

Elektrificering af Endelavefærgen

Teknisk og økonomisk evaluering af 3 scenarier



Indledning

Følgende dokument er udarbejdet som en del af projektet "Elektrificering af Endelavefærgen", som er støttet økonomisk af Den Danske Maritime Fond samt af Insero Horsens. Projektet har til formål at evaluere 3 potentielle scenarier for en fuld elektrificering af overfarten mellem Snaptun og Endelave. Grundlaget for analysen har været at eftervise initierende beregninger udført af en studiegruppe for Insero E-Mobility¹.

Analysen er ledet af Insero E-Mobility og har inkluderet et konsortium bestående af Hauschildt Marine; Danish Yacht, Tuco Marine og Horsens Kommune. Endvidere er følgende underleverandører og interessenter blevet inddraget i processen: Clayton Power, Clean e-Marine, ABB, A/S Jørgen Pedersen samt NRGi.

Nærværende dokument har til formål at frembringe et beslutningsgrundlag for Horsens Kommune for om overfarten mellem Snaptun og Endelave med fordel kan elektrificeres, hvilket indebærer en teknisk og økonomisk vurdering af de definerede 3 scenarier. Grundlaget for analyserne har været ønsker og behov samt data stillet til rådighed af primært Horsens Kommune, mens de tekniske analyser baserer sig på input fra de faglige partnere og underleverandører. Fælles for alle økonomiske evalueringer er, at de er gennemført på konceptuelt niveau, hvilket betyder at det endelige resultat angiver et omtrentligt niveau for udgifter og besparelser, men at de virkelige omkostninger og besparelser vil kunne afvige fra dette niveau.

¹ Se rapport i Bilag 1



Indholdsfortegnelse

Indledning	2
Executive Summary	4
Elektrificering af skibe	5
Overfarten nu og krav til fremtiden	6
De tre scenarier	6
Aluminiumsfærge – baseret på Fjellstrand konceptet	7
Retrofit af eksisterende færge	7
Letvægts kompositfærge	9
Opladnings og batteriscenarier	10
Økonomi	11
Perspektiver	12
Lettelse af kompositfærge.....	12
Batteriprisudvikling	13
Fjernelse af yderligere komponenter	13
Afgiftslempelse af strøm	13
Opgradering af elektrisk forbindelse til Endelave	13

Executive Summary

Med faste sejlmønstre og holdepladser er færgefarten et oplagt sted at se på mulighederne for at elektrificere transporten. I Endelavefærgens tilfælde drejer det sig om overfarer på 1 times varighed med maksimalt 4 overfarer. Forholdsmæssigt en betydeligt længere overfart end hvad der på nuværende tidspunkt er blevet elektrificeret og vil af samme årsag være et grænseoverskridende projekt, som hvis det lykkes vil skabe internationalt genlyd.

I samarbejde med førende virksomheder indenfor branchen er der blevet tilvejebragt tre potentielle scenarier for at opnå en elektrificering af overfarten:

- En aluminiumsfærge baseret på Fjellstrand konceptet fra Norge
- Retrofit af den eksisterende færge
- Letvægts kompositfærge baseret på erfaringer fra TUCO og Danish Yacht

Tidligt i forløbet viste det sig, at Fjellstrands koncept ikke kunne overføres til Endelaveoverfarten, hvorfor der ikke er udført yderligere beregninger på dette. For de øvrige scenarier er der blevet gennemført tekniske validitetsstudier ligesom der er foretaget beregninger af de økonomiske konsekvenser. Overordnet set giver de to scenarier følgende udgiftsstruktur:

	Eksisterende færge	Retrofitløsning	Kompositfærge
Total investering²	0 kr.	74.560.000 kr.	90.440.000 kr.
Årlige omkostninger³	3.340.000 kr.	2.700.816 kr.	1.456.684 kr.
Renteudgifter p.a.	0 kr.	3.637.726 kr.	5.018.488 kr.

