

SIEMENS

Ingenuity for life



Elektrificering af Danmarks færgefart

Studie: 7 ud af 10 færger er mere profitable
ved omstilling til el-drift.

[siemens.dk/eferry](https://www.siemens.dk/eferry)

Introduktion



Danmark skal være fri af fossile brændsler inden 2050. Sådan lyder målsætningen blandt et enigt Folketing. Men hvis målsætningen skal lykkes, skal vi ikke alene omlægge drivmidlet i fremtidens transport, vi har også brug for en strategi for optimering af samspillet mellem transportsektoren og energisektoren. Dette studie analyserer mulighederne inden for Danmarks færgefart.

I 2015 blev verdens første elektriske bilfærgesat i drift i Norge under navnet Ampere. Efter halvandet år i drift beviser Amperes teknologi, at der kun er vindere i denne

historie: Rederiet har fået en billigere færgefart, miljøbelastningen er minimeret, og passagererne har oplevet en øget komfort ved overfart.

I Danmark er der i dag 42 indenrigsruter langs de danske kyster, som bliver opereret af 52 færges. Flere danske rederier har taget de første skridt i retning af en grønnere færgefart, men der ligger stadig et stort potentiale i at erstatte traditionel diesel-fremdrift med elektrisk drift. Spørgsmålet er; *hvor mange af disse færges ville drives billigere, hvis de var el-færges?*



For at besvare spørgsmålet har vi analyseret el-færgen Ampere, der med sine mange tusinde timer i drift giver værdifulde indsigter til at beregne elektrificeringspotentialer af Danmarks færgesektor. Og konklusionen er klar: **7 ud af 10 færgesektorer er mere profitable som elektriske færgesektorer.**

Elektrificering er en forudsætning for Danmarks grønne omstilling. Og med Danmarks stigende produktion af elektricitet fra vindmøller er der mulighed for at opnå betydelige økonomiske såvel som miljømæssige gevinster. Men det kræver en beslutning om at satse på elektrificeringen.

Dette studie har til formål at bidrage konstruktivt til debatten. Vi håber, at konklusionerne indgyder til en yderligere satsning på miljøvenlige, integrerede løsninger i den maritime sektor og i den danske transportsektor generelt.

Oktober 2016.

Analysens omfang



Dette mulighedsstudie tager udgangspunkt i Danmarks kystnære passagerfærger, der dagligt transporterer indbyggere og besøgende rundt i landet. Det omfatter 52 færger, som sejler på 42 forskellige indenrigsruter. Studiet analyserer muligheden for at udskifte Danmarks traditionelle dieselfærger med nye elektriske færger, der både er grønnere og samtidig kan være en bedre forretning økonomisk set.

En tredjedel af disse færger er bygget før 1980, og den ældste dateres helt tilbage til 1930. Det betyder, at beslutningen om en udskiftning således venter i en nær fremtid.

Velvidende at ikke alle færger skal og bør udskiftes i morgen, så analyserer vi potentialet ved at udskifte dem i år nul for at tage et så langsigtet perspektiv som muligt.

Færger, der sejler på brændstof, vil aldrig blive miljøvenlige. Hvis vi skal nå Danmarks klimapolitiske målsætninger om at være uafhængige af fossile brændsler inden 2050, skal vi omlægge til et emissionsneutralt drivmiddel som elektricitet.

Følgende parametre undersøges:

Færgedrift

På hvilke færgeruter er det teknologisk muligt at erstatte traditionelle dieselfærger med el-færger?

Økonomi

Hvad er det økonomiske potentiale ved el-færger?

Miljø

Hvad er de miljømæssige gevinster ved el-færger?

Potentialet ved ren, elektrisk drift

Med et stigende antal tiltag med fokus på elektrificering og grøn omstilling, ser vi nu, at det teknologisk er fuldt ud muligt at udskifte dieselmotorerne med batteridrevne el-motorer.

