



Maj
2024

Anbefalinger til ladeinfrastruktur i Kragenæs Havn – revideret

Udarbejdet af:

Ea Energianalyse
Gammeltorv 8, 6 tv.
1457 København K
www.eaea.dk

Indhold

Baggrund	4
Analyse	5
Ladebehov	5
Batterisystem	6
Elinfrastruktur	8
Nettilslutning	8
Anbefalinger	10
Referencer	12



Foto: Færgesekretariatet

Baggrund

Den 1. november 2021 trådte *Bekendtgørelse om pulje til grøn omstilling af indenrigsfærger* [1] i kraft og gav danske indenrigsfærgeruter mulighed for at søge om tilskud til grøn omstilling af færgerne. I december samme år fik Lolland Kommune tilsagn om støtte fra Grøn Transportpulje til udskiftning af færger Femø Sund.

Lolland Kommunes Byråd godkendte i efteråret 2023 strategien *Fremtidens Færgesfart* [2], som pålægger kommunen at erhverve en ny elfærge til afløsning af Femø Sund. Lolland Kommune undersøger nu mulighederne for at kontrahere med skibstekniske konsulenter om at få bygget en færge uden om Færgesekretariatets standardfærgekoncept.

Formålet med nærværende analyse er at skabe basis for beslutningstagere i forhold til spørgsmålet om nødvendige tiltag i og omkring Kragenæs Havn for at muliggøre driften af den nye elfærge.

Analysen undersøger ladebehov, mulig placering af ladestander og eventuelt batterisystem i Kragenæs Havn. De økonomiske aspekter af en ny nettilslutning anskueliggøres. Til sidst følges analysen op af en række anbefalinger til beslutningsprocesserne samt generelle anbefalinger.

Revideret marts 2025

Analysen fra maj 2024 blev revideret i marts 2025 baseret på nye forventninger til batterikapacitet og ladeeffekt beskrevet i *Notat til Lolland Færgesfart vedrørende el-infrastruktur* udarbejdet af OSK Design.

Derudover er alle priser, som refereres i analysen, blevet gennemgået og opdateret. Det gælder Cerius priser for nettilslutning og tariffer gældende fra 2025 samt overslag på priser på kabler.

På det reviderede grundlag bør ansøgningen til Cerius om nettilslutning opjusteres til 5,0 MW. Det vil øge omkostningerne til nettilslutningen, men kundekategorien er dog uændret - "Erhverv A-lav".

Det skønnes at 10 kV forbindelsen mellem Bønnet station og Kragenæs Havn kan anlægges som 2 parallelle 3-fasede kabler med en leder dimensionen på 95 kvadrat (af typen PEX-S-AL 12 kV, 3x95/25). Det forventes at være en væsentlig billigere løsning end at øge kabeldimensionen fra 240 kvadrat op til næste standard tværsnit på 400 kvadrat.

Anbefalingen til størrelsen på et eventuelt batterisystem er justeret fra 1-2 MW til 1,5-2 MW.



Foto: Visit Lolland-Falster

Analyse

Analysen undersøger ladebehov og mulig placering af lade-stander til den nye elfærge til afløsning af Femøsund. Analysen tager udgangspunkt i den nuværende elinfrastruktur i havnen og de indledende forventninger til den nye færges tekniske specifikationer. Analysen berører også forskellige muligheder for nettilslutning, hensyn til sejlplaner samt fordele og ulemper ved en eventuel tilføjelse af et batterisystem.

Analysen er baseret på informationer fra tilsendte dokumenter samt møder og mailudvekslinger med netselskabet Carius, Hans Otto Kristensen fra HOK Marineconsult ApS og overfartsleder Max Møller Christensen ved Lolland Færgefart. Analysen er revideret i marts 2025 med opdaterede forventninger til batterikapacitet og ladeeffekt baseret på *Notat til Lolland Færgefart vedrørende el-infrastruktur* udarbejdet af OSK Design.

Ladebehov

Det samlede ladebehov er afgørende for såvel dimensionering af ladeinfrastrukturen som projektøkonomien. Hvis det på sigt også ønskes at etablere for eksempel lynladestander til elbiler, som venter på at komme ombord på færgen, vil det være en fordel for den samlede planlægning af havneområdet at gøre netselskabet opmærksom på eventuelle ønsker i god tid. I det følgende beskrives den nye elfærges forventede ladebehov derfor sammen med andre mulige ladebehov i forbindelse med havnen.