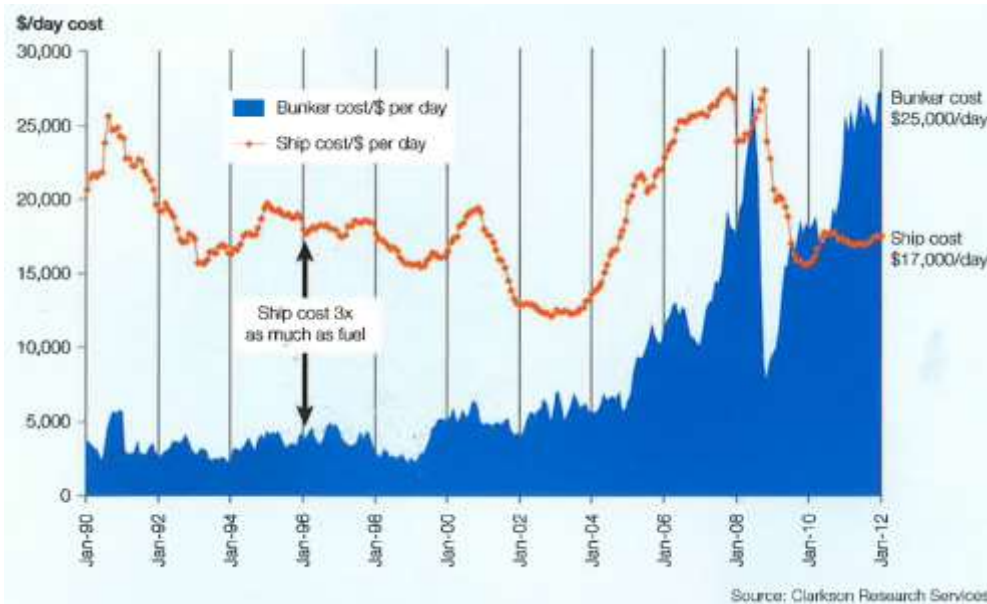
Som det fremgår af tabellen er de nødvendige renteudgifter til finansiering af ombygning, ladeinfrastruktur og batterier højere end de årlige omkostninger til færgen, hvorfor det rent økonomisk ikke kan betale sig, at gennemføre omlægningen til en elektrisk færge for nuværende. De betragtelige besparelser på de årlige omkostninger gør dog hel eller delvis elektrificering relevant at betragte i forbindelse med overvejelserne omkring en ny færge.

² Inkluderer værftsomkostninger, evt. skibsleje, batterier over 20 år samt indtægt ved skibssalg

³ Inkluderer energiforbrug og service

Elektrificering af skibe

Op gennem 90'erne har skibsbranchen haft lukrative arbejdsforhold med lave priser på brændstof, hvilket har betydet at energieffektivitet og optimering af skib i forhold til forbrug har været sekundære begreber, som ikke i større udstrækning har været i anvendelse ved reelle udbud og bestillinger af skibe. Med årtusindskiftets kraftige stigning i prisen på råolie, har den maritime industri dog oplevet behovet for et skifte i fokus, idet dieseludgifterne pr. dag nu overgår de daglige afskrivninger, jf. Figur 1.



Figur 1 - Daglige udgifter til hhv. brændstof og skibsafskrivninger

I den forbindelse er flere og flere færgereederier begyndt at kigge mod alternative løsninger. Her har inspirationen fra bilindustrien således gjort sit indtog i form af at flere og flere hybridløsninger er begyndt at komme i spil. Den lavest hængende frugt udgør en løsning, hvor generatorer producerer strøm til en elmotor som driver skibet. Grundet optimering af dieselgeneratorens driftsmønster er det således muligt at spare 15-30 %.

For øsamfund kan en fuldelektrificering dog have yderligere potentialer i form af optimeret sammenspil med øens el-net, således eventuel vindmøllestrøm kan gemmes på færgens batteri frem for i nogle tilfælde at bremse vindmøllerne. Færgen kan ligeledes fungere som backup til øens strømbehov, hvis dette bliver muligt. Denne integration i el-nettet kan i fremtiden være en naturlig del af det smart grid, og på sigt derfor være en mulig kilde til indtægt.

Det forhøjede fokus på udledning af skadelige stoffer er ligeledes blevet et tema for den maritime industri, og i 2008 vedtog IMO at svovlindholdet i brændstof skal sænkes fra 1,0 % til 0,1% i 2015 i kystnære områder, hvilket bl.a. vil påvirke færgerne i Nordsøen og Østersøen⁴. EU har ligeledes været inde og fastlægge krav i forhold til udledning af svovl til 0,5 % i alle europæiske farvande. Dette fokus kommer ligeledes til at betyde et øget fokus på at gøre skibsfarten renere, hvilket bl.a. kan føre til større interesse i elektrificering af dele af eller hele overfarter i indre farvande.

⁴ <http://www.shipowners.dk/Default.aspx?func=blocks.blockview&groupid=729015&serviceid=729834>



Overfarten nu og krav til fremtiden

Den nuværende Endelave færge, Figur 2, er bygget i 1996 og er dimensioneret efter den maksimale belastning der er på overfarten i løbet af året, hvilket primært sker i sommerperioden hvor der er mange turister på øen. Af denne årsag er færgen til daglig sejlads betydeligt overdimensioneret. Den fulde kapacitet på færgen i sommerhalvåret er 244 passagerer og 24 biler eller 2



Figur 2 - Den nuværende Endelavefærge

lastbiler og 12 biler. I vinterhalvåret er passagerkapaciteten reduceret til 160 passagerer, hvilket betyder at

bemandingen kan sænkes med en person. Til hverdag bruges færgen primært til transport af pendlere og studerende, hvorfor det primært er kapaciteten på bildækket der bliver udnyttet. Dette har resulteret i en opdateret kravspecifikation til udlægning af den nye kompositfærge, som kan overtage den samme ruteplan, jf. Tabel 1.

