REGION NORDJYLLAND

POTENTIALE FOR EL-FÆRGER I GRØNN JYLLANDSKORRIDOR

NOTAT

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00
FAX +45 56 40 99 99
WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Indledning	2
2	Grundlæggende forudsætninger for færger på eldrift	2
2.1	Energiforsyning af skibene	2
2.2	Tekniske forhold ombord på skibene	3
3	Den teknologisk udvikling på elfærgeområdet	4
4	Potentialet for eldrift mellem Danmark og Norge	5
4.1	Metode til beregning for potentiale	5
5	Konklusion	7
5.1	Opsamling	9

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A298684	1

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
2.0	7. oktober 2025		POS	LKPD	POS

1 Indledning

Som resten af transportsektoren, gennemgår skibsfarten i disse år en markant udvikling inden for den grønne omstilling. Udviklingen drives af de overordnede klimamålsætninger og i f.eks. Danmark indfases der frem til 2030 år en CO_2 afgift som vil gøre fortsat dieseldrift meget dyr. Derfor ser man i disse år en relativ markant bevægelse i retning af eldrift på indenrigsfærgeforbindelser i Danmark.

Der er flere teknologiske løsninger i spil i den grønne omstilling af skibsfarten:

- Grønne brændstoffer (også kaldet e-fuels, PtX baserede brændstoffer mv.) udvikles primært til fragtskibe, som opererer i international fart og med skiftende destinationer. Udbredelsen af grønne brændstoffer i skibsfarten er i en indledende fase og både produktion og infrastruktur er forbundet med store omkostninger.

- Eldrevne skibe anvendes på kortere distance, idet både batteriernes kapacitet og adgangen til lademuligheder er en vigtig faktor for eldriften. Eldrift vinder især frem inden for færgefart, hvor driftsforholdene er velkendte, dvs. færgerne sejler på en fast rute og der er adgang til ladefaciliteter i de havne, hvor færgen anløber.

Samarbejdsprojektet Grønn Jyllandskorridor arbejder for at fremme grønne transportløsninger i et område, som omfatter Sydnorge, Vestsverige og Jylland. Grønn Jyllandskorridor ønsker derfor at undersøge potentialet for eldrift på færgefarten mellem Norge og Danmark.

Dette notat undersøger muligheder for at indføre eldrift på færgefart mellem på to konkrete ruter mellem Norge og Danmark.

Notatet er udarbejdet af COWI for Region Nordjylland i august og september 2025.

Notatet er et øjebliksbillede

Notatet er baseret på tilgængelige oplysninger om skibes energiforbrug, kapacitet og rejsetid. Det skal derfor understreges, at der er tale om analyse af potentialet for el-færger på et overordnet niveau. Det skal desuden bemærkes, udviklingen inden for el-færger og inden for energiinfrastruktur (kapacitet i elnettet), udvikler sig løbende. Resultaterne i dette notat er derfor udtryk for et øjebliksbillede.

2 Grundlæggende forudsætninger for færger på eldrift

Eldrift af skibe er forbundet med en række tekniske muligheder og begrænsninger, som spiller en vigtig rolle for indførelse af eldrift. De vigtigste er kort beskrevet herunder.

2.1 Energiforsyning af skibene

Elforsyning er velkendt teknologi og el er i praksis til stede i alle havne. Elforsyning med stor megawatt-effekt kan dog være en udfordring, idet det stiller store krav til elforsyningen fra især de lokale netselskaber. Desuden stiger efterspørgslen på el fra flere sektorer p.t. I de fleste tilfælde kan mindre færger på korte overfarter dog

tilsluttes elnettet uden større problemer, fordi der er oftest kapacitet nok i nettet på havnen eller nær havnen.

Stor megawatt-effekt stiller krav til lokal elforsyning

Udfordringerne kan opstå, når man indfører eldrift på større færgeruter, dvs. på længere strækninger og med større færger. Udfordringerne på energiforsyningssiden opstår først og fremmest, fordi energiefterspørgslen vil stige markant, når både skibenes størrelse og strækningen øges markant.