Egnede og profitable ruter

30 færgeruter er mere profitable med batteridrift

Agersø – Stignæs

Agger – Thyborøn

Askø – Bandholm

Assens – Baagø

Ballebro – Hardeshøj

Barsø – Barsø Landing

Branden – Fur

Bøjden – Fynshav

Egense – Hals

Endelave – Snaptun

Esbjerg – Fanø

Fejø – Kragenæs

Femø – Kragenæs

Fåborg – Avernakø – Lyø – Fåborg

Hjarnø – Snaptun

Holbæk – Orø

Hou – Sælvig

Hundested – Rørvig

Hvalpsund – Sundsøre

Kleppen – Venø

Mellerup – Voer

Mors – Thy

Omø – Stignæs

Rudkøbing – Strynø

Sejerø – Havnsø

Spodsbjerg – Tårn

Svendborg – Skarø – Drejø

Svendborg – Ærøskøbing

Udbyhøj Nord – Udbyhøj Syd

Aarø – Aarøsund

Den danske færgesfart har i mange år haft tradition for at være drevet af dieselmotorer, hvor der benyttes marinegasolie eller den mere forurenende heavy fuel oil. Men med et stigende antal tiltag med fokus på elektrificering og grøn omstilling, ser vi nu, at det teknologisk er fuldt ud muligt at udskifte dieselmotorerne med batteridrevne el-motorer.

De fleste færger i Danmark opererer i dag på relativt korte strækninger og med et energiforbrug på mindre end 2.000 kWh per tur. De har derfor en operationsprofil, som gør dem egnede til elektrisk drift.

En batteriløsning til elektrisk drift er aktuel for færgeruter med et højt antal ture, fordi besparelserne i driftsomkostningerne bliver så store, at de kan dække investeringsomkostningerne – og endda overstige dem.

På lange strækninger har færgerne behov for batterier med større kapacitet, hvilket stiller større krav til opladningen i havnelejet. For lange ruter er det derfor oftest mere økonomisk og miljømæssigt indbringende med en hybridløsning, dvs. en kombination af batterier og diesel- eller gaselektrisk fremdrift. Dermed bliver det muligt for forbrændingsmotorerne altid at operere i deres optimale driftspunkt.

Yderligere 5 færgeruter er profitable ved PSO-udfasning

Bogø – Stubbekøbing

Christiansø – Gudhjem

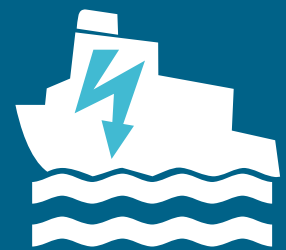
Nekselø – Havnsø

Søby – Fynshav

Søby – Fåborg

Elektrisk drift

I Danmark er der 52 dieselfærger, der sejler på 42 kystnære indenrigsruter, med et energiforbrug på mindre end 2.000 kWh per tur og en overfartstid på mindre end 60 minutter. Dette er en operationsprofil, der med nuværende teknologi kan gøre det profitabelt med elektrisk drift.

