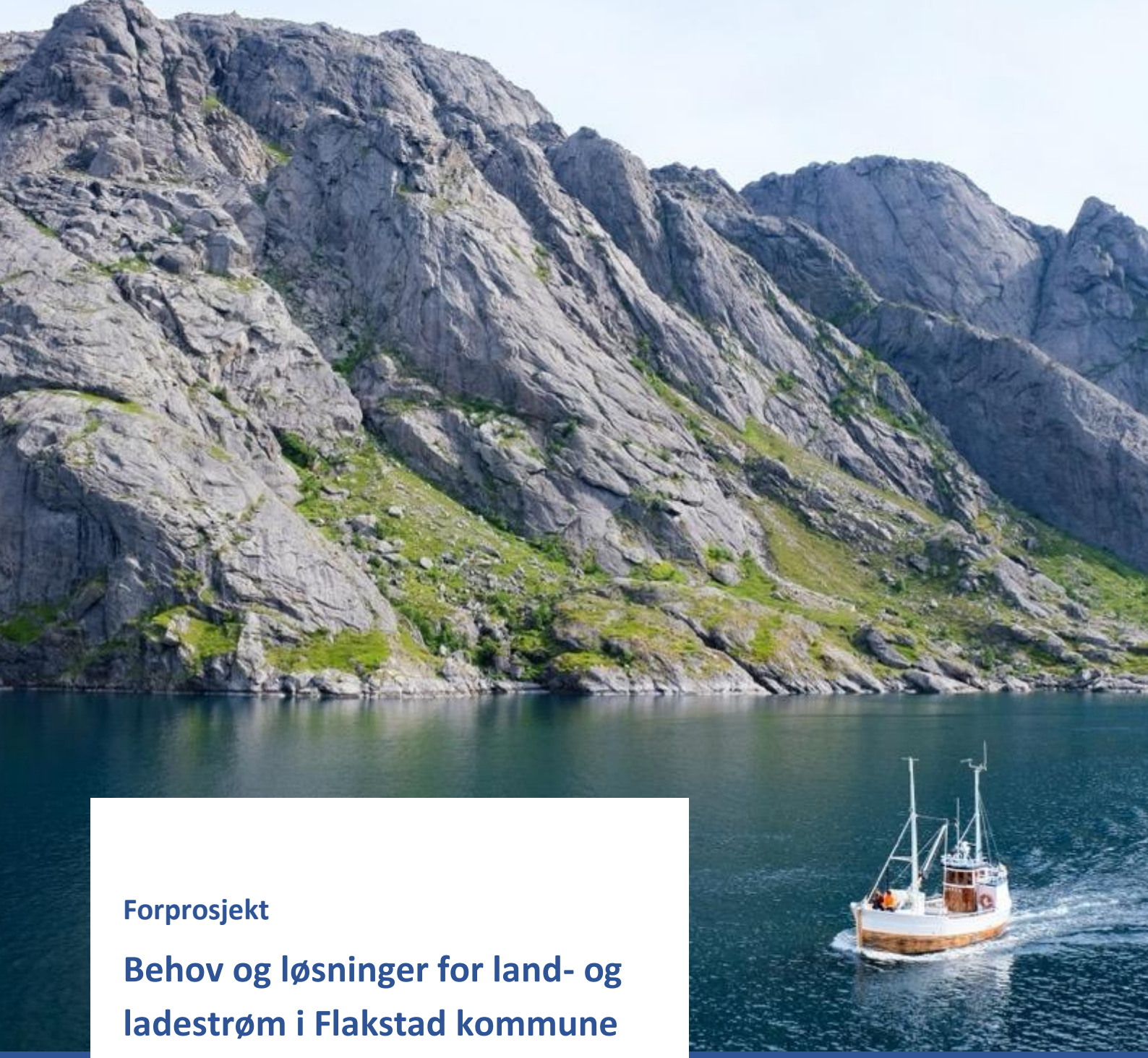


Forprosjekt

Behov og løsninger for land- og ladestrøm i Flakstad kommune

Lofotkraft Muligheter og Flakstad kommune

Oktober 2022

Sammendrag

I denne rapporten er det gjort beregninger for hvilke land- og ladestrømsbehov havnene i Flakstad kommune vil ha 2025 og i 2030. Beregningene er basert på et scenario om innfasing av hybridelektriske fartøy som er tilstrekkelig for å nå målene satt i regionalt vedtatt handlingsplan i Lofoten De Grønne Øyene 2030 (DGØ) og Klimakur 2030, samt AIS-data som gir et anslag på antall båter i havn. For havnene i Flakstad er det estimert et totalt energibehov for land- og ladestrøm på 2775 og 3527 MWh i henholdsvis 2025 og 2030. Forenklede beregninger viser et mulig utslippskutt på 1502 tonn CO2e i 2025 og 1909 tonn CO2e i 2030. Det er også beregnet hvor mange landstrømspunkter som bør tilbys i hver havn.

Videre har vi vurdert hvordan anleggene bør dimensjoneres, hvilke tekniske løsninger som finnes, tilknytningen til strømnettet og samt hvor i de ulike havnene landstrømsuttakene bør plasseres. Det ble funnet at landstrømsstandard IEC 80005-3 i de aller fleste tilfeller ikke passer til fiskeri på grunn av effekbehovet. De nyeste anbefalingene fra NEK landstrømsforum for fiskerifartøy samt NEK 400 er lagt til grunn for foreslåtte utbygginger, herunder bruk av Type 2-kontakt for ladbare fartøy. Effektbehovet per havn frem mot 2025 spenner mellom 143 kW totalt i Nusfjord og til 450 kW i Napp havn. Avhengig av innfasingstakt for ladbare fartøy, vil effektbehovet kunne øke med 45 % til 120 % mot 2030. Totalkostnaden for investering per havn spenner mellom 1,1 til 2,6 mill. kr per havn, og en estimert totalkostnad for alle havnene i Flakstad på 10,3 millioner.

Vi har vurdert lønnsomheten ved drift av land- og ladestrømsanleggene i tre av Flakstads havner. Investeringskostnadene tas høyde for, og videreføres inn i de respektive havners budsjett. Vi har sett på prissetting og hvordan dette kan påvirke lønnsomhet. Budsjettene gir gode signaler på at strøm kan tilbys til en pris der både kunder og tilbydere kan oppnå lønnsomhet. Vi avslutter med noen betraktninger rundt modell for eierskap og drift av infrastruktur. Vi anbefaler også at initiativtakere vurderer å finne risikoavlasting til investeringer i ladeinfrastruktur, da det må beregnes tid for kystflåten til å elektrifisere.

Det er vår vurdering at det ligger et potensial for utvikling og etablering av løsninger for flerbruk av infrastruktur. Gjennom bruk av digital kommunikasjon og smart teknologi vil elektrisk effekt kunne deles på tvers av enheter og sesong. Effektdeling vil kunne bidra til å dempe behovet for utbygging av strømnett i et område, og slik gi lavere kostnader for sluttbruker.

Introduksjon

Bakgrunn

Lofotkraft Muligheter AS har i samarbeid med Flakstad kommune kartlagt muligheter og løsninger for framtidig infrastruktur for landstrøm og lading i seks havner i kommunen. Lofotkraft Muligheter er et utviklingsselskap i Lofotkraftkonsernet som jobber med utvikling og utbygging av infrastruktur og tjenester for grønn omstilling.

Flakstad kommune har kystfiske og reiseliv som viktigste næringer, og verdiskapingen skjer i stor grad rundt havnene i fiskeværene. Kommunen har sammen med resten av Lofoten, satt konkrete mål for å redusere sine klimautslipp (i en grønn vekststrategi Lofoten De Grønne Øyene 2030)[1].

Gjennomføring

Randi Lervik i Lofotkraft Muligheter AS er prosjektleder for forprosjektet som er delt inn i 5 mindre arbeidspakker:

1. Markedskartlegging
2. Nettilkobling
3. Teknisk løsning
4. Forretningsmodell
5. Flerbruksmuligheter

Arbeidspakke 1 og 4 er utarbeidet av Egga Utvikling i samarbeid med Lofotkraft Muligheter. Arbeidspakke 2 og 3 er utarbeidet av ressurser fra Elmea og Aqila. Lofotkraft Muligheter og Flakstad kommune har utarbeidet arbeidspakke 5. Samtlige arbeidspakker har blitt utarbeidet med støtte fra næringssjef i Flakstad kommune, Jørn Aarsland, og prosjektleder i Flakstad kommune, Kurt Atle Hansen. Thor André Berg, Plug AS, har bidratt som referanse i prosjektet. Samtlige arbeidspakker er presentert i denne rapporten gjennom 4 kapitler:

1. Markedskartlegging
2. Dimensjonering av infrastruktur
3. Forretningsmodell
4. Flerbruksmuligheter

[1] Lofoten De Grønne Øyene 2030: https://degronneoyene.no/

Innhold

SAMMENDRAG **2**

INTRODUKSJON **3**

BAKGRUNN 3
GJENNOMFØRING 3

1. MARKEDSKARTLEGGING **5**

1.1. MARKEDSTRENDER 5
1.2. GRØNN OMSTILLING I LOFOTEN OG FLAKSTAD 7
1.3. INNFASINGSTAKT FOR BATTERI I ULIKE FARTØY 8
1.4. METODE FOR ENERGI OG EFFEKTBEHOV I FLAKSTADS HAVNER 11
1.5. ESTIMATER FOR LANDSTRØMS- OG LADEBEHOV I FLAKSTADS HAVNER 16
1.6 OPPSUMMERING OG DISKUSJON 45

2. DIMENSJONERING AV INFRASTRUKTUR **47**

2.1. METODE OG FORUTSETNINGER 47
2.2. AKTUELLE STANDARDER FOR LANDSTRØMSTILKOBLING 48
2.3. TEKNISK VURDERING AV PLUGGLØSNINGER 51
2.4. KOSTNADER FOR ULIKE LANDSTRØMSLØSNINGER 55
2.5. GENERELLE ANBEFALINGER FOR PLUGGLØSNING TIL LANDSTRØMSANLEGG OG FARTØY 56
2.6. LANDSTRØM OG LADING I FLAKSTADS HAVNER 57
2.7. OPPSUMMERING OG DISKUSJON 76

3. DRIFT OG FORRETNINGSMODELLER **78**

3.1. INVESTERING OG DRIFT AV ANLEGGENE 78
3.2 PRISSETTING OG TARIFFER 84
3.3 BETALINGSVILLIGHET 86
3.4 MODELL FOR EIERSKAP OG DRIFT AV INFRASTRUKTUREN. 87
3.5 OPPSUMMERING OG DISKUSJON 89

4. FLERBRUKSMULIGHETER **90**

4.1 UTVIKLINGSTREKK OG MULIGHETER I FLAKSTADS HAVNER 90
4.2 MULIGHETER OG UTFORDRINGER 98
4.4 EKSEMPEL PÅ MODELL FOR FLERBRUK 100
4.5 OPPSUMMERING OG DISKUSJON 101

VEDLEGG **102**

VEDLEGG 1 – BÅTGRUPPER OG ANLØP PER HAVN MED ESTIMATER FOR ANTALL FARTØY MED BATTERI OG ENERGIBEHOV 102
VEDLEGG 2 - EFFEKTBEHOV FOR ULIKE FISKERIFARTØY 107
VEDLEGG 3 – LANDSTRØMSDATA FRA BALLSTAD SLIP 110

1. Markedskartlegging

1.1. Markedstrender

Utslippsmål og støtteordninger for fartøy

I Klimakur 2030 er mulige utslippsreduksjoner og tiltakskostnader for 60 ulike klimatiltak analysert. Tiltakene kan til sammen kutte utslippene med 40 millioner tonn CO2-ekvivalenter i kommende tiårsperiode.[2] Videre står det også i Klimakur 2030 at «utslippskutt i skipsfarten krever teknologiutvikling». Det skyldes at skipsfarten består av mange ulike fartøy med ulike bruksområder, uten etablerte standardløsninger. I Klimakur 2030 står det også at det største utslippsreduksjonspotensialet, «ligger i overgangen fra tradisjonelt drivstoff til løsninger basert på strøm». For å få realisert potensialet, peker Klimakur 2030 på virkemidler som støtteordninger for utvikling og overgang til ny teknologi, samt økte avgifter på tradisjonelt drivstoff. I tillegg nevnes offentlige anskaffelser som en måte å skape et marked og tilrettelegge for bruk av ny teknologi.

Enova har siden 2018 delt ut over 850 millioner kroner i støtte gjennom programmene «Batteri i fartøy» og «Elektrifisering av sjøtransport». Midlene har bidratt til installasjon av batteri i 128 fartøy, og at antall søkere blitt mangedoblet de siste årene.[3] Samtidig har Enova kommet med en innstramming på støtten til fartøy over 15 meter, noe som Enova selv sier markerer en endring i hva som kan anses som særlig innovativt. Det kan tolkes slik at Enova mener denne delen av markedet ikke trenger like mye drahjelp og er modent for å finansiere nye teknologier selv.

Innovasjon Norge har også etablert støtteordninger for å fornye skipsflåten i Norge.[4] Blant prosjektene som har fått støtte, er det en overvekt av ombygging til hybride løsninger.

Utvikling og markedsintroduksjon i Norge

Norge er verdensledende på grønn omstilling innen skipsfart[5]. Fra Figur 1, som viser ordreboken til norske verft i 2017, kan man se at en grønn omstilling i skipsfarten allerede er i gang.[6] Selv om det fremdeles er konvensjonelle fartøy som dominerer, er det et betydelig innslag av grønne teknologier.

---

[2] Miljødirektoratet (2020): https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2020/januar-2020/klimakur-2030-slik-kan-utslippene-kuttes/

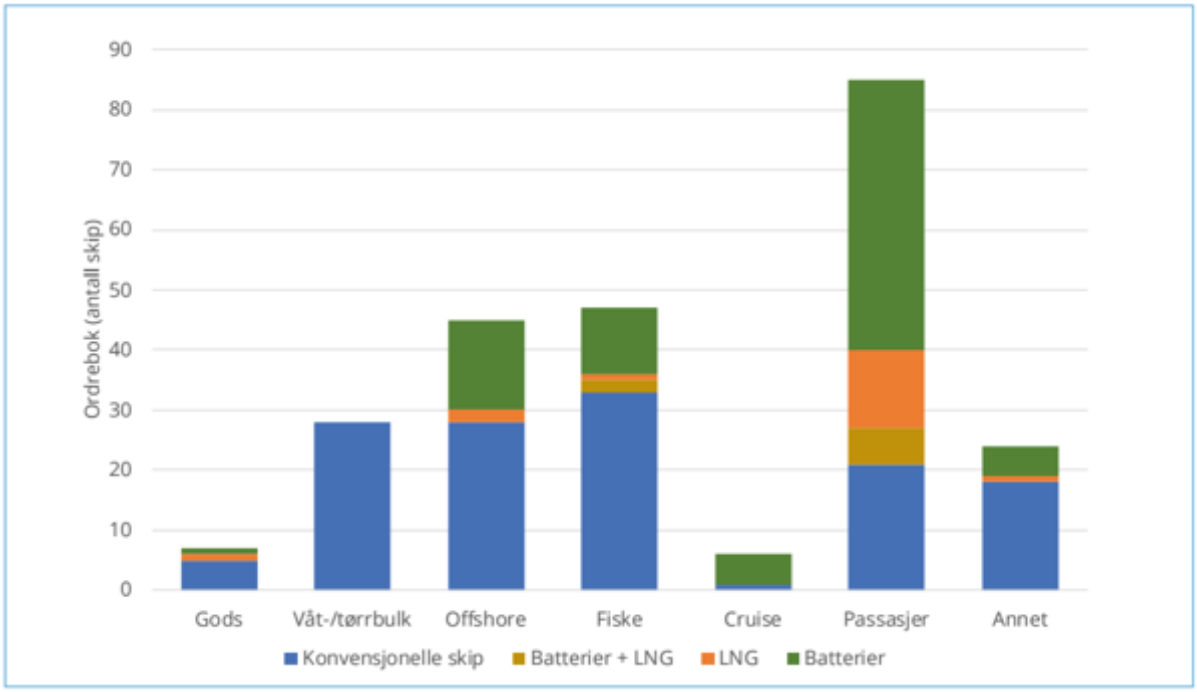
[3] Enova (2021): https://presse.enova.no/news/enova-justerer-stoettesatsene-tilknyttet-sjoetransport-423775

[4] E24 (2020): https://e24.no/naeringsliv/i/OQgvJb/deler-ut-112-millioner-til-groennere-skipsflaate-viktig-bidrag-i-klimakampen

[5] Handlingsplan - Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart. Klima- og miljødepartementet, Olje- og energidepartementet, Statsministerens kontor og Utenriksdepartementet. Oslo, 2019

[6] Handlingsplan - Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart. Klima- og miljødepartementet, Olje- og energidepartementet, Statsministerens kontor og Utenriksdepartementet. Oslo, 2019

For fiskefartøy (som ellers er det største segmentet i havnene i Flakstad), var det av om lag 47 bestillinger i 2017, hvorav 12 bestillinger på fiskefartøy med batteri om bord, dette inkluderer hybride, plug-in hybride og helelektriske fiskefartøy.



Figur 1: Figuren er hentet fra "Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart" fra 2019 og viser skip under bestilling ved norske verft ved utgangen av 2017. I grønn farge ser man fartøy under bestilling med batteri ombord, dette inkluderer hybride fartøy, plug-in hybride og fartøy med ren batteridrift.

Innfasing av helelektriske og hybridløsninger for marine fartøy er i startgropen. I dag er det mest aktuelt med helelektrifisering av fergesegmentet med høy regularitet og korte distanser[7]. Generelt vil helelektrifisering være aktuelt for skip med relativt korte seilingsdistanser på under 25 nautiske mil, med høy regularitet og lang liggetid i havn. Delelektrifisering er egnet for flere ulike sjøfartøy og er i flere tilfeller nær lønnsomme i dag.[8]

Ordreboken fra 2017 viser en stor omstillingsevne i skipsfarten. Likevel, for å nå målet om å halvere utslippene fra innenriks sjøfart og fiske innen 2030, må omstillingstakten øke betraktelig.[9]

[7] Handlingsplan - Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart. Klima- og miljødepartementet, Olje- og energidepartementet, Statsministerens kontor og Utenriksdepartementet. Oslo, 2019
[8] Scenarioanalyse av infrastrukturbehov for alternative drivstoff til fartøy i maritim sektor. Enova, NVE og Kystverket. 2020
[9] Handlingsplan - Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart. Klima- og miljødepartementet, Olje- og energidepartementet, Statsministerens kontor og Utenriksdepartementet. Oslo, 2019

1.2. Grønn omstilling i Lofoten og Flakstad

Det finnes flere organisasjoner og prosjekter i Lofoten som jobber med grønn omstilling, og som har mulighet til å påvirke markedet og utviklingen i Flakstad. Lofoten De Grønne Øyene 2030 (DGØ) har satt flere utslippsmål knyttet til transportsoner, kystfiske og reisemål. DGØ er en tiårig vekststrategi som skal skape grønn og bærekraftig vekst for kommunene i Lofoten, samtidig som området omstilles til å bli et lavutslippssamfunn innen 2040.

«Klimasatsing i kystfiskehavner»[10] er et nasjonalt pilotprosjekt gjennomført i regi av Flakstad kommune og støttet av Miljødirektoratet, hvor hovedmålet er «å utvikle nye løsninger i kystfiskefartøy og deres hjemmehavner som bidrar til reduksjon i utslipp av klimagasser og omstilling til lavutslippssamfunnet» Prosjektet engasjerte blant annet Salt, LoVe Utvikling og Sintef til delutredninger.

Videre jobber FoU-prosjektet ZeroKyst[11] (Grønn Plattform 2021–2024) med å utvikle kompetanse og skalerbare løsninger for utslippsfri fremdrift for fartøy i sjømatnæringen, hvor blant annet Ballstad Slip, Lofotkraft og Flakstad kommune er sentrale partnere.

Selv om grønn omstilling vies stor oppmerksomhet og vilje, både politisk og i næringslivet, er elektrifiseringen av fartøyene i Flakstad i startgropa. Garnbåten Angelsen senior, som har hybrid dieselelektrisk og batteridreven fremdrift, er det eneste fartøyet av sitt slag med hjemmehavn i Flakstad. Vi i kjenner heller ikke til hybride eller helelektriske fartøy i fritidsflåten – eller i flåtene tilknyttet reiselivsnæringen i Flakstad.

Fritidsflåten og reiselivsflåten

Vi kjenner ikke til undersøkelser eller arbeider som kan fortelle noe om elektrifiseringen av fritidsbåter i Flakstad. Vi ser imidlertid at dette er markeder uten gode støtteordninger, hvor kjøperne må stå for hele finansieringen. Vi oppfatter det også slik at fritidsbåteiere har få, om noen, økonomiske insentiver til å elektrifisere egen båt eller kjøpe elektrisk båt.

I reiselivsnæringen er fartøy som fiskeskøyter, RIB-båter og turistbåter mest aktuelle for elektrifisering. Evoy[12] er et eksempel på en produsent av elektriske RIB, mens Brim Explorer er et eksempel på en aktør som har funnet et marked for elektriske båtturer. Denne næringen har imidlertid ingen åpenbare virkemidler de kan benytte for å elektrifisere flåten, men kan antas å søke ulike grønne støtteordninger og fond til grønne tiltak, som for eksempel innkjøp eller ombygging til elektriske fartøy. Hvor fort skiftet vil gå i næringen, vil blant annet avhenge av markedets etterspørsel etter grønne opplevelser.

[10] https://flakstad.kommune.no/naring-og-utvikling/klimasatsing-i-kystfiske/
[11] https://zerokyst.no/
[12] https://www.evoy.no/

1.3. Innfasingstakt for batteri i ulike fartøy

Innfasingstakt for fiskerifartøy

Fiskefartøy med batteri om bord kan være rene batterifartøy, hybride fartøy eller plug-in hybride fartøy. I rene batterifartøy vil batteriet være den eneste energibæreren om bord og det vil ikke være noen utslipp av klimagasser under drift. Hybride fartøy kombinerer i dag batteri med konvensjonell forbrenningsmotor[13]. Denne kombinasjoner muliggjør utslippsreduksjon ved at motoren kan operere mer jevnt innenfor et optimalt lastområde og ved at batterier kan drifte noen av operasjonene om bord[14]. Hybride fartøy lader batteriene fra motoren. Plug-in hybride fartøy skiller seg fra hybride fartøy ved at de også kan lades i havn. Teknologien for plug-in hybridisering er en relativt moden teknologi i dag[15]. I framtiden kan det bli mulig å kombinere batterier med andre energibærere, som hydrogen og ammoniakk, for å oppnå nullutslipp fra fartøy. Teknologien som baserer seg på hydrogen og ammoniakk, er imidlertid ikke moden, og det er vanskelig å forutse når det vil være mulig å ta i bruk slike løsninger[16].

Med bakgrunn i scenarioanalyse for infrastruktur fra Enova, NVE og Kystverket[17], antar vi at plug-hybriddrift vil være dominerende i fiskeflåten og vi ser derfor bort fra helelektrifisering av fiskefartøy i alle scenarier. Det er tatt utgangspunkt i to scenarier for fremtidig ladebehov for hybride fiskefartøy i Flakstad: Optimistisk scenario og et moderat scenario.

Optimistisk scenario skisserer en innfasing av hybridelektriske fartøy som er tilstrekkelig for å nå de politisk forankrede målene satt i veikart for Lofoten De Grønne Øyene 2030 (DGØ). For fiskefartøy i Lofoten har DGØ satt to mål. Det ene målet er at innen utgangen av 2026 skal 10 % av eksisterende fiskefartøy i Lofoten være ombygget til nullutslippsfartøy, minimum 30 % innen utgangen av 2030. I tillegg er det satt et mål om at «innen 2026 velges lav- eller nullutslippsløsninger for alle nye fiskefartøy som anskaffes med hjemmehavn i Lofoten». Målene setter ikke noen krav til valg av null- eller lavutslippsløsninger. Vi antar at batterihybride løsninger vil dominere, uavhengig av om man kombinerer dette med eksempelvis fossilt drivstoff, biodrivstoff eller hydrogen.

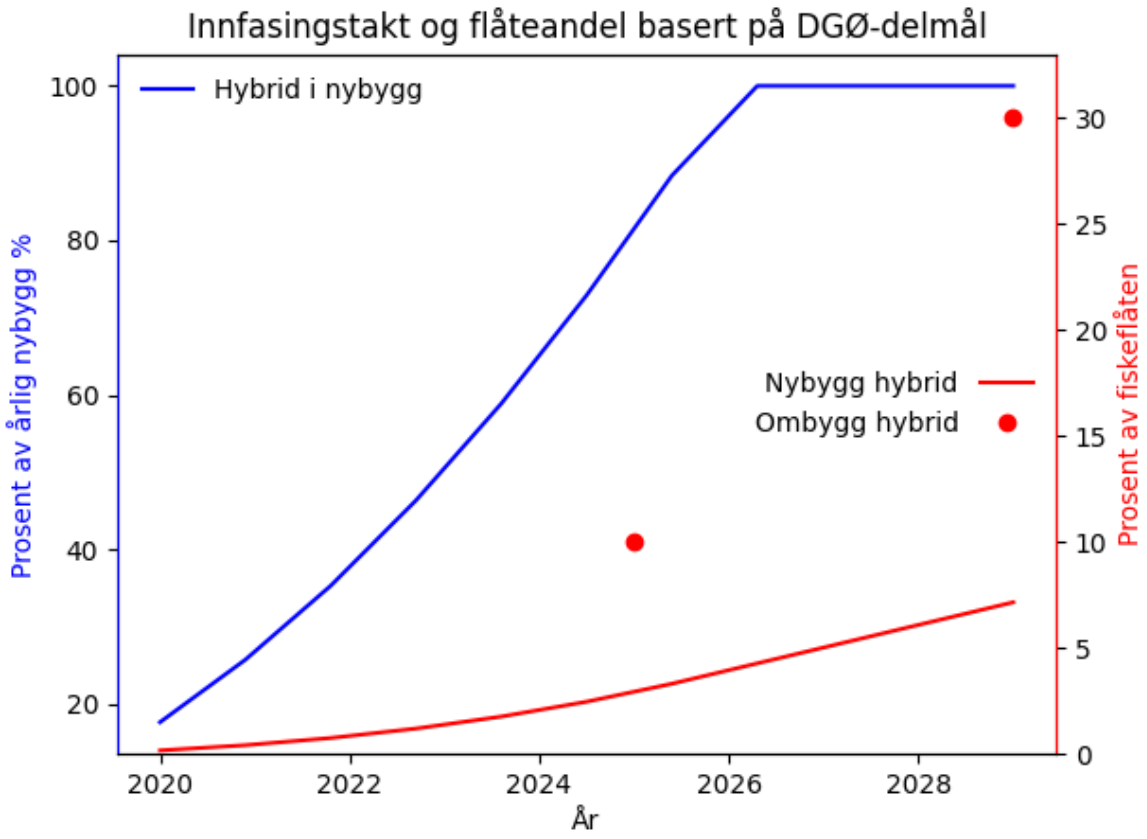
Optimistisk scenario er basert på ordreboken til norske verft i 2017 og DGØ-målene. I 2017 var 25 % av nye fiskefartøy med batteri[18]. Vi antar videre at denne andelen har vært stabil fram mot 2022 for så å gradvis å øke tilsvarende de politiske målene i DGØ frem mot 2026 og 2030.

Ettersom ladepunkter blir mer tilgjengelig, batterienes tetthet øker og batteriprisene reduseres, kan man anta at plug-in hybrid etter hvert vil dominere over hybride fartøy uten lademuligheter. Vi antar

---

[13] Klimakur 2030: https://www.miljodirektoratet.no/klimakur
[14] Tiltak for reduksjon av klimagassutslipp fra fiskeflåten: https://fiskebat.no/files/users/odd/Nettsidedokument/2018-GKP-rapport-Tiltakforreduksjonavklimagassutslippfrafiskefl%C3%A5ten.pdf
[15] Klimakur 2030: https://www.miljodirektoratet.no/klimakur
[16] Klimakur 2030: https://www.miljodirektoratet.no/klimakur
[17] Scenarioanalyse av infrastrukturbehov for alternative drivstoff til fartøy i maritim sektor. Enova, NVE og Kystverket. 2020
[18] Handlingsplan - Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart. Klima- og miljødepartementet, Olje- og energidepartementet, Statsministerens kontor og Utenriksdepartementet. Oslo, 2019

i denne studien at alle hybride fiskefartøy vil være plug-in hybride fartøy med behov for lading i havn. Figur 2 viser innfasingstakten for hybride fiskefartøy (blå linje med tilhørende blå y-akse på venstre side) som vi legger til grunn for optimistisk scenario. Prosentvis andel dette vil utgjøre av en total fiskeflåte, bestående av ca. 5000 fartøy, er vist med røde linje i samme figur (med tilhørende rød y-akse på høyre side). Andelen ombygde hybride fartøy er basert på DGØ-målene og indikert med 2 røde prikker. Tabell 1 oppsummerer estimatene for hybride fiskefartøy som prosentvis andel av total flåte, samt hybride nybygg. I henholdsvis 2025 og 2030 vil da 3.31 % og 7.15 % av den totale norske fiskeflåten være nye hybride båter. Andelen eksisterende fiskefartøy i Lofoten ombygd til hybriddrift være på 10 % i 2026 og 30 % i 2030.



Figur 2: Fiskefartøy: Estimert innfasingstakt av nye hybride fartøy og andelen nye hybride fartøy samt ombygde fartøy utgjør av en total fiskeflåte på 5000 fartøy, basert på delmål fra "De grønne øyene".

Moderat scenario

Innfasingstakten for batterihybride fartøy oppgitt i de regionale og nasjonale politiske målene antar vi å være et optimistiske anslag for utviklingen i markedet. Dette fordi målene er satt basert på et ønske om en gitt mengde kutt av klimagasser. Dersom de politiske rammebetingelsene og støtteordningene ikke blir kraftige nok, er det nok derfor riktig å anta at innfasingstakten vil gå noe saktere. I denne utredningen har vi satt opp et moderat scenario som i korte trekk legger til grunn en 50 % saktere innfasing. Hva dette kumulativt betyr for flåteandelen i 2025 og 2030 er oppgitt i Tabell 1 under.

Tabell 1: Optimistisk scenario er basert på politiske delmål fra "De Grønne Øyene". Moderat scenario er en halvering av optimistisk scenario.

Scenario	Moderat Scenario		Optimistisk scenario	
År	2025	2030	2025	2030
Hybrid	1,7 %	3,6 %	3.31 %	7.15 %
Ombygde eksisterende fartøy	5 %	15 %	10 %	30 %
Total andel ladbare fartøy	6,7 %	18,6 %	13,5 %	37,2 %

Bruk av landstrøm

Landstrøm er teknologisk moden løsning. Tilrettelegging for landstrøm på skip krever begrenset med ombygging om bord og moderate tilpasninger på landsiden[19]. De fleste skip har moderat effektbehov til hotelldrift ved landligge, mens cruiseskip krever noe høyere effekt[20]. Vi antar at fra og med 2025 vil alle fartøy være tilrettelagt for bruk av landstrøm.

Innfasingstakt i fritidsflåten

Fritidsbåter består av en rekke ulike typer småbåter, som seilbåter, motorbåter og vannscootere. I 2017 var det mer enn 500 000 motoriserte fritidsbåter i Norge.[21] I Redningsselskapets småbåtregister er det 437 971 båter. Vi antar at noen faller utenfor registeret, og at det derfor er rundt 500 000 motoriserte fritidsbåter i dag.

I følge Klimakur 2030 er det anslått at man vil se en gradvis innfasing av elbåter, med 2000 nye elbåter i 2030[22]. På bakgrunn av estimatet fra Klimakur 2030 for innfasingstakt for elektriske fritidsbåter, er prosentvis andel av den totale fritidsflåten på 500 000 båter, beregnet og presenter i Tabell 2:

[19] Scenarioanalyse av infrastrukturbehov for alternative drivstoff til fartøy i maritim sektor. Enova, NVE og Kystverket. 2020
[20] Scenarioanalyse av infrastrukturbehov for alternative drivstoff til fartøy i maritim sektor. Enova, NVE og Kystverket. 2020
[21] Båtlivsundersøkelsen 2018: https://norboat.no/download-routerfile.php?temp_id=49&file_id=1233
[22] Klimakur 2030: https://www.miljodirektoratet.no/klimakur

Tabell 2: Innfasingstakt elektriske fritidsbåter: Andel elbåter av det totale nysalget, kummulativt antall elbåter i Norge, og prosentvis andel av totalt antall fritidsbåter.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nysalg elbåt	20	40	80	100	160	200	500	700	1000	1500	2000
Kummulativt	20	60	140	240	400	600	1100	1800	2800	4300	6300
Andel %			0.028			0.12					1.26

1.4. Metode for energi og effektbehov i Flakstads havner

Fartøygrupper og antagelser om effekt- og energibehov

I arbeidet har vi valgt å skille mellom fiskefartøy og andre typer fartøy. For fiskefartøy (FB) har vi videre delt inn i lengdegrupper som samsvarer med det som er gjort i Sintefs rapport "Driftsmønster og energiforbruk i Kystfiskeflåten"[23]. For andre typer fartøy (AB) har vi valgt noen færre lengdegrupper. Inndelingen er summert opp i Tabell 3. Samme tabell oppsummerer også de antagelser som er gjort for effektbehov ved landligge og batterikapasitet for de ulike fartøygruppene.

Det kan være verdt å merke seg at fartøygruppen FB28, samler alle fiskefartøy med lengde lengre enn eller lik 21 meter. AB28 samler alle andre typer fartøy med lengde lengre enn eller lik 15 meter. Spesielt for sistnevnte gruppe vil det kunne være et stort sprik i størrelse på fartøyene, og vil kunne inkludere alt fra en 50 fots fritidsbåt til større cruiseskip. Det er det ikke tatt hensyn til dette i antakelsene for batterikapasitet og landstrømsbehov for denne fartøygruppen.

I datagrunnlaget som videre analyser baserer seg på, er det noen fartøy som er registrert med ukjent lengde. Fiskebåter med ukjent lengde har her fått forkortelsen FB00, og andre typer fartøy med ukjent lengde har fått forkortelsen AB00. Uten en fartøystørrelse å forholde seg til, lar det seg vanskelig gjøre å anta noe om batteristørrelser. Vi har i det videre lagt til grunn at FB00 og AB00 henholdsvis vil ha samme batteristørrelse og landstrømsbehov som FB11 og AB11.

Antagelse rundt batterikapasitet og effektbehov til landstrøm for de ulike fartøygruppene, er gjort med utgangspunkt i energimodellene for hybride fiskefartøy i Sintefs rapport. Energibruk under fiske er noe høyt i forhold til de batteri som typisk installeres i fiskefartøy i dag og vi tar utgangspunkt i at dette er batteristørrelser som er mer sannsynlig nærmer 2030. For estimatet for 2025, har vi redusert batterikapasiteten noe for fiskefartøy. Rapporten inneholder ikke noen energimodell for fiskefartøy

[23] Driftsmønster og energibruk i kystfiskeflåten: https://www.sintef.no/publikasjoner/publikasjon/1927112/

over 21 meter, og her er det gjort en antakelse om at batterikapasiteten for FB28 vil være den samme som for FB21.

Også effektbehovet ved landligge er noe nedjustert sammenlignet med det som er oppgitt i Sintefs rapport. Nedjusteringen er gjort på bakgrunn av landstrømsdata fra Ballstad Slip (vedlegg 3). Metode for beregning av effektbehov for de ulike fartøygruppene for kystfiskeflåten er beskrevet i vedlegg 2. Antagelser for effektbehov for hotelldrift for de øvrige fartøygruppene baserer seg på behovet til fiskefartøy med tilsvarende lengder.

Antagelser for batterikapasitet i fartøygruppen «andre typer fartøy» er gjort basert på hva som er på markedet i dag. Det finnes flere produsenter og forhandlere av elektriske og hybride fritidsfartøy. Nautic Norway er forhandler av elektriske fritidsbåter. I sitt sortiment har de en 23 fots snekke (7 meter) med batterikapasitet på 20-40 kWh, og en weekend cruiser på 28 fot (8.5 meter) med batterikapasitet på 132 kWh. Evoy er et annet selskap som designer, utvikler og produserer båtmorotorer. I sortimentet har de blant annet en 120 hp påhengsmotor med batterikapasitet på 63 kWh-189 kWh. Arctic Cruise i Tromsø er forhandler av hybride fritidsfartøy over 15 meter. De leverer blant annet en 50 fots hybrid yacht (15.24 meter) batterikapasitet på 140-240 kWh. Antakelser om batterikapasitet for fritidsbåter er gjort på bakgrunn av disse eksemplene. Det er antatt at batterikapasiteten for fritidsbåter ikke vil øke fra 2025 til 2030.

I analysene som følger legger vi til grunn at AB00-AB15 er helelektriske fritidsfartøy. For AB28 legger vi til grunn plug-in hybriddrift, med tilsvarende effektbehov ved landligge som FB28. Batterikapasiteten til AB28 er satt til å være noe lavere enn hos FB28 i 2025, og er videre ikke antatt å øke mot 2030.

*Tabell 3: Estimat for effektebehov for hotelldrift og batterikapasitet for de ulike fartøyskategoriene for årene 2022-2025 og 2030. * Batterikapasitet helelektriske fritidsfartøy.*

Type båt	Kort navn	Hotelldrift	Batterikapasitet 2022-2025 kWh	Batterikapasitet 2030 kWh
Fiskebåt ukjent lengde	FB00	7.5 kW	0	0
Fiskebåt <11 meter	FB11	7.5 kW	150	242
Fiskebåt [11-13> meter	FB13	7.5 kW	200	300
Fiskebåt [13-15> meter	FB15	7.5 kW	250	431
Fiskebåt [15-21> meter	FB21	10 kW	350	1127
Fiskebåt > 21 m	FB28	15 kW	350	1127
Andre båter ukjent lengde	AB00	7.5 kW	0	0

Andre båter < 11	AB11	7.5 kW	50*	50*
Andre båter [11-15> meter	AB15	7.5 kW	150*	150*
Andre båter > 15 m	AB28	15 kW	240	240

Beregning av antall båter i havnene

Dette studiet er basert på AIS-registreringer gjort i et utvalg av havnene i Flakstad i perioden januar 2017 til desember 2019. «Automatic Identification System" (AIS) er et antikollisjonsverktøy for skipsfarten som sender ut og utveksler informasjon om blant annet identitet og posisjon. AIS gir utgjør derfor også et nyttig verktøy for myndigheter og maritime trafikksentraler om skipstrafikken innen sine ansvarsområdet.

Fra AIS-registreringer har vi tilgang på informasjon om hvilke fartøy som besøker havnene, hvilke fartøygruppe de tilhører, samt når de ankommer og forlater havnen. Fra AIS-registreringer for perioden januar 2017 til desember 2019, er antall fartøy i havn per time beregnet for hver av fartøygruppene som gitt i Tabell 3. Dette utgjør et nytt datasett, som videre analyser for landstrøm baserer seg på. Der det er hensiktsmessig, er de ulike fartøygruppene samlet til 4 hovedgrupper; fiskebåter mindre enn 15 m (små FB), fiskebåter større eller lik 15 m (store FB), andre typer båter mindre enn 15 m (små AB) og andre type båter større eller lik 15 m (store AB).

En ulempe ved å basere seg på AIS-data er at det ikke er et krav om at fiskefartøy under 15 meter har dette om bord[24]. Det er heller ikke krav om at fritidsfartøy skal ha AIS. Antall fartøy i disse gruppene kan derfor utgjøre en større andel enn det som kommer fram i AIS-dataen og utgjør en usikkerhet i de videre estimatene for landstrøms- og ladebehov. Fartøy som er registrert med mindre enn en times opphold er ikke inkludert i det nye datasettet. Noen fartøy er for eksempel registrert med så lite som 10 minutters oppholdstid, og det er usikkert hvorvidt dette er fartøy som i det hele tatt legger til kai.

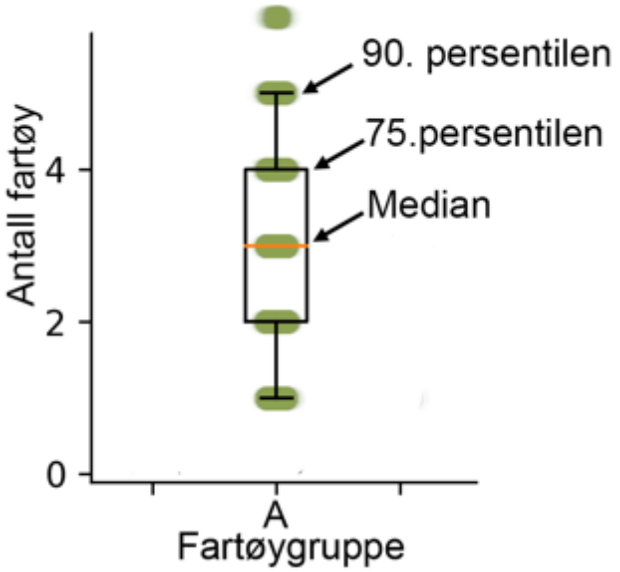
For å estimere behovet for antall landstrøms- og ladepunkter, må man vite noe om hvor mange fartøy som typisk ligger i havn samtidig. For å finne et estimat for antall fartøy i havn per fartøygruppe er det benyttet boksplott som viser medianen (50. persentilen), 75. persentilen og 90. persentilen. Dette er illustrert i Figur 3. Medianen, også kalt 50. persentilen, indikerer hvor mange landstrømspunkter som er nødvendig for å dekke behovet 50 % av tiden. På samme måte oppgir 75. persentilen og 90. persentilen antall oppkoblingspunkter som er nødvendig dersom man skal dekke behovet henholdsvis 75 % og 90 % av tiden.

