



Rapport

Destinasjon Flåm – en energihub for fremtidens reiseliv



Prosjektinformasjon

Denne konseptutredningen er bestilt av Aurland Hamnevesen KF. Aurland Hamnevesen ønsker, sammen med prosjektpartnerne, å finne løsninger som tilrettelegger for reduksjon i utslipp på land og for utslippsfri ferdsel i fjorden frem mot 2030. Prosjektet har fått innvilget søknad om tilskudd fra Enova, hvor tilskudd er gitt igjennom Enova-programmet «Konseptutredning for innovative energi- og klimaløsninger i byggområder og energisystem».

Aktører

Aurland Hamnevesen er prosjekteier, med prosjektpartnerne Sygnir, Bellona, Norway's Best AS, Ocean Hyway Cluster og Hafslund (tidl. Hafslund Eco).

Hafslund Rådgivning har bistått som prosjektleder og fasilitator.

Hovedmål

Hovedmål: Identifisere, utvikle og anbefale realiserbare, innovative konsepter for en utslippsfri destinasjon, med fokus på etablering av (felles) energiforsyningssystemer for ulike transportmidler.

Dato for endelig rapport

23.02.2023

Utarbeidet av

Tale Marie Astad Paulshus
Kristine Hjort-Gulbrandsen
Astrid Musæus
Kristin Arnesen

Med støtte fra øvrig prosjektgruppe:

Even Vardenær Lunder
Sean Kristian Condon
Tor Mikkel Tokvam
Lars Loven
Ingrid Lydvo/Arve Tokvam
Sigurd Enge
Sandra Nekkøy



Sammendrag

Flåm ligger innerst i Aurlandsfjorden, og vil bli påvirket av stortingsvedtaket som stiller krav om nullutslipp i verdensarvfjordene fra 2026. Dette vil begrense aktiviteten inn via sjøveien til Flåm, og redusere verdiskapning fra cruiseturismen i Flåm. Det vil potensielt også sette en stopper for etablering av det planlagte landstrømsanlegget i Flåm, som fikk innvilget støtte fra Enova i 2020.

Sammen med de øvrige prosjektdeltakerne ønsket Aurland Hamnevesen KF, som en forlengelse av Aurland kommune, å undersøke mulighetene for å tilrettelegge for områdeutvikling tilknyttet nevnte landstrømanlegg gjennom dette prosjektet, også omtalt som *konseptutredningen* videre i rapporten. Ambisjonen til konseptutredningen har vært å finne potensiale for reduserte utslipp på tvers av sektorer og aktiviteter ved å løfte blikket til destinasjonsnivå, og identifisere felles utnyttelse av infrastruktur. Prosjektgruppen har bestått av Aurland Hamnevesen (prosjekteier), Sygnir, Norway's Best, Hafslund, Ocean Hyway Cluster, Bellona og Hafslund Rådgivning, og prosjektet er støttet av Enova.

Økt fokus på overgang til nullutslippsløsninger gjør at flere havner og turistdestinasjoner innfører landstrømsanlegg. Aktørene har i større grad søkelys på effektive og helhetlige energisystemer som komplimenterer hverandre og skaper større forutsigbarhet. Etableringen av landstrømsanlegg utløser ofte, som for Flåm, behov for økt nettkapasitet og annet arbeid med infrastruktur, som kan fungere som startskudd for en vurdering av utvikling av energisystemet i/i nærheten av havnen. Prosjektrapporten presenterer derfor en rekke tiltak som kan være mulig å innføre i havner eller turistdestinasjoner. Deretter er et utvalg av disse anbefalt som tiltakspakke for Flåm, gitt

- tilgjengelige arealer,
- segmenter med potensiale for utslippsreduksjoner,
- aktiviteter fra destinasjonsturisme, cruiseturisme og gjennomfart E16,
- modenhet teknologi, og
- tilgjengelig nettkapasitet og begrensende faktorer i sammenheng med naturfarer.

For hvert areal er det vurdert ulike tiltak. Tiltakene er vurdert separat og i sammenheng med hverandre – gitt sambruk og utnyttelse av effektbehov gjennom året. Tiltakene anbefales for å kutte CO₂-utslipp, og for å tilrettelegge for utviklingen i drivlinjen til ulike kjøretøy- og fartøysegmenter i dag. Flere av tiltakene innebærer etablert teknologi som kan tas i bruk umiddelbart i Flåm.