Færgeselskabet Molslinjen planlægger at indføre eldrift på deres rute over Kattegat, dvs. mellem Aarhus i Jylland og Sjællands Odde på Sjælland[1]. Der er tale om ekspresfærger med høj hastighed, relativ stor kapacitet og på en relativ lang strækning. I de 30 minutter færgerne er i havn, skal de lade med 55 MW i de ca. 30 minutter færgen er i havn, inden næste tur. Det stiller meget store krav til den lokale elforsyning og i mange havne vil det være en stor udfordring af levere el med så stor effekt.

Udbygning af el-infrastruktur er dyrt

Løsningen på den store efterspørgsel på el vil ofte være en kombination af udbygning af infrastrukturen, dvs. at der etableres en kraftigere kabelforbindelse til det lokale forsyningsselskab (distributionsnettet) eller eventuelt til det mere overordnede elnet (transmissionsnettet). Løsningen med anlæggelse af stærkere kabelforbindelser er dog omkostningstung, fordi det kræver nedgravning af kabler på lange afstande (og eventuelt gennem byområder) og fordi der vil være behov for at etablere transformatorstationer, som omdanner spændingsniveauet fra elnettet til det spændingsniveau, som ladeanlægget i havnen skal anvende.

BESS anlæg (battery energy storage system)

En anden (eller supplerende) løsning kan være at etablere en batteriløsning, et såkaldt BESS-anlæg (battery energy storage system). BESS-anlægget fungerer som et bufferlager og opsamler typisk overskydende strøm fra solceller eller vindmøller på tidspunkter, hvor strømmen ikke afsættes til andre forbrugere.

Til en færgeløsning vil BESS-anlægget lade strøm fra elnettet – eventuelt fra en lokale solcellepark eller nærtliggende vindmøller - til et stort batteri, når færgen ikke er i havn. Når færgen igen er i havn, vil batteriet kunne afsætte strøm til skibet. BESS-anlægget kan reducere behovet for at lægge nye kabler til det overordnede elnet og er en løsning til f.eks. el-færger, som efterspørger stor kapacitet i kort tid. Det kræver dog stadig, at der er adgang til (vedvarende) energi i stort omfang i nærheden af havnen, men BESS-anlægget kan, så at sige, udjævne efterspørgslen.

2.2 Tekniske forhold ombord på skibene

Eldrift af færger stiller også en række krav og betingelser til skibene, for at eldrift kan blive en realitet.

Batterier er tunge og dyre

Ombord på skibene skal strømmen lagres på batterier. Batterier er tunge og jo mere energi færgerne efterspørger (til lange distancer, større skibe eller høj hastighed), jo tungere bliver batterierne. På Molslinjens kommende el-færger over

[1] https://www.molslinjen.dk/kontakt/presse/pressemeddelelser/22072025-molslinjen-saetter-stroem-til-kaempe-katamaraner-paa-kattegat.

Kattegat, forventes batterierne at veje i alt ca. 200 tons pr. skib. Samtidig er batterier relativt dyre, fordi de består af dyre råstoffer.

Batterier ombord på et skib kan dog også i et vist omfang erstatte den såkaldte ballast (ekstra vægt i form af vandtanke eller beton), som skibe har placeret på bunden af skroget, for at stabilisere skibet under sejlads. Derfor er vægten ikke nødvendigvis et stort problem.

Batterier har de senere år opnået bedre effektivitet, således, at batterierne nu har en højere energitæthed (kan rumme mere energi pr. ton batteri), end tidligere. Hvor meget denne udvikling kan flytte sig de kommende år er meget svært at sige, men der forskes meget i dette område, bl.a. fordi batterier også anvendes til biler, lastbiler, tog og i boligers energiforsyning.

Det må dog forventes, at der fortsat vil være en grænse for, i hvilket omfang el kan forsyne skibsfarten, herunder færger, med energi. På meget lange strækninger med store færger, vil batterierne fortsat være meget tunge og dyre. I disse situationer vil en alternativ bæredygtig energiforsyning formentlig være en form for e-fuel, f.eks. e-metanol.

3 Den teknologisk udvikling på elfærgeområdet

I års erfaring med elfærger

Udviklingen af teknologien inden for el-færger er gået relativt hurtigt de seneste ca. 10 år. Verdens første fuldelektriske færge ”Ampere” gik i drift i 2015 og sejler på en ca. 6 km rute på Sognefjorden mellem Lavik og Oppedal i Norge. Ampere har en kapacitet på 120 biler og 360 passagerer.

