

Ærø BEF aktiviteter og klimaplanens tre søjler

Elektrificering varme og transport



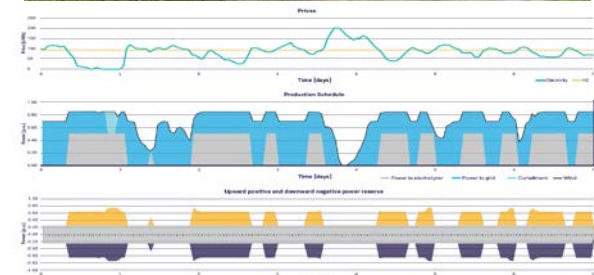
Fjerne emissioner
Forbedre virkningsgrader
Sænke brutto-energibehov

Bæredygtig lokal energiproduktion



Erstatte benzin og diesel
Erstatte bunker- og fyringsolie
Erstatte import af træflis

Netbalancering og energilagring



Mobile og stationære batterier
Termiske varmelagre i fjernvarme
Fleksibelt forbrug og smart grid

Energimål i Ærø Kommunes klimaplan

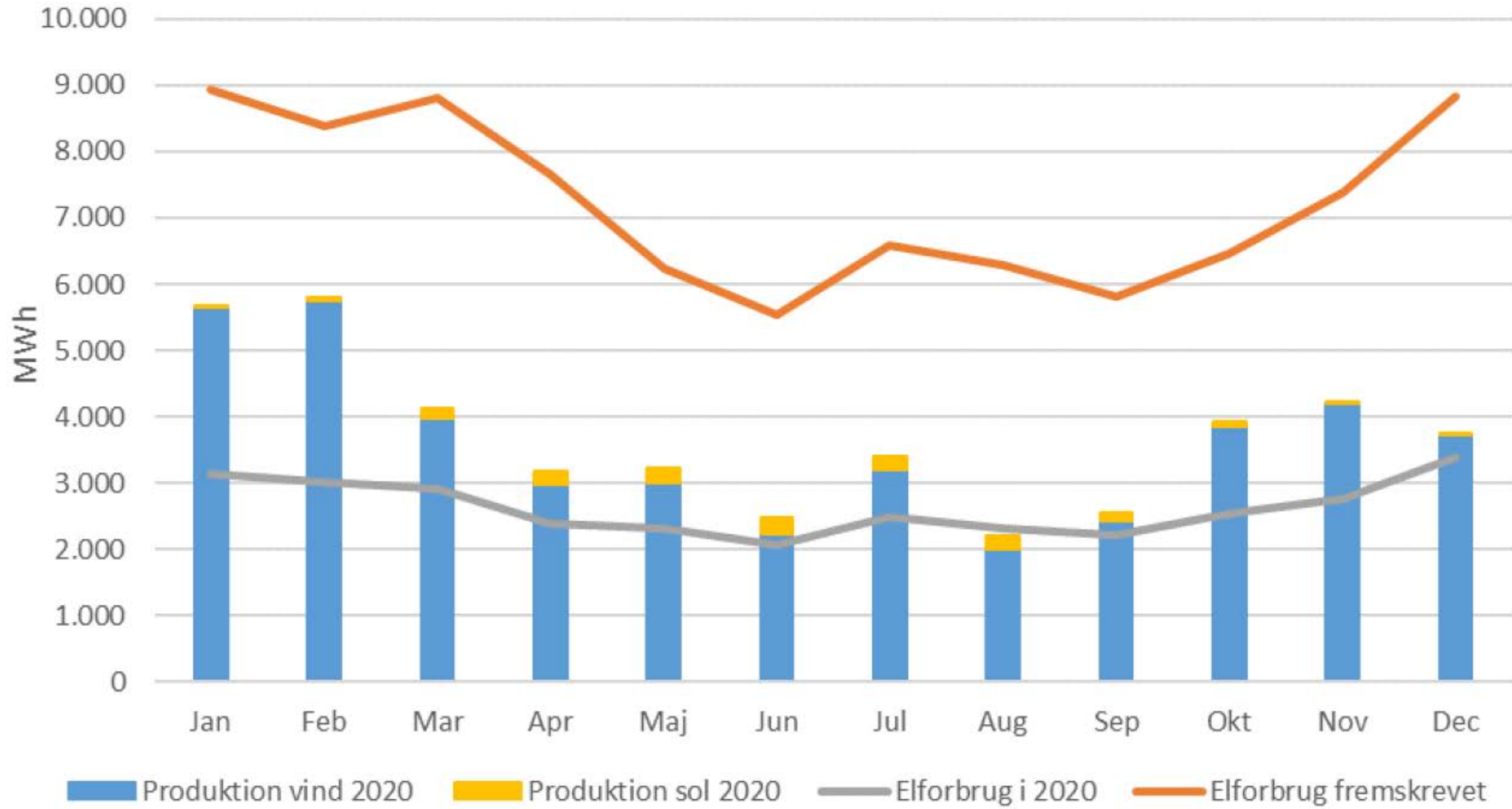
2025 Busdrift og halvdelen af de kommunale færger fossilfri

2030 Ærøs el- og varmesektor CO₂-neutral, fossilfri og selvforsynende

2035 Ærø kommunes færgerederi CO₂-neutralt og fossilfrit

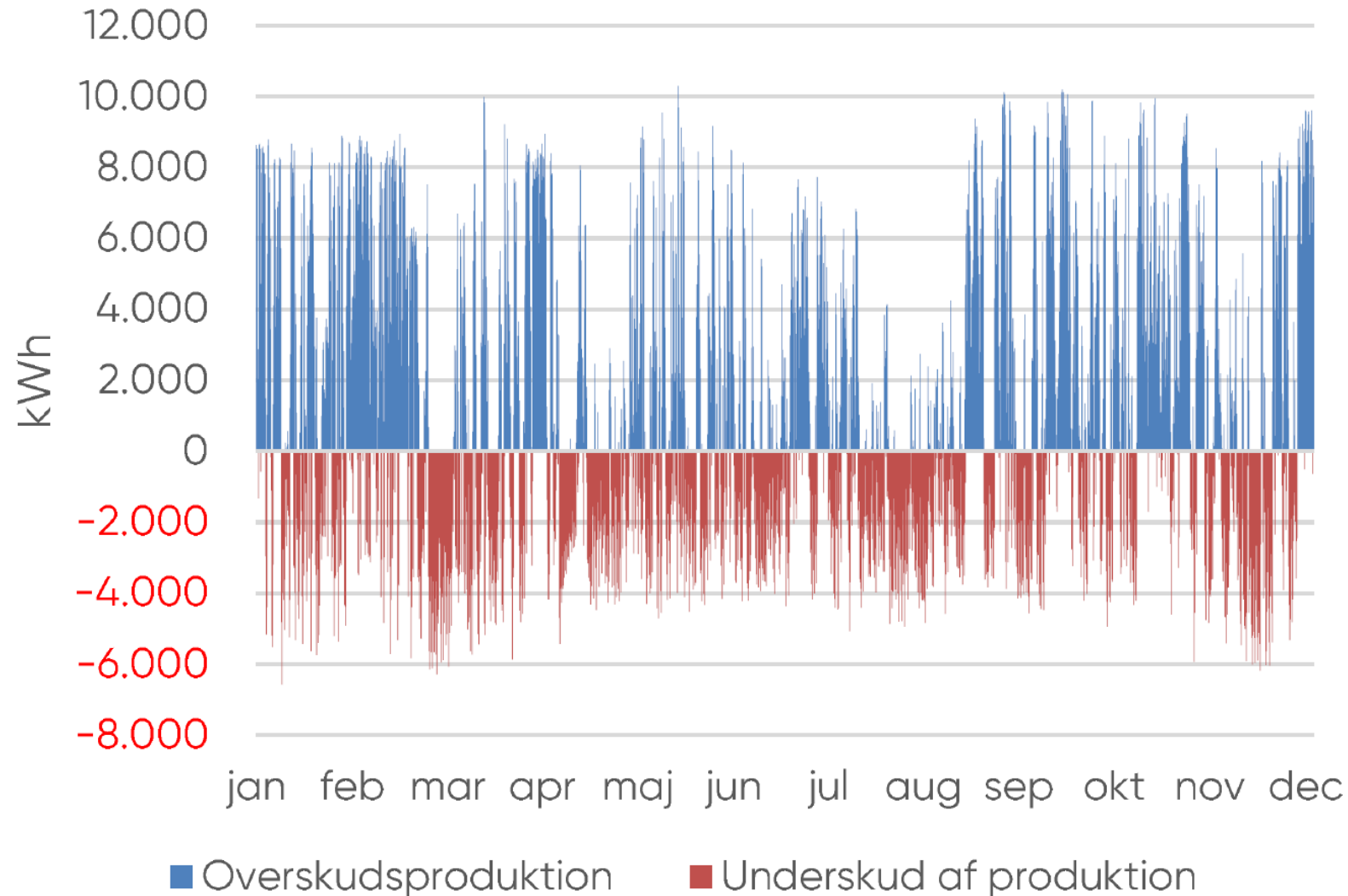
2040 Ærø som geografisk område CO₂-neutralt

Ærøs grønne elproduktion versus elforbrug



Figur 1. Grøn elproduktion versus elforbrug nu og fremskrevet. Kilde: EMK (Ærø Energi- og Miljøkontor)

Udfordringen, hvordan sikres selvforsyning?