Færger

Lolland Færgefart driver de tre færger, som forbinder Lolland med øerne Askø, Fejø og Femø. Færgernes ruter er illustreret på Figur 1 og deres karakteristika er gengivet her [3], [4]:

- M/F Christine fra 2001 besejler overfarten Kragenæs-Fejø og har en kapacitet på 30 personbiler.
- M/F Femøsund fra 1996 benyttes primært på overfarten Kragenæs-Femø, men sejler også til Askø. Færgen har en kapacitet på 18 personbiler.
- M/F Askø fra 1993 sejler i dag på overfarten Bandholm-Askø, men vil i fremtiden skulle sejle fra Kragenæs-Askø. Færgen har en kapacitet på 14 personbiler.

Lolland Færgefart står over for at indkøbe en ny elfærge med en kapacitet på 20 personbiler til afløsning af M/F Femøsund. Fra 2025 forventes det, at den nye færge også dækker besejlingen til Askø og dermed også afløser M/F Askø. På sigt er det også muligt, at M/F Christine ombygges til eldrift, forventeligt i 2028.

Ny elfærge til afløsning af Femøsund

Den nye færge til afløsning af Femøsund vil kunne rumme op til 20 personbiler og kommer til at have en overfartstid på ca. 55 minutter [5]. Den forventede tid i havnen er ca. 15 minutter, hvoraf færgen skal bruge 12 minutter til opladning [6].

Lolland Kommune har fået udarbejdet en analyse, der viser, at den nødvendige batterikapacitet er beregnet til 2.200 kWh ved en sejlhastighed på 10 knob i farvandet mellem Kragens Havn og de pågældende øer [7].

Den samme analyse angiver, at færgen, for at kunne oplade batteriet på de 12 minutter i havnen, forventes at få behov for en ladeeffekt på 5.000 kW efter hver rundtur [7]. En forøgelse af ladetiden fra 12 til 18 minutter vil reducere den nødvendige ladeeffekt til 3.350 kW, idet energiforbruget til ladning fordeles over længere tid [7]. En ladetid på 18 minutter vil kræve, at færgens sejlplaner ændres, så færgen ligger længere tid i havnen.

Sejlplaner nu og i fremtiden

Ved dimensioneringen af ladefaciliteterne er det væsentligt at vide, hvor længe ad gangen færgen er i havn, for at kunne garantere en fuldstændig opladning af batteriet. Fra 2025 forventes det, at den nye elfærge også dækker besejlingen til Askø og derfor skal ladeløsningen også tage højde for de fremtidige sejlplaner. Det er dog forventningen, at færgen i fremtiden vil sejle skiftevis mellem Kragens-Femø og Kragens-Askø, hvorfor tiden i havnen kan forblive uændret [5].

Det ligger uden for denne analyses formål at behandle en fremtidig ombygning af M/F Christine, men det bør undersøges, om begge færger vil få behov for at lade samtidigt i et fremtidigt scenarie, hvor også forbindelsen til Fejø elektrificeres. En sådan undersøgelse kunne også berøre muligheden for at begrænse ladeeffekten ved at tillade færgerne at lade i længere tid ad gangen. Det bør dog prioriteres at sikre et acceptabelt antal afgang til øerne fremfor at begrænse ladeeffekten for enhver pris.

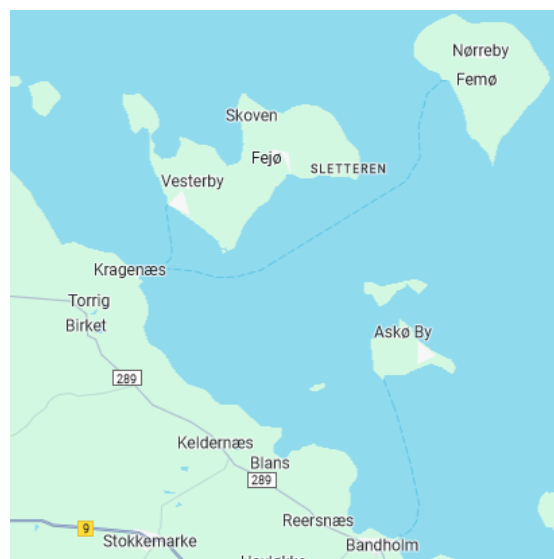
Andre ladebehov i forbindelse med færgerne

I forbindelse med omlægning af færgerne til eldrift, kan det overvejes at kombinere udbygningen med andre typer ladefaciliteter til vejtransport. Ved dimensionering af nettilslutning og kabler anbefales det at tage højde for ladebehov fra kunderne til færgerne.