Tiltakspakken som er anbefalt består av følgende tiltak:

- Destinasjonslading for personbil
- Mobil destinasjonslading for personbil
- Hurtiglading for busser
- Sambruk hurtiglading for buss og tungtransport
- Ladeløsning sambruk lokalcruise og Bergensbåten
- Ladeløsning eller hydrogenfylling for RIB
- Lading i havn til fritidsbåter
- Solcelleanlegg på tak på eksisterende bygninger



- Solcelleanlegg som parkeringsskygge
- Grønne tiltak – avbøtende tiltak og bevaring av naturmangfold

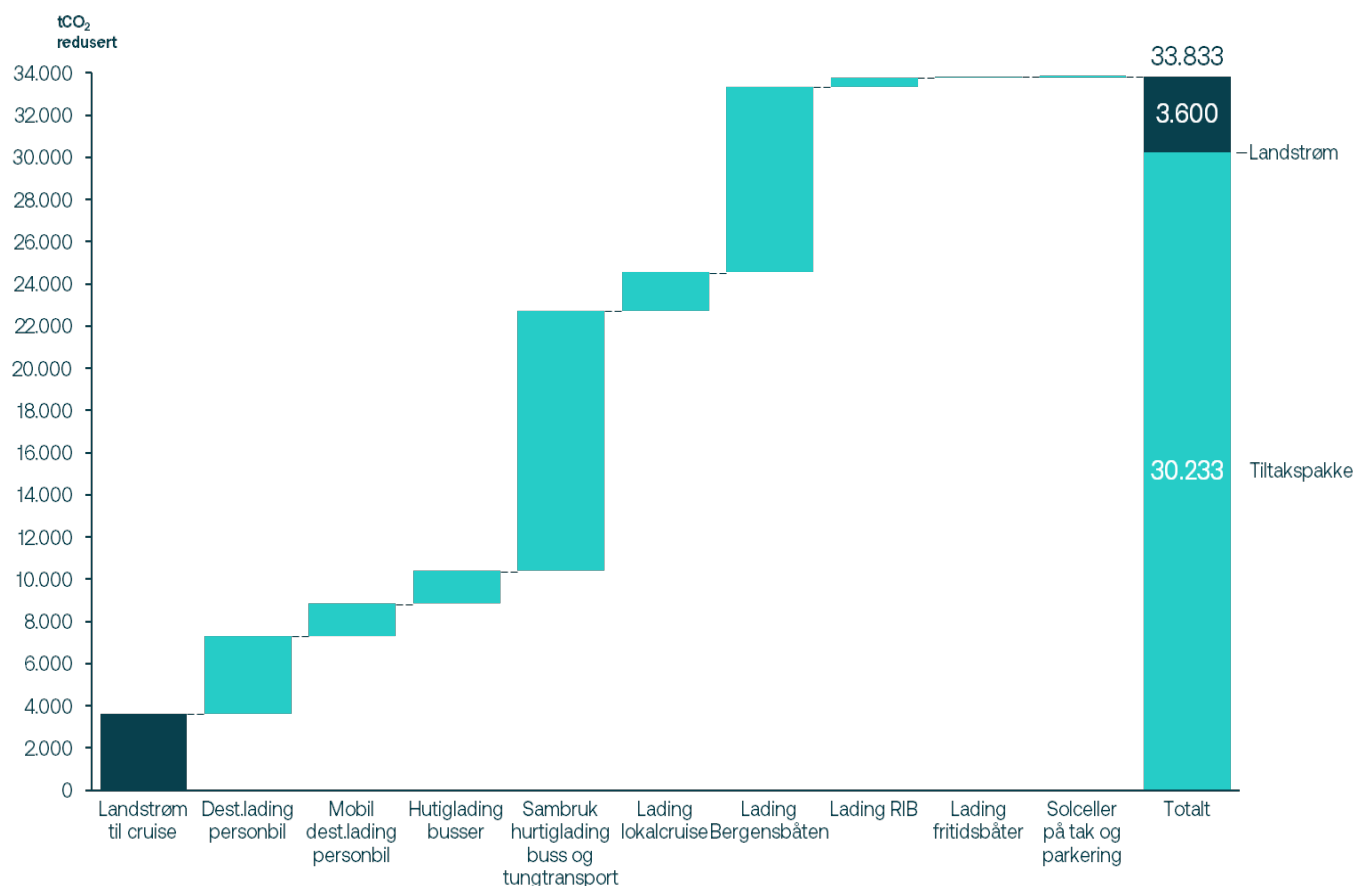
Tiltakspakken har som mål å sette sammen komplimenterende tiltak på de tilgjengelige arealene, slik at energisystemene skal bli effektive. Herunder er sambruk og motsatte effektbehov svært aktuelt for energisystemer med varierende forbruk av energi og effekt, enten gjennom døgnet eller gjennom året.

