

Styrelsen	2022-12-15
Handling nr	10.5
Handläggare	Johanna Eknander
Daterad	2022-12-07
Reviderad	

**Till
Styrelsen för Västtrafik AB**

Batteriinstallation älvskyttlar

FÖRSLAG TILL BESLUT

Med anledning av nedanstående föreslås styrelsen besluta

- att godkänna förstudien avseende konvertering av färjorna Älveli och Älvfrida till batterihybriddrift,
- att godkänna att Västtrafik fortsätter genomförandeplanering av konverteringen av färjorna, samt
- att föreslå regionstyrelsen att godkänna förstudien till investeringsplanen som en ägarstyrd investering med en beräknad investeringskostnad om ca 52 mnkr

Skövde dag som ovan

Lars Backström

Anna Johansson

Sammanfattning av ärendet

Regionstyrelsen har tidigare beslutat att förstudie för konvertering av färjorna Älveli och Älvfrida till batteridrift får påbörjas. Koncernkontorets bedömning är att investeringsidén stödjer det regionala trafikförsörjningsprogrammet. Den föreslagna investeringen utgörs av att ersätta två stycken dieselmotorer till batteridrift. Elektrifiering av fartygstrafiken i älven ska ses som en förutsättning för att nå regionens mål och ambitioner i miljö- och klimatstrategin. Västrafik äger idag fyra färjor som bedriver skytteltrafik över älven. Två av dessa, Elvy och Eloise, är idag elektrifierade. Västrafiks övriga två färjor, Älveli och Älvfrida, föreslås konverteras till batteri-hybriddrift i linje med Elvy och Eloise.

Den föreslagna investeringen medför i huvudsak följande:

- Investeringen medför ett steg i riktningen att nå Västra Götalandsregionens övergripande mål att minska koldioxidutsläppen med 90% per personkilometer år 2035 jämfört år 2006. Förslaget är även i linje med Västra Götalandsregionens miljö- och klimatstrategi.
- Betydligt lägre emissioner från fartygstrafiken i älven, vilket leder till lägre halter av CO₂, NO_x och partiklar i området innanför Älvsborgsbron.
- Västrafiks fartygsflotta blir enhetlig med samma typ av lösning, vilket bl a medför:
 - o Enklare underhåll då flottan endast har en typ av framdrivningslösning.
 - o Förutsättningarna för kommande trafikupphandling, med start december 2025, blir tydligare. Det blir bl a enklare för anbudsgivarna att räkna på drifts- och underhållskostnader då flottan är enhetlig.
 - o Kostnaden för att driva fartygen med el blir lägre relativt flytande biobränsle.
 - o Elmotorer innebär normalt sett lägre underhållskostnader och längre livslängd.

Enligt tidplanen för projektet bedöms båda fartygen vara i trafik efter ombyggnad våren/sommaren 2025. Investeringskostnaden uppskattas till ca 25 mnkr per fartyg. Utöver investeringskostnaden tillkommer kostnader för projektledning och projektorganisation med ca 2 mnkr.

Utöver kostnaden för konvertering av färjorna tillkommer verksamhetsinvestering i infrastruktur på land för att möjliggöra laddning av samtliga fyra elektrifierade fartyg. Kostnadsunderlag för detta tas fram i samband med beslut om genomförande av investering.

Förslag till lösning

Vid ombyggnad av Älveli och Älvfrida till batterihybriddrift måste ombyggnation genomföras.

De system som behöver tillföras/byggas om och ingår som del av föreslagen investering är:

- Batterisystem behöver tillföras som energikälla.
- Elektriska huvudkomponenter i form av likriktarenheter och omformare behöver bytas till mer robusta komponenter.
- Styrsystem för styrning av energisystem/driftsystem ombord behöver tillföras.
- Värmesystemet behöver bytas ut mot ett helt nytt system som inte bygger på spillvärme från huvudmotorerna ombord.
- Tank för bränsle behöver flyttas till mer lämplig plats och minskas i storlek, då bränslebehovet minskas.
- En generator tas bort och ersätts med batterisystemet.
- Utformningen av maskinrummet behöver göras om p g a utbyte, flytt eller tillförande av andra system.
- Landanslutning med robusta marinanpassade kontakter anpassade för 3 x 125 A.

Tidplan och fortsatta åtgärder

Under tiden för ombyggnation av respektive fartyg, behöver respektive fartyg tas ur trafik. Detta medför att under denna period behöver ett reservfartyg nyttjas. Rimligen tas ett fartyg ur trafik åt gången för minsta möjliga påverkan på trafiken. Tiden ett fartyg behöver vara ur trafik p g a ombyggnad bedöms till ca 6 månader. Denna tid kan dock bli längre på grund av exempelvis ledtider på komponenter.

Följande tidplan bedöms vara rimlig för genomförandet av ovan angivna förslag:

Aktivitet	Tid
Start upphandling ombyggnation av Älveli och Älvfrida	Våren 2023
Teknisk kravställning och framtagning av upphandlingsdokumentation	Våren-hösten 2023
Publicering av upphandlingen	Hösten 2023
Preliminär tilldelning	Våren 2024
Ombyggnad fartyg 1	Våren-hösten 2024
Ombyggnad fartyg 2	Hösten 2024-våren 2025

Ekonomi

Ägarstyrda investeringskostnader

Investeringskostnaden för konverteringen bedöms till ca 25 mnkr per fartyg. Utöver investeringskostnaden tillkommer kostnader för projektledning och projektorganisation om ca 2 mnkr.

Preliminärt investeringsbelopp för konverteringen till batteridrift bedöms till ca 50 mnkr i 2021 års kostnadsläge.

