

Energisystem for en fremtidsrettet logistikk-hub i Bodø Havn



Innhold

| | |
|--|----|
| 1.Sammendrag..... | 3 |
| 2.Innledning | 4 |
| 3.Søker | 4 |
| 3.1 Om søker..... | 4 |
| 3.2 Prosjektdeltakere | 6 |
| 3.3 Om hovedprosjektet: Transformasjon av Bodø Havn..... | 6 |
| 3.3.4 Metode..... | 10 |
| 3.4 Om Konseptutredningen..... | 11 |
| 3.4.1 Formål | 11 |
| 3.4.2 Systemgrenser, teknologi og relevans | 12 |
| 3.4.3 Problemstilling og løsninger/arbeidspakker | 13 |
| 4. Resultat | 14 |
| 4.1 Arbeidspakke 1: Energi- og effektbehov | 14 |
| 4.1.1 Energiprofil bygg | 14 |
| 4.1.2 Energi- og effektanalyse kjøretøy og havneoperasjoner | 17 |
| 4.1.3 Energi- og effektanalyse fartøy | 18 |
| 4.1.4 Totalt energi- og effektbehov | 19 |
| 4.2 Arbeidspakke 2: Utredning av ny teknologi..... | 19 |
| 4.2.1 Lokal fornybar energiproduksjon..... | 19 |
| 4.2.2 Energilagring: Batteripakker | 25 |
| 4.2.3 Mobilitet..... | 26 |
| 4.2.4 Helhetlig drift av energisystem | 28 |
| 4.2.5 Effektivt logistikksystem | 29 |
| 4.3 Arbeidspakke 3: Scenarioanalyse..... | 31 |
| 4.3.1 Beskrivelse av scenarioene | 31 |
| 4.3.3 Nettanalyse: Nettkapasitet og driftsforhold i dag og i fremtiden | 32 |
| 4.3.4 Kostnadsanalyse..... | 34 |
| 4.3.5 Klimagassanalyse | 35 |
| 4.4 Arbeidspakke 4: Visualisering | 43 |
| 5 Spredning, kompetanseformidling og kunnskapsgenerering | 45 |
| 6 Risiko og risikodempende tiltak | 46 |
| 7 Veien videre og anbefalinger | 47 |
| Oppsummering | 48 |
| Prosjektøkonomi for konseptutredningen | 49 |
| Vedlegg | 49 |

1.Sammendrag

De utførte analysene av havneområdet har estimert et energibehov for området i 2026 på 17,89 GWh fordelt på 6,72 GWh til bygg, 6,43 GWh til landstrømsanlegget og 4,73 GWh til lading av landside. Estimert effektbehov for området i 2026 er totalt 7,10 MW hvorav 3,20 MW får til bygg, 6,65 MW til landstrømsanlegget og 3,10 MW til lading på landside.

I lys av nettkapasitetsanalysen er det ikke mulig å gjennomføre alle tiltakene for å optimalisere området og få operasjonene inne på området over på nullutslippsløsninger som går på elektrisitet slik det er designet i dag grunnet begrenset kapasitet i dagens nett. Det er derfor helt nødvendig å implementere energieffektive og smarte tiltak på området for å nå satte klima- og energimål.

Solenergianalysen av Bodø havn viser at det er mulig å installere 4,3 MW_p ved installasjon av solceller på tak til eksisterende bygg, som vil gi en forventet årlig produksjon på 2,5 GWh. Ved å inkludere installering av solcelleanlegg på fasadene vil en få en tilleggskapasitet på 1 MW med forventet årlig produksjon på 553 000 kWh. Det er også mulig å installere solceller på pergola på parkeringsplass, og dette vil gi en forventet årlig produksjon på mellom 33 000 – 2 200 000 kWh. Total sett er dermed det årlige potensialet for solstrøm på Bodø Havn estimert til mellom 3,3 – 5,5 GWh.

Varme utgjør en liten andel av energiforbruket på området, men det er for det om viktig å ha et bevisst forhold til. En bør også vurdere å ta inn varme som en mulighet for snøsmelting på vinteren, fremfor brøyting. Ulike varmeløsninger bør implementeres på området for å unngå å bruke den elektriske kapasiteten til oppvarming og kjøling. Varmeløsningene som er vurdert er sjøvarme, geotermisk varme og fjernvarme.

Det er definert et tydelig behov for å minimere, optimalisere og jevne ut energiforbruken på området. Dette bør gjøres gjennom en kombinasjon av utnyttelse av lokal fornybar energi inne på området, energilagring, smart styring, optimal planlegging og sirkulære forretningsmodeller (delingsøkonomi).

Innenfor logistikk delen av utredningen fremkommer det at heving av vei som muliggjør bedre flyt mellom bane og sjø vil optimalisere driften av området både i et økonomisk og et miljømessig perspektiv. Det er identifisert et behov for en ytterligere utredning som inkluderer en livsløpsanalyse for å konkludere, men funnen så langt tyder på at det vil være hensiktsmessig med heving av Jernbaneveien da det vil føre til en økt kapasitet av drift på havneområdet. Dette vil igjen kunne fjerne mye transport fra vei over på bane som vil gi lavere klimaavtrykk.

Resultatene av analysen viser at klimagassutslippene kan reduseres med 37% i scenario 1 og 89% i scenario 2. Fartøy bidrar med store deler av klimagassutslippene i Bodø havn og det er derfor viktig å prioritere tiltak for å redusere klimagassutslippene til fartøy i havn. Tiltak innebærer å tilgjengeliggjøre landstrøm i havn, samt muliggjøre at fartøy kan benytte hydrogen i havn.

Det er viktig å også gjøre tiltak innenfor kjøretøy og terminaler. For kjøretøy er elektrisitet og hydrogen vurdert som energibærere. Begge energibærerne bidrar til en reduksjon i klimagassutslipp. Hvilken energibærer som prioriteres kan vurderes ut i fra tilgangen på kraft og teknologiutviklingen i samfunnet på utviklingstidspunkt.

Avslutningsvis viser denne konseptutredningen viktigheten av å se på området som en helhet for å kunne implementere de mest bærekraftige og effektive løsningene. Dette krever samarbeid på tvers

av aktører og sektorer. Hovedprosjektet har et stort potensiale til å bli et foregangsprosjekt som kan bidra til den grønne omstillingen av Bodø og omegn.

2. Innledning

Bodø Havn er inne i en utviklingsfase hvor Bodø kommune (eier av Bodø havn) ønsker å utvikle havnen til en fremtidsrettet logistikk-hub. Havnene er i en viktig posisjon for å redusere klimagassutslipp og ta i bruk nullutslippsløsninger, samt fungere som både logistikk- og energihub.

Utviklingen av Bodø Havn innebærer bygging av nye terminaler med effektiv godsflyt, samt bedre kobling mellom bane og havn. Det er i den forbindelse viktig å ha en helhetlig tilnærming til områdeutviklingen hvor både transport på land- og sjøside, bygningsmasse og energisystem er integrert. I denne sammenhengen er blant annet energi- og effektbehov, energikilder og energilagring relevant for å planlegge og utvikle et bærekraftig og fremtidsrettet energisystem i havneområdet, samt reduksjon av klimagassutslipp knyttet til virksomheten.

Utslippsreduksjoner vil primært være knyttet til bygninger, havneoperasjoner (kraner, trucker, biler med videre), landbasert trafikk til/fra havn, rutegående trafikk, hurtigbåter og gods- og cruisetrafikk. Næringsarealer og havner er også, på den andre siden, potensielt områder hvor energi- og effektterspørselen kan være høy i perioder. I lys av nasjonale og kommunale klimamål, samt elektrifisering av en rekke sektorer i samfunnet, herunder blant annet mål om nullutslippsenergibærere i transportsektoren (land og sjø), gjør at vi må bruke ressursene i kraftnettet mer effektivt. I tillegg er det viktig å legge til rette for optimalt samspill mellom termisk og elektrisk energi, samt egenproduksjon av fornybar energi og lagring. Det er dermed viktig å ha en helhetlig tilnærming til planlegging og utvikling av næringsarealer. Dette innebærer blant annet å legge et områdeperspektiv til grunn og se bygg, transport og energisystem i sammenheng med hverandre.

Teknologiene og løsningene som utredes i denne konseptutredningen er derfor knyttet til følgende tematikker: helhetlig energisystem, lokal produksjon av energi, energilagring, effektivt logistikksystem og mobilitet.

Et annet viktig formål med denne konseptutredninger er å øke kunnskaps- og kompetanse nivået i Bodø knyttet til helhetlige områdeløsninger. Dette er viktig for den fremtidige utviklingen av Bodøsamfunnet.

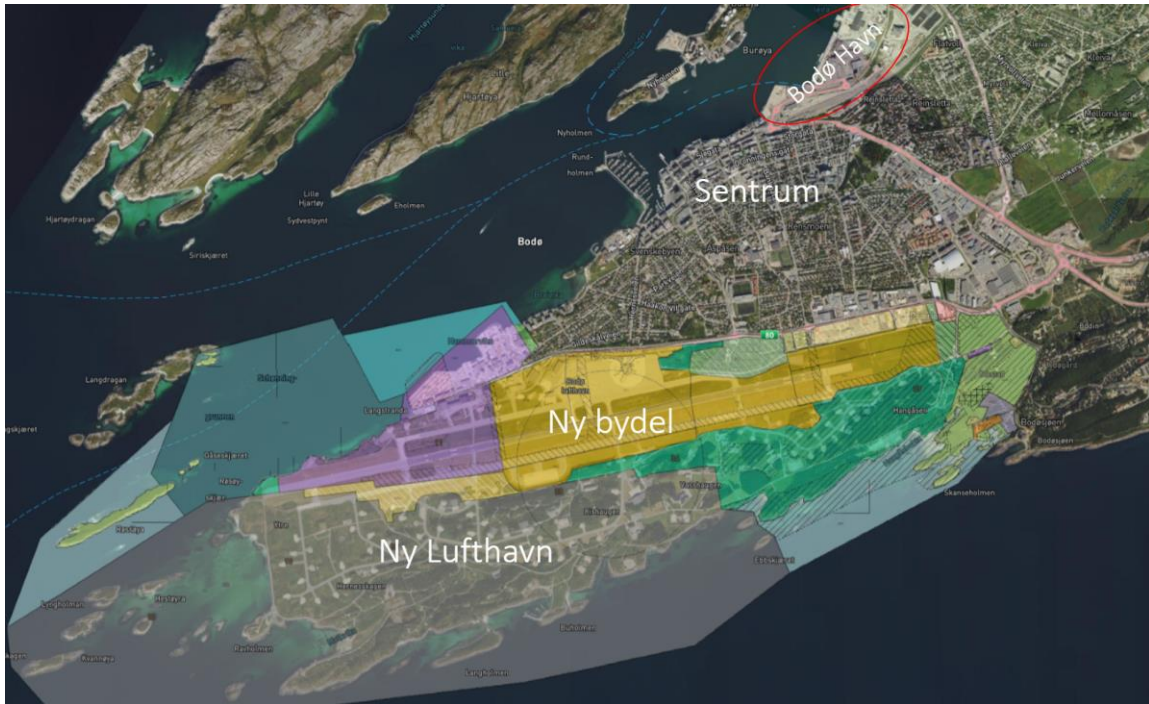
3. Søker

3.1 Om søker

Søker i prosjektet er Bodø kommune, ved Ny by – ny flyplassprosjektet (Nærings- og utviklingsavdelingen). Bodø er Nordlands største by og kommune med 55 000 innbyggere. Byen ligger ytterst på en halvøy ut mot Vestfjorden og er i dag et intermodalt trafikkknutepunkt innenfor vei, bane, flyplass og havn. Lufthavnen er en viktig hub for 11 småflyplasser i Nordland.

Ny by – ny flyplassprosjektet er Bodøregionens «100-årsprosjekt», som egentlig kan sees på som to prosjekter:

- Flytte Bodø lufthavn og sikre tilgang til byutviklingsområdet på om lag 2 900 dekar som historisk har blitt benyttet til militær og sivil flyplassdrift (Ny flyplass)
- Planlegge og legge til rette for ny bydel (Ny by)



Figur 1- Oversiktsbilde Bodø-halvøya med arealendringene som følge av Ny by - ny flyplassprosjektet.

Flytting av Bodø lufthavn er først og fremst begrunnet som et by- og samfunnsutviklingsprosjekt. Det gir Bodøsamfunnet en mulighet for å «ta byen tilbake» etter syv tiår med utvikling ut av sentrum mot henholdsvis øst og nord. Det er fokus på kompakt og sentrumsnær byutvikling; grønn, smart og bærekraftig byutvikling; nullutslipp og sirkulærøkonomi; relevante og nødvendige arealer til vekst og næringsutvikling/verdiskaping.

Bodø er i dag et knutepunkt for kommunikasjon og logistikk, med flyplass, jernbanestasjon, havn og riksvei i umiddelbar nærhet til hverandre. Indre havn i Bodø regnes er betegnelsen av området som ligger innenfor moloen som beskytter sentrum og de indre havneområdene for vær og vind fra sør-vest. Innerst i det indre havneområdet ligger terminalområdet som er regulert i en områdereguleringsplan som Bodø Stamnetterminal. Reguleringsområdet er på ca 564 daa, og av dette er 153 daa havneterminaler/anlegg, 147 daa er jernbane, 98 daa er regulert til næring, 80 daa er vei- og trafikkformål, 63 daa er havneområde i sjø mens 23 daa er annet. I prosjektet Ny by-ny flyplass er det satt av areal til fremtidige havneaktiviteter i den nye bydelen. Dette vil være arealer som blir benyttet til utvidelse av dagens havnerelaterte aktivitet og etablering av nye, mens en styrking av den intermodale koblingen mellom jernbane og sjø på dagens terminalområde ligger som klar strategi for Bodø kommune og Bodø Havn. Arbeidet med utviklingen av det som har fått navnet Nye Bodøterminalen er forankret i Bodø kommunes eierstrategi for Bodø Havn. Bodø Havn er organisert som et kommunalt foretak som eies av Bodø kommune, og Bodø bystyre er havnens øverste organ. Bodø Havn ledes av Bodø havnestyre og den daglige driften av havnen forestås av havneadministrasjonen med havnedirektør som leder.

3.2 Prosjektdeltakere

Tabell 1- Oversikt over prosjektdeltakerne og tilhørende organisasjoner.

| Organisasjon | Navn |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Bodø Kommune | Julie Hinderaker Hagevik |
| Bodø Kommune | Trond Arne Wilhelmsen |
| Bodø Kommune | Tor Gausemel Kristensen |
| Bodø Kommune | Marcus Stensland |
| Bodø Havn/Bodø Kommune (fra juli) | Jan Ove Tangestad |
| Bodø Havn | Erlend A. Willumsen |
| Bodø Havn | Julie Lian |
| Bodø Havn | Marius Wikberg |
| Bodø Havn | Morten Nydal |
| Bodø Havn | Truls Mortensen |
| Bodø Havn | Johnny Harrang |
| Bodø Havn | Jon Arne Nymo |
| Bodø Energi | Rakel Hunstad |
| Bodø Energi | Pål-Ove Henden |
| Fjuel | Svetlana Hansen |
| BE Varme | Eline Olafsrud |
| BE Varme | Robert Helskog |
| Asplan Viak | Sofie Møller |
| Asplan Viak | Usman Dar |
| Asplan Viak | Liv Bjørhovde Rindal |
| Arva | Tarjei Benum Solvang |

3.3 Om hovedprosjektet: Transformasjon av Bodø Havn

Hovedprosjektet er å transformere dagens terminalområde i Bodø havn KF til å bli en fremtidsrettet logistikk hub, bestående av innovative energi- og klimaløsninger i bygg, område og energisystem. Et mulighetsstudie ble gjennomført i 2019 og et forprosjekt løper fra august 2022 til medio januar 2023. I forprosjektet skal området designes og være ferdig planlagt som et moderne intermodalt knutepunkt og terminalområde. Resultatene fra denne Konseptutredningen har blitt implementert i forprosjektet. Parallelt med forprosjektet pågår det en reguleringsprosess for Nye Bodøterminalen som skal sendes inn til førstegangs behandling i mars 2023. Etter at reguleringsplanen er ferdig behandlet vil Bodø Havn KF legge frem planene for bystyret i Bodø I henhold til planen skal første byggetrinn kunne være i gang tidligst mot slutten av 2023 og terminalområdet skal kunne stå ferdig utbygd i 2026.



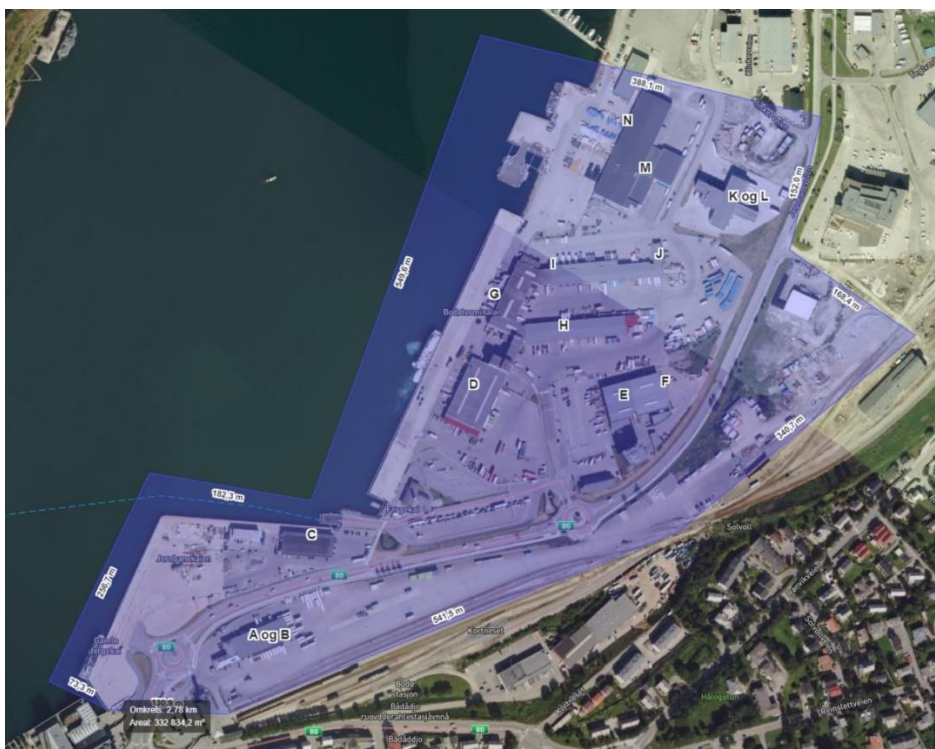
Figur 2- Oversiktsbilde over dagens havneområde.

Beliggenheten er illustrert i figur 1 og 2, hvor figur 1 viser området i en større skala (den røde sirkelen oppe i venstre hjørne) imens figur 2 viser et nærbilde av området. Transformasjonsområdet omfatter følgende: Nybygg – områdeutvikling – energisystem og transportløsninger. Bygningstypene på området er terminalbygg, lager, kjølelager, fryselager, kontorbygg, landstrømsanlegg, havn, tog og sivilforsvar. Tabell 2 viser en oversikt over bygningsmasse og tilhørende areal, både før og etter transformasjonen.