For hver fartøygruppe, er timene med ingen fartøy i havn utelatt fra statistikkberegningene. Dette kan for eksempel være tidspunkt på dagen der alle fiskefartøyene i en fartøygruppe er ute og fisker

[24] https://www.sdir.no/sjofart/regelverk/rundskriv/endring-av-forskrift-om-konstruksjon-utstyr-drift-og-besiktelser-for-fiske-og-fangstfartoy-med-storste-lengde-pa-15-meter-og-derover/

samtidig. Gitt at mange nok fartøy i samme fartøygruppe følger samme driftsmønster, ville timer med ingen fartøy i havn vært med på å «dra ned» statistikken. Dette ville gi et inntrykk av at antall båter i havn samtidig typisk er færre enn det er i realiteten. For å indikere spredningen i datasettene, er antall båter per time plottet med fargede prikker, «bak» boks-plottet. Hver prikk tilsvarer en time i perioden januar 2017 til desember 2019.

Det er verdt å merke seg at når man vurderer behovet til f.eks. små fiskebåter alene, vil behovet for landstrømspunkter være forskjellig fra behovet til alle fartøy samlet. Dette kan for eksempel henge sammen med at fartøy som tilhører en fartøygruppe har likt bruksmønster. Er målet å tilrettelegge for fiskefartøyenes behov, bør man ta utgangspunkt i 75. persentilen for fiskefartøy. Ønsker man derimot å vurdere behovet til alle fartøy samlet, tar man utgangspunkt i 75. persentilen for alle fartøy.



Figur 3: Forklaring på hvordan boksplott er brukt for å finne behovet for landstrømspunkter. Boksplottet er brukt for å vise medianen, 75. persentilen og 90. persentilen for antall fartøy i havn for de ulike fartøygruppene.

Landstrømsbehov i Flakstads havner

Effektbehovet per time for landstrøm er beregnet ut ifra hotelldrift for hver fartøygruppe, som oppgitt i Tabell 3, samt datasettet for antall fartøy i havn per time. Ved å summere opp effektbehovet over alle timene, er energibehovet for hele perioden estimert. Årlig energibehov er beregnet ved å dele det totale energibehov på tre år.

Typisk effektbehov i havnene er også funnet ved bruk av boksplott som viser medianen, 75. persentilen og 90. persentilen. Timer hvor det ikke er et effektbehov i havnen er utelatt fra statestikkberegningene. Boksplottene indikerer hvor stor effekt en bør legge til rette for, dersom en ønsker å dekke behovet 50 %, 75 % eller 90 % av tiden hvor det er fartøy i havn.

Usikkerheter knyttet til estimatene for energi- og effektbehov til landstrøm, vil være knyttet til antagelser om effektbehovet til hver fartøygruppe og at enkelte fartøygrupper kan være underrepresentert i AIS-dataen som ligger til grunn.

Ladebehov i Flakstads havner

Fra de originale AIS-dataene, er fartøyene sortert ut ifra navn og fartøygruppe. Videre er antall unike navn funnet i hver fartøygruppe funnet, samt gjennomsnittlig antall anløp per unike fartøy. Antall unike fartøy er så kombinert med optimistisk scenario som oppgitt i Tabell 1 og Tabell 2, for å finne estimat for antall hybride og hel-elektriske fartøy i 2025 og i 2030.

Energibehovet for lading for hver fartøygruppe er beregnet ut fra følgende ligning:

$$Energibehov = Antall\ hybride\ fartøy * gjennomsnittlig\ antall\ anløp * batterikapasitet\ (kWh) * (0.8 - 0.2)$$

Batterikapasitet for hver fartøygruppe er oppgitt i Tabell 3. Det er antatt at batteriet lades fra 20 % til 80 %.

Potensial for utslippsreduksjon ved landstrøm og delelektrifisering av fartøy

Landstrøm vil kunne erstatte diesel når fartøyene ligger i havn og gi en reduksjon av klimagassutslipp. For å beregne potensialet for reduksjon av utslipp ved landstrøm, er det tatt utgangspunkt i at diesel har en energitetthet på 10 kWh/liter og en nyttevirkningsgrad på 46 %[25]. For at en forbrenningsmotor skal levere 1 kWh til fartøyet, vil det kreve 0.217 liter diesel. Videre er det antatt at forbrenning av diesel fører til utslipp av 2.66 kg CO2-ekv. per liter. Utslipp fra fysisk levert strøm i kraftnettet er beregnet av NVE beregnet til å være 0.017 kg CO2e per kWh[26].

$$Utslippsreduksjon = Ant.kWh\ landstrøm \times (0.217\ l/kWh\ diesel \times 2.66\ kg\ CO2e/l - 0.017\ kg\ CO2e/kWh)$$

For å beregne potensialet for reduksjon av utslipp ved plug-in hybriddrift sammenlignet med konvensjonell drift, er det gjort en antagelse om at kuttene vil tilsvare energibehovet til lading i havn:

$$Utslippsreduksjon = Antall\ kWh\ lading \times (0.217\ l/kWh\ diesel \times 2.66\ kg\ CO2ekv./l - 0.017\ kgCO2e/kWh)$$

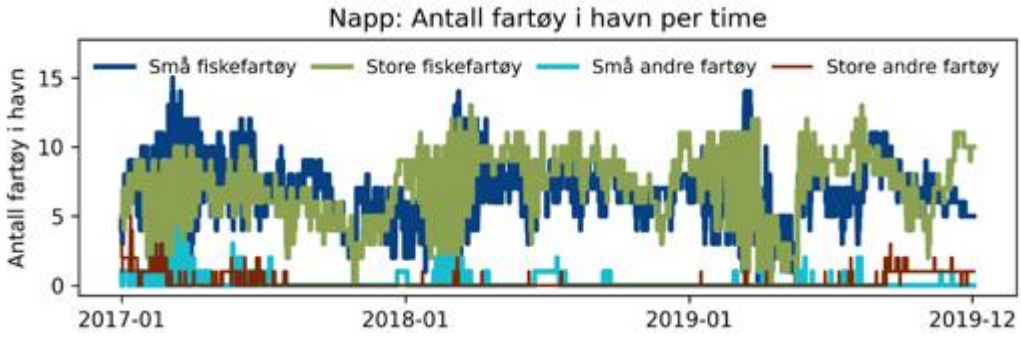
[25] Driftsmønster og energibruk i kystfiskeflåten: https://www.sintef.no/publikasjoner/publikasjon/1927112/
[26] https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/stromforbruk-i-norge-har-lavt-klimagassutslipp/

1.5. Estimater for landstrøms- og ladebehov i Flakstads havner

På bakgrunn av AIS-data og antagelser gjort om energi- og effektbehov for hotelldrift og lading, er behovet for landstrømspunkter i hver havn estimert. Det også utarbeidet estimater for energi- og effektbehov til hotelldrift ved landligge, samt energibehov til lading. Resultater for havnene i Napp, Ramberg, Fredvang, Sund og Nusfjord er presentert i dette delkapittelet. For Mølnarodden mangler det AIS-data, og det er derfor ikke oppgitt noen estimat for behovet for land- og ladestrøm i denne havnen.

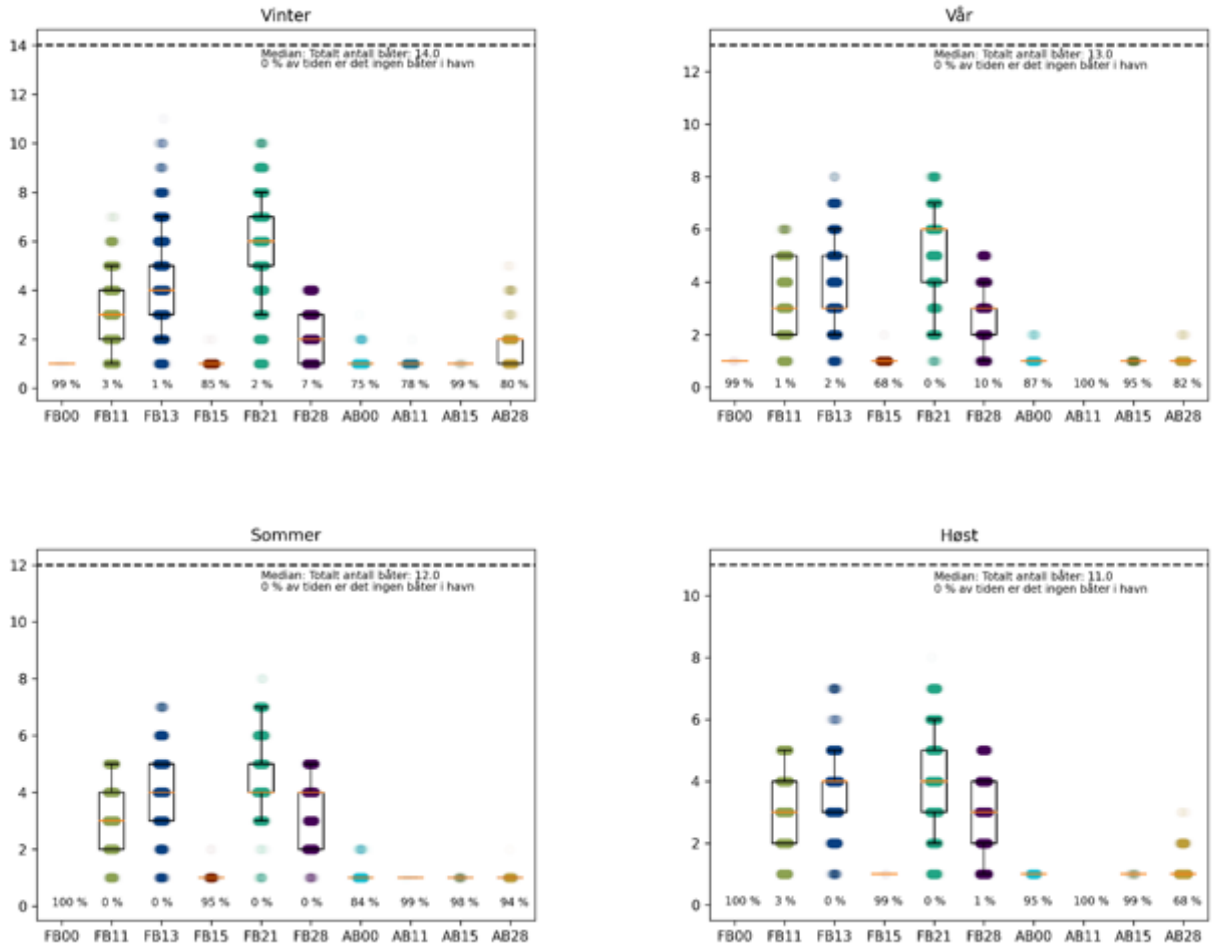
Napp havn

Landstrømspunkter



Figur 4: Antall båter per time i Napp havn registrert med AIS i perioden januar 2017 til desember 2019 fordelt over fartøygruppene små fiskefartøy (<15 m), store fiskefartøy (>=15 m), små andre typer fartøy (<15) og store andre typer fartøy (>=15).

I perioden januar 2017 til desember 2019 ble det totalt registrert 6923 anløp til Napp havn ved bruk av AIS. Figur 4 viser antall båter i havn hver time for de fire ulike hovedgruppene små FB, store FB, små AB og store AB. Det er fiskefartøy, både små og store, som utgjør størstedelen av fartøy registrert i Napp havn. For fiskefartøy er det klart størst aktivitet i vintermånedene. Andre typer fartøy, både over og under 15 meter, utgjør en liten andel av anløpene i Napp. Fiskefartøy under 15 meter og fritidsfartøy, har ikke krav om AIS om bord, og kan derfor utgjøre en større andel enn det som kommer fram i AIS-dataen.



Figur 5: Antall fartøy i havn: Boks-plot som blant annet viser median og 75. persentil og 90. persentilen for antall fartøy i havn for de ulike fartøygruppene for hver sesong. Her er kun tidspunkt hvor det er båter i havn inkludert, og andel av tiden med båter i havn er oppgitt i prosent av den totale tiden (3 år). Tidspunkt der det er ingen båter i havn er ikke inkludert i statistikkberegningene. Prikkene viser spredningen i antall båter i havn. Stiplet, sort linje viser median for totalt antall båter i havn.

For å estimere behovet for antall landstrømspunkter, er det nødvendig å kjenne til hvor mange fartøy som typisk ligger i havn samtidig. Dette kan en finne fra datasettet for antall fartøy i havn per time basert på AIS-registreringer.

Boksplottene i Figur 5, viser medianen, 75. persentilen og 90. persentilen for antall båter i havn per time. Det er ett boksplott for hver fartøygruppe og en figur for hver sesong. For noen av fartøygruppene, vil det være så få registreringer, at disse tre persentilene sammenfaller.

For hver fartøygruppe, er timene med ingen fartøy i havn utelatt fra statistikkberegningene. Dette kan for eksempel være tidspunkt på dagen der alle fiskefartøyene i gruppen FB11 er ute og fisker samtidig. For hver fartøygruppe, under boksplottene, er det oppgitt i prosent hvor stor andel av tiden fartøygruppen ikke er representert i havnen. F.eks., for FB11 utgjør timene med null registreringer 3 %

av tiden i vintersesongene. For andre fartøygrupper, som FB15 og AB00-AB28 er denne andelen betydelig større.

Stiplet sort linje øverst i hvert plot i Figur 5 viser medianen for hele datasettet under ett. Det vil si at skal man f.eks. dekke behovet i havnen 50 % av vinteren må man ha tilgjengelig totalt 14 punkter for landstrøm, uavhengig av fartøystype. For vår, sommer og høst er medianen for totalt antall fartøy i havn henholdsvis 13, 12 og 11. For alle sesongene er det registrert fartøy i havn 100 % av tiden.

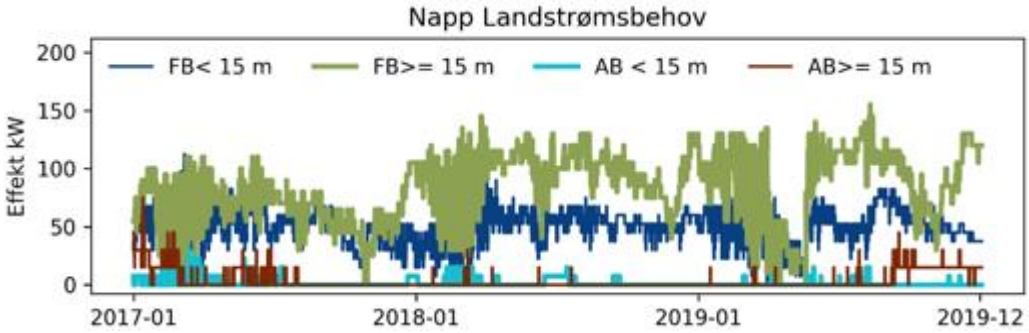
For å dekke 75 % av landstrømsbehovet på vinteren, vil det være behov for 11 punkter for små FB, 10 punkter for store FB, 3 punkter for små AB og 2 punkt for store AB. Vurderer man alle fartøy under ett, er 75. persentilen 17 fartøy for vintersesongen. Dette indikerer at de ulike fartøygruppene ikke nødvendigvis har behov for landstrømspunkter samtidig. Det kan derfor være hensiktsmessig å se på om noen av fartøygruppene kan benytte samme infrastruktur.

Behovet for landstrømspunkter i Napp havn varier noe over de ulike sesongene. I Tabell 4 er 75. persentilen for de ulike gruppene og de ulike sesongene summert opp. I Tabell 54 i vedlegg 1, er samme tabell gjentatt, men da også inkludert median og 90. persentilen.

Tabell 4: Oppsummerer 75. persentilen for antall båter per time i Napp havn registrert med AIS i perioden januar 2017 til desember 2019 fordelt over fartøygruppene små fiskefartøy (<15 m), store fiskefartøy (>15 m), små andre typer fartøy (<15) og store andre typer fartøy (>=15 m). Timer med ingen registrerte fartøy for hver fartøygruppe er ikke inkludert.

Fartøytype Napp	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Små FB 75 %	11.0	12.0	10.0	9.0
Stor FB 75 %	10.0	9.0	9.0	9.0
Små AB 75 %	3.0	2.0	3.0	2.0
Stor AB 75 %	2.0	1.0	1.0	1.0
Totalt	17	15	14	11

Energi- og effektbehov for landstrøm



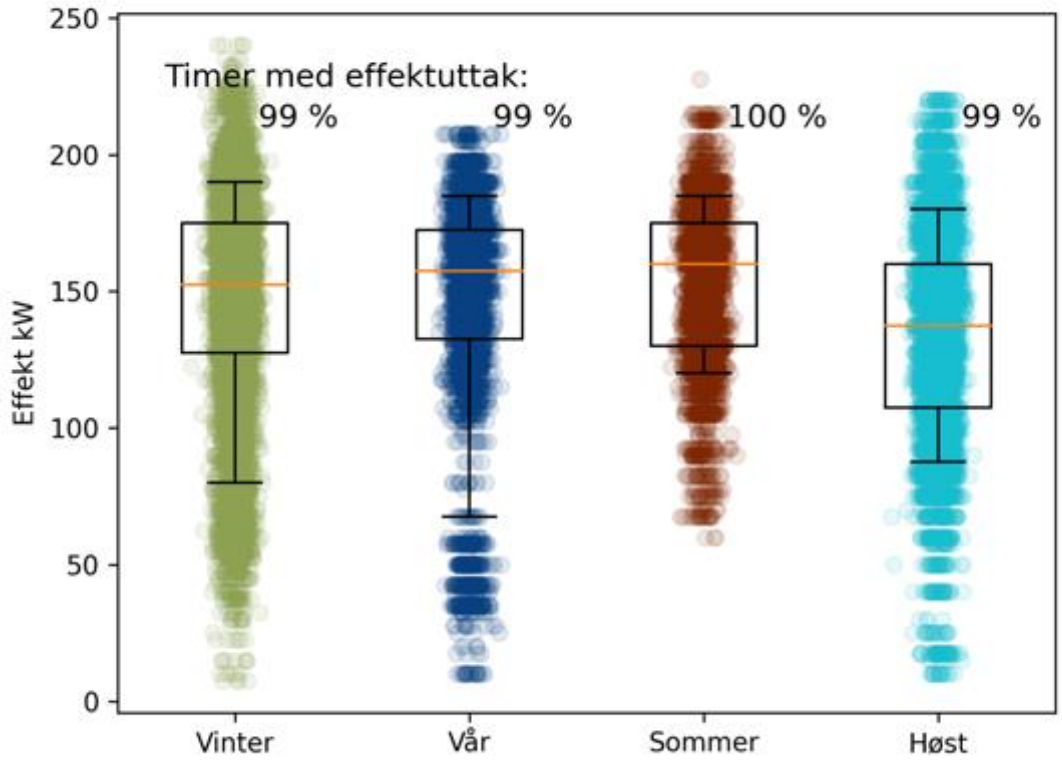
Figur 6: Effektbehov for landstrøm basert på AIS-data fra årene 2017-2019 og estimat for effektbehov ved hotelldrift gitt i Tabell 3.

Energibehovet og effektbehovet for landstrøm er beregnet ut ifra effektbehovet for hotelldrift for hver fartøygruppe som oppgitt i Tabell 3, samt datasettet for antall fartøy i havn per time. Figur 6 viser effektbehovet per time i Napp havn fordelt over de 4 ulike hovedgruppene med fartøy. Ved å summere opp over alle timene er årlig energibehov for landstrøm estimert og gitt i Tabell 5. For Napp er det totale årlige energibehovet til landstrøm estimert til å være 1256 MWh. Dette tilsvarer en reduksjon av klimagasser på 266 tonn CO2-ekv.

Tabell 5: Energibehov for landstrøm i Napp havn.

	Små FB	Store FB	Små AB	Store AB	Totalt
Energibehov Landstrøm 3 år MWh	1385	2236	45	102	3770
Årlig (MWh) energibehov	461	745	15	34	1256
Årlig CO2 reduksjon i tonn					680

I Figur 7 er effektbehovet for landstrøm i Napp havn illustrert med boksplott. Det er ett boksplott for hver årstid som viser medianen, samt 75. persentilen og 90. persentilen. Timer hvor det ikke er et effektuttak er utelatt. Øverst i figuren er den prosentvise andelen av timer med et effektuttak oppgitt. For Napp er det behov for effektuttak 99 % av tiden i vinter-, vår og høstsesongene og 100 % av tiden i sommersesongene. Median effektbehov ligger på rundt 150 kW, men noe lavere på høsten.



Figur 7: Effektbehov landstrøm for de ulike årstidene.

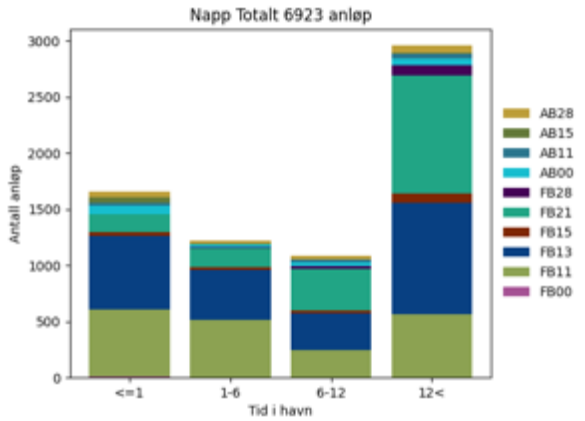
Energibehov lading

Tabell 6: Antall unike fartøy, gjennomsnittlig antall anløp per fartøy, estimat antall hybrid/hel-elektriske fartøy i 2025 og 2030, energibehov for lading i 2025 og i 2030.

Båtgruppe	Antall unike fartøy	Gj. anløp per fartøy	Batteri-drift 2025	Batteri-drift 2030	Energi 2025 MWh	Energi 2030 MWh
FB00	2	6	0	1	0	0,9
FB11	34	56	4	13	20,2	105,7
FB13	40	61	5	15	36,6	164,7
FB15	12	14	2	4	4,2	14,5
FB21	29	60	4	11	50,4	446,3

FB28	10	13	1	4	2,7	35,2
AB00	48	4	6	18	0,7	2,2
AB11	13	7	2	5	0,4	1,1
AB15	17	4	2	6	0,7	2,2
AB28	27	7	4	10	4	10,1
Totalt energibehov 3 år					120	783
Totalt årlig energibehov					40	261
Årlig CO2 reduksjon i tonn					22	141

Estimat for antall helelektriske og hybride fartøy, er basert på optimistisk scenario og beregnet ut ifra antall unike fartøy registrert ved AIS i havnen. Av fartøyene innom Napp havn, er det estimert at i 2025 vil det kunne være 15 hybride fiskebåter, 10 helelektriske fritidsbåter og 4 større hybride andre typer båter. I 2030 er disse tallene henholdsvis 48, 29 og 10. Med antagelsene om batterikapasitet oppgitt i Tabell 3, og gjennomsnittlig antall anløp per fartøygruppe, er energibehovet for lading beregnet. I Napp er energibehovet over 3 år, estimert til 120 MWh i 2025 og 783 MWh i 2030. Dette tilsvarer en reduksjon av klimagasser på 23 og 150 tonn CO2-ekv. i henholdsvis 2025 og i 2030. Det er store usikkerheter knyttet til disse tallene, men tallene kan likevel gi en indikasjon på behovet dersom målene satt i DGØ nås.



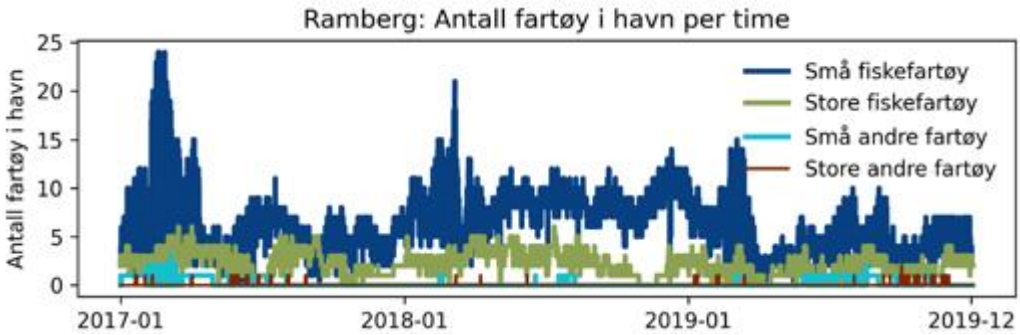
Figur 8: Oppholdstid i havn for hvert anløp for de ulik fartøysgruppene.

Effektbehovet for lading er ikke beregnet her, men hvor mange timer fartøyene er i havn for hvert anløp kan gi en indikasjon. Figur 8 viser oppholdstid i havn for hvert registrerte anløp for hele perioden 2017-2019. En stor andel av fartøyene oppholder seg over 6 timer i havn og vil kunne lade batterier på lavere effekt. De fartøyene som oppholder seg mindre enn 6 timer i havn vil kunne ha behov for lading med høyere effekt. Napp havn har en betydelig andel registrerte anløp med oppholdstid på under en

time. Fartøy med oppholdstid på under en time vil antakelig ikke ha behov for lading. Disse er imidlertid tatt med i beregningene for ladebehov, og er med på å øke usikkerheten knyttet til estimatene for energibehov til lading, samt potensialet for utslippskutt. I en videre analyse av energi- og effektbehov for lading, kan en filtrere bort fartøy med oppholdstid mindre enn en time, for et mer nøyaktig estimat.

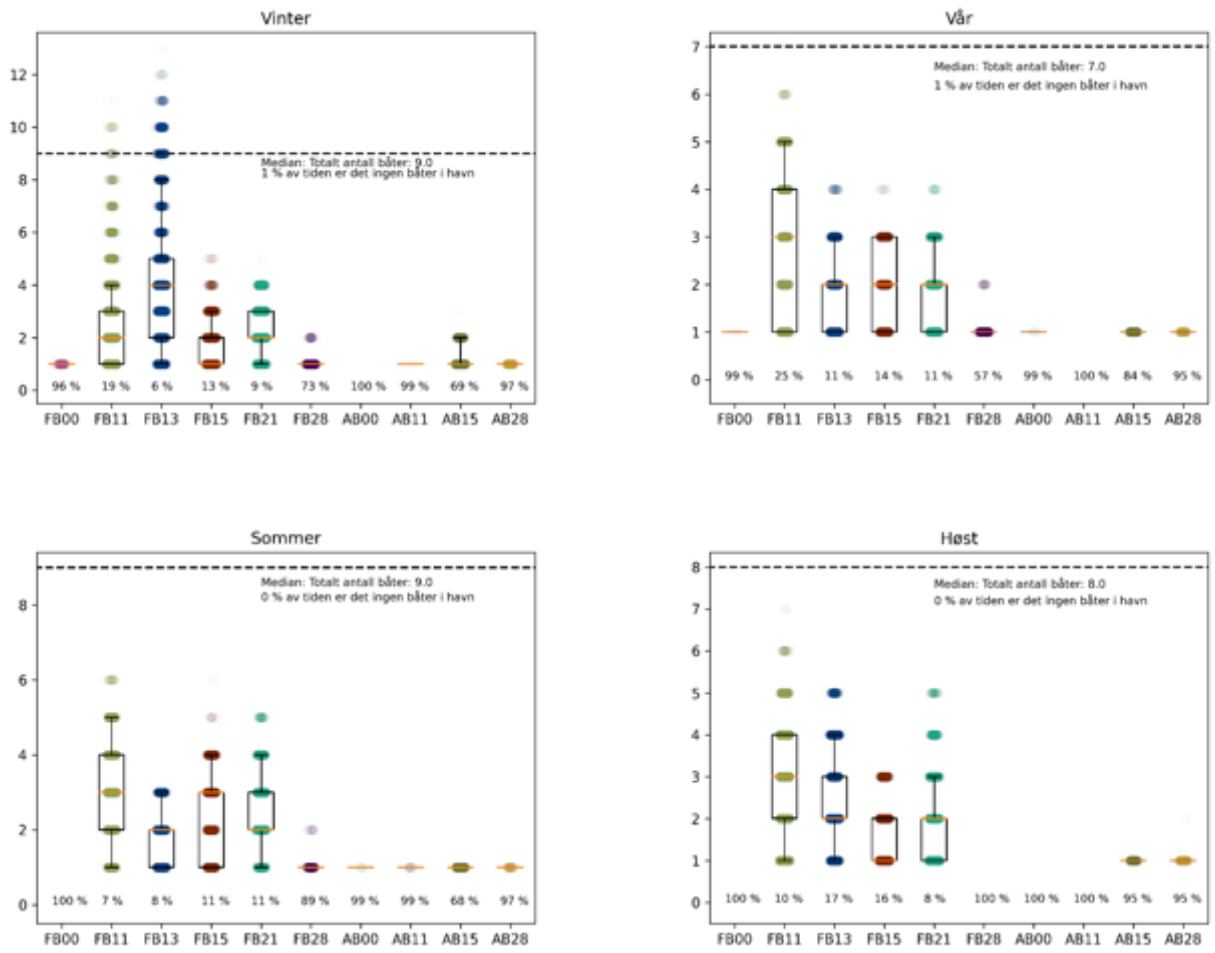
Ramberg havn

Landstrømpunkter



Figur 9: Antall båter per time i Ramberg havn registrert med AIS i perioden januar 2017 til januar 2019 fordelt over fartøygruppene små fiskefartøy (<15 m), store fiskefartøy (>15 m), små andre typer fartøy (<15) og store andre typer fartøy (>15).

I perioden januar 2017 til desember 2019 ble det totalt registrert 10 106 anløp til Ramberg havn ved bruk av AIS. Figur 9 viser antall båter i havn hver time for de fire ulike hovedgruppene små FB, store FB, små AB og store AB. Det er fiskefartøy som utgjør størstedelen av fartøy som er registrert i Ramberg havn. Spesielt fiskefartøy under 15 meter har høy tilstedeværelse i havna, mens store fiskefartøy noe mindre. For små fiskefartøy er det klart størst aktivitet i vintermånedene. Andre typer fartøy, både over og under 15 meter, utgjør en liten andel av anløpene i Ramberg. Fiskefartøy og spesielt andre typer fartøy under 15 meter, har ikke krav om AIS om bord, og kan derfor utgjøre en større andel enn det som kommer fram i AIS-dataen.



Figur 10: Boks-plot som blant annet viser median og 75. persentil for antall fartøy i havn (antall timer 0 båter i havn ikke inkludert) for de ulike fartøygruppene for hver sesong. Prikkene viser spredningen i antall båter i havn.

For å estimere behovet for antall landstrømspunkter, er det nødvendig å kjenne til hvor mange fartøy som typisk ligger i havn samtidig. Dette kan en finne fra datasettet for antall fartøy i havn per time basert på AIS-registreringer.

Boksplottene i Figur 10, viser medianen, 75. persentilen og 90. persentilen for antall båter i havn per time. For eksempel vil 75. persentilen indikere hvor mange landstrømspunkter som er nødvendig for å dekke 75 % av behovet. Det er ett boksplott for hver fartøygruppe og en figur for hver sesong. For noen av fartøygruppene, vil det være så få registreringer at disse tre persentilene sammenfaller.

For hver fartøygruppe, er timene med ingen fartøy i havn utelatt fra statistikkberegningene. Dette kan for eksempel være tidspunkt på dagen der alle fiskefartøyene i gruppen FB11 er ute og fisker samtidig. For hver fartøygruppe, under boksplottene, er det oppgitt i prosent hvor stor andel av tiden fartøygruppen ikke er representert i havnen. For FB11 utgjør for eksempel timene med null registreringer 19 % av tiden i vintersesongene.

Stiplet sort linje øverst i plottene i Figur 10, viser medianen for hele datasettet under ett. Det vil si at skal man for eksempel dekke behovet i havnen 50 % av vinteren må man ha tilgjengelig totalt 9 punkter for landstrøm, uavhengig av fartøystype. For vår, sommer og høst er medianen for totalt antall fartøy i havn henholdsvis 7, 9 og 8. I vinter- og vårsesongene er det fartøy i havn 99 % av tiden, mens på sommer og høst er det registrert fartøy i havn 100 % av tiden.

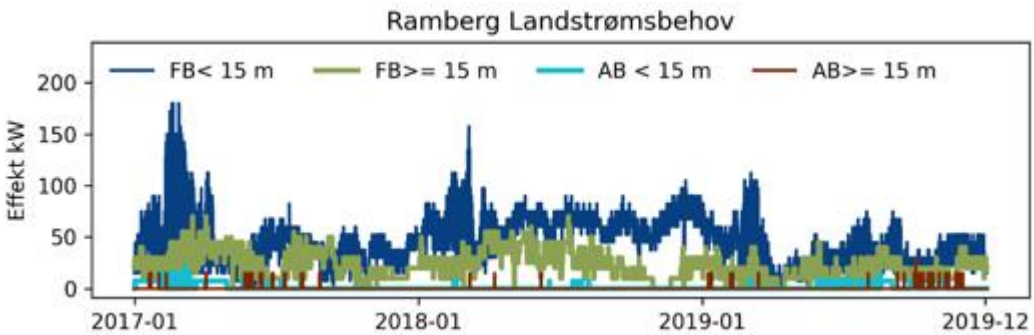
For å dekke 75 % av landstrømsbehovet på vinteren, vil det være behov for 11 punkter for små FB, 4 punkter for store FB, 2 punkter for små AB og 1 punkt for store AB. Vurderer man alle fartøy under ett, er 75. persentilen 12 fartøy for vintersesongen. Dette indikerer at de ulike fartøygruppene ikke nødvendigvis har behov for landstrømspunkter samtidig. Det kan derfor være hensiktsmessig å se på om noen av fartøygruppene kan benytte samme infrastruktur.

Behovet for landstrømspunkter varier noe over de ulike sesongene. I Tabell 7 er 75. persentilen for de ulike gruppene og de ulike sesongene summert opp for Ramberg havn. I Tabell 56 i vedlegg 1, er samme tabell gjentatt, men da også inkludert median og 90. persentilen.

Tabell 7: Oppsummerer 75. persentilen for antall båter per time i Ramberg havn registrert med AIS i perioden januar 2017 til desember 2019 fordelt over fartøygruppene små fiskefartøy (<15 m), store fiskefartøy (>15 m), små andre typer fartøy (<15) og store andre typer fartøy (>=15 m). Timer med ingen registrerte fartøy for hver fartøygruppe er ikke inkludert.

Fartøytype	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Små FB	11.0	10.0	9.0	9.0
Stor FB	4.0	3.0	4.0	2.0
Små AB	2.0	2.0	3.0	1.0
Stor AB	1.0	1.0	1.0	1.0
Totalt	12	10	11	9

Energi- og effektbehov for landstrøm



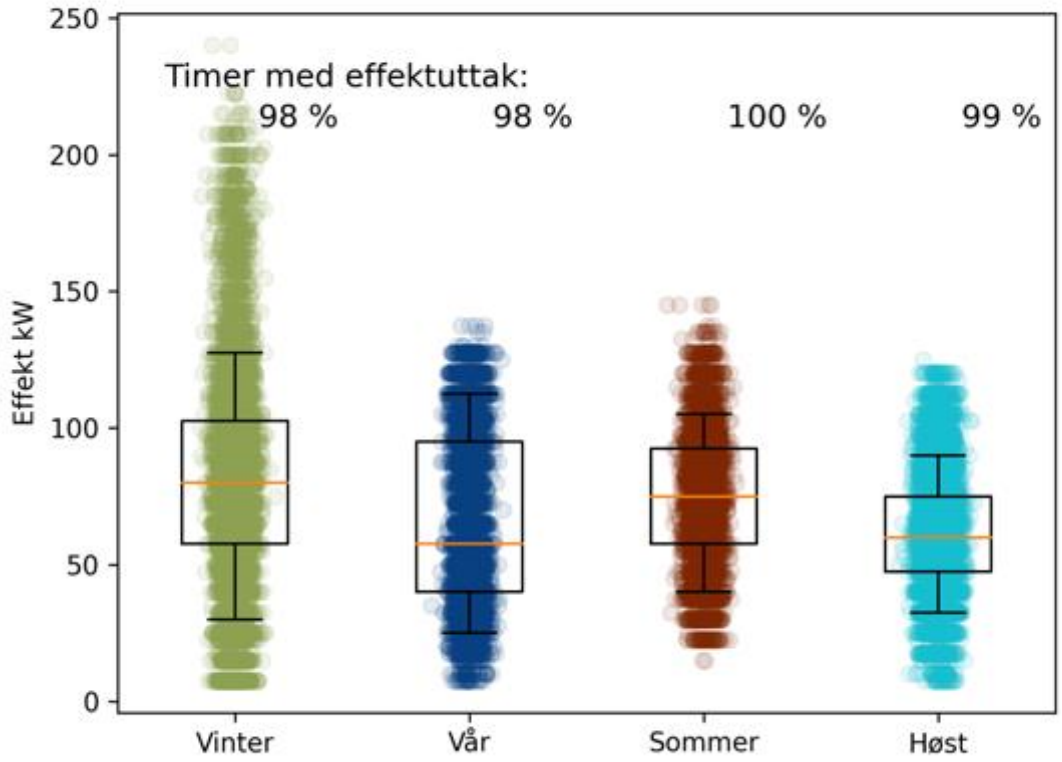
Figur 11: Effektbehov for landstrøm basert på AIS-data fra årene 2017-2019 og estimat for effektbehov ved hotelldrift.

Energibehovet og effektbehovet for landstrøm er beregnet ut ifra effektbehovet for hotelldrift for hver fartøygruppe som oppgitt i Tabell 3, samt datasettet for antall fartøy i havn per time. Figur 11 viser effektbehovet per time i Ramberg havn fordelt over de 4 ulike hovedgruppene med fartøy. Ved å summere opp over alle timene er årlig energibehov for landstrøm estimert og gitt i Tabell 8. For Ramberg er det årlige energibehovet til landstrøm estimert til å være 614 MWh. Dette tilsvarer en årlig reduksjon av klimagassutslipp på 354 tonn CO2-ekv.

Tabell 8: Energibehov for landstrøm basert på AIS-data fra årene 2017-2019 og estimat for effektbehov ved hotelldrift.

	Små FB	Store FB	Små AB	Store AB	Totalt
Energibehov Landstrøm 3 år MWh	1 228	558	41	13	1 842
Årlig MWh energibehov	409	186	13	4	614
Årlig CO2 reduksjon i tonn					332

I Figur 12 er effektbehovet for landstrøm i Ramberg havn illustrert med boksplott som viser medianen, samt 75. persentilen og 90. persentilen. Figuren viser boksplott for de ulike årstidene og timer hvor det ikke er et effektuttak er utelatt. Øverst i figuren er den prosentvise andelen med timer hvor det er et effektuttak oppgitt. For Ramberg er det behov for effektuttak 98 % av tiden i vinter- og vårsesongene, 100 % av tiden i sommersesongene og 99 % av tiden i høstsesongene. Median effektbehov ligger på rundt 75 kW for på vinter og sommer, og noe lavere resterende sesonger.



Figur 12: Effektbehov landstrøm.

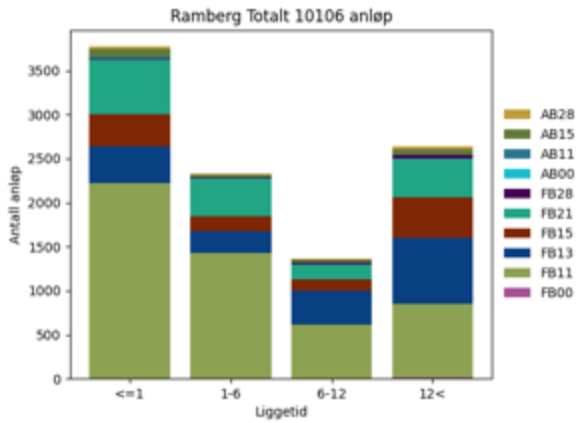
Energibehov for lading

Tabell 9: Antall unike fartøy, gjennomsnittlig antall anløp per fartøy, estimat antall hybrid/hel-elektriste fartøy i 2025 og 2030, energibehov for lading i 2025 og i 2030.

Båtgruppe	Antall unike fartøy	Gj. Antall anløp/ fartøy	Hybrid 2025	Hybrid 2030	Energi 2025 MWh	Energi 2030 MWh
FB00	2	6	0	1	0	0,9
FB11	57	90	7	21	56,7	274,4
FB13	47	38	6	17	27,4	116,3
FB15	28	40	4	10	24	103,4
FB21	23	72	3	9	45,4	438,2

FB28	11	8	1	4	1,7	21,6
AB00	4	2	1	1	0,1	0,1
AB11	10	2	1	4	0,1	0,2
AB15	13	17	2	5	3,1	7,7
AB28	21	4	3	8	1,7	4,6
Totalt over 3 år					160	967
Totalt årlig energibehov					53	322
Årlig CO2 reduksjon i tonn					30	174

Estimat for antall helelektriske og hybride fartøy, er basert på optimistisk scenario og beregnet ut ifra antall unike fartøy registrert ved AIS i havnen. Av fartøyene innom Ramberg havn, er det estimert at i 2025 vil det kunne være 21 hybride fiskebåter, 3 helelektriske fritidsbåter og 3 større hybride andre typer båter i 2025. I 2030 er disse tallene henholdsvis 62, 10 og 8. Med antagelsene om batterikapasitet oppgitt i Tabell 3, og gjennomsnittlig antall anløp per fartøygruppe, er energibehovet for lading beregnet. I Ramberg er energibehovet over 3 år estimert til 160 MWh i 2025 og 967 MWh i 2030. Dette tilsvarer en årlig reduksjon av klimagassutslipp på 30 og 186 tonn CO2-ekv. i henholdsvis 2025 og 2030. Det er store usikkerheter knyttet til disse tallene, men tallene kan likevel gi en indikasjon på behovet dersom målene satt i DGØ nås.