Elbiler og -motorcykler

Elbiler og -motorcykler har mulighed for at lade ved forskellig hastighed. Hvis der etableres ladestander til lynladning af elbiler og -motorcykler i forbindelse med havnen, vil det give passagererne mulighed for at lade mens de venter på færgen. Med den nuværende ladeteknologi forventes en ladeeffekt på ca. 300 kW pr. bil med batterikapacitet på mellem 100 og 150 kWh. Udviklingen i batteristørrelser og ladeteknologier ændrer sig imidlertid hurtigt, og det kan forventes, at ladeeffekten inden for en overskuelig fremtid kan blive 900 til 1.000 kW pr. ladestander [8], [9], [10]. Det er muligt at implementere en modulær opbygning af ladestander, da

Figur 1: De tre færgeruter drevet af Lolland Færgefart er illustreret med stiplede linjer. Kilde: Google Maps.



ladebehovene, opladestyringen og kommunikationen med biler og motorcykler forudses at ændre sig meget i kommende år [11].

Elbusser og -lastbiler

Hvis der etableres ladestander til lynladning af elbusser og/eller -lastbiler skal der, med den nuværende ladeteknologi, forventes en ladeeffekt på ca. 500 til 700 kW pr. køretøj med en batterikapacitet på 400 til 500 kWh. Udviklingen i batteristørrelser og ladeteknologier ændrer sig hurtigt, og det kan forventes, at behovet inden for en overskuelig fremtid kan blive 1.500 til 2.000 kW pr. ladestander [8], [9], [12], [13]. Det er muligt at implementere en modulær opbygning af ladestander, da ladebehovene, opladestyringen og kommunikationen med busser og lastbiler forudses at ændre sig meget i kommende år [11].

Elcykler

Hvis der etableres ladestik eller ladestander til elcykler med en batterikapacitet på 700 til 800 Wh skal der forventes en ladeeffekt på 1 til 1,5 kW pr. ladestander til opladning af elcykler.

De forskellige typer ladebehov for den nye elfærge og forskellig vejtransport er opsummeret i Tabel 1.

Batterisystem

Batterisystemer finder i stigende grad anvendelse forskellige steder i energisystemet og batteriteknologierne gennemgår i disse år en hastig prisudvikling med faldende

Tabel 1: Vejledende ladeeffekt for forskellige typer transport. Kilder: [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13].

	Den nye elfærge	Elbiler/-motorcykler (pr. lynladestander)	Elbusser/-lastbiler (pr. lynladestander)	Elcykler (pr. ladestander)
Ladeeffekt [kW]	5000	400 - 500	1000 - 1500	1,5



investeringsomkostninger. Investering, drift og vedligehold af et batterisystem rummer både fordele og ulemper, som altid bør afvejes i den konkrete situation. I det følgende vurderes en række fordele og ulemper ved at installere et batterisystem i forbindelsen med elfærgens ladefaciliteter i Kragenæs Havn.

Fordele

Der kan være flere fordele ved at installere et batterisystem i Kragenæs Havn. Det er dog vigtigt at have for øje, at formålet med batterisystemet bør være helt klart for at kunne tage stilling til en egentlig business case. Det er ikke sikkert, at alle fordele kan opnås samtidigt.

Den første mulighed er, at batteriet kan oplades, når elpriser og tariffer er lave, uafhængigt af om færgen er i havn, og på den måde bidrager positivt til driftsøkonomien ved at udglatte omkostningerne til el. Når færgen er nødt til at lade i timer med høje priser, kan færgen helt eller delvist lades via batterisystemet i stedet for elnettet.

Går man skridtet videre og vælger en løsning, hvor batteriet supplerer nettet ved hver eneste opladning af færgen, vil det med den rette dimensionering af batterisystemet være muligt at begrænse nettilslutningens størrelse, hvilket vil give en besparelse på omkostninger til nettilslutning. Denne løsning kræver en højere risikovillighed i forhold til forsynings sikkerhed, i tilfælde af, at færgen ikke kan lades fra elnettet alene, men bliver afhængig af batterisystemet.

Derudover kan et batterisystem give den fordel, at man er mindre påvirket af varierende spænding og kapacitet i forsyningsnettet, hvilket vil bidrage til en øget forsynings sikkerhed for færgedriften.

Alt efter, om det kan indpasses uden konflikt med færgens driftsmønstre, kan et batterisystem muligvis udnyttes til at sælge systemydelser til stabilisering af elnettet i området, eventuelt hen over natten.

Systemydelser dækker over en samling produkter, som Energinet køber for at sikre, at elproduktion og elforbrug er altid lig hinanden. I Energinets scenariereport med forventninger til fremtidens systemydelser fra 2022-2032, har batterisystemer en god mulighed for at levere hurtige frekvensydelser. Rapporten prognosticerer en stor stigning i behovet for hurtige frekvensydelser frem mod 2032 [14].