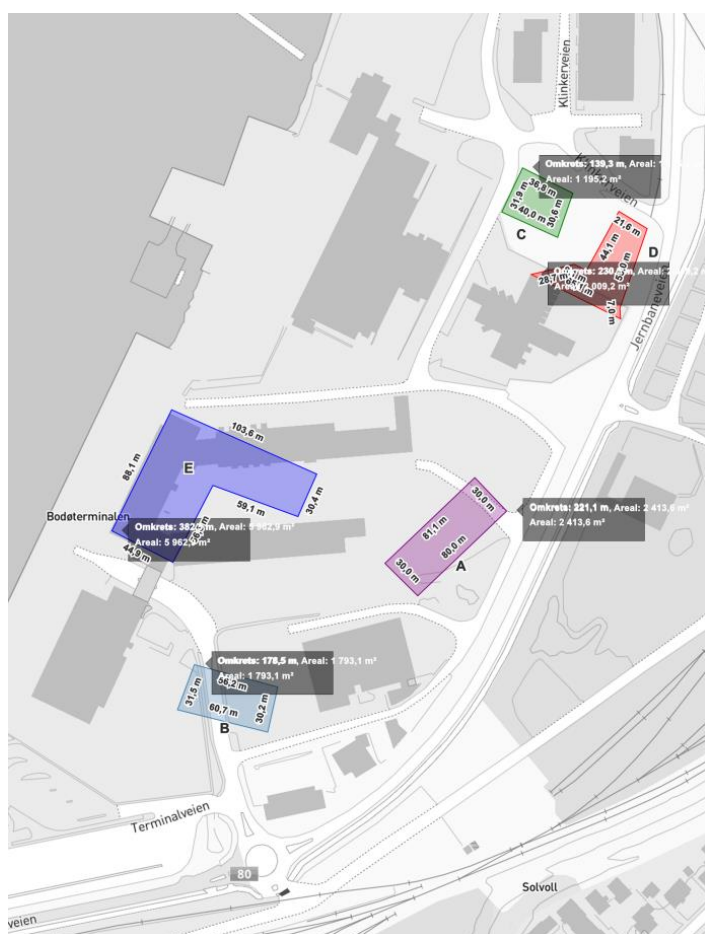
Tabell 2 - Oversikt over bygningsmasse før og etter transformasjonen.

| | Bygg | Bedrift/organisasjon | Grunnflateareal (m2) |
|-------------------|------------|-----------------------------------|----------------------|
| Eksisterende bygg | A | Cargonett | 456 |
| | B | Schenker (utgår) | 1786 |
| | C | Zahl Transport | 1469 |
| | D | Nor Lines | 3638 |
| | E | Bodø Glass og Ramme | 1308 |
| | F | Drag Industrier | 1605 |
| | G | Bodø Havn | 2864 |
| | H | Svenns Transport | 2561 |
| | I | Post Nord | 2653 |
| | J | SB Transport | 188 |
| | K | Bama | 1784 |
| | L | Asko | 349 |
| | M | Tine | 4669 |
| | N | Løvold | 2210 |
| | O | Sivilforsvaret | 0 |
| P | Fjuel Bodø | 0 | |
| <i>Sum</i> | | | 27540 |
| Nye bygg | A | Terminalbygg med kontor | 2414 |
| | B | Terminalbygg med kontor | 1793 |
| | C | Lager med kontor | 1195 |
| | D | Terminalbygg med kontor | 2009 |
| | E | Industribygg med butikk og kontor | 5963 |
| <i>Sum</i> | | | 13374 |

Figur 3 viser en oversikt over terminalbyggene som ligger innenfor havneområdet. Terminalbyggene ble etablert på slutten av 1970- og på 1980- tallet. Jernbanetraseen går parallelt med havnen, men forbindelsen mellom jernbane og havn er dårlig utbygd. I dag lastes containere av toget, på lastebiler for så å bli lastet av lastebiler og deretter på skip eller videre distribuert via mindre transportenheter.



Figur 3 - Oversiktsbilde over eksisterende bygningsmasse på Bodø Havn.



Figur 4 - Oversiktsbilde over de nye byggene som skal være på plass etter transformasjonen.

Figur 4 viser hvor de nye byggene vil bli plassert etter transformasjonen.

Bodø kommune vedtok i 2018 en ny eierstrategi for Bodø Havn KF hvor det uttrykkes tydelige ambisjoner om å utvikle havnen til en fremtidsrettet logistikk-hub:

- Bodø Havn skal arbeide for å videreutvikle Bodø som multimodalt (bruk av to eller flere forskjellige transportmidler) knutepunkt.
- Bodø Havn skal involveres og aktivt bidra i utviklingen av Bodø som et effektivt nasjonalt kommunikasjonsknutepunkt for flytrafikk, sjøtrafikk, jernbane og vegtrafikk med bærekraftig logistikk.
- Bodø Havn skal aktivt jobbe med å gjøre Bodø til omlastningscenter for gods fra jernbane til båt.

Som ledd i operasjonaliseringen av eierstrategien, gjennomførte Bodø Havn KF et mulighetsstudie som involverte alle leietakerne/kundene i terminalbyggene, samt potensielle nye leietakere i en fremtidig logistikk-hub. Studien avdekket at leietakerne ser et stort potensial i Bodø som sentralt knutepunkt for logistikk, men at det var stort behov for en modernisering av bygningsmassen på terminalområdet, tilrettelegging for intermodalitet knyttet til logistikk-korridorer og fellesfunksjoner på terminalområdet. Konsekvensen av å ikke gjøre noen endringer vil kunne være at kundene flytter sine aktiviteter til andre områder.

Hovedfunn fra spørreundersøkelse fra kundene:

- Aktørene har tro på Bodø som knutepunkt for gods
- Dagens bygningsmasse er utdatert
- Stort ønske om nye terminaler
- Mer effektiv godsflyt er nødvendig for et godt og troverdig tilbud

Bodø Havn KF jobber nå med å fornye sitt verdiløfte til kundene som handler om å tilby moderne terminalbygg og effektiv godsflyt mellom bane og båt. Samtidig jobber foretaket med å formulere sitt verdiløfte til eierne og samfunnet om at foretaket skal utøve samfunnsansvar gjennom å iverksette tiltak som bidrar til at kommunen oppfyller målsettinger og forpliktelser innen klima-, energi- og miljøpolitikken. Overordnet er dette i tråd med nasjonale politiske føringer om at havner skal bidra aktivt i at gods i størst mulig grad skal overføres fra vei til sjø (og bane). Bærekraft og lønnsomme forretningsmodeller bør gå hånd i hånd.

Bodø Energi AS og Bodø havn KF har gått sammen om å etablere selskapet Fjuel Bodø AS.¹ Fjuel Bodø AS skal tilby, overføre og fordele energi sikkert og effektivt til kundene på områder Bodø Havn KF disponerer. I 2021 har selskapet arbeidet sammen Bodø Havn KF for å få ferdigstilt flere landstrømsanlegg. Anleggene skal være tilgjengelig for ulike typer skip og skal levere en kraftpris til operatøren/eieren av skipene som kan konkurrere med skipenes kostnader for fossilt drivstoff. Landstrømsanlegg kan brukes til lading og/eller ordinær hoteldrift av skip.

3.3.4 Metode

Denne konseptutredningen har blitt gjennomført ved at en har delt opp prosjektet i delleveranser på de ulike teamene i tråd med arbeidspakketematikken. Det har derfor blitt laget en rekke notater som går i dybden på de ulike temaene. Her blir løsninger, muligheter og problemstillinger belyst. Denne sluttrapporten er en oppsummering av funnene i de utførte analysene som ligger i de vedlagte notatene. Se derfor vedlegg for enda mer utdypende utredninger.

¹ Fjuel Bodø AS ble stiftet 12.februar 2021. Selskapet er eid 51 % av Bodø Energi AS og 49 % av Bodø Havn KF.

Konseptutredningen ble gjennomført mellom januar og september 2022, og sluttrapporten skrevet etter dette.

3.4 Om Konseptutredningen

Ambisjonene til eier av Bodø havn KF, Bodø Kommune, er å videre utvikle havnen til en fremtidsrettet logistikk-hub. Dette innebærer bygging av nye terminaler med effektiv godsflyt. Det er behov for å se på området som en helhet (energi- og effektbehov, energikilder, energilagring, samt en helhetlig tilnærming til energisystemet) for å kunne oppnå et bærekraftig og fremtidsrettet energisystem i havneområdet og å redusere klimagassutslippene knyttet til virksomheten i størst mulig grad. Utviklingen av Bodø havn vil være et prosjekt som pågår over flere år.

Tidligfaseplanlegging og valgene som tas nå vil ha stor betydning for hvilke muligheter Bodø havn, Bodø kommune og andre utviklere har i senere faser. Viktigheten av tidligfaseplanlegging i utvikling av områder med høye energi- og klimaambisjoner er en av mange innsatsområder..

3.4.1 Formål

Formålet med denne konseptutredningen er å danne et kunnskapsgrunnlag som skal bidra til å utvikle Bodø Havn til en fremtidsrettet logistikk-hub, samtidig som en skal bygge kompetanse og erfaring som kan overføres til andre prosjekter i Bodø, slik som Ny By – Ny Flyplassprosjektet. Å transformere et havneområde i den skala som er planlagt krever samarbeid og allianser langs flere akser. Man må ha finansielt mulighetsrom til å ta større investeringer, det er behov for kompetanse innenfor eiendomsutvikling, helhetlig planlegging av fremtidsrettede, integrerte energisystemer, nye byggetekniske standarder, reguleringsarbeid og prosjektledelse. Fra å være et sekundært fokus, har utviklingen av et bærekraftig energisystem på havna, miljø og klimaregnskap seilet opp som en del av primærleveransene.

Bodø Havn skal være et fremtidsrettet foretak og representere en standard som tar bærekraftig utvikling på alvor.

Ambisjonen er å legge til rette for smarte løsninger og praksis for havn og terminal, og således bidra til å redusere de klima- og miljøutfordringene som verden står overfor. Bodø Havn har som ambisjon å fokusere stadig sterkere på miljøfremmende tiltak og som et viktig steg på veien ble havnen Miljøfyrtårnsertifisert i mai 2009 som den andre havnen i Norge.

I utgangspunktet representerer FN sine bærekraftsmål en mulighet heller enn en barriere for havnen til å skape, levere og kapre verdier.

I det daglige har Bodø Havn KF implementert fire av FNs bærekraftsmål i sin strategi:

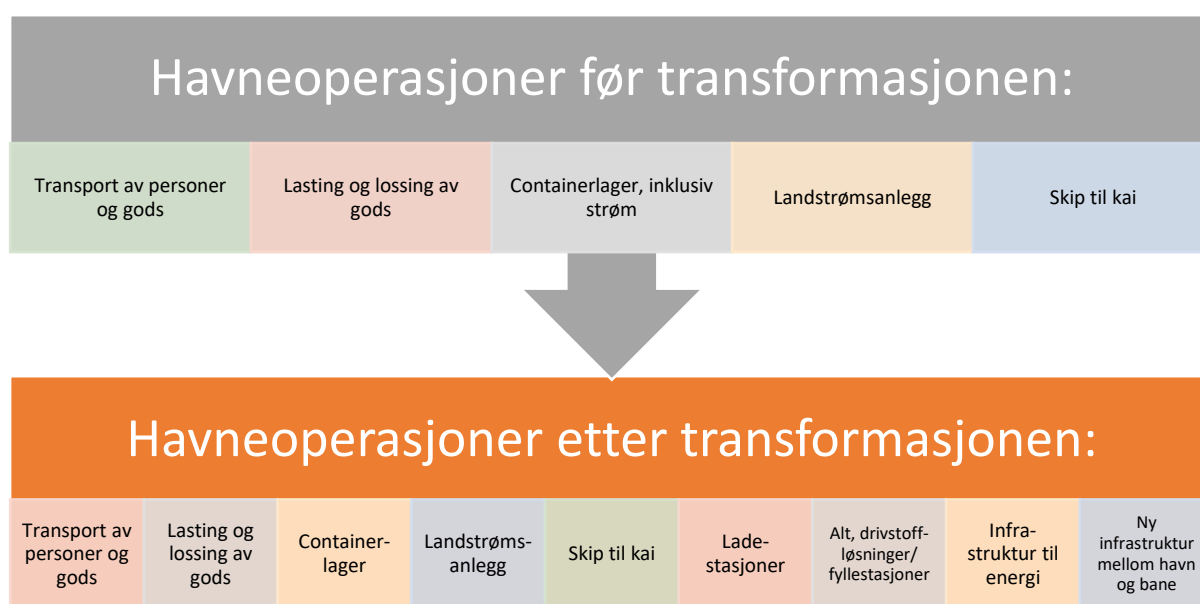
- Mål nr. 9 Innovasjon og infrastruktur med overordnet målsetting om bærekraftige investeringer.
- Mål nr. 11 Bærekraftige byer og samfunn med overordnet målsetting om bærekraftig utvikling.
- Mål nr. 14 Livet i havet med overordnet målsetting om redusert avfall og utslipp i sjø.
- Mål nr. 17 Samarbeid for å nå målene, som et overordnet fundamentet i alt arbeidet til Bodø Havn.

3.4.2 Systemgrenser, teknologi og relevans

3.4.2.1 Systemgrenser

Systemgrensen for analysen er satt til det lilla skisserte området i figur 3. Område går langs havnen, bort forbi Løvold (bygg N og M), langs Jernbaneveien og ned ut til havet rundt kanten der landstrømsanlegget til Fjuel er lokalisert. Det totale arealet er på 332 834.2 m². Landstrømanlegget er lokalisert i utstikkeren nede til høyre i figur 3.

Denne konseptutredningen avgrenses til kun havneoperasjoner når fartøyene ligger til land, altså inkluderes ikke forbruk og utslipp når fartøyene er i drift på havet. Alle havneoperasjoner som foregår på land er inkludert, samt trafikk inn- og ut av havnen.



Figur 5 - Havneoperasjoner før og etter transformasjonen.

3.4.2.2 Teknologistatus

Løsningene som har blitt utredet inneholder ny teknologi, men ikke teknologi som ikke har blitt demonstrert før. Hovedvekten av teknologien som er blitt vurdert er markedsklar og det har derfor ikke vært forskningsresultater til grunn i gjennomføringen.

3.4.2.3 Relevans

Uten denne konseptutredning og forprosjektet, ville terminalene og trolig området kun bli bygd i henhold til krav i gjeldende byggetekniske standard. Energi, effekt og utslippsbesparende tiltak innenfor områdene som blant annet lokal energi produksjon, energilagring og se synergier knyttet til mobilitet innen området ville ikke blitt utredet, vurdert eller implementert. Området ville dermed blitt utviklet og bygd ut uten et helhetlig energisystem og områdetenkning. Denne utredningen er i så måte nødvendig og utløsende for å løfte ambisjonsnivået knyttet til energi-, effekt- og klimadimensjonen og for å gjennomføre prosjektet som et områdeløft også i et klimaperspektiv.

3.4.3 Problemstilling og løsninger/arbeidspakker

Problemstillingene er kategorisert i form av arbeidspakker i konseptutredningen.

| Arbeidspakke | Innhold |
|---|--|
| AP1: Dagens energi- og effektbehov | Kartlegging av energi- og effektbehov for bygninger, kjøretøy, fartøy og havneoperasjoner <ul style="list-style-type: none"> • Energiprofil i eksisterende bygninger • Energibehov for fartøy og havneoperasjoner • Energibehov for kjøretøy på havnen |
| AP2: Utredning av ny teknologi | Lokal fornybar energiproduksjon <ul style="list-style-type: none"> • Solceller • Sjøvann (varmepumpe) Energilagring <ul style="list-style-type: none"> • Batteripakker Mobilitet <ul style="list-style-type: none"> • Land- og ladestrøm til fartøy |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Ladefunksjonalitet for lette og tunge nyttekjøretøy • Hydrogen Helhetlig drift av energisystem <ul style="list-style-type: none"> • Deling av energi mellom bygg • Målerinfrastruktur med tilstrekkelig tidsoppløsning • Aktuatorer på utvalgte laster for mulig fleksibilitetutnyttelse • Mikro grid/ industrinett med smartgrid funksjonalitet • Muligheter for 3. part til å hente ut data Effektivt logistikkssystem <ul style="list-style-type: none"> • Effektiv omlasting av gods fra jernbane til skip • Fellesfunksjoner for godsaktører, eks. flåte av elektriske trucker innenfor havneområdet • Bookingsystem for lading av nyttekjøretøy |
| AP3: Scenarioanalyse | <ul style="list-style-type: none"> • 2 scenarioer pluss referanse scenario • Energi- og effektbehov • Nettanalyse: Nettkapasitet og driftsforhold i dag og i fremtiden • Kostnadsanalyse • Klimagassanalyse |
| AP4: Visualisering | <ul style="list-style-type: none"> • Visualisering av energisystem for bygg og transport i kart – digital tvilling (GIS basert framstilling) - for involvering av beslutningstakere, leietakere godsterminaler og øvrige interessenter |

Figur 6 - Oversikt over prosjektets arbeidspakker som er utarbeidet for å svare ut på problemstillingene i konseptutredningen.

Som vist i arbeidspakkene har det vært gjennomført en kartlegging av dagens energi- og effektbehov som inkluderte bygninger, fartøy, havneoperasjoner og kjøretøy (AP1). Det ble deretter utført en

utredning av ny teknologi som potensielt kan tas i bruk på området (AP2). Deretter ble det laget scenarier som simulerte hvordan ny teknologi vil påvirke energi- og effektbehovet, klimagassutslippene og hvordan det vil påvirke nettet (AP3). Konseptutredningen benyttet et data- og visualiseringsverktøy for å fremstille funnen (AP4). Dette er viktig for å synliggjøre resultatene, samt for å spre kunnskapen.

4. Resultat

4.1 Arbeidspakke 1: Energi- og effektbehov

For å kunne utføre analysene for transformasjonsområdet var det behov for en oversikt over dagens energi- og effektbehov på området. Denne arbeidspakken har derfor kartlagt energi- og effektbehovet for bygninger, kjøretøy, fartøy og havneoperasjoner gjennom å hente inn energiprofiler i eksisterende bygninger, energibehovet for fartøy og havneoperasjoner og energibehovet for kjøretøy på havnen. I tillegg har prosjektet estimert fremtidig energibehov på de nye byggene gitt at de bygges etter dagens byggeteknisk forskrift. Dette ble gjort for å kunne ha et sammenligningsgrunnlag med og uten ekstra energieffektivisering tiltak. Det samme ble gjort for elektrifisering av kjøretøys-, maskin- og fartøysparkene på området.

Det ble forsøkt å hente ut data med høyest mulig oppløsning, men grunnet ulike aktører på området og ulike operasjoner var det ikke mulig å hente inn i samme oppløsning på absolutt alle komponentene. Til tross for dette ble det dannet et tilstrekkelig datagrunnlag for å utføre de planlagte analysene.

4.1.1 Energiprofil bygg

4.1.1.1 Eksisterende bygningsmasse

Tabell 3 -viser en oversikt over eksisterende bygninger på området.

| Bygg | Eier/leietaker |
|------|---------------------|
| A | Cargonett |
| B | Schenker |
| C | Zahl Transport |
| D | Nor Lines |
| E | Bodø Glass og Ramme |
| F | Drag Industrier |
| G | Bodø Havn |
| H | SvennsTransport |
| I | Post Nord |
| J | SB Transport |
| K | Bama |
| L | Asko |
| M | Tine |
| N | Løvold |

Tabell 3 - Oversikt eksisterende bygninger på området.

Byggene H og I/J skal rives. Energi- og effektbruken er dermed ikke inkludert i det videre arbeidet. Imidlertid så legges det til grunn at de nye byggene som skal oppføres skal være i henhold til TEK17 standard.

Eksisterende byggs bruksområde og målt energiforbruk er beskrevet i tabellen under. Noen av byggene har felles måler, som gjør at tabellen ikke er helt i samsvar med oversikten ovenfor.