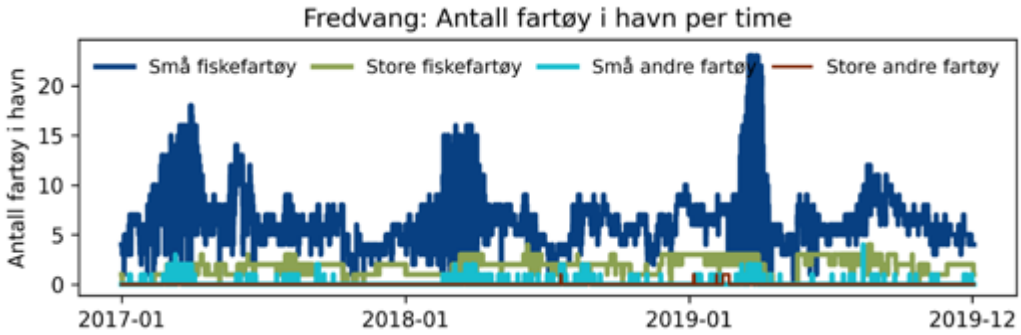


Figur 13: Oppholdstid i havn for hvert anløp for de ulik fartøysgruppene.

Effektbehovet for lading er ikke beregnet her, men hvor mange timer fartøyene er i havn for hvert anløp kan gi en indikasjon. Figur 13 viser oppholdstid i havn for hvert registrerte anløp for hele perioden 2017-2019. En stor andel av fartøyene oppholder seg over 6 timer i havn og vil kunne lade batterier på lavere effekt. De fartøyene som oppholder seg mindre enn 6 timer i havn vil kunne ha behov for lading med høyere effekt. Ramberg havn har en stor andel registrerte anløp med oppholdstid på under en time. Fartøy med oppholdstid på under en time vil antakelig ikke ha behov for lading. Disse er imidlertid tatt i beregningene for ladebehov, og er med på å øke usikkerheten knyttet til estimatene for energibehov til lading og potensialet for utslippskutt. I en videre analyse av energi- og effektbehov for lading av hybride fiskefartøy og andre batteridrevne fartøy, kan en filtrere bort fartøy med oppholdstid mindre enn en time, for et mer nøyaktig estimat.

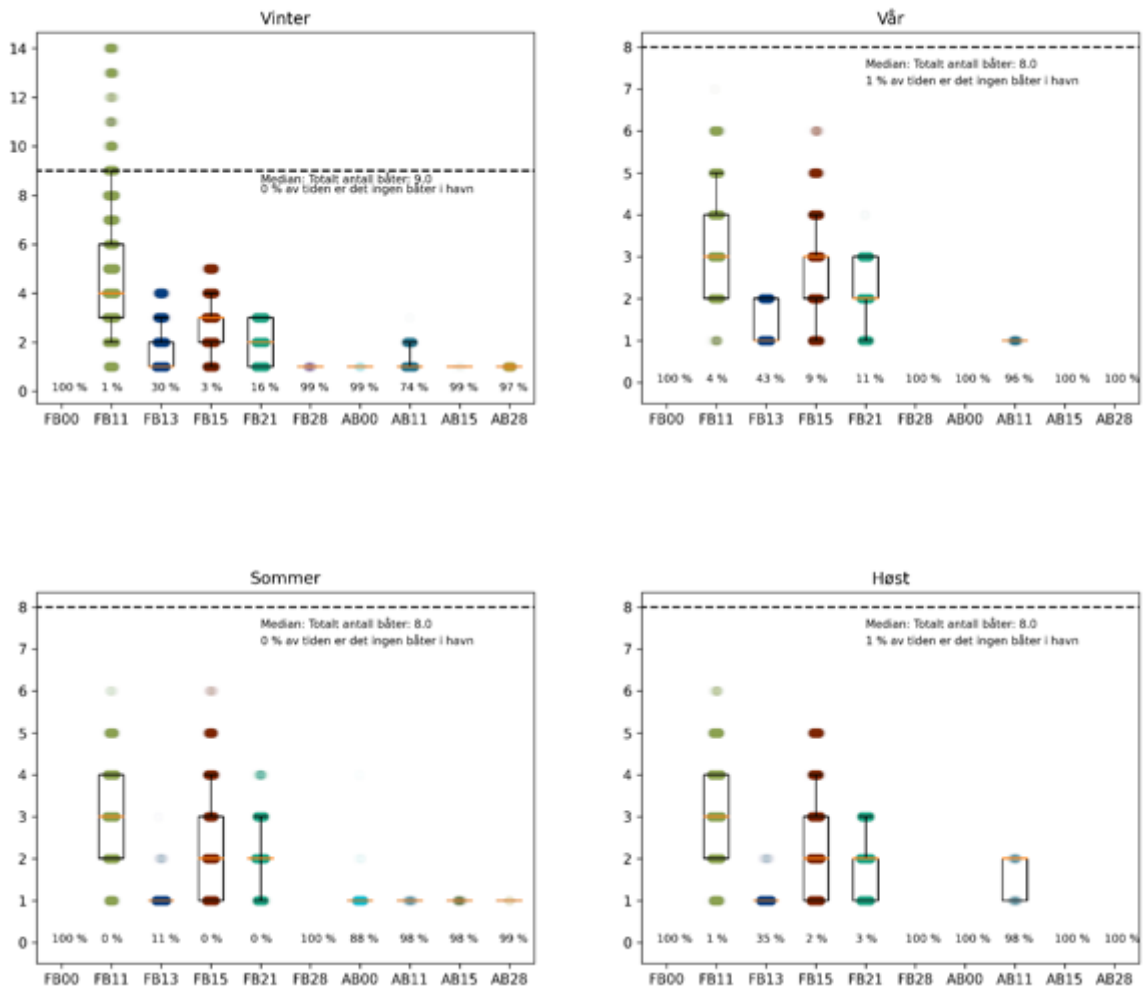
Fredvang havn

Landstrømspunkter



Figur 14: Antall båter per time i Fredvang havn registrert med AIS i perioden januar 2017 til desember 2019 fordelt over fartøygruppene små fiskefartøy (<15 m), store fiskefartøy (>15 m), små andre typer fartøy (<15) og store andre typer fartøy (>15).

I perioden januar 2017 til desember 2019 ble det totalt registrert 4 798 anløp til Fredvang havn ved bruk av AIS. AIS-registreringene er brukt til å beregne antall fartøy i havn per time for hver fartøygruppe. Figur 14 viser antall båter i havn hver time for de fire ulike hovedgruppene små FB, store FB, små AB og store AB. Det er små fiskebåter som utgjør størstedelen av fartøy registrert i Fredvang havn. Store fiskefartøy og andre typer fartøy utgjør en liten andel av anløpene i Fredvang. Fiskefartøy og spesielt andre typer fartøy under 15 meter, har ikke krav om AIS om bord, og kan derfor utgjøre en større andel enn det som kommer fram i AIS-dataen.



Figur 15: Boks-plot som blant annet viser median og 75. persentil for antall fartøy i havn (antall timer 0 båter i havn ikke inkludert) for de ulike fartøygruppene for hver sesong. Prikkene viser spredningen i antall båter i havn per time.

For å estimere behovet for antall landstrømspunkter, er det nødvendig å kjenne til hvor mange fartøy som typisk ligger i havn samtidig. Dette kan en finne fra datasettet for antall fartøy i havn per time basert på AIS-registreringer.

Boksplottene i Figur 15 viser medianen, 75. persentilen og 90. persentilen for antall båter i havn per time. For eksempel vil 75. persentilen indikere hvor mange landstrømspunkter som er nødvendig for å dekke 75 % av behovet. Det er ett boksplott for hver fartøygruppe og en figur for hver sesong. For noen av fartøygruppene, vil det være så få registreringer at disse tre persentilene sammenfaller.

For hver fartøygruppe, er timene med ingen fartøy i havn utelatt fra statistikkberegningene. Dette kan for eksempel være tidspunkt på dagen der alle fiskefartøyene i gruppen FB11 er ute og fisker samtidig. Gitt at mange nok fartøy i samme fartøygruppe følger samme driftsmønster, ville timer med ingen fartøy i havn vært med på å «dra ned» statistikken. Dette ville gi et inntrykk av at antall båter i havn

samtidig typisk er færre enn det er i realiteten. For hver fartøygruppe, under boksplottene, er det oppgitt i prosent hvor stor andel av tiden fartøygruppen ikke er representert i havnen. For eksempel for FB11 utgjør timene med null registreringer 1 % av tiden i vintersesongene.

Stiplet sort linje øverst i Figur 15 viser medianen for hele datasettet under ett. Det vil si at skal man dekke behovet i havnen 50 % av vinteren må man ha tilgjengelig totalt 9 punkter for landstrøm. For vår, sommer og høst er medianen for totalt antall fartøy i havn 8. I vinter- og vårsesongene er det alltid minimum ett fartøy i havn til enhver tid, mens på sommer og høst er det registrert fartøy i havn 99 % av tiden.

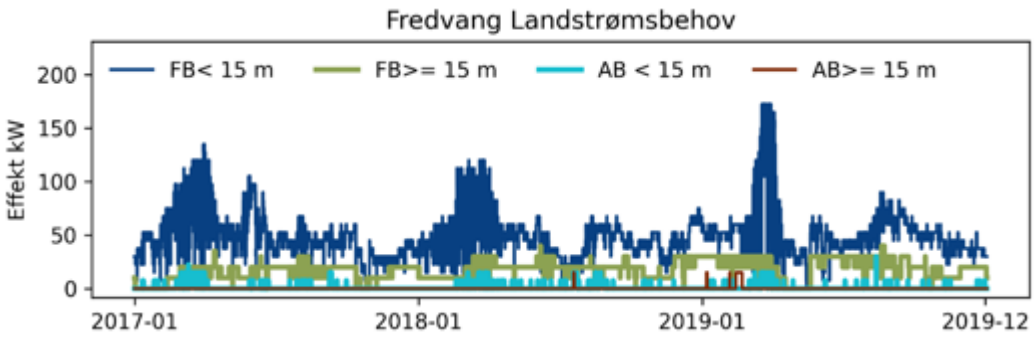
For å dekke 75 % av landstrømsbehovet på vinteren, vil det være behov for 11 punkter for små FB, 4 punkter for store FB, 3 punkter for små AB og 1 punkt for store AB. Vurderer man alle fartøy under ett er 75. persentilen 13 fartøy for vintersesongen. Dette indikerer at de ulike fartøygruppene ikke nødvendigvis har behov for landstrømspunkter samtidig. Det kan derfor være hensiktsmessig å se på om noen av fartøygruppene kan benytte samme infrastruktur.

Behovet er noe mindre i de resterende sesongene. I vintersesongene er det et stort sprik i antall små fiskefartøy i havn. Dersom man skulle dekke hele behovet for små FB måtte man legge opp til 23 landstrømspunkter bare for denne fartøygruppen. I Tabell 10 er 75. persentilen for de ulike gruppene og de ulike sesongene summert opp for Fredvang havn. I Tabell 58 vedlegg 1, er samme tabell gjentatt, men da også inkludert median og 90. persentilen.

Tabell 10: Oppsummerer 75. persentilen for antall båter per time i Fredvang havn registrert med AIS i perioden januar 2017 til desember 2019 fordelt over fartøygruppene små fiskefartøy (<15 m), store fiskefartøy (>15 m), små andre typer fartøy (<15) og store andre typer fartøy (>=15 m). Timer med ingen registrerte fartøy for hver fartøygruppe er ikke inkludert.

Fartøytype	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Små FB 75 %	11.0	9.0	8.0	8.0
Stor FB 75 %	4.0	3.0	2.0	2.0
Små AB 75 %	3.0	1.0	3.0	2.0
Stor AB 75 %	1.0	0.0	1.0	0.0
Totalt	13	10	9	9

Energi- og effektbehovet for landstrøm



Figur 16: Effektbehov for landstrøm basert på AIS-data fra årene 2017-2019 og estimat for effektbehov ved hotelldrift gitt i Tabell 3.

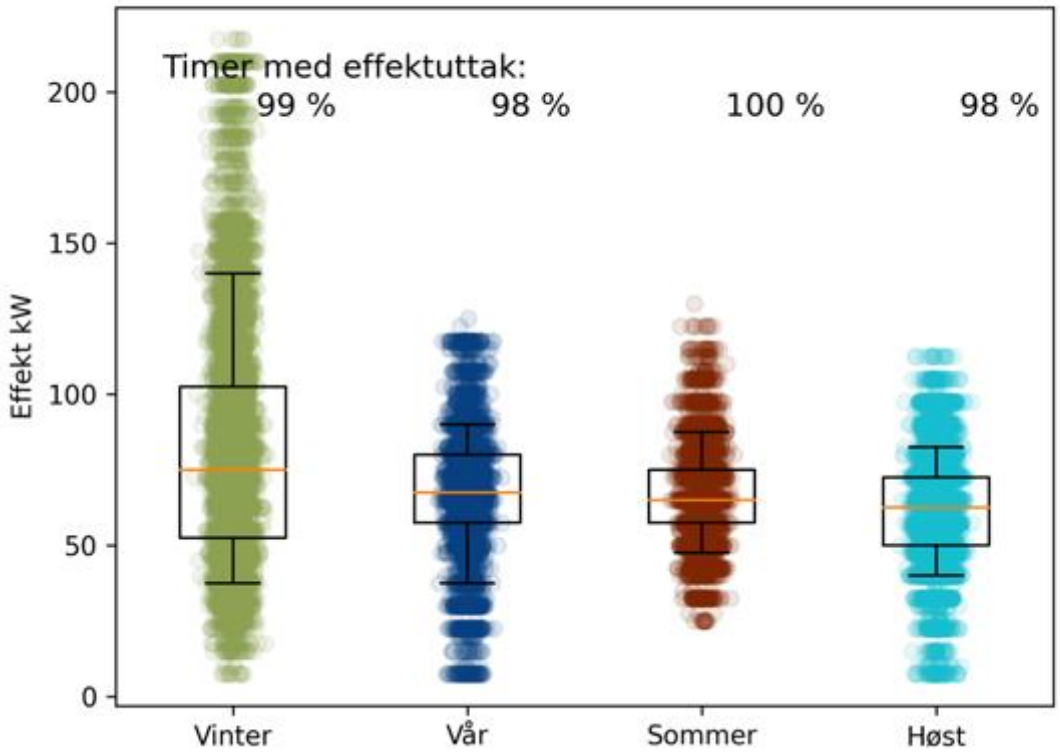
Energibehovet og effektbehovet for landstrøm er beregnet ut ifra effektbehovet for hotelldrift for hver fartøygruppe som oppgitt i Tabell 3, samt datasettet for antall fartøy i havn per time. Figur 16 viser effektbehovet per time i Fredvang havn, fordelt over de 4 ulike hovedgruppene med fartøy. Ved å summere opp over alle timene er årlig energibehov for landstrøm estimert og gitt i Tabell 11. For Fredvang er det årlige energibehovet til landstrøm estimert til å være 610 MWh. Dette tilsvarer en årlig reduksjon av klimagassutslipp på 352 ton CO2-ekv.

Tabell 11: Energibehov for landstrøm basert på AIS-data fra årene 2017-2019 og estimat for effektbehov ved hotelldrift gitt i Tabell 3.

	Små FB	Store FB	Små AB	Store AB	Totalt
Energibehov Landstrøm 3 år MWh	1 334	465	27	3	1 831
Årlig MWh energibehov	445	155	9	1	610
Årlig CO2 reduksjon i tonn					330

I Figur 17 er effektbehovet for landstrøm i Fredvang havn illustrert med boksplott som viser medianen, samt 75. persentilen og 90. persentilen. Det er ett boksplott for hver årstid og timer hvor det ikke vil være et effektuttak er utelatt. Øverst i figuren er den prosentvise andelen med timer hvor det er et effektuttak oppgitt. For Fredvang er det behov for effektuttak 99 % av tiden i vintersesongen, 98 % av

vår- og høstsesongen og 100 % av tiden i sommersesongen. Median effektbehov ligger på rundt 75 kW for på vinter og noe lavere resterende sesonger.



Figur 17: Effektbehov landstrøm.

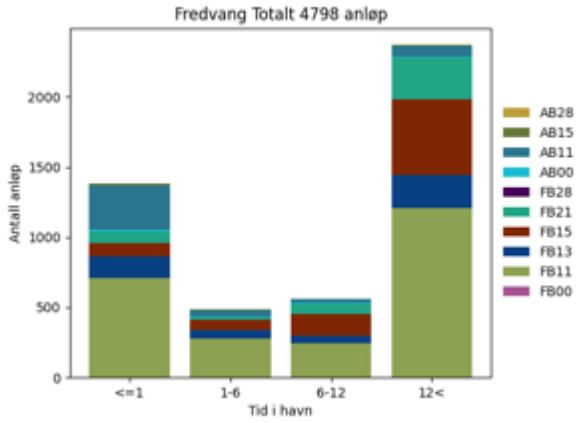
Energibehov for lading

Estimat for antall helelektriske og hybride fartøy, er basert på optimistisk scenario og beregnet ut ifra antall unike fartøy registrert ved AIS i havnen. Av fartøyene innom Fredvang havn, er det estimert at i 2025 vil det kunne være 11 hybride fiskebåter, 6 helelektriske fritidsbåter og 1 større hybride andre typer båter. I 2030 er disse tallene henholdsvis 31, 14 og 2. Med antagelsene om batterikapasitet oppgitt i Tabell 3, og gjennomsnittlig antall anløp per fartøygruppe er energibehovet for lading beregnet. I Fredvang er energibehovet over 3 år, estimert til 69 MWh i 2025 og 370 MWh i 2030. Dette tilsvarer årlige utslippskutt på 13 og 71 tonn CO2-ekv. i henholdsvis 2025 og 2030. Det er store usikkerheter knyttet til disse tallene, men tallene kan likevel gi en indikasjon på behovet dersom målene satt i DGØ nås.

Tabell 12: Antall unike fartøy, gjennomsnittlig antall anløp per fartøy, estimat antall hybrid/hel-elektriste fartøy i 2025 og 2030, energibehov for lading i 2025 og i 2030.

Båtgruppe	Unike fartøy	Gj. Anløp /fartøy	Hybrid 2025	Hybrid 2030	Energi 2025 MWh	Energi 2030 MWh
FB00	0	0	0	0	0	0
FB11	38	64	5	14	28,8	130,1
FB13	15	34	2	6	8,2	36,7
FB15	17	51	2	6	15,3	79,1
FB21	13	35	2	5	14,7	118,3
FB28	1	1	0	0	0	0
AB00	27	2	4	10	0,2	0,6
AB11	9	52	1	3	1,6	4,7
AB15	4	3	1	1	0,3	0,3
AB28	6	1	1	2	0,1	0,3
Totalt over 3 år					69,2	370,1
Totalt årlig energibehov					23	123
Årlig CO2 reduksjon i tonn					12	67

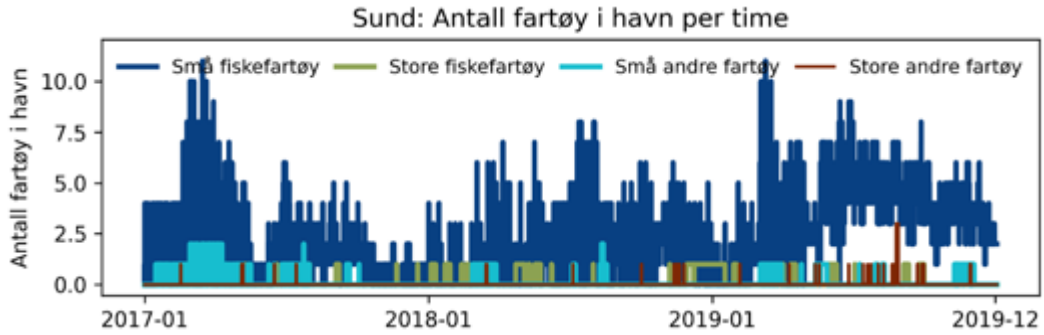
Effektbehovet for lading er ikke beregnet her, men hvor mange timer fartøyene er i havn for hvert anløp kan gi en indikasjon. Figur 18 viser oppholdstid i havn for hvert registrerte anløp for hele perioden 2017-2019. En stor andel av fartøyene oppholder seg over 6 timer i havn og vil kunne lade batterier på lavere effekt. De fartøyene som oppholder seg mindre enn 6 timer i havn vil kunne ha behov for lading med høyere effekt. Fredvang havn har en vesentlig andel registrerte anløp med oppholdstid på under en time. Fartøy med oppholdstid på under en time vil antakelig ikke ha behov for lading. Disse er imidlertid tatt med i beregningene for ladebehov, og er med på å øke usikkerheten knyttet til estimatene for energibehov til lading, samt potensialet for utslippskutt. I en videre analyse av energi- og effektbehov for lading av hybride fiskefartøy og andre batteridrevne fartøy, kan en filtrere bort fartøy med oppholdstid mindre enn en time, for et mer nøyaktig estimat.



Figur 18: Oppholdstid i havn for hvert anløp for de ulike fartøysgruppene.

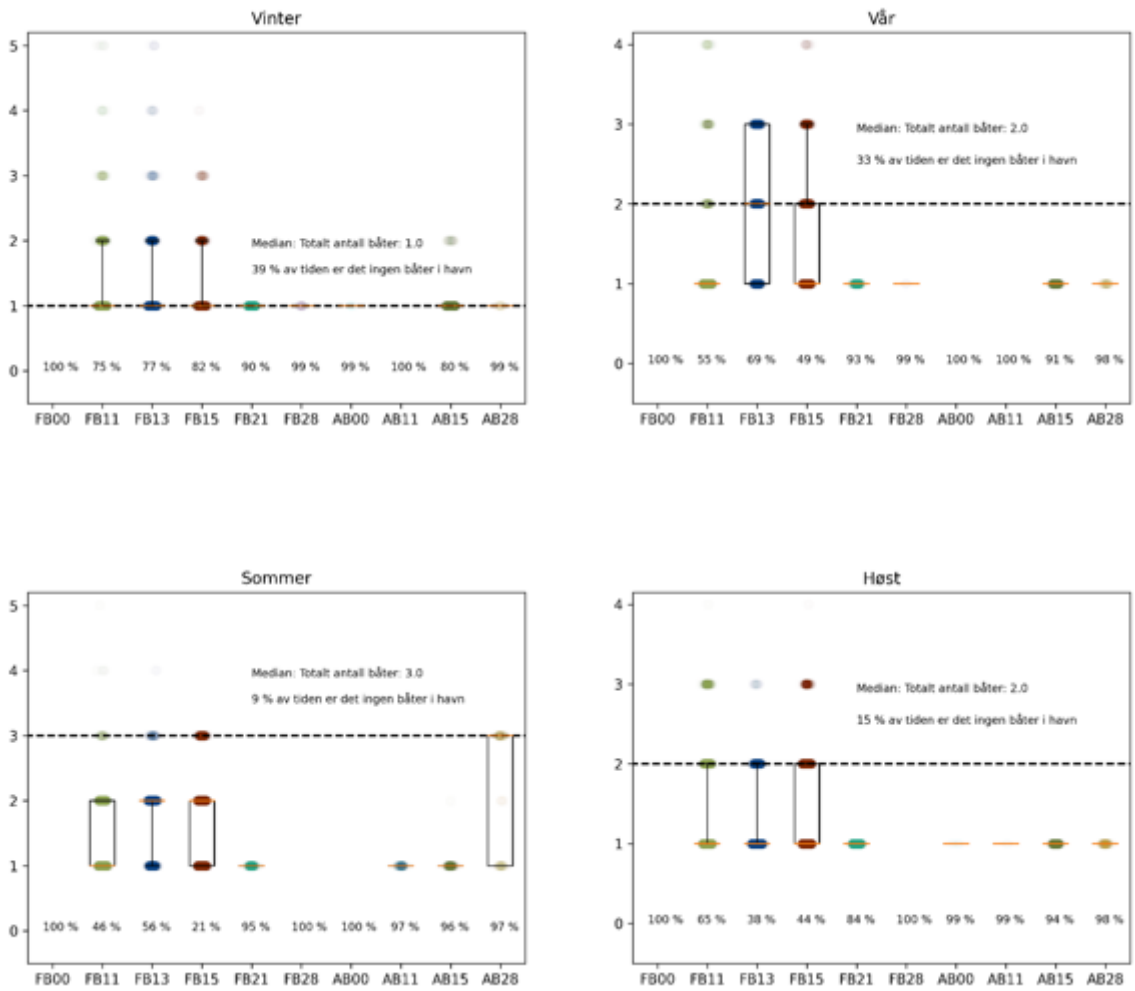
Sund havn

Landstrømpunkter



Figur 19: Antall båter per time i Sund havn registrert med AIS i perioden januar 2017 til desember 2019 fordelt over fartøygruppene små fiskefartøy (<15 m), store fiskefartøy (>15 m), små andre typer fartøy (<15) og store andre typer fartøy (>15).

I perioden januar 2017 til desember 2019 ble det totalt registrert 7 861 anløp til Sund havn ved bruk av AIS. AIS-registreringene er brukt til å beregne antall fartøy i havn per time for hver fartøygruppe. Figur 19 viser antall båter i havn hver time for de fire ulike hovedgruppene små FB, store FB, små AB og store AB. Det er små fiskefartøy som utgjør størstedelen av fartøy registrert i Sund havn. For fiskefartøyene er det klart størst aktivitet i vintermånedene. Store fiskefartøy og andre typer fartøy, både over og under 15 meter, utgjør en liten andel av anløpene i Ramberg. Fiskefartøy og spesielt andre typer fartøy under 15 meter, har ikke krav om AIS om bord, og kan derfor utgjøre en større andel enn det som kommer fram i AIS-dataen.



Figur 20: Boks-plot som blant annet viser median og 75. persentil for antall fartøy i havn (antall timer 0 båter i havn ikke inkludert) for de ulike fartøygruppene for hver sesong. Prikkene viser spredningen i antall båter i havn.

For å estimere behovet for antall landstrømspunkter, er det nødvendig å kjenne til hvor mange fartøy som typisk ligger i havn samtidig. Dette kan en finne fra datasettet for antall fartøy i havn per time basert på AIS-registreringer. Boksplottene i Figur 20, viser medianen (50. persentilen), 75. persentilen og 90. persentilen for antall båter i havn per time. For eksempel vil 75. persentilen indikere hvor mange landstrømspunkter som er nødvendig for å dekke 75 % av behovet. Det er ett boksplott for hver fartøygruppe og en figur for hver sesong. For noen av fartøygruppene, vil det være så få registreringer at disse tre persentilene sammenfaller.

For hver fartøygruppe, er timene med ingen fartøy i havn utelatt fra statistikkberegningene. Dette kan for eksempel være tidspunkt på dagen der alle fiskefartøyene i gruppen FB11 er ute og fisker samtidig. Gitt at mange nok fartøy i samme fartøygruppe, følger samme driftsmønster, ville timer med ingen fartøy i havn vært med på å «dra ned» statistikken. Dette ville gi et inntrykk av at antall båter i havn samtidig typisk er færre enn det er i realiteten. For hver fartøygruppe, under boksplottene, er det

oppgitt i prosent hvor stor andel av tiden fartøygruppen ikke er representert i havnen. For FB11 utgjør eksempelvis timene med null registreringer 75 % av tiden i vintersesongene.

Stiplet sort linje øverst i plottene i Figur 20 viser medianen for hele datasettet under ett. Det vil si at skal man dekke behovet i havnen 50 % av vinteren må man ha tilgjengelig totalt 1 punkt for landstrøm. For vår og høst er behovet 2 landstrømspunkter, mens for sommersesongen bør man ha tilgjengelig 3 landstrømspunkter for å dekke 50% av behovet. På vinter, vår sommer og høst er det ingen fartøy i havnen henholdsvis 39 %, 33 %, 9 % og 15 % av tiden. Sammenlignet med de andre havnene har Sund en større andel hvor det ikke er noen fartøy i havn. Vinterstid er medianen 1 for alle båter totalt. Likevel, er spredningen større for antall båter i havn i vintersesongen, sammenlignet med de andre sesongene.

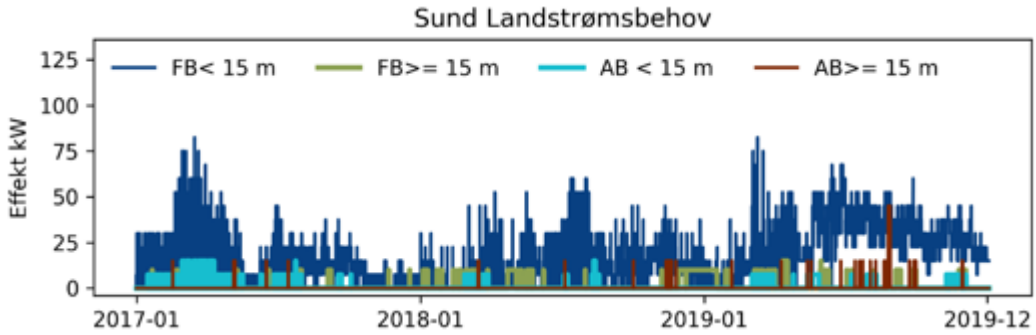
For å dekke 75 % av landstrømsbehovet på vinteren, vil det være behov for 3 punkter for små FB, 2 punkter for store FB, 2 punkter for små AB og 1 punkt for store AB. Vurderer man alle fartøy under ett, er 75. persentilen 2 fartøy for vintersesongen. Dette indikerer at de ulike fartøygruppene ikke nødvendigvis har behov for landstrømspunkter samtidig. Det kan derfor være hensiktsmessig å se på om noen av fartøygruppene kan benytte samme infrastruktur.

Behovet varier noe over de ulike sesongene. Til forskjell fra de andre havnene er aktiviteten størst på vår og sommer i Sund havn. I Tabell 13 er 75. persentilen for de ulike gruppene og de ulike sesongene summert opp for Sund havn. I Tabell 60 i vedlegg 1, er samme tabell gjentatt, men da også inkludert median og 90. persentilen.

Tabell 13: Oppsummerer 75. persentilen for antall båter per time i Sund havn registrert med AIS i perioden januar 2017 til desember 2019 fordelt over fartøygruppene små fiskefartøy (<15 m), store fiskefartøy (>15 m), små andre typer fartøy (<15) og store andre typer fartøy (>=15 m). Timer med ingen registrerte fartøy for hver fartøygruppe er ikke inkludert.

Fartøytype	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Små FB 75 %	3.0	6.0	6.0	4.0
Stor FB 75 %	2.0	2.0	1.0	1.0
Små AB 75 %	2.0	1.0	2.0	3.0
Stor AB 75 %	1.0	1.0	3.0	1.0
Totalt	2	5	5	3

Energi- og effektbehov for landstrøm



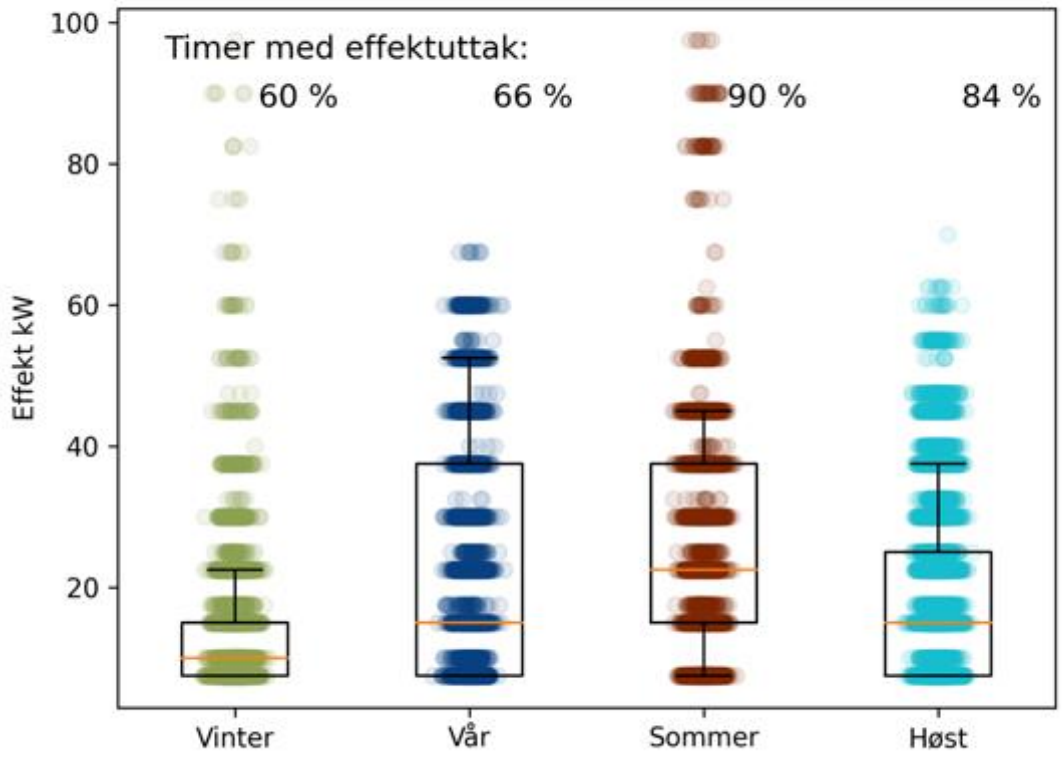
Figur 21: Effektbehov for landstrøm basert på AIS-data fra årene 2017-2019 og estimat for effektbehov ved hotelldrift.

Energibehovet og effektbehovet for landstrøm er beregnet ut ifra effektbehovet for hotelldrift for hver fartøygruppe som oppgitt i Tabell 3, samt datasettet for antall fartøy i havn per time. Figur 21 viser effektbehovet per time i Sund havn fordelt over de 4 ulike hovedgruppene med fartøy. Ved å summere opp over alle timene er årlig energibehov for landstrøm estimert og gitt i Tabell 14. For Sund er det årlige energibehovet til landstrøm estimert til å være 129 MWh. Dette tilsvarer en årlig reduksjon i klimagassutslipp tilsvarende 74 tonn CO2-ekv.

Tabell 14: Energibehov for landstrøm basert på AIS-data fra årene 2017-2019 og estimat for effektbehov ved hotelldrift.

	Små FB	Store FB	Små AB	Store AB	Totalt
Energibehov Landstrøm 3 år MWh	332	27	21	6	387
Årlig MWh energibehov	110	9	7	2	129
Årlig CO2 reduksjon i tonn					70

I Figur 22 er effektbehovet for landstrøm i Sund havn illustrert med boksplott som viser medianen, samt 75. persentilen og 90. persentilen. Figuren viser boksplott for de ulike årstidene og timer hvor det ikke er et effektuttak utelatt. Øverst i figuren er den prosentvise andelen med timer hvor det er et effektuttak oppgitt. I Sund varierer behovet for timer med effektuttak for landstrøm mellom 60 % på vinteren og 90 % på sommeren. Median effektbehov ligger på rundt 25 kW for på sommer, og noe lavere resterende sesonger.



Figur 22: Effektbehov landstrøm.

Energibehov for lading

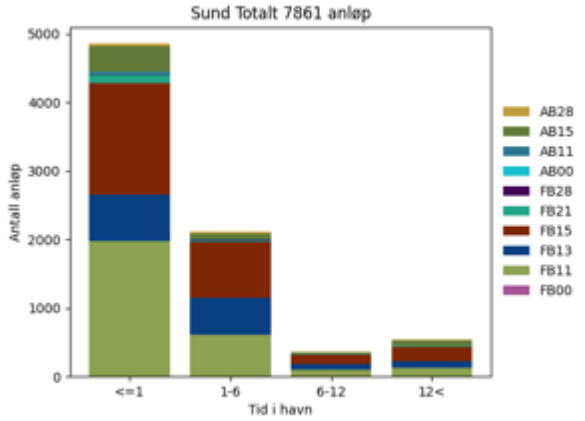
Estimat for antall helelektriske og hybride fartøy, er basert på optimistisk scenario og beregnet ut ifra antall unike fartøy registrert ved AIS i havnen. Av fartøyene som er registret innom Sund havn, er det estimert at i 2025 vil det kunne være 29 hybride fiskebåter, 2 helelektriske fritidsbåter og 3 større hybride andre typer båter. I 2030 er disse tallene henholdsvis 54, 7 og 7. Med antagelsene om batterikapasitet oppgitt i Tabell 3, og gjennomsnittlig antall anløp per fartøygruppe er energibehovet for lading beregnet. I Sund er energibehovet over 3 år estimert til 5 MWh i 2025 og 45 MWh i 2030. Dette tilsvarer kutt i klimagassutslipp på 23 og 113 tonn CO2-ekv. i henholdsvis 2025 og 2030. Det er store usikkerheter knyttet til disse tallene.

Tabell 15: Antall unike fartøy, gjennomsnittlig antall anløp per fartøy, estimat antall hybrid/hel-elektriste fartøy i 2025 og 2030, energibehov for lading i 2025 og i 2030.

Båtgruppe	Antall unike førtøy	Gj. Anløp /fartøy	Hybrid 2025	Hybrid 2030	Energi 2025 MWh	Energi 2030 MWh
FB00	2	1	0	1	0	0,1
FB11	47	60	6	17	32,4	148,1

FB13	38	37	5	14	22,2	93,2
FB15	26	107	3	10	48,1	276,7
FB21	29	6	4	11	5	44,6
FB28	4	3	1	1	0,6	2
AB00	2	5	0	1	0	0,1
AB11	3	11	0	1	0	0,3
AB15	13	44	2	5	7,9	19,8
AB28	20	4	3	7	1,7	4
Totalt over 3 år					118	589
Totalt årlig energibehov					40	196
Årlig CO2 reduksjon i tonn					21	106

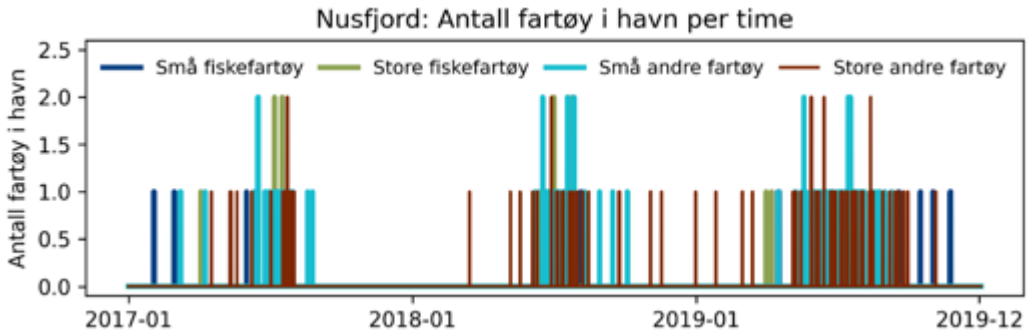
Effektbehovet for lading er ikke beregnet her, men hvor mange timer fartøyene er i havn for hvert anløp kan gi en indikasjon. Figur 23 viser oppholdstid i havn for hvert registrerte anløp for hele perioden 2017-2019. Et stort antall av fartøyene som er registrert som anløp har oppholdstid på mindre enn en time. Fartøy med oppholdstid på under en time vil antakelig ikke ha behov for lading. Disse er imidlertid tatt med i beregningene og er med på å øke usikkerheten knyttet til estimatene for energibehov til lading, samt potenisalet for utslippskutt. I en videre analyse av energi- og effektbehov for lading av hybride fiskefartøy og andre batteridrevne fartøy, kan en filtrere bort fartøy med oppholdstid mindre enn en time, for et mer nøyaktig estimat.



Figur 23: Oppholdstid i havn for hvert anløp for de ulike fartøysgruppene.

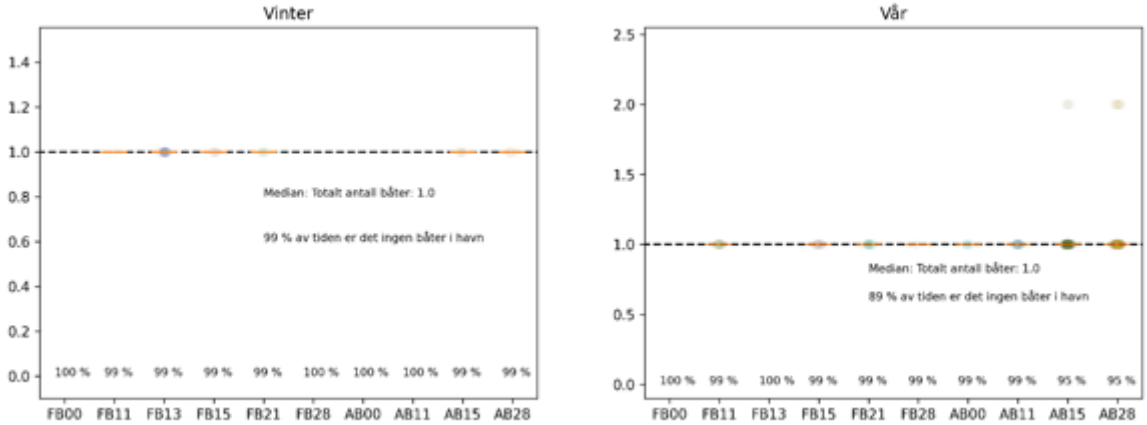
Nusfjord

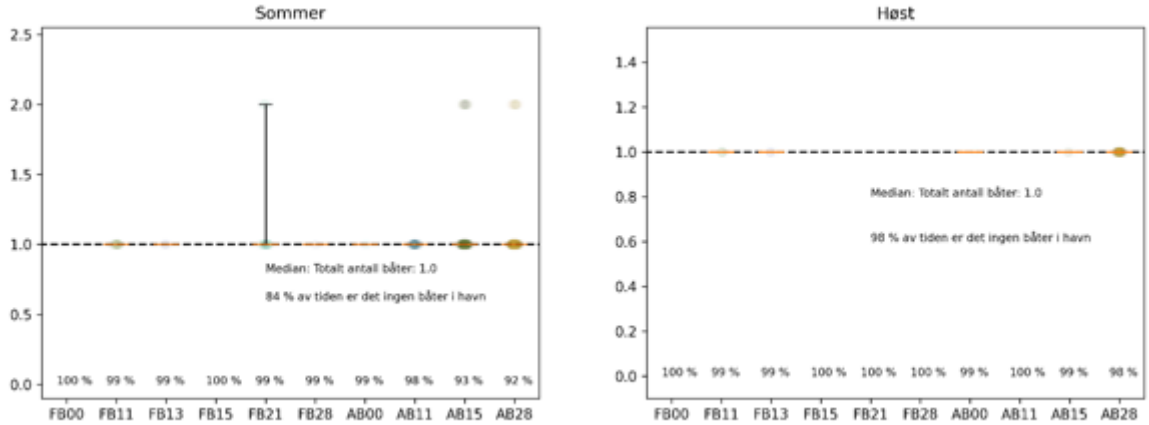
Landstrømspunkter



Figur 24: Antall båter per time i Nusfjord havn registrert med AIS i perioden januar 2017 til desember 2019 fordelt over fartøygruppene små fiskefartøy (<15 m), store fiskefartøy (>15 m), små andre typer fartøy (<15) og store andre typer fartøy (>15).