Ærøs forbrug i 2022
kun dækket 68% af
tiden på timebasis

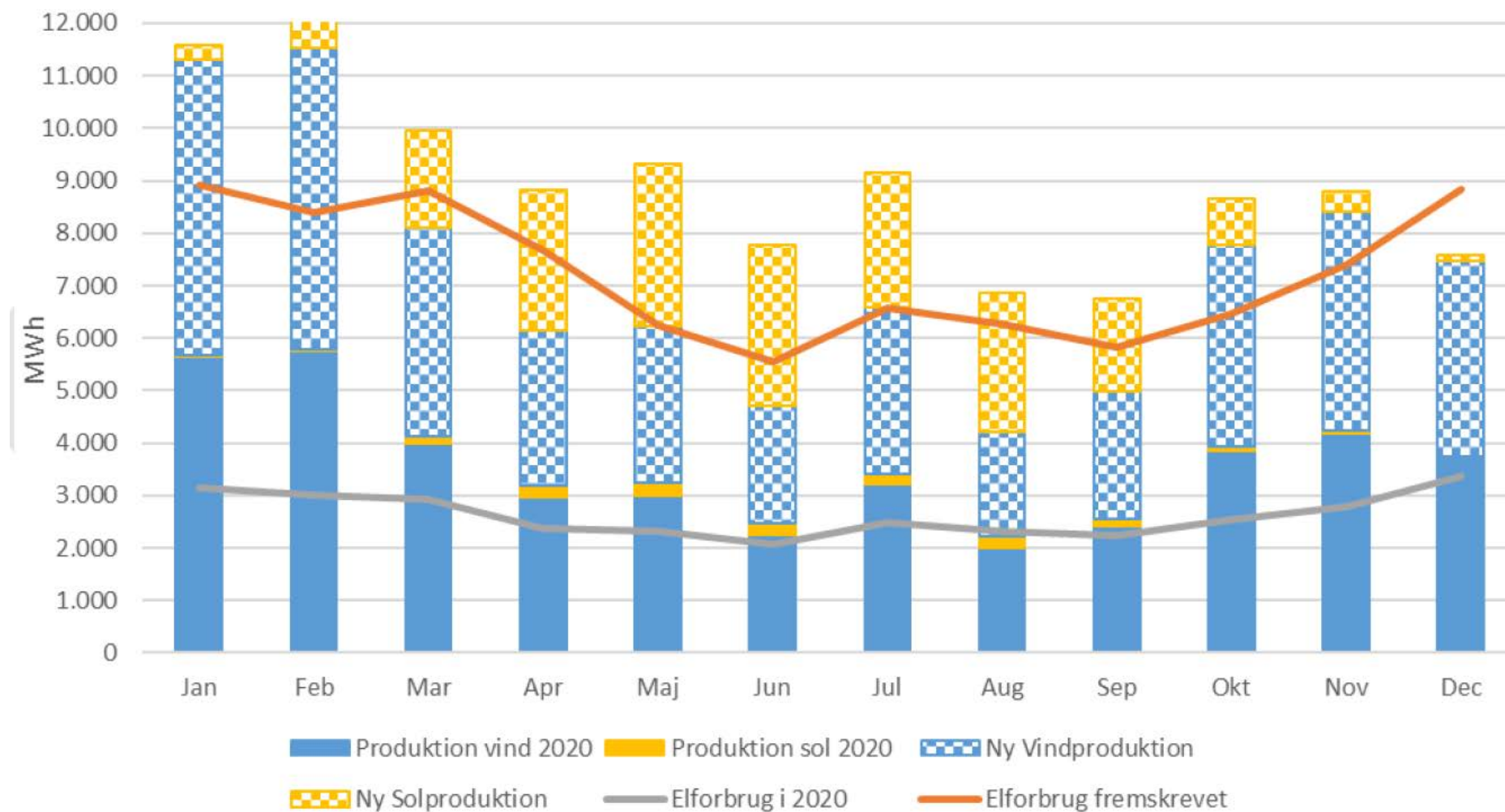
-
til trods for 125%
selvforsyning målt
over hele 2022

Strategier til sikring af klimaplanens mål

Klimaplanens mål om ærøsk selvforsyning med grøn energi kan i princippet opnås på to forskellige måder:

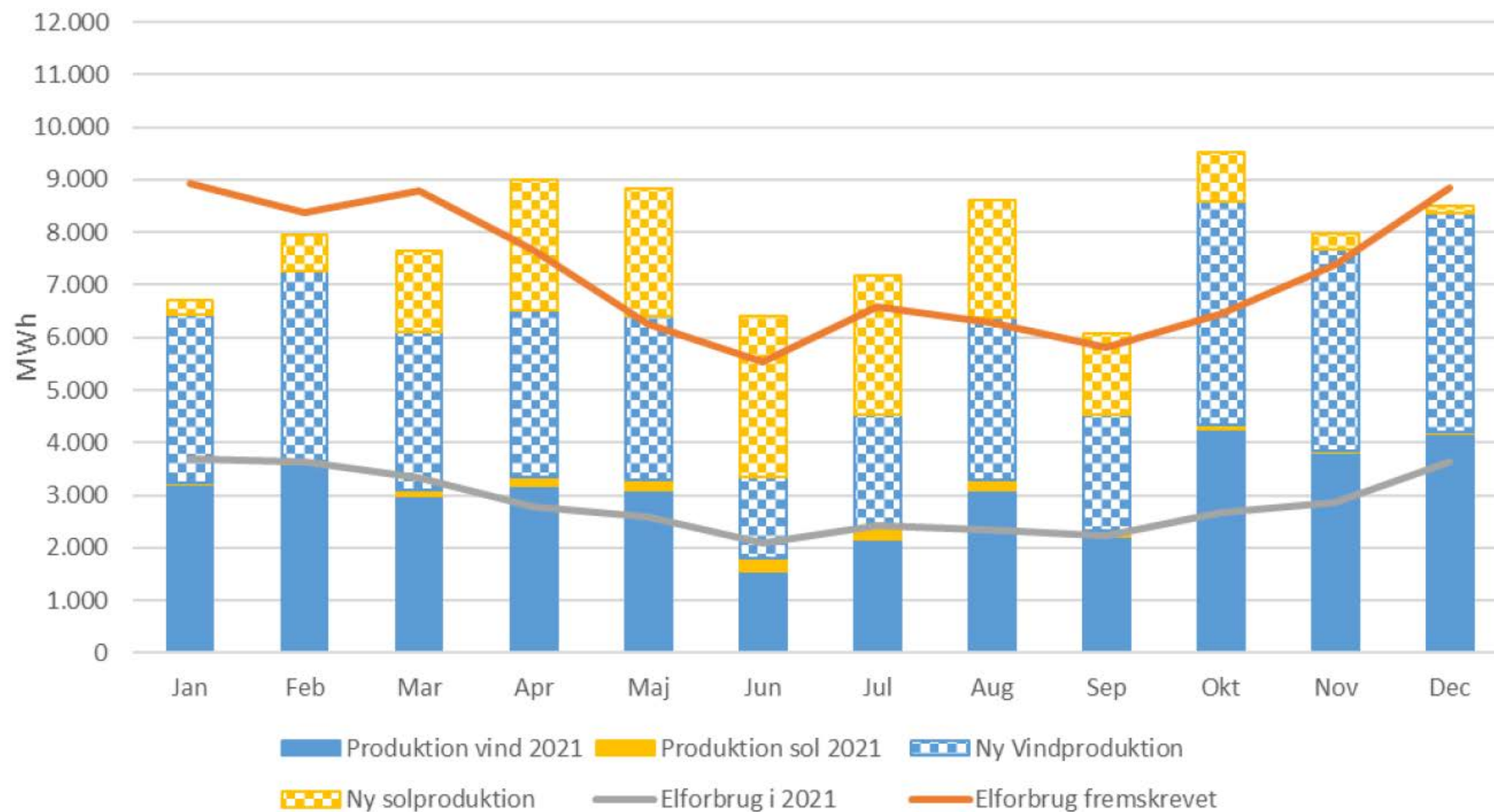
- A. meget enkelt, men også omkostningstungt, ved en overudbygning af den ærøske vind- og solproduktion, der tager højde for de vejræssigt dårligste perioder og højeste forbrug
- B. mere komplekst, men formodentligt mindre omkostningstungt, ved at skabe lagring og fleksibilitet, der kan absorbere udsving i en mindre udbygget ærøsk vind- og solproduktion i forhold til udsving i forbruget

Fordobling af Ærø's vindproduktion + tidobling af solceller i fremskrivning



Figur 4. Scenarie der viser en fordobling af vindproduktion og tidobling af solcelleproduktion på Ærø i forhold til 2020 produktion. Kilde: EMK

Fordobling af Ærøs vindproduktion + tidobling af solceller i fremskrivning



Figur 12. Scenarie der viser balance mellem forbrug og produktion af grøn el på Ærø baseret på 2021 forbrug og produktion med fremskrivning af forbrug og en fordobling af vindproduktion og tidobling af solcelleproduktion på Ærø i forhold til i dag. Kilde: EMK

Hvordan sikres de tre søjler i klimaplanen?