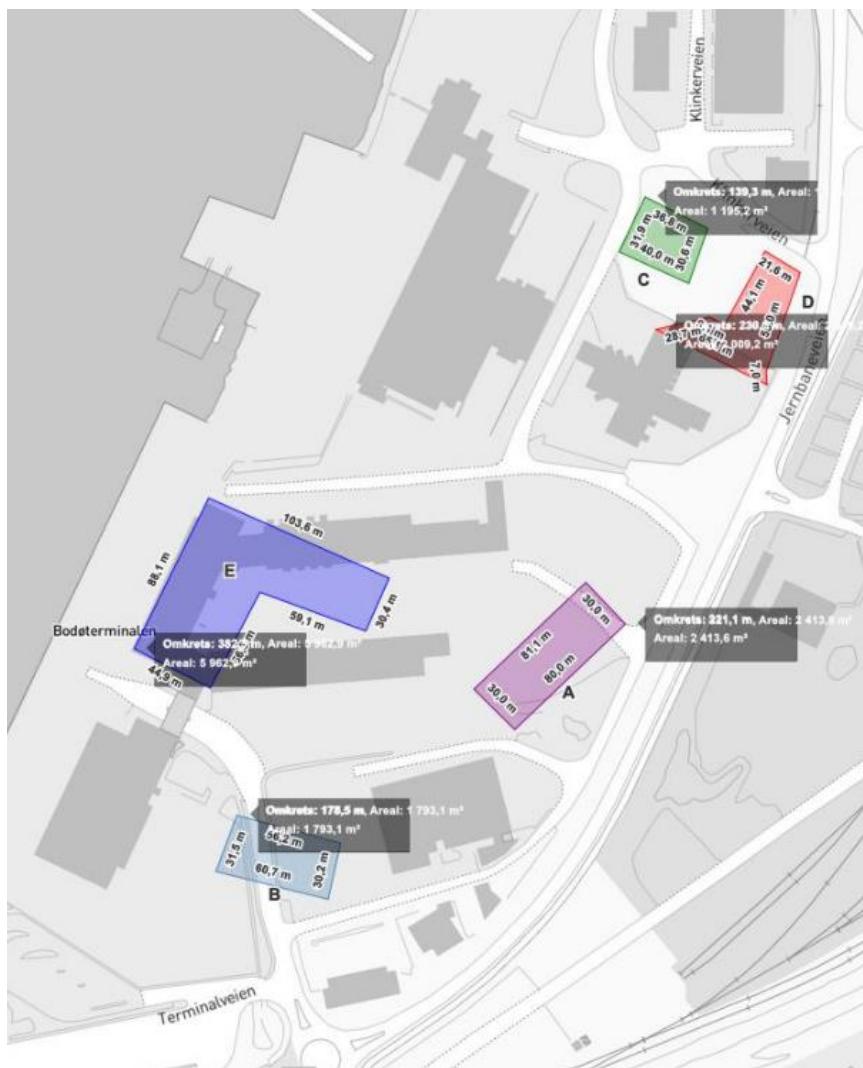
Tabell 4 - Oversikt over energiforbruket i byggene.

| Eksisterende bygg | | | |
|-------------------|--|--|----------------------|
| B | | Terminalbygg, 10% kontor,temperertlager | 425 000 |
| C | | Terminalbygg, 10% kontor,temperertlager | 40 338 |
| D | | Terminalbygg, 10% kontor,temperertlager | 390 145 |
| E | | Kontor og produksjon | 149 000 |
| F | | Kontor og produksjon/lager | 200 000 |
| G | | Terminalbygg, 10% kontor,temperertlager,servicebygg | 750 000 |
| L | | Terminalbygg frys/kjøøl, 10 % kontor, temperertlager | 494 000 |
| N | | Produksjon, kontorer, temperertlager, kjøøl/frys | 1 780 000 |
| O | | Kontor | 107 000 |
| Q | | Kontor, stasjon lokkstell | 297 000 |
| | | | 4 632 483 kWh |

En sammenstilling av de siste års forbruk gir en samlet høyeste effekttopp på 2 175 kW. Energiforbruksprofiler for byggene er utarbeidet basert på målerdata for 2019-2021.

4.1.1.2 Ny bygningsmasse etter transformasjonen

I tråd med foreløpige planer skal det etableres fem nye bygg, og dette vil utgjøre 14 000 m². De nye byggene er vist i kartutsnittet i farger i figur 7.



Figur 7 - Utskrift fra Norkart over Bodø Havn - etter transformasjonen i 2026.

De planlagte nye byggenes bruksområde og beregnet energiforbruk er beskrevet i tabell 5.

Tabell 5 - Oversikt over de nye byggenes bruksområder og energiforbruk.

| Nye bygg | Kvm | Kategori | TEK17 kwh/kvm | |
|----------|--------------|---|---------------|----------------------|
| Nybygg A | 3000 | Terminalbygg, 10% kontor, temperertlager | 140 | 420 000 |
| Nybygg B | 1800 | Terminalbygg frys/kjøøl, 10 % kontor, temperertlager | 150 | 270 000 |
| Nybygg C | 1200 | Terminalbygg, 10% kontor, temperertlager | 140 | 168 000 |
| Nybygg D | 2000 | terminal og butikk, 200 kvm kjøøl, 10% kontor, temperertlager | 200 | 400 000 |
| Nybygg E | 6000 | Terminalbygg, 10% kontor, temperertlager | 140 | 840 000 |
| | 14000 | | | 2 098 000 kWh |

Det er estimert et behov for installert effekt på 1 000 kW.

4.1.1.3 Termisk energibehov

I henhold til gjeldende byggeteknisk forskrift (TEK17) er det krav om at alle bygninger over 1 000 m² skal ha energifleksible varmesystemer (dvs. termisk energi)². I tråd med preaksepterte ytelser skal energifleksible systemer dekke minimum 60% av normert netto varmebehov³.

Det legges til grunn at om lag 20% av energibehovet i de nye byggene kan dekkes av termisk energikilder. Dette utgjør 420 000 kWh (0,42 GWh) per år. Det antas at effektbehovet som kreves for å dekke dette varmebehovet er begrenset. Erfaringstall fra Posten tilsier at de nye byggenes termiske energibehov utgjør 0,5 MW.

4.1.2 Energi- og effektanalyse kjøretøy og havneoperasjoner

Det er mye aktivitet innenfor området som dekkes av denne konseptutredningen, i form av kjøretøyer på havna, fartøy og maskiner til havneoperasjoner. Det er forsøkt å estimere ladebehovet til kjøretøys- og maskinparken i 2026 i form av hvor mye energi og effekt denne vil ha behov for.

Basert på innhentet tall fra aktørene som er aktive på havneområdet er det følgende kjøretøy som er tilknyttet området (ikke inkl. Schenker):

| Type kjøretøy | Antall | Tilknyttet H, I og J | Tilknyttet resterende |
|----------------------------|--------|----------------------|-----------------------|
| Kjøretøy under 3,5 t | 23 | 15 | 8 |
| Kjøretøy over 3,5 t | 83 | 45 | 37 |
| Hjullaster/terminaltraktor | 10 | | 10 |
| Gaffeltruck | 31 | 13 | 18 |
| Stortruck | 10 | 2 | 8 |
| Gravemaskin/Arbeidsmaskin | 2 | | 2 |

Tabell 6 - Oversikt over kjøretøy tilknyttet området.

Planene til aktørene på havnen tilsier at det er mest aktuelt med to typer ladeinfrastruktur; 22kW lading for mindre kjøretøy og 50 kW depotlading for de større kjøretøyene. I tillegg er det antatt et behov for å etablere en større lyn-ladestasjon som kan benyttes av både taxinæringen, besøkende større kjøretøy og andre. Løsninger fra andre terminalområder under utvikling tilsier at strømforbruket til lading foruten lynlading vil bli integrert i terminalbyggene både i samme trafostasjon som byggene og med egne trafostasjoner. I denne utredningen har vi sett på lading som et eget forbruk for å synliggjøre dets påvirkning på energisystemet.

Basert på dagens kjøretøy og en forventet elektrifisering fremover vil vi anta følgende for behovet for lading i 2026:

- Alle de nye byggene tilrettelegges for depotlading på 50 kW for alle større kjøretøy som forventes å være tilknyttet byggene. Til sammen 47 depotladere.
- Alle de nye byggene tilrettelegges for 22 kW lading for alle mindre kjøretøy som forventes å være tilknyttet byggene. Til sammen 75 ladere.
- I 2026 vil de kjøretøyene som i dag (2022) er tilknyttet bygg H, I og J (de som rives) være tilknyttet de nye terminalbyggene.

² TEK17, kap. 14 Energi (§ 14-4. Krav til løsninger for energiforsyning) <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-4/>

³ Dette skal være beregnet etter NS 3031:2014, jf. veiledningstekst til TEK17, kap. 14 Energi (§ 14-4. Krav til løsninger for energiforsyning)

- Det etableres ladeinfrastruktur for de øvrige av dagens brukere med følgende kapasitet i 2026:
 - 10 stk. 22 kW ladere
 - 20 stk. depotladere 50 kW
 - 4 lynladere 360 kW

Tabell 7 viser det oppsummerte forventede effektbehov for lading i 2026.

Tabell 7 - Forventet effektbehov fra lading i 2026.

| Type lader | Antall | Effekt pr stk | Sum (kW) |
|---------------|------------|---------------|--------------|
| AC-lader | 85 | 22 | 1 870 |
| DC depotlader | 67 | 50 | 3 350 |
| Lynlader | 4 | 360 | 1 440 |
| | 156 | | 6 660 |

Tabell 8 viser det forventede forbruket knyttet til denne installerte effekten i 2026.

Tabell 8 - Forventet energiforbruk til lading i 2026.

| Type lader | Antall i bruk i 2026 | Sum forbruk per år (kWh) |
|---------------|----------------------|--------------------------|
| AC-lader | 23 | 759 000 |
| DC depotlader | 23 | 2 242 500 |
| Lynlader | 4 | 1 728 000 |
| | 50 | 4 729 500 |

Det forventede forbruk i 2026 legger til grunn at 25% av bilene over 3,5 tonn og om lag 40 % av maskinene benytter depotlading.

4.1.3 Energi- og effektanalyse fartøy

Fjuel Bodø AS har i dag installert landstrømsanlegg innenfor systemgrensen definert i utredningen med en samlet installert effekt på om lag 2,65 MW.

Tabell 9 - Oversikt over forventet effektbehov i 2026 på kaien med dagens landstrømsanlegg i 2026.

| | Effektbehov i 2026 (i kWh) |
|----------------------------|----------------------------|
| Terminalkaia Kystruten NG3 | 1 519 550 |
| Terminalkaia Nord (ro-ro) | 70 000 |
| Terminalkai Sør | 460 000 |
| Sum | 2 049 550 |

I tillegg er det prosess igangsatt med etablering av en kontainerbåtrute med to skip i skytteltrafikk mellom Bodø og Tromsø. Dette vil kreve ytterligere kapasitet, og denne er estimert til å være på 4 MW⁴ (effekt), med et årlig energibehov på 4,38 GWh.⁵

I 2026 legger vi dermed til grunn et behov for samlet installert effekt på 6,65 MW.

4.1.4 Totalt energi- og effektbehov

Vedlegg 1 – Energi- og effektbehov redegjør for energi- og effektbehov i bygningsmasse, kjøretøy og fartøy på transformasjonsområdet. Datanalysene er basert på målerdata fra 2019-2021 samt estimater i henhold til TEK17 på nybyggene.

Oppsummer viser denne analysen at det vil være et samlet estimert energibehov på området på 17,89 GWh i 2026, fordelt på følgende måte:

- Bygg 6,73 GWh
- Landstrømsanlegg 6,43 GWh
- Lading (landside): 4,73 GWh

Videre fremkommer det at effektbehovet på området i 2026 vil være på 13 MW. Hvor 7,1 MW vil være nytt effektbehov på området som følge av elektrifisering og nybygg. Effektbehovet er fordel på følgende måte:

- Bygg: 3,20 MW
- Landstrømsanlegg: 6,65 MW
- Lading (landside): 3,10 MW

4.2 Arbeidspakke 2: Utredning av ny teknologi

4.2.1 Lokal fornybar energiproduksjon

Det er utført en rekke utredninger for å undersøke hvilket potensial område har for produksjon av lokal fornybar energi på området. I følge prosjektbeskrivelsen til konseptutredningen skal denne delen i hovedsak inneholde en analyse av solenergi- og sjøvannspotensialt. Grunnet manglende dyptgående ekspertise på sjøvarmeområdet har prosjektet valgt å utrede for mulighetene for både sjøvarme og geotermiskvarme på en erfaringsinnhentningsmetode. Dette ble gjort ved hjelp av samarbeid med Elektro AS og Løvold AS. Elektro AS har over 20 års erfaring med sjøvarmepumpe ved Bodø Havn og Løvold AS har gjennomført en utredning for å se på potensiale for geotermisk varme ved sine bygg inne på og ved siden av området (N og M). I tillegg er fjernvarme inkludert grunnet området er innenfor BE Varme sitt konsesjonsområdet.

4.2.1.1 Solstrøm

Utredningen i vedlegg 2 - Solkraft er det utført en analyse av solkraftpotensial på Bodø Havn etter planlagt transformasjon i 2026. Utredning viser at det er mulig å installere ca. 4,3 MW_p

⁴ Effektbehov på 4 MW er meldt inn til nettselskapet Arva juni 2022

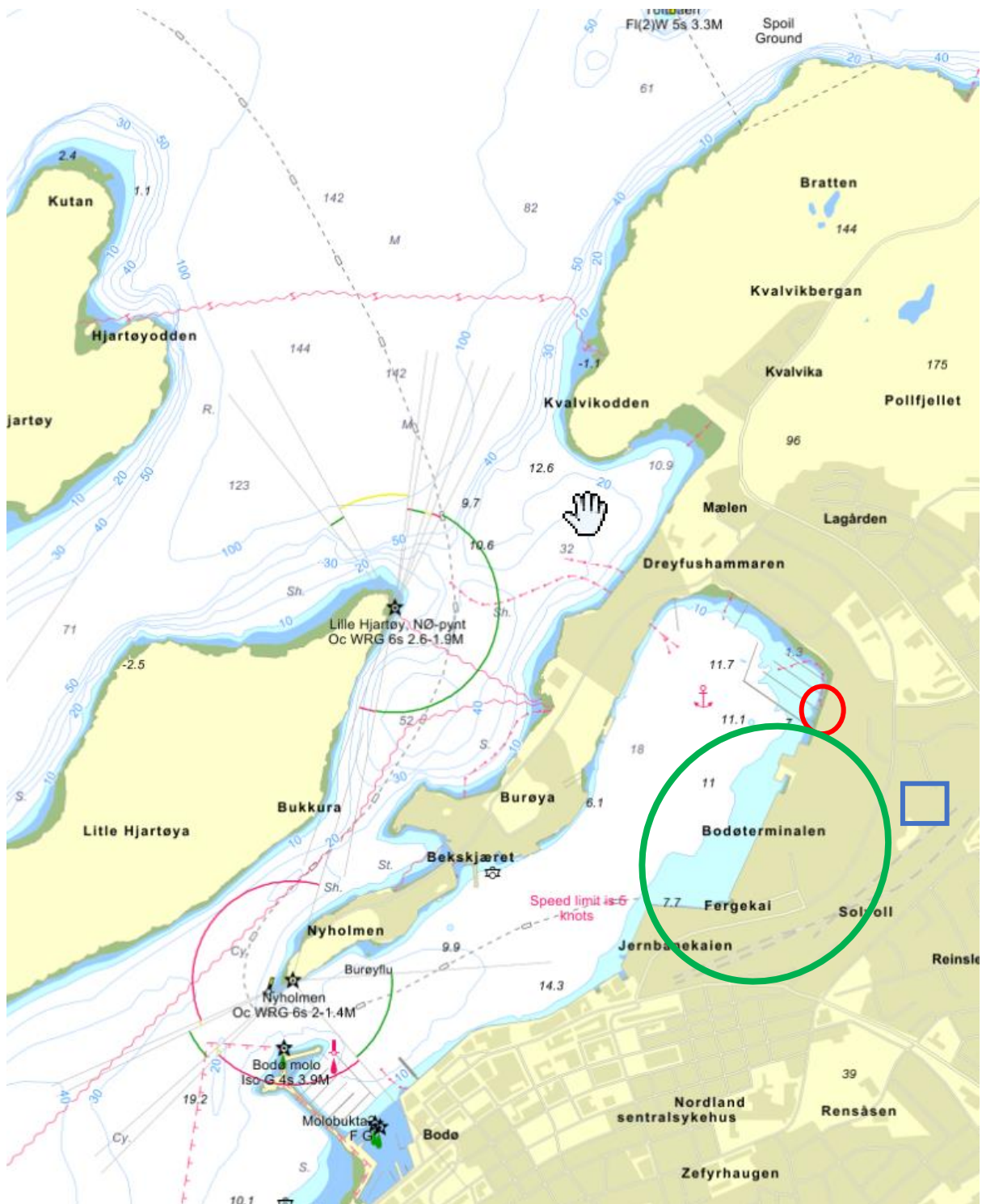
⁵ Forutsatt drift 365 dager/år

solcelleanlegg på tak til eksisterende og planlagte nye bygninger med forventet årligproduksjon på ca. 2,5 GWh. Fasader til disse bygg har mulighet for installasjon av ca. 1 MW solcelleanlegg med forventet årligproduksjon på ca. 553 000 kWh. Det er også mulig å bruke solceller ved å bygge pergola på parkeringsarealer på Bodø Havn med forventet produksjon på 33 000 - 2 200 000 kWh/år. Totalt sett estimeres det et årlig potensial på solstrøm på 3,3 – 5,5 GWh på Bodø Havn.

4.2.1.2 Sjøvarmepumpe

I vedlegg 3 - Varmepotensial fremkommer det følgende vurdering: Tradisjonelt sett har en ansett at ideelle forhold for installasjon av sjøvarmepumpe forutsetter dype rør, god vanngjennomstrømning og trygg plassering uten fare for skade fra kjøretøy og ankring.

Det vil si at en tidligere har sett etter områder med en dybde på 60-70 meter for å unngå groing (biologisk vekst på utstyr), men det finnes i dag tekniske løsninger som reduserer og potensielt hindrer groing (såkalte anodeanlegg). Det er dermed ikke en forutsetning for effektiv drift av sjøvarmepumper lenger at det må være på slike dybder.



Figur 8 - Kart over sjødybder i havneområdet og omkringliggende areal. Rød sirkelen viser hvor det i dag er en operativ sjøvarmepumpe. Blå firkant viser bygget som bruker varmen. Grønn sirkel viser området for denne konseptutredningen.

Figur 8 illustrerer sjødybdene inne i havneavsnittet, samt omkringliggende areal. Kartet viser at havdybden er på 7-11 meter rundt konseptutredningsområdet.

Elektro AS eier og drifter en sjøvarmepumpe som er lokalisert innerst på havneområdet, som er utenfor systemgrensene til konseptutredningsområdet. Selv om det er utenfor systemgrensen har vi valgt å inkludere erfaringen fra denne da den ligger rett ved området. I figur 8 er sjøvarmepumpens lokalisasjon markert med **rød sirkel** og bygget som benytter seg av energien er markert med **blå**

firkant. Denne sjøvarmepumpen ligger på 7-9 meters dyp og brukes til både oppvarming og kjøling. Den har en effekt på 600-700 kW. Temperaturen går opp til 11 grader som kjøres gjennom en varmepumpe som akkumulere temperaturen opp til 60 grader (vanligst 50 grader). Varmepumpen har en COP⁶ på 2,5, men nyere modeller kan ha en COP på mellom 3 og 4.

Utenom inntaksdybde er en annen forutsetningen for installasjon av sjøvarmepumpe at utstyret ikke må kunne skades, slik som ved for eksempel ankring fra skip. Den nevnte varmepumpen ligger i et område hvor det ikke er ankring, men inne på Bodø Havns transformasjonsområde vil det foregå ankring. En løsning for å unngå skade på utstyr vil derfor være å legge inntaket under kaien. Dette fjerner risikoen for skader fra ankring, samt gjør at det blir kortere vei mellom inntak, varmepumpen og byggene.

Levetiden til sjøvarmepumper avhenger blant annet av hvor mye slitasje utstyret blir utsatt for. En normal levetid vil ofte være 10 år, men med jevnlig og bra vedlikehold kan de potensielt leve dobbelt så lenge. Sjøvarmepumpen som ligger inne ved havnen i dag er et eksempel på dette. Den har vært i drift i 20 år.