	Nuværende færge	Ny færge
Passagerkapacitet (sommer/vinter)	244/160	200/140
Bilkapacitet (kun biler/med lastbiler)	24/12	18/9
Max antal lastbiler	2	2
Max driftshastighed	12 knob	12 knob
Overfartstid	1 time	1 time
Årlige sejlads	2084	2084

Tabel 1 - Sammenligning af kapacitet på eksisterende og ny færge

Efterfølgende har A/S Jørgen Pedersen været inde og lave yderligere detaljerede analyser af gods, biler og passagerbehovet for overfarten, hvilket har verificeret at den nuværende færge er overdimensioneret. De fastsatte specifikationer for den nye færge kan ligeledes blive udsat for en neddrøsing i forbindelse med næste revision af udviklingsprocessen⁵.

De tre scenarier

Efter en præsentation af konceptet for elektrificeringen af Endelavefærgen på konferencen "Billige, Grønne Færger" opstod en dialog med en bred interessegruppe, som identificerede 3 potentielle scenarier med langsigtet markedsmæssigt potentiale. Det har således været relevant for projektet, at dette ikke skulle være et enkeltstående scenarier, men i stedet være teknologier, som ville kunne genanvendes i andre overfarter og være med til at bibeholde Danmarks stærke position i den maritime sektor. Samtidig har det dog været vigtigt at sikre en løsning, som også kunne være økonomisk rentabel for Horsens Kommune, hvorfor det norske koncept Fjellstrand ZeroCat ligeledes blev inddraget i processen.

På baggrund af dette er følgende 3 scenarier blevet identificeret:

- En aluminiumsfærge baseret på Fjellstrand konceptet fra Norge

⁵ Rapporten fra A/S Jørgen Pedersen er venligst stillet til rådighed af Horsens Kommune, men kan ikke indgå som bilag i nærværende rapport.

- Retrofit af den eksisterende færge
- Letvægts kompositfærge baseret på erfaringer fra TUCO og Danish Yacht

Aluminiumsfærge – baseret på Fjellstrand konceptet

ZeroCat⁶ er en eldrevet færge udviklet af norske Fjellstrand i samarbejde med NORLED (færgeselskab) og står overfor at skulle indsættes på en færgerute i Norge. Færgen er opbygget til at betjene overfarter på 20 minutter og med 10 minutters lade- og losningstid i hver havn. Der vil således blive opsat specialudviklede hurtigladere i hvert havneområde, hvilket stiller store krav til infrastrukturen i begge havne eller etablering af ladere med batterier. ZeroCat er dimensioneret til en kapacitet på 120 biler og 360 passagerer og vil operere med en hastighed på 10 knob, hvilket er 2 knob langsommere end den primært anvendte overfartshastighed for Endelavefærgen⁷.

For at minimere udgifter til udvikling af teknologiske løsninger og samtidig anvende en afprøvet teknologi, er der taget kontakt til Fjellstrand for at få et tilbud på en tilpasning af deres system til Endelaveoverfarten. Inden denne kontakt har Fjellstrand dog tidligere meldt ud, at de betragter 30 minutter som den maksimale overfartsvarighed, der kan elektrificeres⁸. Efter dialog frem og tilbage samt fremsendelse af kravspecifikationen på overfarten, har det endelige svar fra Fjellstrand været, at de ikke kan levere en løsning til overfarten baseret på ZeroCat konceptet. Der vil skulle udvikles et selvstændigt færgedesign til denne overfart, var deres tilbagemelding, og det var de ikke klar til at levere på nuværende tidspunkt.

På baggrund af denne tilbagemelding er der ikke foretaget yderligere behandling af dette scenarie.

Retrofit af eksisterende færge

Selve konceptet omkring elektrificeringen af overfarten er startet med overvejelserne omkring at ombygge den eksisterende Endelavefærge, som har sejlet på overfarten mellem Snaptun og Endelave siden 1996. Initierende beregninger fra en studiegruppe efterviste et potentiale for signifikante besparelser, som i nedenstående er blevet undersøgt i større grad.