Ulemper

En egentlig business case for levering systemydelser kan imidlertid være svær at sammensætte, eftersom der endnu ikke findes længerevarende erfaringer med levering af de systemydelser fra batterisystemer, som danner grundlaget for den forventede indtjening.

Der findes endnu ikke mange serviceudbydere som har lang erfaring med drift af større batterisystemer, hvorfor levetiden på batterisystemet kan risikere at blive væsentlig kortere end forventet.

Ønskes det at batteriet skal kunne levere ydelser til elnettet, vil batteriet skulle tilsluttes nettet efter reglerne for elproducenter, hvilket vil kræve et ekstra tilslutningsbidrag.

Øverslag på prisniveauer

Behovet for systemydelser og prisniveauet for ydelserne er fluktuerende og svære at forudsige. De følgende beregninger bør kun anvendes til indledende diskussioner om værdien af etablering af et batterisystem.

Investeringsomkostningerne for et batterisystem ligger i området 5-6 mio. kr./MWh. Skal man for eksempel bruge et 3 MWh batterisystem, hvilket er realistisk for ladebehovet i Kragenæs Havn, ligger investeringsomkostningerne på ca. 15-18 mio. kr.

At etablere et batterisystem af den størrelse kan give en mulig indtjening på op til 2,3 mio. kr./MW/år, baseret på markeds gennemsnittet for systemydelser til transmissionsnettet i perioden 2018 – 2022. Bemærk, at perioden inkluderer 2022, hvor priserne var ekstraordinært høje.

Med placeringen i Kragenæs Havn kan det dog være tvivlsomt, om det kan blive rentabelt at levere systemydelser da afstanden til transmissionsnettet er lang. Den lange afstand betyder, at distributionstariffen (afgift til netselskabet) reducerer indtjeningen. Den nærmeste transmissionsnetstation (132/50 kV) ligger i Nakskov.

Levetiden for et batterisystem ligger i intervallet 10 til 15 år afhængig af oplademønstre, detaljeret overvågning og vedligeholdsaktiviteter. Tilbagebetalingstiden forventes for en række igangværende projekter at være ca. 3 år [15].

Drift, vedligehold og ejerforhold

Når det kommer til drift og vedligehold af et batterisystem er der en række teknologibestemte hensyn, man skal være meget opmærksom på under op- og afladning for ikke at reducere batteriernes levetid hurtigere end forventet. Derfor anbefales det at udbyde drift og vedligehold til leverandører af driftsserviceaftaler på batterisystemer. Det har ikke inden rapportens deadline været muligt at finde udbydere, som tilbyder leasingløsninger af batterisystemer, men det er ikke udelukket, at de findes.

De juridiske rammer for en løsning omkring ejerforhold skal være på plads inden et batterisystem etableres og aftale med leverandør af drifts- eller vedligeholdelsesservices indgås.