I perioden januar 2017 til desember 2019 ble det totalt registrert 606 anløp til Nusfjord havn ved bruk av AIS. AIS-registreringene er brukt til å beregne antall fartøy i havn per time for hver fartøygruppe. Figur 24 viser antall båter i havn hver time for de fire ulike hovedgruppene små FB, store FB, små AB og store AB. Det er generelt få registrere anløp i Nusfjord for alle fartøygrupper. Fiskefartøy og spesielt andre typer fartøy under 15 meter, har ikke krav om AIS om bord og kan derfor utgjøre en større andel enn det som kommer fram i AIS-dataen.





Figur 25: Boks-plot som blant annet viser median og 75. persentil for antall fartøy i havn (antall timer 0 båter i havn ikke inkludert) for de ulike fartøygruppene for hver sesong. Prikkene viser spredningen i antall båter i havn.

For å estimere behovet for antall landstrømspunkter, er det nødvendig å kjenne til hvor mange fartøy som typisk ligger i havn samtidig. Dette kan en finne fra datasettet for antall fartøy i havn per time basert på AIS-registreringer. Boksplottene i Figur 25, viser medianen (50. persentilen), 75. persentilen og 90. persentilen for antall båter i havn per time. For eksempel vil 75. persentilen indikere hvor mange landstrømspunkter som er nødvendig for å dekke 75 % av behovet. Det er ett boksplott for hver fartøygruppe og en figur for hver sesong. For noen av fartøygruppene, vil det være så få registreringer at disse tre persentilene sammenfaller.

For hver fartøygruppe, er timene med ingen fartøy i havn utelatt fra statistikkberegningene. Dette kan for eksempel være tidspunkt på dagen der alle fiskefartøyene i gruppen FB11 er ute og fisker samtidig. Gitt at mange nok fartøy i samme fartøygruppe følger samme driftsmønster, ville timer med ingen fartøy i havn vært med på å «dra ned» statistikken. Dette ville gi et inntrykk av at antall båter i havn samtidig typisk er færre enn det er i realiteten. For hver fartøygruppe, under boksplottene, er det oppgitt i prosent hvor stor andel av tiden fartøygruppen ikke er representert i havnen. For FB11 utgjør eksempelvis timene med null registreringer 99 % av tiden i vintersesongene.

Stiplet sort linje øverst i plotene i Figur 25, viser medianen for hele datasettet under ett. Det vil si at skal man dekke 50% av behovet i havnen, må man ha tilgjengelig totalt 1 punkt for landstrøm. Andelen av tiden hvor det ikke er noen fartøy registrert i havnen varierer mellom 84 % på sommeren til 99 % på vinteren.

For å dekke 75 % av landstrømsbehovet på vinteren, vil det være behov for 3 punkter for små FB, 1 punkter for store FB, 1 punkter for små AB og 1 punkt for store AB. Vurderer man alle fartøy under ett, er 75. persentilen 1 fartøy for vintersesongen. Dette indikerer at de ulike fartøygruppene ikke nødvendigvis har behov for landstrømspunkter samtidig. Det kan derfor være hensiktsmessig å se på

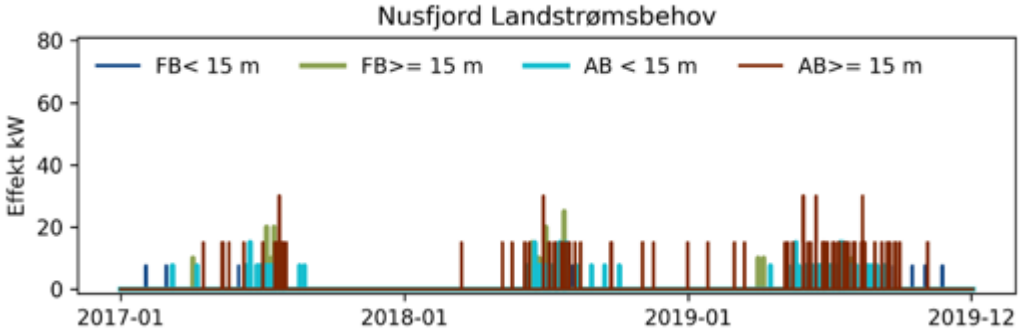
om noen av fartøygruppene kan benytte samme infrastruktur. Også de andre sesongene er 75. persentilen ett fartøy, når man vurderer alle fartøy sammen, det er likevel noen variasjoner mellom sesongene hvilke behov i de ulike fartøygruppene har.

I Tabell 16 er 75. persentilen for de ulike gruppene og de ulike sesongene summert opp for Nusfjord havn. I Tabell 62 i vedlegg 1, er samme tabell gjentatt, men da også inkludert median og 90. persentilen.

Tabell 16: Oppsummerer 75. persentilen for antall båter per time i Nusfjord havn registrert med AIS i perioden januar 2017 til desember 2019 fordelt over fartøygruppene små fiskefartøy (<15 m), store fiskefartøy (>15 m), små andre typer fartøy (<15) og store andre typer fartøy (>=15 m). Timer med ingen registrerte fartøy for hver fartøygruppe er ikke inkludert.

Fartøytype	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Små FB 75 %	3.0	2.0	2.0	2.0
Stor FB 75 %	1.0	2.0	2.0	0.0
Små AB 75 %	1.0	3.0	3.0	2.0
Stor AB 75 %	1.0	1.0	1.0	1.0
Totalt	1	1	1	1

Energi- og effektbehov for landstrøm



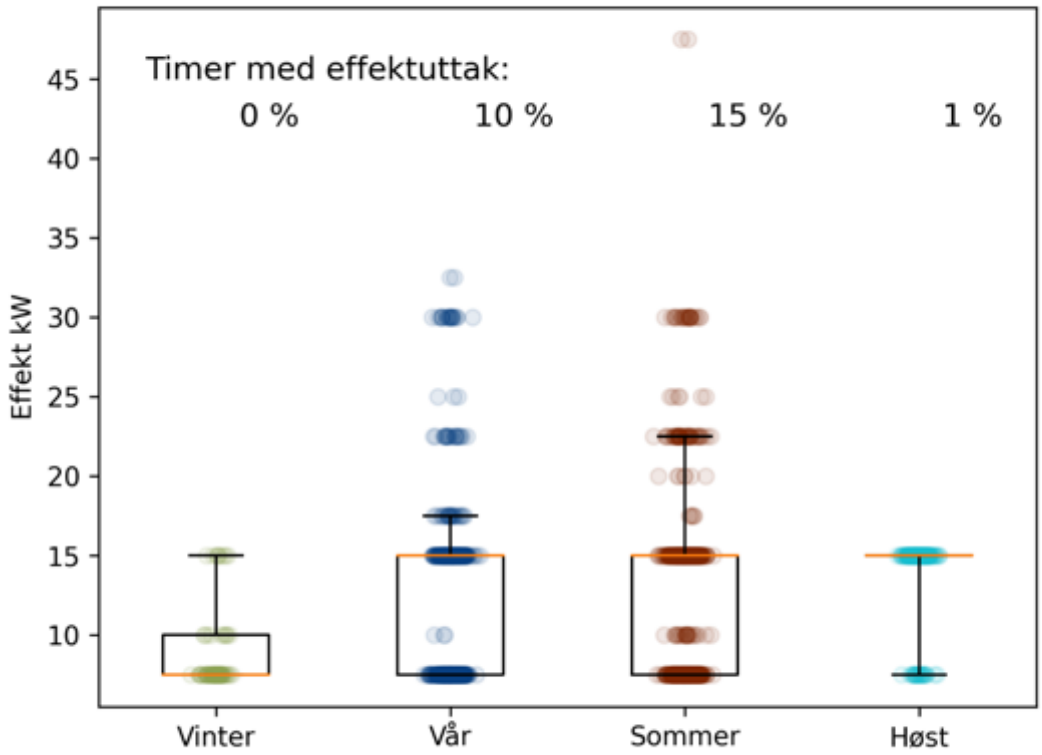
Figur 26: Effektbehov for landstrøm basert på AIS-data fra årene 2017-2019 og estimat for effektbehov ved hotelldrift.

Energibehovet og effektbehovet for landstrøm er beregnet ut ifra effektbehovet for hotelldrift for hver fartøygruppe som oppgitt i Tabell 3, samt datasettet for antall fartøy i havn per time. Figur 26 viser effektbehovet per time i Nusfjord havn fordelt over de 4 ulike hovedgruppene med fartøy. Ved å summere opp over alle timene er årlig energibehov for landstrøm estimert og gitt i Tabell 17. For Nusjord er det årlige energibehovet til landstrøm estimert til å være 5.9 MWh.

Tabell 17: Energibehov for landstrøm basert på AIS-data fra årene 2017-2019 og estimat for effektbehov ved hotelldrift.

	Små FB	Store FB	Små AB	Store AB	Totalt
Energibehov Landstrøm 3 år MWh	1.2	0.9	4	10	17
Årlig MWh energibehov	0.4	0.3	1.6	3.6	6
Årlig CO2 reduksjon i tonn					3

I Figur 27 er effektbehovet for landstrøm i Nusfjord havn illustrert med boksplott som viser medianen, samt 75. persentilen og 90. persentilen. Figuren viser boksplott for de ulike årstidene og timer hvor det ikke er et effektuttak utelatt. Øverst i figuren er den prosentvise andelen med timer hvor det er et effektuttak oppgitt. For Nusfjord varierer timene med effektbehov mellom 0 % (avrundet) og 15 % av den totale tiden på tre år. Median effektbehov ligger på rundt 15 kW for på vår, sommer og høst, og betraktelig lavere vintersesongen.



Figur 27: Effektbehov landstrøm.

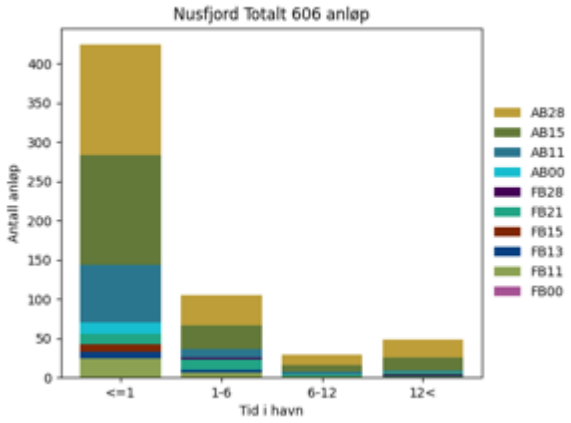
Energibehov for lading

Estimat for antall helelektriske og hybride fartøy, er basert på optimistisk scenario og beregnet ut ifra antall unike fartøy registrert ved AIS i havnen. Av fartøyene innom Nusfjord havn, er det estimert at i 2025 vil det kunne være 5 hybride fiskebåter, 20 helelektriske fritidsbåter og 9 større hybride andre typer båter. I 2030 er disse tallene henholdsvis 13, 58 og 26. Med antagelsene om batterikapasitet oppgitt i Tabell 3, samt gjennomsnittlig antall anløp per fartøygruppe, er energibehovet for lading beregnet. I Nusfjord er energibehovet over 3 år estimert til 8.5 MWh i 2025 og 31 MWh i 2030. Dette tilsvarer et kutt i klimagassutslipp på 1.6 og 6 tonn CO2-ekv. Det er store usikkerheter knyttet til disse tallene, men tallene kan likevel gi en indikasjon på behovet dersom målene satt i DGØ nås.

Tabell 18: Antall unike fartøy, gjennomsnittlig antall anløp per fartøy, estimat antall hybrid/hel-elektriste fartøy i 2025 og 2030, energibehov for lading i 2025 og i 2030.

Båtgruppe	Antall unike fartøy	Gj. Anløp/ fartøy	Hybrid 2025	Hybrid 2030	Energi 2025 MWh	Energi 2030 MWh
FB00	0	0	0	0	0	0
FB11	14	2	2	5	0,4	1,5
FB13	5	3	1	2	0,4	1,1
FB15	5	2	1	2	0,3	1
FB21	10	3	1	4	0,6	8,1
FB28	1	2	0	0	0	0
AB00	10	2	1	4	0,1	0,2
AB11	39	2	5	14	0,3	0,8
AB15	108	2	14	40	2,5	7,2
AB28	71	3	9	26	3,9	11,2
Totalt energibehov over 3 år					8.5	31.1
Totalt årlig energibehov					3	10
Årlig CO2 reduksjon i tonn					2	6

Effektbehovet for lading er ikke beregnet her, men hvor mange timer fartøyene er i havn for hvert anløp kan gi en indikasjon. Figur 28 viser oppholdstid i havn for hvert registrerte anløp for hele perioden 2017-2019. Et stort antall av fartøyene som er registrert som anløp har oppholdstid på mindre enn en time. Effektbehovet for lading er ikke beregnet her, men hvor mange timer fartøyene er i havn for hvert anløp kan gi en indikasjon. Anløp registrert i Nusfjord havn består i all hovedsak av anløp med oppholdstid på mindre enn en time. Fartøy med oppholdstid på under en time vil antakelig ikke ha behov for lading. Disse er imidlertid tatt med i beregningene, og er med på å øke usikkerheten knyttet til estimatene for energibehov til lading, samt potensialet for utslippskutt. I en videre analyse av energi- og effektbehov for lading av hybride fiskefartøy og andre batteridrevne fartøy, kan en filtrere bort fartøy med oppholdstid mindre enn en time, for et mer nøyaktig estimat.



Figur 28: Oppholdstid i havn for hvert anløp for de ulik fartøysgruppene.

1.6 Oppsummering og diskusjon

Basert på utslippsmål og AIS-data, er det gjort beregninger for hvilke land- og ladestrømsbehov det vil være i havnene i Flakstad i 2025 og 2030.

Omlegging til landstrøm krever begrenset ombygging av fartøyene, og vi antar at dersom infrastrukturen er tilrettelagt, vil de fleste fartøy benytte seg av landstrøm fra 2025. Dette vil kunne gi et energibehov på 2615 MWh til landstrøm og tilsvarer en reduksjon av klimagassutslipp på 1400 tonn CO2-ekv. Hvor mange fartøy som allerede i dag benytter seg av landstrøm er imidlertid ikke tatt med i beregningene for utslippskutt.

Behovet for land- og ladestrøm varierer mellom de ulike havnene, de ulike sesongene og de ulike fartøygruppene. Å tilby landstrøm til alle fartøy gjennom hele året vil kreve uforholdsmessige investeringer. Det er derfor beregnet hvor mange landstrømspunkter en må tilby for å dekke 75 % av behovet i havnene. Behovet for landstrømspunkter er beregnet både for hele fartøysflåten samlet, og for hver enkelt fartøysgruppe. Fartøy som tilhører samme fartøygruppe, vil kunne ha veldig like driftsmønster og typisk ligge i havn samtidig. En enkelt fartøygruppe vil derfor kunne ha behov for flere landstrømspunkter samtidig, enn hele flåten totalt. Her må man derfor gjøre vurderinger om hvilke behov en ønsker å dekke.

Innføring av batteri i fartøy er helt i startgropen og estimatene for ladebehov er usikre. Det er knyttet stor usikkerhet til innfasingstakt av nye fartøy med batteri, hastighet på ombygging av eksiterende fartøy, samt valg av batteristørrelser. Vi har valgt å basere estimatene på de politiske målene satt i prosjektet Lofoten De Grønne Øyene 2030 og Klimakur 2030. For Flakstad er det estimert et årlig energibehov for lading på 160 MWh i 2025 og på 912 MWh i 2030. Forenklede beregninger viser at dette gir et potensial for utslippskutt på 87 tonn CO2e i 2025 og 494 tonn CO2e i 2030.

Tabell 19 Totalt energibehov og potensial for utslippskutt i Flakstads havner

Årlig	Napp		Ramberg		Fredvang		Sund		Nusfjord		Totalt	
Landstrøm MWh	1256		614		610		129		6		2615	
CO2e tonn	680		332		330		70		3		1415	
Optimistisk Scenario:	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030	2025	2030
Lading MWh	40	261	55	322	23	123	39	196	3	10	160	912
CO2e tonn	22	141	30	174	12	67	21	106	2	6	87	494
Totalt energibehov for land-og ladestrøm i Flakstad											2775	3527
Totalt potensial for utslippskutt i Flakstad CO2e.											1502	1909

2. Dimensjonering av infrastruktur

2.1. Metode og forutsetninger

Denne delen av rapporten ser vi på dimensjonering av anlegg, valg av teknisk løsning, tilknytning til strømnettet og forslag til plassering av tilkoblingspunkt for landstrøm og lading til fartøy. Ettersom der ikke eksisterer noen omforent landstrømstandard for hoveddelen av fiskerifartøy i Flakstad, er der gjort en gjennomgang av det pågående standardiseringsarbeid nasjonalt, samt en teknisk vurdering av ulike tilkoblingsløsninger.

Elektriske, mekaniske og systemmessige egenskaper for de ulike tilkoblingsløsningene har blitt vurdert av fagpersoner tilknyttet prosjektet. Problemstillinger, muligheter og alternativer har vært drøftet gjennom flere møter i NEK Landstrømsforums gruppe for havbruk og fiskeri. Det har vært utarbeidet kostnadsoverslag for ulike løsninger fra installatørbedriften Aqila AS ut fra tilgjengelige alternativer. Noen kostnadsoverslag er etterarbeidet for å tilpasses andre havner, og er derfor kun å regne som omtrentlige. Effektbehov per havn har blitt beregnet ut fra metodene beskrevet i kapittel 1.4, 1.5 og Vedlegg 2. Imidlertid er effektbehovet per havn forenklet til noen hovedgrupper, som vist under:

Tabell 20: Fartøygrupper benyttet for å beregne effektbehov i den enkelte havn. Dette er en forenkling ift. verdiene funnet i rapportens første del.

Fartøygruppe	Effektbehov 2025	Effektbehov 2030
Små fartøy, (<15m) ingen batteripakke	Landstrøm, 7,5 kW snitt * Type 2 / industrikontakt	Landstrøm, 7,5 kW snitt * Type 2 / industrikontakt
Større fartøy, (>15m) ingen batteripakke	Landstrøm, 15 kW snitt * Type 2 / industrikontakt	Landstrøm, 15 kW snitt * Type 2 / industrikontakt
Små fartøy, (<15m) batterihybrid/helelektrisk <350 kWh batteri	Landstrøm + lading 44 kW Type 2	Landstrøm + lading 44 kW Type 2
Små fartøy, (<15m), batterihybrid/helelektrisk >350 kWh batteri	ingen	Landstrøm + lading 60 kW «NEK-kontakt 250A»
Større fartøy, (>15m) batterihybrid/helelektrisk	Landstrøm + lading 69 kW 125A 400V industrikont.	Landstrøm + lading 140 kW «NEK-kontakt 250A»

Effektbehovet til de ulike fartøygruppene over er i de fleste tilfellene rundet opp ift. minimumseffekten berenget for de aktuelle fartøy (vedlegg 2). Dette blant annet for å:

- Ta høyde for effekttopper fra hotellast
- Behovet for den enkelte bruker til å ønske å lade raskere enn 8 timer

Videre er det langt til grunn innfasingstakten for ladbare fartøy angitt i kapittel 1.3. For å ta høyde for at innfasingstakten vil kunne gå raskere i enkelthavner, eller muligheten for statistisk sett mange

ladbare fartøyer samtidig, er det denne faktoren også rundet oppover noe. I sum tror vi anbefalt effektbehov for den enkelte vil ha en tilstrekkelig buffer for variert bruk og tidvis høye effekttopper.

Elmea AS har beregnet kostnadsoverslag for nettilknytning ut fra beregnede effekter i 2025, basert på NVEs forskrift for beregning av anleggsbidrag. Vi har mottatt innspill fra utstyrsleverandører Philips Hauge, GoMarina, Proconnect med flere.

2.2. Aktuelle standarder for landstrømstilkobling

Det finnes en rekke aktuelle standarder for landstrømskoblinger:

- NEK IEC PAS 80005-3 «Lavspente landstrømsinstallasjoner»
  Denne landstrømsstandarden tillater strømmer opp til 350A og flere ulike spenninger opp til 1000V. Systemjording isolert nøytralpunkt på alle spenningsnivå. Standarden har fått kraftig økt utbredelse de senere år, blant annet på cruiseskip. Ladekabelen er tung og kan ikke/ bør ikke håndteres manuelt. Det er også en kostbar løsning. Standarden dekker ikke landstrømsanlegg som har maksimalt 125A per uttak, eller totalt under 173 kW for hele anlegget[27]. Som vi vil vise i denne rapporten finner vi få eller ingen bruksområder for denne løsningen i havnene i Flakstad. Like fullt er det denne standarden som nevnes i Enovas tekniske krav for å innvilge støtte til landstrømsinstallasjoner.[28]
- CCS Combo 2 – «IEC 62196 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles»
  Dette er den internasjonale standarden som definerer plugg og uttak for «Type 2» og «CCS Combo 2» som i dag er nærmest enerådende innen elektriske biler i Europa. Dette er også den standarden som ifølge Arendal Kommune brukes i økende grad til elektriske fritidsbåter[29].. Denne trekkes også frem i NEK Landstrømsforums veileder for havbruksnæringen, under kategorien «mindre fartøyer med likestrøms landstrømstilkobling for lading av batteribanker». Skilletransformator er innbakt i denne løsningen, som kan tilkobles direkte til 400V TN-nett, og også 230 V IT.
- NEK 400 elektriske lavspenningsinstallasjoner
  Den generelle standarden for lavspenningsinstallasjoner opp til 1000V AC og 1500 V DC i Norge. Strømuttak av typen «industrikontakter» faller inn under denne standarden. Her ligger bl.a har spesifikke krav til marinaer og havner for å ivareta personsikkerhet ved bruk av denne. De fleste landstrømstilkoblinger til fiskeri gjøres i dag etter samsvar med denne standarden.
- NEK/LPV/2022/003: Landstrømsforum utkast til prinsippvedtak – Tilkoblingssystem for manuell håndtering - Valg av plugg/kontakt.
  NEK Landstrømsforum har siden 2019 jobbet med en omforent plugg- og kontaktløsning for

[27] NEK IEC PAS 80005-3: 2014 https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=716007
[28] Enova, Landstrømsanlegg. Hvilke krav stilles? https://www.enova.no/bedrift/sjotransport/landstromanlegg/
[29] Ladeplan for elbåter i Arendal, 2021, https://www.arendal.kommune.no/politikk-og-organisasjon/prosjekter-og-utvikling/ladeplan-for-elbater/

landstrøm tiltenkt mellomstore fartøy, opprinnelig tiltenkt hybride og elektriske fartøy til oppdrettsnæringen[30]. Der ligger et prinsippvedtak til sirkulasjon i styret til NEK Landstrømsforum. Hvis vedtatt, vil den gjelde som en nasjonal landstrømsstandard. Denne er dermed også en aktuell teknisk løsning for landstrøm og lading til fiskerifartøy på litt sikt. Per i dag kjenner vi ikke til noen fiskerifartøy i regionen som benytter denne kontakten.

- Tekniske data:
  - Spenningssystem 400 V IT, 50 Hz. Dette betyr transformering på kai til dette spenningssystemet. 3 ledere + beskyttelsesleder (jord).
  - Opp mot 250 A strømstyrke, vil kunne benyttes også på strømstyrker ned til 125 A eller 80 A.
  - Pluggen skal tåle kontinuerlig belastning med merkestrøm ved lading, og være utstyrt med pilotkontakter som benyttes for å bryte laststrømmen før pluggen trekkes ut. Dette vil forbedre sikkerheten betydelig for de som skal betjene pluggen ved at fare for lysbue blir redusert/eliminert, og vil også gi lengre levetid og man unngår lysbueskade på kontaktens poler.

Figur 29: Teknisk tegning av kommende lavspenningsplugg- og kontakt for manuell håndtering. Kilde: NEK Landstrømsforum

[30] NEK Landstrømsforum, «LSF_010_PF – kontaktløsning for bruk uten hjelpeutstyr», 2021»

Manglende fartøygrunnlag for landstrømsstandard NEK IEC PAS 80005-3

Fiskerinæringen i Norge, og også verden, er helt i starten av en kommende utvikling innenfor elektrifisering. Vedens første ladbare fiskebåt, Karoline, ble satt på sjøen i 2015. Nasjonal og internasjonal standardisering for landstrøm- og ladeløsninger er derfor i startgropen.

Landstrømsstandarden «NEK IEC PAS 80005-3» dekker som nevnt i forrige kapittel landstrømskabler som fører mer enn 125A, og landstrømsanlegg som totalt sett fører mer enn 250A. Som vist i kapittel 1.4-Metode for energi og effektbehov i Flakstads havner, har vi ikke identifisert noen skip i denne størrelsesorden eller med et slikt effektforbruk, i Flakstad. Vi mener derfor at det mest fornuftige å fokusere på er landstrøm til det store antallet fartøy, av mindre størrelse, som besøker kommunen. Disse har et lavere effektbehov hver for seg, men som i sum har et stort energibehov.

Dette funnet betyr at Enovas gjeldende krav ikke treffer veldig godt for landstrøm og ladeinfrastruktur i typiske fiskerihavner, og havner som ønsker å betjene kommende ladbare fartøy. Det betyr også at Flakstad Kommune som kaieier etter gjeldende krav fra Enova ikke vil komme i betraktning for støtte til landstrømsanlegg som passer sitt fartøygrunnlag.

Standardiseringsarbeidet for landstrøm til fiskerifartøy

Vi kjenner til følgende arbeider med standardiseringsarbeidet:

- **NEK Landstrømsforum – nyopprettet arbeidsgruppe for fiskeri**

Den 18.03.22 ble det lagt frem for NEK landstrømsforum et nytt prosjektforslag ved navn *«NEK VEILEDER 80-X Landstrøm for fiskerinæringen»* som vil utrede og i første rekke gi ut en veileder for valg av løsninger for fiskerifartøy i ulike størrelseskategorier. NEK er det organet som har myndighet til å jobbe med standardisering på nasjonalt plan i Norge. Arbeidet kan også legge føringer for internasjonal standardisering. Gruppen har per 26. august 2022 avholdt tre møter. **NEK Landstrømsforum – arbeidsgruppe for havbruk**

NEK Landstrømsforum har siden mai 2021 jobbet med en veileder for landstrømstilkobling for havbruk. Noe av bakgrunnen har vært et identifisert behov hos næringen for en bedre egnet løsning enn industrikontakten. Andre viktige momenter i veilederen er frekvens, spenning, valg av standard, fartøykategiorier m.m. (NEK Landstrøm

- **Zero Kyst – utslippsfrie fiskerier og havbruk**

Prosjektet ZeroKyst har som nevnt i kapittel 1.21.2 - Grønn omstilling i Lofoten og Flakstad bl.a som mandat å utvikle løsninger for utslippsfri sjømat. Prosjektet har funnet det nødvendig å bidra til utvikling av standard teknologi for landstrøm og lading av fiskerifartøy, og også havbruksfartøy. Den største industrielle partneren innen landstrøm i konsortiet er Plug, som er et rent landstrømsselskap. Gjennom prosjektet skal det utvikles utslippsfrie elektriske og hydrogendrevne drivlinjer[31].

[31] Renergycluster.no – Zero Kyst skal gjøre fartøy i sjømatnæringen 100 % utslippsfri, https://renergycluster.no/2021/zerokyst-skal-gjore-fartoy-i-sjomatnaeringen-100-utslippsfri/

2.3. Teknisk vurdering av pluggløsninger

Vi gjør her en sammenstilling av egenskapene til de eksisterende og foreslåtte pluggløsningene for fiskerifartøy og andre fartøy i samme størrelsesorden. Andre pluggløsninger kan dukke opp som forfatterne av denne rapporten ikke har vurdert. I alle fire tilfeller må det velges leverandører som kan sikre maksimal driftssikkerhet i et maritimt miljø med mye salt og sjøsprøyt. Vi antar at fjærbelastet luke samt IP-klassifisering blir viktig for driftssikkerheten.

Tabell 21: Sammenstilling av tekniske egenskaper for ulike aktuelle plugger for landstrøm og lading til fartøy.

	230V IT-nett industrikontakter	400V TN-nett industrikontakter	Type 2 ladetilkobling	Ny 250A kontakt «3P4X» fra NEK / Proconnect
Kan tilkobles 230V IT-nett	Ja ✓	Nei ✗	Ja ✓	Nei ✗
230V 3-fase?	Ja ✗	Nei ✗	Nja. Utfordrende	Nei ✗
Kan tilkobles 400V TN-nett?	Nei ✗	Ja ✓	Ja ✓	Ja ✓
400V 3-fase?	Nei ✗	Ja ✓	Ja ✓	Ja ✓
Håndterbarhet	OK	OK	OK	OK
Mulighet for laststyring	Nei ✗	Nei ✗	Ja ✓	Trolig, men ikke utviklet enda
Sikker frakobling	Nei ✗	Nei ✗	Ja ✓	Ja ✓
Automatisk avregning	Krever tileggsløsning	Krever tilleggsløsning	Ja ✓	Kan komme etterhvert
Kostnad?	Billig	Billig	Noe dyrere	Betydelig dyrere
Tilgjengelig nå?	Ja ✓	Ja ✓	Ja, men ikke på 44kW	Kommer 2022/2023 ✗
Maksimal effekt	40 kW kontinuerlig* (125A uttak, 3fase)	69 kW kontinuerlig* (125A uttak, 3fase)	44kW (63A, 3f, 400V) 25kW (63A, 3f, 230V)	172kW (250A 3f)
Bilde				

** Industrikontaktene kan ikke belastes sin merkeytelse kontinuerlig, da må man ned til 50-80 % av merkestrøm, avh. Av leverandør. Her antar vi 80 % som er angitt av produsent Philip Hauge.Merkeeffekt ulike plugger*

Levert effekt er avhengig av strømstyrke og spenningsnivå, samt 1- eller 3-fase tilkobling. Vi anbefaler ikke 1-fase som annet enn en nødløsning.

Tabell 22: Tabellen under viser mulig levert effekt for ulike plugger på ulike spenningsnivå. For industrikontaktene er det angitt effekt ved 80 % av merkestrøm pga. problemene ved kontinuerlig belastning.

Industrikontakt, 16A, 230V	**5,1**	kW
Industrikontakt, 32A, 230V	**10,2**	kW
Industrikontakt, 63A, 230V	**20,1**	kW
Industrikontakt, 125A, 230V	**40**	kW
Industrikontakt, 16A, 400V	**8,8**	kW
Industrikontakt, 32A, 400V	**17,7**	kW
Industrikontakt, 63A, 400V	**34,8**	kW
Industrikontakt, 125A, 400V	**69**	kW
Type 2 (63A, 230V):	**20,1**	kW
Type 2 (63A, 400V):	**44**	kW
Ny 250A kontakt fra NEK (400V):	**173**	kW
NEK-kontakt sikret ned til 150A	**103**	kW

Spenningssystem for landstrøm og lading av fartøy

På lavspenningsnettet i Norge har vi av historiske årsaker to nettsystemer, 230V IT-nett og 400V TN-nett med ulike fordeler og ulemper. 400V TN-nett er standard nettsystem i Europa. Her benyttes tre faseledere pluss en nøytralleder som alle føres frem til forbruker. Enfase og trefase belastning hentes ut mellom fasene og nøytralleder. 400V TN-nett bygges ut i dag i nye områder. En av de store fordelene er at hver kabel kan transportere ca. 1,7 ganger mer effekt enn i 230V-systemet.

230V IT-nett er det vanligste systemet i Norge. I dette systemet er det kun tre faseledere, mens nøytralpunktet i systemet er «isolert». Apparater kobles til mellom de tre faselederne. Men siden 230V IT er et særnorsk system, som ofte overses av utenlandske utstyrsprodusenter og av og til standardiseringsorganer, kreves det ofte tilpasninger av utstyret om dette skal brukes for 230V trefase. Dette har blant annet blitt et problem for elbil-ladere, da det er omstridt om trefaselading på 230V er lovlig etter forskriften[32].

Generelt er det mange ulemper ved bruk av 230 V IT spenningssystem, men på grunn av store ombyggingskostnader for både nettleverandør og eier av den enkelte bolig og andre installasjoner, skjer en ombygging av eksisterende distribusjonsnett sakte og gradvis. De nevnte ulempene har imidlertid en samfunnsmessig kostnad.[33]

[32] Jan Tore Gjøby, Teknisk Ukeblad, 2021: Er trefaselading på det særnorske strømnettet egentlig tillatt? https://www.tu.no/artikler/er-trefaselading-pa-det-saernorske-stromnettet-egentlig-tillatt/509999
[33] NVE. 2019: Nettkundenes nytte av en oppgradering av lavspenningsnettet. https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2019/eksternrapport2019_07.pdf

For både 230V IT og 400V TN nettsystem er enfasebelastningen på 230V. Enfasetilkobling til fartøy vil derfor fungere uavhengig av spenningssystem.

Oppsummering ang. spenningssystem

Valg av spenningssystemet vil få stor betydning for landstrømsinfrastrukturen. Nyere båter bygges gjerne med en 400V infrastruktur om bord, dvs. driftsspenningen til det elektriske anlegget er normalt 400V. Eksisterende fartøysflåte er gjerne bygget ut fra 230V. 230V IT er også det spenningsnivået som er oftest tilgjengelig i de fleste havner.

Både 230V og 400V distribusjonsnett har samme grenser for spenningskvalitet ut til kunde. Grensene og kriteriene er satt i *Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet (FOL)* [34]. Men siden 230V-nettet har lavere effektføringsevne per kabel vil det typisk kunne ha tilsvarende høyere spenningsfall, enten innen eller evt. utenfor grensene satt i FOL. For trekk av høy effekt til utstyr som kanskje har lav toleranse for spenningsvariasjoner kan dette ha betydning. Det bør likevel understrekes at spenningsvariasjoner vil forekomme og utstyr for både landstrømsanlegg og i fartøy må tåle det spekteret av spenninger som forskriften tillater.

Aktuelle tilkoblingsløsninger som Type 2 / CCS Combo er standardisert til 400 V TN. Type 2 kan i dag kun benyttes til énfase 230 V belastning. Videre gir 400 V systemet 1,7 ganger høyere elektrisk effekt på en gitt strømstyrke. Dette betyr at:

- ved bruk av type 2 lader på 230V blir effekt til fartøyet redusert til 33,3 % av oppnådd effekt på et 400V TN-system.
- ved bruk av industrikontakter av en gitt strømstyrke reduseres effekten til 57,7 % av oppnådd effekt på et 400V TN-system.

Det vil i årene som kommer måtte bygges en nasjonal infrastruktur for lading og landstrøm til fiskerifartøy og andre fartøy i samme størrelseskategorier. Anbefalingen gitt av NEK Landstrømsforum er at denne infrastrukturen bør bygges ut på 400V spenningssystem. Det er derfor denne spenningen som anbefales i denne rapporten for de ulike lokasjonene i Flakstad, selv på steder hvor det i dag kun er 230V tilgjengelig. For eksisterende fartøy bygget for 230 V kan landstrøm hentes ut via adapter mellom trefase 400 V og enfase 230 V. Det er også mulig for landstrømsaktøren å tilby egne 230V uttak kun beregnet på eldre og allerede byggede fartøy.

[34] Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet. https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-11-30-1557

Frekvens

I våre undersøkelser har vi ikke funnet fartøy som frekventerer Flakstad som har behov for 60 Hz frekvens. Fiskefartøy har tradisjonelt vært bygget for 50 Hz frekvens. Dette har nok sammenheng med at disse fartøyene, kanskje med unntak av de største trålerne, er i havn i all hovedsak i norske farvann.

Dersom landstrømsanlegget skal tilby 60 Hz frekvens til fartøy er det en mye dyrere installasjon på landsiden enn å tilby 50 Hz. Dette fordi nettselskap i Norge kun er pliktig å levere nettfrekvens på 50 Hz. Det felles nordiske kraftsystemet er basert på 50hz. Andre frekvenser vil måtte gå gjennom en frekvensomformer, som vil være kostnadsdrivende. Det er derfor vår klare anbefaling at det fokuseres på 50 Hz anlegg i Flakstad, med mindre der skulle dukke opp spesifikke behov for noe annet.

Galvanisk skille i landstrømsanlegget

For å hindre korrosjon på metallskrog, forårsaket av galvaniske strømmer mellom jordingsanlegget i fartøyet og jordingsanlegget på land, er det innført spesifikke krav til galvanisk skille i NEK 400 2018 og 2022 for å imøtegå problemet. Ved punkt 709.413.2.1 heter det følgende: «*Kursen skal forsynes via en fast montert skilletransformator i samsvar med NEK IEC 61558-2-4*»[35]

Galvanisk skille kan løses ved å plassere skilletrafo i fartøyet eller på landsiden. De fleste nybygde fartøy har dette innmontert, mens mange eldre fartøy mangler dette. Større fartøy har i henhold til Landstrømsstandard NEK IEC PAS 80005-3 plassert skilletrafo på land, hvor det transformeres til 400V IT eller 690V IT nett.

For dimensjonering og design av landstrømsanlegget er det derfor viktig å avklare om der skal stå skilletransformator på land for fartøyskategoriene som ikke passer inn under Landstrømsstandard NEK IEC PAS 80005-3.

Vår anbefaling for mindre og mellomstore fartøy er at skilletrafo plasseres på fartøyet, enten med konvensjonell toviklingstrafo, eller en høyfrekvent trafo innebygget i fartøyets ombordlader. Sistnevnte er en mer kompakt løsning. Én annen mulig løsning for mindre fartøy er treviklingstrafo som skilletrafo. På denne måten kan fartøyet ta imot landstrøm fra to eller flere ulike spenningsnivåer, gitt at der er montert kompatible uttak. Dette kan løse noe av problemet med mangler på korrekt spenningsnivå i ulike havner. Ved hjelp av spenningsmåling og en omkoblingsmekanisme kan også ombordladeren designes for kunne kobles mellom 400V TN og 230V IT. Dette er trolig den mest kompakte og fremtidsrettede løsningen.

Det må imidlertid også nevnes at i kommende landstrømsstandard fra NEK Landstrømsforum, omtalt som 250A kontakt «3P4X» fra NEK / Proconnect, ser det ut til å standardiseres på at skilletransformator skal stå på land. Dette har sammenheng med at denne løsningen også baserer seg på et eget spenningssystem, 400V IT-nett, som krever egen transformator.

[35] NEK 400 – Elektriske lavspenningsinstallasjoner (2022) - https://www.standard.no/fagomrader/elektrofag/elektro/nek-4002018/

2.4. Kostnader for ulike landstrømsløsninger

Ettersom det er flere aktuelle pluggløsninger, strømstyrker og spenningsnivåer har vi her gjort en sammenstilling av kostnader knyttet til ulike alternativ. Noen løsninger er mer kostnadsdrivende enn andre. Kostnadsoverslagene er hentet inn fra autorisert installatørvirksomhet.

Tabell 23: Oppstilling av kostnader for ulike alternative landstrømsløsninger. Alle alternativer er beregnet for en hovedtavle som forsyner 5 kaiplasser.

Alt.	Alt. #1	Alt. #2	Alt. #3	Alt. #4	Alt. #5	Alt. #6
Type uttak per kaiplass	6 ulike CEE: 63A, 32A og 16A (230V) 63A, 32A og 16A (400V)	Type 2 uttak på 400V + 230V trefase 63A	Kun Type 2 uttak, 400V	Kun 230V industrik. Sikres til 63A	Type 2 uttak på 400V + 230V trefase 16A	Ny type 250A plugg, Proconnect / NEK LSF.
Beskrivelse	Begge spenninger, flere strømstyrker industrikont.	Type 2 til ladbare båter, 63A 230V til eksisterende båter	Enkel og smart Type 2 lading	Beholder 230V spenningssystem	Type 2 til ladbare båter, 16A 230V til eksisterende båter	Ny plugg med strømstyrke 100A – 250A
Tilknyttet spenning	400V eller 230V	Helst 400V	400V	230V	Helst 400V	400V
Tilknyttet effekt strømnett	218 kW	218 kW	218 kW	126 kW	218 kW	346kW til 865 kW
Egen transf-ormator på kai?	Ja Min. 126 kW	Ja Min. 126 kVA	Nei	Nei	Ja Min. 32 kVA	Nei
Leverer 230V trefase?	Ja ✓	Ja ✓	Nei ✗	Ja ✓	Ja ✓	Nei ✗
Leverer 400V trefase?	Ja ✓	Ja ✓	Ja ✓	Nei ✗	Ja ✓	Ja ✓
Maks effekt per båt	25,2kW (230V) 44kW (400V)	44 kW (25 kW v/ 230V)	44 kW (Type2)	25 kW (230V)	44 kW (6,4 kW v/ 230V)	69 kW - 173 kW
Pris ferdig installert	1 594 kkr	1244 kkr	677 kkr	597 kkr	809 kkr	Uvisst
Anbefalt?	Nei ✗	Nei ✗	Ja ✓	Nei ✗	Ja ✓	Etter hvert

2.5. Generelle anbefalinger for pluggløsning til landstrømsanlegg og fartøy

I arbeidet med denne rapporten har medlemsaktørene landet på følgende løsninger vi vil anbefale til en eventuell utbygger å gå videre med. Det gjelder valg av pluggløsning og det gjelder valg av spenningssystem. Anbefalinger:

1) Installasjon av 44kW-uttak med Type 2 plugg (63A, 400V trefase) for lading og landstrøm til mindre fartøy (under 15 meter). Aktivering og betaling går vi app/ladebrikke. Vi mener disse typene uttak vil passe godt til både lading av elektriske fritidsbåter, hybride fiskefartøy under 15-20 meter, arbeidsbåter, samt landstrøm til dieseldrevne fartøy. Løsningen har bl.a følgende fordeler:
    - En bonus er at samme standard benyttes på skrogsiden også til hurtiglading (DC) gjennom CCS Combo-standarden
    - Via adaptere eller ettermontert Type 2-uttak kan disse benyttes til å hente ren landstrøm, énfase 230V belastning, trefase 400V belastning, m.m.
    - Fartøy med behov for 230V landstrøm kan evt. også installere ombordtransformering 400V/230V. Som nevnt i forrige kapittel er det uansett krav om galvanisk skille.
2) Installasjon av 69kW industrikontakt uttak (125A, 400V trefase, strupet til 100A) for landstrøm og lading av større fartøy (over 15 meter). Dette for nyere båter bygget med 400V system, med eller uten batterier, evt. båter med 230V om bord og egen skilletransformator.
    - Vi anbefaler at industrikontakten byttes ut med ny standard landstrøms/ladekontakt «3PX4» fra Proconnect når denne etter hvert blir nasjonal standard.
    - Kabler, skinner og lignende frem til uttakene kan dimensjoneres for en høyere strømstyrke om man ønsker høyere effekt i fremtiden, eks. 110 kW (160A) eller 138 kW (200A) om man venter store båter med store batterier i kaien.
3) Det kan også med fordel installeres egne 230V uttak i størrelse 16A eller 32A trefase.