Sjøvarmepumpeløsninger (og geotermisk varme) er ikke i like stor grad som annen oppvarming tilknyttet nettet og trenger derfor ikke forholde seg til svingende markedspriser i like stor grad som fjernvarme. En får en stabil tilgang på varme til en fast pris (nedbetaling av utstyr, drift og vedlikehold). Økonomisk sett må en kunne forsvare investerings- og driftskostnader opp mot produksjon, og med økende strømpriser vil dette trolig bli enda mer lønnsomt. I tillegg er dette tiltaket avlastende for resterende nett. Erfaringen til Elektro AS, når en ser på investeringskostnader, levetid og tilbakebetalingstid er blant annet at for at det skal lønne seg å investere bør det være større anlegg. Da det kreves en del investeringer i starten. Større anlegg vil si anlegg med over 50 kW. På et område som Bodø Havn som skal planlegges helhetlig med områdeperspektiv i fokus vil det trolig bli naturlig med et større anlegg og ikke flere små, og dermed kan det bli mer økonomisk gunstig.

4.2.1.3 Geotermisk varme

Geotermisk varme, også kalt grunnvarme, går ut på å dra nytte av varmen som er lagret i jord, berg eller grunnvann⁷. Med forholdene i havneområdet i Bodø vil det trolig være mest aktuelt med utnyttelse av bergvarme. Dette vil i så fall gjøres ved installasjon av et bergvarmeanlegg bestående av energibrønner, frostsikker væske som sirkulerer i kollektorslanger samt en varmepumpe.

I forbindelse med denne utredningen har vi ikke hatt tilgang på ekspertise spesifikk innenfor dette fagfeltet, men vi har valgt å ta med dette aspektet da vi anser det som relevant og viktig i forbindelse med den økte elektrifiseringsgraden og behovet for å flytte oppvarmings- og kjølingsforbruk fra el over på varme. Denne utredningen er derfor gjort basert på dialog Løvold AS.

Figur 9 nedenfor illustrere området til Løvold AS. De har foretatt noen foreløpige, enkle utredninger for potensiell etablering av bergvarmeanlegg på området tilknyttet deres anlegg som er bygg N og M. Konseptutredningsgruppen har hatt gjennomført et dialogsmøte med Løvold AS for å se på

⁶ COP = Coefficient of Performance, på norsk kalt ytelseskoeffisient eller ytelsesfaktor. Denne sier noe om energieffektiviteten gjennom forholdet mellom tilført energi og energien som kommer ut. For eksempel. 1 kWh tilført strøm til en varmepumpe vil gi tilbake 2,5 kWh varme.

⁷ <https://www.ngu.no/emne/grunnvarme> Hentet 22.05.2022.

mulighetene for å se på området som en helhet, og inkludere dem i transformasjonsområdet. De har i den forbindelse valgt å dele resultatene fra en foreløpig analyse de har foretatt med prosjektet.



Figur 9 - Kart over konseptutredningsområdet med rød firkant som illustrere Løvold AS sitt område.

Installasjon av en geotermisk varmepumpe med 5 borehull på ca. 250 meters dybde vil gi et maks effektspotensiale på 50 kW med produksjon på 262 800 kWh/år. Ved en energipris på 1 kr/kWh vil dette kunne gi en årlig netto besparelse på 252 800 kr (da er det fratrukket en driftskostnad på 10 000kr). Dette systemet vil ha en anslagsvis kostnad på 1,6 millioner og vil dermed være tilbakebetalt innen 6,3 år.

I følge analysen til Løvold er grunnforholdene egnet til boring av brønner. I det videre arbeidet for transformasjonen bør det utføres ytterligere analyser på dette potensialet i samråd med aktørene inne på området og potensielle leverandører av løsninger. En bør i forprosjektet se på mulighetene for å skalere opp og investere i en felles brønn eller flere mindre for området for å kunne dekke inn størst mulig andel av energiforbruket gjennom varme.

3.2.1.4 Fjernvarme

Bodø Havn ligger innenfor BE Varmes konsesjonsområde og i konsesjon inngår en fremtidig hovedtrasé forbi havneområdet. Utbygging av hovedtrasé avhenger av kundegrunnlaget og BE Varme utreder utvidelse av fjernvarmenett til området, fra rundkjøringen ved jernbanestasjonen. Kostnader knyttet til utbygging av hovedtrasé påfaller BE Varme. Tilknytning til hovedtrasé vil være

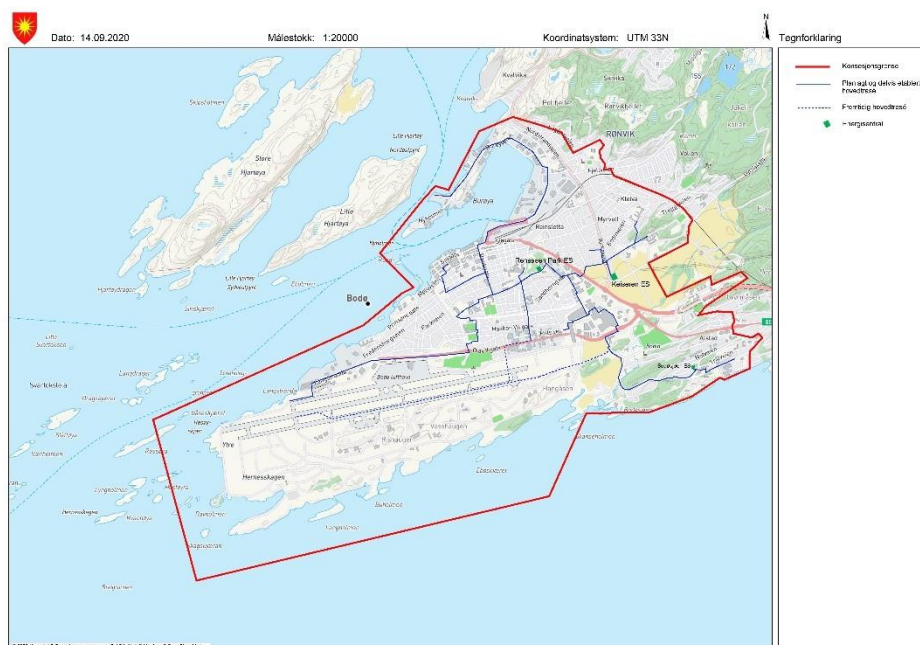
grunnlag for kundens andel av tilknytningskostnader. Ved tilknytning til fjernvarme drifter BE Varme lokal varmesentral hos kunde.

Eksisterende bygningmasse har i dag hovedsaklig elektrisk oppvarming, delvis bestående av mindre veggehengte luft-luft varmepumper, panelovner og elkjel. Deler av bygningmassen har oppvarming basert på LPG. Foreløpig vurdering og befaring tilsier at tilkobling til fjernvarme vil være et miljømessig bedre alternativ enn eksisterende løsning, samt avlaste lokalt el-nett. For smart ressursutnyttelse vil det være gunstig at fremtidige bygg og eventuelle anlegg for snøsmelting etableres med energifleksibel oppvarming.

Erfaringsmessig må systemvirkningsgrad (SCOP) for varmeanlegg med varmepumpe være svært høy for å oppnå et lavere miljøregnskap enn fjernvarme produsert i Bodø. Samtidig bør fremtidige gevinster ved utvikling i lokalt fjernvarmesystem, som eventuelt mottak av overskuddsvarme eller mulighet for landvarme til skip fra fjernvarme, inkluderes i det langsiktige miljøregnskapet for havneområdet.

Dersom det etableres en desentral varmesentral som skal forsyne området må lokalt fordelingsnett mellom byggene medregnes, som vil kreve vedlikehold og en relativt betydelig investering, samt redusere varmeanleggets SCOP.

BE Varme vil arbeidere videre med utredning av fjernvarmeutbygging til Havneområdet. De eksisterende bygningens energiforsyning og mulige ombygging bør undersøkes nærmere. For miljø- og kostnadmessig vil det være svært gunstig å samordne VA, EL og eventuell fjernvarme ved fornyelse av havneområde. Teknisk infrastruktur må prosjekteres som en integrert del av rehabilitering av området, dette vil sikre en effektiv utførelse av anleggs- og grunnarbeid. BE Varme ønsker å delta i dialog om fornying av havneområdet og planlagt teknisk infrastruktur.



Konsesjonskart BE Varme, hovedtrasé i området Bodø Havn vurderes per i dag utbygd.

4.2.2 Energilagring: Batteripakker

Analysene fra vedlegg 1 – Energi- og effektbehov og vedlegg 2 – Solkraft viser behov både for korttids- og langtidslagring av energi for Bodø havn:

1. Bodø Havn har behov for flytting av effekttopper fra «rushtid» til timer med ledigkapasitet på strømmettet. Dette bidrar både til lavere nettleieutgifter og unngå evt. flaskehals og kapasitet utfordring på strømmettet.
 - Teknologi:
Litium-baserte batterier, NaS og flytbatterier er alle aktuelle løsninger. I tillegg er CAES /LAES er aktuelle, da dette også kan benyttes til andre formål. De sistnevnte har potensielt også lavere kostnad per volum når det blir behov for store lagre, som er tilfelle her.
2. Bodø Havn har behov for lagring av overskudd solkraft om dagen som kan benyttes på senere tidspunkt, for eksempel om natten. Dette kan bidra til å bedre utnytte lokalt produsert solkraft og redusere eksport av solkraft til nettet, samt øke andel solstrøm til eget forbruk på døggnivå.
 - Teknologi:
De samme hensyn som over, men det er i tillegg viktig med relativt rask responstid og å kunne lade ved varierende effekt. Batteriteknologier regnes som velegnet.
3. Bodø Havn kan også by ulike netttjenester ved bruk av energilagringsteknologier som balansetjeneste, arbitrasje og fleksibilitet.
 - Teknologi:
De samme hensyn som over, men det er i tillegg viktig med relativt rask responstid og å kunne lade etter formål.
4. Sesonglagring: Lagre overproduksjon av solkraft om sommeren og bruke dette om vinteren. Dette vil bidra til å redusere eksport til nettet og øke andel solstrøm til eget forbruk sett over året.
 - Teknologi:
Hydrogen og muligens CAES/LAES fremstår som de mest aktuelle teknologiene. Mens CAES er mest moden og mest utprøvd er hydrogen i rask utvikling.

Elektrifiseringen av havnedriften sammen med bruk av solkraft vil medføre større topplaster på strømmettet enn i dag. Eksisterende strømmett kan by på flaskehals mot en slik utvikling. Disse topplastene vil også medføre økt nettleieutgifter. Energilagring på døggnivå ved bruk av batterier kan derfor bidra til flere formål.

- 1) Batterilagring kan bidra til å forskyve topplast fra «rushtid» til timer med ledigkapasitet på strømmettet, ved å lade når det er tilgjengelig kapasitet i nettet f.eks. om natten, og avgi denne energi ved «rushtid».
- 2) Energilagring i form av batteri kan også benyttes til å øke egenbruk av solstrøm ved å lagre overskudds produksjon om dagen og bruke det om natten.
- 3) Batterilagring kan benyttes til å tilby ulike netttjenester. Det er allerede kommersiell tilgjengelig teknologier i form av LiON batterier og andre batteriteknologier som kan benyttes på Bodø Havn etter ønsket formål.

Videre viser utredning at den generelt sett kjente ubalansen mellom solproduksjon om sommeren og områdets energibehov om vinteren kan løses ved bruk av sesongs lagringsteknologier. Utredningen identifiserer hydrogen som en av de meste relevante teknologiene for dette formålet

og viser at det vil også henge sammen med andre formål f.eks. bruk av hydrogen som drivstoff til tungtransport og sjøfartøy.

4.2.3 Mobilitet

Området kjennetegnes av en omfattende trafikk og i følge reguleringsplanen for Bodø Stamnetterminal vil veitrafikken på Jernbaneveien i 2035 være 17 300 kjt ÅDT. Dette er trafikk som består av gjennomgangstrafikk mellom nordsiden av Bodø og sentrum, trafikk til og fra industriområdet på Burøya på vestsiden av indre havn, trafikk til og fra næringsområdet på Rønvikleira, trafikk til og fra terminalområdet og trafikk til og fra Vestfjordsambandet, som er riksveifergesambandet som går mellom Bodø og Lofoten.

Også på sjøsiden er det omfattende trafikk i området. Bodø Havn har definert fire kaiavsnitt på området:

- 1) Terminalkaien hadde i 2021 ca 3 640 ankomster/avganger. Dette er det mest trafikkerte kaiavsnittet i Bodø og trafikken hit er svært blandet. Ca 30 % av trafikken hit er hurtigbåter som anløper for å laste/losse gods samt bunkring, diverse arbeidsbåter av ulike størrelse står for ytterligere ca 30 %, Kystruten står for ca. 20 % av anløpene, mens de siste 20 % er en miks av cruiseskip, marine fartøy, fiskefartøy og annen trafikk.
- 2) Ro-Rokaien er tilstøtende til Terminalkaien og benyttes av fartøy som tar gods av/på gjennom en Ro-Ro-lem (RoRo = Roll on – Roll off). Ro-Rokaien hadde i 2021 325 anløp av ulike godsbåter.
- 3) Klossen er tilstøtende til Ro-Rokaien og benyttes periodevis som liggekai for ferger. I tillegg anløpes Klossen av godsbåter. Klossen hadde ca 60 anløp i 2021.
- 4) Fergekaien benyttes utelukkende av ferger som trafikkerer strekningen mellom Bodø og Lofoten. I høysesongen er det 4 ferger som trafikkerer dette sambandet. Totalt var det 2 288 anløp/avganger i 2021.

På terminalområdet ligger også Bodø Stasjon som er jernbanestasjonen. Bodø Stasjon er endestasjon for Nordlandsbanen, som er strekningen mellom Trondheim og Bodø. I tillegg trafikkerer strekningen også Saltenpendelen, som er et pendlertog mellom Bodø og Fauske/Rognen/Mosjøen. I følge tall fra SSB hadde Nordlandsbanen i 2021 246 703 påstigninger, men dette er totaltall for hele strekningen. Vi har ikke tall for av/påstigning i Bodø. Totalt er det syv ankomster og åtte avganger i døgnet med passasjertog til/fra Bodø Stasjon. I tillegg er det tre godstog i døgnet som ankommer Bodø med gods. Det er også tre avganger. Godshåndteringen på jernbanen finner sted inne på jernbaneterminalens område, hvor det også er oppstillingsplasser for gods. Godset er primært enten vogntogtraller eller containere. En stor del av godset som ankommer Bodø Stasjon blir transportert til en av samlasternes terminaler som ligger lokalisert på terminalområdet. En liten andel av godset som fraktes med tog blir fraktet videre med båt fra Terminalkaien.

4.2.3.1 Land- og ladestrøm til fartøy

Det er i dag etablert et landstrømsanlegg på Bodø Havn området. Dette vil bli værende både under og etter transformasjonen. Det er også identifisert et mulighetsrom for å kunne oppskalere bruken av dette anlegget i årene fremover da det i dag ikke er i bruk hele tiden. Ved optimal planlegging vil en kunne bruke dette som et viktig verktøy for å jevne ut effekttoppene og som en del av løsningen for å utvikle Bodø Havn til en fremtidsrettet logistikk-hub. Landstrømsanlegget har kapasitet til å

tilby lading til flere fartøy enn det leverer til i dag. Det er også blitt identifisert et mulighetsrom til å benytte deler av kapasitet til lading av maskiner og kjøretøy på tidspunkter ved ledig kapasitet.

Liggetiden til fartøyene som benytter anlegget i dag er fastsatt og forutsigbare. Dette gir dermed havnen en mulighet til å optimalisere driften av anlegget og integrere det som en del av det helhetlige energisystemet. Dette vil bli essensielt for å jevne ut de estimerte fremtidige effektoppene.

4.2.3.2 Ladefunksjoner for lette og tunge nyttekjøretøy

I dag er det kun gaffeltruckene av kjøretøyene på havneområdet som er elektrifiserte, men Bodø Havn har en utskiftningsplan for sine kjøretøy og planlegger på sikt å ha en fossilfri kjøretøyspark. Leietakerne på området har også planer om elektrifisering, men tidspunktet for planene varierer. På sikt skal alt over på fossilfritt og det vil skje en gradvis elektrifisering frem mot 2050.

Det finnes mange forskjellige ladeinfrastrukturer og lademetoder. For havneaktørene ansees det som særlig relevant med nattlading og behovslading. Det grunnet maskinparken består av energikrevende utstyr i drift, samt skiftarbeid. Det vil være naturlig at man har en ladeløsning hvor noe av ladeinfrastrukturen eies av hver enkelt aktør, men også hvor noe av infrastrukturen er eid av alle i fellesskap eller via en 3. part, og er lokalisert på et eller flere fellesområder. Man ser for seg at aktører med færre en seks kjøretøy over 3,5 tonn får lademuligheter via fellesløsning, som en del av en lade-hub. Videre skal alle kjøretøy som benyttes i havneoperasjoner, med unntak av gaffeltrucker, gå under fellesløsningen, lade-hub. Kjøretøy som eies av hver enkelt aktør og som benyttes til distribusjon vil ha nødvendige ladestasjoner lokalisert hos de enkelte aktør.

For å jevne ut effektoppene og minimere importen av strøm fra utsiden ser en på potensialet for V2G-løsninger (vehicle-to-grid). Her vil kjøretøy på el ikke bare lades, men ved behov også fungere som batterier og kunne gi strøm tilbake til nettet. Det bør kobles sammen med landstrømsanlegget, og vil være spesielt aktuelt for kjøretøy som står i ro over flere dager eller når langdistanse sjåfører må gjennomføre pålagt hviletiden. Det vil også være aktuelt å se på tilkobling av mobile batteripakker som kan lades ved et slikt anlegg, og se på mulighetene for å samarbeide om deling av mobile batterier med bygge- og anleggsnæringen i regionen.

4.2.3.3 Hydrogen

Store deler av transportsektoren ser nå på alternative kilder til drivstoff. Dette gjelder spesielt for tung- og langtransport. Med dagens teknologi og batterikapasitet er det utfordrende å drifte tyngre kjøretøy og fartøy over lengre distanser. Det samme gjelder for energikrevende aktiviteter. Aktuelle alternativer til drivstoff, fremfor fossilt og strøm, er derfor blitt identifisert som hydrogen, ammoniakk og metanol.

I Bodø-regionen er det hydrogen som har kommet lengst på dette området. Det er blant annet allerede bestilt hydrogenferger til Bodø som skal være i drift i 2024, samt det er planlagt etablering av et mindre hydrogen anlegg ca. 4 km fra Bodø Havn. I tillegg er det under bygging et stort hydrogenanlegg i Glomfjord 130 km fra Bodø Havn. Det er derfor naturlig å anta at hydrogen vil bli tilgjengelig for bruk på området i relativt nær fremtid. Dette vil kunne bidra til å minske etterspørselen etter energi og effekt på området.

I utredningen ble også muligheten for produksjon ved Bodøterminalen drøftet, men grunnet nærheten til bykjernen og tilhørende sikkerhetssoner og begrenset areal blir dette ansett som lite egnet.

4.2.4 Helhetlig drift av energisystem

I vedlegg 8 – Helhetlig energisystem samles resultatene fra notatene ovenfor og forsøker å se på mulighetsrommet som finnes i transformasjonsprosessen (hovedprosjektet) ved å sy alle funnene sammen til en helhet. På den ene siden er det en forventet økning i energi- og effektbehovet i området som følge av elektrifisering, imens på andre siden skal det bygges mer energieffektive bygg og potensielt produseres lokal fornybar energi inne på området. Sett disse to siden i sammenheng vil en fortsatt få en utfordring knyttet til samtidigheten i forbruk, spesielt på dag tid. For å jevne ut og minimere effekttoppene er det identifisert et behov for å se på området som en helhet. Det har blant annet identifisert i et behov for å se på fleksibilitet og å vurdere tilgjengeligheten av et mikronett for kraftdistribusjon i området.