Det er også foreslått innovasjonstiltak som komplementerer tiltakspakken ytterligere. Disse blir grundigere gjennomgått i kapittel 5.3. Dette kan være infrastruktur som bør bygges ut på sikt til segmenter med en mer usikker drivlinjeutvikling, eller løsninger som sikrer mer effektiv og helårlig utnyttelse av teknologi og nettkapasitet. Her fremmes også tiltak som til større grad benytter teknologi under utvikling.

For tiltakspakken er det estimert at det kan oppnås en utslippsreduksjon på 30 233 tonn CO₂. Om lag 11 677 tonn av disse kan tilskrives utslippsreduksjoner lokalt i Flåm, innenfor Aurland kommune. Sammenlignet med de totale utslippene i Aurland kommune i 2018 (pre-Corona, valgt som referanseår), tilsvarer dette en CO₂-reduksjon på 43%. Innføringen av landstrømsanlegget er forutsetning og utløsende faktor for at tiltakspakken innføres. Tiltakspakken og landstrømsanlegget vil samlet redusere utslippene i Aurland (lokale utslipp) med 15 277 tonn CO₂, hvilket er omtrent 7 577 tonn mer, eller nesten dobbelt så mye som nullalternativet.

Tabell 1 Totale og lokale utslippskutt fra tiltakspakken

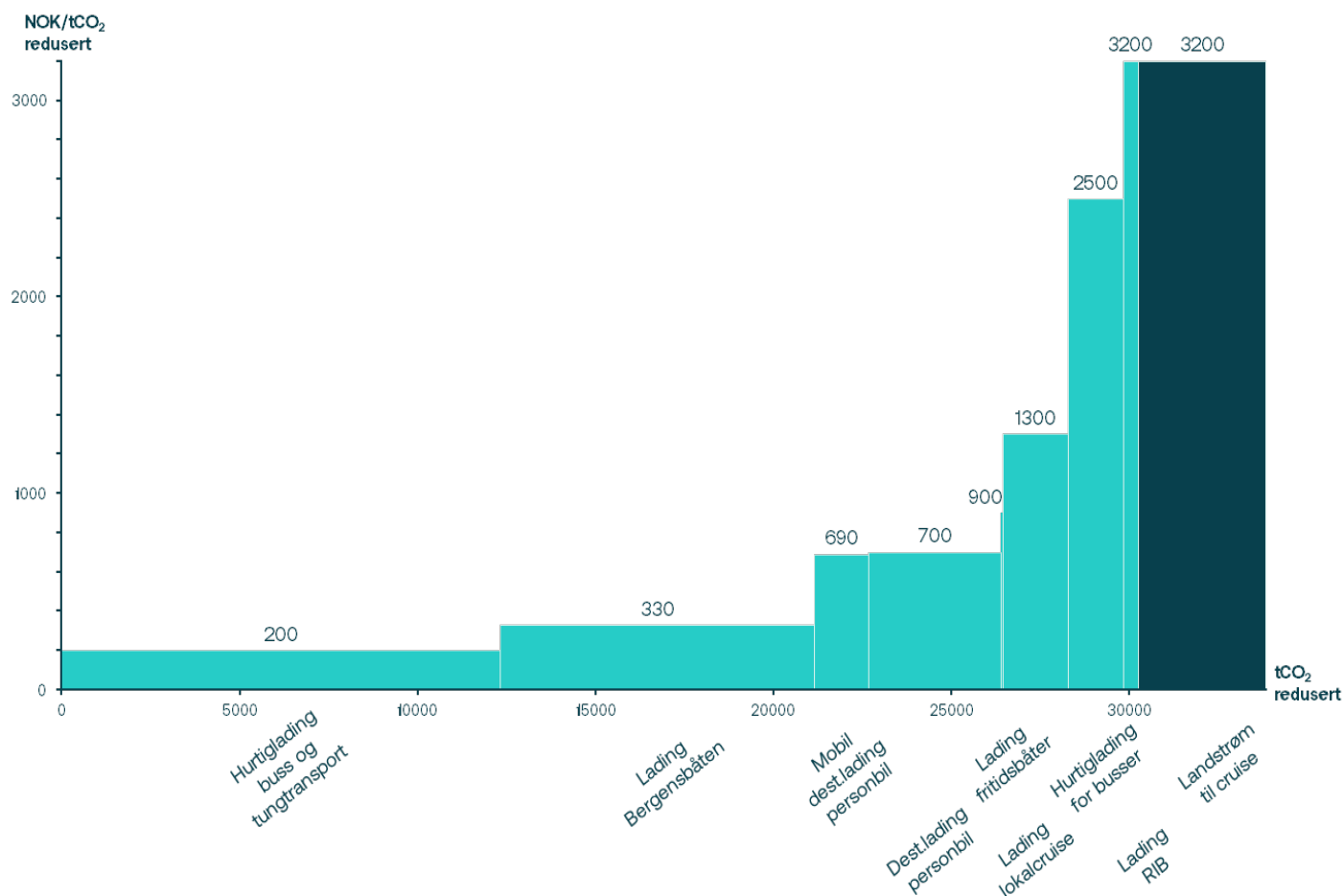
Tiltak	Total utslippsreduksjon (tonn CO ₂)	Lokal utslippsreduksjon (tonn CO ₂)
Destinasjonslading for personbil	3 695	3 479
Mobil destinasjonslading for personbil	1 534	767
Hurtiglading for busser	1 553	275
Sambruk hurtiglading for buss og tungtransport	12 318	3 808
Ladeløsning lokalcruise	1 837	1 837
Ladeløsning Bergensbåten	8 823	1 038
Ladeløsning eller hydrogenfylling for RIB	401	401
Lading fritidsbåter	68	68
Solcelleanlegg på eksisterende tak	1	1
Solcelleanlegg som parkeringsskygge	4	4
Totalt	30 233	11 677