Preliminärt investeringsbelopp för investeringen fördelat per år enligt nedan:

- 2024: 30 mnkr
- 2025: 20 mnkr

Verksamhetsstyrda investerings- och driftskostnader

Bedömningen är att kostnaden för laddinfrastrukturen är ca 10 mnkr. Därutöver tillkommer kostnaden för laddutrustning för två fartyg om ca 1 mnkr. Kostnadsunderlag för detta tas fram i samband med beslut om genomförande av investering.

Tillkommande driftskostnader kopplat till upphandling, kommunikation och utbildning uppgår till ca 1 mnkr.

//

Bilaga:

Förstudie avseende konvertering av färjorna Älveli och Älvfrida till batteri-hybriddrift

Rapport

Förstudie avseende konvertering av färjorna Älveli
och Älvfrida till batterihybriddrift

2022-12-06

Innehållsförteckning

1. Sammanfattning	2
2. Regionövergripande planering.....	2
3. Förutsättningar	3
3.1. Båttrafiken i Göta älv	3
3.2. Miljö.....	3
3.3. Västtrafiks fartygsflotta i Göta älv	3
3.4. Utformning av fartyg aktuella för konvertering.....	4
3.5. Förändring av Älveli och Älvfrida med anledning av konvertering till batteri-hybriddrift.....	5
3.5.1. Allmänt	5
3.5.2. Batterier	6
3.5.3. El-komponenter	6
3.5.4. Värmesystem	7
3.5.5. Dieseltank	8
3.5.6. Generatorer	8
3.5.7. Utformning av maskinrum efter ombyggnation	9
3.5.8. Automationssystem.....	9
3.5.9. Styrhytt.....	10
3.5.10. Takhöjd	10
3.5.11. Laddning	11
3.5.12. Övrigt	12
4. Förslag	12
4.1. Föreslagen teknisk lösning.....	12
4.2. Trender inom passagerartrafik med fartyg.....	12
4.3. Nyttan med föreslagen investering.....	13
4.4. Behov av förändrad/utökad kompetens och/eller organisation.....	14
5. Tidplan och fortsatta åtgärder	14
6. Genomförande och utgifter	15
7. Ekonomi.....	15
8. Handlingsalternativ	16

1. Sammanfattning

Elektrifiering av fartygstrafiken i älven ska ses som en förutsättning för att nå regionens mål och ambitioner i miljö- och klimatstrategin. Västtrafik äger idag fyra färjor som bedriver skytteltrafik över älven. Två av dessa, Elvy och Eloise, är idag elektrifierade. Västtrafiks övriga två färjor, Älveli och Älvfrida, föreslås konverteras till batteri-hybriddrift i linje med Elvy och Eloise. Utöver kostnaden för konvertering av färjorna krävs även investering i infrastruktur på land för att möjliggöra laddning av samtliga fyra elektrifierade fartyg.

Genom konverteringen kommer Västtrafik få en enhetlig fartygsflotta i älven med samma typ av lösning, vilket bl a medför:

- Enklare underhåll då flottan endast har en typ av framdrivningslösning.
- Kostnaden för att driva fartygen med el blir lägre relativt flytande biobränsle.
- Elmotorer innebär normalt sett lägre underhållskostnader och längre livslängd.

2. Regionövergripande planering

Regionen har ett övergripande mål att minska koldioxidutsläppen med 90% per personkilometer år 2035 jämfört år 2006. Förslaget i denna förstudie är i linje med de aktiviteter som krävs för att nå regionens övergripande mål samt är även i linje med regionens miljö- och klimatstrategi.

Det betonas i miljö- och klimatstrategin att det primära valet av bränsle/energi för fartygstrafiken ska vara el samt att ”Fartygstrafik bör i nya upphandlingar elektrifieras till 100% på kortare sträckor och i så hög grad som möjligt på längre sträckor.” Då skytteltrafiken över älven är att betrakta som kort sträcka, uppfyller konverteringen av färjorna båda dessa punkter.

Förslaget i denna förstudie innebär inte införande av ny teknik, vilket medför att de tekniska- och kostnadmässiga riskerna bedöms som låga. Konverteringen medför att Västtrafiks fartygsflotta i älven blir enhetlig (elektrifierad) och är ett tydligt steg mot uppfyllande av regionens mål. Utöver bättre miljöprestanda kommer trafiken i älven inte påverkas av konverteringen av färjorna.

3. Förutsättningar

3.1. Båttrafiken i Göta älv

Västtrafiks båttrafik i Göta älv består idag av två linjer, en längsgående linje som trafikerar bryggorna från Klippan i väster till Lilla Bommen i öster samt en tvärgående linje mellan Lindholmen och Stenpiren.

Trafiken bedrivs idag av Styröbolaget som bedriver trafiken både med egna fartyg och Västtrafiks fartyg. Resandet har genom åren ökat kraftigt, speciellt på den tvärgående linjen. Det årliga resandet är ca 1,2 miljoner på den längsgående linjen och 2,4 miljoner på den tvärgående linjen.

Totalt sett nyttjas sex ordinarie fartyg för trafiken i Göta älv, varav fyra ägs av Västtrafik.

3.2. Miljö

Utsläpp per personkilometer är i regel höga för fartygstrafik med förbränningsmotorer relativt övriga trafikslag. Då den landbaserade kollektivtrafiken i centrala Göteborg i huvudsak bedrivs med ickefossila drivmedel, utgör utsläppen av CO₂, NO_x och partiklar från kollektivtrafiken i älven idag av en oproportionerlig hög andel av dessa utsläpp per personkilometer. Speciellt avseende NO_x (kväveoxider) pekas områdena runt älven innanför Älvsborgsbron ut som områden med höga halter. Förbättrad miljöprestanda med avseende på emissioner på de fartyg som regelbundet trafikerar älven, skulle därför ha positiv påverkan på dessa nivåer.