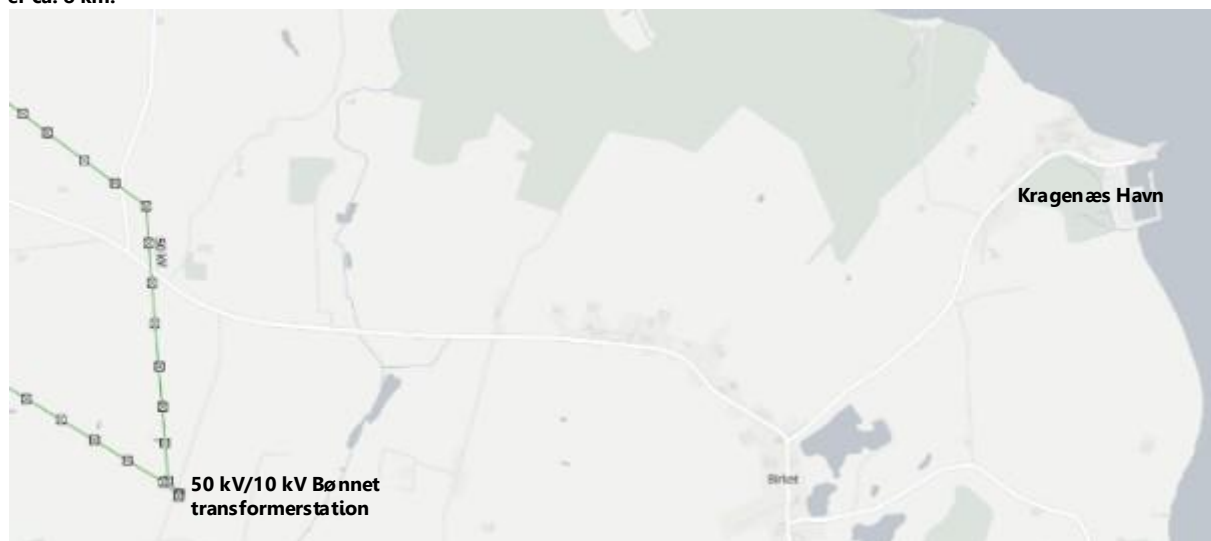
Placering

Et batterisystem leveres normalt som et samlet system i én 40-fodscontainer, klar til at blive tilsluttet elnettet og ladestation til færgen. Vægten af et 3 MWh batterisystem ligger på mellem 22 og 25 tons afhængig af den valgte batteriteknologi. Inden placeringen af batterisystemet fastlægges, bør der foretages geotekniske undersøgelser for at sikre, at det valgte område kan bære vægten. De nødvendige geotekniske undersøgelser for etablering af fundament til batterisystem kan med fordel koordineres med de geotekniske undersøgelser i forbindelse med ændring af kajanlæg til færgerne.

Ligesom valg af ladeteknologi og størrelsen på nettilslutningen bør tage højde for en kommende elektrificering af M/F



Figur 2: Situationsbillede for elinfrastrukturen ved Kragenæs Havn. Afstanden fra 50/10 kV station i Bønnet til Kragenæs Havn er ca. 8 km.



Christine, bør de geotekniske undersøgelser tage højde for det scenarie, hvor yderligere et batterisystem tilføjes til at supportere den ombyggede færge.

Elinfrastruktur

Færgen ønskes tilsluttet på spændingsniveauet 400 V eller 690 V via en ladestander, som kan levere op til 5,0 MW.

Netselskabet Cerius oplyser, at der er fremført 10 kV net frem til havnen, men på grund af det nuværende forbrug i lokalområdet, vil anvisning af tilslutningspunkt med stor sandsynlighed blive i den nærmeste 50/10 kV hovedstation i Bønnet, hvis færgen kræver en ladekapacitet på 3 MW eller mere [16], hvilket den klart forventes at gøre.

Skal tilslutningen ske i station Bønnet, vil Lolland Kommune selv være ansvarlig for at trække et nyt 10 kV kabel fra Bønnet til havnen eller indgå aftaler med lokale entreprenører om at udføre dette arbejde. Om den nuværende kabeltrace kan benyttes til endnu et kabel er ikke undersøgt på nuværende tidspunkt, men det kan i forbindelse med arbejdet undersøges, om det samme kabeltrace kan benyttes på hele eller dele af strækningen, eller om der findes bedre løsninger.

Afstanden fra 50/10 kV hovedstationen i Bønnet til Kragenæs Havn er ca. 8 km langs vejen.

Generelt er det fra et forsyningssikkerhedsmæssigt synspunkt en positiv udvikling at få mere forbrug på Vestlolland, ifølge Cerius. Der er overskud af vindenergi i hele regionen, der betegnes som rød zone for produktionsanlæg. Dette kan påvirke prisen på levering af eventuelle systemydelser til balancerende af det overordnede transmissionssystem så eventuelle provenuer fra salg af systemydelser skal overvejes grundigt inden det tages til indtægt i en forretningskalkule.

Nettilslutning

Netselskabet Cerius driver og vedligeholder elnettet i området omkring Kragenæs Havn. Færger betragtes som erhvervskunder i elsystemet. Afhængigt af tilkoblingsniveau og maksimal trækingsret af effekt, betales der et tilslutningsbidrag, som er fastsat af Cerius.

For tilslutning af forbrug til elnettet findes forskellige kunde-kategorier - A, B, og C. Kategorierne B og C er til mindre erhvervsvirksomheder med et begrænset behov og er ikke relevante i denne sammenhæng. Kategori A, som er relevant i denne sammenhæng, findes i to grupper - A lav og A høj [17].

Betegnelsen "lav" og "høj" betyder at tilslutningen etableres på lavt eller højt spændingsniveau. I en 50/10 kV transformerstation betyder A lav, at man tilsluttes på 10 kV spændingsniveau, mens A høj betyder at man tilsluttes på 50 kV spændingsniveau.

Erhvervskunder betaler tilslutningsbidrag i forhold til deres ønskede behov for leveringsomfang. Erhvervskunder i kategori A betaler tilslutningsbidrag pr. MVA, hvor der tages hensyn til transformerens kapacitet.

For den aktuelle situation i Kragenæs anbefales det at blive tilsluttet på 10 kV spændingsniveau, det vil sige "Erhverv A lav", af hensyn til at prisen på kabler og komponenter har et rimeligt prisniveau samt at alt omkring personsikkerhed er normal praksis for autoriserede installatører.