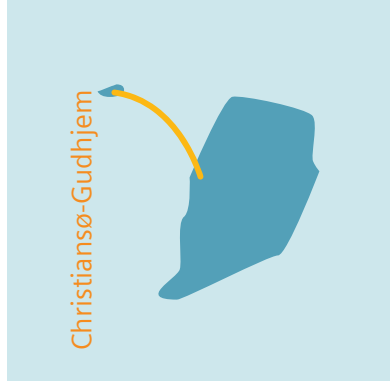
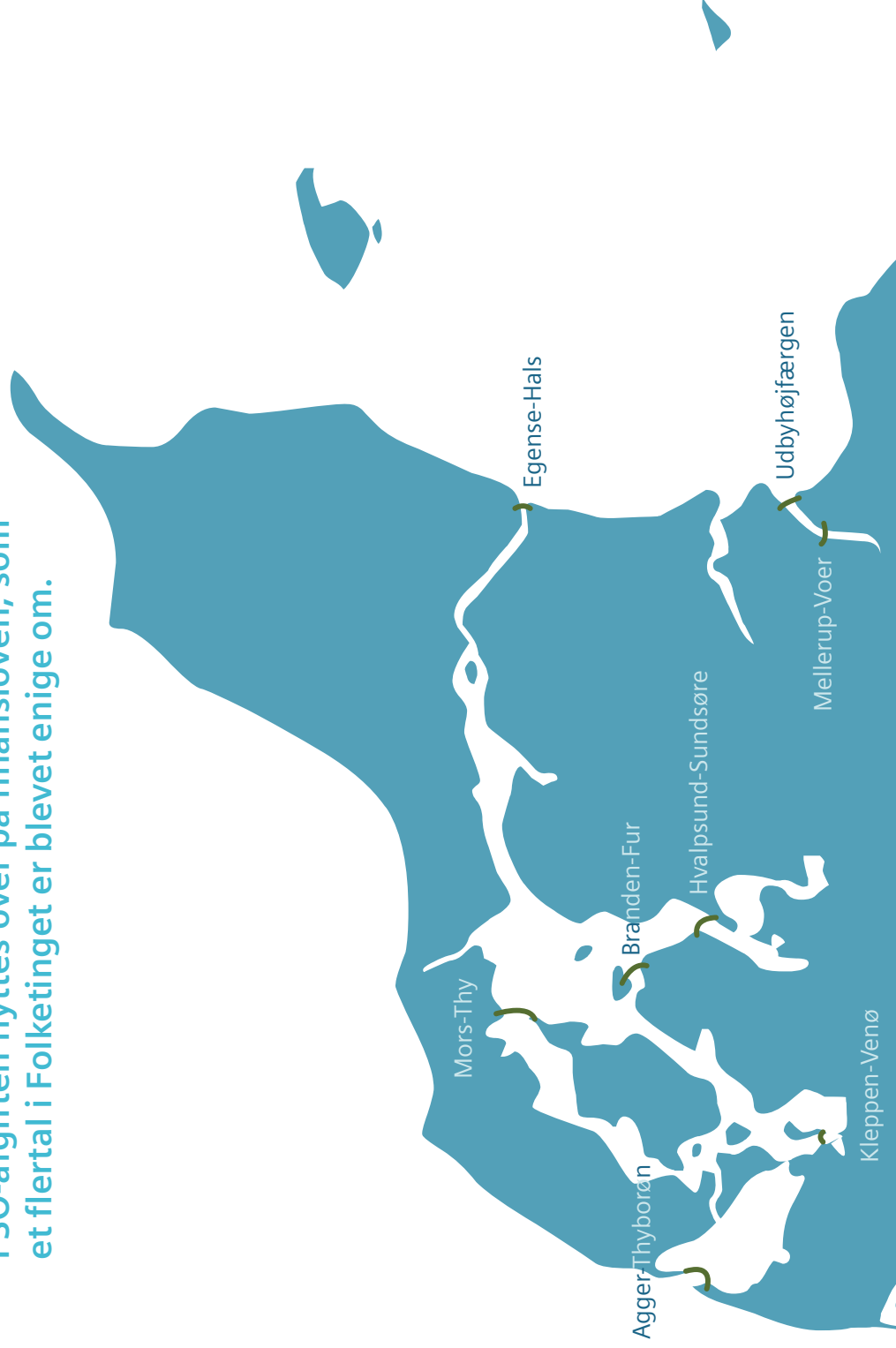


Egnede og profitable færgeruter i Danmark

- Profitable el-færger med PSO
- Profitable el-færger uden PSO

30 af Danmarks færgeruter er mere profitable i batteridrift sammenlignet med dieseldrift.

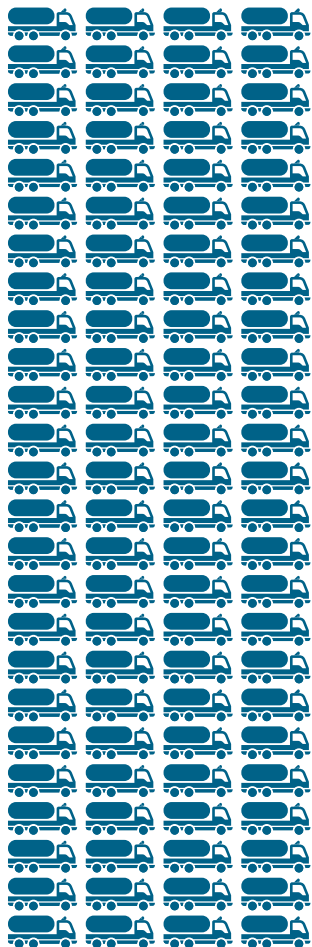
Yderligere 5 færgeruter bliver profitable, når PSO-afgiften flyttes over på finansloven, som et flertal i Folketinget er blevet enige om.