Idag står Västtrafiks trafik i älven för ca 35% av utsläppen av NO_x inom det område som benämns inrikes sjöfart inom Göteborgs kommun. Genom konvertering av de två färjorna till eldrift reduceras denna andel till ca 15%. Genom att använda ickefossilt flytande bränsle för den återstående delen av älvtrafiken som nyttjar förbränningsmotorer, reduceras Västtrafiks andel till mellan 5-7% av den totala andelen NO_x.

Avseende partiklar står Västtrafiks trafik i älven för ca 10% av det totala utsläppet från inrikes sjöfart i Göteborgs kommun. Genom övergång till eldrift och samtidigt flytande ickefossilt bränsle för den återstående delen, reduceras andelen partiklar för Västtrafiks trafik i älven till nästintill noll.

Gällande CO₂ blir reduktionen motsvarande den som för partiklar.

3.3. Västtrafiks fartygsflotta i Göta älv

Västtrafik beslutade 2014 att tillsammans med Göteborgs stad införskaffa två s k älvskyttlar (Äveli och Älvfrida) med möjlighet att avropa ytterligare två optionsfartyg. Fartygen har kapacitet för 298 passagerare och 80 cyklar och införskaffades för att nyttjas för passagerartrafik över Göta älv. Vid tidpunkten för beställningen av fartygen var inte tekniken med eldrift av fartyg etablerad. Av det

skälet valde Västtrafik att upphandla en modell av fartyg som var anpassade för att kunna konverteras till eldrift vid ett senare tillfälle. Fartygen är därför utrustade med en dieselektrisk drivlina, där fartygens huvudmotorer drivs med diesel, vilka är kopplade till elektriska motorer som driver fartygen framåt.

2017 och 2021 valde Västtrafik att avropa optionsfartygen. Dessa fartyg, Elvy och Eloise, blev försedda med batterier för batteri-hybriddrift. Elvy har 1 MWh batterier och Eloise 1.25 MWh.

Batterierna i Elvy och Eloise, vilka laddas nattetid, medför en omfattande minskning av bränsleförbrukningen. För Elvy med ca 67% och för Eloise med ca 80%. Med befintlig tidtabell klarar dock inte färjorna en hel dag i trafik på enbart el som laddas under natten. För att upprätthålla trafiken behöver de antingen stödladdas från land dagtid genom kortare stopp eller från dieselgenerator ombord. Dieselgeneratorn behövs också om fartyget skall transporteras längre sträckor. Dieselgeneratorerna i Elvy och Eloise har försetts med SCR-katalysatorer, vilket innebär att NOx-utsläppen minskar med ca 80% när de används.

3.4. Utformning av fartyg aktuella för konvertering

De två skälvslyttlarna (Älveli och Älvfrida) som är föremål för konvertering till batteri-hybriddrift, är i flera avseende byggda för konvertering i ett senare skede. Dock har driften av fartygen givit erfarenheter som medför vissa större omkonstruktioner.

Utformning av maskinrum

Under projekteringen av skälvslyttlarna togs höjd för en framtida konvertering. Ett utrymme på 2 x 20m² i respektive fartygs maskinrum lämnades därför utan installationer och skulle vid ett senare tillfälle kunna användas för andra installationer. Utrymmet över vardera dieseltank i respektive fartyg blev den yta som frigjordes för detta syfte.



Figur 1: Tom yta ovan en av dieseltankarna på Älveli

3.5. Förändring av Älveli och Älvfrida med anledning av konvertering till batteri-hybriddrift

3.5.1. Allmänt

I samband med att Elvy och Eloise konstruerades och byggdes gjordes ett antal modifieringar relativt tidigare utformning av Älveli och Älvfrida eftersom den batteri-elektriska driften måste byggas på ett delvis annorlunda sätt än tidigare planerat.

I samband med byggnationen av Elvy och Eloise genomfördes även ett antal ändringar som inte var betingade av övergången till batteri-hybriddrift. Det var ändringar som Västtrafik och operatören (Styrsöbolaget) ansåg att det fanns behov av efter lärdom från driften av Älveli och Älvfrida. De flesta av dessa var förbättringar av system, eller utföranden, relativt konstruktionen på de första två fartygen.

Västtrafik ser det som värdefullt att den fartygsflotta som nyttjas för pendeltrafik över älven är väl anpassad för trafiken och i de förhållanden som fartygen verkar. Utgående från förutsättningarna i form av beslutad miljö- och klimatstrategi, den trafik som fartygen bedriver, fartygens utformning samt det område där fartygen verkar, bedöms de aktuella fartygen vara väl anpassade för att konverteras till eldrift.

Utgångspunkten för analysen av vad som behöver förändras i fartygen är:

- Enhetlig fartygsflotta med samma tekniska lösningar i samtliga fartyg. Detta leder exempelvis till mer optimerad underhållslösning och enklare reservdelshållning.
- Elektrifierad lösning med möjlighet att kunna ladda snabbt samt möjliggöra så stor andel eldrift som möjligt.
- Möjlighet att kunna bedriva trafik i de fall då batterikapaciteten är för låg, genom nyttjande av ombordmonterad generator för laddning av batterier samt fortsatt drift.
- Låga driftkostnader genom exempelvis högre verkningsgrad på ingående komponenter och längre underhållsintervall.