Hvis der er ønske om at kunne levere systemydelser til transmissionsnettet, skal man udover tilslutningsbidrag for forbrug også betale for tilslutning af produktion. En sådan tilslutning vil yderligere kræve en betaling af produktions-tilslutning på 10 kV i Rød Geozone 1.083.000,00 kr./MVA [17]. Prisen er gældende fra 1. januar 2025.

Tabel 2 angiver de tilslutningsgebyrer, der gælder for Cerius netområde.

Udover kunde grupperne A, B og C findes muligheden for at blive tilkoblet med fuld netadgang (FNA) eller begrænset netadgang (BNA). Ved begrænset netadgang kan man blive afbrudt i tilfælde af manglende kapacitet i elnettet forårsaget af fejl eller overbelastninger.

Ved begrænset netadgang, betaler kunden for de faktiske omkostninger i stedet for et fastsat tilslutningsbidrag. Cerius tilbyder i forundersøgelsen af tilslutningsprocessen at

udarbejde et overslag over de relaterede omkostninger, hvis man ønsker at blive tilsluttet med begrænset netadgang.

Begrænset netadgang anbefales ikke i denne sammenhæng da det vil gå ud over forsyningssikkerheden, hvilket vurderes til at være for risikabelt, selv med et batterisystem installeret, fordi batteriet skal nå at lade op i sejltiden.

Udover tilslutningsbidraget tilkommer betaling af den konkrete aftagne effekt efter aftale med den valgte elleverandør samt de aktuelle tariffer for transport af den aftagne effekt som fastsættes af netselskabet Cerius og fremgår af Tabel 3. Tabel 4 angiver lastperioder i Cerius netområde.

Tabel 2: Nettilslutningsbidrag for Cerius [17].

Priser for tilslutning af forbrug (Gældende fra 1.1.2025)	DKK ekskl. Moms
Erhverv A lav (kr./MVA)	1.280.000
Priser for tilslutning af produktion (Gældende fra 1.1.2025)	DKK ekskl. moms
Erhverv A lav – Rød Geozone (kr./MVA)	1.083.000

Tabel 3: Gældende tariffer i området omkring Kragenæs Havn [24].

Aktuelle tariffer (øre/kWh)	Lav last	Høj last	Spidslast
Vintertarif (oktober-marts)	1,31	3,94	7,88
Sommertarif (april-september)	1,31	3,94	7,88
Indfødningsstarif 1 (hele året)	0,88	0,88	0,88
Rådighedstarif 2	3,32	3,32	3,32
Elafgift 3	72,00	72,00	72,00

Tabel 4: Lastperioder i Cerius netområde [24].

	00:00-06:00	06:00-17:00	17:00-21:00	21:00-24:00
Vinter	Lav last	Spidslast	Spidslast	Høj last
Sommer	Lav last	Høj last	Høj last	Høj last



Foto: Færgesekretariatet

Anbefalinger

Anbefalingerne forholder sig hovedsageligt til analysen af la-deinfrastruktur, batterisystem og nettilslutning for den kommende elfærge til afløsning af Femø Sund, men fremhæver også områder, hvor barrierer eller synergieffekter kan opstå i takt med at de to øvrige færger enten afløses eller elektrificeres.

Sejlplaner

Den mulige ombygning af M/F Christine til eldrift ligger stadig nogle år ude i fremtiden, men det anbefales, at overveje tidligt i forløbet, hvordan samtidigheden af de to elfærger kan påvirke effektbehovet i havnen i fremtiden. Ved indretningen af havnen i forbindelse med ombygning af færgelejer og etablering af ladefaciliteter til den nye elfærge bør det overvejes, hvordan det samlede samtidige effektbehov fra de to færger vil påvirke den planlagte nettilslutning.

Nettilslutning

Baseret på forventningerne til ladebehovet for den nye elfærge, anbefales det, at der ansøges Cerius om tilslutning på "Erhverv A lav" med et forbrug på 5,0 MW. Det anbefales at etablere et nyt 10 kV kabel fra 50/10 kV transformerstationen i Bønnet, for at sikre tilstrækkelig kapacitet til opladning, så det fremtidige forbrug med begge færger på eldrift i 2028 kan opfyldes. Om der skal tilbydes opladning til biler, busser, lastbiler og andre kunder kan overvejes.