Første søjle – Elektrificering af transport og varmesektoren

- Udbud af udskiftning af offentlig bilflåde og skibe + incitamentter til privat og erhverv
- Udbud af ladeløsninger til tung transport (kort daglig distance kørt i snit)
- Elektrificering med varmepumper i fjernvarme og for oliefyr i det åbne land

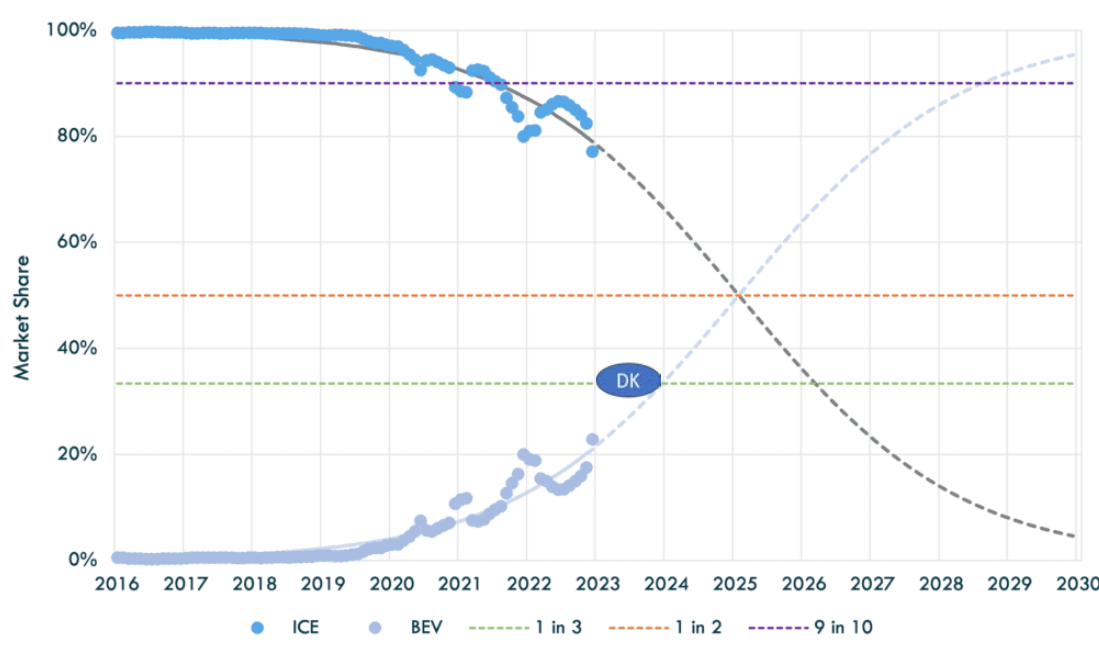
Anden søjle – Udbygning af vind (6 x 2 MW møller) og sol (ca. 15 hektar)

- Nye fælles solcelleanlæg på industri- og landbrugstage (31 hektar tage til rådighed)
- Deltagelse i energifællesskaber med egne solcelle-anlæg (64 hektar egnede boligstage).
- Vindmølleselskaber på lokale anparter (Ærø Vind 6 I/S stiftet i 2024)

Tredje søjle – Balancering af elnettet gennem fleksibelt forbrug og batterier

- Flexibilitet til el- og varmenet værdisættes og returneres til brugere som incitamentter
- Deltagelse i energifællesskaber sikre aggregering af forskellige typer flexibilitet
- Færger og fjernvarmeværker kan deltage i flexibilitetsydelser med energilagring

Første søjle: S-kurver forudsiger tipping points

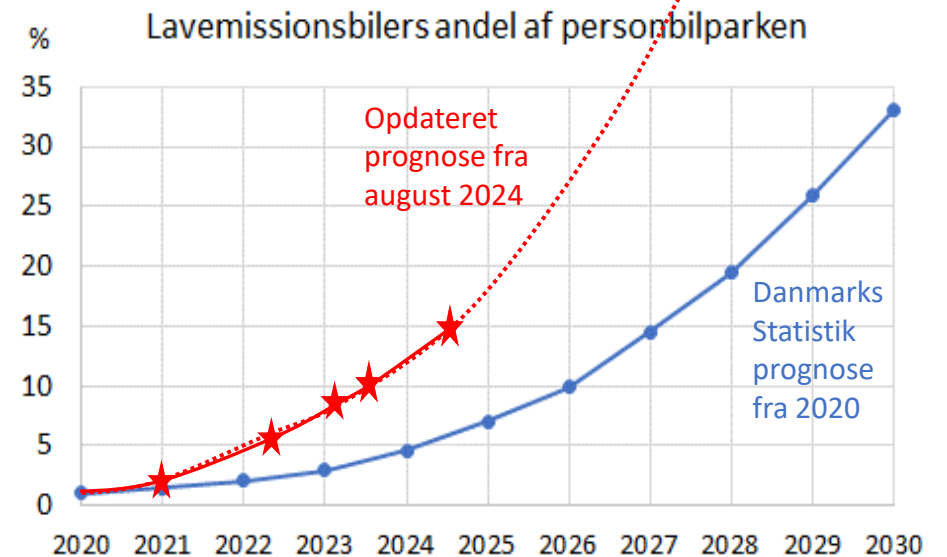


For Danmark var andelen af BEV 35 % af alle solgte personbiler i august 2023.

Kilde: De Danske Bilimportører.

Carbontracker.org har fulgt markedsandelen for salget af rene elbiler i Storbritannien, og analyseret udviklingen for de tilhørende S-kurver for at fremskrive elektrificeringen.

Kilde: New Automotive, Carbon Tracker, januar 2023. ICE = Internal Combustion Engine, BEV = Battery Electric Vehicle.



Blå: Prognose el- og hybridbilers andel af personbilsparken på basis af mål og data fra Danmarks Statistik (fra forundersøgelsen 2020)

Rød: Bil54 tabel Danmarks Statistik BEV+PHEV

Gennemsnitlig levetid 14,8 år for en ny personbil ifølge Nyt fra Danmarks Statistik nr. 127, marts 2018.

Anden søjle: Behov for en genstart af sol og vind



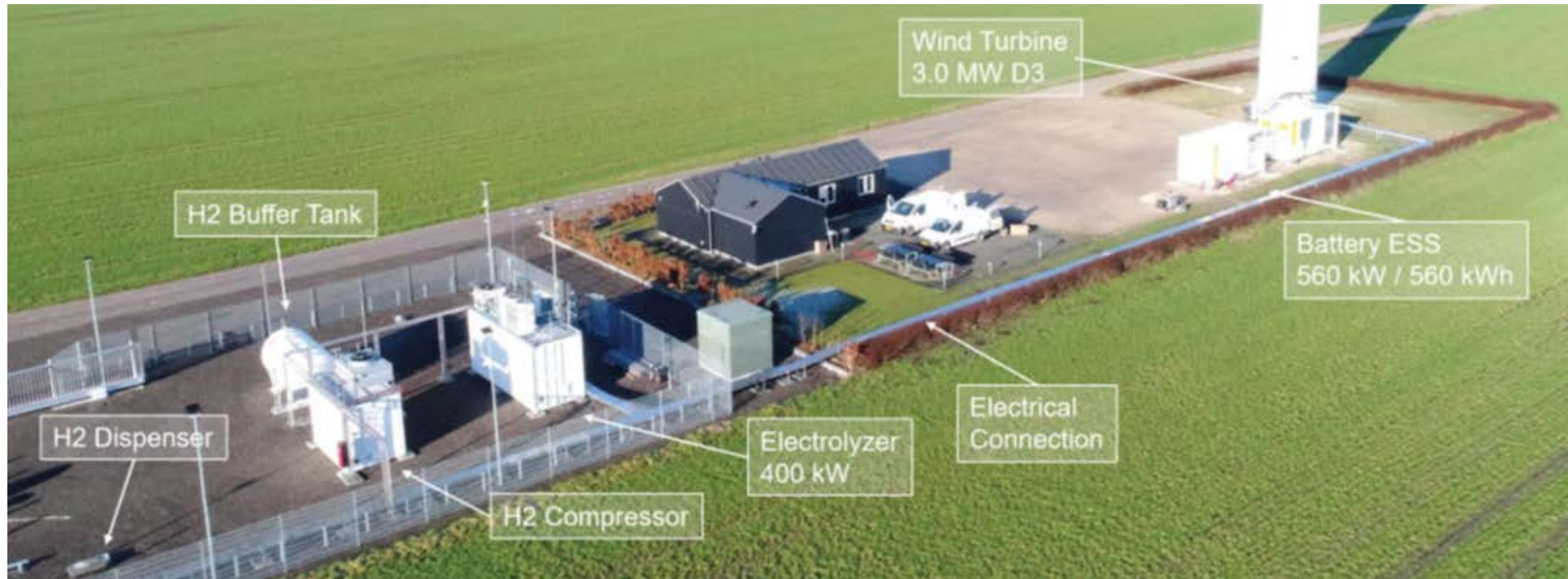
Tredje søjle: Langtidslagring i termiske anlæg



Over 6.000 MWh varmekapacitet i damlagre til en tusindedel af indkøbsprisen i forhold til litium-ion-batterier.