I august 2025 er der 107 elektriske bilfærger og passagerbåde i drift, fordelt på 71 forbindelser[2] og Norge regnes for det klart førende land for el-færger.

I Danmark er der p.t. otte el-færger i drift, bl.a. på Helsingør-Helsingborg overfarten, Fanøoverfarten og mellem Søby og Fynshav. I Danmark er færgerne Tycho Brahe og Aurora de største el-færger i drift med plads til 1.250 passagerer og 240 biler. De blev indsat i 2018 og sejler på Helsingør-Helsingborgoverfarten på en strækning på ca. 5 km.

CO_2 afgifter fremmer udbredelse af el-færger i Danmark

Det har hidtil karakteriseret de el-færger som er i drift, at der er tale om relativt små færger, som sejler på korte ruter, ofte på tværs af fjorde til mindre øer mv., men indfasning af en CO_2 afgift de kommende år frem til 2030 betyder, at der sker en markant udvikling i antallet af el-færger på danske ruter i disse år.

El-færgerne kan enten være fuldelektriske, dvs. at elmotoren er den eneste motor ombord eller de kan have en dieselbaseret back-up motor ombord, som kan sikre fremdrift, hvis batterier eller elmotorer svigter. Det sidste gælder f.eks. den nye elfærge Nerthus, som skal sejle mellem Ballen på Samsø og Kalundborg.

[2] https://www.tilnull.no/energi/ferger

4 Potentialet for eldrift mellem Danmark og Norge

For at belyse potentialet for eldrift for færger mellem Danmark og Norge, er to konkrete færgeforbindelser mellem Danmark og Norge undersøgt, med hensyn til potentialet for indførelse af eldrift på disse ruter.

De to ruter skal betragtes som illustrative eksempler på, hvordan og i hvilket omfang at det er muligt at indføre eldrift på disse ruter. De to færgeruter, som er på tale, er færgeruterne Hirtshals-Kristiansand og Hirtshals-Larvik.

I belysningen af potentialerne for eldrift på de to ruter, er der taget afsæt i den nuværende driftssituation. Det vil sige følgende:

- Det antages, at ruterne skal besejles med færger med en kapacitet, svarende til de eksisterende færger, dvs. samme passagerkapacitet og bil-/lastbilkapacitet
- Det antages at antallet af daglige afgange er som i den nuværende situation, med afsæt i antallet af afgange pr. dag i august 2025.
- Det antages at de nuværende overfartstider er som i den nuværende situation.

De to ruter er gennemgået i de næste afsnit.

4.1 Metode til beregning for potentiale

Til beregning af potentialet for el-færger på de to ruter, er der taget udgangspunkt i energiforbruget for de nuværende færger. For forbruget for el-færger er der taget udgangspunkt i Molslinjens kommende elfærge for ruten Aarhus-Sjællands Odde[3].

Data fra kommende færger til Aarhus-Sjællands Odde

For at beregne forbruget for eventuelle el-færger på de to ruter, er der taget udgangspunkt i de nuværende færger og den kommende elfærges størrelse, angivet i lanemeter. Dette bruges til at lave en omregningsfaktor, så energiforbruget tilpasses størrelsen på de nuværende færger. Dertil tages der højde for, at Molslinjen sejler med 40 knob, og Colorline sejler med 27 knob. Ved at gøre dette, får vi et timeforbrug på 17 MW/t. Energiforbruget per time er herefter ganget med sejltiden for de to ruter på hhv. 3,25 og 3,75 timer, hvilket giver hhv. 56 og 64 MW.

Til udregning at potentielle miljøfordele, er der taget udgangspunkt i, at der sejles to gange tur/retur per dag alle årets dage[4]. For diesel er det samlede forbrug per år ganget med en emissionsfaktor på 3,53 kg CO2e/l, som inkluderer opstrømsemissioner[5]. For el-færgerne er der taget udgangspunkt i gennemsnitsemissionsfaktoren for det danske elmiks fra årene 2030-2054, da en levetid på 25 år antages. Til dette benyttes emissionsfaktorerne fra Energistyrelsen[6], som er fremskrevet frem til og med 2035. Fra 2036 og frem anvendes samme emissionsfaktor som i 2035.