Vid ombyggnad av Älveli och Älvfrida till batterihybriddrift måste ombyggnation genomföras för några system och högst önskvärt genomföras för andra system.

De system som behöver tillföras/byggas om och ingår som del av föreslagen investering är:

- Batterisystem behöver tillföras som energikälla.
- Elektriska huvudkomponenter i form av likriktarenheter och omformare behöver bytas till mer robusta komponenter.

- Styrsystem för styrning av energisystem/driftsystem ombord behöver tillföras.
- Värmesystemet behöver bytas ut mot ett helt nytt system som inte bygger på spillvärme från huvudmotorerna ombord.
- Tank för bränsle behöver flyttas till mer lämplig plats och minskas i storlek, då bränslebehovet minskas.
- En generator tas bort och ersätts med batterisystemet.
- Utformningen av maskinrummet behöver göras om på grund av utbyte, flytt eller tillförande av andra system.
- Landanslutning med robusta marinanpassade kontakter anpassade för 3 x 125 A.

3.5.2. Batterier

Elvy och Eloise har installerats med Lithium-ion-batterier från holländska EST-Floatch. Det är marinklassade batterier lämpade för Västtrafiks drift. Batterisystemet är modulärt, vilket gör det enklare att installera och att utöka kapaciteten, vilket blev fallet för Eloise. Att nyttja samma leverantör av batterier för ombyggda Älveli och Älvfrida har stora fördelar. Leverantören och tekniken är väl känd. Service och underhåll på alla fyra färjor kan göras av en leverantör vid samma tillfälle. Också andra operatörer använder batterier från EST, exempelvis Göteborgs Hamn. Andra batteritillverkare kan leverera batterier med liknande prestanda. Tillkommande arbete, och sannolikt ökad risk, vid eventuellt byte av batterileverantör kan då förväntas.

Den i branschen förväntade prestandahöjningen på batterier, dvs mer energi per viktenhet, kommer att sannolikt att ske men kan inte tas i beaktande i detta skede.



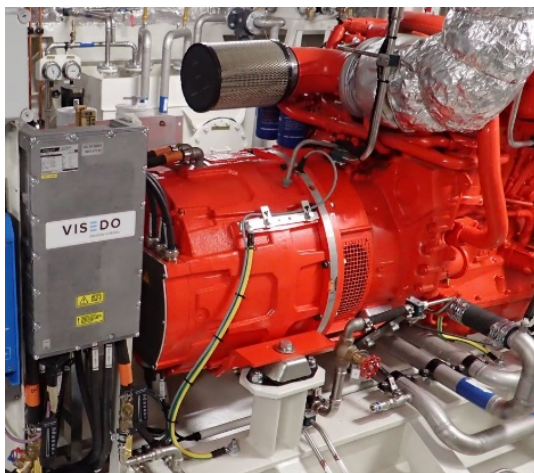
Figur 2: Eloise batterier, i förligt propellerrum

3.5.3. El-komponenter

Älveli och Älvfrida har haft en mängd incidenter och problem under de första åren i drift. Elvy och Eloise har ännu sluppit dessa och har kunnat opereras med större driftsäkerhet. Det beror på tillförandet av batterier, som stabiliserar driften,

byte av komponenter till mer driftsäkra komponenter samt inte minst att teknik och driftsätt på Älveli och Älvfrida har kunnat förbättras på Elvy och Eloise.

Ett antal huvudkomponenter på Älveli och Älvfrida bör bytas till liknande som installerades på Elvy och Eloise. Det gäller främst de elkraftsomformare som är mer driftsäkra på Elvy och Eloise. Det medför även stora fördelar om Elvys och Eloises automationssystem, MIAS, som styr driften, även används på de ombyggda Älvskyttlarna. Driftssäkerheten och att automationssystemet utvecklats specifikt för driften på älven, har varit mycket viktigt, vilket varit möjligt med MIAS. Även tillgången till lokal service är av stor vikt, vilket är möjligt med MIAS.



Figur 3: Elkraftomformare till vänster och dieselgenerator till höger

3.5.4. Värmesystem

Värmesystemet på ett batteridrivet fartyg skiljer sig från värmesystem på fartyg med förbränningsmotorer. Att värma ett fartyg utan att använda fossilbaserade bränslen kräver en stor mängd energi. På Älveli och Älvfrida används värmeåtervinning från de dieseldrivna generatorerna. På en batteridrivna färja körs inte dieselmotorn mer än en kort stund under dagen. Värmen måste tas från annan källa. På Elvy och Eloise installerades en stor värmeackumulator, en tank med en volym av ca 2 m³. Tanken värms kontinuerligt upp av de fartygsburna värmepumparna eller av dieselgeneratorn när den går. Ackumulatortanken kan också värmas under natt med en el-patron. En liknande lösning är rimlig att installera i Älveli och Älvfrida om dieselgeneratorernas användning ska minimeras.



Figur 4: Eloise maskinrum med värmeackumulatortanken till höger

Elvy och Eloise har värmeautomationssystem installerade, vilket bl.a. medför att när fartygen är förtöjda minskas ventilationen och värmen ombord, med följande minskning av energiåtgång.

Elvy och Eloise har även ett särskilt kylsystem installerat. Systemet används för att kyla de åtta elkraftomformarna, generator och elmotorer. Kylsystemet används också varma somrar för att hålla ned rumstemperaturen i batterirummen. Ett liknande system måste installeras vid ombyggnationen av Älveli och Älvfrida. Förutsättningarna för ombyggnaden är goda eftersom kylsystemet för de dieselgeneratorer på Älveli och Älvfrida som sannolikt kommer demonteras kan användas för syftet.

