

## Kollektivtrafik på vatten – upphandling och avtal (länk) (Transportstyrelsen, 2017)

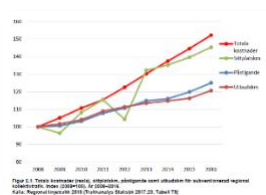
Sammanfattning:

Rapporten utgör en kunskapsgrund för att dels skapa en förståelse för upphandlingsprocessen av kollektivtrafik på vatten, dels öka förståelsen för hur trafikföretag ser på upphandling av kollektivtrafik på vatten och deras möjligheter att delta i upphandlingarna.

Företagens syn på deras möjligheter att delta i offentlig upphandling varierade och svaren ger ingen homogen bild av hur upphandling av kollektivtrafik påverkar trafikföretag. Trots olika svar går det att urskilja några mönster, t.ex. anser många företag att miljökrav försvårar deras möjlighet att delta och att avtalslängd bidragit till att få företag lämna anbud.

För framtida utredningar vore det intressant att undersöka varför flertalet företag velat delta i offentlig upphandling men inte gjort det och varför flertalet företag svarat ”vet inte” på flera frågor, beror det på otydliga frågor eller okunskap om vad som påverkar deras situation?

Mer än hälften av företagen uppgav att miljökrav försvårade deras möjlighet att delta i offentlig upphandling. Att de nya upphandlingsreglerna möjliggör hårdare hållbarhetskrav kan göra det ännu svårare för företag att delta. Samtidigt nämnde en av de regionala kollektivtrafikmyndigheter att de ansåg att de inte behövde ställa så många krav då sjöfarten är relativt hårt reglerad ändå.



## Avtal för upphandlad kollektivtrafik 2015 (länk) (Trafikanalys, 2018)

Sammanfattning:

Rapport sammanfattar avtalen för länens upphandlade busstrafik under året 2015. För första gången har också uppgifter om samtliga avtal för den subventionerade tågtrafiken samlats in.

Rapporten påvisar stora skillnader i hur avtalen utformas.

Miljö nämns endast som en av de faktorer som kan bidra till kostnadsökning. ”Faktorer som nämns utan att kvantifieras är bland annat parallella tåg- och busslinjer, ökad volym av dyra skolresor och krav på bussar både vad gäller ny teknik och miljöstandard, vilket leder till nyare och/eller dyrare bussar.”



## Upphandla klimatsmart och cirkulärt i ett livscykelperspektiv (länk) (Ryding, 2019)

Sammanfattning:

Rapporten tar sin utgångspunkt i det ökade politiska intresset för miljöanpassad offentlig upphandling och beskriver den vidare utvecklingen inom området. Huvudsyftet med rapporten är att belysa de nya trender i samhället som skett under senare år vad avser ett ökat behov att beakta ett livscykelperspektiv och cirkulär ekonomi.

Bland annat beskrivs verktyg så som

- Upphandlingsmyndighetens kriteriebibliotek med uppemot 600 separata förslag till hållbarhetskriterier för de flesta vanligt förekommande produktgrupperna inom upphandlingsområdet och som öppet tillhandahålls via ett lätthanterligt söksystem.
- Nätverket ”Uppropet för miljöstrategier och hållbarhetsamordnare” med flera som har behov av att ta del av varandras kunskap och lärdomar gällande miljö- och hälsofrågor kopplat till upphandlingar.
- Västtrafik använder framgångsrikt ett upphandlingskoncept som kallas Västtrafikmodellen
- En metod att upphandla och genomföra energieffektiva åtgärder i byggnader är Energy Performance Contracting, EPC. Det är en affärsmodell för energibesparande åtgärder. Förenklat innebär EPC att investeringar i energieffektiviseringsåtgärder finansieras med hjälp av garanterade energibesparingar.

”.. kravställning inom offentlig upphandling önskvärda incitament för företag att anpassa sin produktion efter specifika miljökrav<sup>68</sup>, där hållbar upphandling pekas ut som ett svagt styrmedel för att uppnå en bättre miljö. Exempelvis nämns att miljökrav bör formuleras så att företagen måste förbättra sin miljöstandard. Det finns således goda skäl för att skapa olika former av upphandlingskontrakt med inslag av incitament.”

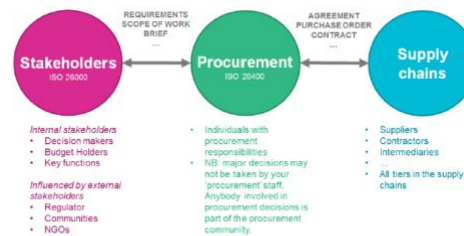


Fig. 15. Illustration av olika aktörer och intressenter som ingår i ISO 20400 med upphandlingsfrågorna i centrum



Lighthouse samlar industri, samhälle, akademi och institut i triple helix-samverkan för att stärka Sveriges maritima konkurrenskraft genom forskning, utveckling och innovation. Som en del i arbetet för en hållbar maritim sektor initierar och koordinerar Lighthouse relevant forskning och innovation som utgår från industrin och samhällets behov.

**Lighthouse – för en konkurrenskraftig, hållbar och säker maritim sektor med god arbetsmiljö**



LIGHTHOUSE PARTNERS



GÖTEBORGS  
UNIVERSITET



LIGHTHOUSE ASSOCIATE MEMBERS