[3] 22.07.2025 Molslinjen sætter strøm til kæmpe-katamaraner på Kattegat | MOLSLINJEN
[4] Der er taget udgangspunkt i rejseplanen for d. 16. september 2025.
[5] Emission Factor: Marine diesel oil | Energy | Fuel | European Union | Climatiq
[6] El-emissionsfaktoren (2024-2035), Energistyrelsen 2024.

Dertil er der ganget en omstrømsemissionsfaktor på 1,18 på som følge af metode fra Klimarådet[7]. Til dieselforbruget er der taget udgangspunkt i sammenlignelige data fra Bornholmerfærgen, da data fra Colorline ikke har været muligt at fremskaffe. Forbruget er her sat til 7.375 liter diesel per time[8].

Resultaterne herfor fremgår i Tabel 4-1.

Tabel 4-1 CO2e besparelse ved eldrift.

	Hirtshals-Kristiansand	Hirtshals-Larvik	Samlet
Diesel			
Forbrug tur/retur (L)	47.938	55.313	N/A
Antal ture/år	730	730	N/A
Forbrug/år (1000 L)	34.994	40.378	75.373
Udledning/år (Ton CO2e)	123.530	142.535	266.062
El-færge			
Forbrug tur/retur (MW)	112	129	N/A
Antal ture/år	730	730	N/A
Forbrug/år (MW)	81.567	94.115	175.682
Udledning/år (Ton CO2e)	2.367	2.731	5.097
Besparelse mellem el-færge og diesel			
Udledning/år (Ton CO2e)	121.164	139.804	260.968
%	98 %		

Til beregning for nødvendig ladekapacitet, er der taget udgangspunkt i samme energibehov på hhv. 56 og 64 MW for de to ruter. Dertil er der regnet med hhv. 60 og 55 minutters liggetid inden næste afgang[9].

Den nødvendige ladeeffekt er angivet i Tabel 4-2. Bemærk, at der ved beregning af kravet til ladeeffekt ikke er taget hensyn til anvendt tid til tilkobling af færgen til ladeanlægget. Det antages at tage få minutter et tilslutte en færge, idet ladeanlægget er skræddersyet til færgen.

Tabel 4-2 Effektbehov for ladeanlæg (MW).

	Hirtshals-Kristiansand	Hirtshals-Larvik
Forbrug per tur (MW)	56	64
Liggetid i havn (Min)	60	55
Nødvendig ladeeffekt (teoretisk (MW)	56	71
Nødvendig ladeeffekt (inkl. 10% buffer) (MW)	62	78
Nødvendig ladeeffekt (inkl. 25% buffer) (MW)	70	89

[7] www.energi2020.dk
[8] Superfærger er brændstofslugere
[9] Med udgangspunkt i rejseplanen for d. 16. september 2025.

Som Tabel 4-2 illustrerer, så vil der ved et teoretisk perspektiv skulle bruges et ladeanlæg der kan levere hhv. 56 og 71 MW, alt efter om der er tale ruten til Kristiansand eller Larvik. Tages der i stedet udgangspunkt i at der skal være en buffer på 10 % som Molslinjen vil have til deres kommende færge mellem Aarhus og Odden, så vil kravet til kapacitet være på henholdsvis 62 og 78 MW. Ved en buffer på 25 % vil kravet til kapacitet være på hhv. 70 og 89 MW.

5 Konklusion

På baggrund af undersøgelsen af potentialet for el-færger mellem Hirtshals - Kristiansand og Hirtshals – Larvik, kan der drages en række foreløbige konklusioner.

Krav til ladeeffekt

Baseret på analyse af strækningen på de to færgeforbindelser, så vil det kræve en ladeeffekt på op til henholdsvis 56 og 71 MW ladeeffekt i den periode de er i havn. Denne effekt vil dække det teoretiske behov, som kræves til en overfart. Ved en bufferkapacitet på 10%, vil kravet til ladeeffekt være 62 og 78 MW og ved 25% 70 og 89 MW. Bufferkapaciteten skal sikre sejladsen i dårligt vejr, forebygge imod midlertidige begrænsninger i ladekapaciteten i en af havnene mv.