3.5.5. Dieseltank

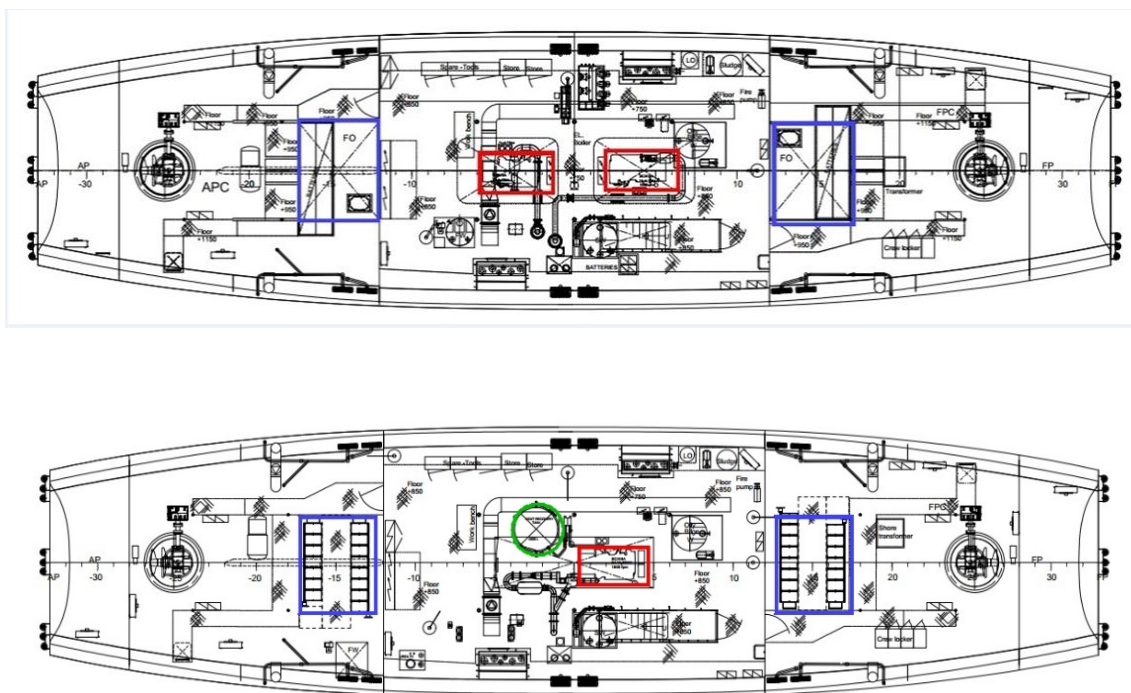
Den yta som reserverades för den alternativa framdriften är placerad ovanför dieseltankarna på Älvelis och Älvfridas ändskepp. När Elvy och Eloise byggdes behövdes mindre tankvolym för diesel eftersom batterier skulle försörja framdriften. Utrymmet ovanför tankarna behövdes för installation av batterier. Att ha batterierna placerade ovanpå dieseltankarna var mindre lyckat. Dieseln till viss del, men framför allt batterierna, utgör en brandrisk. Att placera dessa två ihop ansågs mindre lämpligt. På Elvy och Eloise placerades därför dieseltanken midskepps, under dieselgeneratorm. En liknande modifiering behöver göras på Älveli och Älvfrida vid konvertering till batteri-hybriddrift.

3.5.6. Generatorer

Svenska passagerarfärjor måste ha två framdriftsmotorer. Med två batteripaket, som på Elvy och Eloise, kan dessa räknas som redundans till en ensam dieselgenerator. Driften på Elvy och Eloise klaras dessutom av helt med endast en generator. Den ena av Älvelis och Älvfridas dieselgeneratorer bör därför demonteras vid en ombyggnation.

3.5.7. Utformning av maskinrum efter ombyggnation

Att bygga om Älveli och Älvfrida med en dieseltank och en dieselgenerator, samt att tillföra ett kylsystem för omformare, innebär troligen att propellerrum och maskinrum till stor del behöver rivs ut. För ett etablerat fartygsvarv är det normalt inga svårigheter med denna typ av ombyggnationer.



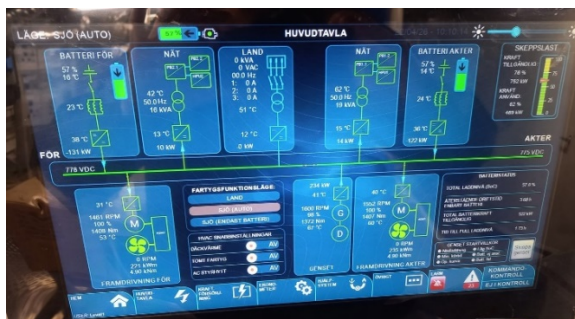
Figur 5: Utrymme under däck, övre bild Älveli/Älvfrida, undre bild Eloise

- Blått : tomrum ovan tankar respektive batterier
- Rött : dieselgenerator/generatorer
- Grönt : Eloises värmeackumulatortank

3.5.8. Automationssystem

Vid byggnationen av Älveli och Älvfrida var den svenska elkonstruktionsfirman Callenberg leverantör av ett flertal system, bland annat av färjornas automationssystem. Det är automationssystemet som bland annat styr hur elkraften fördelas till olika förbrukare ombord. Under byggnationen av Elvy upphörde Callenberg som leverantör av denna typ av system och tjänster. Det nystartade företaget METS, med många av tidigare Callenberganställda, tog över arbetet med automationssystemet. För Elvy användes ett automationssystem baserat på det tidigare systemet från Callenberg. För Eloise användes ett av METS egenutvecklat system, MIAS. Både automationssystemet för Elvy och speciellt det för Eloise har en stor mängd ändringar och förbättringar jämfört med dem för Älveli och Älvfrida. Stora fördelar föreligger om samma automationssystem används på ombyggda Älveli och Älvfrida som för Eloise. Systemet är särskilt utvecklat för driften av Västtrafiks fartyg och besättningen har varit delaktiga i