Sæsonlagring fra damlager kan bruges til at variere Ærøs elforbruget på varmepumper/elpatroner i vintersæson, når disse skal erstatte nuværende bioflis.

Tredje søjle: Langtidslagring i PtX-fuel



PtX-anlæg er ikke indregnet i Ærø's klimaplan. I notat om fremskrivnings af Ærø's energiforbrug peges der på en relativt lav virkningsgrad af PtX-fuel som lagringsmedie. Såfremt sektorer på Ærø efterspørger PtX-fuel, formodes det at være mest rentabelt at eksportere overskydende ærøsk el til anlæg ved Åbenrå for at sikre skalaøkonomi (stordrift).

Tredje søjle: Korttidslagring i mobile batterier

Kategori	MWh batteri
Biler	169
Varebiler	43
Busser	5
Lastbiler	9
Traktorer	42
Færger	29
	296

Tabel 3. Estimeret kapacitet af batterier i Ærø's køretøjer og fartøjer i 2040. Kilde: EMK

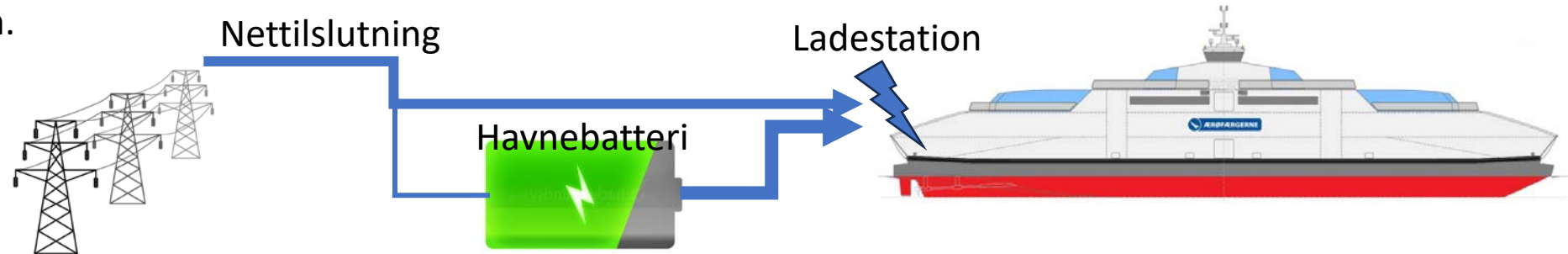
Samtidig på timebasis kan ifølge flere analyser sikres ved en batterikapacitet på omtrent 4 til 8 gange produktionskapaciteten.

(Kilde: Dr. John Feddersen, Aurora Energy Research samt Tesla Masterplan 3)

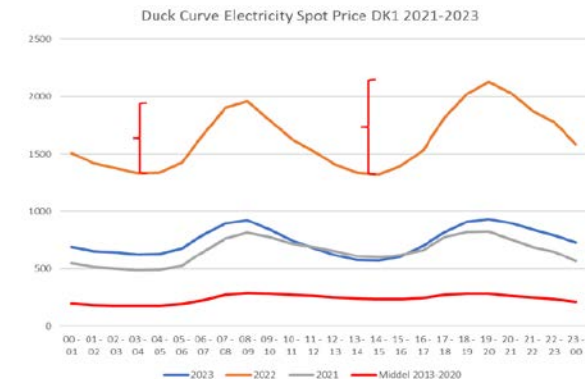
For Ærø's fremskrevne produktionskapacitet, svarer dette til mellem 150 og 300 MWh effektiv korttidslagring i batterier. En langt mindre batterikapacitet vil dog kunne bringe Ærø procentvis tæt på et mål om samtidighed.

Tredje søjle: Færge- og havnebatterier

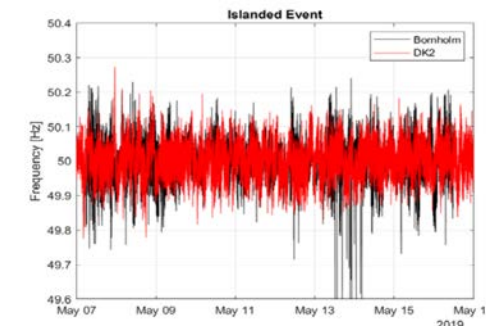
- **Peak shaving:** Reducerer den nødvendige netforbindelse til færgets ladestation.



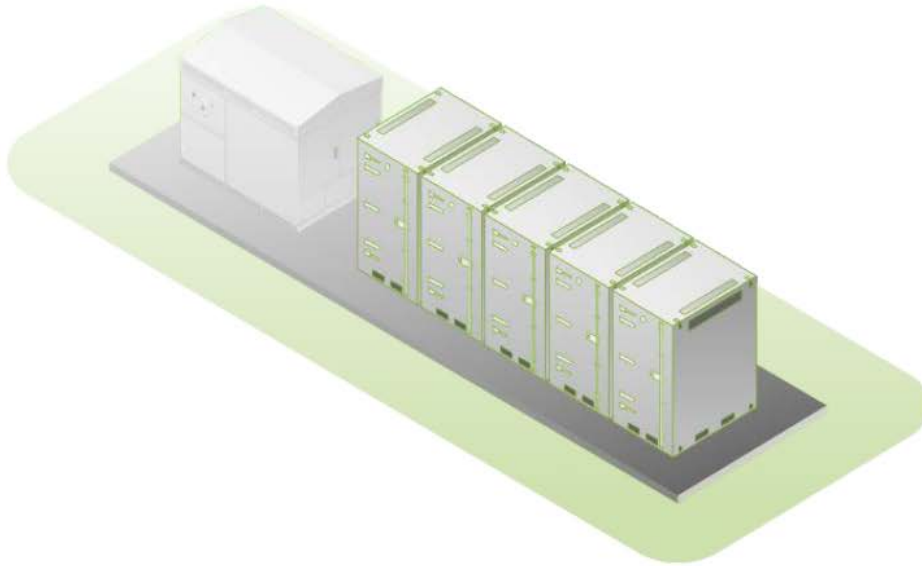
- **Peak shifting:** Flytter elforbrug fra dyre tidspunkter til billigere tidspunkter ved at udnytte kapaciteten i havnebatteriet.



- **Systemydelse:** Backup for elnettets producenter. Batteri og færge kan tilføje eller fjerne energi fra nettet på vitale tidspunkter for at sikre frekvensen på 50 hertz i Ærø's elnet. Kommune kan handle i BEF.



Scenarier undersøgt: Ellen, ÆrøXpressen samt Double-Ender E-ferry Twins i stål samt 3-6 MVA nettilslutning og 1-2 MWh havnebatteri til **peak shaving og systemydelse** i havne.