4.2.4.1 Fleksible kraftressurser

I vedlegg 9 – Fleksibilitet fremkommer det at sikker og optimal drift av kraftsystemet blir stadig viktigere. For å muliggjøre dette på en kostnadseffektiv måte blir en økende grad fleksible kraftressurser tatt i bruk. Markedene og forretningsmodellene rundt disse fleksible kraftressursene er derfor i rask utvikling. Man kan grovt dele fleksibilitetsmarkeder i to kategorier:

- Frekvensmarkeder (Statnett)
- Lokale fleksibilitetsmarkeder (ikke etablert i dag).

For Bodø Havn kan begge markeder være aktuelle når første byggetrinn er ferdigstilt i 2026, men det understrekes at det per i dag ikke er etablert et lokalt fleksibilitetsmarked av nettselskapet i regionen.

Verdien for fleksibilitetsressurser må ofte vurderes for hvert enkelt tilfelle. Hvor mye eier av den fleksible kraftressursen, for eksempel et batteri, konkret kan tjene på å delta i et fleksibilitetsmarked vil avhenge av flere faktorer som kan variere mellom de ulike markedene i Norge, samt om det er et av Statnetts markeder eller om det etter hvert er rettet mot et lokalt fleksibilitetsmarked.

Vedlegg 1 – Energi og effektbehov viser til en stor økning i etterspørsel etter effekt og energi på transformasjonsområdet. For å kunne imøtekomme denne etterspørselen vil det være gunstig for område å inneha smarte, fleksible løsninger. Dette kan komme fra stasjonere eller mobile batterier, landstrømsanlegget eller andre fleksibilitetsressurser. Avhengig av teknologi kan energilagringssystemer levere viktige fleksibilitetstjenester både over ulike tidsrom, fra sekunder til dager og sesonger. Det kan også tenkes at en i fremtiden kan bruke tregheten i den termiske energien i kjøle- og fryseanleggene på området til å skru av kjøleanleggene i korte intervaller i perioder med høy etterspørsel etter energi og effekt. Det samme kan gjøres på varmeanlegg på godt isolerte bygg (hvis det er elektrisk oppvarming). Slike løsninger er viktige å ta høyde for og legge inn som et mulighetsrom i forprosjektet.

4.2.4.2 Mikronett

I vedlegg 10 - Mikrogrid fremkommer det at det vil være hensiktsmessig for området å gå enda mer i dybden på å se på mulighetene for å produsere og distribuere energi ved hjelp av et mikronett innenfor systemgrensen. Mikronettet kan og bør være koblet til det overliggende nettet for distribusjon og sikkerhet. Forretnings- og driftsmodell må utredes nærmere grunnet det er ikke har vært mulig å oppspore realistiske alternative på tidspunktet denne utredningen ble gjennomført. Effektiv kommunikasjon og drift knyttet til smarte nett er nødvendig for å sikre et pålitelig og godt økonomisk resultat. Utstrakt bruk av informasjonsteknologi og digitaliserte energiresurser, overordnet styrt av et toppsystem tett integrert med logistikken i havnen blir viktige komponenter for at systemet skal kunne fatte best mulige avgjørelser.

Avslutningsvis er det viktig å belyse de regulatoriske barrierene knyttet til mikrogrid da dette ifølge dagens regelverk ikke er tillatt. Men med bakgrunn i EU-direktiver «Directive on common rules for the internal electricity market ((EU) 2019/944)»⁸ og Reguleringsmyndigheten for energi sitt høringsforslag «Forslag om innføring av modell for deling av overskuddsproduksjon»⁹ antar en at det vil komme løsninger på dette som vil muliggjøre investeringer i mikronett i relativt nær fremtid.

4.2.5 Effektivt logistikksystem

Bodøs funksjon som logistikknutepunkt er basert på at alle transportformene (vei, bane, sjø og luft) ligger i umiddelbar nærhet til hverandre. Da terminalområdet ble planlagt og etablert på slutten av 1970-tallet ble området tilrettelagt for at gods primært ble fraktet på paller både på jernbane, båt og bil. På 90-tallet overtok spesielt containeren som lastbærer og denne er svært sentral i dagens godstransport sammen med vogntog.

Enkelt forklart kan man beskrive logistikksystemet som at en container fylles med varer på en terminal på Østlandet og fraktes med jernbanen til Bodø. Her løftes containeren av toget og fraktes til en terminal hvor containeren tømmes og godset løftes over i mindre distribusjonsbiler som frakter godset ut til butikk eller annen kunde. For at et slikt logistikksystem skal være effektivt og ha lavest mulig kostnad så er det viktig at containeren for det første har færrest mulig omlastninger, dvs. at man ikke har så mange lastinger/lossinger av containeren fra den fylles i en terminal til den tømmes i en annen terminal. I tillegg bør containeren fraktes med minst mulig bruk av energi på lange strekninger. Både jernbane og sjøtransport er veldig effektivt når containere skal fraktes over lengre strekninger. Bodø har med sin geografiske beliggenhet store muligheter til å være et sentralt knutepunkt for gods som skal fraktes mellom Nord-Norge og Østlandet/kontinentet, hvor man kan kombinere jernbane til/fra Bodø og båt mellom Bodø og f.eks Tromsø. En nøkkel for et slikt logistikksystem vil være at omlastningen mellom tog og båt skjer mest mulig kostnads- og energieffektivt.

4.2.5.1 Effektiv omlastning av gods fra jernbane til skip ved økt godsvolum

Aktørene i området har uttrykt ambisjoner om en oppskalering av godsflyt både på bane og på sjø. Det er flere initiativ som har sett på mulighetene for å etablere godsbåtrute som skal gå fast mellom

⁸ Directive (EU) 2019/944 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on common rules for the internal market for electricity and amending Directive 2012/27/EU (Text with EEA relevance.)

⁹ <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/regulering/regelverk-og-hoeringer/horinger/hoeringer-reguleringsmyndigheten-for-energi-rme/hoering-forslag-om-innfoering-av-modell-for-delning-av-overskuddsproduksjon/>

Bodø og Tromsø. Her er ulike konsepter til vurdering; både ett skip som vil dekke tre ukentlige rundturer mellom Bodø og Tromsø med ett stopp i mellom, og at det settes inn to skip i rute som vil ha daglige avganger mellom Bodø og Tromsø. Begge disse konseptene vil utnytte jernbanetransport til/fra Bodø i kombinasjon med effektiv omlastning og er forventet å gi en økning på 50 000-80 000 containere årlig over terminalen i Bodø. Dette vil øke aktivitetsnivå på havneområdet betraktelig, og vil medføre en økt godsflyt mellom bane, vei og sjø. Det blir derfor essensielt å utvikle terminalområdet til å inneha effektive godskorridorer for å få en god flyt mellom vei, bane og sjø. Dette vil gi positive samfunnsøkonomiske konsekvenser, og store reduksjoner i utslipp av klimagasser knyttet til redusert veitransport. I arbeidet med Nye Bodøterminalen utreder Bodø Havn mulighetene til å heve Jernbaneveien og løfte den opp i en bru. Tanken med dette er at biltrafikk og myke trafikkanter skal løftes over terminalområdet, mens godstrafikken mellom jernbaneterminalen og havneterminalen blir bundet sammen til ett terminalområde og kan foregå trygt og uhindret på dagens gateplan. Dette vil gi helt nye muligheter for multimodalitet og en mer effektiv logistikk mellom Nord-Norge og Sør-Norge/kontinentet med bruk av jernbane i kombinasjon med sjøtransport.

For å kunne ha effektiv omlastning mellom jernbane og skip er det et stort poeng å etablere et terminalområde hvor jernbaneterminalen og havneterminalen i praksis skal fungere som ett terminalområde. Dette kan sees på i to scenarier:

- 1) Jernbaneveien blir løftet i en bru, slik at veitrafikk og gående/syklende og godstrafikk er helt adskilt.
- 2) Jernbaneveien forblir som den er i dag, og gods som skal mellom jernbaneterminal og havneterminal fraktes med lastebil på Jernbaneveien.

Scenario 1 med løfting av Jernbaneveien er å foretrekke da dagens situasjon byr på utfordringer og setter begrensninger for godsutviklingen i Bodø. I dag må gods krysse Jernbaneveien samtidig som annen trafikk går. En ytterligere økning i godstrafikken i kombinasjon med en ÅDT (ÅrsDøgnTrafikk) på over 10.000 kjøretøy årlig vil medføre at trafikken blir stående i stampe, og det vil bli skapt et utrygt trafikkbilde. Terminaltraktorer som kan dra traller kan ikke kjøre på offentlig vei og traller må derfor trekkes av ordinær trekkvogn (trailer) for å fraktes mellom jernbane og havn. I tillegg må en trekkvogn betjenes av sjåfører med klasse CE, noe som er kostnadskrevenende som igjen fører til økte kostnader både i form av tid og ressurser. En estimerer at de ekstra operasjonene utgjør en dobling i håndteringskostnader sammenlignet med om veien var løftet.

Dagens infrastruktur er ikke dimensjonert for de store godsvolumene som en ny båtrute vil kunne generere, og scenario 2 vil derfor sette begrensninger for de fremtidige godsvolumene som kommer inn til Bodø. Det er ikke noen entydig grense for når en slik begrensning oppstår. Frem til 2013 ble et årlig volum på 10.000 - 15.000 containere fraktet mellom godsbaaten MS Tege, havneterminal og jernbaneterminal på samme måte som beskrevet i scenario 2. Men for å kunne håndtere de store godsvolumene som er beskrevet er man avhengig av å ha en mer effektiv omlastning, både for å unngå høye kostnader og for å unngå store trafikale utfordringer på Jernbaneveien og konflikter mellom godstransport og persontransport. Ved å løfte veien mellom jernbane og havn i en bro vil man binde området sammen, og man får en sømløs trafikk som ikke er til hinder for øvrig trafikk på området, samtidig som industritrafikken kan krysse Jernbaneveien uten spesielle krav til førerkort og lignende. I tillegg vil man kunne tilrettelegge for bedre fellesfunksjoner og økt fokus på delingsøkonomi ved at samme utstyr kan benyttes på tvers av området.

4.2.5.2 Fellesfunksjoner for godsaktører

Løfting av Jernbaneveien åpner opp for en Stamnetterminal med flere aktører på et samlet område, som igjen skaper muligheter for økt samarbeid og samdrift. Det vil være naturlig at aktørene i større grad deler på kostbart utstyr som større trucker og trekkvogner, og at dette eventuelt kan håndteres av en 3. part. Det ligger store muligheter for besparelse og mer effektiv drift av terminalområdet dersom man får samlet jernbaneterminalen og havneterminalen til ett område, og gjennom dette legge til rette for en forbedret plassutnyttelse og en mer bærekraftig drift.

Områder som det kan være naturlig å legge til rette for samarbeid om er for eksempel:

- Deling av personell og utstyr
- Felles uteareal for oppstilling og lagring
- Servicetilbud som vask av biler og eventuelt verkstedtjenester
- Felles kantineløsninger og parkeringsareal
- Ladefunksjoner og biler og utstyr
- Bookingsystem
- Felles pakkeutlevering til slutt kunder

I tillegg vil det være mer kostnadsbesparende og sikre og vedlikeholde et samlet terminalområde fremfor to separate områder.

4.3 Arbeidspakke 3: Scenarioanalyse

4.3.1 Beskrivelse av scenarioene

I følge fremdriftsplanen til Bodø Havn skal transformasjonen være ferdig i 2026. Det er derfor lagt til grunn prognoser for energiforbruk for 2026 som datagrunnlag. I tillegg er det lagt til grunn at flere av de bygg som Bodø Havn leier ut vil rives og bygges nytt, imens de andre byggene på området vil forbli lik de er i dag. Analyseperioden er på 1 år for området. I denne konseptutredningen vil en kun ta for seg områdets energisystem, og ekskluderer materialforbruk for å avgrense.

1. Referanse scenario
 - a. I dette scenarioet skal det legges til grunn at alle nye bygg på transformasjonsområdet bygges etter alle minimumskravene til byggetekniskforskrift, TEK17.
 - b. Forbruk og utslipp av kjøretøy og havneoperasjoner skal beregnes med utgangspunkt i forventet drift i 2026 og energibærere.
2. Scenario 1
 - a. Halvparten av alle nye bygg skal bygges etter passivhusnivå med solceller og varmepumper og resterende halvpart skal være i tråd med minimumskravene til TEK17.
 - b. Batteribanker skal benyttes for å redusere effekttopper.

- c. Transport og andre havneoperasjoner skal simuleres til at 50% driftes på fornybare energibærere (elektrisitet, hydrogen, etc.) med samlokalisert lading/fylling inne på området.
3. Scenario 2: Nullutslippsområdet
- a. I dette scenarioet skal alle nye bygg bygges etter passivhusstandard med solceller og varmepumper og resterende halvpart skal være i tråd med minimumskravene til TEK17.
 - b. Transport og havneoperasjoner inne på området skal driftes på 100% fornybare energibærere og lading /fylling inne på området.
 - c. Optimalt samspill av energiforbruk og produksjon i et områdeperspektiv. Om mulig skal en designe området som et mikronett.

Fjernvarme er vurdert i scenarioene, men varmepumpe er brukt som utgangspunkt.

4.3.3 Nettanalyse: Nettkapasitet og driftsforhold i dag og i fremtiden

4.3.3.1 Bakgrunn og dagens status

Konseptutredningsområdet er i dag forsynt via distribusjonsnettet fra Havna transformatorstasjon. Havna transformatorstasjon forsyner i tillegg store deler av bydel Rønvika, Burøya, samt nordover mot Skivika, Løpsmarka, Myklebostad og øyene utenfor Bodø (Bliksvær, Landegode og Helligvær). Havna transformatorstasjon ble etablert i 1988 og består i dag av to stk 30 MVA transformatorer, hvor den siste ble satt inn i 2012.

Nettkunder på havneområdet er tilknyttet én av de seks nettstasjonene som i dag er installert. Nettstasjonene har ulik grad av tilstand, alder og belastningsgrad. Forsyningen frem mot havneområdet er forsterket de siste par årene, mens store deler av dagens høyspennings kabelnett inne på havneområdet består av 11 kV kabler fra ca 1980. Kablene har kapasitet til å dekke dagens forbruk, men ikke nødvendigvis en betydelig økning i effektuttak.

4.3.3.2 Prognoser for utvikling i effektuttak i området som forsynt av Havna transformatorstasjon

I forbindelse med Regional Kraftsystemutredning for region Midtre Nordland for perioden 2022-2041 (RKSU)¹⁰ har Arva utarbeidet prognoser for utvikling av effekt- og energibehov under blant annet Havna transformatorstasjon. Prognosene inkluderer både utvikling i alminnelig forbruk samt kjente planlagte industriprosjekter. Det er benyttet scenariobetraktninger og prognosene er skilt i et basisscenario og et høy-scenario. Graden av elektrifisering av maritim sektor er blant annet noe som skiller mellom de to scenariene.

For Havna transformatorstasjon er det i perioden frem mot 2026 forventet en vekst på 1,7 MW i «Basis»-scenariet og 8,5 MW i «Høy»-scenariet. For 2030 er veksten i maksimalt effektuttak forventet å bli på 4 MW i «Basis»-scenariet og 20 MW i «Høy»-scenariet sammenlignet med dagens nivå (2022). Det er i vedlegg 8 - Helhetlig energisystem gjennomført en kartlegging av fremtidig forventet energi- og effektbehov for dagens havneområde. Framskrivningene er basert på utbyggingsplaner og videreutvikling av landstrømsanlegg samt ladestasjoner for person- og nyttekjøretøy. Notatet estimerer et samlet energibehov på 17,89 GWh og et samlet effektbehov på

¹⁰ <https://arva.no/hjem/?Article=358>

13 MW i 2026. Dette representerer en økning i effektbehov på 7,1 MW sammenlignet med dagens uttak. Denne prognosen sammenfaller til en viss grad med prognosen for «Høy»-scenariet, men kan sies å ligge noe over siden prognosen for Havna transformatorstasjon fra Regional Kraftsystemutredning inkluderer et større område enn kun havneområdet.

Tabell 10 - Prognoser for effektutvikling i området. RKSU er forkortelse for Regional Kraftsystemutredning for Midtre Nordland.

| Prognose | 2026 | 2030 |
|-----------------------|--------|---------|
| KU | 7,1 MW | N/A |
| RKSU Scenario «Basis» | 1,7 MW | 4,0 MW |
| RKSU scenario «Høy» | 8,5 MW | 20,0 MW |

4.3.3.3 Vurdering rundt nettkapasitet til økt uttak på havneområdet

Dagens kapasitet i transformeringen mellom distribusjonsnettet (11 kV) og regionalnettet (66 kV) er i dag på 2 x 30 MVA. Ved en økning i maksimalforbruket til over 30 MVA vil det i deler av året ikke nødvendigvis være reserve til å kunne forsyne alt forbruk i tilfelle feil på en av transformatorene i Havna transformatorstasjon. Dagens ledige kapasitet i Havna transformatorstasjon er på om lag 4 MW så lenge nytt forbruk krever full forsyningsikkerhet. Noe ytterligere økt uttak kan være mulig ved å flytte deler av eksisterende forbruk over på andre transformatorstasjoner. Hvor mye som kan flyttes over vil være avhengig av hvor nytt forbruk under Havna transformatorstasjon blir etablert samt forbruksutviklingen under de andre stasjonene på Bodøhalvøya.

Når det gjelder høyspennings kabelnett i området så består det i dag av et sterkt 11kV kabelnett fordelt på to ulike 11kV avganger fra Havna transformatorstasjon. Tilgjengelig kapasitet for økning i forbruket avhenger av hvor på området nytt forbruk skal knyttes til, men det forventes at en økning på opp mot 4 MW kan knyttes til uten større investeringer i høyspennings kabelnett. Krav til redundans kan påvirke investeringsbehovet.

Dersom nevnte økte effektlast skal hentes ut i lavspenningsnettet, vil dette kreve etablering av en eller flere nye nettstasjoner i området. Detaljerte vurderinger av hvordan en slik nettløsning og lastsituasjon vil påvirke underliggende nett med tanke på eventuelle feil i Havna transformatorstasjon og mulige reserveforsyninger gjennom 11kV nettet er ikke gjennomført per i dag. Sammenlignet med prognosene gitt i Tabell 10 vil det kunne oppstå en situasjon der dagens strømnnett under Havna transformatorstasjon vil kunne få utfordringer med å levere tilstrekkelig med kapasitet full redundans hele året. Dette gjelder for «Høy»-scenariet fra RKSU og prognosen fra konseptutredningen.

4.3.3.4 Ledetid på etablering av nye nettanlegg

Forsterkninger i lavspenningsnett, nettstasjoner samt høyspennings distribusjonsnett (11 kV) kan etableres innenfor områdekonsesjonen til Arva og vil normalt kunne etableres innenfor 1 år etter at kapasitet er reservert og eventuelle anleggsbidrag akseptert.

Større tiltak som økning i trafokapasitet mellom distribusjons- og regionalnett eller andre tiltak i regional- og sentralnett er underlagt krav om anleggskonsesjon for hvert enkelt nettanlegg. Dette er

tiltak som krever en mer omfattende prosess og hvor ledetiden ofte øker betraktelig. Eksempelvis kan tiltak i en trafostasjon i regionalnettet ta opp mot 3 til 5 år å realisere avhengig av omfang.

| Størrelse uttak* | Nødvendig investering | Ledetid | Kommentar |
|------------------|--------------------------------|-------------|--|
| Under 1 MW | Nettstasjon | Under 1 år | Avhenger av lokasjon og størrelse på uttak |
| 1 MW – 4 MW | Nettstasjon, 11 kV kabelnett | Under 1 år* | Krav til redundans kan påvirke investeringsbehov i kabelnett |
| Over 4 MW | Avhengig av størrelse på uttak | 1-5 år* | Krav til redundans vil påvirke investeringsbehov |

Tabell 11 - Tilgjengelig nettkapasitet med estimat på ledetid.

*) Enkelttilknytninger på over 1 MW vil måtte søkes til Statnett og havner i kø sammen med andre forespørsler.