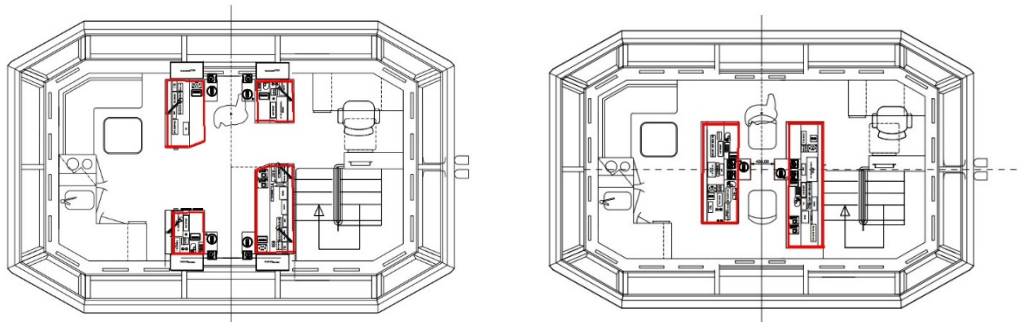
utformningen Driften av färjorna styrs helt av automationssystemet och nära tillgång till service och support är viktig, vilket idag kan tillhandahållas lokalt.



Figur 6: Automationssystemet MIAS på Eloise

3.5.9. Styrhytt

Älveli och Älvfrida har två styrplatser, en i vardera ände av bryggan. Elvy och Eloise har en centralt placerad styrplats. Arrangemanget på Elvy och Eloise är en utveckling av arrangemanget på Älveli och Älvfrida. Ombyggnation från två styrplatser till en är en relativt omfattande ombyggnation, då en stor mängd el- och styrkablage som är draget upp i bryggans styrypulpeter. Mindre ändringar, såsom utökning av antalet övervakningskameror för förarens bättre kontroll av färjan vid tilläggningar eller byte av knappsatser är dock enklare att tillföra.



Figur 7: Älveli och Älvfridas brygga med två styrplatser vänster, Eloises brygga med en styrplats höger.

Bedömningen är att behov av ombyggnation av bryggan från två till en central styrplats ej föreligger, då kostnaden bedöms överskrida det faktiska mervärdet av ombyggnationen. Behovet av mindre justeringar i form av byte av knappsatser, utökning av antal övervakningskameror mm kan dock föreligga.

3.5.10. Takhöjd

När Älveli och Älvfrida byggdes blev takhöjden i passagerarsalongen något lägre än vad som krävts. Detta komparerades kommersiellt i samband med övertagandet av färjorna. Denna lägre takhöjd har inte medfört några praktiska problem eller bekymmer för passagerare eller operatör under de år som färjorna

varit i drift. För Elvy och Eloise beaktades detta krav mer noggrant. Takhöjden i salongen på Elvy och Eloise blev därför något högre (ca 7–10 cm).

Det skulle vara förenat med stora komplikationer att ställa krav på större takhöjd i Älveli och Älvfrida i samband med ombyggnation av dessa fartyg. Hela överbyggnaden (plåt, elkablage, rörsystem, m m) måste rivas för att medge utökning av takhöjd. Det bedöms därför ej ekonomiskt försvarbart att ställa krav på högre takhöjd i passagerarsalongen i samband med en ombyggnation.

Det kan noteras att det ej inkommit kundsynpunkter avseende takhöjd på andra fartyg med motsvarande takhöjd som Älveli och Älvfrida. i Västtrafiks övriga upphandlade båttrafik.

3.5.11. Laddning

Elvy har en landanslutning på 3 x 63 A, ca 130 kW. Eloise har en landanslutning på 3 x 125 A, ca 260 kW. Med den större laddkapaciteten kan Eloise laddas på halva tiden relativt Elvy. För den normala laddningen över natten spelar det inte någon större roll, men med den större kapaciteten kan Eloise laddas under ett kortare stopp under dagen, något som gör 100% eldrift enklare att uppnå. I och med utökad laddkapacitet försågs också Eloise med mer robusta komponenter i landanslutningen. Det minskade de driftstörningar Elvy haft på sin landanslutning. Den större laddkapaciteten bör även tillföras ombyggda Älveli och Älvfrida för att möjliggöra så stor andel eldrift som möjligt.

När Västtrafik installerade en ny laddstation för Eloise visade det sig att kapaciteten i elinfrastrukturen på land precis skulle klara att ladda den nya färjan tillsammans med tidigare behov från de övriga färjorna. För att ladda ytterligare två färjor kommer det krävas det tillförs ytterligare kapacitet i elinfrastrukturen på land. Nätägaren Göteborg Energi planerar att bygga ut kapaciteten i elnätet i området runt Lindholmen. Utbyggnaden beräknas vara klar 2024. Västtrafik har fört dialog med Göteborg Energi avseende det utökade behovet av laddkapacitet och säkerställt att det utökade behovet inbegrips i den utökade kapaciteten i elinfrastrukturen som Göteborg Energi kommer tillhandahålla fr o m 2024.