For videre kalkyler i denne rapporten har vi beregnet kostnader og effekt for installasjon av disse to typene uttak:

4) Type 2 ladebokser på 63A, 400V.
5) 125A industrikontakter på 400V, nedsikret til 100A.

I begge tilfeller er disse montert på egen stolpe og sikringer er plassert i anleggets hovedtavle.

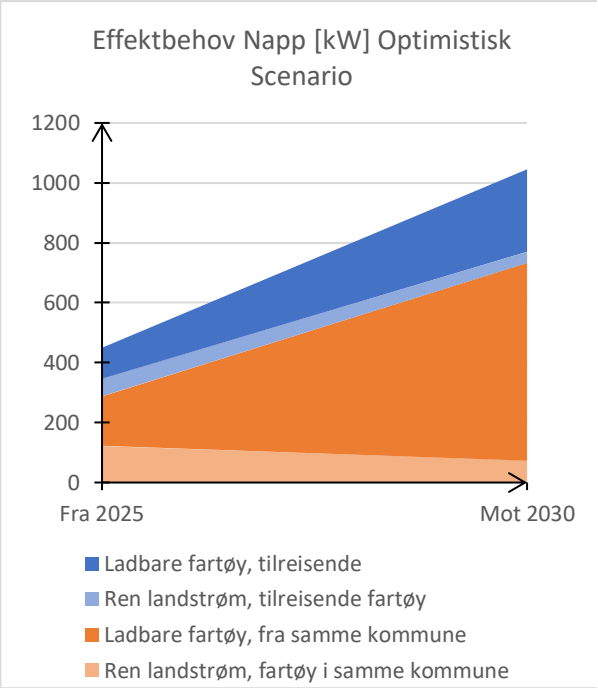
2.6. Landstrøm og lading i Flakstads havner

Landstrøm og lading i Napp Havn

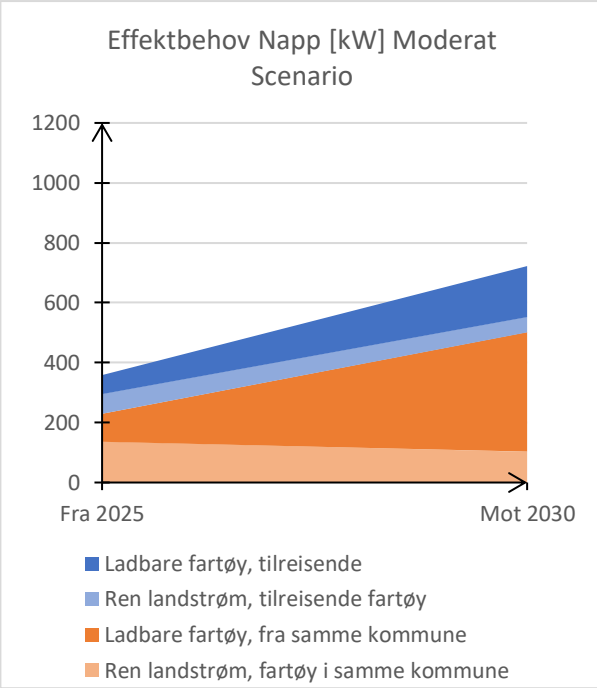
Våre beregninger, som skissert i kapittel 2.1 Metode, viser et effektbehov i optimistisk scenario mellom nå og 2025 på 450 kW, for fartøyene på Napp. Da er det som nevnt tatt høyde for opp mot 20 % ladbare fartøy, med samtidighetsfaktor 1, og resterende uttak benyttet til ren landstrøm. Dette fartøybehovet kan dekkes med 19 stk. 44kW uttak og 2 stk. 69kW uttak. Mot 2030 vil det kunne være behov for rundt 7 stk. uttak av typen «NEK-kontakt». Mot 2030 kan det være snakk om et effektbehov på vel 1000 kW, hvor ca. 2/3 går til fartøy registrert i Flakstad. Hele 80 % av fartøyene over 15m antas å være fra kommunen. Det må derfor antas at en god andel av fartøyene vil ordne med sin egen tilkobling og ladebehov i sin hjemmehavn. Hvorvidt Napp vil tiltrekke seg mer eller mindre tilreisende fartøy i fremtiden er vanskelig å forutse.

I moderat scenario estimeres det et startbehov på 360 kW i 2025 og et effektbehov på 722 kW mot 2030. Dersom alle fartøy var bygget om til hybridelektrisk eller helelektrisk drift, ville effektbehovet vært på over 1800 kW.

Som ellers er effektbehovet inkludert en forsvarlig samtidighetsfaktor. Ved behov for eventuell hurtiglading (DC etc.) vil effektbehovet øke ytterligere, da verdiene over er gitt normallading over natt med min. 6 timer ladetid.



Figur 30: Beregnet effektbehov [kW] for fartøyflåten på Napp, fordelt etter tilreisende og fartøy med hjemmehavn i Flakstad, basert på Optimistisk scenario.



Figur 31: Antall fartøy vi foreslår at ladepunktene dimensjoneres for på Napp, sortert etter fartøytype, og med utvikling mot 2030. Optimistisk scenario

Oppsummert i tabellen under er antall uttak vi beregner vil være nødvendige i de to ulike scenarioene. Uttakspunktene vil dekke segmentene fiskefartøy, arbeidsbåter, fritidsbåt med mer. Eventuelle rutegående fartøy med stort effektbehov vil komme i tillegg.

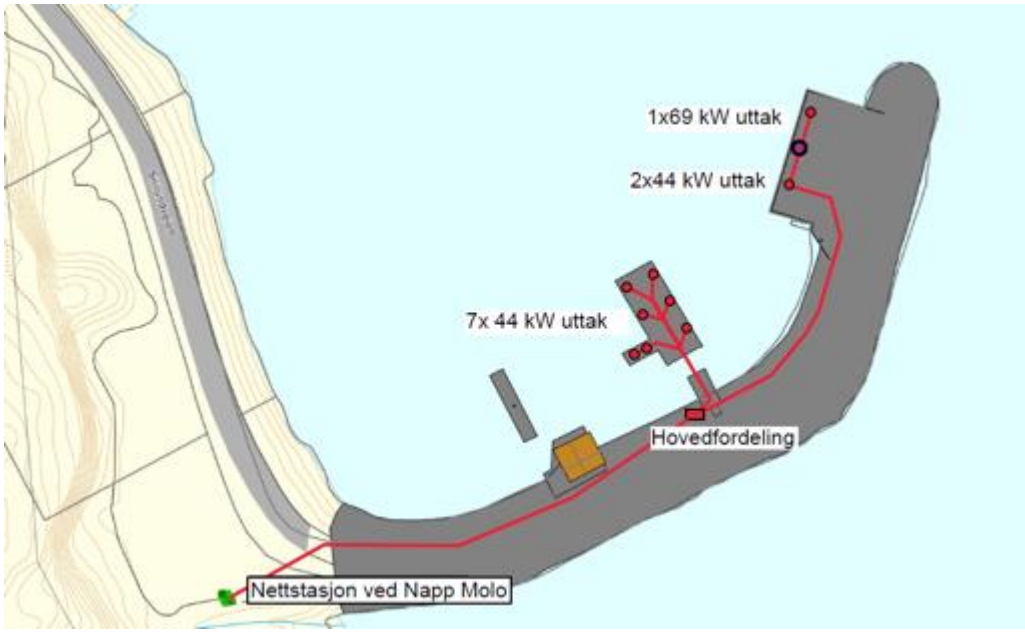
Tabell 24: Dimensjonering av landstrømsanlegg ved Napp, ulike scenario

Dimensjonering av landstrøm, Napp:	Optimistisk scenario		Moderat Scenario		Alle hybride
	Mot 2025	Mot 2030	Mot 2025	Mot 2030	2030 +
Antall 44kW punkter (Type 2 el. lign.) Landstrøm og lading	19	12	18	15	6
Antall 69kW punkter (125A 400V industri)	2	0	1	0	0
Antall NEK-kontakter, 150-250A, 60-170kW	0	7	0	4	13
Nødvendig effekt tilknyttet strømnettet: (inkludert private ladingsanlegg)	450 kW	1050 kW	360 kW	722 kW	1850 kW

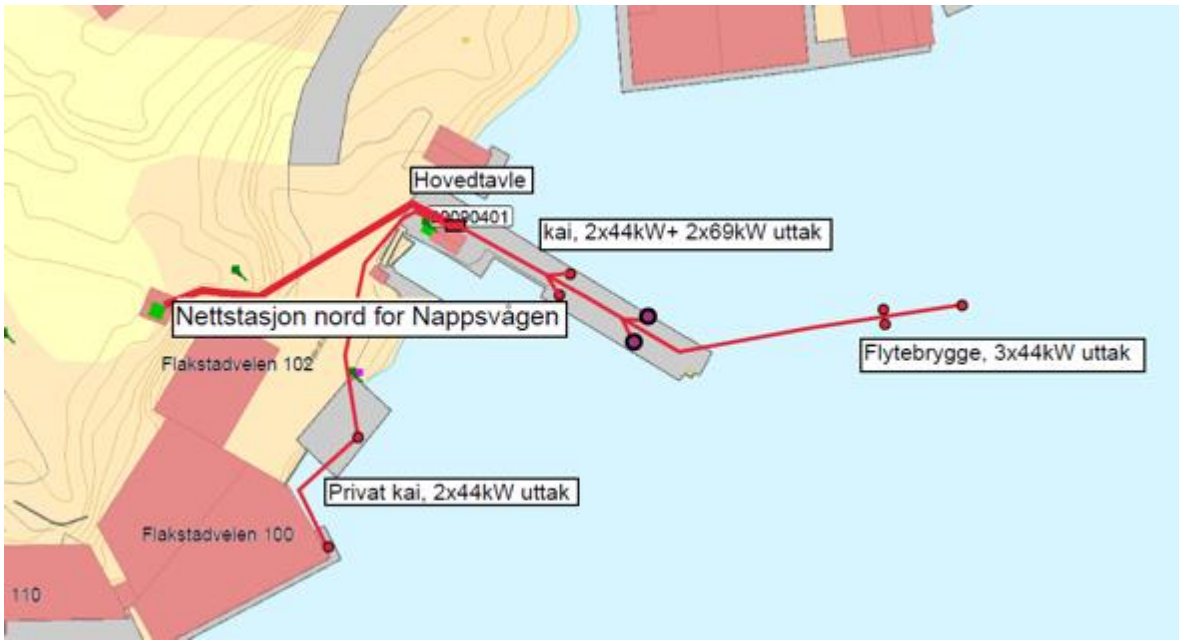
For investeringskostnadene i havnen vil vi basere oss på det optimistiske scenarioet. Moderat scenario har lavere ladebehov og vil derfor være billigere.

Lokalisering av uttak Napp

Napp har to almenningskaier. Vi foreslår 1+9 uttak i området kaien ved molo på Napp, og 7+2 uttak ved almenningskaia nord for vågen. NB. Flytebryggen benyttet i skissen er privat eid, og er kun ment som eksempel.



Figur 32: Almenningskaia ved Napp Molo, med forslag til plassering av landstrømsuttak. Antallet er i tråd med effektberegningene i «Optimistisk scenario».



Figur 33: Almenningskaia og Jentoft AS sin kai nord for Nappssvågen. Noen av flytebryggene og kaikanter er ikke kommet inn i Norgeskart. Vi foreslår å fordele 7 stk 44kW uttak her, samt 2 uttak for 69 kW eller mer. Det kan være fornuftig å se på uttak også ved privat kai, som her hos Jentoft AS. «Tommy Junior» har kaiplass lengre til venstre, så det er også et aktuelt uttaksted for landstrøm.

Installasjonskostnader Napp Havn

Installasjonskostnader basert på anbefalinger i kapittel 2.5 Generelle anbefalinger for pluggløsning til landstrømsanlegg og fartøy. I denne rapporten beregnes kun kostnadene for 2025-behovet, da kostnader frem mot 2030 blir svært usikre. Merk at kostnadsestimatet er usikkert, ikke beregnet for denne havnen spesifikt, og vil endelig fastsettes ved detaljprosjektering.

Tabell 25: Kostnadsestimat for installasjonen av ladepunkter, fra hovedtavlene og ut til det enkelte uttak. Inkluderer matriell og arbeid.

Post	**Antall**	**Kostnadsestimat**
Hovedtavle ferdig montert i skap	2 stk	
TFXP 50mm2 per m, u/rør (stiger, kabel ut til kaistolper)	16 stk, snitt 10m	
Kaistolpe inkl beskyttelse for ladeboks	16 stk	
Type 2 ladere, 63A, ferdig montert	16 stk	
Kaistolpe inkl. 125A uttak, 400V industrik.	3	
Forlegging av kabel (grøft, rør etc)	19	
Betalingsløsning med timesprising * kortleser på hver stolpe	3 stk	
Totale investeringskostnader, installasjon:		**Ca. 2 000 000 kr**

Anleggsbidrag for tilknytning, Napp Havn

Ved almenningskaien i sør er det etablert flytebrygger for mindre fartøy og kaifront for større fartøy. Her er det mulig å tilknytte seg en nettstasjon som er relativt nært kaiområdet. Nettstasjonen har korrekt spenningsnivå og plass for utvidelse.

Ved almenningskaien nord for sundet kan man tilknyttes eksisterende nettstasjon. Denne har spenningsnivå 230V IT. Kostnadsoverslaget legger til grunn tilknytning på 400V.

Effektfordelingen blir i dette forslaget 270kW i nord og 230kW i sør på grunn av fordelingen av uttak. Om det velges å hente ut effekt fra 230V nett eller andre lokasjoner vil anleggsbidraget bli annerledes.

Merk at stipulert anleggsbidrag er et øyeblikksbilde og vil endres i tråd med ledig effekt, andre tilknytninger, endringer i kostnadsbilde m.m. Usikkerheten er betydelig og vil avdekkes ved detaljprosjektering.

Tabell 26: Kostnadsoverslag for de to tilknytningene til strømnettet som foreslås på Napp.

Anslått anleggsbidrag, 200 kW levert til hovedtavle som vist i Figur 33, ved kaikant nord for Nappvågen.	1	~350 000 kr
Anslått anleggsbidrag, 200 kW levert til hovedtavle vist i Figur 32 ved moloen på Napp.	1	~250 000 kr
Totalt anleggsbidrag, Napp		**~600 000 kr**

Investeringskostnader for Napp Havn oppsummert

Tabell 27 under viser oppsummerte investeringskostnader for Napp Havn, for et anlegg som foreslått over.

Tabell 27:Stipulerte totale investeringskostnader for landstrømsanlegg i Napp Havn. Dette dekker effektbehovet funnet i «optimistisk scenario», 2025. Avhengig av scenario vil effektbehov øke mot 2030.

Totale investeringskostnader, installasjon:		Ca. 2 000 000 kr
Totalt anleggsbidrag, Napp		Ca. 600 000 kr
Investeringskostnader totalt, Napp Havn:		**Ca. 2 600 000 kr**

Denne investeringen er stipulert å dekke 19 uttak for landstrøm og lading, 16 mindre og 3 større uttak. Disse vil være dimensjonert for 2025-behovet til optimistisk scenario. Merk at denne utbyggingen også dekker «moderat scenario», som har en mye saktere økning av effektbehov mot 2030 og videre.

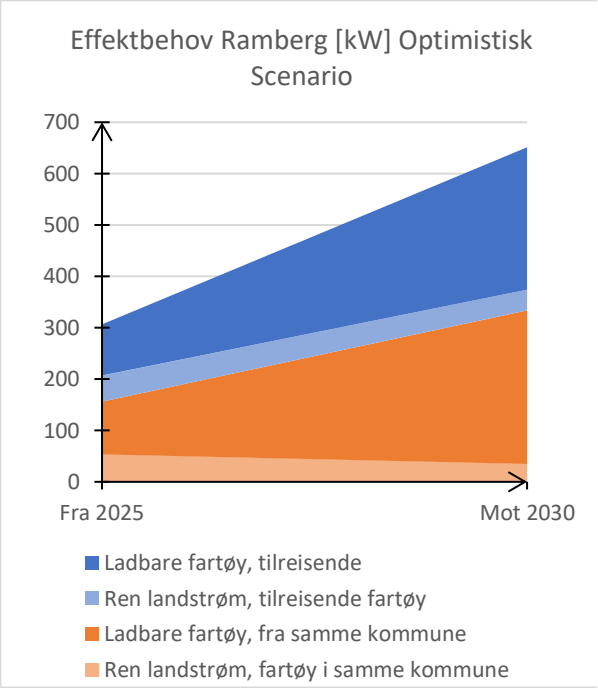
Landstrøm og lading i Ramberg Havn

Vi har beregnet, i optimistisk scenario, et umiddelbart effektbehov på Ramberg på 306 kW, 300kW rundt regnet, som kan fordeles på 14 små uttak på 44kW og 1 større uttak på 69 kW eller mer. Dette antallet uttak vil gjøre at noen av fartøyene kan trekke ladestrøm mens andre kun benytter landstrøm.

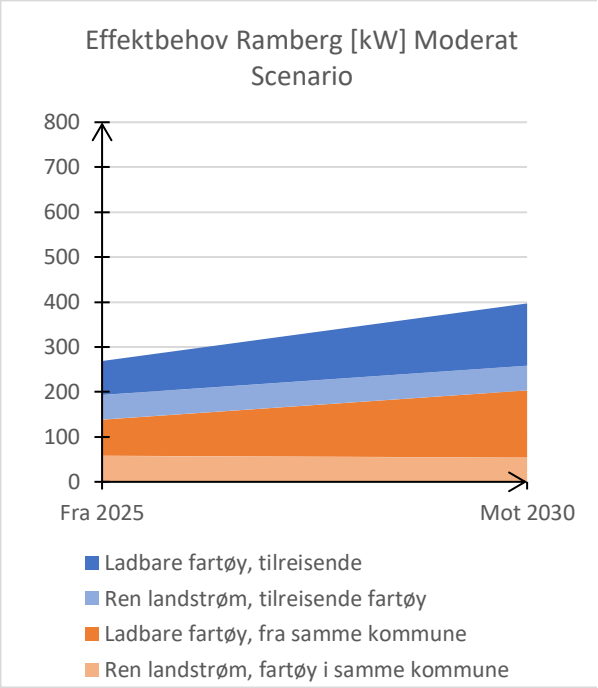
Mot 2030 kan effektbehovet dobles opp, til 650 kW. Det estimeres da behov for ca. 5 større ladepunkter på 150-250 Ampere, eller 100-170 kW. Omtrent halvparten av fartøyene er registrert i Flakstad.

I moderat scenario er effektbehovet begrenset til 270 kW mot 2025 og ca. 400 kW mot 2030. Som vi ser betyr den trege innfasingstakten at effektbehovet blir moderat.

Som ellers er effektbehovet inkludert en forsvarlig samtidighetsfaktor. Ved behov for eventuell hurtiglading (DC etc.) vil effektbehovet øke ytterligere, da verdiene over er gitt normallading over natt med opp til 8 timer ladetid.



Figur 34: Beregnet effektbehov på Ramberg mellom nå og 2030, optimistisk scenario for innfasing, fordelt etter tilhørighet til fartøy.



Figur 35: Beregnet effektbehov på Ramberg mellom nå og 2030, moderat scenario for innfasing, fordelt etter tilhørighet til fartøy.

Dimensjonering av landstrømsinfrastrukturen for de ulike scenariene er oppsummert i tabellen under. Uttakspunktene vil dekke segmentene fiskefartøy, arbeidsbåter, fritidsbåt m.m. Eventuelle rutegående fartøy med stort effektbehov vil komme i tillegg:

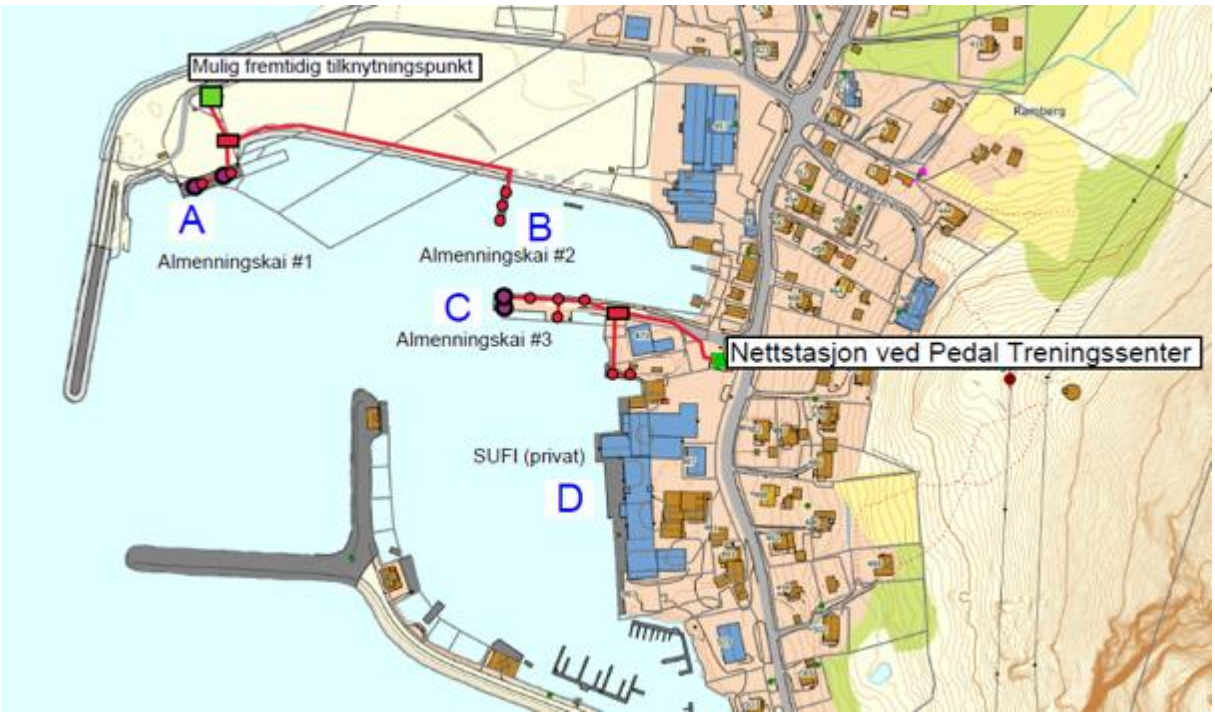
Tabell 28: Dimensjonering av landstrømsanlegget ved Ramberg Havn

Dimensjonering av landstrøm, Ramberg:	Optimistisk scenario		Moderat Scenario		Alle Hybride
	Mot 2025	Mot 2030	Mot 2025	Mot 2030	2030 +
Antall 44kW punkter (Type 2 el. lign.)	14	10	14	13	6
Antall 69kW punkter (125A 400V industri)	1	0	1	0	0
Antall NEK-kontakter, 150-250A, 60-170kW	0	5	0	2	9
Nødvendig effekt tilknyttet strømnettet: *(inkludert private ladingsanlegg)*	300 kW	650 kW	270 kW	400 kW	1104 kW

Som angitt i kapittel 2.5 anbefales tilknyttet effekt være fra et 400V TN-nett.

Lokalisering av uttak Ramberg

Ramberg har per i dag tre allmenningskaier som er godt egnet til offentlig tilgjengelige landstrømspunkter. Almenningskai #1 og #3 er dype og godt egnet for større fartøy, og kaiutleien driftes av Flakstad Kommune. I tillegg er kaiområdet utenfor SUFI AS populære liggeplasser for fartøy som leverer fangsten sin på Ramberg. SUFI kan derfor være en aktuell partner for en landstrømsaktør. På skissen under er det forslag på fordeling av tilknytningspunkter basert på de offentlig eide kaiene, som kan være et naturlig sted å starte.



Figur 36: Skisse over mulig landstrømsanlegg ved de to almenningskaiene på Ramberg. Rød boks er hovedtavler mens rødt punkt er 44kW uttak og lilla punkt er 69+ kW uttak. Grønn boks er Elmeas nettstasjoner.

I skissen over er uttakene konsentrert rundt almenningskaiene. Ettersom kaiene ved fiskemottaket SUFI er mye i bruk, både til leveranser og til nattligge, ville det vært naturlig også å montere uttak her. Det fordrer så klart avtaler med kaieier. Mot fremtiden kan det også bli behov for hurtiglading ved slike lokasjoner.

Installasjonskostnader Ramberg

Installasjonskostnader basert på anbefalinger i kapittel 2.5. I denne rapporten beregnes kun kostnadene for 2025-behovet, da kostnader frem mot 2030 blir svært usikre. Merk at kostnadsestimatet er usikkert, ikke beregnet for denne havnen spesifikt, og vil endelig fastsettes ved detaljprosjektering.

Tabell 29: Kostnadsoverslag for landstrømsanlegget på Ramberg, indre og ytre almenningskai.

Post	**Antall / pris**
Hovedtavle ferdig montert i skap	2 stk.
TFXP 50mm2 per m, u/rør (stiger, kabel ut til kaistolper)	15 stk, snitt 10m
Kaistolpe inkl beskyttelse for ladeboks	13 stk.
Type 2 ladere, 63A, ferdig montert	13 stk.
Kaistolpe inkl. 125A uttak, 400V industrikontakter.	2 stk.
Forlegging av kabel (grøft, rør etc), snitt 10 meter	15 stk. grøfter
Betalingsløsning med timesprising * kortleser på hver stolpe	2 stk.
Totalkostnad	**Ca. 1 700 000 kr**

Anleggsbidrag for tilknytning Ramberg

Her antar vi at effekten deles i to: 200 kW i indre havn og 200 kW i ytre havn.

Fremføring av strøm til ladeanlegg på Ramberg er litt spesielt ettersom det ikke er noe høyspenningsnett og fordelingstransformator etablert i Ramberg industriområde (ytre havn). Vi er imidlertid kjent med at det eksisterer planer fra flere aktører om å etablere dette. Hvor stort anleggsbidraget blir handler bl.a om fordelingen av effekt mellom landstrømsaktør og øvrige utbygginger.

Der er tidligere anslått en kostnad på ca. 950 000 kr for å tilknytte 300 kW i ytre havn, gitt at der ikke er noen andre som kan være med å dele kostnaden. Der er også estimert 1,5 mill. kr. for å tilknytte rundt 1-1,5 MW i ytre havn. I et scenario hvor det er en annen utbygger blir kostnadene delt etter effekt. Vi tror alternativ C er mest trolig og fornuftig i dette tilfellet.

Merk at stipulert anleggsbidrag er et øyeblikksbilde og vil endres i tråd med ledig effekt, andre tilknytninger, endringer i kostnadsbilde m.m. Usikkerheten er betydelig og vil avdekkes ved detaljprosjektering.

Tabell 30: Stipulert anleggsbidrag for nettilknytning, Ramberg ytre og Indre havn. Der er skissert 3 ulike alternativer for Ytre Havn, som avhenger av forutsetningene når tilknytningen gjøres

Ramberg Ytre havn	
A) Anslått anleggsbidrag, 200 kW i ytre havn, alene utbygger, mulig ekspansjon til 800 kW (100 %)	~ 800 000 kr
B) Anslått anleggsbidrag, 200 kW i ytre havn, deler på kostnadene sammen med en utbygger som skal ha 500 kW (29 %)	~ 400 000 kr
C) Anslått anleggsbidrag, 200 kW i ytre havn, mulighet for ekspansjon til 1600 kW (egen nettstasjon). Samtidig med utbygger som bestiller 1 MW (33 % på HS kabel)	~ 550 000 kr
Ramberg Indre Havn	
Anslått anleggsbidrag, 200 kW i indre havn, 400V. Tas i forb. med utbygging mot ytre havn.	~ 150 000 kr

Investeringskostnader Ramberg oppsummert

Det er store usikkerheter knyttet til blant annet kostnadsdeling med andre aktører og kostnad rundt oppgradering av nettinfrastruktur. Vi kan likevel gjøre følgende sammenstilling over investeringskostnadene. Dette må regnes som et «beste anslag», og dekker stipulert behov i 2025 under optimistisk scenario:

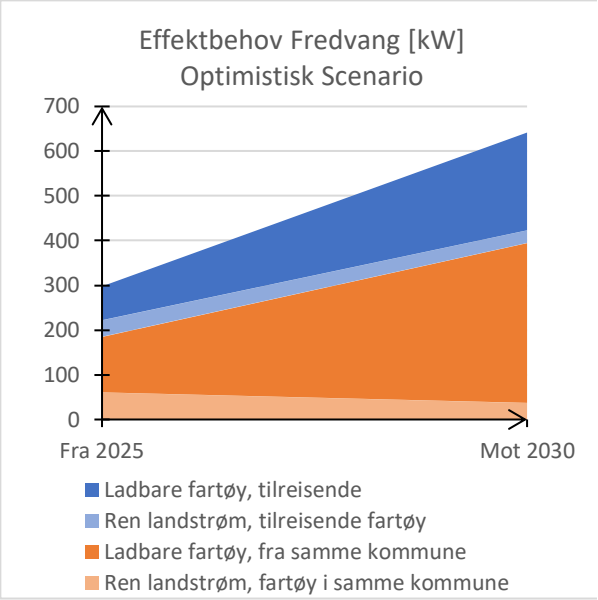
Tabell 31: Investeringskostnader for landstrømsanlegg i indre og ytre almenningskai på Ramberg.

Post:	Optimistisk Scenario, 2025
Installasjonskostnader indre og ytre havn	1 700 000 kr
Anleggsbidrag 400 kW totalt	550 000 kr
Investeringskostnader totalt:	**2 250 000 kr**

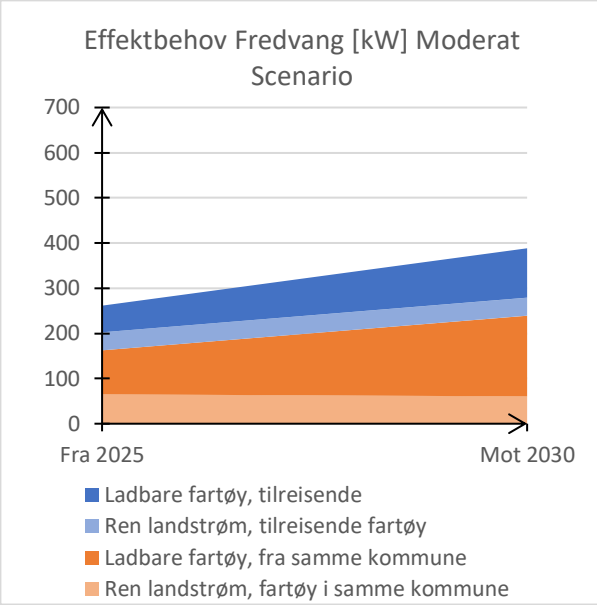
Landstrøm og lading i Fredvang Havn

Når vi dimensjonerer antall uttak og effekt ut fra fartøypådraget funnet i kapittel 1.5 - Fredvang, finner vi et effektbehov på 299 kW inn mot 2025 i optimistisk scenario. Dette vil dekke behovet for opp til 3 ladbare båter u/ 15 meter, og 1 ladbart fartøy >15m, samt 9 mindre og 2 større fartøy på ren landstrøm. Dette landstrøms- og ladebehovet kan vi dekke med 14 stk. 44kW uttak (gjerne type 2) og 1 stk. 125A industrikontakt som tåler opp til 100A kontinuerlig strøm. I moderat scenario er behovet redusert til 262 kW fordelt på de samme uttakene.

Ser vi mot 2030 så finner vi et effektbehov på 642 kW i optimistisk scenario, eller 388 kW i moderat scenario. Som ellers er effektbehovet inkludert en forsvarlig samtidighetsfaktor. Ved behov for eventuell hurtiglading (DC etc.) vil effektbehovet øke ytterligere, da verdiene over er gitt normallading over natt med min. 6 timer ladetid. Nærhet til Lofotodden Nasjonalpark forventes å gi økt fartøytrafikk innen turisme og annen passasjertransport inn i området.



Figur 37: Stipulert samlet effektbehov for Fredvang havn, optimistisk scenario, landstrøm og lading fra 2025 til 2030



Figur 38: Stipulert samlet effektbehov for Fredvang havn, moderat scenario, landstrøm og lading fra 2025 til 2030

Uttakspunktene vil dekke segmentene fiskefartøy, arbeidsbåter, fritidsbåt med mer. Eventuelle rutegående fartøy med stort effektbehov vil komme i tillegg. Oppsummert i tabellen under er antall uttak vi beregner vil være nødvendige:

Tabell 32: Dimensjonering av uttak, Fredvang Havn

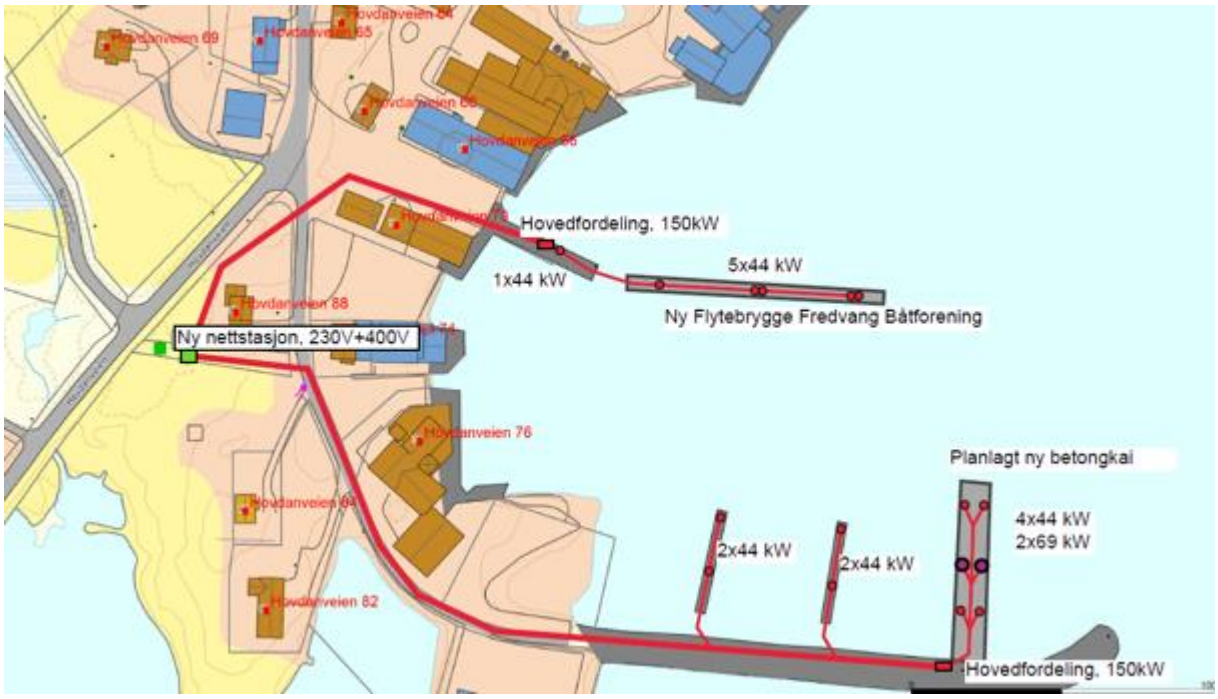
Foreslått landstrømsanlegg, Fredvang:	Optimistisk scenario		Moderat Scenario		Alle Hybride
	Mot 2025	Mot 2030	Mot 2025	Mot 2030	2030 +
Antall 44kW punkter (Type 2 f.eks.)	14	8	14	10	7
Antall 69kW punkter (125A 400V industri)	1	0	1	0	0
Antall NEK-kontakter, 150-250A, 60-170kW	0	7	0	5	8
Nødvendig effekt tilknyttet strømnettet: *(inkludert private ladingsanlegg)*	299 kW	642 kW	262 kW	388 kW	1005 kW

Plassering av uttak Fredvang

På Fredvang ble det ferdigstilt i 2021 en større flytebrygge på 130 meter, som er eid av Fredvang Båtforening. De fleste liggeplassene her har fast eier, og mange av disse igjen driver aktivt fiskeri. Noen plasser er også åpne for tilreisende. Vi foreslår derfor å plassere 5-6 landstrøms- og ladepunkter langs denne. Betongkaien innerst er fortsatt eid av kommunen og er åpen for tilreisende. Her bør man ha ett eller to ladepunkt.

Ved moloen på Fredvang er det store planer. Her er vedtatt en plan for blant annet utfylling av næringsareal og bygging av en større betongkai, samt etablering av infrastruktur for landstrøm og lading. Prosjektet fikk bevilget 4,7 millioner kroner i 2021. Vi tenker derfor det er naturlig å plassere 4 uttak på 44kW på betongkaien samt 2 uttak på 69+ kW, beregnet for større fartøy. På de eksisterende pirene for mindre fartøy foreslår vi å plassere 4 uttak.

Løsningen vil kreve to hovedfordelinger, som vist på skissen under. (NB! I etterkant av tegningen av skissen lærte vi at planlagt ny betongkai kommer på sørsiden av molo. Tegningen blir derfor noe feil, men den tekniske løsningen forblir den samme.)



Figur 39: Skisse over landstrøms infrastruktur på Fredvang. Antall og type uttak er dimensjonert for behovet vi ser i 2025.

Installasjonskostnader Fredvang

Installasjonskostnader basert på anbefalinger i kapittel 2.5. I denne rapporten beregnes kun kostnadene for 2025-behovet, da kostnader frem mot 2030 blir svært usikre. Merk at kostnadsestimatet er usikkert, ikke beregnet for denne havnen spesifikt, og vil endelig fastsettes ved detaljprosjektering.

Tabell 33: Stipulerte kostnader for installasjonsarbeidet på landstrømsanlegget på Fredvang.

Post	Antall
Hovedtavle ferdig montert i skap	2 stk.
TFXP 50mm2 per m, u/rør (stiger, kabel ut til kaistolper)	15 stk., snitt 10m
Kaistolpe inkl beskyttelse for ladeboks	14 stk.
Type 2 ladere, 63A, ferdig montert	14 stk.
Kaistolpe inkl. 125A uttak, 400V industrikontakt.	1 stk
Forlegging av kabel (grøft, rør etc), snitt 10 m.	15 stk
Betalingsløsning med timesprising * kortleser på hver stolpe	1 stk.
Totalkostnad	**Ca. 1 750 000 kr**

Anleggsbidrag for tilknytning Fredvang

De to aktuelle kaiområdene på Fredvang forsynes i dag fra to forskjellige nettstasjoner som begge er bygget for å levere kun 230 IT-nett. Vi tror det vil være mulig og formålstjenlig å få etablert 400V fra en av disse og få forsyning til begge havner herfra. Nettselskapet har estimert et anleggsbidrag for etablering av tilstrekkelig kapasitet under.

Merk at stipulert anleggsbidrag er et øyeblikksbilde og vil endres i tråd med ledig effekt, andre tilknytninger, endringer i kostnadsbilde m.m. Usikkerheten er betydelig og vil avdekkes ved detaljprosjektering.

Tabell 34: Stipulert anleggsbidrag for tilknytning til strømnettet, Fredvang.

Sum stipulert anleggsbidrag, 300kW på 400V, fra ny nettstasjon på Fredvang.	**~ 650 000 kr**

Kostnader Fredvang oppsummert

Som ved de andre havnene er det installasjonskostnadene som er de dominerende. Totalkostnaden for 15 stk. uttak er stipulert til 2,4 mill. kr. Da er alle 14 uttak dimensjonert for lading opp til 44kW, samt av totaleffekten er dimensjonert for opptil 4 ladbare fartøy samtidig. Ved flere ladbare fartøy samtidig, vil tilgjengelig effekt fordeles mellom de ladbare fartøyene gjennom lastbalansering.