4.3.3.5 Tilknytning av nytt større forbruk

En vurdering av tilgjengelig nettkapasitet er et øyeblikksbilde og vil endres dersom nytt forbruk knyttes til nettet eller Arva foretar investeringer som påvirker kapasiteten. Som oftest gjøres kapasitetsvurderinger i forbindelse med en konkret forespørsel om et ønsket nytt uttak i et punkt i nettet.

For enkelttilknytninger på over 1 MW er det krav om anleggsbidrag dersom tilknytningen medfører behov for investeringer i regional eller transmisjonsnett. Dette betyr at det for hver nyttilknytning på over 1 MW må gjøres en vurdering på om tilknytningen er å anse som driftsmessig forsvarlig for disse nettnivåene og det må gjøres en reservasjon av nettkapasitet både hos Arva og Statnett. For tiden opplever både Arva og Statnett et historisk stort trykk på tilknytningssaker og det er derfor en kø med aktører som ønsker slike reservasjoner. I henhold til kravet om likebehandling rangeres søknadene etter søknadstidspunkt gitt at visse modenheitskriterier er oppfylt.

For tiden vurderer Statnett situasjonen i Saltennettet slik at de ikke anser nye tilknytninger på over 1 MW som driftsmessig forsvarlige før dagens flaskehals i regional- og sentralnett er utbedret. Dette innebærer at forespørsler på over 1 MW legges i kø inntil videre. Både Arva og Statnett utfører for tiden tiltak for å utbedre dagens flaskehals.

I vurderingene av nettkapasitet for nytt forbruk på havneområdet i Bodø er det ikke tatt hensyn til at Arva allerede har fått henvendelser om mulige fremtidige uttak av effekt under Havna transformatorstasjon. Dette vil kunne påvirke tilgjengelig nettkapasitet i havneområdet i tiden fremover.

4.3.4 Kostnadsanalyse

Det har blitt foretatt noen enkle kostnadsberegninger på enkelte av tiltakene, men det har vært vanskelig/umulig å utføre en nøyaktig kostnadsanalyse. Det har ikke vært noen tilbydere med i prosjektet og lite tilgjengelig informasjon har gjort at det til tider har vært umulig å innhente nøyaktige kostnadsberegninger. Coronapandemien, materialmangel, energikrisen og Ukraina-krigen har gjort mange av markedene (råvarer, teknologi, materiale, energi, arbeidskraft) svært uforutsigbare og med store svingninger. Det ble drøftet verdien av potensielle kostnadsestimater i

flere av prosjektmøtene. Det ble konkludert med at det derfor ikke var hensiktsmessig å presentere noen tall da det er så pass høy usikkerhet knyttet til troverdigheten. Det ville potensielt kunne gi et uriktig/dårlig grunnlag for fremtidige beslutninger.

4.3.4.1 Finansiering

På en annen side ble det drøftet potensielle finansieringskilder til å gjennomføre noen av tiltakene. Transformasjonen av området består av mange separate og parallelle prosjekter, alt fra bygg, fartøy og logistikk. Selve transformasjonen vil derfor bestå av en portefølje av prosjekter. Ut fra hvem som er prosjekteier vil en ha ulike finansieringskilder- og muligheter. Fra prosjektmøtene fremkom følgende eksempler på potensielle finansieringskilder:

1. Kommunens budsjett

For prosjektene som går inn under Havnens ansvarsområde vil det være naturlig å løfte finanseringen opp til Bystyret. Det vil derfor her være rom for å forslå en finansering som åpner for implementering av noen av tiltakene foreslått i denne konseptutredningen. Det vil være i tråd med kommunens klima- og energiplan¹¹.

2. Nordland Fylkeskommune – tilskudd

Nordland Fylkeskommune har jevnlig utlysninger på støtteordninger som bidrar til utvikling av regionen. Det kan for eksempel være aktuelt å søke om et prosjekt gjennom ordningen «Forskning, utvikling og innovasjon».¹²

3. Enova

Enova har en rekke relevante støtteordninger for bl.a. energisystem bygg og eiendom og innovasjon og teknologi, samt for å hjelpe i skiftet til en grønnere transportpark.

4. Norges forskningsråd

Forskningsrådet har støtteordninger til utvikling og implementering av smarte løsninger som muliggjør å nå ambisjonene i prosjektet.

5. Horisont Europa

Det vil potensielt være mulig å søke om midler fra EUs rammeprogram Horisont Europa til utvikling og implementering av smarte løsninger for optimal logistikkflyt og til utvikling av forretningsmodeller som muliggjør deling.

4.3.5 Klimagassanalyse

Scenarioanalysen av klimagassutslipp over Bodø Havn området er avgrenset i tid fra 2026 når terminalbyggene skal stå ferdige frem til 2050. En tidshorisont frem til 2050 er inkludert ettersom implementering av ny teknologi skjer gradvis over tid.

Analysen i vedlegg 13 – Klimagassanalyse har vurdert utviklingen i klimagassutslipp for tre ulike scenarioer hvor ulike tiltak for å redusere klimagassutslipp implementeres. Referansescenarioet er et basecase scenario som viser utviklingen i klimagassutslipp frem mot 2050 dersom ingen tiltak implementeres i Bodø havn. Scenario 1 er et 50% scenario hvor kjøretøy og fartøy gradvis bytter til fornybare energibærere og 50% av flåten er elektrifisert i 2050. Scenario 2 er et nullutslippsscenario hvor kjøretøy og fartøy gradvis endrer til fornybare energibærere og har oppnådd 100% overgang i

¹¹ Klima- og energiplan 2019-2031, Bodø Kommune: <https://bodo.kommune.no/getfile.php/1313122-1616668258/Natur%2C%20milj%C3%B8%20og%20landbruk/Bod%C3%B8%20kommunes%20klima-%20og%20energiplan%202019-2031%281%29.pdf>

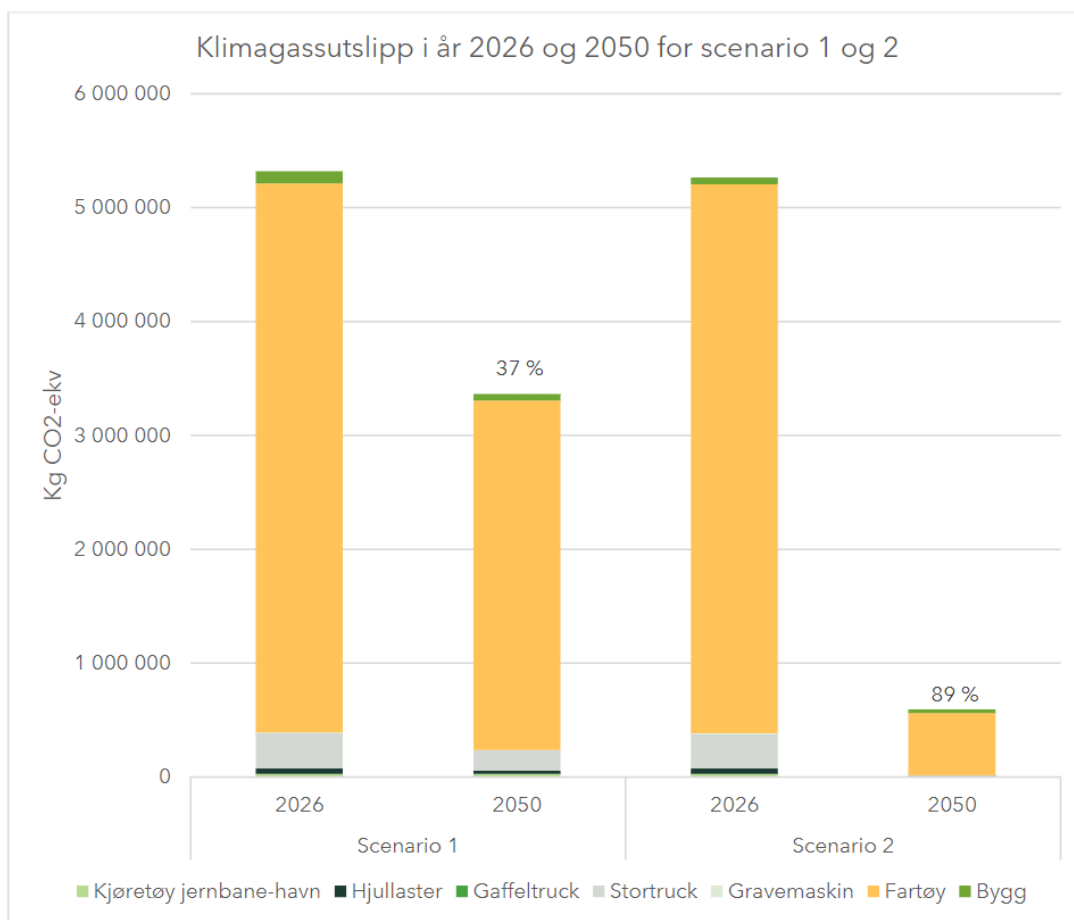
¹² Tilskuddsordning, Nordland Fylkeskommune, Forskning, utvikling og innovasjon: <https://www.nfk.no/tjenester/naringsutvikling/fou-innovasjon-og-kompetanse/fou-og-innovasjon/>

2050. Det innføres også tiltak for terminalbyggene med passivhusstandard og solceller. Tiltakene som er innført i de ulike scenarioene er vist i tabellen under.

| | Tiltak i scenario 1 | Tiltak i scenario 2 |
|------------------------|---|--|
| Terminaler | 50% av terminalene som bygges nye er bygget med passivhusstandard. Solceller på 50% av beregnet mulig areal Varmebehov leveres av varmepumpe med COP på 3 for 50% av nye bygg og en COP på 4 for resterende halvpart. | 100% av terminalene som bygges nye er bygget med passivhusstandard. Solcellepaneler på alt av beregnet mulig areal. Varmebehov leveres av varmepumpe med COP på 4 for alle nye terminaler. |
| Kjøretøy i havn | En kombinasjon av elektrifisering og bruk av hydrogen på lastebiler fra 2030. | En kombinasjon av elektrifisering og bruk av hydrogen. Innføringen skjer gradvis og når 100% i 2050. |
| Fartøy | Landstrøm og hydrogen gradvis mot 50% i 2050. | Landstrøm og hydrogen gradvis mot 100% i 2050. |

Tabell 12 - Beskrivelse av hva som inngår i de ulike scenarioene i scenarioanalysen.

Klimagassutslippene i Bodø Havn er beregnet til å være over 5000 tonn CO₂ i 2026. Ved implementering av tiltakene i scenario 1 oppnås en reduksjon i klimagassutslipp på 37% i 2050 sammenliknet med 2026. I scenario 2 oppnås en reduksjon i klimagassutslipp på 89% i 2050 sammenliknet med 2026.

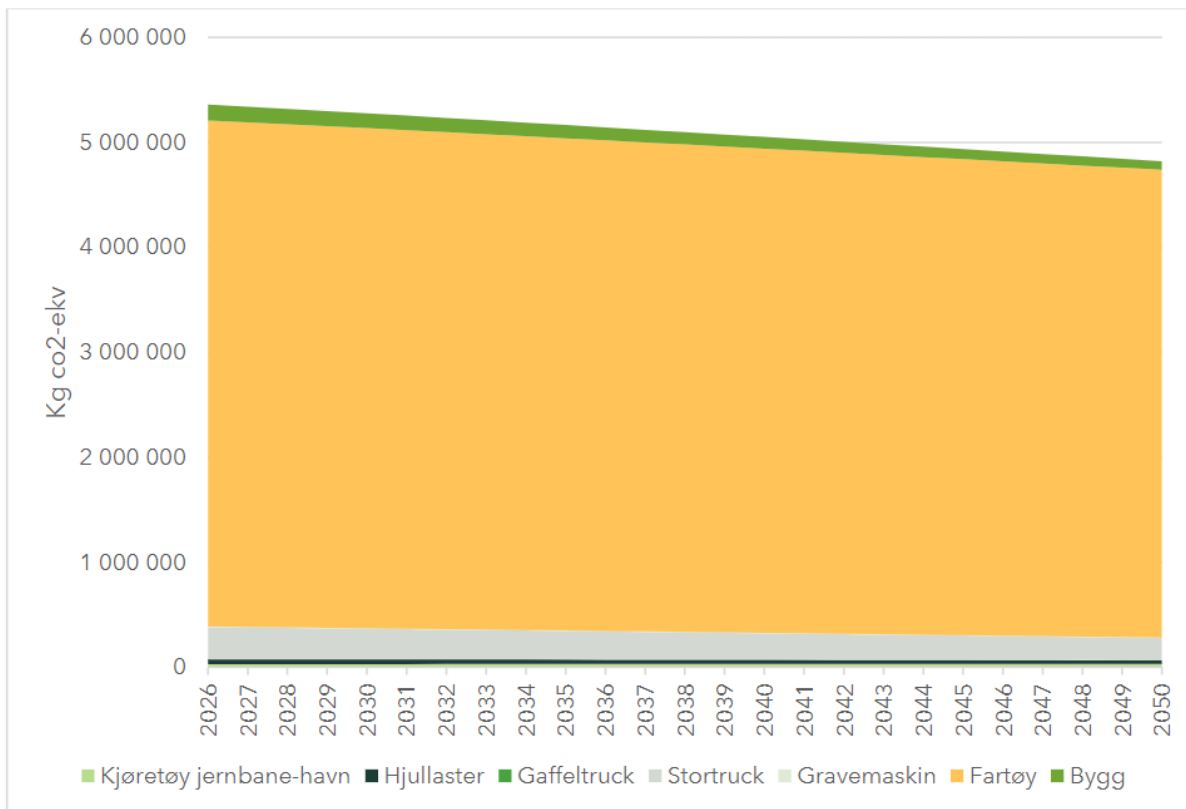


Figur 10 - Oversikt over fordeling av klimagassutslipp fordelt på scenario 1 og 2.

Fartøy står for en stor andel av klimagassutslippene og det er derfor viktig å prioritere tiltak innenfor fartøy. Den største reduksjonen i klimagassutslipp kommer også fra fartøy. Tiltak som kan tilrettelegges for er utbygging av landstrøm. Det er også mulig med bunkring av hydrogen, men dette er ikke vurdert i notatet. For å få fartøy til å legge over til landstrøm og hydrogen kan havnen eksempelvis øke prisene av å ligge til kai på fossile energibærere. Stortrucker står også for en god andel av utslippene. Disse kan reduseres ved elektrifisering eller overgang til andre energibærere.

4.3.5.1 Resultat: Referansescenario

Figur 11 viser totale klimagassutslipp for referansescenariot fra år 2026 til 2050. Det er en reduksjon i klimagassutslipp i år 2050 sammenliknet med år 2026 ettersom det er forventet at elektrifisering innføres i noen grad selv om det ikke innføres tiltak i havnen. I scenarioet er det lagt inn at flere fartøy benytter landstrøm samt at det er en delvis elektrifisering av kjøretøy i havnen. Totalt er det en reduksjon på 10% fra 2026 til 2050. Dette viser at det er viktig å implementere tiltak for å redusere klimagassutslipp. Dersom tiltak ikke implementeres, vil reduksjonen kun være på 10%. Fartøy i havn står for den desidert største andelen av klimagassutslipp. Dette er delvis grunnet at store deler av fartøyene ligger på diesel i referansescenariot, men også fordi fartøyene er den aktiviteten som genererer høyest utslipp grunnet antall liggetimer i havnen.



Figur 11 - Klimagassutslipp for referansescenario.

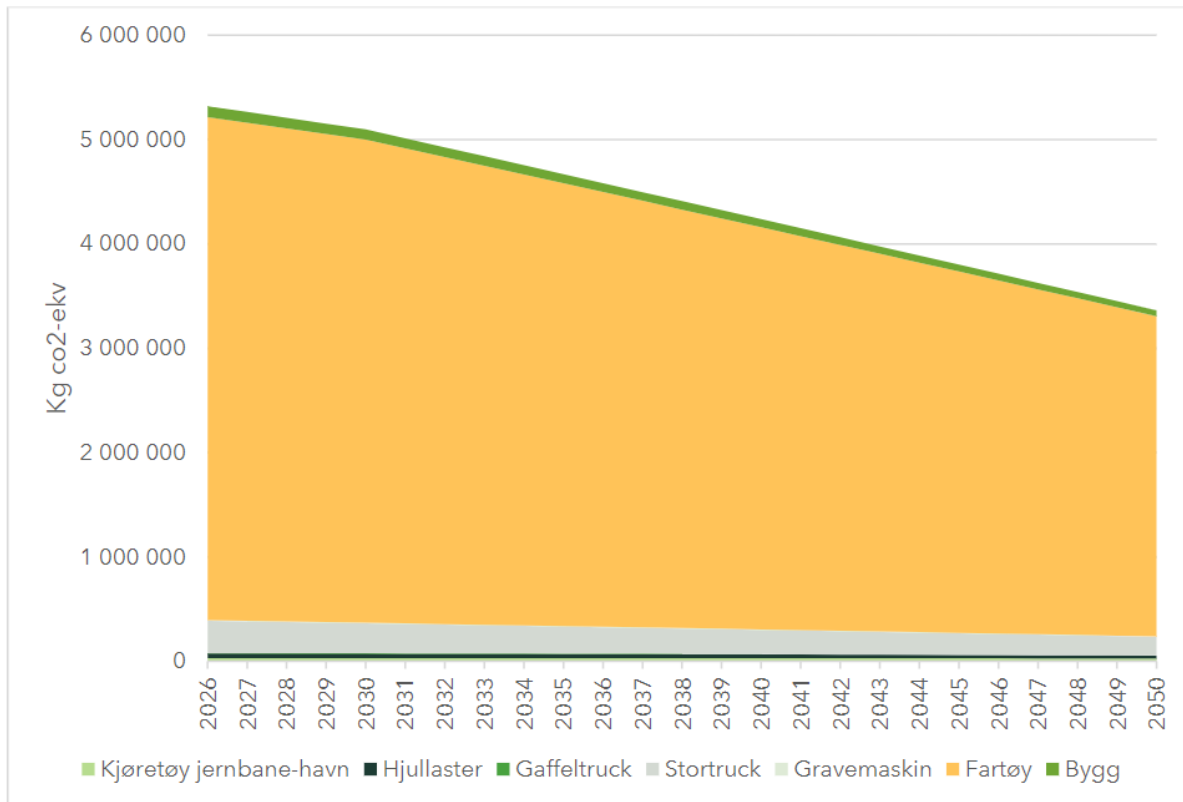
4.3.5.2 Resultat: Scenario 1

I scenario 1 er det implementert tiltak for terminalene, kjøretøy og fartøy. Alle tiltakene er gradvis innført bortsett fra tiltak på terminaler. De er antatt innført fra 2026 ettersom det er da det bygges nytt. Tiltakene er kort oppsummert i Tabell 13.

Tabell 13 - Oppsummering av tiltak innført i scenario 1.