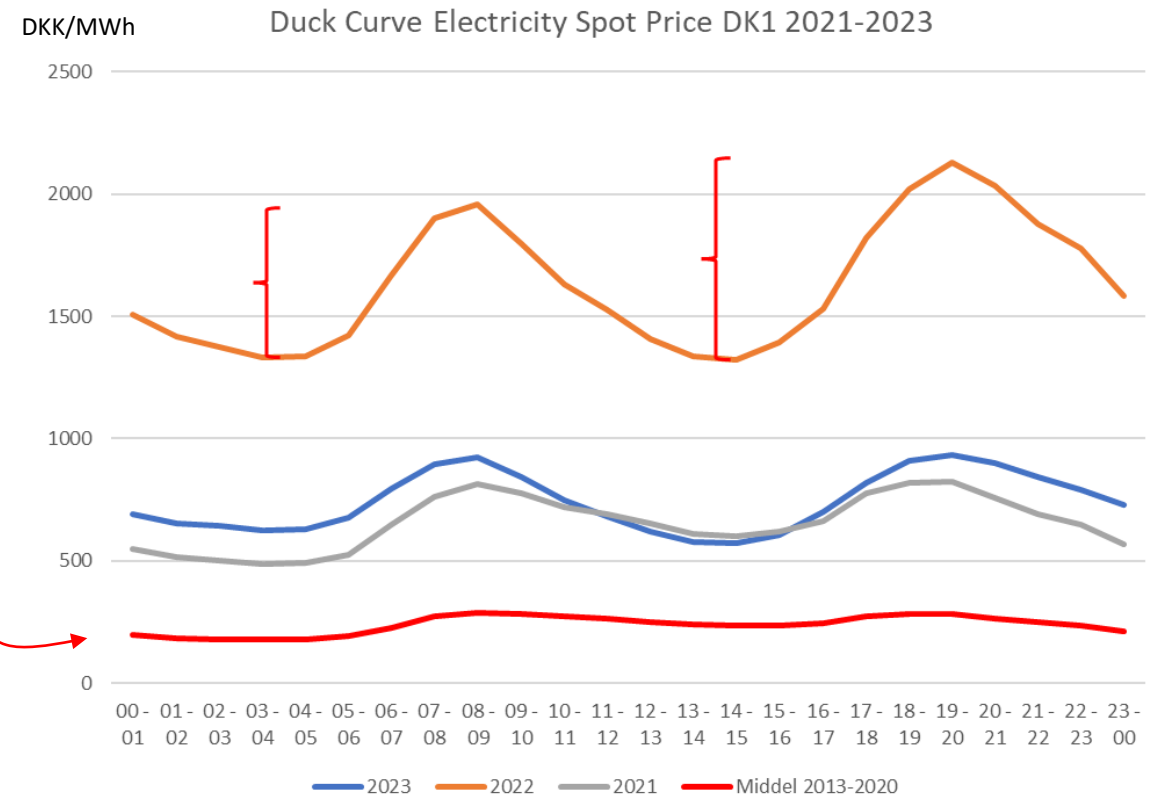
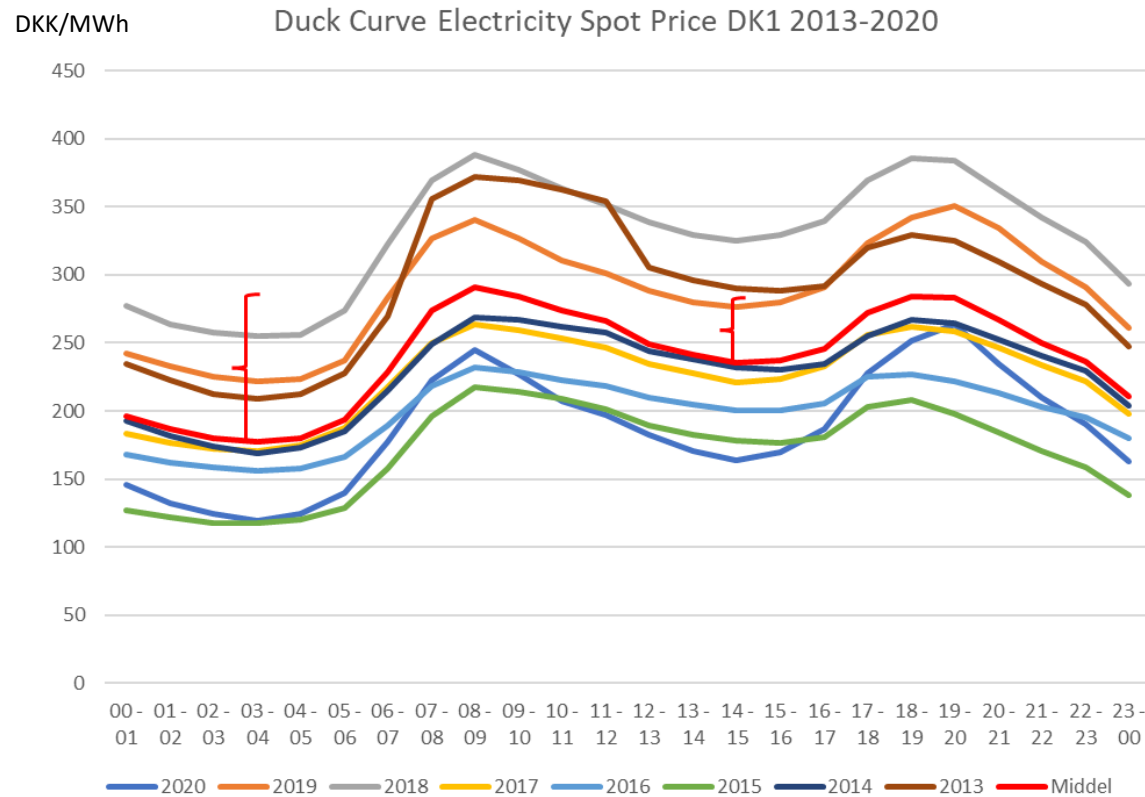


Nødvendig
landtilslutning uden
havnebatteri **8,9**
MVA for E-ferry
Twins



Figure 4.1.1 Energy balance or battery capacity used during a full day and night of operation with 12 single trips or 6 roundtrips for one E-Ferry Twin. Compiled by EMK.

Peak shifting afhænger af spotpris og transporttariffer på el



Systemydelse afhænger af sol og vind, vejret og geopolitik. Konsolidering af markeder igangsat.

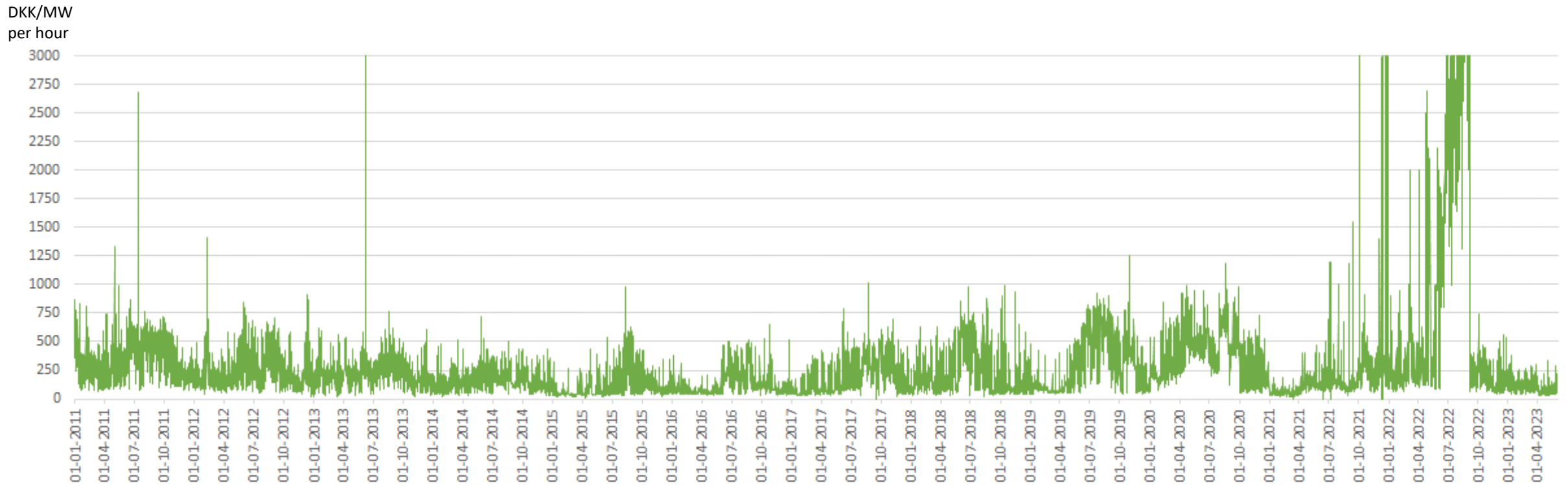
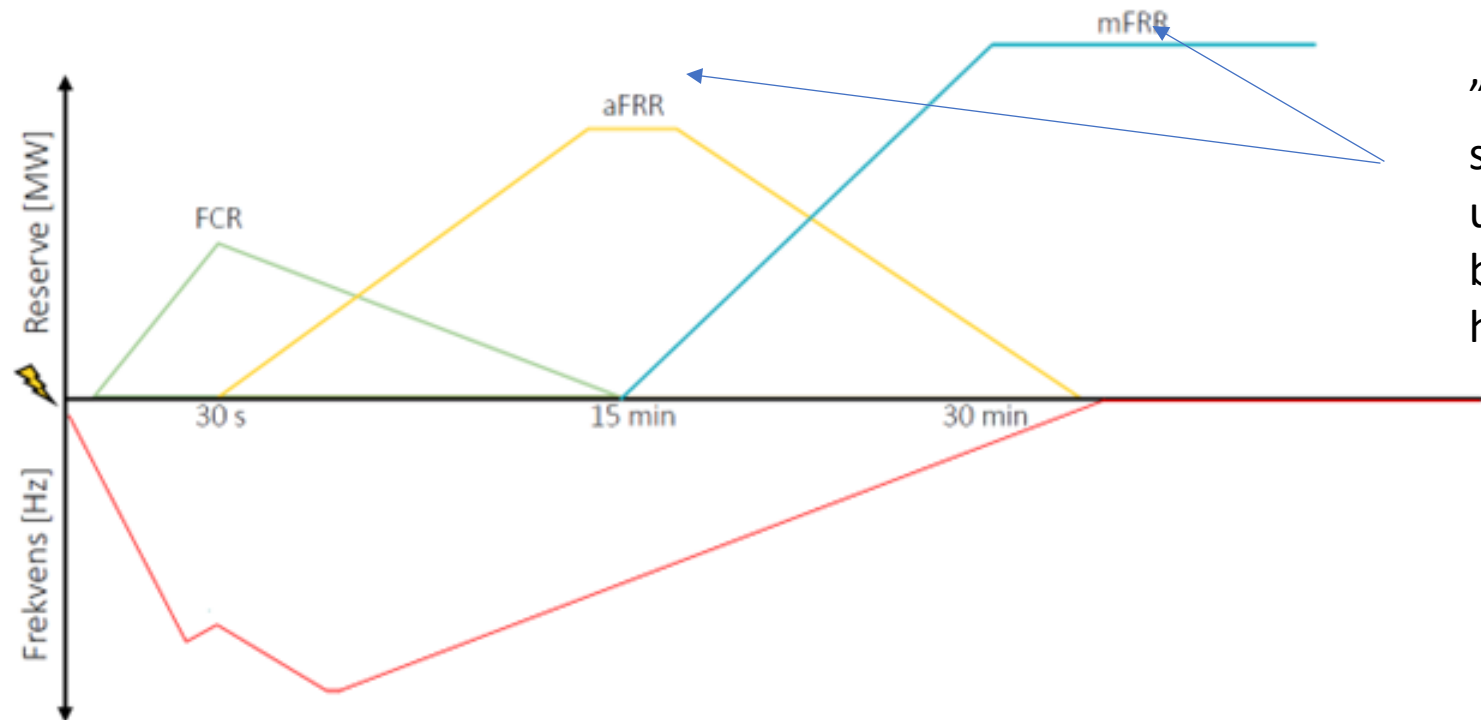