Det anbefales at Lolland Kommune i dialog med Cerius beslutter, hvordan kablet etableres mest hensigtsmæssigt. Diverse ansøgninger om tilslutning, gravetilladelser, indkøb af kabel, nødvendige komponenter for nettilslutning og lade-standeren til elfærgerne samt de miljømæssige godkendelser skal sættes i gang. Kommunen vil efter etablering eje kablet og have ansvaret for driften og vedligeholdelsen.

Lolland Kommune bør undersøge, om kommunen har de rette ressourcer til at varetage drift og vedligehold af kablet, eller om det vil være mere fordelagtigt at lade en anden part varetage opgaven.

10 kV kabel Bønnet station til Kragenæs havn

Med hensyn til 10 kV kabel som skal etableres imellem Bønnet 50/10 kV station og Kragenæs Havn anbefales det at sikre, at det fremtidige effektbehov med to færger og et eventuelt fremtidigt ekstra behov fra opladning af kundernes køretøjer. For at dimensionere det samlede kabel fra Bønnet til Kragenæs Havn bør der inddrages installatører med autorisation og erfaring i at lave 10 kV installationer.

På det reviderede grundlag skønnes det at 2 parallelle kabler af typen PEX-S-AL 12 kV, 3x95/25 vil være tilstrækkeligt og en væsentlig billigere løsning end at øge kabeldimensionen op til næste standard tværsnit på 400 kvadrat. Dog skal

kabeldimensioneringen nærmere verificeres af en autoriseret installatør.

At etablere to parallelle kabler har desuden en øget forsyningssikkerhed ved eventuelle kabelfejl da fejl på begge kabler samtidig er meget lidt sandsynlig.

Prisen på det foreslåede kabel i 95 kvadrat er 400-500 kr./meter. Kabler af denne type har en relativ kort leveringstid da det er et meget benyttet tværsnit i mellemspændingsnettet. I tillæg til kabelprisen kommer der kabelsamlinger for hver 500 meter, idet kablet leveres på 500 meter kabeltromler.

Ladeinfrastruktur

Det anbefales at indkøbe samme type ladestander til færgerne. Ved at benytte samme type ladestander i begge færgelager kan der opnås en besparelse i lageret af reservedele samt serviceomkostninger.

Batterisystem

Baseret på det store effektforbrug ved opladning af begge færger og den relativt svage forsyning til Kragenæs Havn anbefales det at etablere et batterisystem på 1,5 - 2 MW som energilager til hurtig opladning af færgerne og med mulighed for opladning af batterisystemet i perioder med lav tarif samt lav elpris.

Dimensionering, indkøb, idriftsættelse og løbende drift af et batterisystem samt tilknyttede anlæg er en kommerciel service, der i dag leveres af flere virksomheder. Det anbefales, at en driftsservice tilkøbes da det kræver indgående kendskab til egenskaber ved de forskellige batterityper, drift, vedligehold samt udbud for levering af systemydelser i elnettet. Det anbefales tillige at undersøge værdien af systemydelser i området nærmere inden en aftale indgås.

Med eller uden driftsservice, skal ejerforholdene for batterisystemet fastlægges, så det bliver klart for kommunen, om der vil være fordele eller ulemper ved selv at eje batterisystemet.

Det anbefales at få afklaret jordbundsforholdene i havneområdet så bæreevne for et fundamenter til et batterisystem sikres. De nødvendige geotekniske undersøgelser for etablering af fundament til batterisystem bør koordineres med de geotekniske undersøgelser i forbindelse med ændring af kajanlæg til færgerne.

Ved dimensioneringen af kablet fra 50/10 kV transformestationen i Bønnet til Kragenæs Havn, skal der tages højde for scenarier med og uden etableringen af et batterisystem.

Næste skridt

Det anbefales at betragte de næste skridt frem mod elektrificeret færgedrift i Kragenæs Havn i to faser.

Første fase

- Ansøgningen til Cerius om nettilslutning præciseres op til 5,0 MW.
- Den nye 10 kV forbindelse til hovedstationen i Bønnet dimensioneres så kablernes størrelse tager højde for det højere forbrug i fremtiden.
- Der indhentes tilbud fra entreprenører på fremføring af de to 10 kV kabler.
- Der indhentes nødvendige tilladelser, f.eks. miljøtilladelser mm.
- 10 kV kabelføring etableres.
- Geotekniske undersøgelser igangsættes for at identificere en mulig placering af batterisystemet.
- Lade teknologien til færgen samtænkes med M/F Christine (hvis muligt).