Figur 1: Potensiale for total utslippsreduksjon (tonn CO₂) for de anbefalte tiltakene i tiltakspakken. Det gjøres oppmerksom på at landstrømstiltaket ikke anses som en del av tiltakspakken, men en forutsetning for tiltakene og reduksjonene i den foreslåtte tiltakspakken.

Som en del av vurderingene av tiltakene er det gjennomført en beregning av kostnadseffektivitet for tiltakene per areal. Denne vurderingen viser at mange av tiltakene er kostnadseffektive, med kostnadseffektivitet mellom 200 og 3 200 NOK per tonn CO₂ redusert. For disse er det tatt utgangspunkt i de totale utslippsreduksjonene. Merkostnadene knyttet til tiltaket er alene begrenset til infrastrukturen for tiltaket. For kjøretøy og fartøy som faktisk utløser utslippsreduksjonene antas det at merkostnaden knyttet til disse er null over tiltakets levetid.

Etableringen av landstrømsanlegget vil fungere som startskudd og utløsende faktor for betydelige oppgraderinger av nettet. Landstrømsanlegget vil muliggjøre implementering av andre tiltak med svært betydelige utslippsreduksjoner (x10 CO₂-reduksjonene fra landstrømsanlegget isolert), da sesongbasert strømbehov til landstrømsanlegget og aktivitet tilhørende sommerbasert turisme gir stort mulighetsrom resten av året. Herunder er mobile løsninger, sambruk og/eller tidsavgrenset tilgang og partnerskap vurdert. Vurderingene viser at selv om moden teknologi og tilhørende avtak gir høyest kostnadseffektivitet, gir også sambruk og mobile løsninger høy utnyttelse og dermed høy CO₂-reduksjon sammenlignet med investeringskostnaden.



Figur 2: Kostnadseffektivitet (NOK/tonn CO₂ redusert) for de anbefalte tiltakene i tiltakspakken. Bredden på blokkene indikerer mengden CO₂ tiltaket totalt har potensiale til å kutte i forhold til de andre tiltakene. Det gjøres oppmerksom på at landstrømstiltaket ikke anses som en del av tiltakspakken, men en forutsetning for tiltakene og reduksjonene i den foreslåtte tiltakspakken.

Prosjektrapporten er lagt opp slik at den skal kunne ha overførbarhet til andre turistdestinasjoner og/eller havner. For disse vil denne rapporten kunne gi en introduksjon til et utvalg relevante segmenter og tiltak å se på for energisystemet. I konseptutredningen er det eksempelvis blitt lagt vekt på å utforske hydrogen og drivstoffproduksjon fra derivater av hydrogen, samt bunkring- og fyllerløsninger. Siden Flåm har begrenset med passende arealer, og har utfordringer med naturfarer, ble ikke disse løsningene prioritert i tiltakspakken for Flåm. Vurderingene gjort vil kunne tas inn i vurderinger av tilsvarende løsninger for andre turistdestinasjoner og/eller havner. Andelen overførbarhet vil være avhengig av turistdestinasjonen og/eller havnen, men måten rapporten er lagt opp på etterstreber at det skal være mulig å sette sammen konsepter tilpasset den enkelte målfunksjon.