I forhold til at fastsætte færgens egentlige energibehov, er der blevet lavet reversible beregninger af færgens olieforbrug, som gennemsnitligt ligger på 238 L diesel pr. envejstur, hvilket inkluderer 17 L/h i form af forbrug til el på færgen. Med hensyntagen til energitab i primært motor og gear betyder det, at færgens maksimale energiforbrug på en overfart ligger på 816 kWh. Dette tal danner grundlag for de efterfølgende beregninger for fastlæggelse af batterier og ladeinfrastruktur, som vil blive gennemført på baggrund af worst case betragtninger for at sikre at færgen under alle vejrforhold kan komme igennem sejlplanen.

I forbindelse med ombygningen af den eksisterende færge vil en større mængde af komponenter blive fjernet fra skibet, og samtidig vil de nye komponenter blive installeret. Hovedkomponenter i form af motor og batterier er blevet identificeret gennem et samarbejde med hhv. Clean e-Marine⁹ og Clayton Power. Den samlede pakke er blevet placeret i konstruktionen af A/S Jørgen Pedersen, som samtidig har stået for

⁶ <http://fjellstrand.no/index.php/zerocattm>

⁷ Endelavefærgen sejler 2/3 af turen med 12 knob mens 1/3 af turen gennemføres med 10 knob som følger af miljøhensyn.

⁸ <http://www.greencarcongress.com/2013/01/zerocat-20130111.html>

⁹ Mail fra Clean e-Marine er at finde som bilag 2

stabilitetsberegninger og beregninger af lasteevne¹⁰. I forbindelse med installationen af batterierne udnyttes at færgen til dagligt sejler med ballastvand på sammenlagt 60 T. Denne mængde af vand kan fjernes og erstattes af batterier. Sammenlagt har det dog den konsekvens, at færgens nyttelast falder med 40 T. De centrale komponenter der skal skiftes fremgår af Tabel 2.

Komponenter der skal fjernes	Komponenter der skal monteres
2 stk. ABB hovedmotorer	2 stk. ABB el fremdrivningsmotorer
2 stk. boxkølere	2 stk. frekvensomformere
2 sæt lydæmper + udstødning	1 sæt batterier (fordelt i 4 grupper)
Diverse rør, kabler mm.	Diverse kabler mm.

Tabel 2 - Centrale komponenter, der skal udskiftes

Under ombygningen vil det være nødvendigt med en erstatningsfærge, hvor den nuværende erstatningsfærge er en 35 personers færge uden mulighed for at medtage køretøjer. Leje af erstatningsfærgen er forbundet med daglige ekstraudgifter på 15.000 kr. + moms men modsvares delvist af en bemandingsreduktion til 1 skibsassistent. Hertil skal lægges udgifter på forbrug og forsikring. I det færgen ikke kan medtage køretøjer, vil det ikke være en holdbar løsning ved værftstider på mere end 14 dage, som pt. er den maksimale tid færgen har været på værft. På baggrund af det tilvejebragte materiale i projektet har Assens skibsværft vurderet, at en ombygning af denne karakter vil tage 4-6 uger, hvilket er betydeligt mere end det af overfartslederen vurderede acceptable niveau. Det kan således forventes, at udgifterne til færgeleje vil stige betydeligt. De samlede værftsomkostninger vurderes til at være på 13.545.000 kr.

Serviceomkostningerne ved skiftet fra diesel til elektricitet vil opleve et betydeligt fald, da antallet af bevægelige dele og forbruget af smøremidler vil falde, lige som tiden mellem serviceintervaller vil stige. Det er blevet estimeret, at de nuværende udgifter forbundet med service af færgen ligger på 700.000 kr. eksklusiv mandetimer. Dette niveau forventes at kunne nedbringes til 150.000 ved en elektrificering, da motorerne udgør langt størstedelen af disse udgifter, og ifølge Clean e-Marine gør følgende sig gældende i forhold til elmotorvedligeholdelse:

"Vedligeholdelse af en elektrisk drivlinje er meget lille. Afhængigt af driftsmønster og belastninger vil den eneste "slidde" i motorerne, de to hovedlejer, have en forventet levetid på 40.000 timer. Lejerne skal typisk smøres med et interval på 1-2 år.

Den daglige opmærksomhed kan rettes mod blæsere og pumper i kølesystem, der varierer i levetid efter fabrikat og brug. Der vil derfor kun medgå få timer til driftsmæssig vedligehold. Eller nogen tusind kroner årligt."

Brændstofforbruget tager udgangspunkt i de definerede 816 kWh pr. sejlads og med 2084 sejlads og en pris per kWh på 1.50 kr.