Figure 5.3.3 FCR capacity price in DKK per MW/hour for DK1 from 2011-2023 (to June). Higher price trends in late summer months are visible most years. Compiled by EMK from Energidataservice, Energinet and Regelleistung Data Center.

Potentielt bidrag fra FCR services for færger

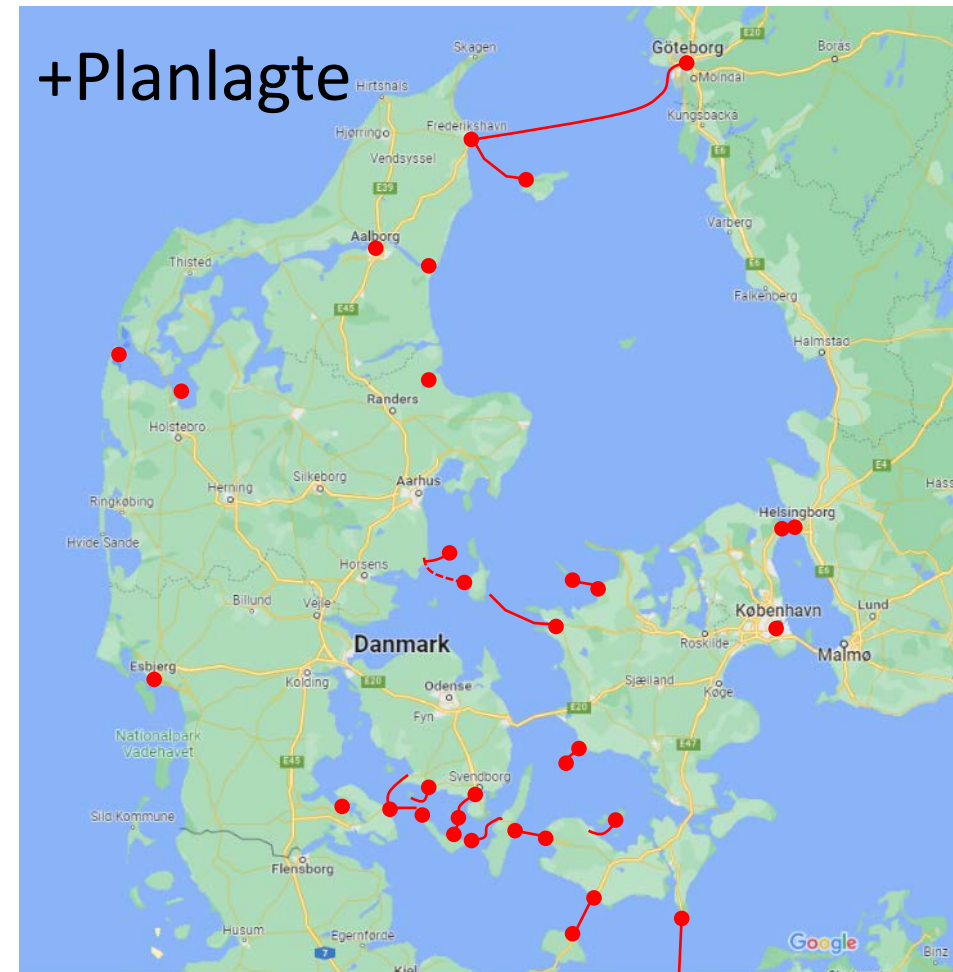
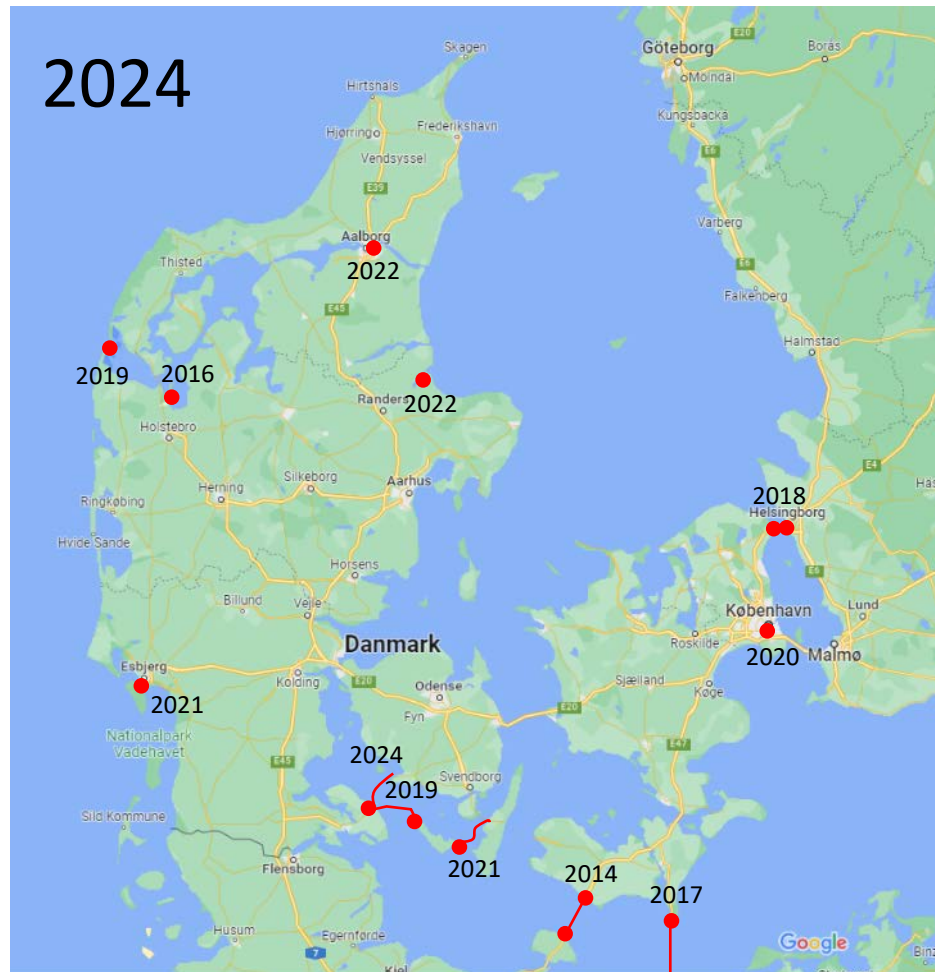
- E-ferry Twins perioden 2011-2020 baseret på scenarie 4.3 = 3,5 mio. DKK/år
- E-ferry Twins perioden 2021-2023 (juni) baseret på scenarie 5.3 = 9 mio. DKK/år
- Ellen perioden 2020-2022 baseret på scenarie 4.3 = 3,5 mio DKK/år
- ÆrøXpressen 2015-2020 baseret på scenarie 2.4 = 1 mio DKK/år



”Multi-market bidding” i flere systemydelsesmarkeder ikke undersøgt. (Vil slide mere på batterierne, men også give højere betaling).

Færger med batterier i Danmark

Trend – længere rækkevidde på ren el, hybriddrift som backup



Batteri- og hybridfærger i Danmark – mange nye batterifærger på vej

Illustration: Henrik Hagbarth Mikkelsen

Battery Life projektet – renovering og genbrug af batterimoduler fra elfærgen Ellen



Illustrations: Henrik Hagbarth Mikkelsen

Battery cycle test, State of Health-analyse, procedurer for sikker renovering og drift, værkstedsfaciliteter og nødvendige kompetencer.

Supplerende slides

Ved spørgsmål eller tid til overs.