Krav til skibe og batteri

Der findes i dag ingen færger på markedet med en batterikapacitet som ovenstående. Udviklingen indenfor den allerseneste tid viser dog, at grænserne for eldrift på færger flytter sig markant. Med afsæt i de offentliggjorte informationer om Molslinjens kommende elfærge for ruten Aarhus-Sjællands Odde, må vi anslå, at færger på de to ruter vil skulle udstyres med batterier på mellem ca. 470 til 540 tons[10] til færgeforbindelser mellem henholdsvis Hirtshals - Kristiansand og Hirtshals – Larvik. De sker dog en vis udvikling i batteriteknologien, som betyder at energitætheden i batterierne forøges og vægten dermed falder.

Færgen ”MS Super Speed 1”, som sejler for Color Line mellem Hirtshals og Kristiansand er opgivet til 36.822 bruttoregisterton og 5.431 DWT (skibets lastevne i ton)[11]. Vægten på et batteri vil derfor udgøre mellem 8,5% og 10% af skibets lastevne. Til gengæld sparer skibene vægten af diesel til motorerne. Færgerne anslås at bruge 7.375 liter, svarende til 6,6 tons per time, eller henholdsvis til ca. 20 tons og ca. 25 tons pr. enkelttur på de to ruter. Det vides dog ikke, hvor meget brændstof skibene i dag medbringer, dvs. hvor ofte de bunkrer brændstof.

Energiforsyningen

Elforsyning til el-færger til henholdsvis Hirtshals - Kristiansand og Hirtshals – Larvik vil være en særdeles vigtig faktor for eventuel implementering af el-færgedrift mellem Hirtshals og Kristiansand og Larvik i Norge.

Analysen i afsnit 4 viser, at færgerne til de to overfarter vil kræve mellem 56 – 71 MW effekt og helt op til 70 og 89 MW pr. færge. Det er en meget høj effekt, som stiller meget store krav til forsyningsforholdene. Der er en række forhold, som i

[10] Beregning foretaget ved at anvende samme vægtforhold mellem vægt og batterikapacitet som der er for Molslinjen. Vægten per kWh er herefter ganget med den formodede batterikapacitet som de to ruter fra Hirtshals ville skulle bruge, såfremt der anvendes samme bufferniveau som Molslinjen opererer med.
[11] https://www.colorline-cargo.com/color-line-fleet/fleet-superspeed-1

særlig grad spiller en rolle for vurderingen af muligheden for at forsyne færgerne med el.

- Kapacitetsforhold i transmissionsnettet. Kapacitetsforholdene i det overordnede elnet er afgørende for, at det er muligt udveksle el mellem landsdelene, dvs. mellem områder med storenergiproduktion og områder med stort energibehov.
  - I Nordjylland har Business Region North Denmark analyserede i 2024 kapacitet i transmissionsnettet i Nordjylland[12]. Analysen peger bl.a. på, at der bliver produceret meget el i Vendsyssel, herunder i nærheden af Hirtshals, bl.a. fordi der planlægges etablering af mange solcelleparker og vindmøller i landsdelen. Der er således meget el til rådighed, men kapaciteten i transmissionsnettet til at transportere effekten til forbrugsområder, f.eks. havne, kan være en udfordring.
  - Der har ikke været muligt at få detaljerede oplysninger om den generelle kapacitet i transmissionsnettet i det sydlige Norge. Den norske systemansvarlige for elnettet Statnett peger i en analyse på, at elforbruget stiger i Norge og stiller store krav til både elproduktion og transmissionsnet. Man planlægger dog også en udbygning af nettet de næste årtier[13]. Der har dog været debat i Sydnorge om elforsyningen, bl.a. fordi elpriserne er steget de seneste år. En nærmere afklaring af dette kræver en direkte dialog med Statnett.
- Kapacitetsforhold i distributionsnettet. Kapacitetsforholdene i det lokale distributionsnet på eller nær havnen, dvs. i hvilket omfang at der er ført el-kapacitet helt frem til havnen og havnens færgelejer, spiller også en rolle. Uanset om der er tilstrækkelig el-kapacitet i transmissionsnettet, så må det forventes, at der skal investeres betydeligt i lokal infrastruktur, som kan distribuere el fra lokale transformerstationer til havnen og frem til færgelejet. Disse investeringer skal sandsynligvis afholdes af rederiet og skal koordineres med det lokale netselskab (det lokale elforsyningsselskab).
- Erfaringsmæssigt har havnene kun meget begrænset ekstra kapacitet i deres eget elnet. Når vi taler om effektbehov til skibsfarten på mere end 20 MW (i en situation med delvis elforsyning via et BESS-anlæg) og helt op på mere end 70 MW, så må det forventes at det vil kræve betydelige investeringer i det lokale elnet, for at så stor effekt kan leveres på havnen.
- I de største scenarier vil det sandsynligvis kræve, at der anlægges en særskilt forbindelse til et tilslutningspunkt uden for havnens område, eventuelt med forbindelse til det overordnede transmissionsnet. Det vil være forbrugeren (i dette tilfælde rederiet), som skal afholde omkostninger til en særskilt