Innhold

Sammendrag	3
1	Bakgrunn og formål 8
1.1	Bakgrunn 8
1.2	Formål med konseptredningen 9
1.3	Prosjektgruppen og gjennomføring 10
1.4	Metode 13
2	Dagens situasjon 15
2.1	Aktiviteter i Flåm 15
2.2	Turismen i etterkant av Corona-pandemien 17
2.3	Forvaltning av arealer og ressurser i turistdestinasjonen Flåm 18
2.4	Utslipp 18
2.5	Nullalternativ 20
2.6	Tilgjengelige arealer 22
2.7	Naturfare i Flåm 26
2.8	Nettsituasjon og planlagt landstrømsanlegg 28
3	Teknologiutvikling og trender for energibærere 30
3.1	Teknologiutvikling 30
3.2	Trender for energibærere 37
4	Mulige tiltak 40
4.1	Tilrettelegging for omstilling av veitransport 40
4.2	Tilrettelegging for omstilling av marin aktivitet 44
4.3	Produksjon og lagring av fornybar energi og energibærere 49
4.4	Tiltak for å bedre lokalt miljø og ivareta naturmangfold 54
5	Anbefalte tiltak 56
5.1	Anbefalt tiltakspakke 56
5.2	Vurdering av tiltakspakken 65
5.3	Videre utvikling av energisystemet: Innovasjonstiltak 79

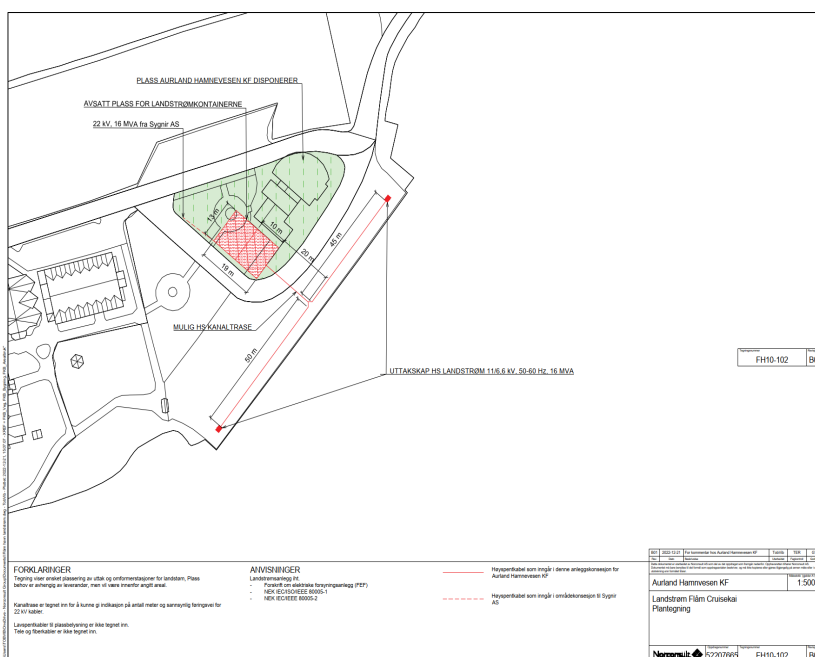
1 Bakgrunn og formål

Prosjekteier, Aurland Hamnevesen KF, har etablert et samarbeid mellom nasjonale og lokale aktører som sammen ønsker å møte fremtidens krav til et grønt og bærekraftig reiseliv. Sammen ønsker prosjektpartnerne å tilrettelegge for reduksjon av utslipp på land og for utslippsfri ferdsel i fjorden frem mot 2030. Samordnet utbygging med det planlagte landstrømanlegget vil sette Flåm som reiselivsdestinasjon i førersetet på bærekraft. Derfor ble det søkt til Enova og innvilget støtte til konseptutredningen som skal identifisere, utvikle og anbefale realiserbare, innovative konsepter for en utslippsfri destinasjon, med fokus på etablering av et felles energiforsyningssystem for ulike transportmidler.