De økonomiske udgifter som forventes at gøre sig gældende for den retrofittede løsning fremgår af Tabel 3

Investeringer		Driftsomkostninger	
Motor + styring	2.590.000 kr.	Energiforbrug (kWh)	1.700.544 kWh
Batteri	23.000.000 kr.	Energiforbrug (kr.)	2.550.816 kr.

¹⁰ Rapport fra A/S Jørgen Pedersen er at finde som bilag 3



Batterilevetid	12 år	Serviceomkostninger	150.000 kr.
Værftsomkostninger	13.295.000 kr.		
Færgeleje	525.000 kr.		
Ladeinfrastruktur	12.150.000 kr.		
Total	51.560.000 kr.	Total pr. år	2.700.816 kr.

Tabel 3 - Udgifter forbundet med en retrofit elektrificering af overfarten

Letvægts kompositfærge

En af de centrale parametre for, det energibehov en færge har for fremdrift, er dens vægt, og med danske spidskompetencer indenfor kompositskibe, er der i nærværende projekt inddraget design af og beregninger på en kompositfærge til at dække behovene for overfarten. Eftersom den nuværende færge i forhold til størstedelen af behovet er overdimensioneret, har det ligeledes været muligt at reducere kapaciteten på særligt passagerer, hvilket ligeledes har afsmittende effekt på bemanningen af færgen. For at give et komparativt grundlag mellem de forskellige færgeløsninger medtages disse besparelser ikke i nærværende rapport.

Ved opbygning af en færge i komposit vil der være tale om et signifikant skifte i forhold til traditionel skibsbyggertraditioner og der vil således i forhold til særligt brandsikring være udfordringer, da det i SOLAS direktivet specificeres, at der skal bruges "stål eller lignende" i forbindelse med brandsikring¹¹. Efter aftale med Søfartsstyrelsen skal skibet derved klassificeres efter High speed direktivet med dispensation for driftshastigheden. Færgens general arrangement og design er udarbejdet af Hauschildt Marine¹² og tager udgangspunkt i en kompositkonstruktion bestående af E-glass fiber forstærket sandwich konstruktion, se Figur 3. Strukturen er yderligere forstærket med kulfiber for styrke og lethed.



Figur 3 - Opbygning af en komposit letvægtsfærge til Endelaveoverfarten

På baggrund af den kraftige reduktion af vægt samt opbygningen af skroget som et katamaranskrog sænkes energibehovet for at drive færgen markant. Baseret på det forventede maksimale forbrug på et givent

¹¹ <http://eco-island.dk/documentation.html>

¹² Se Initial Specification som er at finde som bilag 4

tidspunkt er det beregnet at energibehovet til en overfart ligger på 434 kWh, hvilket svarer til omkring det halve af den eksisterende færge.

Den definerede konstruktion er efterfølgende gennemgået af TUCO Marine og Danish Yacht med henblik på at fastsætte en produktionspris på færgen. I denne proces er der blevet identificeret yderligere muligheder for vægtbesparelse, hvilket vil være med til at reducere produktionsprisen. Under forudsætning af en reduktion af vægten på konstruktionen er der blevet fastlagt en produktionspris på 73.190.000 kr. for færge eksklusiv batterier¹³.

I forbindelse med konstruktionen af den nye færge vil den eksisterende færge kunne betjene overfarten mellem Snaptun og Endelave, hvorfor det ikke vil være nødvendigt at leje en ekstra færge i perioden. Endelavitterne vil derfor ikke opleve en reduceret service i perioden ligesom leverancen ikke er tidsfølsom på samme måde som ved retrofit-versionen. Efter endt indkøring vil den eksisterende færge blive solgt til videre drift et andet sted. Skibsbroker Björn Bratten fra Bratten Shipping i Norge vurderer, at en færge af denne karakter vil kunne indbringe 8-10 mio. kr., men medgiver dog samtidig, at markedet for brugte færges er presset, og at der derfor kan være tale om en langsommelig salgsproces.

Driftsomkostningerne for den nye færge forventes at ligge lidt under det, der vil gøre sig gældende for den beskrevne retrofit-løsning, idet færgen er ny og samtidig er bygget til elektrisk drift og derved har et minimalt antal af dele der skal serviceres. Herudover kan hovedparten af fejlfinding foretages via skibets styresystem.

Med udgangspunkt i ovenstående er investerings og driftsudgifterne for en ny færge på samlet i Tabel 4:

Investeringer		Driftsomkostninger	
Færgepris	73.190.000 kr.	Energiforbrug (kWh)	904.456 kWh
Batteri	9.500.000 kr.	Energiforbrug (kr.)	1.356.684 kr.
Batterilevetid	12 år	Serviceomkostninger	100.000 kr.
Ladeinfrastruktur	7.250.000 kr.		
Salg af eksisterende færge	9.000.000 kr.		
Total	80.940.000 kr.	Total pr. år	1.456.684 kr.