Elektrificeringen betyder, at der spares 19.000 ton brændstof om året. Det betyder desuden, at havnebyerne vil slippe for ca. 1.000 tankbiler, der kører til og fra havnene med brændstof til færgerne.

Klimapotentialt: 50.000 tons CO₂ sparet per år



Elektrificeringen af Danmarks 52 kystnære diesel-færger vil resultere i CO₂-besparelser på 50.000 ton per år.

Færger, der sejler på brændstof, vil aldrig blive miljøvenlige. De vil altid udlede betydelige mængder CO₂ til skade for klima og miljø. Analysen viser, at de nuværende færger samlet kan reducere deres CO₂-udledning med 50.000 ton per år.

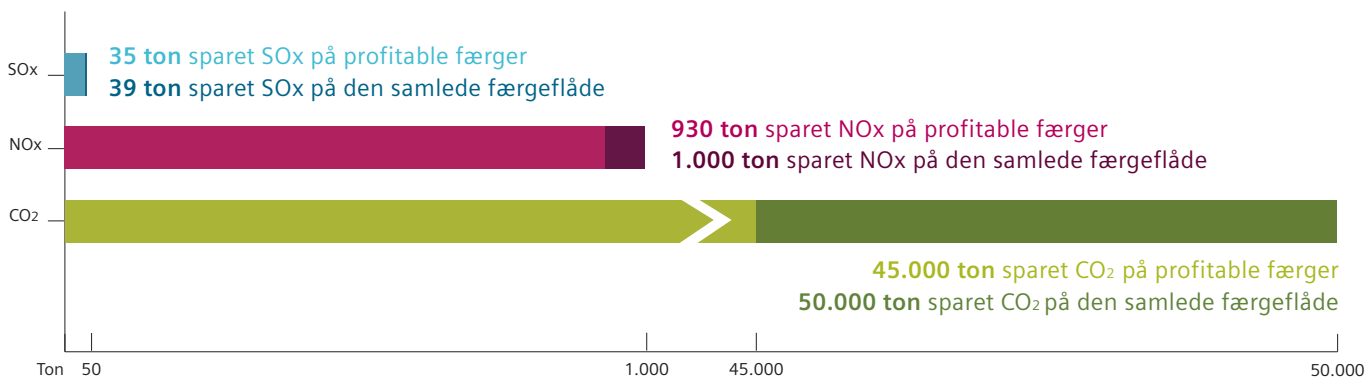
Men færgernes brændstof udleder ikke kun CO₂. Det er også en alvorlig kilde til luftforurening, da store mængder af sundhedsskadelige stoffer som svovloxid (SO_x) og nitrogenoxid (NO_x) samt partikler udledes ved forbrænding.

Luftforureningen belaster verdenshavene, søer og skove kraftigt og anses også for at være skyld i bl.a. lungekræft og astma.

For at beregne det fulde potentiale ved elektrificeringens miljømæssige gevinster tager studiet udgangspunkt i omlægningen af alle 52 færger. Ved at sammenligne de nuværende dieselfærger med et tilsvarende antal elektriske færger, har vi beregnet det miljømæssige potentiale.



Årlige miljøgevinster ved elektrificeringen:





Et renere arbejdsmiljø ombord

Ved omlægning til fuldt elektrisk drift opnås ikke kun en miljømæssig gevinst; også medarbejdere og passagerer vil nyde godt af de elektriske færges.

Først og fremmest vil el-færges resultere i et bedre miljø ombord, da det ikke længere vil være nødvendigt at have brændstof såvel som store mængder af diverse smøreolier ombord. Lugtgener fra varme maskinrum vil helt fjernes, og luften ombord vil ikke længere blive påvirket af farlige stoffer og partikler fra motorers forbrændingsproces.

Det krævende vedligeholdelsesarbejde af forbrændingsmotorer og disses hjælpesystemer, såsom brændstofcentrifuger og brændstofpumper, kan helt fjernes fra besætningens arbejdsopgaver, og den samlede mængde af vedligeholdelse reduceres betragteligt.