1.1 Bakgrunn

Aurland Hamnevesen KF fikk i 2020 innvilget søknad om støtte til etablering av landstrømsanlegg ved Flåm Cruise kai, og anlegget med tilhørende sjøkabel var opprinnelig planlagt ferdig i 2023. Arbeidet med anlegget er foreløpig ikke igangsatt, og det søkes løpende halvårlege utsettelse grunnet uklarheter rundt hvordan politiske vedtak vil påvirke cruisetrafikken i regionen.

Landstrømsanlegget ved Flåm Cruise kai er planlagt med effektuttak på 16 MW, tilknyttet en planlagt sjøkabel fra Aurlandsvangen med mulig effektuttak på 19 MW. Anlegget vil i hovedsak benyttes i perioden mai-september. Dette gir spennende muligheter for utnyttelse av kapasiteten til anlegget, samt eventuelle muligheter for samordning med øvrig behov for økt kapasitet identifisert gjennom konseptutredningen. I tillegg er Aurland kommune sin posisjon som kraftkommune en forutsetning for lokal foredling av vannkraften gjennom utvikling av grønne verdikjeder som kan bidra til lokale arbeidsplasser og kompetanseutvikling.



Figur 3 Planlegning landstrømsanlegg Flåm. Kilde: Søknad om anleggskonsesjon til Landstrøm Flåm Cruise kai (2023-01-25)

Flåm ligger innerst i Aurlandsfjorden, som grenser til verdensarvfjorden Nærøyfjorden, listet på UNESCO sin verdensarvliste. Prosjektet er en oppfølging av flere stortingsvedtak med ambisjoner om reduserte utslipp i verdensarvfjordene. Disse vedtakene har vært særlig rettet mot aktivitet på sjøen, selv

om utslippskildene lokalt er sammensatte. Ved å løfte blikket til destinasjonsnivå er ambisjonen å posisjonere Flåm for reduserte utslipp på tvers av sektorer og aktiviteter ved felles utnyttelse av kostbar infrastruktur og bruk av både anvendt og fremtidig teknologi. Sammen med de øvrige prosjektdeltakerne ønsker Aurland Hamnevesen KF, som en forlengelse av Aurland kommune, å tilrettelegge for områdeutvikling tilknyttet nevnte landstrømanlegg som kan gi spennende ringvirkninger i regionen, og potensiale for økt verdiskapning ved Flåm Havn og i Aurland kommune på sikt.

1.2 Formål med konseptredningen

Konseptutredningen er knyttet til etableringen av landstrømsanlegg ved Flåm Cruise kai, områdeutvikling omkring Flåm Havn, samt etablering av innovative energisystemer for å tilrettelegge for reduksjon av utslipp og 100% utslippsfri ferdsel i verdensarvfjorden mot 2030. Konseptutredningen skal fremme løsninger som tilrettelegger for reduksjon i utslipp, og for sjøveien/fjorden som en viktig utslippsfri ferdselsåre for fremtiden. For å få til dette på en økonomisk forsvarlig måte er prosjekteier og -deltakere forent om at det er nødvendig å se på hele havnen som et felles energisystem, både den aktiviteten som foregår på land og i vann.

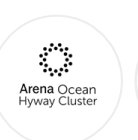
Prosjektgruppen har satt følgende hovedmål for konseptutredningen:

Hovedmålet for konseptutredningen er å identifisere, utvikle og anbefale realiserbare, innovative konsepter for en utslippsfri destinasjon, med fokus på etablering av (felles) energiforsyningssystemer for ulike transportmidler.

Videre har prosjektgruppen avgrenset konseptutredningen til å dekke det som skjer på land, med mål om tilrettelegging for utslippsfri aktivitet i fjorden.

Et viktig premiss for konseptutredningen er at det utvikles konsepter og løsninger som er realiserbare innen 2030. Innovasjonen ligger dermed i å utforske hvordan lønnsomhet kan skapes gjennom integrering og teknisk/økonomisk optimalisering av ulike fornybare teknologier, samt å bidra til akselerasjon av verdikjeder og markedsplasser for blant annet hydrogen.

For at Flåm Havn skal opprettholde og styrke sin posisjon som en internasjonalt anerkjent turistdestinasjon, kreves det felles innsats, samarbeid og investeringer fra Flåm og regionen, lokale aktører og fergesamband, samt fra rederiene som opererer cruisetrafikken i området. Dersom det gjøres isolerte tilpasninger i Flåm Havn for å tilrettelegge for ett og ett segment, risikerer man en tregere og mer kostbar omstilling. Konseptutredningen fokuserer derfor på løsninger som gir incentiver til samordnet omstilling på tvers av segmenter. Dette kan igjen vil føre til ringvirkninger i lignende havner både nasjonalt og internasjonalt.