Tabel 4 - Udgifter forbundet med en ny elektrisk færge til overfarten

Opladnings og batteriscenarier

Batteriets størrelse er en helt central parameter for de økonomiske beregninger for elektrificeringen, og denne afhænger primært af det energibehov der er for at sejle færgen, og frekvensen hvormed der kan lades. Det er et kompliceret puslespil som samtidig skal forholde sig til batteriets levetid, kapacitet på el-nettet i forhold til opladning samt de økonomiske udskrivninger til både batteri og lader.

Ud fra de identificerede aspekter ovenfor er der blevet udarbejdet 6 forskellige scenarier, som er blevet vurderet op mod begge færgeløsninger¹⁴. En central parameter i denne forbindelse har været den tilgængelige netkapacitet i et worst case scenarie, hvor maksimalt 318 kW vil være tilgængelig. Dette har været med til at begrænse mulighederne for at definere scenarierne, ligesom ønsket om at minimere vægten af batterierne har talt for at lave en løsning med flere opladninger i løbet af dagen.

¹³ Prisoverslag fra Danish Yacht er at finde i bilag 5

¹⁴ En dybere gennemgang af scenarierne er at finde i bilag 6

Med en samlet tid i havn på Endelave på 15 timer på de dage med 4 overfarter, sætter dette ligeledes en begrænsning på hvor meget der kan lades på en sådan dag. Der er derfor udvalgt et scenarie, som bevirker at færgen har kapacitet til at klare 2½ overfart på et fuldt opladet batteri, men efter 1½ overfart tilbringes 1 time i havnen på Snaptun, hvorved batteriet lades helt op til de sidste 2½ overfart. Dette bevirker, at batteriet næsten kan halveres i størrelse sammenlignet med et batteri til fuld drift, uden at det påvirker levetiden. Det kræver dog opstilling af en lader i begge havneanlæg, hvilket omvendt kan være med til at give sikkerhed for at færgen altid kan lades lidt ekstra, hvis det skulle være nødvendigt. Det kræver dog en villighed til at ændre moderat i sejlplanen på de dage med 3 og 4 afgang. De økonomiske nøgletal for løsningen er opsummeret i Tabel 5.

Fra overfartslederen er det blevet nævnt, at dette ligeledes vil betyde yderligere lønomkostninger. Dette er dog ikke blevet bekræftet fra centralt hold i kommunen.

	Kompositfærge	Retrofitløsning
Batteristørrelse	2,5 MWh	6 MWh
Batteripris	LiFePO4 – 9-10 mio. kr. (35 T)	LiFePO4 – 22-24 mio. kr. (85 T) LiPol – 60-70 mio. kr. (60 T)
Cykler pr. år	730	730
Batterilevetid	12 år	12 år
Lader størrelse	Endelave: 250 kW Snaptun: 1000 kW	Endelave: 520 kW Snaptun: 2,5 MW
Lader pris	Endelave: 2.400.000 kr. Snaptun: 4.850.000 kr.	Endelave: 4.850.000 kr. Snaptun: 7.300.000 kr.