Maritime Battery Life

Maritime Battery Life handler om at forlænge batteriernes levetid i elektriske færger. Dette opnås ved avancerede aldrings- og ladetest af batteripakker fra prototype elfærger Ellen.

Ellen har batterier, der stammer helt tilbage fra EU-projektet i 2018. Ellen har haft verdensrekorden for længste sejlads mellem opladninger i mange år. Hendes batterier har set dybe afladninger og kraftige opladninger fra morgen til aften.

Battery Life-projektet vil finde veje til at upcycle de bedste brugte batterier fra Ellen til reservemoduler, mens de mere slidte battericeller sorteres og samles for "second-life" brug i f.eks. lokale havnebatterier og lokal netbalancering.

Ved afslutningen af batteriernes levetid vil opbrugte celler blive sendt til specialiserede genbrugsanlæg. Her kan de værdifulde metaller udvindes, og indgå som råmaterialer af meget høj renhed i produktionen af nye batterier.



Batterirum ombord i Ellen



Battery Life-projektet er en vigtig grøn fortælling

Godt ti nye batterifærger bliver designet eller bygget netop nu til indsættelse på lokale nabo-ruter i det sydlige Danmark.

Indenfor det kommende årti vil betydelige mængder af brugte batterier blive en udfordring for bæredygtigheden, hvis de ikke håndteres med rettidig omhu.

Ved at forlænge batteriernes operationelle levetid i enten færger eller havnebatterier, kompenseres bedre for det miljømæssige aftryk fra batteriproduktion og råmaterialer.

Hvis dette lykkes, vil Battery Life-projektet også kompensere de tidligste batterifærger og grønne pionerer for de udfordringer de har mødt. Det vil ske, når den økonomiske levetid for de indkøbte batterier forlænges og havnebatterier sikrer billigere opladning og bedre balancering af det lokale elnet.



Søby Skibsværft skifter færgerens batterier

Partnere for Battery Life

Ærøfærgerne vil tilføre projektet deres operationelle erfaringer.

Dansk Teknologisk Institut, Marstal Navigationsskole og SDU Sønderborg vil sikre forskning og uddannelse.

Associerede partnere i fase 1 er batterileverandøren Leclanché og Ærø Borgerenergifællesskab.

Maritime Battery Life-projektplan

Trin 1: Batteri-cycle-test af brugte celler under laboratorieforhold vil danne forstudie for forbedret "Joint State Estimation"-model. Bedre "State of Health"-forståelse vil forbedre sikkerhedsmarginer og levetid.

Trin 2: Forstudie for udvikling af lokale faciliteter og kompetencer for batteri-analyse, renovering af moduler og godkendelse af "Second-life"-projekter.

Trin 3: Installation af renoverede moduler i prototype havnebatterisystem. Test af systemydelse til elnettet i samarbejde med lokalt borgerenergifællesskab.

Trin 4: "Best practice"-principper og resultater til færgeoperatører. Kurser for besætninger og rederipersonale.

Projektf finansieringsplan

Støtteansøgninger til trin 1 & 2 forstudie varighed 12 måneder:

Ærøfonden 200.000 DKK (tildelt)

Ærø Kommune 200.000 DKK (ansøgt)

Partnerfinansiering +250.000 DKK

Ansøgninger planlagt for trin 3 & 4:

Den Danske Maritime Fond

Fabrikant Mads Clausens Fond

Norlys Vækstpulje

+Partnerfinansiering

Total 5 mio. DKK

Varighed:

Ca. 3 år



Vindmøller på Ærø leverer energi til de lokale batterifærger

Batterialdringstests og renovering af batterimoduler

Battericeller ældes ikke ensartet i de mange batterimoduler. Små forskelle vokser over tid, specielt ved hård brug som en elfærge. Når forskellene efter mange års brug ikke længere kan balanceres ud i operationen, så skal batterimodulerne renoveres.

Battericeller fra forskellige moduler ombyttes for at opnå et bedre match. De bedste kommer tilbage i færgen. Andre moduler bruges i "Second-Life"-projekter på land.