1.3 Prosjektgruppen og gjennomføring

Prosjektgruppen

Arbeidet har blitt gjennomført av prosjektgruppen, som består av Aurland Hamnevesen som prosjekteier, med prosjektpartnere Sygnir, Bellona, Norway's Best, Ocean Hyway Cluster og Hafslund (tidl. Hafslund Eco). Hafslund Rådgivning har vært prosjektleder, fasilitator og utførende aktør.

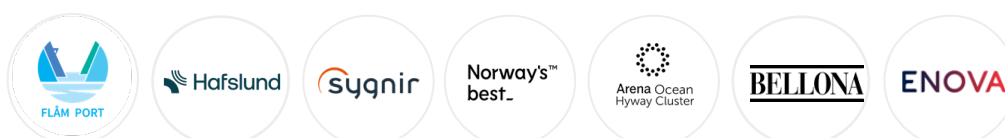
Samarbeidet ble etablert med flere lokale og nasjonale aktører for å sikre verdiskapning gjennom konseptutredningen.



Figur 4 Organisering av konseptutredningen

Prosjekteier, **Aurland Hamnevesen KF**, er et kommunalt foretak heleid av Aurland kommune. Foretaket står for planlegging, utbygging og drift av offentlige havnefunksjoner i kommunen. I henhold til prosjektets omfang er prosjektet forankret i selskapets styre. Fra før har foretaket fått innvilget støtte fra Enova til etablering av landstrømsanlegg for cruise. Prosjektet er i tråd med foretakets mål om å legge til rette for fremtidens skipsfart.

Hafslund (tidl. Hafslund Eco) er det største kraftselskapet i Norden som kun driver med fornybar energi. Selskapet eier og drifter vannkraftverk over store deler av landet, og drifter en produksjon på over 21 TWh, hvorav nær 18 TWh eies av konsernet. Selskapet har et strategisk mål om å bidra til å akselerere teknologi som bidrar til et nullutslippssamfunn. Hafslund er en etablert aktør i Aurland med egen kraftproduksjon, og har direkte interesse av å være med på å akselerere og utvikle grønn infrastruktur som fører til økt



etterspørsel etter kjerneproduktet – vannkraft. Hafslund har også gjennom tidligere utredninger i Aurland kommune bred kunnskap om mulighetsrommet og potensielle barrierer for ulike teknologier. Videre er Hafslund en del av Arena Ocean Hyway Cluster og deres initiativ «Destinasjon Grønt Vestland». I denne konseptutredningen skal Hafslund bidra med vurderinger rundt egen lokal kraftproduksjon, utvikling og kvalitetssikring av nye forretningsideer og modeller, og forankring av aktuelle løsninger for egen virksomhet.

Norway's Best AS eier, utvikler og driver norske reisemål og reiselivsprodukter i verdensklasse. Selskapet har i over 20 år posisjonert Flåm med Flåmsbana og Nærøyfjorden (UNESCO) til å bli et av Norges største turistreisemål. I dag har selskapet aktivitet i Flåm, Aurland, Myrkdalen, Geiranger, Hardanger, Oslo og Lofoten. Selskapet skaper konkurransekraft gjennom komplementære reisemål der lokal verdiskaping og styrking av lokal kultur, natur og produkter er viktig for kjernevirksomheten og for en bærekraftig utvikling. Norway's Best AS er eid av Aurland Ressursutvikling som i 2019 hadde mer enn 500 helårs- og deltidsansatte. Virksomheten arbeider etter FN sine bærekraftsmål (8,9,11,12,17), der grønn mobilitet er en sentral del av bærekraftstrategien. The Fjords er et deleid selskap i Norway's Best (50%). Norway's Best ønsker å sikre en videre bærekraftig utvikling av reisemålet, der lokal infrastruktur og utbygging vil være til nytte for flere interessenter (lokalsamfunn, turister, grønn skipsfart og transport).

Ocean Hyway Cluster (OHC) er en nasjonal klynge for aktører i hydrogenverdikjeden, og en viktig katalysator for utvikling og bruk av hydrogen i maritim sektor. Klyngen jobber tett sammen med næringen for å utvikle nye teknologiske løsninger i verdikjeden for hydrogen, med et overordnet mål om å bygge fundamentet for et nyttindustrielt løft i maritim sektor. Klyngen skal fungere som prosjektstøtte i prosjektet, og vil bidra med funn og data relevant for prosjektet, både gjennom dialog med medlemsbasen, men også direkte fra relevante prosjekt som "Destinasjon Grønt Vestland" og "nullutslippshurtigbåt på hydrogen".