Tabel 5 - Udgifter til batteri og lader til begge færgeløsninger

Økonomi

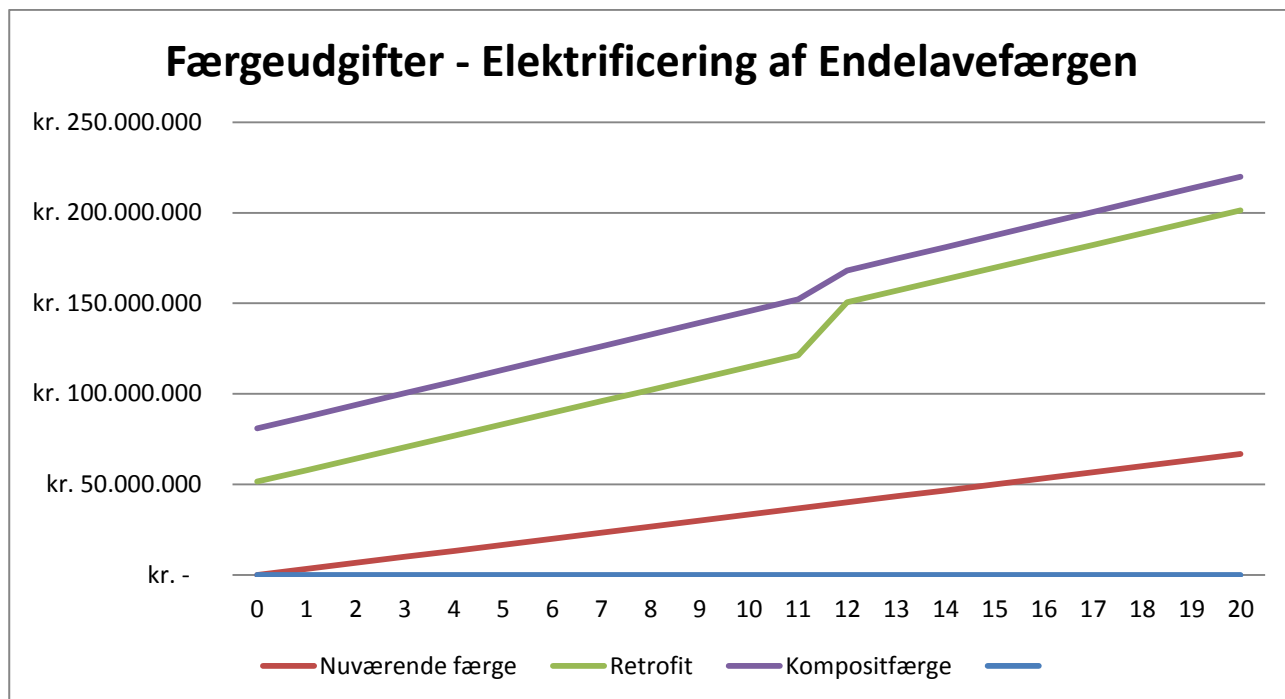
Med udgangspunkt i ovenstående analyse, er de respektive data blevet samlet i et regneark, og der er gennemført beregninger af de samlede udgifter over en 20-årig periode for de to definerede løsninger samt for den eksisterende færge. Der er i de udførte beregninger ikke taget forbehold for inflation idet alle beregninger dækker over den samme periode. Der er regnet med en finansiering af skib og batteri på 2% rente, hvor batteriet afbetales over dets levetid mens færgen afbetales over 25 år. De økonomiske konsekvenser er samlet i Tabel 6 og Figur 4.

	Eksisterende færge	Retrofitløsning	Kompositfærge
Total investering ¹⁵	0 kr.	74.560.000 kr.	90.440.000 kr.
Årlige omkostninger ¹⁶	3.340.000 kr.	2.700.816 kr.	1.456.684 kr.
Renteudgifter p.a.	0 kr.	3.637.726 kr.	5.018.488 kr.

Tabel 6 - Opsummering af udgifter for de 3 scenarier

¹⁵ Inkluderer værftsomkostninger, evt. skibsleje, batterier over 20 år samt indtægt ved skibssalg

¹⁶ Inkluderer energiforbrug og service



Figur 4 - Periodiserede udgifter til elektrificering af Endelavefærger

Som det fremgår af graferne skærer udgifterne til den nuværende færge på intet tidspunkt i de 20 år grafen for de samlede udgifter til de to elektriske løsninger. Deraf kan det konkluderes at det ud fra et økonomisk synspunkt ikke vil være rentabelt at investere i en elektrificering af Endelavefærger. Dog er et vigtigt element at holde for øje, at en større del af den samlede prisberegning udgøres af investering i færger samt renter, der påfalder denne investering. Dette betyder at scenariet Kompositfærge bygger på en ny færge mens de to øvrige scenarier bygger videre på den 16-årige eksisterende færge.

På forbrugssiden er der under de givne forudsætninger er en besparelse årligt på ca. 640.000 kr. i driftsudgifter for retrofit-løsningen mens kompositfærgeren kan mønstre en årlig driftsbesparelse på 1,88 mio. kr. Beregningerne vil således være relevante at holde op mod en investering i en ny færge, således investeringerne kan blive sat i et sammenligneligt perspektiv.

Perspektiver

Lettelse af kompositfærge

Det fastlagte design på kompositfærgeren er lavet med udgangspunkt i kendt skibsbyggeri, ligesom det har været en forudsætning, at der ikke skulle ændres på havneanlæg i begge havne. Feedback fra Danish Yacht har været, at der potentielt vil være 60-80 ton at spare på vægt ved mere radikale indgreb så som overflytning af kørerampe fra skibet til havneanlægget, reduktion af kapacitet til lastbiler til 1 samt sænkning af designet ved at sænke salonen. Disse indgreb vil være med til at opnå en sænkning af materialeforbruget, hvilket påvirker produktionsprisen, og samtidig vil vægtbesparelsen sænke behovet for energi til fremdrift, hvilket vil afspejle sig på både batteristørrelsen og det daglige energiforbrug.

Effekten af et yderligere optimeret skibsdesign vil kunne fastlægges ved et yderligere designloop i udviklingsprocessen.