Figur 8: Ny laddstation för Eloise med kapacitet av 3 x 125 A

3.5.12. Övrigt

Serien av älvskyttlar, Älveli, Älvfrida, Elvy och Eloise, är särskilt framtagna för trafikbehovet på Göta älv och sättet att operera dem. Operatören (Styrsöbolaget) har haft driften av färjorna sedan start. Operatören har varit djupt involverade i utformningen av fartygen och har en stor erfarenhet av driften som är mycket värdefull. Denna erfarenhet och deras stora kunskap om fartygen bör tas tillvara på vid en ombyggnation av Älveli och Älvfrida.

Inför en ombyggnation av Älveli och Älvfrida finns ytterligare tekniska förändringar som behöver beaktas, vilka exempelvis kan vara av värde ur ett underhålls- eller säkerhetsperspektiv. En enhetlig elektrifierad flotta medför exempelvis ett mer kostnadseffektivt underhåll samt mer enhetlig reservdelshållning. Livslängden på elmotorer är också längre än för förbränningsmotorer.

4. Förslag

4.1. Föreslagen teknisk lösning

Fartygen Älveli och Älvfrida föreslås byggas om i enlighet med beskrivning i avsnitt ”3.5. Förändring av Älveli och Älvfrida med anledning av konvertering till batteri-hybriddrift”.

4.2. Trender inom passagerartrafik med fartyg

Likt övrig kollektivtrafik har passagerartrafik med fartyg de senaste åren tagits stora steg mot en mer miljövänlig drift. När Älveli och Älvfrida byggdes fanns det ett flertal olika teknikriktningar inom området. I efterhand var det ett klokt beslut av Västtrafik att välja att bygga fartygen som plattformar, möjliga att konvertera till lämplig teknik, när teknikutvecklingen hade nått längre och mognat.

För den typ av trafik som älvskyttlarna bedriver (korta sträckor med tät trafik) finns det idag olika lösningar, dessa är främst:

- Laddning ett fåtal gånger per dygn, där fartygen har en stor kapacitet batterier ombord. Laddning sker via en enkel trefas växelspänningsanslutning till det fasta nätet. Omformare, likriktare mm finns ombord på fartygen. Denna lösning används för pendeltrafiken i Göteborg. Lösningen medför något tyngre fartyg än alternativ 2. Det är dock enklare att komplettera med fler laddanslutningar på kaj (och på olika platser) om behov föreligger.
- Laddning ett fåtal gånger per dygn, där fartygen har en stor kapacitet batterier ombord. Laddning sker via en likspänningsanslutning på mellan 750-800V. Omformare och likriktare står på kajen. Denna lösning kommer

exempelvis att nyttjas för trafiken mellan Lysekil och Skaftö samt för trafiken inom Öckerö kommun. För höga effekter krävs väl tilltagen yta på kajen. Även bygglov kan bli aktuellt.

- Laddning vid varje enskild anöring, d v s varje gång fartyget angör en hållplats, laddas fartyget. Detta medför att fartyget i teorin endast behöver ha de kapacitet batterier som krävs för att fartyget ska ta sig till nästa hållplats. Fartyget blir därmed förhållandevist lätt. Denna teknik har tidigare övervägts för älvskyttlarna, men har då bedömts ej vara tillräckligt beprövad. Se vidare avsnitt "8. *Handlingsalternativ*".
- Flytande biobränsle, exempelvis HVO. Denna lösning är den enklaste lösningen att föra in, då den biobränsle som idag finns tillgängligt, normalt även kan nyttjas i de marina dieselmotorer som finns tillgängliga på marknaden. Nackdelen är att biobränslet är mycket dyrt relativt eldrift och den skattebefriade diesel som idag nyttjas i fartyg. Dock ställer Västtrafik krav i nya upphandlade båttrafikavtal att i de fall eldriften ej kan nyttjas ska biobränsle nyttjas.

4.3. Nyta med föreslagen investering

Den föreslagna investeringen medför i huvudsak följande:

- Investeringen medför ett steg i riktningen att nå Regionen övergripande mål att minska koldioxidutsläppen med 90% per personkilometer år 2035 jämfört år 2006. Förslaget är även i linje med regionens miljö- och klimatstrategi.
- Betydligt lägre emissioner från fartygstrafiken i älven, vilket leder till lägre halter av CO₂, NO_x och partiklar i området innanför Älvsborgsbron, se vidare avsnitt "3.2. *Miljö*".
- Västtrafiks fartygsflotta blir enhetlig med samma typ av lösning, vilket bl a medför:
 - Enklare underhåll då flottan endast har en typ av framdrivningslösning.
 - Förutsättningarna för kommande trafikupphandling, med start i december 2025, blir tydligare. Det blir bl a enklare för anbudsgivarna att räkna på drifts- och underhållskostnader då flottan är enhetlig.
 - Kostnaden för att driva fartygen med el blir lägre relativt flytande biobränsle.

- Elmotorer innebär normalt sett lägre underhållskostnader och längre livslängd.

4.4. Behov av förändrad/utökad kompetens och/eller organisation

Ombyggnationen enligt förslag ovan, medför ej något behov av förändrad/utökad kompetens eller förändringar i Västtrafiks eller operatörens organisation.

5. Tidplan och fortsatta åtgärder

Under tiden för ombyggnation av respektive fartyg, behöver respektive fartyg tas ur trafik. Detta medför att under denna period behöver ett reservfartyg nyttjas. Rimligen tas ett fartyg ur trafik åt gången, för minsta möjliga påverkan på trafiken. Tiden ett fartyg behöver vara ur trafik p g a ombyggnad bedöms till ca 6 månader. Denna tid kan dock bli längre på grund av exempelvis ledder på komponenter.