Da der ikke længere vil være behov for fossile brændsler vil besætningens arbejde i forbindelse med tankning reduceres. Som en ekstra gevinst vil det også medføre færre gener fra tung lastbiltrafik i havneområderne samt fjerne CO₂-udledningen fra de nu unødvendige tankbiler.

Medarbejdere og passagererne vil opleve et øget komfortniveau, når el-færgen støjsvagt sejler langs de danske kyster med væsentlig færre vibrationer og rystelser ombord.

Profitabiliteten: 81 millioner kroner sparet i drift per år

7 ud af 10 af Danmarks kystnære færgeruter er mere profitable som el-færges. Rederierne kan samlet opnå operationelle besparelser på 81 millioner kroner om året ved at udskifte dieselfærges med el-færges.

Nødvendige merinvesteringer

39 ud af 52 færges er mere profitable ved en omlægning til elektrisk drift. En sådan omlægning kræver investeringer på ca. 420 millioner kroner mere end investeringer i et tilsvarende antal traditionelle dieselfærges. Meromkostningerne er dog hurtigt tjent hjem igen som følge af el-færges operationelle besparelser.

Investeringerne beror i høj grad på at bygge nye færges i aluminium, som er et materiale, der gør færges lettere og dermed sænker færges energibehov. Derudover indgår følgende i beregningerne:

- Prisen på nye batterier
- Omkostningerne ved at udbygge det eksisterende el-net lokalt til havnelejet
- Transformeromkostningerne ved at bygge opladningsstationer i havnelejet.

Operationelle besparelser

Ved ren, elektrisk drift får færgen dækket hele sit energiforbrug af elektricitet fra batterierne. Da batteridrevne aluminiumsfærges har et lavere energiforbrug end traditionelle dieselfærges, opnås store besparelser i omkostningerne til færges fremdrift. Og dette er vel at mærke i en situation, hvor prisen på fossile brændsles er historisk lave. Prisen på elektricitet er derimod præget af højere stabilitetsgrad.

Udskiftningen fra dieselmotorer til elektriske motorer medvirker også til, at vedligeholdelsesomkostningerne i maskinrummet reduceres kraftigt, og der vil være mindre behov for vedligehold af maskinrummet og service-tjek.

Omlægningen til elektrisk drift af de 39 færges giver følgende afkast:

- Drift- og vedligeholdelsesomkostningerne reduceres med 81 millioner kroner per år
- Brændstofforbruget reduceres fra 19.000 tons om året til 0.

Samlet afkast på 35 millioner kroner per år

Sammenholdes de nødvendige merinvesteringer med de operationelle besparelser, overgår besparelserne omkostningerne. Baseret på studiets 10-årige analyseperiode vil elektrificeringen således give et netto-afkast på 35 millioner kroner om året.



Øget attraktivitet ved PSO-udfasning

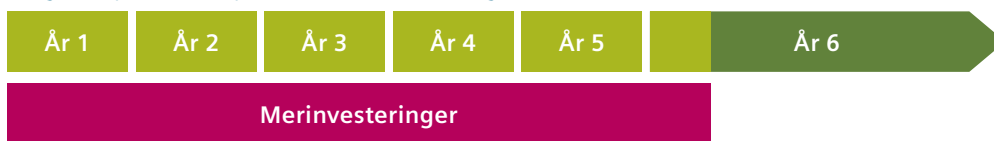
Den samlede pris på elektricitet består af tre dele: Prisen på rå markeds-el, distributions-tariffer samt offentlige serviceforpligtelser i form af PSO-afgiften. I analysens beregninger af profitabiliteten ved at omlægge fra diesel- til batteridrift indgår den omdiskuterede PSO-afgift, der for årets 4. kvartal er fastsat til 22,1 øre/kWh.

Da et flertal i Folketinget er blevet enige om helt eller delvist at flytte PSO'en væk fra el-regningen og over på finansloven, ned-

bringes el-færgernes driftsomkostninger, hvilket øger den økonomiske attraktivitet af investeringen. Ved en PSO-udfasning vil endnu flere danske færges således blive rentable ved omlægning til elektrisk drift.