Tabell 35: Stipulerte totale investeringskostnader, Fredvang

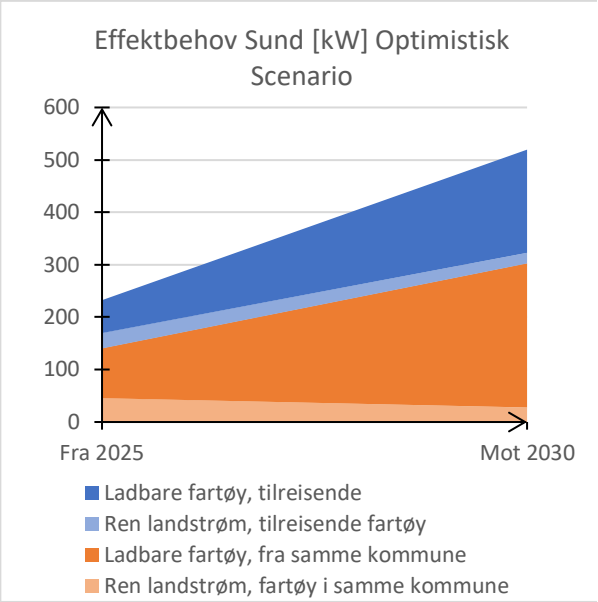
Post:	**Stipulert kostnad**
Installasjonskostnader indre og ytre havn	1 750 000 kr
Anleggsbidrag 300 kW totalt	650 000 kr
Investeringskostnader totalt:	2 400 000 kr

Landstrøm og lading i Sund Havn

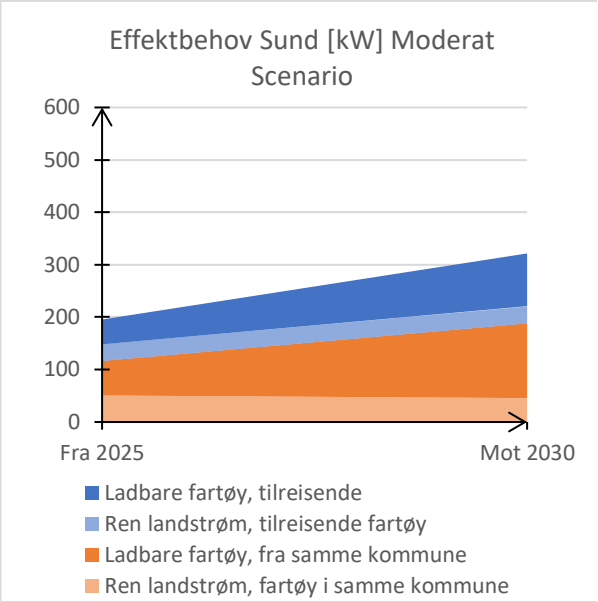
Vi har estimert et effektbehov på ca. 230 kW totalt i Sund havn mot 2025. Da har vi tatt høyde for at 2 av 8 mindre fartøy er ladbare, og at 1 av 3 båter over 15 meter er ladbare. Mot 2030 vil effektbehovet øke til vel 500 kW gitt at 3 av 8 mindre båter og 2 av 3 større fartøy er blitt ladbare.

I moderat scenario passerer effektbehovet så vidt 300 kW. I et scenario hvor alle fartøy er blitt ladbare, vil effektbehovet være 800 kW eller høyere, alt avhengig av hvor store batteripakker som er installert.

Som ellers er effektbehovet inkludert en forsvarlig samtidighetsfaktor. Ved behov for eventuell hurtiglading (DC etc.) vil effektbehovet øke ytterligere, da verdiene over er gitt normallading over natt med min. 6 timer ladetid.



Figur 40: Beregnet effektbehov i Sund Havn, optimistisk scenario, fordelt etter fartøyets tilhørighet.



Figur 41: Beregnet effektbehov i Sund Havn, moderat scenario, fordelt etter fartøyets tilhørighet.

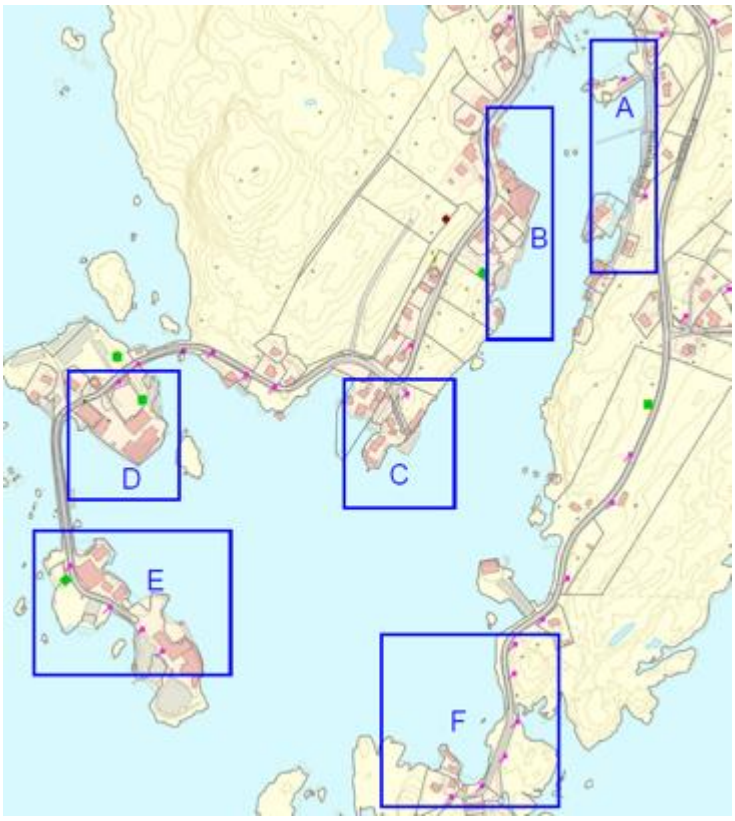
Uttakspunktene vil dekke segmentene fiskefartøy, arbeidsbåter, fritidsbåt med mer. Eventuelle rutegående fartøy med stort effektbehov vil komme i tillegg. Oppsummert i tabellen under er antall uttak vi beregner vil være nødvendige i Sund Havn:

Tabell 36: Effektbehov og antall uttak beregnet for Sund Havn, i de ulike scenarioene.

Foreslått landstrømsanlegg, Sund:	Optimistisk scenario		Moderat Scenario		Alle Hybride
	Mot 2025	Mot 2030	Mot 2025	Mot 2030	2030 +
Antall 44kW punkter (Type 2 f.eks.)	10	7	10	9	5
Antall 69kW punkter (125A 400V industri)	1	0	1	0	0
Antall NEK-kontakter, 150-250A, 60-170kW	0	4	0	2	6
Nødvendig effekt tilknyttet strømnettet: *(inkludert private ladingsanlegg)*	232 kW	520 kW	196 kW	322 kW	809 kW

Plassering av uttak Sund

Sund har som nevnt to fiskemottak. Her er mange ulike kaiområdet og uttak for landstrøm og lading bør på sikt spres ut på mange lokasjoner. Et av de viktigste lokasjonene er den 30 meter lange almenningskaia som ligger på østre side av vika i Sund, angitt som område A i figuren under. Kapasitet i strømnettet er dessverre noe anstrengt, det bør legges nye lavspenningskabler ned til kaiområdet om det skal hentes ut effekt til mange båter. Det er heller ikke 400V i område A, så en utbygging fordrer ombygging av den ene nettstasjonen i området.



Figur 42: Oversiktskart over aktuelle kaiområder i Sund havn.

Ved de private kaiene ved Lofoten Fryseri AS (område B) er det etablert et 400V nett nært kaia. Dette vil derfor være et billigere sted å etablere landstrøm og lading.

Område C har kun utbygget 230V-nett, men her er i hvert fall mulighet å tilknytte økt effekt med noen enkle oppgraderinger.

Område D rundt Sund Sufi har etablert et 400 V nett nær kaiområdet og her vil det være mulig å installere ladepunkter.

Område E har utbygget 230 V nett med noe ledig kapasitet enkelte steder.

Område F har 230V nett og spesielt anstrengt strømforsyning. Her er det ikke kapasitet til å tilknytte nye kunder.

For kostnadsoverslagets del har vi her satt søkelys på å dekke behovet for uttak i område A og B. Der er ikke utarbeidet noe detaljert skisse over plassering av uttak, hovedtavler eller uttakspunkt.

Installasjonskostnader Sund

Installasjonskostnader basert på anbefalinger i kapittel 2.5. I denne rapporten beregnes kun kostnadene for 2025-behovet, da kostnader frem mot 2030 blir svært usikre. Merk at kostnadsestimatet er usikkert, ikke beregnet for denne havnen spesifikt, og vil endelig fastsettes ved detaljprosjektering.

Tabell 37: Stipulerte kostnader for installasjonsarbeidet på landstrømsanlegget i Sund Havn.

Post	Antall
Hovedtavle ferdig montert i skap	2 stk.
TFXP 50mm2 per m, u/rør (stiger, kabel ut til kaistolper)	11 stk, snitt 10m
Kaistolpe inkl beskyttelse for ladeboks	10 stk.
Type 2 ladere, 63A, ferdig montert	10 stk.
Kaistolpe inkl. 125A uttak, 400V industrikontakter.	1 stk.
Forlegging av kabel (grøft, rør etc), snitt 10 meter.	15 stk.
Betalingsløsning med timesprising * kortleser på hver stolpe	1 stk.
Totalkostnad	**Ca. 1 410 000**

Anleggsbidrag tilknytning Sund

Anleggsbidragsberegningen tar utgangspunkt i optimistisk scenario i 2025 som krever ca. 230 kW, fordelt på 2 hovedlokasjoner som nevnt tidligere i kapittelet. Dette er dermed delt opp i 100 kW i område A (ved almenningskaien) og 130 kW i område B (Ved Lofoten Fryseri AS). Dette fordi forsyning til almenningskai er mer anstrengt. Anleggsbidraget dekker tilknytning til 400V strømforsyning helt frem til klemmene i hovedtavle/tilknytningspunkt.

Merk at stipulert anleggsbidrag er et øyeblikksbilde og vil endres i tråd med ledig effekt, andre tilknytninger, endringer i kostnadsbilde m.m. Usikkerheten er betydelig og vil avdekkes ved detaljprosjektering.

Tabell 38: Kostnadsoverslag, anleggsbidrag for tilknytning av strømnettet, Sund. Område A og B henspeiler på øst og vest for Sundvågen.

Stipulert anleggsbidrag, 100kW ved område A, forsynt fra oppgradert nettstasjon :	~ 500 000 kr
Stipulert anleggsbidrag, 130 kW ved område B (ved Lofoten Fryseri AS):	~ 100 000 kr

Som man kan se i tabellen over, er tilknytning enklere og billigere på vestre side av Sundvågen, men samtidig er almenningskaia og mye av fartøygrunnlaget ligger gjerne til kai i almenningskaia.

Kostnader oppsummert Sund

Tabell 39: Stipulerte totale investeringskostnader, Sund Havn. Merk at dette kun dekker to av kaiområdene i Sund.

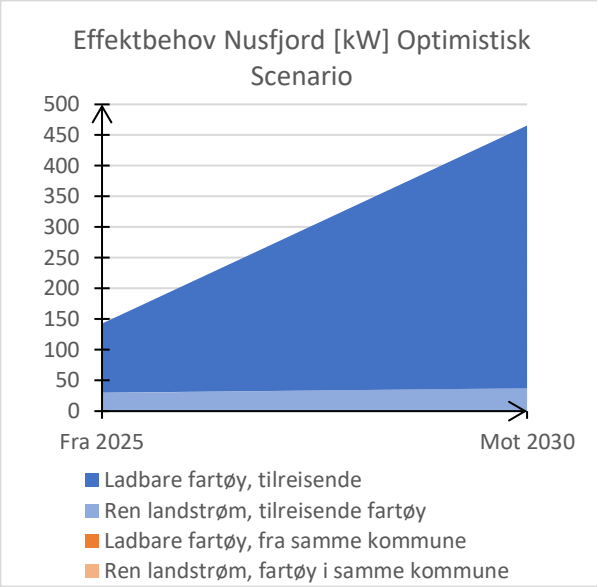
Post:	**Kostnadsoverslag, optimistisk scenario, 2025**
Installasjonskostnader	1 410 000 kr
Anleggsbidrag 230 kW totalt	600 000 kr
Investeringskostnader totalt:	**2 010 000 kr**

Som vist i tabellen over er de totale utbyggingkostnadene for Sund oppe på samme nivå som Ramberg, selv om effektbehovet og fartøytrafikken er nesten halvparten. Dette kan tyde på at en utbygging i Sund ikke er like lønnsom som andre havner. Almenningskaiens beliggenhet drar opp kostnadene noe på grunn av lang avstand til nettstasjon, og ingen 400V i området.

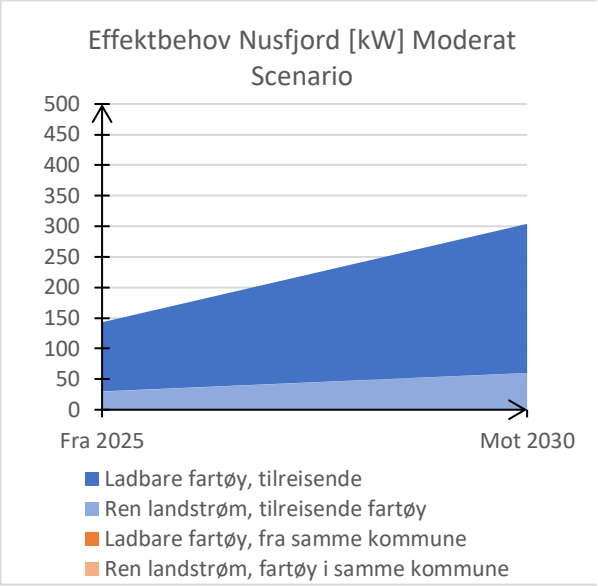
Landstrøm og lading i Nusfjord Havn

Som vist i kapittel 1, markedskartlegging, er det behov for ca. 3 små og 2 større uttak for å dekke pådraget 75 % av brukstiden. Siden det ikke er noen aktive fiskebruk i havna, har vi ingen god statistikk å gå ut fra når det gjelder andelen fartøy som er registrert med Nusfjord som hjemmehavn. Andel tilreisende blir derfor ukjent.

Vi finner behov for 143 kW mot 2025 og 466 kW mot 2030 i optimistisk scenario. I moderat scenario er det kun behov for 143 kW i 2025 og 304 kW i 2030.



Figur 43: Beregnet effektbehov i Nusfjord, optimistisk scenario, fordelt etter fartøyets tilhørighet.



Figur 44: Beregnet effektbehov i Nusfjord, moderat scenario, fordelt etter fartøyets tilhørighet.

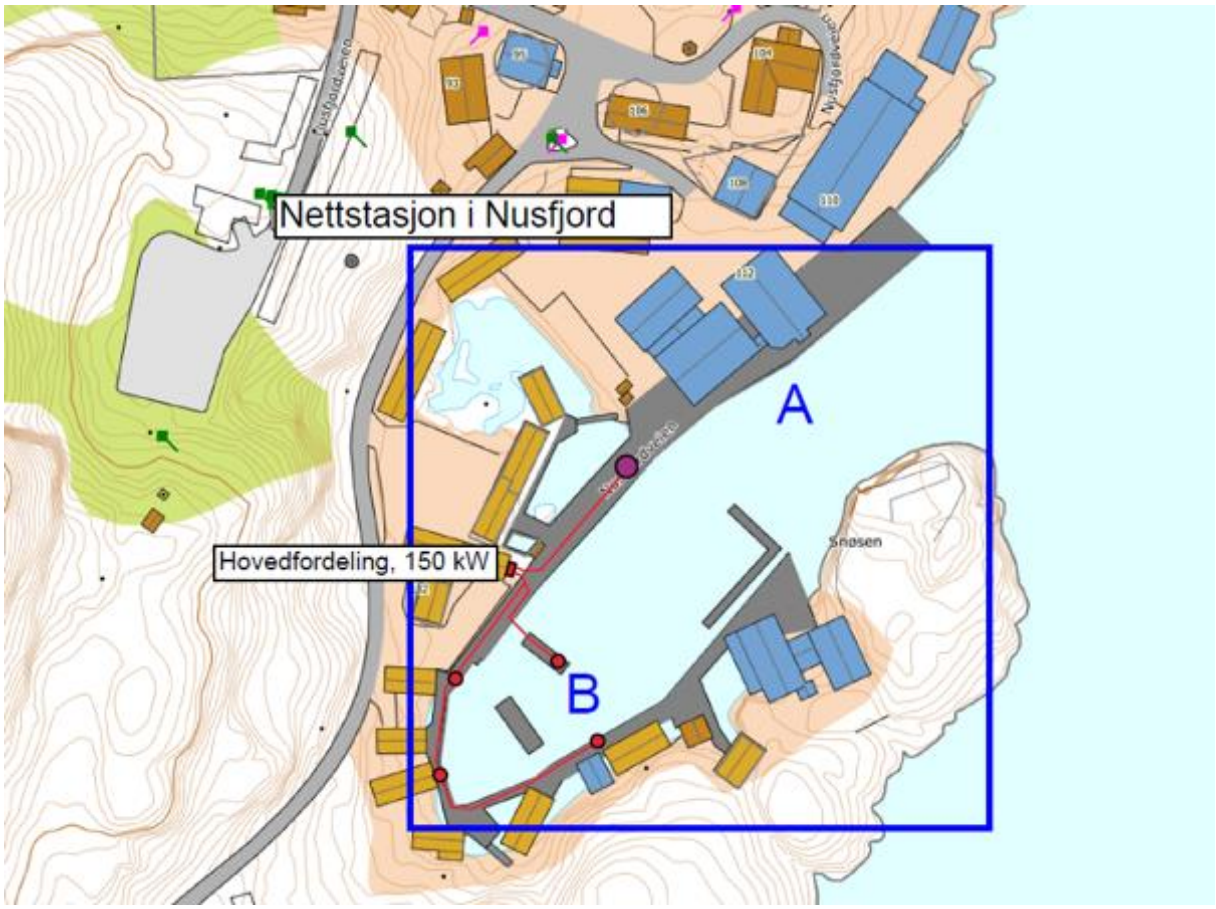
Følgende uttak er beregnet for Nusfjord. Uttakspunktene vil dekke segmentene fiskefartøy, arbeidsbåter, fritidsbåt med mer. Eventuelle rutegående fartøy med stort effektbehov vil komme i tillegg.

Tabell 40: Dimensjonering av uttak, Nusfjord Havn

Foreslått landstrømsanlegg, Nusfjord:	Optimistisk scenario		Moderat Scenario		Alle Hybride
	Mot 2025	Mot 2030	Mot 2025	Mot 2030	2030 +
Antall 44kW punkter (Type 2 f.eks.)	4	3	4	3	2
Antall 69kW punkter (125A 400V industri)	1	0	1	0	0
Antall NEK-kontakter, 150-250A, 60-170kW	0	2	0	2	3
Nødvendig effekt tilknyttet strømnettet: *(inkludert private ladingsanlegg)*	143 kW	274 kW	143 kW	238 kW	438 kW

Plassering av uttak, Nusfjord Havn

Den sentrale havnen i Nusfjord, hvor de fleste fiskefartøy og andre båter ligger, kan deles opp i indre del, hvor mindre fartøyer ligger langs flytebrygger og kai, og ytre del, som er tilrettelagt lengre, og dypere fartøy. Vi ser for oss at de beskjedne antall uttak bør fordeles mellom nordside og sørside, eventuelle flytebrygger for de mindre fartøy, og ett eller flere større uttak langs den lange kaia utenfor Nusfjord Arctic Resort.



Installasjonskostnader Nusfjord

Installasjonskostnader basert på anbefalinger i kapittel 2.5. I denne rapporten beregnes kun kostnadene for 2025-behovet, da kostnader frem mot 2030 blir svært usikre. Merk at kostnadsestimatet er usikkert, ikke beregnet for denne havnen spesifikt, og vil endelig fastsettes ved detaljprosjektering.

Tabell 41: Stipulerte installasjonskostnader for anlegget i Nusfjord Havn. Beløpene er basert på tidligere mottatt kostnadsoverslag, og er derfor kun å betrakte som veiledende.

Post	Antall
Hovedtavle ferdig montert i skap	1 stk.
TFXP 50mm2 per m, u/rør (stiger, kabel ut til kaistolper)	5 stk., snitt 10m
Kaistolpe inkl beskyttelse for ladeboks	4 stk.

Type 2 ladere, 63A, ferdig montert	4 stk.
Kaistolpe inkl. 125A uttak, 400V industrik.	1
Forlegging av kabel (grøft, rør etc)	5
Betalingsløsning med timesprising * kortleser på hver stolpe	1 stk.
Totalkostnad, overslag	**Ca. 660 000 kr**

Anleggsbidrag for tilknytning Nusfjord

Strømnettet i Nusfjord er forsynt via en lang radial fra hovedlinje og er derfor følsomt for nye lastøkninger. Ved større tilknytninger her må det gjøres grundigere analyser av foranliggende strømnett, som kan påvirke anleggsbidraget.

Havnen forsynes i dag fra en nettstasjon som har 230 V IT systemspenning. Store deler av havna har privat elforsyning, noe som betyr at Elmea per i dag ikke har forlagt noe distribusjonsnett ned mot havna. Tilknytning av et landstrømsanlegg må derfor tilknyttes det private nettet eller det må graves lavspenningskabler fra nettstasjonen og ned til hovedfordeling. Videre må det enten aksepteres å tilknytte 230 V IT-nett, eller det må finansieres en ny nettstasjon som kan levere 230 V og 400 V. Vi har lagt oss på denne linja i andre havner, men i dette tilfellet vil det utløse en relativt stor kostnad for en relativt liten effekt. Alternativet er i så fall egen transformering på kaikant, som kan bli billigere, men fører til større driftsutgifter, spesielt på sikt. Det kan også erfaringsvis bli større problemer med spenningskvalitet. Vår anbefaling blir derfor å be om tilknytning på 400 V TN, med de kostnader dette medfører.

Merk at stipulert anleggsbidrag er et øyeblikksbilde og vil endres i tråd med ledig effekt, andre tilknytninger, endringer i kostnadsbilde m.m. Usikkerheten er betydelig og vil avdekkes ved detaljprosjektering.

Tabell 42: Beregnet anleggsbidrag for tilknytning til strømnettet, Nusfjord Havn. Beregnet ut fra effektbehovet i optimistisk scenario i 2025, 150kW.

Stipulert anleggsbidrag, 150kW 400V, tilknytning ved Nusfjord Rorbuhotell og Nusfjord Arctic Resort:	~ 470 000 kr

Kostnader oppsummert Nusfjord

Tabell 43: Stipulerte totale investeringskostnader, Nusfjord Havn. Dette dekker tilknytning av 150 KW fordelt på 5 stk uttak. En del komponenter vil være dimensjonert for fremtidig utvidelse. Optimistisk scenario, behov mot 2025. Mot 2030 vil det være behov for noe utvidelser, uansett scenario.

Post:	**Kostnad, Optimistisk scenario, 2025**
Installasjonskostnader, overslag	660 000 kr
Anleggsbidrag, 150 kW totalt, overslag	470 000 kr
Investeringskostnader totalt, overslag	**1 130 000 kr**

Landstrøm og lading ved Mølnarodden

Vi har ikke funnet tilstrekkelig fartøygrunnlag innen fiskeri eller annet for å installere offentlig tilgjengelig ladeanlegg ved Mølnarodden per nå.

Her er imidlertid mye trafikk rundt anlegget Silver Seed som kan bety kommende ladeanlegg for arbeidsbåter. Vi forventer at slike anlegg vil bli satt opp i privat regi, da eier av kaianlegg og fartøy ofte vil være den samme.

Mølnarodden ligger like ved Solbjørn Transformatorstasjon, hvor Elmeas 132 kV regionalnett kommer inn og transformeres ned til 22kV. Det betyr at det er svært god kapasitet i foranliggende nett for større og mindre utvidelser. Eksisterende frittstående nettstasjon har kun 240V, mens Silver Seed har nettstasjoner i eget bygg hvor der er tilgjengelig 400V. Dette ligger imidlertid et stykke vekk fra det åpne kaiområdet på Mølnarodden.

2.7. Oppsummering og diskusjon

Som vi har vist i kapitlet så er det et potensial for betydelig effektuttak for fiskeri og annen fartøytrafikk i hvert fall i 5 av de 6 havnene i Flakstad. Det er i all hovedsak snakk om 50 Hz frekvensbehov, da vi ikke har funnet eksempler på fartøy som krever 60 Hz. Det er derfor vår klare anbefaling at det fokuseres på 50 Hz anlegg i Flakstad, med mindre der skulle dukke opp spesifikke behov for noe annet. Videre mener vi at lading av fremdriftsbatterier, og også landstrøm, for fremtiden i størst mulig grad bør skje på 400V, forsynt fra et 400V TN-nett fra nettselskapet. Ettersom mange eksisterende fartøy i dag er bygget for landstrøm på 230V IT, kan det være fornuftig å forsyne noe av dette i en overgangsperiode.

For standardiseringsarbeidet innen fiskeri og havbruk, og også elektriske fritidsbåter, bør det være fokus på trygg og sikker betjening også for ikke-kyndige. Med tanke på den høye andelen tilreisende fartøy innen blant annet fiskeri, bør infrastrukturen være kompatibel med lignende infrastruktur langs resten av landet.

Vi anbefaler utbygging av Type 2-standarden for mindre ladbare fartøy, tilknyttet 400V TN-nett. Det bør fortrinnsvis leveres effekt opp til 44kW, da våre beregninger viser at 22kW kan bli for lav ladeeffekt for mange fiskerifartøy, spesielt på sikt med stadig større batterier. Vi er imidlertid kjent med at det per nå er få tilgjengelige 44kW ladebokser for Type 2, mode 3 lading. Dette er en utfordring utbygger av landstrømsanlegg må løse. For best mulig brukeropplevelse bør det tenkes på RFID-brikke o.a. rask registrering som gjør autentisering rask og enkel for kunde uten nødvendigvis bruk av app.

Mindre, ikke ladbare fartøy mener vi kan forsynes som før med industrikontakter fra 400V nett, med enfase uttak for 230V. Enkelte steder kan det være et marked for trefase 63A uttak på 230V. Anleggene må bygges i tråd med NEK 400, og skilletrafoer kan med fordel plasseres på fartøy. Om mulig bør der være avregning og sikkerhetsfunksjoner innebygget i landanlegget, slik at elsikkerhet og anleggets varighet blir best mulig. Med tanke på økonomisk bærekraft for landstrømsanlegget er det viktig at forbruket blir målt og kunde registrert. Fortrinnvis bør registrering av betaling av landstrømmen gå via de samme systemene som ladeanleggene, både for brukeropplevelse, men også med tanke på deling av effekt innad i landstrømsanlegget.

For landstrøm og lading til større fiskefartøy anbefaler vi større industrikontakter på 125A, fortrinnsvis på 400V TN-nett. Når kommende landstrømsstandard for manuell håndtering fra NEK Landstrømsforum («3PX4» fra Proconnect) blir vedtatt i NEK Landstrømsforum, bør demme gradvis innføres. Den har potensiale for å erstatte industrikontaktene som landstrømskontakt. Per design er dette imidlertid ikke en typisk ladekontakt, det vil si at for regulerbar lading av større fiskerifartøy gjenstår det et utviklingsarbeid for å finne korrekt løsning.

Uansett hvilken teknisk løsning som velges, er det viktig at bransjen samler seg om en god, fremtidsrettet, økonomisk og driftssikker løsning for landstrøm og lading av små og mellomstore fartøy. Spesielt på ladbare fartøy er det viktig at design av grensesnitt mot landstrøm blir standardisert, for at det skal være samsvar i kommunikasjon mellom ladeboks og fartøy, og at ladestrømmen til en viss grad skal kunne styres fra land etter tilgjengelig kapasitet.

Effektbehovet, investeringskostnadene og antall landstrøms- og ladepunkt i Flakstad, som beregnet med metodene vist i denne rapporten, er oppsummert i tabellene under.

Tabell 44: Oppsummert effektbehov for de ulike havnene i Flakstad, etter tre ulike scenario. "Optimistisk Scenario" er basisscenarioet som ligger til grunn for investeringsberegninger, inntektsberegninger m.m.

Effektbehov per havn	Optimistisk scenario		Moderat scenario		Alle Hybride
Årstall	2022 - 2025	2030	2022 - 2025	2030	Uvisst
Effektbehov Napp (kW)	450	1045	360	722	1837
Effektbehov Ramberg (kW)	306	651	270	397	1104
Effektbehov Fredvang (kW)	299	642	262	388	1005
Effektbehov Sund (kW)	232	520	196	322	809
Effektbehov Nusfjord (kW)	143	274	143	238	436
Effektbehov Mølnarodden (kW)	-	?	-	?	?
Sum effektbehov Flakstad (kW)	**1430**	**3132**	**1231**	**2067**	**5191**

Tabell 45: Oppsummerte antall uttak og investeringskostnader for de ulike havnene, som estimert i denne rapporten. Tallene er basert på behovet i 2025, optimistisk scenario.

Investeringskostnader per havn	Antall 44 kW uttak	Antall 69 kW uttak	Installasjons-kostnader [kr]	Anleggs-bidrag [kr]	Sum [kr]
Napp Havn	19	2	2 000 000	600 000	2 600 000
Ramberg Havn	14	1	1 700 000	550 000	2 250 000
Fredvang Havn	14	1	1 700 000	650 000	2 350 000
Sund Havn	10	1	1 410 000	600 000	2 010 000
Nusfjord Havn	4	1	660 000	470 000	1 130 000
Mølnarodden	0	0	-	-	-
Sum alle havner	**61**	**6**	**7 470 000**	**2 870 000**	**10 340 000**

3. Drift og forretningsmodeller

I denne delen ser vi nærmere på investeringer og drift av land- og ladestrømsanlegg for havnene i Napp, Ramberg og Fredvang. Vi ser nærmere på lønnsomheten i driften, prismodeller og betalingsvillighet. Vi vurderer også ulike forretningsmodeller for drift av anleggene.

Budsjettene er satt opp etter beregninger av forventet behov for land- og ladestrøm i optimistisk scenario for 2025, beregnet i kapittel 1. Investeringskostnadene er hentet fra beregninger for samme scenario i kapittel 2, dimensjonering av infrastruktur. Det forutsettes at nye investeringer gjøres når etterspørselen stiger utover rammene for optimistisk scenario 2025. Det kan argumenteres for at investeringene blir rimeligere for hver kWh hvis infrastrukturen har tatt høyde for økt effekt på sikt.

3.1. Investering og drift av anleggene

Inntektene er budsjettert som en samlet energipris, der energiprisen tydeliggjør hvilket prispåslag som er nødvendig pr. kWh for at drift skal bli positiv. Vi forsøker også foreslå fast døgnpris på landstrøm som alternativ, da dette er normal praksis mange steder. Vi forutsetter at betaling skjer primært ved appløsning, men at det også kan forkomme behov for kort/terminal plassert ute på kaistolper.

I budsjettet tester vi ulike utpriser for å vise effekt i forhold til prispåslag: Lavt, middels og høyt. Lavt prispåslag vil vise nullpunkt, der selskapets dekningsbidrag dekker de faste kostnadene og resultatet blir null. Middels vil være der vi tror det er hensiktsmessig å ligge, mens høyt skal vise potensialet uten å overstige betalingsvilligheten.

Variable kostnader er innkjøp av strøm, nettleie og transaksjonskostnader for bruk av terminal. Disse kostnadene vil variere i takt med inntektene.

Faste kostnader tar høyde for avskrivninger, lønn, administrasjon, vedlikehold, leie av programvare, renter på lån, og andre driftskostnader som dekker andel av regnskap pluss en buffer for uforutsette kostnader. Vi har i disse budsjettene tatt høyde for forventede kostnader, men vil presisere at kostnadene bør gjennomgås og vurderes av initiativtaker før en eventuell oppstart, og derfor betrakte dette som et utgangspunkt som viser mulighetene.

Investeringens omfang vil påvirke driftsregnskapet med avskrivninger og renter. Avskrivingstiden er satt til 15 år:

Tabell 46: Investering og avskrivningstid

Effekt	Napp Havn 400kW	Ramberg Havn 300kW	Fredvang Havn 299kW
Installasjonskostnader	2 000 000	1 700 000	1 750 000
Anleggsbidrag	600 000	550 000	650 000
Sum investeringer	**2600000**	**2 250 000**	**2 400 000**
Årlige avskrivninger (15 års avskrivningstid)	173 333	150 000	160 000
Årlige rentekostnader	91 000	78 750	84 000

Budsjettering Napp havn

Vi ser at nullpunktet, altså der inntektene er like store som kostnadene, skjer ved et prispåslag på 0,65 kr og samlet energipris på 1,10 kr pr. kWh, der årlig omsatt landstrøm utgjør 1 256 667 kWh og årlig omsatt ladestrøm utgjør 40 000 kWh[36]. Spotpris på innkjøp av strøm er satt til 0,45 kr i dette budsjettet, men vil ikke endre budsjettet nevneverdig om prisen endres. Prisendringer kan imidlertid påvirke kundens betalingsvillighet.

Landstrøm kan eksempelvis ha døgnpris på 265 kr (lav), 326 kr (middels) og 398 kr (høy) for å tilsvare samme inntjening som budsjettert hvis det ikke er ønskelig med prising pr. kWh. Døgnleien er ikke differensiert mellom små og store fartøy, men er naturlig å gjøre før implementering. Mange havner i Nordland inkluderer strøm i døgnleien på sine gjestehavner, der prisene varierer fra 200 til 300 kr med landstrøm inkludert.[37]

Ladestrøm er naturlig nok avhengig av ladbare båter i havn og inntekter på lading vil først skje når det finnes båter med ladebehov. Det er derfor naturlig å tenke at denne delen av investeringen kan ha behov for offentlig finansiering fordi tilbud skal på plass før etterspørsel.

Tabell 47: Budsjett Napp havn

Prispåslag pr kWh	0,650	0,900	1,200
Samlet energipris	1,100	1,350	1,650
Napp Havn	**Lav**	**Middels**	**Høy**
Inntekter strøm landstrøm (variabel)	1 382 710	1 696 500	2 073 500
Inntekter strøm ladestrøm (variabel)	44 012	54 000	66 000
Kostnader strøm landstrøm (variabel)	565 500	565 500	565 500
Kostnader strøm ladestrøm (variabel)	18 000	18 000	18 000
Kostnader nettleie og forbruksavgift (Variabel)	317 116	317 116	317 116
Avskrivning	173 333	173 333	173 333
Lønn ved administrasjon og oppsyn	120 000	120 000	120 000
Vedlikehold	24 000	24 000	24 000
Transaksjonskostnader bank. 2,5% + 100 gebyr pr mnd (varialbel)	34 568	42 413	51 838
Leie av programvare / kortautomat / app som betalingsløsning	24 000	24 000	24 000
Renter på lån	91 000	91 000	91 000
Andre driftskostnader	40 000	40 000	40 000
Forsikring	19 200	19 200	19 200
Resultat før skatt	**-**	**315 938**	**695 513**
Resultatgrad	**0 %**	**18 %**	**33 %**

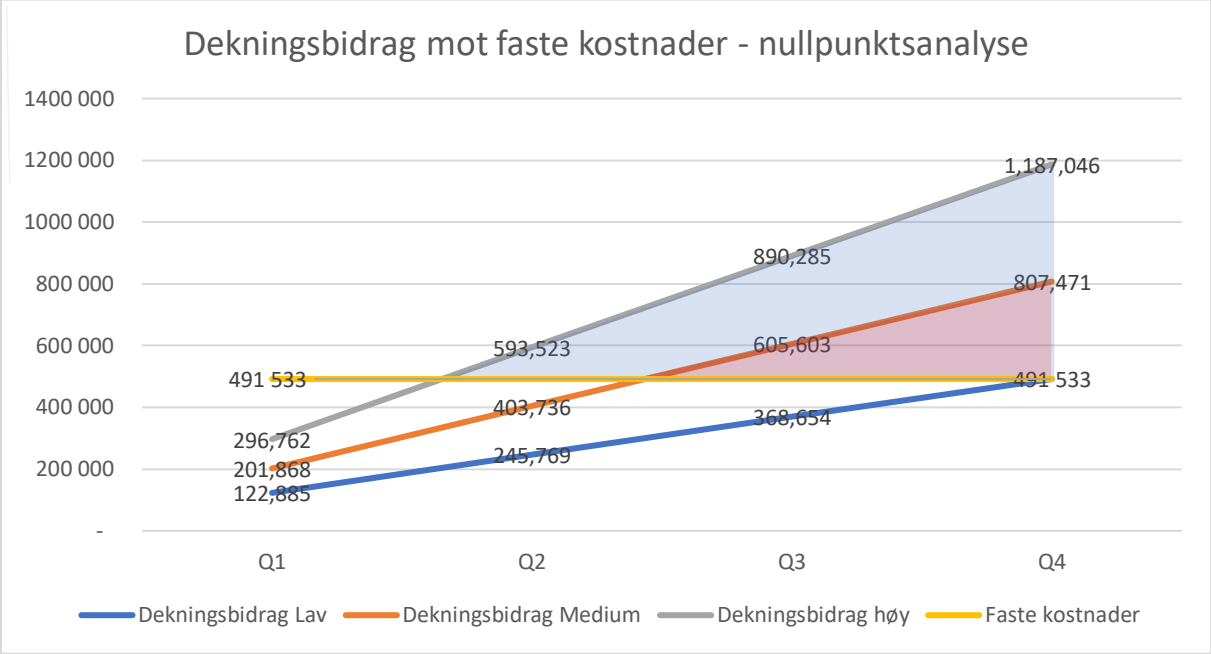
Nullpunktsanalysen viser inntjening gjennom året for de tre scenarioene, basert på budsjettet ovenfor:

[36] Energibehov hentet fra «Napp havn» under kapittel 1.5, Estimater for landstrøms- og ladebehov i Flakstads havner

[37] https://velihavn.no/gjestehavner
https://www.vaganhavn.no/forskrift-og-regulativ/
https://bmarina.no/content/wp-content/uploads/2021/05/Ballstadøya-Marina-priser-1.pdf

- Gul: Faste kostnader på 491 000 kr årlig.
- Blå: Dekningsbidrag (inntekter – variable kostnader) med samlet energipris på 1,1kr (nullpunkt)
- Oransje: Dekningsbidrag (inntekter – variable kostnader) samlet energipris på 1,35kr. Viser overskudd selv ved 3/4 oppnådd omsetning i kWh og samlet resultat på 18%
- Grå: Dekningsbidrag (inntekter – variable kostnader) med samlet energipris på 1,65kr. Viser overskudd ved 2/4 oppnådd omsetning i kWh og samlet resultat på 33%
- Rød triangel er inntektspotensialet til middels dekningsbidrag. Alt dekningsbidrag etter oransje tangerer faste kostnader er overskudd og utgjør 315 000 kr
- Blå og rød triangel er inntektspotensialet til høyt dekningsbidrag. Alt dekningsbidrag etter grå tangerer faste kostnader er overskudd og utgjør 695 000 kr

Figur 45 Dekningsbidrag Napp havn



Budsjettering Ramberg havn

Vi ser at nullpunktet, altså der inntektene er like store som kostnadene, skjer ved et prispåslag på 0,926 kr og en samlet energipris på 1,376 kr pr. kWh, der årlig omsatt landstrøm utgjør 614 000 kWh og årlig omsatt ladestrøm utgjør 53 333 kWh[38]. Spotpris på innkjøp av strøm er satt til 0,45 kr i dette budsjettet, men vil ikke endre budsjettet nevneverdig om prisen endres, men kan påvirke kundens betalingsvillighet.

Landstrøm kan eksempelvis ha døgnpris på 220 kr (lav), 264 kr (middels) og 296 kr (høy) for å tilsvare samme inntjening som budsjettert hvis det ikke er ønskelig med prising pr. kWh. Døgnleien er ikke

[38] Energibehov hentet fra «Ramberg havn» under kapittel 1.5, Estimater for landstrøms- og ladebehov i Flakstads havner

differensiert mellom små og store fartøy i forhold til pris, men er naturlig å gjøre før implementering. Mange havner Nordland inkluderer strøm i døgnleien på sine gjestehavner, der prisene varierer fra 200 til 300 kr med landstrøm inkludert.[39]

Ladestrøm er naturlig nok avhengig av ladbare båter i havn og inntekter på lading vil først skje når det finnes båter med ladebehov. Det er derfor naturlig å tenke at denne delen av investeringen kan ha behov for offentlig finansiering fordi tilbud skal på plass før etterspørsel.