Följande tidplan bedöms vara rimlig för genomförandet av ovan angivna förslag:

Aktivitet	Tid
Start upphandling ombyggnation av Älveli och Älvfrida	Våren 2023
Teknisk kravställning och framtagning av upphandlingsdokumentation	Våren-hösten 2023
Publicering av upphandlingen	Hösten 2023
Preliminär tilldelning	Våren 2024
Ombyggnad fartyg 1	Våren-hösten 2024
Ombyggnad fartyg 2	Hösten 2024-våren 2025

I enlighet med ovan angivna tidpunkter bedöms båda fartygen vara i trafik efter ombyggnad våren/sommaren 2025. Detta medför att fartygen kommer vara ombyggda inför start av nästkommande trafikavtal december 2025.

Tidskritiska aspekter

Följande aspekter bedöms som tidskritiska:

- Tidpunkt för beslut om start av arbetet med upphandling av ombyggnationen. Försenad start medför försenat drifttagande av ombyggda fartyg.
- Ledtider på ingående komponenter och system i fartygen, exempelvis batterier.
- Val av varv. I det fall exempelvis det varv som byggt älvskyttern tilldelas åtagandet, bedöms detta medföra en lägre risk för försening, då de har en god kunskap om fartygens befintliga utformning.

- Färdigställande av utbyggnaden av elinfrastruktur. Trafikering med fyra elektrifierade fartyg medför behov av utökad kapacitet i elinfrastrukturen vid Lindholmen. Försening av utbyggnad av denna kapacitet medför att trafiken med älvskyttlarna kommer bedrivas med lägre andel el under perioden för färdigställande.

Nästa steg i planeringen

Inga ytterligare planeringsaktiviteter bedöms nödvändiga inför start av upphandlingsarbetet med ombyggnationen.

6. Genomförande och utgifter

För att kunna genomföra förslag enligt denna förstudie finns ett antal beroenden till andra projekt/verksamheter:

- Utbyggnad av elinfrastrukturen på Lindholmen. Utökad kapacitet behöver tillföras för att kunna bedriva trafiken på el med samtliga älvskyttlar enligt planerat. Arbetet med denna utbyggnad sker i samråd med Göteborg Energi.
- Upphandling av båttrafiken i Göta älv, där de ombyggda fartygen ska nyttjas. Denna upphandling kommer pågå parallellt med att upphandlingen samt ombyggnationen av Äveli och Älvfrida

För att genomföra upphandlingen av ombyggnationen samt leda Västtrafiks arbete med ombyggnationen fram till leverans av ombyggda fartyg kommer kräva konsultstöd vilket innebär en kostnad.

7. Ekonomi

Bedömning av kostnaden att konvertera Äveli och Älvfrida till eldrift är förknippat med vissa svårigheter. Kriget i Ukraina, efterföljande energikris samt material/komponentbrist gör att kostnaderna kan vara svåra att uppskatta.

Under byggnationen av Eloise gjordes en beräkning av vad en ombyggnation av Äveli och Älvfrida skulle kosta. Beräkningen baserades på den utformningen Eloise har fått. Kostanden för ombyggnationen skulle enligt den vara ca 25 mnkr per fartyg. I det fall båda fartygen konverteras, bedöms kostnaden till ca 45 mnkr på grund av samordningsvinster.

I samband med kommande utbyggnad av elinfrastrukturen på Lindholmen, tillkommer det kostnader för Västtrafik för att kunna tillhandahålla tillräcklig kapacitet för laddning av fartygen. För Västtrafiks del innebär detta att Västtrafik behöver bekosta en anslutningsavgift, inköp av en nätstation med tillhörande installationsarbete samt laddutrustning på kaj för de två konverterade fartygen.

Bedömningen är att kostnaden för elinfrastrukturen med anledning av det ökade kapacitetsbehovet är ca 10 mnkr. Därutöver tillkommer kostnaden för laddutrustningen för två fartyg på ca 1 mnkr.

8. Handlingsalternativ

I samband med de förstudier som genomfördes inför upphandlingen av Älveli och Älvfrida 2011 och 2012 övervägdes ett flertal alternativ, både vad gäller utformning av fartygen samt framdrivningsmetod. Ett av de alternativ som utreddes och som under senare år tagits i bruk, är metoden att ladda vid varje enskild anöring vid hållplats, se även avsnitt ”4.2. *Trender inom passagerartrafik med fartyg*”, punkt 3.

På detta sätt skulle investeringskostnaden per fartyg kunna vara något lägre då installerad batterikapacitet per fartyg skulle vara mindre. Under kortare stopp i den vanliga trafiken kan batterierna laddas under ett större antal tillfällen. Färjorna skulle då laddas under de kortare stoppen vid terminalerna, Stenpiren eller Lindholmen. För att klara laddningen under de mycket kortare stoppen i trafik, jämfört med den långsammare laddningen under natt, måste dock särskilda laddningsstationer, med hög kapacitet, tillföras terminalerna. Eventuellt behöver också tidtabeller justeras för att kunna innehålla längre stopp i ändlägen.

En liknande trafiklösning är implementerad i Köpenhamn, med Arrivas Havnbusar. Dessa har mindre batterikapacitet, ca 200 kWh jämfört med Eloises 1250 kWh, vilka laddas med hög effekt i vardera rutts ändläge. Laddningen är automatisk och kräver särskilda laddningsutrustningar. En nackdel med en sådan lösning är att flexibiliteten minskar.

Färjorna blir låsta till rutter med den särskilda ladd-utrustningen. Den minskade batterikapaciteten ombord kräver mer komplicerad laddutrustning i terminalerna.



Figur 9: Köpenhamnfärja med ladd-utrustning vid en terminal, bild Damen.com

//