Batteriprisudvikling

På nuværende tidspunkt udvikler batterimarkedet sig hastigt både i form af kapacitetsforøgelse på batterierne og sænkelse af priserne, hvilket betyder at et batteri, som vil skulle installeres om 10 år må forventes at have en betydeligt lavere pris¹⁷. Det er dog ikke muligt at forudse i hvor stort omfang prisen vil falde, hvorfor der i beregningerne er fastsat samme pris for batteripakken i forbindelse med udskiftningerne efter endt levetid.

Flere store analysebureauer herunder McKinsey er således begyndt at sammenholde benzinpriser med batteripriser, og henviser til at der kommer til at ske dramatiske fald i batteripriser frem mod 2020, hvilket kan være med til at fremme optagelsen af el og hybridbiler¹⁸. Denne effekt vil ligeledes kunne afsmittes i andre relaterede brancher som marineindustrien.

Fjernelse af yderligere komponenter

Retrofit-versionen er lavet med udgangspunkt i, at gøre det så let og hurtigt som muligt at ombygge fra den eksisterende dieselløsning til en elektrisk løsning. Det betyder at der ikke er lavet en optimering i forhold til vægtbesparelse og derved sænkelse af energibehovet til fremdrift, som i sidste ende kan overføres til batterikapaciteten. Assens skibsværft har bl.a. påpeget, at en mulighed vil være at tage skorstenen ned, hvilket vil betyde en forholdsmeget stor vægtbesparelse, da 1 kg. i den højde svarer til 6 kg i bunden af skibet. Således vil der være en potentiel signifikant vægtbesparelse at hente ved et sådant indgreb, men det økonomiske omfang er ikke evalueret i denne rapport.

Afgiftslempelse af strøm

Der foregår pt. en debat i Folketinget omkring en lempelse af landstrømsafgiften til EU's minimum på 0,4 øre pr. kWh for særligt at få krydstogtskibe til at omlægge fra deres nuværende brug af dieselgeneratorer til at trække strømmen fra el-nettet og derved fjerne den del af forureningen i havnearealet. Under givne forhold (særligt skibsvægt) vil denne lempelse ligeledes kunne gøres gældende for Endelavefærgen. Denne lempelse vil for færger have en betydelig effekt i de økonomiske beregninger, men der er ikke truffet beslutning om dette endnu. Fra elbiler kendes situationen, hvor strømmen til bilerne kan betragtes som processtrøm, hvis den leveres af en operatør og derved kan der fratrækkes 1 kr. pr kWh i afgifter. Dette vil være betydeligt mere effektivt, hvis det kan overføres til Endelaveoverfarten, hvilket muligvis kan gøres ved, at et firma som E.On eller Clever overtager driften af opladestationen.

Opgradering af elektrisk forbindelse til Endelave

Idet Endelave ikke har eget kraftværk er øen primært forsynet via et kabel til fastlandet, som dog suppleres af de tre vindmøller på øen, med en samlet kapacitet på 395 kW og en årlig produktion på 459 MWh. Idet energien fra vindmøllerne er fluktuerende vil der ikke kunne planlægges med denne kapacitet som værende konstant til stede. Den begrænsende faktor er således kablet til fastlandet som har en acceptabel

¹⁷ http://www.technologyreview.com/sites/default/files/legacy/jan11_feature_electric_cars_p61.pdf

¹⁸ http://www.mckinsey.com/insights/energy_resources/materials/battery_technology_charges_ahead

kapacitet på 318 kW¹⁹. Denne værdi har således været afgrænsende for hvor stor en lader, der er regnet med på Endelave.

Der foreligger en alternativ mulighed i form af at købe kapacitet hos NRGi i form af ampere på et givent sted. Denne skal så efterfølgende stilles til rådighed af netselskabet. Dette er en forpligtigelse som påhviler DSO'en som effekt af deres lokale monopol. Prisen for dette vil være 20.000 kr. for de første 25 ampere og efterfølgende ca. 1.400 kr/A. Ved en opsættelse af en 500 kW lader på øen tilkoblet 380 V nettet, vil det betyde en ekstra engangsinvestering på ca. 1,83 mio. kr. I praksis vil dette forventeligt have negative konsekvenser i forhold til den samlede pris, da færgen vil kunne afregnes som selvstændig forbruger og således blive underlagt særlige prisforhold som vil kunne afspejle den ekstrainvestering, der vil skulle foretages fra NRGi's side. Grundet kompleksiteten i dette setup er det ikke behandlet i denne rapport.

¹⁹ Kablet kan overbelastes betydeligt, hvilket dog vil medføre store tab, som er forbundet med betydelige økonomiske konsekvenser