Tabell 48: Budsjett Ramberg havn

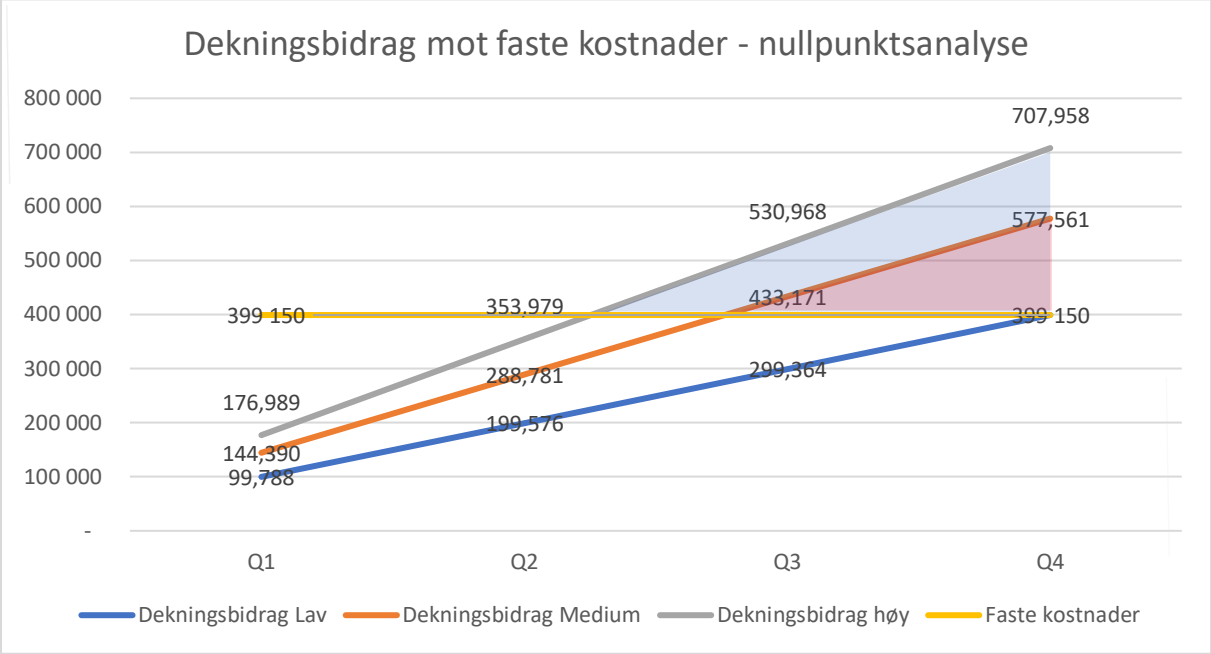
Prispåslag pr kWh	0,926	1,200	1,400
Samlet energipris	1,376	1,650	1,850
Ramberg Havn	**Lav**	**Middels**	**Høy**
Inntekter strøm landstrøm (variabel)	845 085	1 013 100	1 135 900
Inntekter strøm ladestrøm (variabel)	73 406	88 000	98 667
Kostnader strøm landstrøm (variabel)	276 300	276 300	276 300
Kostnader strøm ladestrøm (variabel)	24 000	24 000	24 000
Kostnader nettleie og forbruksavgift (Variabel)	197 911	197 911	197 911
Avskrivning	150 000	150 000	150 000
Lønn ved administrasjon og oppsyn	90 000	90 000	90 000
Vedlikehold	18 000	18 000	18 000
Transaksjonskostnader bank. 2,5% + 100 gebyr pr mnd (varialbel)	21 127	25 328	28 398
Leie av programvare / kortautomat / app som betalingsløsning	18 000	18 000	18 000
Renter på lån	78 750	78 750	78 750
Husleie, evt kaileie eller kai bidrag	30 000	30 000	30 000
Forsikring	14 400	14 400	14 400
Resultat før skatt	**3**	**178 411**	**308 808**
Resultatgrad	**0 %**	**16 %**	**25 %**

Nullpunktsanalysen viser inntjening gjennom året for de tre scenarioene, basert på budsjettet ovenfor:

- Gul: Faste kostnader på 399 000 kr årlig.
- Blå: Dekningsbidrag (inntekter – variable kostnader) med samlet energipris på 1,376kr (nullpunkt)
- Oransje: Dekningsbidrag (inntekter – variable kostnader) med samlet energipris på 1,65 kr. Viser overskudd ved 3/4 oppnådd omsetning i kWh og samlet resultat på 16%
- Grå: Dekningsbidrag (inntekter – variable kostnader) med samlet energipris på 1,85 kr. Viser overskudd ved 3/4 oppnådd omsetning i kWh og samlet resultat på 25%
- Rød triangel er inntektspotensialet til middels dekningsbidrag. Alt dekningsbidrag etter oransje tangerer faste kostnader er overskudd og utgjør 178 000 kr
- Blå og rød triangel er inntektspotensialet til høyt dekningsbidrag. Alt dekningsbidrag etter grå tangerer faste kostnader er overskudd og utgjør 308 000 kr

[39] https://velihavn.no/gjestehavner
https://www.vaganhavn.no/forskrift-og-regulativ/
https://bmarina.no/content/wp-content/uploads/2021/05/Ballstadøya-Marina-priser-1.pdf

Figur 46: Dekningsbidrag Ramberg havn



Budsjettering Fredvang havn

Vi ser at nullpunktet, altså der inntektene er like store som kostnadene, skjer ved et påslag på 1,00 kr og en samlet energipris på 1,450 kr pr. kWh, der årlig omsatt landstrøm utgjør 610 000 kWh og årlig omsatt ladestrøm utgjør 23 000 kWh[40]. Spotpris på innkjøp av strøm er satt til 0,45 kr i dette budsjettet, men vil ikke endre budsjettet nevneverdig om prisen endres. Prisendringer kan imidlertid påvirke kundens betalingsvillighet.

Landstrøm kan eksempelvis ha døgnpris på 236 kr (lav), 269 kr (middels) og 301 kr (høy) for å tilsvare samme inntjening som budsjettert hvis det ikke er ønskelig med prising pr. kWh. Døgnleien er ikke differensiert mellom små og store fartøy i forhold til pris, men er naturlig å gjøre før implementering. Mange havner i Nordland inkluderer strøm i døgnleien på sine gjestehavner, der prisene varierer fra 200 til 300 kr med landstrøm inkludert.[41]

Ladestrøm er naturlig nok avhengig av ladbare båter i havn og inntekter på lading vil først skje når det finnes båter med ladebehov. Det er derfor naturlig å tenke at denne delen av investeringen kan ha behov for offentlig finansiering fordi tilbud skal på plass før etterspørsel.

---

[40] Energibehov hentet fra «Fredvang havn» under kapittel 1.5, Estimater for landstrøms- og ladebehov i Flakstads havner

[41] https://velihavn.no/gjestehavner
https://www.vaganhavn.no/forskrift-og-regulativ/
https://bmarina.no/content/wp-content/uploads/2021/05/Ballstadøya-Marina-priser-1.pdf

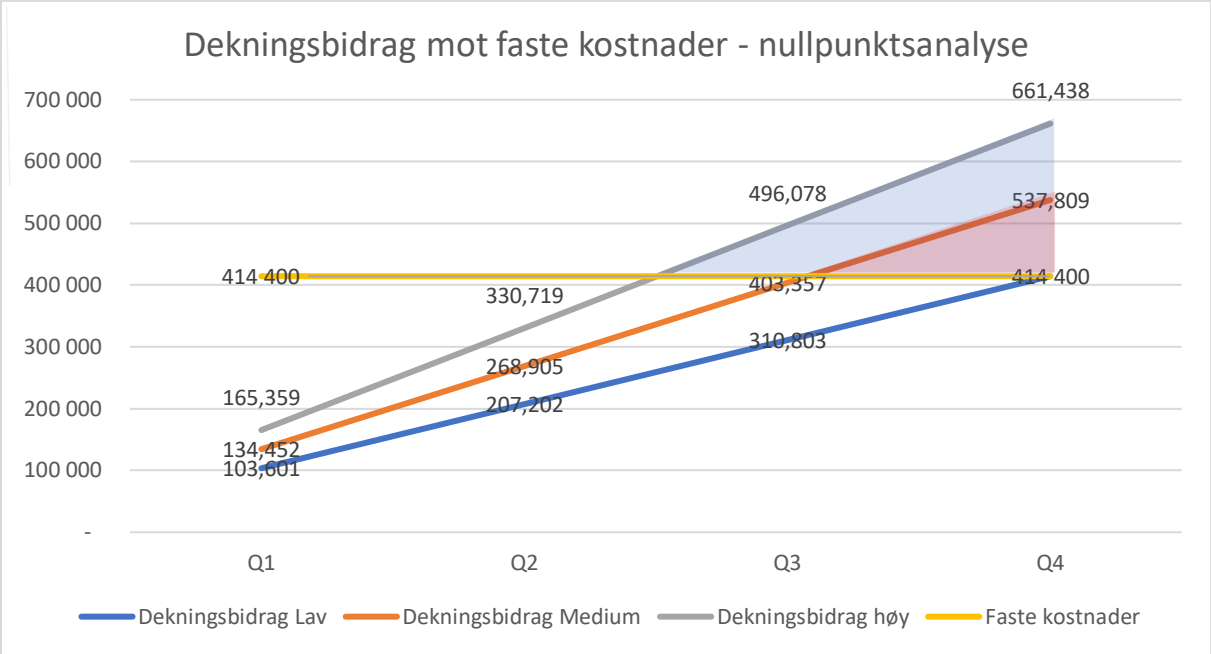
Tabell 49: Budsjett Fredvang havn

Prispåslag pr kWh	1,000	1,200	1,400
Samlet energipris	1,450	1,650	1,850
Fredvang Havn	**Lav**	**Middels**	**Høy**
Inntekter strøm landstrøm (variabel)	885 203	1 007 050	1 129 117
Inntekter strøm ladestrøm (variabel)	33 455	38 060	42 673
Kostnader strøm landstrøm (variabel)	274 650	274 650	274 650
Kostnader strøm ladestrøm (variabel)	10 380	10 380	10 380
Kostnader nettleie og forbruksavgift (Variabel)	197 095	197 095	197 095
Avskrivning	160 000	160 000	160 000
Lønn ved administrasjon og oppsyn	90 000	90 000	90 000
Vedlikehold	18 000	18 000	18 000
Transaksjonskostnader bank. 2,5% + 100 gebyr pr mnd (varialbel)	22 130	25 176	28 228
Leie av programvare / kortautomat / app som betalingsløsning	18 000	18 000	18 000
Renter på lån	84 000	84 000	84 000
Husleie, evt kaileie eller kai bidrag	30 000	30 000	30 000
Forsikring	14 400	14 400	14 400
Resultat før skatt	**-**	**123 409**	**247 038**
Resultatgrad	**0 %**	**12 %**	**21 %**

Nullpunktsanalysen viser inntjening gjennom året for de tre scenarioene, basert på budsjettet ovenfor:

- Gul: Faste kostnader på 414 000 kr årlig.
- Blå: Dekningsbidrag (inntekter – variable kostnader) med samlet energipris på 1,45 kr (nullpunkt)
- Oransje: Dekningsbidrag (inntekter – variable kostnader) med samlet energipris på 1,65 kr. Viser overskudd ved 4/4 oppnådd omsetning i kWh og samlet resultat på 12%
- Grå: Dekningsbidrag (inntekter – variable kostnader) med samlet energipris på 1,85 kr. Viser overskudd ved 3/4 oppnådd omsetning i kWh og samlet resultat på 21%
- Rød triangel er inntektspotensialet til middels dekningsbidrag. Alt dekningsbidrag etter oransje tangerer faste kostnader er overskudd og utgjør 123 000 kr
- Blå og rød triangel er inntektspotensialet til høyt dekningsbidrag. Alt dekningsbidrag etter grå tangerer faste kostnader er overskudd og utgjør 247 000 kr

Figur 47 Dekningsbidrag Fredvang havn



3.2 Prissetting og tariffer

Vi har vurdert spotpris pluss prispåslag pr kWh for landstrøm og ladestrøm. Vi har også sett dette opp mot døgnpris på landstrøm og spottpris pluss prispåslag for ladestrøm. Begge modeller fungerer godt, og det er gode muligheter for begge fremgangsmåtene. Det er høyere risiko for ladestrøm i oppstart, i påvente av fartøy med behov for lading, og det kan være hensiktsmessig å komme disse fartøyene i møte for å lande avtale om bruk, samt se på risikoavlasting til investeringer.

Når vi ser på strømprisens påvirkning på lønnsomhet, viser budsjettene gode muligheter for inntjening. Vi har undersøkt ytterpunktene for pris som utgangspunkt for budsjettene, som hva laveste pris ut til kunde kan være for at selskapet skal drifte positivt, og hvor høy prisen kan være før den gir negativ effekt på etterspørsel.

Laveste pris vil da være spotpris pluss påslag på laveste eksempel fra budsjett, som varierer i påslag fra 0,65 til 1,00 kr i påslag, mens prispåslaget må opp mot 0,90 kr til 1,20 kr for å oppnå akseptabel eller god avkastning.

Høyeste pris må drøftes, da den ikke gir to streker under svaret. I ytterste konsekvens kan vi si noe om hvor høy strømprisen må være for å tangere kostnadene for diesel og bensindrift med dagens satser. Dette vil fastslå intervallet i strømpris som gir besparelse for kunde, som da vil være en strømpris fra 0 kr og opptil 6,35 kr for diesel og 11,12 kr for bensin. Dette gjelder båter med elektrisk motor som lader til kai med ladestrøm. Etter dette punktet vil det lønne seg å bruke diesel og bensin.

Sammenligner vi båter som bruker motor som alternativ til landstrøm ved kai er ikke virkningsgraden tilvarende eksempelet nedenfor. Den blir langt dårligere, og besparelsen ved bruk av landstrøm blir større.

Tabellen nedenfor viser utregning av hvor mye kWh vi får ut av 1 liter bensin og diesel basert på energitetthet og virkningsgrad[42]. Virkningsgraden varierer mye fra motor til motor, spesielt kan man se at eldre motorer har langt lavere virkningsgrad. Det samme vil gjelde får båter som ligger til kai med motor på tomgang, da vil virkningsgrad bli misvisende. Virkningsgrad er omdiskutert, og det er derfor viktig at leser betrakter dette som et eksempel som anslår en besparelse.

Tabell 50 Sammenligning av energikilder

Sammenligning av energikilder bensin / diesel / elektrisitet

1 liter	Energitetthet	Virkningsgrad	kWh
Bensin	8,99	0,24	2,1576
Diesel	9,95	0,38	3,781

Tabellen nedenfor viser når strøm slutter å være lønnsomt for sluttkunden (båteieren). Med en dieselpris på 24 kr, er det kostnadsbesparende opptil en strømpris på 6,35 kr pr kWh. Med bensinpris på 24 kr, er det kostnadsbesparende opptil en strømpris på 11,12 kr pr kWh.

Tabell 51 Kostnadsforskjeller bensin og diesel sammenlignet med strøm

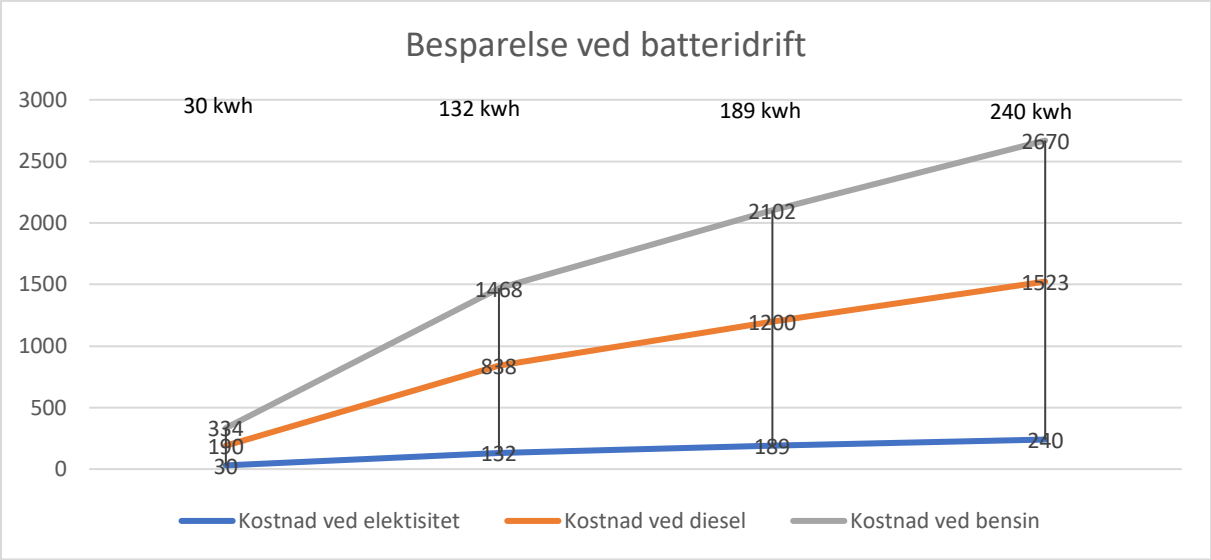
Utregning av kostnadsforskjell bensin vs. strøm	2021	2022
Bensinpris pr liter	16	24
Strømpris for videresalg pr kWh (hentet fra budsjett)	2,00	2,00
Historisk spotpris pr kWh	0,61	0,09
Kostnad for bensin pr kWh	7,42	11,12
Kostnad for strøm pr kWh	0,61	0,09
Besparelse i kroner ved hjemmelading, før nettleie	6,81	11,04
Besparelse i prosent ved hjemmelading, før nettleie	92 %	99 %
Besparelse i kroner ved lading på kai	5,416	9,123
Besparelse i prosent ved lading på kai	80 %	83 %
Utregning av kostnadsforskjell diesel vs. strøm	2021	2022
Bensinpris pr liter	16	24
Strømpris for videresalg pr kWh (hentet fra budsjett)	2,00	2,00
Historisk spotpris pr kWh	0,61	0,09
Kostnad for diesel pr kWh	4,23	6,35
Kostnad for strøm pr kWh	0,61	0,09
Besparelse i kroner ved hjemmelading før nettleie	3,62	6,26
Besparelse i prosent ved hjemmelading før nettleie	86 %	99 %
Besparelse i kroner ved lading på kai	2,232	4,348
Besparelse i prosent ved lading på kai	62 %	69 %

[42] https://snl.no/virkningsgrad

Med en diesel- og bensinpris på 24 kr pr. liter kan vi konkludere med at strømprisene må opp i 6,35 kr pr kWh før kostnaden for strøm blir lik kostnaden for diesel, og at båteier vil oppnå besparelse med strømpris fra 0,00 kr opp til 6,35 kr pr kWh.

Vi kan også konkludere med at strømprisene må opp i 11,12 kr pr kWh før kostnaden for strøm blir lik kostnaden for bensin, og at båteier vil oppnå besparelse med strømpris fra 0,00 kr til 11,12 kr pr kWh

Besparelsene pr. lading kan derfor bli svært betydningsfulle, som vist i grafen nedenfor:



Figur 48 Besparelse ved batteridrift

3.3 Betalingsvillighet

Nå har vi sett ytterpunkt for lønnsomhet for båteier, men betalingsvilligheten for båteier vil derimot ha et smalere vindu av flere grunner. En båteier vil ta i betraktning alternativkost der de selv tilrettelegger for lading på kai. Båteiere vil også vurdere investeringskostnaden for elektrisk motor opp mot besparelsen i drivstoff over tid, og må anse dette som lønnsomt for å ville ta denne investeringen. Det er derfor nødvendig ovenfor tilvekst av nye kunder at prisene holdes lave, og at kundene opplever et skifte som lønnsomt. En aktør som priser seg for høyt i dette markedet vil ikke oppnå økt etterspørsel. Det er derfor naturlig å legge seg på en prismodell, der kunden sikres hovedandelen av besparelsen. Hvis man er enig i dette argumentet, og lar kunde få over halvparten av besparelsen, kan vi si at for bensinbåter vil samlet strømpris strekke seg fra 0,00 kr til 5,56 kr og diesel fra 0,00 kr til 3,17 kr.

Vi har ikke et konkret tall for når betalingsvilligheten avtar, men vi har tilnærmet oss et område der etterspørsel vil være høy der samlet energipris er ved et nullpunkt i budsjett og opp til det punktet

hvor man deler fortjenesten imellom tilbyder og båteier. Altså fra 1,067 kr til 3,17 kr pr. kWh. Fra 3,17 kr vil vi kunne forvente avtagende etterspørsel.

Som et eksempel kan vi se at Svolvær gjestehavn tilbyr landstrøm til 2,50 kr pr. kWh, som en av de få aktørene som tilbyr kjøp pr. forbrukte kWh.

Budsjettene viser positiv drift, der ut-pris er akseptabel fra kundens perspektiv og gode nok for å kunne drifte med overskudd. Vi kan også si noe om hvor høye strømprisene kan bli før det tangerer drivstoffutgiftene til diesel etter at påslag er lagt til. Vi vet ikke helt hvor smertegrensen ligger for betalingsvillighet, men kan anslå nedgang i etterspørsel når lønnsomheten for kunde blir marginal. Påslaget blir da et avgjørende punkt.

3.4 Modell for eierskap og drift av infrastrukturen.

Ved vurdering av modeller for eierskap, er det hensiktsmessig spørre seg følgende: Hvorfor ønsker vi å legge til rette for lading rundt Flakstads havner, hva ønsker vi å oppnå med dette, og hvilke premisser skal vi vektlegge for å nå disse målene?

Det innlysende er at det ønskelig å legge om fra fossilt drivstoff, der elektrifisering er et tidlig steg i forbedring av miljøet, som kan lede videre til hydrogendrevne fartøy i neste løp. Dette er miljøhensyn, og et opplagt politisk mål.

Målsettingen bør være styrende for hvilken struktur man velger i forhold til eierskap og drift, og bør vurderes nøye før implementering.

Vi har vurdert følgende muligheter for eierskap og drift, med fordeler og ulemper:

Tabell 52 Ulike modeller for eierskap og driftsform

Eierskap og driftsform	Fordeler	Ulemper
Kommunalt eierskap og drift	Full kontroll på prising og tilbud i markedet. Potensial for inntekter til kommunen og dermed økt evne til vedlikehold og oppgradering	Økt administrasjon for kommunen. Ingen personlig insentiv for driver Ved endringsbehov, f.eks. ved utbygging og nyinvesteringer, kan beslutningsprosesser ta lengre tid, avhengig av kapasitet og organisering i kommunen. Økt risiko for kommuneøkonomien.

Privat eierskap og drift (med mulig risikodempende investering fra offentlig finansiering for ladestrøm)	Potensielt raske beslutninger ved behov for endringer. F.eks. ved utbygging og nyinvesteringer. Effektiv administrasjon og drift Redusert risiko for kommuneøkonomien	Et privat selskap kan vegre seg fra å investere i ladestrøm, der det ikke finnes båter med behov for lading. Det kan være nødvendig å vurdere offentlig finansiering for å lette risikoen for denne delen av investeringen. Ønske om rask inntjening/lønnsomhet kan redusere langsiktig investeringsvilje
Delingsmodell Kommunen eier anlegget, og engasjerer privat selskap til drift. Privat driftsselskap betaler månedlig leie for infrastruktur til kommunen (avskrivninger, renter, og overhead) Avtale kan regulere driftsselskapets maksimale prispåslag eller fortjeneste.	Letter administrering av anleggene for kommunen. Sikrer eierskap i anlegget. Innflytelse på prissetting, og tilbudet utad. Redusert risiko for kommuneøkonomien	Potensiell lengre beslutningsprosesser ved endring. F.eks. ved utbygging og nyinvesteringer. Insentivet til driftsselskap reguleres gjennom avtale mellom partene, eksempelvis vil en avtale regulere hvor mye eier vil tillate i marginer for å sikre insentiv for driftsselskap.
Delingsmodell med felles driftsselskap Kommunen eier kaianlegget, men har felles eierskap i driftsselskap sammen med privat selskap. Investeringene deles mellom kommunen og det private selskapet	Risiko og inntekter deles, og dermed har begge parter gode insentiv for å skape mest mulig aktivitet. Sikrer eierskap i anlegget. Effektiv administrasjon og drift. Delt risiko for kommunen.	Potensiell lengre beslutningsprosesser ved endring. F.eks. ved utbygging og nyinvesteringer. Insentivet til driftsselskap reguleres gjennom avtale mellom partene, eksempelvis vil en avtale regulere hvor mye eier vil tillate i marginer for å sikre insentiv for driftsselskap.

Denne gjennomgangen viser noen mulige forretningsmodeller og er ikke utdypende.

Flakstad kommunes innstilling til drift

Flakstad kommune ønsker å fasilitere for elektrifisering av kystflåten i Flakstad, der de vil stille sine havner tilgjengelig for private initiativ som ønsker å drive frem lade- og landstrømsanlegg. Kommunen vurderer å delta med investeringer eller administrasjon av anleggene, og er åpne for dialog med interessenter som ønsker å fremme grønn vekst og utvikling ved kaiene i kommunen.

Flakstad har erfaring fra samarbeid med ulike FoU-miljø som kan videreutvikle de varierte havnestrukturene og ressursene i kommunen.

3.5 Oppsummering og diskusjon

Budsjettene forteller at landstrøm- og ladeanleggene kan drifte lønnsomt med en samlet energipris fra omtrent 1,35 kr og oppover, med noe variasjon fra anlegg til anlegg.

Betalingsvillighet viser at anleggenes energipris ut til kunde kan strekke seg opp mot 3 kr uten at dette går på bekostning av lønnsomhet for kunden, som gir godt grunnlag for overskudd for anlegget.

Spennet og mulighetsrommet i prissetting gir gode muligheter for store og små kaianlegg i Flakstad å tilby landstrøm og ladestrøm til en pris som er lønnsom for tilbyder og kunde. Det gir også rom for endring i budsjettenes kostnader, der man ser behov for tilpasninger.

Modeller for eierskap og drift kan gjøres ved ulike kombinasjoner av offentlige og private engasjement. Flakstad kommune er innstilt på å fasilitere og tilrettelegge for kommersiell drift på sine havner, og kan vurdere å stå for drift eller investeringer. Forretningsmodeller hvor kommunen kan drifte i samarbeid med private aktører kan være å foretrekke, og private initiativ bør derfor oppfordres.

Vi anbefaler også at initiativtakere vurderer å finne risikoavlasting til investeringer i ladeinfrastruktur, da det må beregnes tid for kystflåten til å elektrifisere.

4. Flerbruksmuligheter

I prosjektet har vi sett på 6 ulike havner i Flakstad kommune. Alle ligger i tradisjonsrike fiskevær hvor havna utgjør en sentral hvor virksomhet i stor grad er lokalisert eller går ut fra. Koblingen mellom næring og virksomhet på hav og på land er kort. Stedene har gjennomgått en betydelig utvikling de siste årene i takt med omstrukturering av kystfiske og framvekst av andre næringer knyttet til spesielt reiseliv og besøksnæring. Havbruksrelatert næring som smoltanlegg har også kommet i havnene. Fiskemottak og -foredling er en viktig næring i flere av havnene. Næringstrafikk på vei i form av transport av fisk – både råstoff og ferdigproduserte varer, har økt betydelig.

I lys av økende elektrifisering innen alle sektorer, vil det være hensiktsmessig å søke å få til løsninger hvor infrastruktur som etableres kan brukes mest mulig effektivt. Både for fordeling av kostnader ved etablering, økt brukstid som kan bedre inntektsgrunnlaget, og smart og effektiv bruk av tilgjengelig strøm.

Dette kapitlet ser på nærings- og utviklingstrekk i de ulike havnene i nær framtid. Vi ser på muligheter og barrierer som må overkommes for flerbruk eller sambruk av infrastruktur for landstrøm og lading, og viser en modell som utgangspunkt for videre utvikling.

4.1 Utviklingstrekk og muligheter i Flakstads havner

Flakstad har vedtatt i kommuneplan fra 2019[43] at kommunen skal være ledende i gjennomføringen av «det grønne skiftet» i fiskerinæringen. Flakstad har gjennomført betydelig utviklingsarbeid over flere år og fått et godt kunnskapsgrunnlag for videre utvikling. Dette er forankret i forhold til fiskerinæringen, myndigheter og FoU-miljø. Flakstad er pådriver den regionale satsingen Lofoten de Grønne Øyene 2030 og deltar som eneste kommune i teknologiprosjektet ZeroKyst.

Flakstad er i ferd med å få god infrastruktur, og kommunen har innovative bedrifter som satser og investerer.

[43] https://flakstad.kommune.no/politikk/vedtatte-kommunale-planer/kommuneplanens-samfunnsdel-vedtatt-av-kommunestyret.34927.aspx

Napp havn

Napp havn ligger tett inntil E10 og har god tilgjengelighet for både fartøy og kjøretøy som vil bruke infrastruktur for lading. Fiske, fisketurisme og bil- og busstrafikk antas å være sterke pådrivere for elektrifisering i havneområdet. Havna har to fiskemottak som kan ha behov for ladepunkter til både båter og biler, spesielt i de mest aktive månedene under Lofotfisket. Havna ble utdypet av Kystverket i perioden 2016 – 2018, og det er fylt opp to nye næringsområder rundt havna. En reder med tilhold i Napp har bestilt ny hybrid-elektrisk båt (21.m) som vil leveres 2023.

Økende turisme vinterstid og i skuldersesongene på høsten og våren vil til sammen øke trafikken i havna med anslagsvis 10-20% de nærmeste årene[44]. I tillegg kommer passasjertrafikk med elektrisk båt som kan etableres for å erstatte private biler og minibusser.

Flakstad kommune opplyser at det er interesse fra flere aktører for å etablere seg i Napp. Spesielt området ved den gamle skolen er attraktivt for næringsutviklingen, det samme er fyllingen i Vågen.

[44] https://www.lofotposten.no/ballstad-slip-med-ny-satsing-slik-skal-fiskebatene-bli-utslippsfrie/s/5-29-713904

Ramberg havn

Ramberg ligger også ved E10, midt mellom Reine og Leknes og nærheten av Lofotodden nasjonalpark. Det passerer en betydelig andel turisttrafikk gjennom Ramberg i form av personbiler, campingbiler og buss i løpet av året, og flere stopper også i Ramberg for å handle, fylle bensin eller utforske naturen rundt.

Ramberg havn har tre almenningskaier, ett fiskemottak, samt flytebrygge for småbåter og noen private kaianlegg. MS Angelsen Senior, som er første batterihybride fiskebåt i sin kategori, har fast båtplass i denne delen av havna, men har per i dag en begrenset landstrømsforsyning.

Ramberg næringspark er under etablering og kommunen gjør nå klart for ti etableringer[45]: Polarsafe AS planlegger base for vedlikehold av MOB-båter. Harald Johansen, Hi Tech Industries og Aqila planlegger etableringer i næringsparken. I tillegg har Sufi AS og Hans Angelsen & Sønner AS har meldt interesse om tomt. Det er også interesse fra busselskapet Lofoten Tours (som holder til på Ramberg) om å etablere ladepunkter i havna for elbusser på sikt.

[45] https://www.lofotposten.no/na-losner-det-for-naringsomradet-klart-for-ti-etableringer/s/5-29-799578

Bodø Energi har fått innvilget støtte fra Enova om å etablere to lynladere og to hurtigladere innen sommeren 2023 i Flakstad kommune, mest sannsynlig på Ramberg[46].

Ramberg næringspark (sirklet) Opphavsrett: Flakstad kommune

[46] https://www.lofotposten.no/bodo-setter-opp-ladestasjoner-i-vest-lofoten/s/5-29-832345

Fredvang havn

Fredvang havn er ei aktiv fiskerihavn med helårsaktivitet, og god lokalisering mellom yttersida mot Atlanterhavet og innersida mot Vestfjorden. Fredvang opplever økende antall turister for å oppleve naturen og fiskeværet i forbindelse med Lofotodden nasjonalpark som ble opprettet i 2018. Det jobbes med å utvikle bærekraftig besøksforvaltning rundt nasjonalparken, eventuelt som utslippsfri sone i tråd med veikart for Lofoten De Grønne Øyene 2030. Dette er med og øker behovet for elektrifisering av all transport. Fredvang havn ligger strategisk til som knutepunkt for utfart inn i nasjonalparken, og spesielt turmålene Ryten og Kvalvika. Havna har stort potensial for elektrifisering, både for fiskebåter, persontransport og turistfiske.

Ifølge kommunen er det planer om å etablere turistsenter med overnatting og kafé. I tillegg har flere reiselivsselskaper signalisert interesse for å frakte turister til nasjonalparken med katamaran og RIB-fartøy, som kan ha behov for ladeinfrastruktur på sikt. Det er utarbeidet prosjektplan og innvilget tilskudd fra Nordland fylkeskommune til Fredvang fremtidshavn, som oppfølging av vedtatt kommuneplan for Flakstad og utviklingsplan for Fredvang.

Sund havn

Sund er ei fiskerihavn med slip/mekanisk verksted, med to moderne fiskeribedrifter som satser med nybygg, fiskemottak og foredling av fisk i havna (blant annet tørrfisk og biprodukter) for salg til tradisjonelle og nye marked. En av bedriftene, Sufi AS, anslår at rundt 3000 kjøretøy (i hovedsak trailere og mindre transportkjøretøy) henter eller bringer varer til bedriften i løpet av et år[47]. [48]. J.M Langaas, som den andre, har elektrifisert det som lar seg gjøre i driften.

Samme bedrift har planer for utbygging og etablering av industrikai for mottak av større fiskebåter, og for å kunne ta imot fryseskip i kystfrakt. Det kan tenkes at disse to bedriftene ønsker å fase inn produksjon og transport med lavutslipp, og da trengs infrastruktur for elektrifisering i havneområdet.

Fylkesvegen fra E10 og ned til Sund er trang og svingete, og det ligger godt til rette for bedre trafikksikkerhet ved å begrense fossil trafikk og tilrettelegge for elektrisk transport på sjø og land. Dette vil også gi attraktive og klimavennlige opplevelser for de nærmere 20.000 besøkende som kommer til Sund hvert år.

Av nyetableringer melder kommunen at det planlegges et turistanlegg i området med rundt 20 hytter. Her kan det være behov for å tilrettelegge for lading av elbiler og elsykler.

[47] https://www.lofotposten.no/na-losner-det-for-naringsomradet-klart-for-ti-etableringer/s/5-29-799578
[48] https://www.lofotposten.no/na-losner-det-for-naringsomradet-klart-for-ti-etableringer/s/5-29-799578

Mølnarodden havn

Mølnarodden var tidligere et aktivt fiskevær i Flakstad, og er nå transformert til akvakultur, teknisk service og turisme. Stedet ligger langs E10 og det er et steinkast ned til havna. Ellingsen Seafood har gjennom selskapet Silver Seed bygd nytt smoltanlegg som tas i bruk i 2021 til moderne og mer rasjonell produksjon. Bulia Plast AS har anlegg på Mølnarodden, og har spesialisert seg på bygging av avanserte flytebrygger og spesialsveising av plast for fiskeflåten og andre.

Smoltanlegget har ei ny betongkai på 30 m med god dybde og tilgjengelighet i utløpet av Sundstraumen. Det er også noen private flytekaier i forbindelse med fisketurisme på Mølnarodden. Lofotkraft har nylig oppgraderte Solbjørn kraftstasjon på Mølnardodden, og samarbeider med smoltanlegget om bruk av vanntilførselen. Her kan det utredes videre samarbeid om elektrifisering av havneområdet, og eventuelt småskala produksjon av hydrogen som supplement og backup i elektrifisering av Lofoten. Dette vil gi biproduktene oksygen og varme som er innsatsfaktorer i smoltanlegget. Gjennom prosjektet ZeroKyst[49] ligger det til rette for konkretisering og etablering av hydrogenløsninger i tilknytning til området. Beliggenhet på Mølnarodden er god ved E10 i Vest-Lofoten og nær kai og næringsområde. Dette kan gi gode utviklingsmuligheter for elektrifisering i flere retninger.

[49] https://zerokyst.no/

Nusfjord havn

Nusfjord er et tradisjonsrikt lite fiskevær som tidligere var ei viktig havn under Lofotfisket. Dette er et av Norges eldste og best bevarte fiskevær med vernet og prisbelønt bygningsmiljø som tiltrekker seg et stort antall besøkende som kommer med bil, buss eller båt. I tillegg til større reiselivssatsing her, så er det mange som har fritidsboliger og hytte i nærheten av havna.

Fisketurisme er en voksende aktivitet i Nusfjord, med kort vei til fiskefeltene. Trafikken i havna er økende, med spesielt trykk i sommersesongen. Det er stor variasjon i båttypene som ligger i havna. Ifølge Nusfjord Arctic Resort som eier bygningsmiljøet, er det 12-15 kaiplasser for gjestebåter. I tillegg ligger det 3 skøyter på henholdsvis 35, 55 og 75 fot i havnen, i tillegg til en RIB-båt på 10 meter. Havna har også 5 utleiebåter på 23 fot. Resorten planlegger i tillegg en flytekai i havna med rundt 8 båtplasser.

Nordlaks Oppdrett AS driver et settefiskanlegg i Pollen i Nusfjord, og planlegger å utvide anlegget. I tillegg er det også planer om å etablere en liten småbåthavn i området før fiskeværet, med rundt 15 båtplasser. Hvor nærme disse planene er å realiseres, har vi ingen videre informasjon om.

4.2 Muligheter og utfordringer

Sesongvariasjoner som mulighet

I Lofoten kan det pekes på to store sesong-næringer: Fiskeri og reiseliv. Reiseliv som har fokus på opplevelser i aktive fiskevær vurderes å ha et stort potensial i samarbeid med fiskerinæringen. Det tradisjonelle kystfisket etter skrei har sesong mellom januar og mars/april. Reiselivet sin hovedsesong er fortsatt juni – august. I takt med utvikling av elbil-markedet, er behovet for ladeinfrastruktur økt. Løsninger for bruk av infrastruktur for lading, som muliggjør deling av effekt mellom sesonger, vil være effektiviserende for utbygger og bidra til mindre press i strømnettet rundt den enkelte havn og inn i det overordnete nettet.

Per i dag er ikke dette utprøvd i noen stor skala, men det er belyst noen muligheter i dokumentasjonsprosjektet på klimautslipp i kystfiske som Flakstad har gjennomført i samarbeid med bl.a. Sintef[50] Vi ser at det kommer noen løsninger fra flere leverandører, men enda er ikke sambruk av infrastruktur for elektrifisering kommet langt. Flakstad kommune vil gjennom deltakelse i prosjektet ZeroKyst bidra til utvikling og testing av modeller for kombinerte ladeløsninger for fartøy og kjøretøy. Her kan det også tas hensyn til nye brukergrupper som godstransport, kollektivtransport, landbruk, bygg/anlegg/eiendom (BAE-bransjen), havbruk og service.

Flere næringer ser etter mulighet til reduserte klimagassutslipp, og bl.a. tørrfisk vil ha stort potensial i en dokumentert logistikk med lavt klimaspor fra produsent til forbruker. Generelt vil det gi økt samfunnsnytte og samtidig være et potensial for vekst og utvikling, hvis flere næringsaktører i havna kan utnytte infrastruktur for elektrifisering og smart energistyring.

Smart styring – bare bra?

Smarte løsninger i sambruk gir både muligheter og utfordringer. På den positive siden ligger muligheter for å samle inn bedre data for energibruk og klimautslipp til offentlig statistikk (SSB), forskning og andre formål. På den andre siden vil flerbruk kunne utfordre hensynet til personvern, ved behov for å gi kommersielle aktører tilgang til privat el-forbruk.

Noe som kan være med å senke barrieren for å inngå i et flerbruksnettverk er introduksjon av smarte løsninger også på hjemmemarkedet. Innføring av AMS-målere som standard har gjort teknologien enda mer aktuell. Flere og flere benytter seg av mulighetene for å ha bedre styring med eget forbruk, gjennom smarte løsninger bakenfor egen strømmåler, også blant private husholdninger.

Introduksjon av fleksibilitetsmarked

Utfordringen kommer når strøm skal fordeles fleksibelt mellom flere målepunkt. I henhold til gjeldende lov om avregning[51] har netteier plikt til å levere bestilt strøm til hvert registrert målepunkt.

---

[50] Se kap 4.4
[51] https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1999-03-11-301

Det er gjennomført og pågår en rekke forsknings- og utviklingsprosjekter som søker å finne gode løsninger gjennom å utnytte nettet mer fleksibelt: gjennom etablering av ulike former for fleksibilitetsmarked kan den enkelte forbruker selv velge å tilby sin overskuddskapasitet tilbake inn i strømnettet. Motivasjonen for etablering av slike markeder, har i utgangspunktet kommet fra netteiere, som kan bruke tilbudt fleksibilitet til å balansere ut forbrukstopper i strømnettet, og slik unngå dyre nettutbygginger.

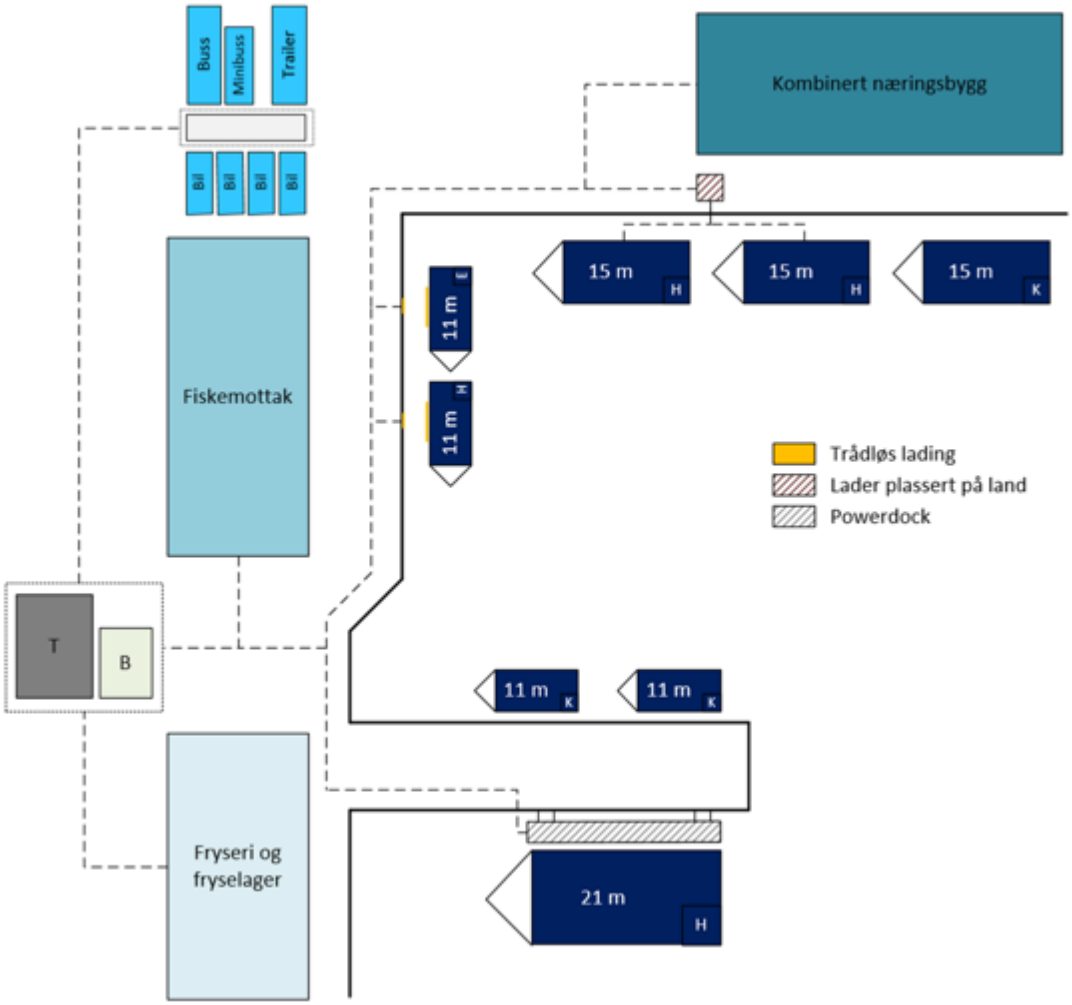
Under har vi vist en modell over mulige aktører med strømbehov i ei typisk fiskerihavn. Det vil være interessant å se videre på muligheten som ligger i fleksibel deling mellom ulike forbrukere, på tvers av sesonger.