Her viser studiets beregninger, at hele 80 % af Danmarks kystnære færges vil være mere rentable som elektrisk drevne. En fritagelse af PSO'en vil dermed resultere i, at de operationelle besparelser løber op i 91 millioner kroner om året, og afkastet øges til hele 45 millioner kroner om året.

Årlige besparelser i operationelle omkostninger



Totale merinvesteringer

Efter 5½ år vil de operationelle besparelser overgå omkostningerne ved elektrificeringen. Det er vel at mærke med en el-pris, hvor PSO-afgiften endnu ikke er udfaset.



Verdens første elektriske bilfærge allerede i drift – og flere på vej

Med investeringer i elektriske bilfærger i Norge og Finland er Skandinavien den første region i verden til i stigende grad at satse på rene og miljøvenlige batteridrevne færger.



I Norge har verdens første fuldelektriske bilfærge været i drift siden marts 2015. Installeret med batterier fremfor dieselmotorer har færgen Ampere nu sejlet frem og tilbage over Sognefjorden i en afstand, der svarer til mere end 1,5 gange rundt om jorden.

Mens passagererne stiger af og på færgen, bliver batterierne hurtigt opladet i havnen af elektricitet fra vedvarende energi. Det betyder, at færgen er CO₂-neutral, og at ca. en million liter diesel bliver overflødig hvert eneste år.

I kølvandet på Amperes succes har Siemens modtaget yderligere tre ordrer på el-færger i henholdsvis Finland og Norge. Samtidig bakkes den miljøvenlige løsning nu op fra politisk hold, hvor det norske Storting har bedt regeringen om at iværksætte tiltag, der sikrer, at alle nye færger benytter emissionsneutrale teknologier.

Det gør Skandinavien til verdenspioner inden for satsning på batteridrevne og miljøvenlige teknologier i den maritime transportsektor.

Dataindsamling og metode

Til evaluering af potentialet ved elektriske færges er reelle driftserfaringer fra Amperes batteriteknologi blevet brugt som udgangspunkt for analysen af de danske strækninger.

For at kunne evaluere potentialet ved elektriske færges har der været brug for viden om de eksisterende danske færges. Information om færgernes sejlplaner, installeret effekt, hoveddimensioner, operationsprofil og hastighed er indsamlet via Dansk Skibsregister, Danmarks Statistisk samt ved dialog med de enkelte rederier. Baseret på disse informationer har vi beregnet færgernes energibehov i form af dieselforbrug.

For at beregne potentielle gevinster ved elektrificeringen har vi taget udgangspunkt i reelle erfaringer fra en el-færge i drift: Ampere.

Erfaringerne fra Amperes batteriteknologi er blevet brugt som grundlag til beregning af omkostninger og besparelser for færgeruten, hvilket vi har skaleret ud på de danske strækninger. Da der kan være store variationer mellem færgerne, er beregningerne estimeret, og de skal derfor ikke betragtes som absolutte. I studiet har vi ekskluderet internationale ruter og lange hurtigruter, hvor hastighedskravet afviger fra betingelserne i vores analysemodel.

Studiets økonomiske analyse vurderer profitabiliteten ved elektriske færges. Det gør vi ved at sammenligne omkostningerne og besparelserne ved hhv. en dieselfærge og el-færge.

Følgende parametre er medregnet i den økonomiske analyse:

- Investeringssomkostninger: Nye aluminiumsfærges, batterier, etablering af landtilslutning i havneleje, udbygning af el-nettet.
- Operationelle omkostninger
- Vedligeholdelsesomkostninger

I beregningen af merinvesteringerne har vi taget udgangspunkt i, at alle nye el-færges bliver bygget i aluminium, da det lette materiale reducerer færgens energibehov.

Disse omkostninger er medregnet i studiets konklusion. På tilsvarende vis reducerer det også mængden af energi, der skal trækkes fra det nationale distributionsnet under hurtigoplading, hvilket giver operationelle besparelser.