Anden fase

- Forundersøgelser til ombygning af M/F Christine igangsættes.
- Samtidigheden af færgerne undersøges (koordinering af sejlplaner).
- Erfaringer indhentes fra andre med tilsvarende batterisystemer (f.eks. via Færgesekretariatet).
- Formålet med batterisystemet defineres.
- Udbydere af service- og driftsaftaler for batterisystemer undersøges.
- Juridiske ejerforhold for ejerstruktur undersøges.
- Eksisterende tilladelser søges udvidet ved behov.
- Nettilslutningen (trækningsretten) udvides.

Referencer

- [1] Transportministeriet, »Bekendtgørelse om pulje til grøn omstilling af indenrigsfærger (BEK nr 993 af 27/06/2022),« 2022. [Online]. Available: <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2022/993>.
- [2] Byrådet, Lolland Kommune, »Referat fra byrådsmøde 21. september 2023 kl. 18.00,« 21 september 2023. [Online]. Available: <https://dagsordener.lolland.dk/vis?Referat-Byraad-d.21-09-2023-kl.18.00&id=5b932d8c-4b37-4837-b601-c15773413135&fritekst=fremtidens%20f%C3%A6rgefart>.
- [3] Lolland Færgefart, »Lolland Færgefart,« [Online]. Available: <https://lollandfaergefart.lolland.dk/>.
- [4] SWECO, »Lolland Færgefart - Ombygning af færgelejer,« 2024.
- [5] Lolland Færgefart, *Telefonsamtale med Max Møller Christensen, overfartsleder ved Lolland Færgefart*, 2024.
- [6] HOK Marineconsult ApS, »Vurdering af mulighederne for fremtidens færgefart i Lolland Kommune fra et driftsøkonomisk og miljømæssigt perspektiv,« 2024.
- [7] OSK Design, »Notat til Lolland Færgefart vedrørende el-infrastruktur,« 2025.
- [8] Rådet for Grøn Omstilling, »Skibsfart,« [Online]. Available: <https://rgo.dk/vi-arbejder-for/skibsfart/>.
- [9] Europa-Kommissionen, »The Clean Vehicles Directive,« 2023. [Online]. Available: <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/policymakers-and-public-authorities/clean-vehicles-directive>.
- [10] IEA, »Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector,« International Energy Agency, 2021.
- [11] Siemens AG, »SiCHARGE D - Dynamic charging for future eMobility,« 2022. [Online]. Available: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:10128ff2-4bc0-440b-9cda-a153c2172658/sicharge-d-brochure-en.pdf>. (Senest hentet eller vist den 17 02 2023).
- [12] Siemens, »Grøn omstilling med elektriske busser - Et studie af miljøvenlige og lønsomme busløsninger i København,« Siemens A/S, Ballerup, 2016.
- [13] Energistyrelsen, »Analyseforudsætninger til Energinet 2022 - Transport Baggrundsnotat,« Energistyrelsen, København, 2023.
- [14] Energinet Systemansvar, *Scenarierapport 2022-2032 Forventninger til fremtidens Systemydelser*, Energinet, 2022.
- [15] Hybrid Greentech, *Referencecases og dialog med Hybrid Greentech*, 2023.
- [16] Cerius, *Møde med Cerius 4. april 2024*, 2024.
- [17] Cerius, »Tilslutningsbidrag - Gældende priser pr. 1. januar 2025,« 1 Januar 2025. [Online]. Available: <https://cerius.dk/priser-og-tariffer/tilslutningsbidrag/>.

- [18] Danmarks Statistik, »Indenrigs færgetransport efter enhed, tid og færgerute,« Danmarks Statistik, 2023.
- [19] Hybrid Greentech - Energy Storage Consultants, »Energy Storage in Hybrid Marine,« 2023. [Online]. Available: https://www.hybridgreentech.com/_files/ugd/548466_02df28dc895c4c828e2ba37776c2f43a.pdf.
- [20] Zinuz, »Zinuz Shore Power Telescopic,« 2023. [Online]. Available: <https://zinuspower.com/product/shore-power-telescopic/#functionality>.
- [21] Cole, Wesley, A. Will Frazier, and Chad Augustine, »Cost Projections for Utility-Scale Battery Storage: 2021 Update,« National Renewable Energy Laboratory, 2021.
- [22] Energinet Systemansvar, »Scenariereport 2022-2032 Forventninger til fremtidens Systemydelser,« Energinet, 2022.
- [23] Cerius, *Afsnit 3.4.1 og 3.4.2 i Netselskabets bestemmelser for tilslutning til og brug af distributionsnettet pr. 1. januar 2024 (Tilslutningsbestemmelser)*, 2024.
- [24] Cerius, »Tariffer og netabonnement - Gældende priser (1. jan. 2025-nu),« 1 Januar 2025. [Online]. Available: <https://cerius.dk/priser-og-tariffer/tariffer-og-netabonnement/>.