[12] https://businessregionnorthdenmark.dk/wp-content/uploads/2024/11/Analyse-af-eltransmissionnettet-i-Nordjylland_Kort_version.pdf
[13] Langsiktig Markedsanalyse Norge, Norden og Europa 2024-2050. https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/lma/langsiktig-markedsanalyse-2024-50.pdf

forbindelse. Afhængig af de lokale forhold, så kan en ny elforbindelse blive meget lang og kostbar.

- Batterier kan udjævne efterspørgsel. Færgernes behov for at lade med stor effekt på kort tid, stiller, som beskrevet, meget store krav til kapacitet i elnettet. Der kan derfor være god grund til at søge at udjævne behovet for el, f.eks. ved at anvende batteriløsninger (BESS). Et stort batteri kan bruge den tid, hvor færgen IKKE er i havn til at lade fra nettet. Hvis færgen er væk fra havnen i 7 timer, så har batteriet f.eks. 7 timer til at oplade 70 MW effekt, før færgen anløber og efterspørger el. Et BESS-anlæg vil stadig efterspørge meget el, men efterspørgslen er fordelt over en længere periode. Batterikapacitet i denne størrelse er dog meget dyre.

- Samtidighed af færgeanløb. Færgernes sejlplaner spiller en stor rolle. Hvis to el-færger er i havn samtidig, så vil de også skulle lade samtidig og dermed stille endnu større krav til elforsyningen. Der kan derfor være grund til at undgå at el-færger er i havn samtidig. Udfordringen er dog, at der vil være afgangstidspunkter, som af markedsmæssige årsager er attraktive, hvorfor fordeling af afgangstidspunkter kan være vanskelig.

5.1 Opsamling

Opsamlende kan følgende konkluderes:

- Der findes i dag ikke elfærger, som sejler på så lange strækninger, som f.eks. Hirtshals – Kristiansand og Hirtshals Larvik. Udviklingen inden for elfærgers batterier udvikler sig dog så hurtigt, at elfærger på disse strækninger ikke er usandsynlige på længere sigt.

- Elfærgers elbehov på disse strækninger vil være meget stort. Det vil stille store krav til både den lokale elforsyning og til transmissionsnettet.

- Det må forventes, at færgeselskabet skal investere i en særskilt elforbindelse mellem deres ladeanlæg i havnen og det offentlige elnet. Hvis den fulde ladeeffekt på op til 70-80 MW skal sikres via nettilslutning, vil det normalt kræve betydelige investeringer i de lokale elnet og/eller tilslutning til transmissionsnettet.

- Det vil være oplagt at kombinere nettilslutning med en BESS-løsning, dels for at reducere behovet for nettilslutning og dels for at kunne balancere elpriserne, dvs. i mindre grad være afhængig af elforsyning, når elpriserne er høj.

- Et BESS-anlæg kan med fordel tilsluttes en lokale vedvarende energiforsyning, f.eks. solceller eller vindmøller på eller nær havnen. Muligheden for at etablere solceller eller vindmøller på eller nær havnen er dog ikke nødvendigvis til stede i alle havne.