En forudsætning for færgernes rene, elektriske fremdrivning er, at der er adgang til den fornødne mængde energi til opladning i havnen. Gennem dialog med energiselskaberne er der indhentet data om distributionsnettet ved alle havnene. Herfra har vi beregnet, hvor langt el-nettet skal udbygges, for at færgerne kan hurtigoplades i havnen. Velvidende at færgernes har forskellige energibehov, har vi i beregningen af merinvesteringerne inkluderet en estimering af, hvad det vil koste at trække kabler på minimum 10 kV til færgens færgeleje.

Beregningerne viser, at hvis færgerne elektrificeres, vil de have et årligt energibehov på 45 GWh. Det udgør 0,3 % af Danmarks el-produktion fra vindmøller i 2015 – eller hvad der nemt kan dækkes af energiproduktionen fra 2 nye 7 MW vindmøller på en fornuftig vindplacering, som fx Nordsøen.

I analysen har vi brugt en inflationsjusteret diskonteringsrente på 7,1 %. Analysen antager, at alle investeringerne foretages i år nul og bliver fordelt over analyseperioden. Eftersom færgen og el-nettets levetid skønnes at være henholdsvis 30 og 40 år, justeres investeringsomkostningerne med scrapværdierne i analyseperiodens udgang.

Konklusion

Studiets hovedkonklusion er, at det i dag er mere profitabelt at udskifte 7 ud af 10 af Danmarks kystnære færger med grønne el-færger.

Ud fra beregningerne kan vi konkludere, at 39 ud af 52 af Danmarks kystnære færger – opererende på 30 forskellige ruter – er mere profitable i batteridrift på deres respektive ruter sammenlignet med diesel-drift. Faktisk vil den grønne omlægning give rederierne et afkast på samlet 35 millioner kroner om året. Forklaringen ligger i, at de operationelle besparelser ved el-færger er så

høje, at de overgår udgifterne til de nødvendige merinvesteringer.

Lykkedes Danmark med at elektrificere disse færger, vil de miljømæssige gevinster ikke være til at tage fejl af. Studiet viser, at potentialet for at reducere færgernes CO₂-udledning løber op i 50.000 ton om året. Samtidig vil udskiftningen næsten



eliminere luftforureningen fra NOx og SOx over de kystnære by- og naturområder til gavn for miljø og beboere.

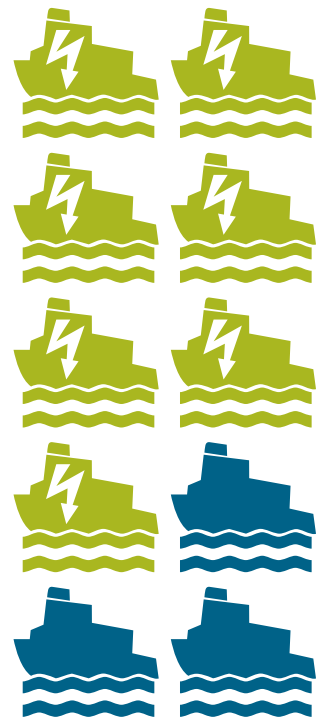
Ved omstillingen til el vil færgerne have et årligt energibehov på 45 GWh, hvilket kan dækkes af energiproduktionen fra blot to 7 MW vindmøller på en fornuftig vindplacering, som fx Nordsøen. Det vil ikke alene spare 19.000 tons brændstof om året, men det illustrerer også, hvordan energi- og transportsektoren fremover kan spille sammen via elektrificering i takt med udbygningen af vedvarende energikilder.

Flere nordiske lande har allerede fået øjnene op for de økonomiske og miljømæssige

gevinster, og fuldt elektriske færges er i drift i både Norge, Sverige og snart også i Finland. Det er på tide, at vi også i Danmark får udnyttet teknologierne, så vi for alvor kommer i gang med omstillingen til el i den maritime transportsektor. Hvis vi skal nå Danmarks klimapolitiske målsætning om at blive fossilfri inden 2050, er der behov for at optimere samspillet mellem energiforsyning og energianvendelse. Her bærer el-færgerne et uudnyttet, realistisk potentiale, der økonomisk hænger sammen.



7 ud af 10 færges er mere profitable ved omstilling til el-drift.



Siemens A/S
Borupvang 9
2750 Ballerup
www.siemens.dk/eferry