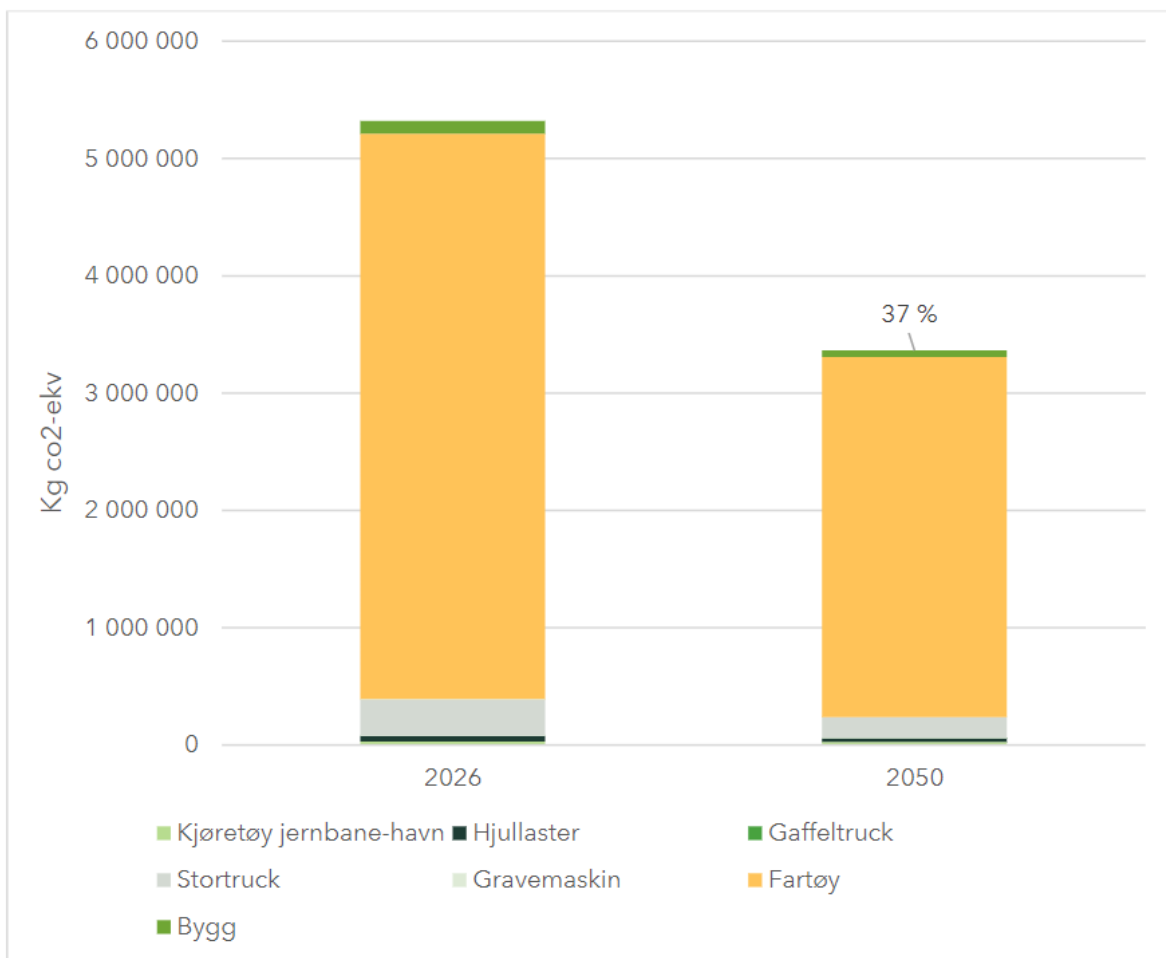
| | Tiltak |
|------------------------|---|
| Terminaler | 50% av terminalene som bygges nye er bygget med passivhusstandard. Solceller på 50% av beregnet mulig areal Varmebehov leveres av varmepumpe med COP på 3 for 50% av nye bygg og en COP på 4 for resterende halvpart. |
| Kjøretøy i havn | En kombinasjon av elektrifisering og bruk av hydrogen på lastebiler fra 2030. |
| Fartøy | Landstrøm og hydrogen gradvis mot 50% i 2050. |

Utviklingen av klimagassutslipp fra 2026 til 2050 er vist i Figur 12. Det er en 37% reduksjon i klimagassutslipp fra 2026 til 2050. Fartøy står for den største delen av klimagassutslippene også i scenario 1.



Figur 12 - Utvikling av klimagassutslipp fra 2026 til 2050 i scenario 1.

Figur 13 viser klimagassutslipp i 2026 og 2050 for de ulike operasjonene i havnen. Den største reduksjonen i kg CO₂-ekvivalenter kommer fra fartøy som gradvis elektrifiseres og går over på hydrogen. Etersom fartøy står for en så stor andel av klimagassutslippene er det viktig å prioritere tiltak innenfor fartøy.



Figur 13 - Klimagassutslipp i 2026 og 2050 i scenario 1.

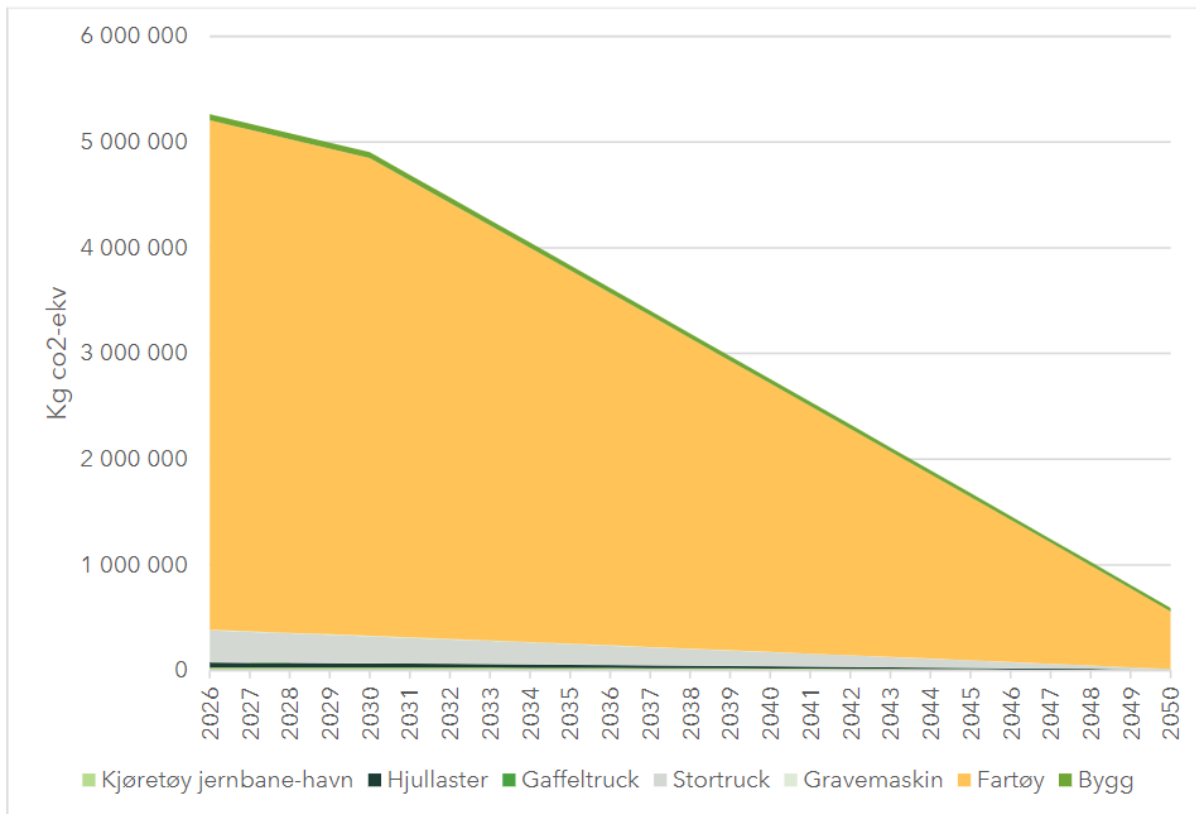
4.3.5.3 Scenario 2

Scenario 2 er et nullutslippsområde hvor det innføres fornybare energibærere for alle havneoperasjoner mot 2050. Tiltakene er oppsummert i Tabell 14.

| | Tiltak |
|------------------------|--|
| Terminaler | 100% av terminalene som bygges nye er bygget med passivhusstandard. Solcellepaneler på alt av beregnet mulig areal. Varmebehov leveres av varmepumpe med COP på 4 for alle nye terminaler. |
| Kjøretøy i havn | En kombinasjon av elektrifisering og bruk av hydrogen. Innføringen skjer gradvis og når 100% i 2050. |
| Fartøy | Landstrøm og hydrogen gradvis mot 100% i 2050. |

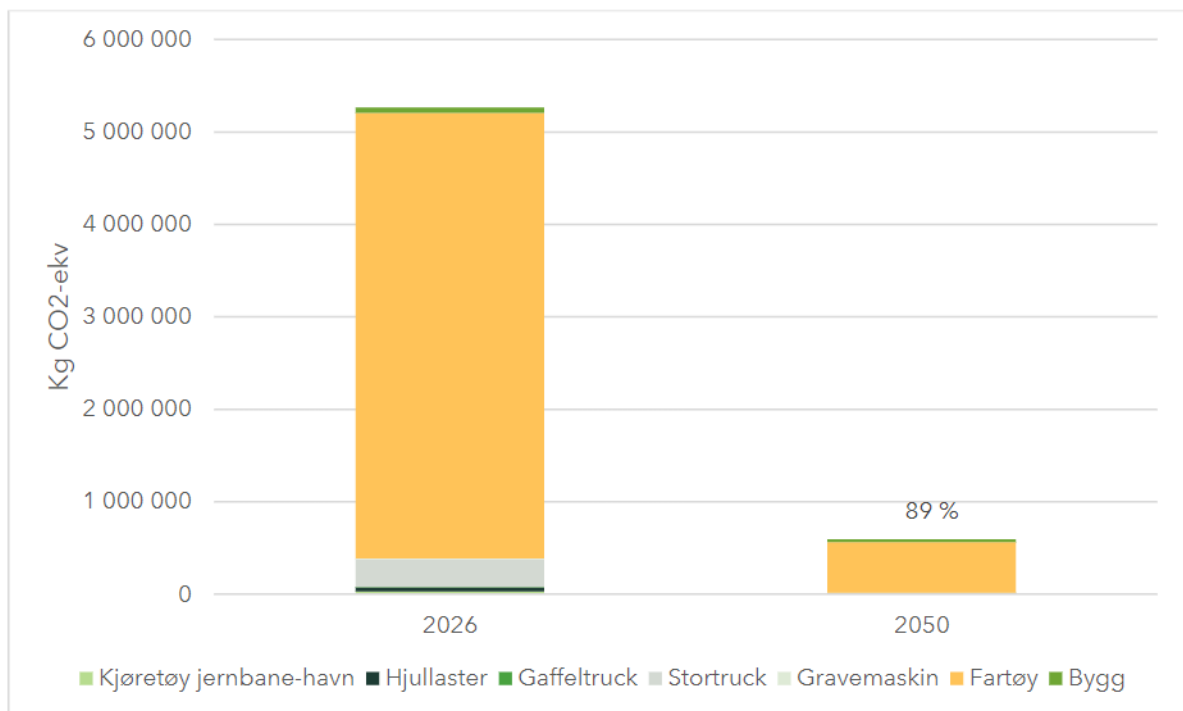
Tabell 14- Oppsummering av tiltak i scenario 2.

Figur 14 viser utviklingen av klimagassutslipp fra 2026 til 2050. Det innføres gradvis tiltak frem til 2050 hvor alle fartøy og kjøretøy benytter fornybare energibærere. Det er en 89% reduksjon i klimagassutslipp fra 2026 til 2050.



Figur 14 - Utvikling av klimagassutslipp fra 2026 til 2050 i scenario 2.

I 2050 er utslippene i havnen rundt 600 tonn CO₂-ekvivalenter. Bakgrunnen for at de ikke er null er at utslippsfaktorene til strøm og hydrogen inkluderer oppstrøms produksjon av energibæreren. De direkte klimagassutslippene i havn vil derimot være null ettersom verken hydrogen eller elektrisitet har noen direkte klimagassutslipp.



Figur 15 - Klimagassutslipp i scenario 2 i 2026 og 2050.

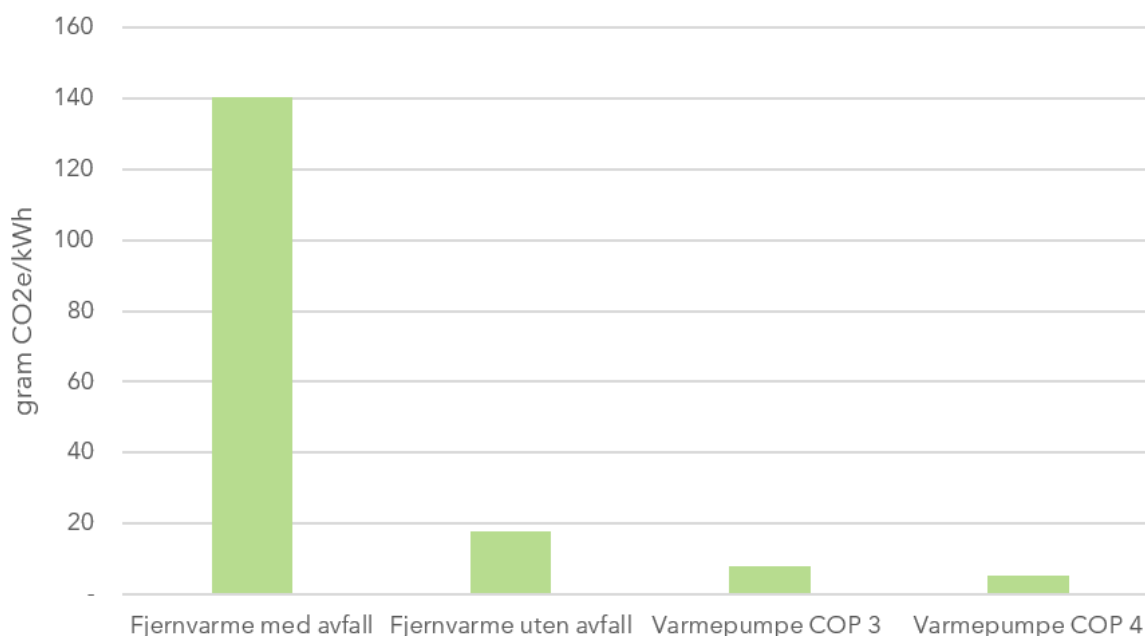
Scenario 2 viser også at det er viktig å prioritere tiltak innenfor fartøy ettersom det er denne aktiviteten som bidrar til høyest klimagassutslipp og her det er mulig å få til de største reduksjonene.

4.3.5.2 Fjernvarme vs varmepumpe

Det er usikkert hvordan varmebehovet til området vil bli levert. De mest sannsynlige mulighetene er varmepumpe eller fjernvarme. Varmepumper har gode virkningsgrader og klimagassutslippene tilknyttet varmepumper avhenger i stor grad av utslippsintensiteten til strømmiksen og virkningsgraden til varmepumpen.

Fjernvarme i Bodø består i stor grad av forbrenning av avfall. For fjernvarme er det flere måter å regne klimagassutslipp på. Forbrenning av avfall kan enten allokeres til produsent av avfall eller til forbruker av fjernvarme. Dersom forbrenning av avfall allokeres til produsent av avfall vil ikke forbrenningsutslippene fra avfall regnes inn i utslippsintensiteten for fjernvarme.

Figuren under viser klimagassutslipp for fjernvarme både med og uten avfall samt varmepumpe med COP på 3 og 4. Norsk strømmiks er lagt til grunn i beregningene. Varmepumpen med COP på 4 har lavest klimagassutslipp. Det skal nevnes at dersom utslippsintensiteten til strømmiksen økes vil varmepumpe bli mindre fordelaktig i et klimagassperspektiv. Dette er diskutert i vedlegget.



Figur 16 Klimagassutslipp for levert varmebehov

4.3.5.3 Konklusjon og videre anbefalinger

Scenarioanalysen tar for seg utviklingen av klimagassutslipp for tre ulike scenarioer i Bodø havn. Referansescenarioet viser hvordan utviklingen av klimagassutslipp ville vært dersom det ikke implementeres tiltak i havnen. Scenario 1 og 2 er henholdsvis 50% og 100% scenarioer. Det vil si at det implementeres tiltak for å øke bruken av fornybare energikilder for kjøretøy og fartøy mot 50% og 100% i 2050.

Resultatene av analysen viser at klimagassutslippene kan reduseres med 37% i scenario 1 og 89% i scenario 2. Fartøy bidrar med store deler av klimagassutslippene i Bodø havn og det er derfor viktig å prioritere tiltak for å redusere klimagassutslippene til fartøy i havn. Tiltak innebærer å tilgjengeliggjøre landstrøm i havn samt muliggjøre at fartøy kan benytte hydrogen i havn. Dette kan insentiveres til ved å eksempelvis øke avgifter i havn for fartøy som ligger på diesel.

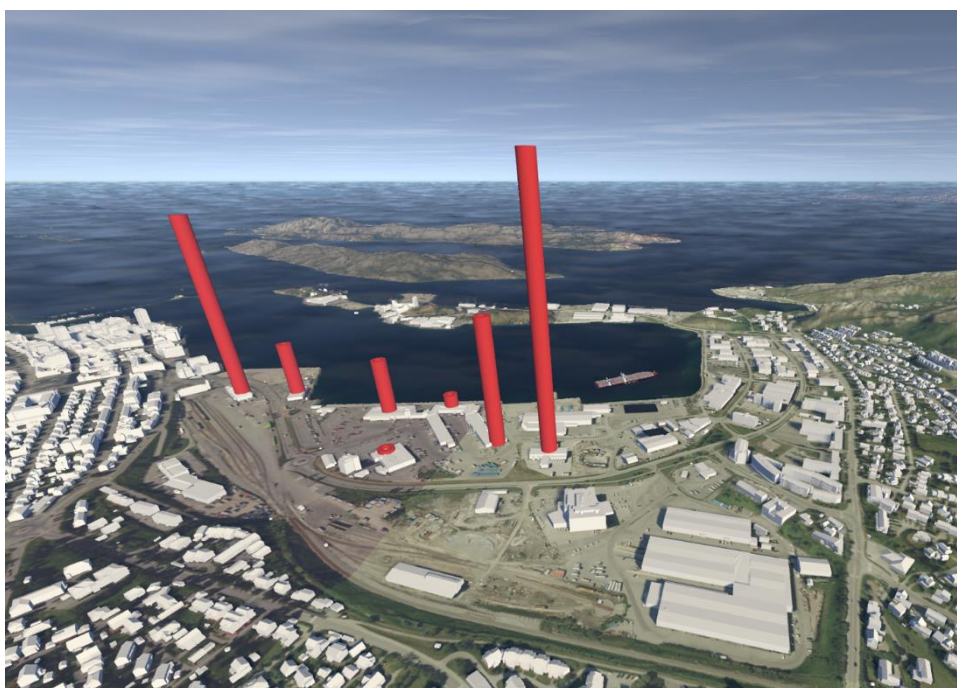
Det er viktig å også gjøre tiltak innenfor kjøretøy og terminaler. For terminaler er reduksjon av energibehovet, solceller og varmeløsninger vurdert. Solceller vil bidra til å øke mulighetene for elektrifisering på havnen uten å belaste kraftnettet. For kjøretøy er elektrisitet og hydrogen vurdert som energibærere. Begge energibæreren bidrar til en reduksjon i klimagassutslipp. Hvilken energibærer som prioriteres kan vurderes ut i fra tilgangen på kraft og teknologiutviklingen i samfunnet.

4.4 Arbeidspakke 4: Visualisering

I denne konseptutredningen er en digital tvilling av Bodø brukt som et visualiseringsverktøy for å fremstille analysene som er gjennomført.

Den digitale tvillingen er en digital kopi av området i et tredimensjonalt perspektiv. Verktøyet kan brukes til visualisering av for eksempel utslipp, energibehov, trafikk, sol- og skyggeeksponering, bygningsmasser i byen. Videre, kan løsningen importere BIM-modeller for å for eksempel evaluere hvordan hypotetiske/fremtidige bygg kan påvirke faktorer relatert til blant annet energi, utslipp, sosiale forhold, bybilde, skygge- og solforhold. Verktøyet kan visualisere historiske, nåværende og fremtidige/potensielle verdier.

Verktøyet har derfor egnet seg til å visualisere de utarbeidede scenarier fra AP3: Scenarioanalyser. Dette kan være hensiktsmessig for å forenkle avansert informasjon, og for å gjøre den lettere kommuniserbar. Figur 16 viser hvordan solcellepaneler kan plasseres i potensielt adekvate områder beskrevet i vedlegg 2 – Solkraft. Videre viser utdraget fra den digitale tvilling antatt mengde årlig energi disse solcellepanelene kan generere.



Figur 16 – Illustrasjon av området med visualisering av mengde klimagassutslipp

Figur 17 gir en visuell indikasjon på hvilke områder på havna som genererer mest klimagassutslipp.



Figur 17 - Illustrasjon av plassering av solceller, samt årlig mengde strøm som solcellene generer.