Følg det maritime Battery Life-projekt på: batterylife.dk eller marnav.dk



Batteri-værkstedsfaciliteter, MARNAV Ærø



Battery Lab på SDU, Sønderborg

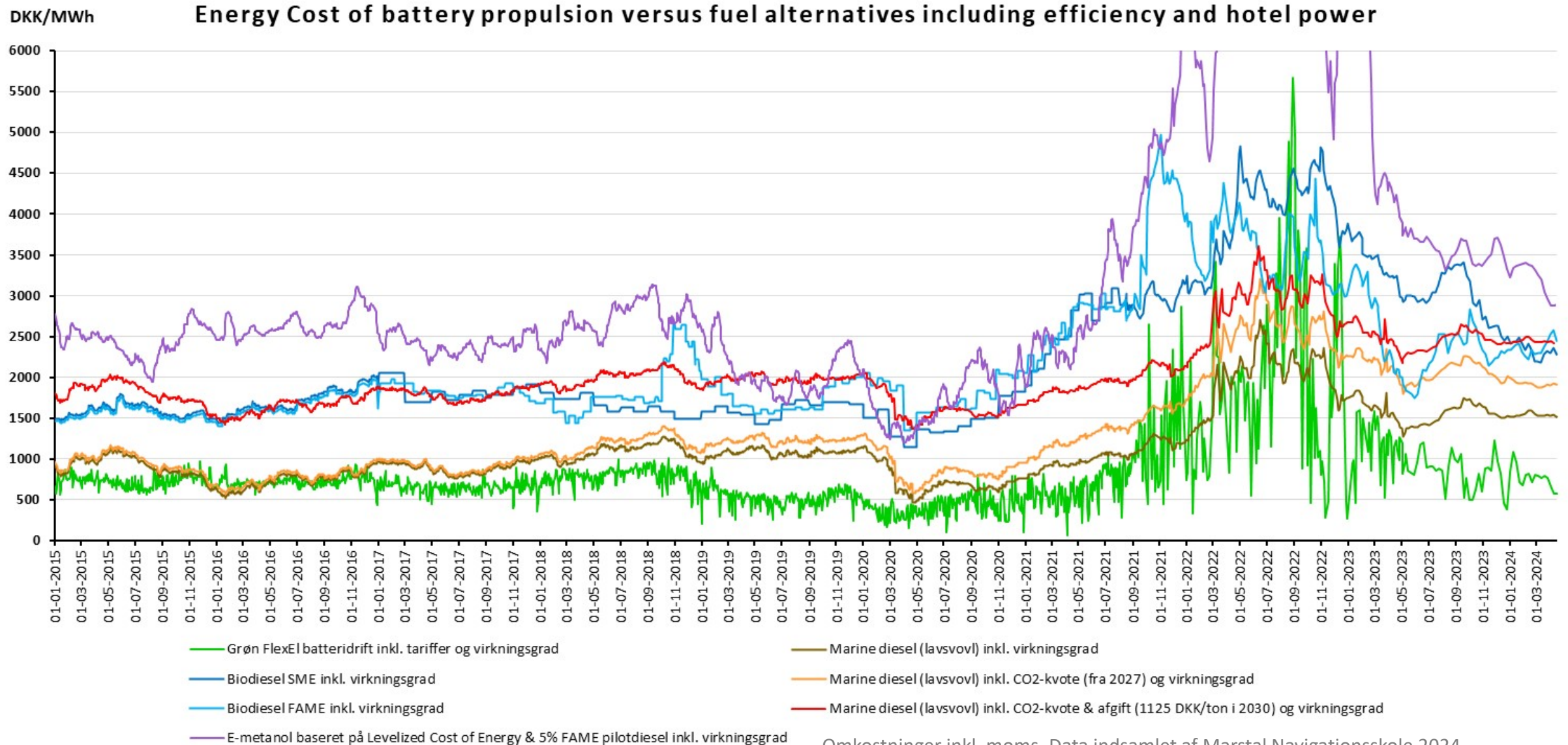


Battery Lab hos DTI, Århus



State of Health og cycling-test hos DTI, Århus

Energiomkostninger alternative brændstoffer

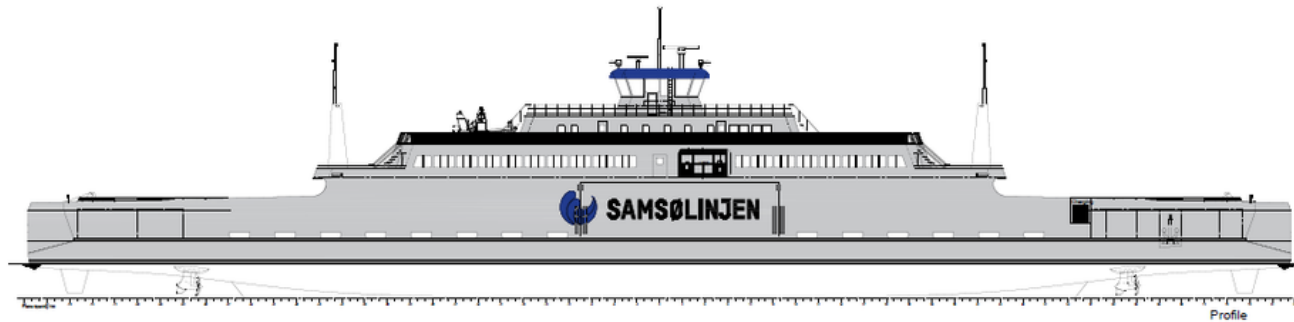


Omkostninger inkl. moms. Data indsamlet af Marstal Navigationskole 2024

Tre store elfærger indsættes i 2024-25



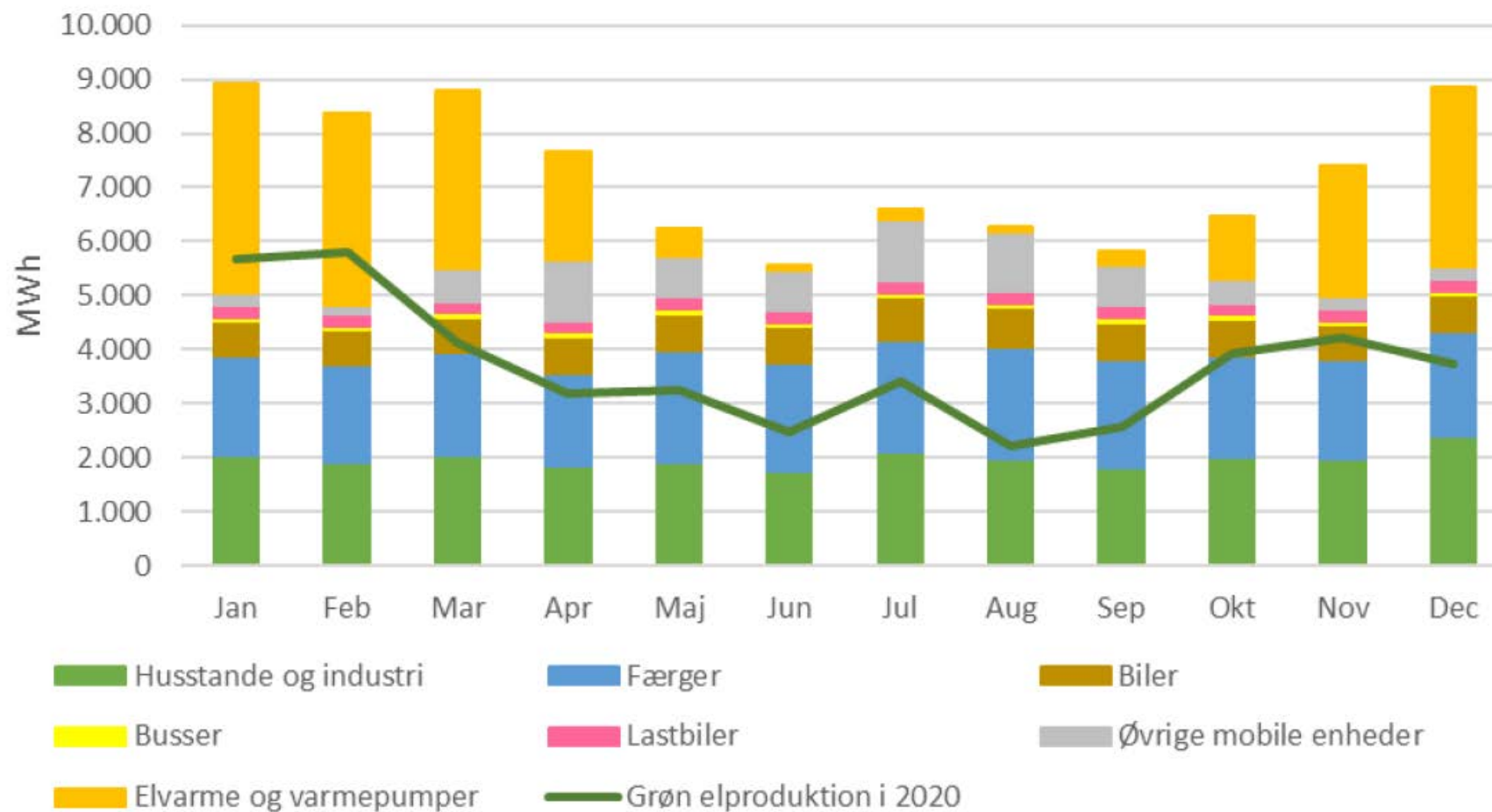
Illustration: Scandlines ©



Illustrationer: Molslinjen

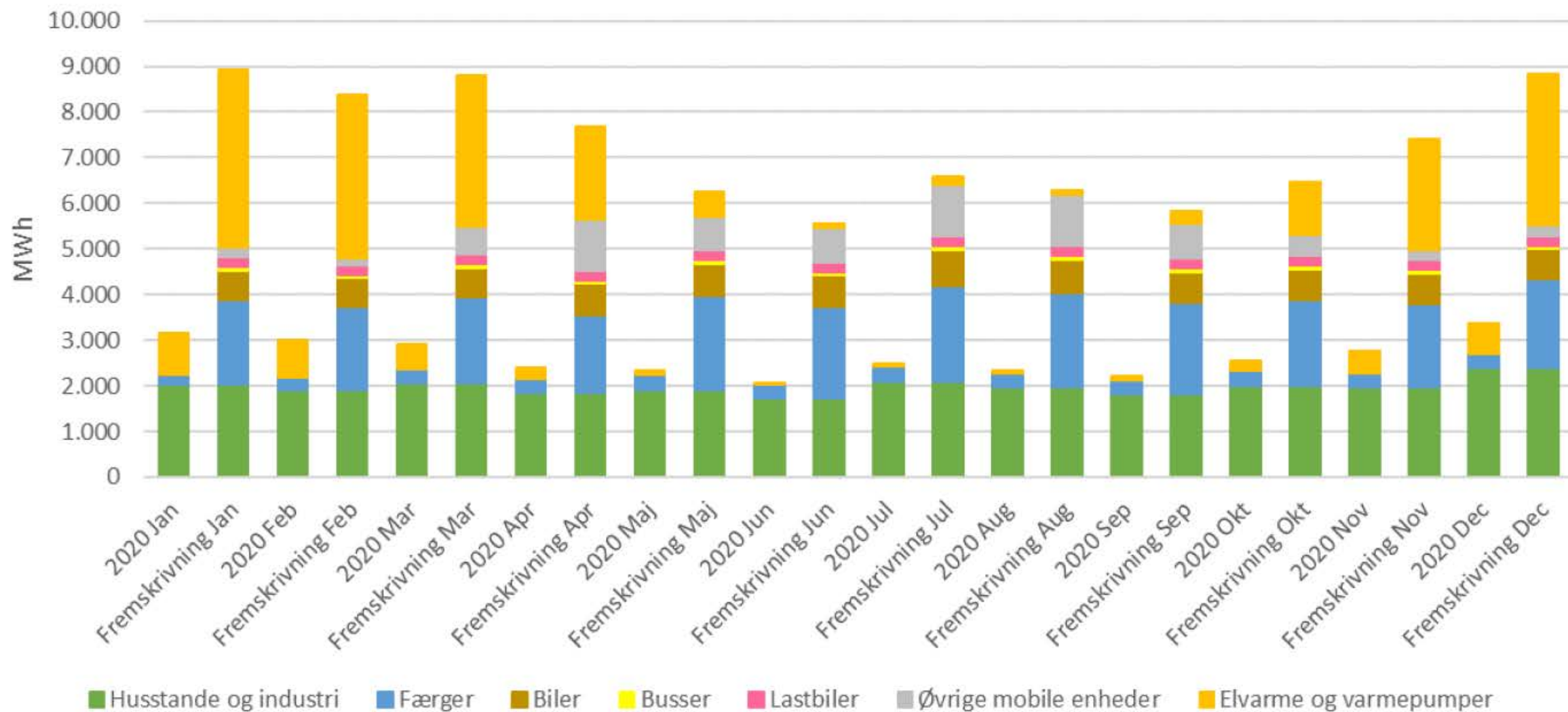
- Tre nybygninger til Scandlines og Molslinjen.
- Konvertering til batteridrift af Hamlet.
- Ny batteripakke til Tycho Brahe (2023)
- Udskiftning af 25% af batterierne på Ellen (forsikrings sag)

Ærøs elforbrug fremskrevet versus grøn elproduktion i 2020



Figur 2. Fremskrivning af Ærøs elforbrug ved elektrificering af en række sektorer frem mod klimamål. Kilde: EMK

Ærø's elforbrug 2020 versus fremskrivningens elforbrug per segment



Figur 3. Ærø's elforbrug (opdelt i segmenter) vil næsten tredobles i forhold til 2020 ved nærværd fuld elektrificering. Kilde: EMK

Opstart af energifællesskabet er støttet af:

Energistyrelsen med 750.000 kr.

Ærø Kommune – fra EU Responsible Energy Island Prize 500.000 kr.

Ærøfonden 250.000 kr. + finansiering af ansøgninger med videre.