Introduksjon av hydrogen

I denne rapporten[52] har vi lagt til grunn overgang til hybride fartøy i beregninger av behov for ladeinfrastruktur. Gjennom ZeroKyst-prosjektet utvikles og bygges den første hydrogen-elektriske sjarken. Hydrogen som eneste energibærer, eller som rekkeviddeforlenger for framdrift av fiskebåter, må vi regne med kommer. I utvikling av framtidig energi-infrastruktur i fiskerihavner, vil det være relevant å inkludere fyllestasjon for hydrogen som del av energimixen og tilbudet i havna. I Ramberg havn er regulatoriske og sikkerhetsmessige soner/avstander i infrastruktur vurdert som akseptable, når det gjelder sikkerhetssone for hydrogen.

[52] Kap 1.3

4.4 Eksempel på modell for flerbruk



Figur 49 Test

Sintef har utviklet en modell de omtaler som en fiktiv fiskerihavn, som del av prosjektet Klimasatsing i Fiskerihavner[53]. Modellen bygger på forbrukerdata innhentet gjennom dette prosjektet, og overført til sannsynlig tabellverdier.

I denne rapporten har vi begrenset omfanget til å beskrive havnene og potensiell utvikling som berører energi- og effektbehov. Det er ikke gjort plass til konkrete energi- eller effektberegninger for brukeres behov i de enkelte havnene i denne rapporten.

[53] https://flakstad.kommune.no/naring-og-utvikling/klimasatsing-i-kystfiske/ny-fagrapport-pa-energibruk-og-klimaspor-i-kystfartoy-og-fiskemottak.95861.aspx

I et videre arbeid vil det være interessant å utvikle både modell, og verdier fra konkrete brukere, for å simulere helhetlig anlegg. Dette bør også inkludere videre i arbeid med å finne løsninger på barrierer for å utløse potensialet for flerbruks- og deleløsninger.

4.5 Oppsummering og diskusjon

I dette kapitlet har vi sett på nærings- og utviklingstrekk i de ulike havnene i lys av framtidig elektrifisering. Vi har pekt på muligheter gjennom særlig sesongvariasjoner i bruk, og barrierer som må overkommes for å komme nærmere å realisere mulighetene for bedre utnyttelse av effekt i et havneområde. Tilslutt har vi vist et eksempel på en modell for flerbruk eller sambruk av infrastruktur for landstrøm og lading i fiskerihavner.

Det er vår vurdering at det ligger et potensial for utvikling og etablering av løsninger for flerbruk av infrastruktur. Gjennom bruk av digital kommunikasjon og smart teknologi vil elektrisk effekt kunne deles på tvers av enheter og sesong. Effektdeling vil kunne bidra til å dempe behovet for utbygging av strømnett i et område. Det gjenstår både tekniske og juridiske utfordringer som må adresseres nærmere. Flerbruk vil kunne utfordre hensynet til personvern, gjennom behov for innhenting av data om pågående forbruk innenfor området, for fleksibelt å kunne tildele dette til andre brukere. Utfordringene ligger blant annet i gjeldende lover og regelverk om avregning[54], som omfatter netteiers plikt til å levere bestilt strøm til hvert registrert målepunkt. Personvernhensyn må også ivaretas.

[54] https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1999-03-11-301

Vedlegg

Vedlegg 1 – båtgrupper og anløp per havn med estimater for antall fartøy med batteri og energibehov

Napp

Båtgruppe	Totalt antall anløp	Unike fartøy	Gj. antall anløp per fartøy	Ant. fartøy batteri 2025	Ant. fartøy batteri 2030	Batterikapasitet 2025	Energi 2025 MWh	Energi 2030 MWh
FB00	13	2	6	0	1	90	0	0,9
FB11	1916	34	56	4	13	90	20,2	105,7
FB13	2425	40	61	5	15	120	36,6	164,7
FB15	169	12	14	2	4	150	4,2	14,5
FB21	1739	29	60	4	11	210	50,4	446,3
FB28	131	10	13	1	4	210	2,7	35,2
AB00	200	48	4	6	18	30	0,7	2,2
AB11	90	13	7	2	5	30	0,4	1,1
AB15	63	17	4	2	6	90	0,7	2,2
AB28	177	27	7	4	10	144	4	10,1

Tabell 53. Totalt antall anløp, antall unike fartøy og gjennomsnittlig antall anløp per fartøy. Estimat for antall fartøy med batteri ombord i 2025 og 2030, samt energibehov for lading i 2025 og 2030.

Fartøytype NAPP	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Små FB 50%	9.0	8.0	8.0	8.0
Små FB 75%	11.0	12.0	10.0	9.0
Små FB 90%	14.0	13.0	11.0	11.0
Stor FB 50%	8.0	9.0	8.0	7.0
Stor FB 75%	10.0	9.0	9.0	9.0
Stor FB 90%	11.0	11.0	12.0	10.0
Små AB 50%	3.0	2.0	3.0	2.0
Små AB 75%	3.0	2.0	3.0	2.0
Små AB 90%	3.0	2.0	3.0	2.0
Stor AB 50%	2.0	1.0	1.0	1.0
Stor AB 75%	2.0	1.0	1.0	1.0
Stor AB 90%	2.0	1.0	1.0	1.0

Tabell 54 Medianen, 75. persentilen og 90. persentilen for antall båter i havn for de ulike sesongene.

Ramberg

Båtgruppe	Totalt antall anløp	Unike fartøy	Gj. antall anløp per fartøy	Ant. fartøy batteri 2025	Ant. fartøy batteri 2030	Batteri-kapasitet (60%) 2025	Energi 2025 MWh	Energi 2030 MWh
FB00	12	2	6	0	1	90	0	0,9
FB11	5104	57	90	7	21	90	56,7	274,4
FB13	1795	47	38	6	17	120	27,4	116,3
FB15	1119	28	40	4	10	150	24	103,4
FB21	1665	23	72	3	9	210	45,4	438,2
FB28	89	11	8	1	4	210	1,7	21,6
AB00	7	4	2	1	1	30	0,1	0,1
AB11	19	10	2	1	4	30	0,1	0,2
AB15	216	13	17	2	5	90	3,1	7,7
AB28	80	21	4	3	8	144	1,7	4,6

Tabell 55 Totalt antall anløp, antall unike fartøy og gjennomsnittlig antall anløp per fartøy. Estimat for antall fartøy med batteri ombord i 2025 og 2030, samt energibehov for lading i 2025 og 2030.

Fartøytype RAMBERG	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Små FB 50%	8.0	8.0	8.0	6.0
Små FB 75%	11.0	10.0	9.0	9.0
Små FB 90%	16.0	12.0	12.0	10.0
Stor FB 50%	3.0	3.0	3.0	2.0
Stor FB 75%	4.0	3.0	4.0	2.0
Stor FB 90%	4.0	4.0	5.0	3.0
Små AB 50%	2.0	2.0	3.0	1.0
Små AB 75%	2.0	2.0	3.0	1.0
Små AB 90%	3.0	2.0	3.0	1.0
Stor AB 50%	1.0	1.0	1.0	1.0
Stor AB 75%	1.0	1.0	1.0	1.0
Stor AB 90%	1.0	1.0	1.0	1.0

Tabell 56 Medianen, 75. persentilen og 90. persentilen for antall båter i havn for de ulike sesongene.

Fredvang

Båtgruppe	Totalt antall anløp	Unike fartøy	Gj. antall anløp per fartøy	Ant. Fartøy batteri 2025	Ant. Fartøy batteri 2030	Batterikapasitet (60%) 2025	Energi 2025 MWh	Energi 2030 MWh
FB00	0	0	0	0	0	90	0	0
FB11	2433	38	64	5	14	90	28,8	130,1
FB13	509	15	34	2	6	120	8,2	36,7
FB15	867	17	51	2	6	150	15,3	79,1
FB21	455	13	35	2	5	210	14,7	118,3
FB28	1	1	1	0	0	210	0	0
AB00	42	27	2	4	10	30	0,2	0,6
AB11	472	9	52	1	3	30	1,6	4,7
AB15	13	4	3	1	1	90	0,3	0,3
AB28	6	6	1	1	2	144	0,1	0,3

Tabell 57 Totalt antall anløp, antall unike fartøy og gjennomsnittlig antall anløp per fartøy. Estimat for antall fartøy med batteri ombord i 2025 og 2030, samt energibehov for lading i 2025 og 2030.

Fartøytype	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Små FB 50%	8.0	7.0	6.0	6.0
Små FB 75%	11.0	9.0	8.0	8.0
Små FB 90%	16.0	11.0	9.0	9.0
Stor FB 50%	3.0	2.0	2.0	2.0
Stor FB 75%	4.0	3.0	2.0	2.0
Stor FB 90%	4.0	3.0	3.0	3.0
Små AB 50%	3.0	1.0	3.0	2.0
Små AB 75%	3.0	1.0	3.0	2.0
Små AB 90%	4.0	1.0	3.0	2.0
Stor AB 50%	1.0	0.0	1.0	0.0
Stor AB 75%	1.0	0.0	1.0	0.0
Stor AB 90%	1.0	0.0	1.0	0.0

Tabell 58 Medianen, 75. persentilen og 90. persentilen for antall båter i havn for de ulike sesongene.

Sund

Båtgruppe	Totalt antall anløp	Unike fartøy	Gj. antall anløp per fartøy	Ant. fartøy batteri 2025	Ant. fartøy batteri 2030	Batterikapasitet (60%) 2025	Energi 2025 MWh	Energi 2030 MWh
FB00	2	2	1	0	1	90	0	0,1
FB11	2813	47	60	6	17	90	32,4	148,1
FB13	1393	38	37	5	14	120	22,2	93,2
FB15	2786	26	107	3	10	150	48,1	276,7
FB21	166	29	6	4	11	210	5	44,6
FB28	13	4	3	1	1	210	0,6	2
AB00	10	2	5	0	1	30	0	0,1
AB11	34	3	11	0	1	30	0	0,3
AB15	571	13	44	2	5	90	7,9	19,8
AB28	73	20	4	3	7	144	1,7	4

Tabell 59 Totalt antall anløp, antall unike fartøy og gjennomsnittlig antall anløp per fartøy. Estimat for antall fartøy med batteri ombord i 2025 og 2030, samt energibehov for lading i 2025 og 2030.

Fartøytype	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Små FB 50%	3.0	4.0	5.0	3.0
Små FB 75%	3.0	6.0	6.0	4.0
Små FB 90%	6.0	7.0	6.0	6.0
Stor FB 50%	2.0	2.0	1.0	1.0
Stor FB 75%	2.0	2.0	1.0	1.0
Stor FB 90%	2.0	2.0	1.0	1.0
Små AB 50%	2.0	1.0	2.0	3.0
Små AB 75%	2.0	1.0	2.0	3.0
Små AB 90%	2.0	1.0	2.0	3.0
Stor AB 50%	1.0	1.0	3.0	1.0
Stor AB 75%	1.0	1.0	3.0	1.0
Stor AB 90%	1.0	1.0	3.0	1.0

Tabell 60Medianen, 75. persentilen og 90. persentilen for antall båter i havn for de ulike sesongene.

Nusfjord

Fartøy gruppe	Totalt antall anløp	Unike fartøy	Gj. antall anløp per fartøy	Hybrid 2025	Hybrid 2030	Batteri 2025	Energi 2025 MWh	Energi 2030 MWh
FB00	0	0	0	0	0	90	0	0
FB11	33	14	2	2	5	90	0,4	1,5
FB13	15	5	3	1	2	120	0,4	1,1
FB15	11	5	2	1	2	150	0,3	1
FB21	30	10	3	1	4	210	0,6	8,1
FB28	2	1	2	0	0	210	0	0
AB00	16	10	2	1	4	30	0,1	0,2
AB11	89	39	2	5	14	30	0,3	0,8
AB15	195	108	2	14	40	90	2,5	7,2
AB28	215	71	3	9	26	144	3,9	11,2

Tabell 61 Totalt antall anløp, antall unike fartøy og gjennomsnittlig antall anløp per fartøy. Estimat for antall fartøy med batteri ombord i 2025 og 2030, samt energibehov for lading i 2025 og 2030.

Fartøytype Nusfjord	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Små FB 50%	3.0	2.0	2.0	2.0
Små FB 75%	3.0	2.0	2.0	2.0
Små FB 90%	3.0	2.0	2.0	2.0
Stor FB 50%	1.0	2.0	2.0	0.0
Stor FB 75%	1.0	2.0	2.0	0.0
Stor FB 90%	1.0	2.0	3.0	0.0
Små AB 50%	1.0	3.0	3.0	2.0
Små AB 75%	1.0	3.0	3.0	2.0
Små AB 90%	1.0	3.0	3.0	2.0
Stor AB 50%	1.0	1.0	1.0	1.0
Stor AB 75%	1.0	1.0	1.0	1.0
Stor AB 90%	1.0	1.0	1.0	1.0

Tabell 62 Medianen, 75. persentilen og 90. persentilen for antall båter i havn for de ulike sesongene.

Vedlegg 2 - Effektbehov for ulike fiskerifartøy

Metodikk

Effektbehovet til de ulike fartøygruppene har vært forsøkt kartlagt ved målinger av eksisterende landstrømsuttak samt beregninger av nødvendig effekt for kommende batterihybride fartøy. For førstenevnte har vi hatt tilgang til et datasett med 1444 avregninger på landstrøm i perioden 2004-2021, fra landstrømsanlegget til Ballstad Slip. Eierne av anlegget estimerer at effektforbruket har vært i ca. samme størrelsesorden som et landstrømsanlegg i en almenningskai eller et fiskebruk, men dette er vanskelig å verifisere. En sammenstilling av målingene sortert på bl.a fartøystørrelse, tid i kai, alder på fartøy m.m. er lagt ved (Vedlegg 3).

Tallene har vært kvalitetssikret av fagpersoner i Aqila med bakgrunn innen skipselelektro, men må anses som veiledende og ikke fasit.

Det har også vært innhentet anekdotiske verdier fra brukere (fartøyeiere) men det virker som om brukerne har mer kontroll på egen makseffekt (som kan føre til sikringsutløsning) enn de har på egen snitteffekt (som energimengden må beregnes ut fra).

Ved estimering av sammenlagret effekt i den enkelte havn er det gjort forutsetninger om bl.a innfasingstakt og batteristørrelser som angitt i kap. 2.3 Innfasingstakt og batteriutvikling mot 2030. For lading av batterihybride fartøy er det antatt samtidghetsfaktor 1 (ingen sammenlagring) mens det ved ren landstrøm er antatt snitteffekt som angitt i neste kapittel.

Hotellast

«Hotellasten», dvs. fartøyets behov for elektrisitet til oppvarming, ventilasjon, maskiner og utstyr, kjøkken, etc. Hvor høye effekttopper dette kan bli avhenger bl.a. av størrelsen og utstyrsgraden på fartøyet. Dersom utstyr og forbruk er koblet via batteripakken vil denne jevne ut effekttoppene.

I vintersesongen når fiskerisesongen er på sitt høyeste i Lofoten har fiskerifartøyene relativt høy energibruk for å holde temperatur og luftfuktighet på et akseptabelt nivå. Dette bl.a fordi et fartøy ligger i sjøen, som har god varmeledningsevne, fordi skrog av metall leder varme godt, og fordi fartøy er dårlig isolert i forhold til boliger. (trenger kilde)

Snitteffekt funnet for de ulike fartøygruppene ved Ballstad Slip viste litt høyere effektuttak for nyere fartøy (Vedlegg 3). Dette stemmer med vår oppfatning om at nyere fartøy i større grad bruker elektrisitet til oppvarming enn eldre fartøy.

Tabell 63: Viser målt snitteffekt for hotellast ved ulike fartøykategorier, og snitteffekt lagt til grunn videre i denne utredningen.

	Målt snittforbruk [kW] Ballstad Slip	Målt snittforbruk [kW] Ballstad Slip, oktober t.o.m. mars.	Snitteffekt [kW] lagt til grunn i denne rapporten
Fartøy <11 meter	5,72	6,14	7,5
Fartøy 11-15 meter	5,46	6,22	7,5

Fartøy 15-21 meter	4,21	4,53	10
Fartøy 21-28 meter	8,47	9,47	15
Fartøy >28 meter	11,6	13,47	15

Tabellen over viser overraskende målinger på fartøygruppe 15-21 som er lavere enn fartøy under 15 meter. Dette tror vi er et statistisk avvik, som blant annet kommer av individuelle forskjeller mellom fartøyene og effektbehovet de dagene de var i havn.

Ettersom landstrømsinfrastrukturen skal dekke behovet til fartøy i aktivt fiske med behov for en kombinasjon av tørke, varme, overnatting m.m. i fiskesesongen har vi lagt til grunn litt høyere effekter enn det som fremkommer i datasettet. Dette er antagelser som bør verifiseres ved å innhente bedre data, og blir enklere når flere aktører får erfaring med å drifte landstrømsanlegg for fiskeflåten.

Effektbehov ved lading

Det totale effektbehovet til et ladbart fartøy kan beregnes som følger. Her har vi valgt å benytte en maksimum ladetid på 8 timer, for 80% av batteripakken. Dette regner vi som en minimumseffekt ladeanlegget bør levere, typisk over-natten lading. For næringsdrift vil det i mange tilfeller være gunstig med noe raskere lading.

$$Effektbehov\ [kW] = Hotellast[kW] + \frac{netto\ batteristørrelse[kWh] * 0{,}8}{normert\ ladetid[timer]}$$

Tabell 64: Beregnet effektbehov for ulike fartøystørrelser. "Hotellforbruk" er beregnet ut fra fiskerifartøy, som vi tror er av de mer effektkrevende forbukerne.

	Snitt hotellast kW, *	**Batteri-størrelser 2022-2025**	**Batteri-størrelser mot 2030 ***	**Effektbehov ved lading 8t (2022-2025)**	**Effektbehov ved lading 8t (2030)**
Fartøy <11 meter	7,5	150	242	23	32
Fartøy 11 til 13 meter	7,5	200	300	28	38
Fartøy 13 til 15 meter	7,5	250	431	33	51
fartøy 15 til 21 meter	10	350	1127	45	123
Fartøy > 21 m	15	350	1127	50	128

** Effekten til hotellast vil variere sterkt med til dels høye effekttopper. Med flere uttak vil dette statistisk jevnes ut. For kombinert landstrøm og lading over flere timer er det imidlertid snittforbruket som er vesentlig.*

*** Batteristørrelser som beregnet av Sintef i rapporten «Driftsmønster og energibruk i kystfiskeflåten», 2018.*

Vedlegg 3 – landstrømsdata fra Ballstad Slip

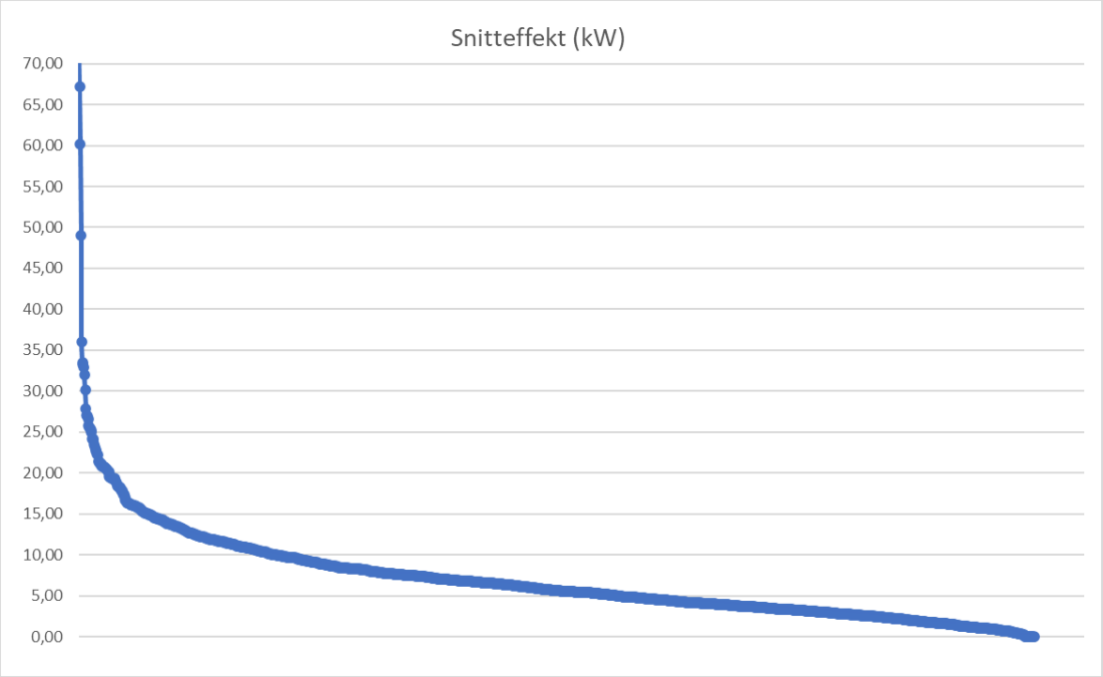
Sammenstilling av landstrømsdata fra Ballstad Slip, partner i Zero Kyst. Vi har fått tilgang til avregninger fra Ballstad Slip sine landstrømstilkoblinger siden 2004. Fartøyene ligger i ordinær kai på landstrøm i perioden mens fartøyet ses på / arbeides med av Ballstad slip. Deres vurdering er at eventuelle elektroverktøy brukt om bord har ubetydelig påvirkning på effektbehovet. Båtene ligger ofte med varme/ventilasjon på samme måte som om de er i fiskesesongen.

Info om navn på enkeltfartøy er ikke tatt med her.

628 anløp av vel 1400 er med i statistikken. De resterende er tatt ut da det var vanskelig å avgjøre helt bestemt lengde o.a. om fartøyet.

Alle avregninger på landstrøm:

Alle registrerte avregninger på landstrøm siden 2004, sortert etter snitteffekt (kW) gjennom liggetiden. Median liggetid: 7 døgn. Snitt liggetid: 16 døgn.



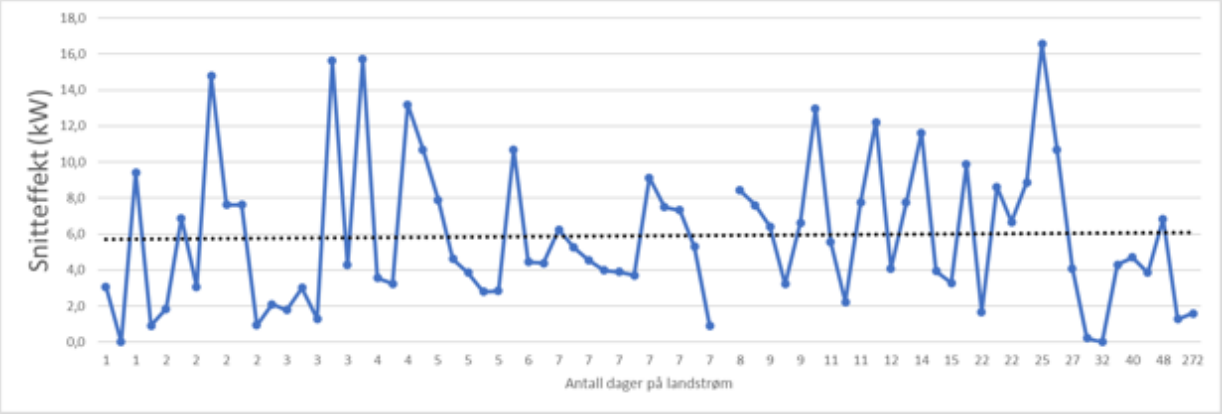
Grafen over viser alle registrerte avregninger på landstrøm, totalt 1422 anløp.

Dette er snitteffekt (ikke toppeffekt) og det er i all hovedsak kun hotellforbruk, ikke lading.

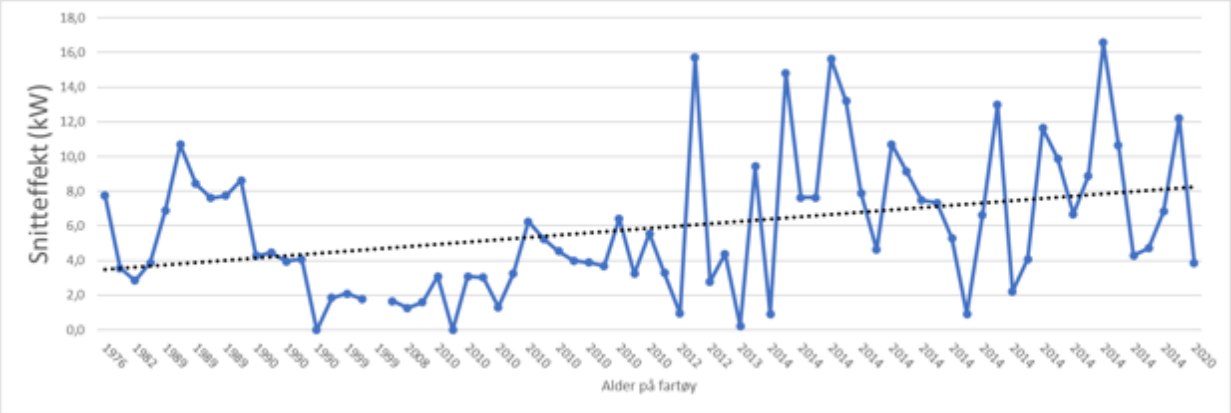
Fartøygruppe <11 meter

Totalt 109 avregninger. 28 ulike båter.

Sortert etter antall dager:



Sortert etter alder:

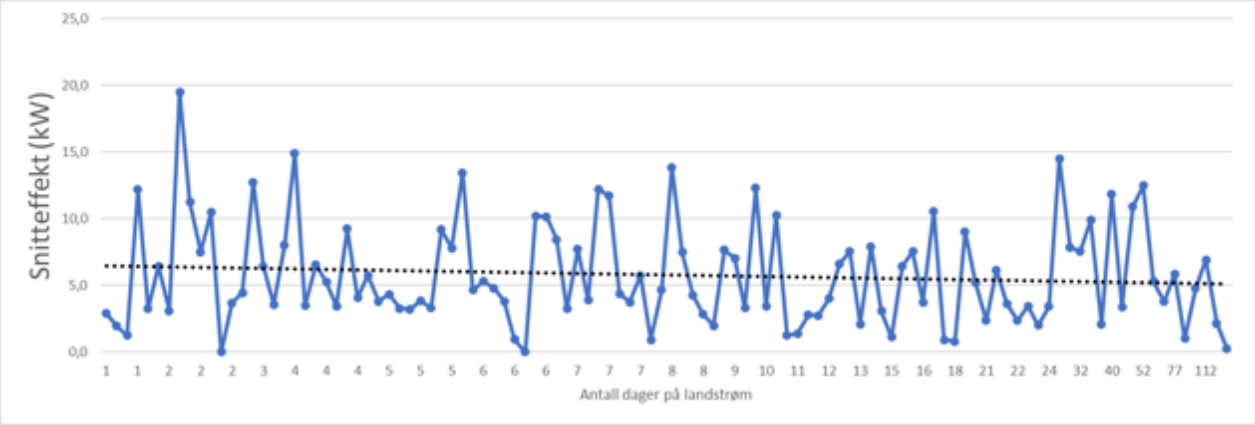


Trend: Vi ser et visst stigende forbruk på nyere fartøy.

Beregnet snitteffekt landstrøm for fartøysgruppen som helhet: 5,9 kW
Snitteffekt båter 2010 og nyere: 6,4 kW

Fartøygruppe 11-15 meter

Totalt 90 avregninger. 22 ulike fartøy.
Ett fartøy fra Vestvågøy lå inne i 15 dager med et snitt på 67 kW (!). Har tatt dette ut fra fra statistikken for å vise resterende tall bedre.

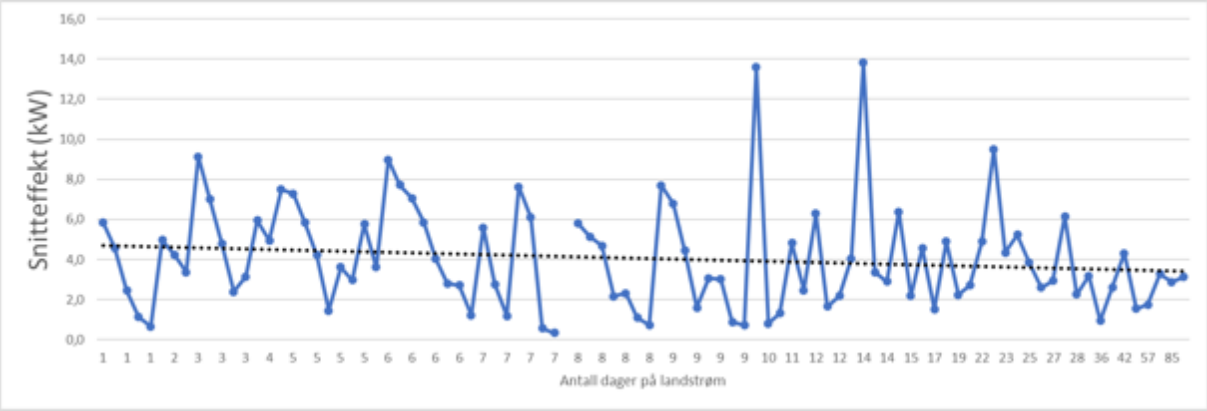


Ingen tydelig trend på byggeår eller antall dager på strøm. Der er flest fartøy mellom 14 og 15 meter, og de større har litt høyere forbruk enn de minste.

Beregnet snitteffekt landstrøm for fartøysgruppen som helhet: 5,8 kW
Snitteffekt på båter fra 2010 og nyere: 6,2 kW

Fartøygruppe 15-21 meter

Totalt 92 avregninger. 18 ulike fartøy.



Ingen tydelig trend på alder eller antall døgn på strøm.

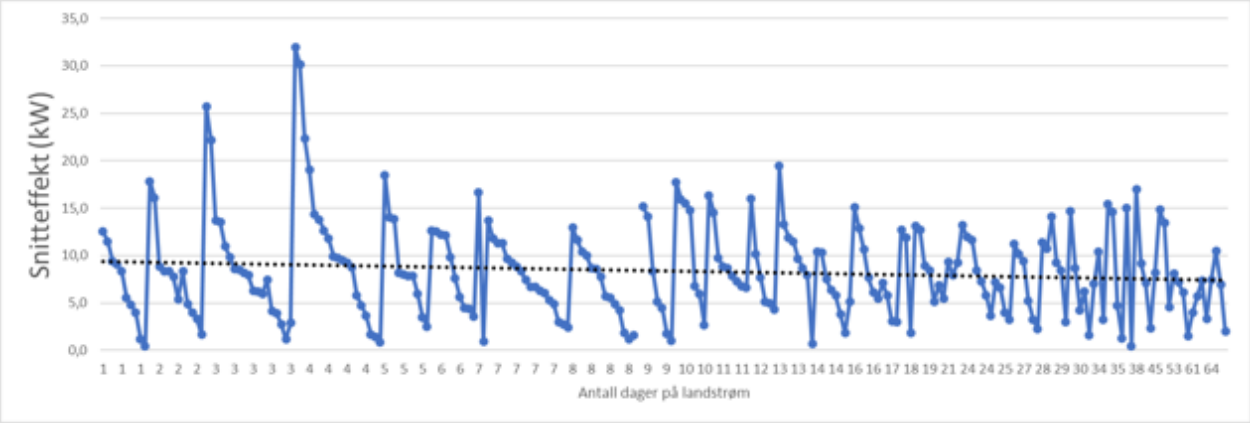
Beregnet snitteffekt på denne fartøygruppen: 4,1 kW. (Altså lavere enn de mindre båtene
Snitt på fartøy fra 2010 og nyere: 6,77 kW

Høyeste snitt: 19,5 kW over 2 døgn. Lengde fartøy, 14,99m.

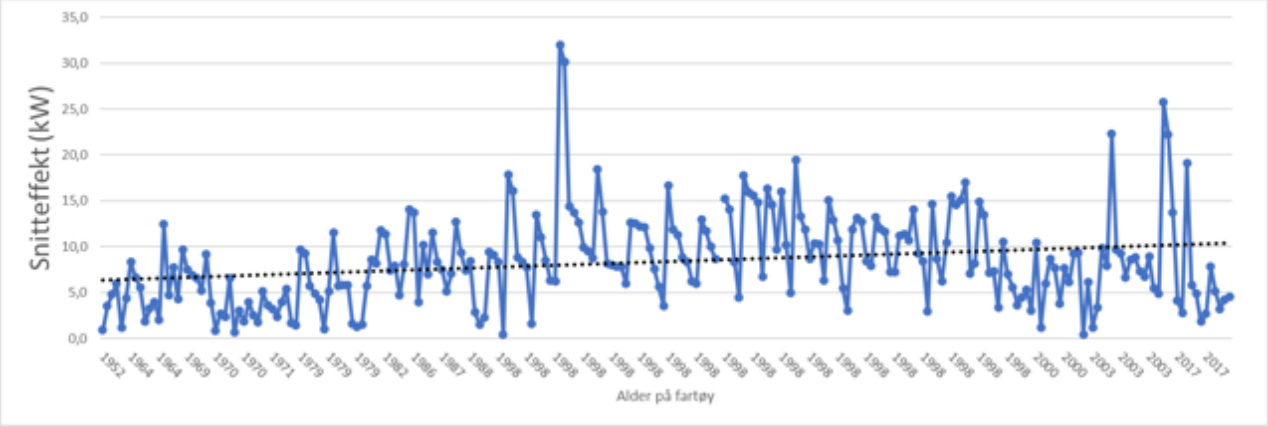
Fartøygruppe 21-28 meter

Totalt 245 avregninger. Totalt 18 fartøy.

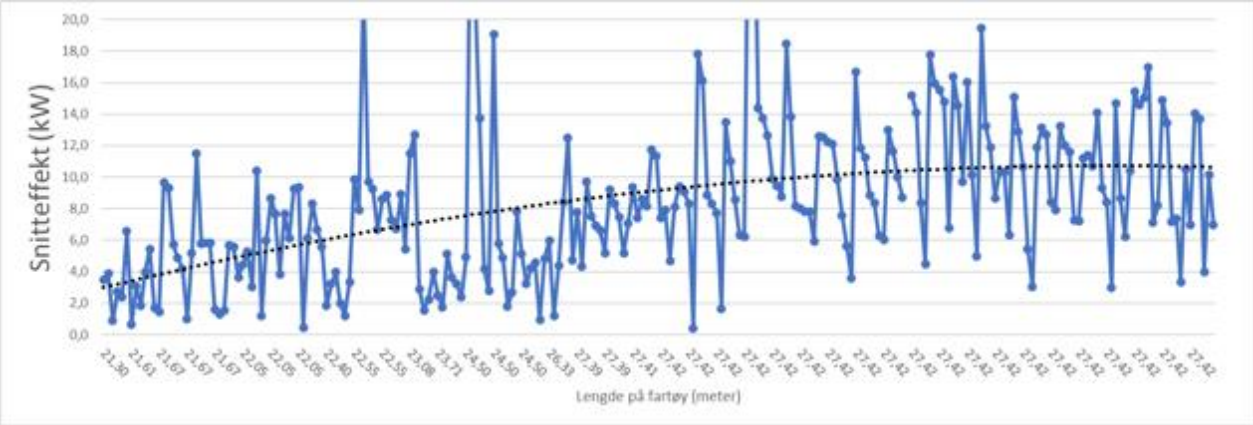
Antall dager på landstrøm:



Etter alder på fartøy:



Etter lengde på fartøy:

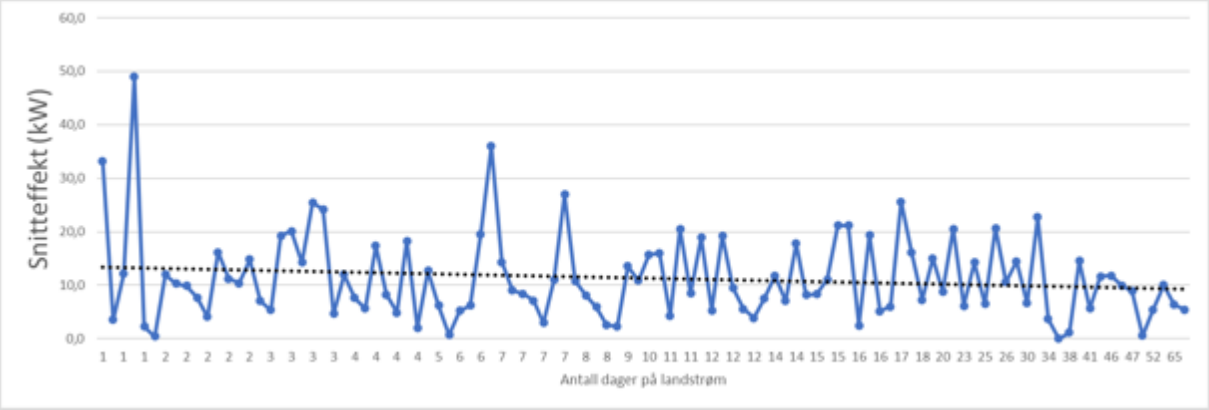


Snitteffekt for hele fartøygruppen: 8,37 kW
Samme snitteffekt for båt nyere enn 2010.
Høyeste snitteffekt: 32 kW (snitt over 4 døgn).

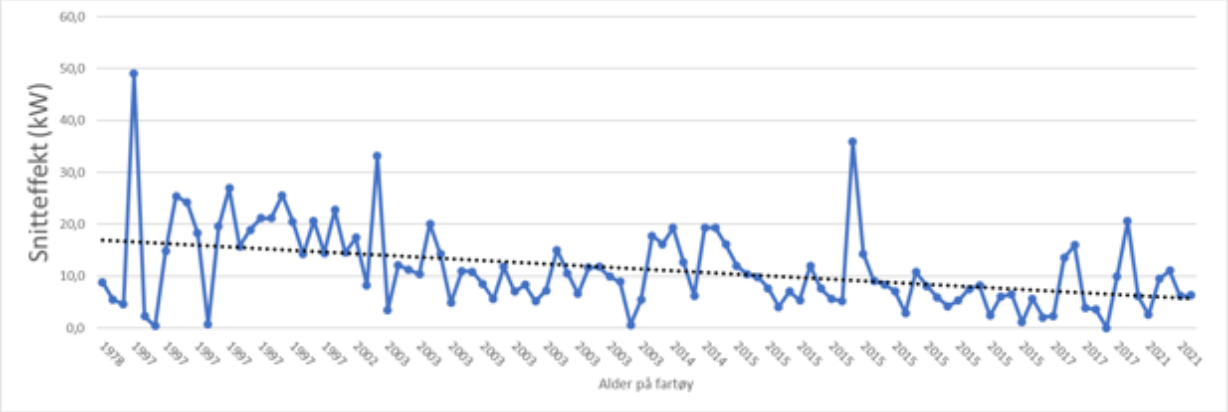
Fartøy over 28m lengde

Totalt 104 avregninger. 14 forskjellige fartøy.

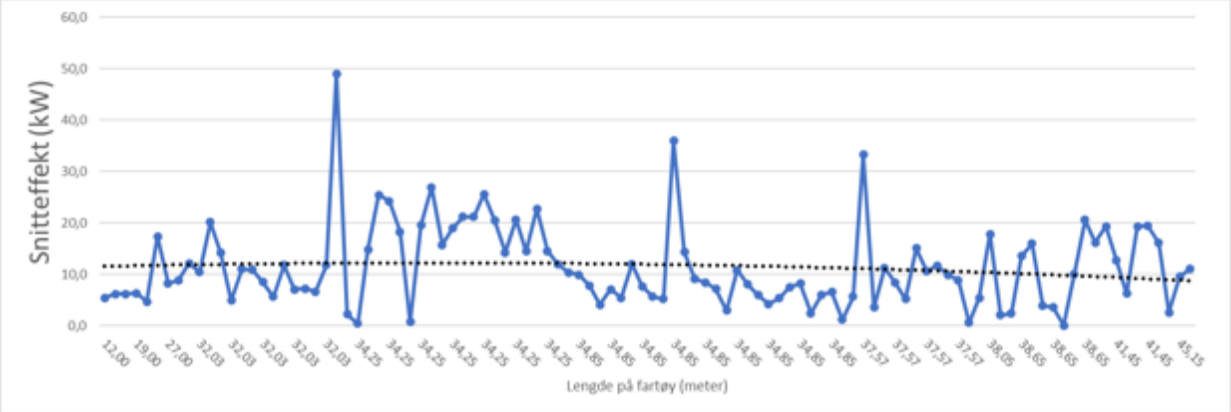
Sortert etter antall dager tilkoblet:



Sortert etter alder på fartøy:



Sortert etter lengde på fartøy:



Trend: båtene fra 70-tallet klarte ikke å bruke like mye som båter fra 1997. Båter som ligger lenge bruker mindre (mer inaktiv)

Snitteffekt for hele fartøygruppen: 11,4 kW
Snitteffekt båter nyere enn 2010: 9,2 kW
Høyeste snitteffekt: 49 kW (snitt over 1 døgn, lengde 34m)