Figur 18 illustrerer potensielle plasseringer for solcellepaneler, og hvor mye energi de kan generere gitt analysene gjort i vedlegg 2 – Solkraft.



Figur 18 - Utklipp fra datasettet over elektrifisering av kjøretøy- og maskinparken på Bodø Havn.

Til analysen i figur 18 er det benyttet data fra arbeidspakke 3 til å kartlegge alle bedrifter, alle kjøretøy, behov for fossilt drivstoff fordelt på bedrifter, og muligheter for elektrifisering av disse. Uten den digitale tvillingen ville resultatene eksempelvis blitt presentert i tabellformat som vist i tabell 15. I dette spesifikke tilfelle viser de røde datastolpene fremtidig hypotetisk behov for fossilt drivstoff, mens de blå stolpene viser dagens behov. Størrelsen på de røde stolpene reduseres i takt med en tidslinje fra 2022 – 2050 der man hvert enkelt år illustrerer økt grad av elektrifisering av kjøretøy. Den digitale tvillingen viser over tid hvordan økt grad av elektrifisering medfører redusert behov for fossilt drivstoff (men økt behov for strømtilførsel - dette er visualisert i en annen scene).

Tabell 15 - Datagrunnlaget tilhørende figur 17.

| År | Antall containere | Antall kjøretøy | | | | Andel elektrifisert | | | | Dieselforbruk | | | |
|------|-------------------|-----------------|-------------|-----------|-------------|---------------------|-------------|-----------|-------------|---------------|-------------|------------|-------------|
| | | Hjullaster | Gaffeltruck | Stortruck | Gravemaskin | Hjullaster | Gaffeltruck | Stortruck | Gravemaskin | Hjullaster/ | Gaffeltruck | Stortruck | Gravemaskin |
| 2022 | 10000 | 10 | 31 | 10 | 2 | 0 % | 84 % | 0 % | 0 % | | | | |
| 2023 | | 10 | 31 | 10 | 2 | | | | | | | | |
| 2024 | | 10 | 31 | 10 | 2 | | | | | | | | |
| 2025 | | 10 | 31 | 10 | 2 | | | | | | | | |
| 2026 | 25000 | 10 | 31 | 10 | 2 | 15 % | 100 % | 15 % | 15 % | 17 128,67 | - | 112 780,80 | 2 050,56 |
| 2027 | 25625 | 10 | 31 | 10 | 2 | 18 % | 100 % | 18 % | 18 % | 16 414,97 | - | 108 081,60 | 1 965,12 |
| 2028 | 26250 | 10 | 31 | 10 | 2 | 22 % | 100 % | 22 % | 22 % | 15 701,28 | - | 103 382,40 | 1 879,68 |
| 2029 | 26875 | 10 | 31 | 10 | 2 | 25 % | 100 % | 25 % | 25 % | 14 987,59 | - | 98 683,20 | 1 794,24 |
| 2030 | 27500 | 10 | 31 | 10 | 2 | 29 % | 100 % | 29 % | 29 % | 14 273,89 | - | 93 984,00 | 1 708,80 |
| 2031 | 28125 | 10 | 31 | 10 | 2 | 32 % | 100 % | 32 % | 32 % | 13 560,20 | - | 89 284,80 | 1 623,36 |
| 2032 | 28750 | 10 | 31 | 10 | 2 | 36 % | 100 % | 36 % | 36 % | 12 846,50 | - | 84 585,60 | 1 537,92 |
| 2033 | 29375 | 10 | 31 | 10 | 2 | 39 % | 100 % | 39 % | 39 % | 12 132,81 | - | 79 886,40 | 1 452,48 |
| 2034 | 30000 | 10 | 31 | 10 | 2 | 43 % | 100 % | 43 % | 43 % | 11 419,11 | - | 75 187,20 | 1 367,04 |
| 2035 | 30625 | 10 | 31 | 10 | 2 | 47 % | 100 % | 47 % | 47 % | 10 705,42 | - | 70 488,00 | 1 281,60 |
| 2036 | 31250 | 10 | 31 | 10 | 2 | 50 % | 100 % | 50 % | 50 % | 9 991,72 | - | 65 788,80 | 1 196,16 |
| 2037 | 31875 | 10 | 31 | 10 | 2 | 54 % | 100 % | 54 % | 54 % | 9 278,03 | - | 61 089,60 | 1 110,72 |
| 2038 | 32500 | 10 | 31 | 10 | 2 | 57 % | 100 % | 57 % | 57 % | 8 564,33 | - | 56 390,40 | 1 025,28 |
| 2039 | 33125 | 10 | 31 | 10 | 2 | 61 % | 100 % | 61 % | 61 % | 7 850,64 | - | 51 691,20 | 939,84 |
| 2040 | 33750 | 10 | 31 | 10 | 2 | 64 % | 100 % | 64 % | 64 % | 7 136,95 | - | 46 992,00 | 854,40 |
| 2041 | 34375 | 10 | 31 | 10 | 2 | 68 % | 100 % | 68 % | 68 % | 6 423,25 | - | 42 292,80 | 788,96 |
| 2042 | 35000 | 10 | 31 | 10 | 2 | 72 % | 100 % | 72 % | 72 % | 5 709,56 | - | 37 593,60 | 683,52 |
| 2043 | 35625 | 10 | 31 | 10 | 2 | 75 % | 100 % | 75 % | 75 % | 4 995,86 | - | 32 894,40 | 598,08 |
| 2044 | 36250 | 10 | 31 | 10 | 2 | 79 % | 100 % | 79 % | 79 % | 4 282,17 | - | 28 195,20 | 512,64 |
| 2045 | 36875 | 10 | 31 | 10 | 2 | 82 % | 100 % | 82 % | 82 % | 3 568,47 | - | 23 496,00 | 427,20 |
| 2046 | 37500 | 10 | 31 | 10 | 2 | 86 % | 100 % | 86 % | 86 % | 2 854,78 | - | 18 796,80 | 341,76 |
| 2047 | 38125 | 10 | 31 | 10 | 2 | 89 % | 100 % | 89 % | 89 % | 2 141,08 | - | 14 097,60 | 256,32 |
| 2048 | 38750 | 10 | 31 | 10 | 2 | 93 % | 100 % | 93 % | 93 % | 1 427,39 | - | 9 398,40 | 170,88 |
| 2049 | 39375 | 10 | 31 | 10 | 2 | 96 % | 100 % | 96 % | 96 % | 713,69 | - | 4 699,20 | 85,44 |
| 2050 | 40000 | 10 | 31 | 10 | 2 | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 0,00 | - | 0,00 | 0,00 |

Når en skal fremlegge investeringsbeslutninger eller sende søknader til ekstern finansiering vil en kunne bruke den etablerte digitale tvillingen av området med resultatene fra denne konseptutredningen. En vil også kunne oppdatere med tilleggsinformasjon og analyser om dette blir utført i den videre prosessen av transformasjonen av Bodø Havn området.

5 Spredning, kompetanseformidling og kunnskapsgenerering

Et av de overordnede målene med denne konseptutredningen var å gi et viktig kompetanseløft lokalt. Bodø Havn og Bodø kommune vurderer funnene i konseptutredningen som svært viktig for den videre utvikling av området Bodø Havn, samt for å realisere de ønskede målene om området skal bli en fremtidsrettet logistikk-hub. Dette er veldig viktig kompetanseutvikling for Bodøsamfunnet, og spesielt relevant for utviklingen av Ny bydel og Ny by –ny flyplassprosjektet.

Konseptutredningen har bygget kompetanse og kunnskap om blant annet lokal energiproduksjon/fornybare energiløsninger, energilagringssystemer, effektivisering, mikronett-konseptet, samt effektiv logistikk og mobilitet. Arbeidet har også vært relevant for rådgiverne som skal utføre forprosjektet. Funnene har løpende vært tilgjengeliggjort for rådgivergruppen og det har vært gjennomført flere møter med drøfting og kunnskapsoverføring.

Sluttresultatene er planlagt presentert internt i alle deltakende organisasjoner/bedrifter. I Bodø Kommune vil en presentere resultatene for både utbyggingskontoret og samfunns- og næringsavdelingen. Vi planlegger å skrive en artikkel som skal deles på Bodø Kommunes intranett, Solsia. I tillegg skal det løpende søkes etter øvrige arenaer både internt og eksternt, hvor funnene skal presenteres. Rapporten vil også deles med kollegaer i KRAFT¹³ og Smartbyene.

Prosjektet har tette bånd til Ny by –ny flyplassprosjektet og vil bli presentert for den administrative styringsgruppen i prosjektet, samt for hele teamet. Prosjektets resultater vil også bli publisert på Ny by – ny flyplass sin hjemmeside¹⁴. Ny by – ny flyplassprosjekt har også en podkast, og muligheten for å ha konseptutredningen som tematikk i en av episodene vurderes. Konseptutredningen vil deles med senterledelsen til FME ZEN¹⁵, som kan benytte sitt nettverk til å spre innholdet. Bodø kommune

¹³ <https://kraftnord.no/>

¹⁴ <https://nybybodo.no/>

¹⁵ <https://fmezen.no/?lang=no>

vil også sende rapporten direkte til de FME ZEN pilotbyene og -partnerne vi har tettest samarbeid med.

Rapporten vil også bli publisert på Bodø kommunes egen hjemmeside, samt at det vil bli publisert som en nyhetssak fra Bodø Energi, både internt og eksternt.

Asplan Viak, Arva, BE Varme, Bodø Energi, Bodø Havn og Fjuel vil alle ta med seg den nye kunnskapen inn i fremtidige prosjekter, samt dele internt i egne organisasjoner. Bodø Havn og Fjuel vil spesielt ta med seg funnene og den opparbeidede kompetansen inn i arbeidet med utviklingen an Nye Bodøterminaler.

Som en del av konseptutredningen til Enova og Bodø Havn, ble det i januar 2022 utarbeidet en pressemelding som informerte om prosjektet. Denne ble sendt ut til en rekke lokale og nasjonale medier med nedslagsfelt i Bodø og området rundt. Pressemeldingen informerte om tildelingen fra Enova, samt de langsiktige planene for prosjektet.

Saker i media:

- <https://bodo.kommune.no/aktuelt/skal-gjore-terminalområdet-pa-havna-mer-fremtidsrettet>
- <https://www.an.no/apnet-nytt-anlegg-i-bodo-havn/s/5-4-1549994>
- <https://bodoposten.no/skal-gjore-terminalområdet-i-bodo-mer-fremtidsrettet/>
- <https://www.mtlogistikk.no/bodo-havn-magasin-miljo/moderniserer-og-klargjor-terminalområdet-i-bodo-havn/638698>

Når konseptutredningen er levert vil det bli utarbeidet en ny pressemelding hvor noen i funnen vil bli trukket frem og presentert. Denne pressemeldingen vil bli sendt ut til de samme mediene som ble kontaktet i starten av prosjektet. Forhåpentligvis vil dette gi en bred spredning av funnene.

Alle prosjektdeltakere vil ta med seg kunnskapen opparbeidet i dette prosjektet med seg videre inn i fremtidige prosjekter, og på denne måten vil også kunnskapen og kompetansen bli videreført-

6 Risiko og risikodempende tiltak

Flere teknologier og løsninger er utredet i forbindelse med konseptutredningen. De ulike teknologiene og løsningene er oppsummert under. Teknologiene som er utredet er kjente teknologier som i dag ikke har stor risiko tilknyttet seg.

- Lokal fornybar energiproduksjon
 - Solceller
 - Sjøvarmepumpe
 - Geotermisk varme
 - Fjernvarme
- Energilagring
 - Batteripakker
- Mobilitet
 - Land- og ladestrøm
 - Ladefunksjoner for lette og tunge kjøretøy
 - Hydrogen

- Helhetlig drift av energisystemet
 - Fleksible kraftressurser
 - Mikronett
- Effektivt logistikksystem
 - Effektiv omlastning av gods fra jernbane til skip ved økt godsvolum
 - Fellesfunksjoner for godsaktører

Det er relativt høy risiko knyttet til gjennomføring av den ønskede elektrifisering grunnet lite ledig kapasitet i elnettet. En kan derfor risikere at dette blir en barriere for implementering av alle ønskede tiltak. Dette perspektivet må derfor hensyntas rasket mulig.

En annen risiko kan være knyttet til kostnadsutvikling og tilgang på materialer som er nødvendige for å utføre transformasjonen.

7 Veien videre og anbefalinger

Det foregår nå et forprosjekt basert på noen av resultatene fra denne konseptutredningen som vil bli grunnlag for hovedprosjektet. Veien videre bli å sikre at en får implementert flest mulig smarte og effektive tiltak i hovedprosjektet slik en sikrer en bærekraftig utvikling og nødvendige klimagasskutt.

BE Varme vil fortsette utredningen av fjernvarmeutbygging til området. De eksisterende bygningens energiforsyning og mulige ombygning bør undersøkes nærmere. For miljø- og kostnadmessig vil det være svært gunstig å samordne VA, EL og eventuell fjernvarme ved fornyelse av havneområde. Teknisk infrastruktur må prosjekteres som en integrert del av rehabilitering av området, dette vil sikre en effektiv utførelse av anleggs- og grunnarbeid.

De involverte energiselskapene (Arva, Bodø Energi, Fjuel og BE Varme) vil fortsette å holde dialog for å se på hvordan en skal imøtekomme den økte etterspørselen etter energi på området.

Bodø Kommune vil ta med funnene videre og se hvordan en kan realisere dem i samarbeid med Bodø Havn og andre involverte parter.

Det er gjort en klimagassberegning tilknyttet energibruk for kjøretøy i havn, fartøy og energibruk i terminalene. Det er ikke gjort beregninger for klimagasser tilknyttet materialbruk både av nye terminaler og infrastruktur. Det anbefales at dette gjøres når prosjektet implementeres.

Oppsummert er det identifisert følgende områder og tematikk gjennom prosjektperioden som det vil være interessant å arbeide videre med i oppfølgingsprosjekter:

- Gjenbruk av masser og materiale. Studere muligheten for å kunne gjenbruke materialet fra byggene som skal rives inn i nybyggene.
- Undersøke muligheten for å etablere et anlegg som kan levere varme til skip som ligger til kai.
- Optimalisere bruken av landstrømsanlegget gjennom planlegging
- Utføre en kommunikasjonskampanje som øker kompetansenivået knyttet til nytten av landstrømsanlegg for å stimulere rederier til å oppgradere skipene sine til å kunne koble seg på.
- Utforske mulighetsrommet for delingsløsninger på området.

- Utforske mulighetsrommet for deling av av mobile batterier med aktører utenfor området, slik som bygge- og anleggsbransjen.
- Utføre en livsløpsanalyse som ser på hele livsløpet knyttet til heving av vei.
 - o Dette for å kunne se hva slags samfunnsnytte det vil ha utenfor systemgrensene til denne utredninger ved å optimalisere flyten mellom bane og hav, og bort fra vei.
- Pilotere smarte, fleksible, fornybare energiløsninger.

Oppsummering

De utførte analysene av havneområdet har estimert et energibehov for området i 2026 på 17,89 GWh fordelt på 6,72 GWh til bygg, 6,43 GWh til landstrømsanlegget og 4,73 GWh til lading av landside. Estimert effektbehov for området i 2026 er totalt 7,10 MW hvorav 3,20 MW får til bygg, 6,65 MW til landstrømsanlegget og 3,10 MW til lading på landside.

I lys av nettkapasitetsanalysen er det ikke mulig å gjennomføre alle tiltakene for å optimalisere området og få operasjonene inne på området over på nullutslippsløsninger som går på elektrisitet slik det er designet i dag grunnet begrenset kapasitet i dagens nett. Det er derfor helt nødvendig å implementere energieffektive og smarte tiltak på området for å nå satte klima- og energimål.

Solenergianalysen av Bodø havn viser at det er mulig å installere 4,3 MW_p ved installasjon av solceller på tak til eksisterende bygg, som vil gi en forventet årlig produksjon på 2,5 GWh. Ved å inkludere installering av solcelleanlegg på fasadene vil en få en tilleggskapasitet på 1 MW med forventet årlig produksjon på 553 000 kWh. Det er også mulig å installere solceller på pergola på parkeringsplass, og dette vil gi en forventet årlig produksjon på mellom 33 000 – 2 200 000 kWh. Total sett er dermed det årlige potensialet for solstrøm på Bodø Havn estimert til mellom 3,3 – 5,5 GWh.

Varme utgjør en liten andel av energiforbruket på området, men det er for det om viktig å ha et bevisst forhold til. En bør også vurdere å ta inn varme som en mulighet for snøsmelting på vinteren, fremfor brøyting. Ulike varmeløsninger bør implementeres på området for å unngå å bruke den elektriske kapasiteten til oppvarming og kjøling. Varmeløsningene som er vurdert er sjøvarme, geotermisk varme og fjernvarme.

Det er definert et tydelig behov for å minimere, optimalisere og jevne ut energiforbruken på området. Dette bør gjøres gjennom en kombinasjon av utnyttelse av lokal fornybar energi inne på området, energilagring, smart styring, optimal planlegging og sirkulære forretningsmodeller (delingsøkonomi).

Innenfor logistikk delen av utredningen fremkommer det at heving av vei som muliggjør bedre flyt mellom bane og sjø vil optimalisere driften av området både i et økonomisk og et miljømessig perspektiv. Det er identifisert et behov for en ytterligere utredning som inkluderer en livsløpsanalyse for å konkludere, men funnen så langt tyder på at det vil være hensiktsmessig med heving av Jernbaneveien da det vil føre til en økt kapasitet av drift på havneområdet. Dette vil igjen kunne fjerne mye transport fra vei over på bane som vil gi lavere klimaavtrykk.

Resultatene av analysen viser at klimagassutslippene kan reduseres med 37% i scenario 1 og 89% i scenario 2. Fartøy bidrar med store deler av klimagassutslippene i Bodø havn og det er derfor viktig å prioritere tiltak for å redusere klimagassutslippene til fartøy i havn. Tiltak innebærer å tilgjengeliggjøre landstrøm i havn, samt muliggjøre at fartøy kan benytte hydrogen i havn.

Det er viktig å også gjøre tiltak innenfor kjøretøy og terminaler. For kjøretøy er elektrisitet og hydrogen vurdert som energibærere. Begge energibærerne bidrar til en reduksjon i klimagassutslipp. Hvilken energibærer som prioriteres kan vurderes ut i fra tilgangen på kraft og teknologiutviklingen i samfunnet på utviklingstidspunkt.

Avslutningsvis viser denne konseptutredningen viktigheten av å se på området som en helhet for å kunne implementere de mest bærekraftige og effektive løsningene. Dette krever samarbeid på tvers av aktører og sektorer. Hovedprosjektet har et stort potensiale til å bli et foregangsprosjekt som kan bidra til den grønne omstillingen av Bodø og omegn.

Prosjektøkonomi for konseptutredningen

Grunnet endringer i prosjektdeltakere og dermed en forflytning av hvor ulik kompetanse var tilgjengelig ble prosjektøkonomien litt annerledes enn budsjettert, men innenfor rimelighetens grenser. Fjuel AS deltok med færre ressurser en budsjettert for grunnet oppsigelser, noe som resulterte i at behovet for innkjøpte tjenester fra dem ble lavere en budsjettert for. Se vedlegg 14 for prosjektregnskap.

Vedlegg

Oversikt over vedleggene til konseptutredningen:

| Vedlegg nummer | Tittel |
|----------------|---|
| 1 | Energi- og effektbehov |
| 2 | Solkraft |
| 3 | Varmepotensial |
| 4 | Energilagring |
| 5 | Mobilitet |
| 6 | Effektivt logistikksystem |
| 7 | Forbruk og forflytning kjøretøy |
| 8 | Helhetlig energisystem |
| 9 | Fleksibilitet |
| 10 | Mikrogrid |
| 11 | Dataoppløsning, systemgrenser og scenario |
| 12 | Nettkapasitetsanalyse |
| 13 | Klimagassanalyse |
| 14 | Prosjektregnskap |
| 15 | Visualisering, digital tvilling |