Miljøstiftelsen Bellona er en uavhengig, ideell stiftelse som arbeider med å løse verdens klima- og miljøproblemer. Bellonas tilnærming er teknologioptimistisk og basert på systemtenkning, med mål om å utvikle og fremme løsninger for politikere, offentlig forvaltning og næringsliv. Stiftelsen har ingeniører, statsvitere, økonomer, biologer, jurister og journalister – fordelt over hele Europa og i USA. Bellonas rolle i prosjektet er å bidra til robuste hypoteser, og kvalitetssikring av arbeidet. Bellona vil også bidra til å formidle funn og konklusjoner i prosjektrapporten til både politiske aktører og næringslivet, lokalt og nasjonalt. Bellona er involvert i prosjekter og aktører som jobber med nullutslippsløsninger og utvikling av produksjonsteknologi og kapasitet for alternativ energi, som hydrogen, ammoniakk, biogass og andre energibærere til både landtransport og sjøtransport.

Sygnir er nettselskapet som har områdekonsesjon i kommunene Aurland, Lærdal, Sogndal og Vik, og er registrert som det nettselskapet i landet med brattest og mest utfordrende natur. Selskapet har om lag 13 000 nettkunder i Indre Sogn, og ønsker å se samlet utbyggingsbehov for nettkapasitet og kostnader, i forbindelse med elektrifisering og andre fornybare energiformer i Flåm. Sygnir har prosjektert løsningen for nettilknytning av landstrømsanlegget til cruise. Deltakelse i prosjektet er forankret hos ledelsen i nettselskapet, og prosjektansvarlig for Aurland/Flåm har deltatt aktivt i konseptutredningen.

Hafslund Rådgivning er et rådgivningsselskap som har som mål å tilgjengeliggjøre kompetanse innen elektrifisering, bygget opp i Hafslund i over hundre år. Rådgiverne hjelper virksomheter med overgangen til en utslippsfri fremtid, i tråd med strategier for lokale, nasjonale og internasjonale klimamål. I denne utviklingen spiller energiomstilling en sentral rolle og blir viktig i stadig flere bransjer. Hafslund Rådgivning hjelper med problemstillinger knyttet til utrulling av elektrisk infrastruktur og fornybare energiteknologier, og



har gjennomført prosjekter knyttet til ladeinfrastruktur av transportsektoren, bygg- og anleggsektoren, distribuert fornybar energi, som sol, vind, batterier, smarte styringssystemer, smart infrastruktur og smarte belysninger.

Nøkkelpersonell i prosjektet

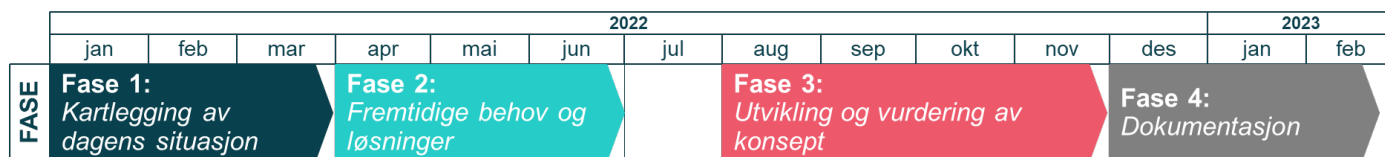
Navn	Selskap	Stilling	Rolle
Tor Mikkel Tokvam	Aurland Hamnevesen	Hamnesjef	Prosjekteier
Tale Marie Astad Paulshus	Hafslund Rådgivning	Teknisk rådgiver	Prosjektleder
Kristine Hjort-Gulbrandsen	Hafslund Rådgivning	Teknisk rådgiver	Prosjektdeltager
Astrid Musæus	Hafslund Rådgivning	Teknisk rådgiver	Prosjektdeltager
Even Vardenær Lunder	Hafslund Rådgivning	Teknisk rådgiver	Prosjektdeltager
Sean Kristian Condon	Hafslund Rådgivning	Teknisk rådgiver	Prosjektdeltager
Lars Loven	Sygnir	Prosjektkoordinator	Prosjektdeltager
Kristin Arnesen	Hafslund	Forretningsutvikler	Prosjektdeltager
Ingrid Lydvo/Arve Tokvam	Norway's best AS	Direktør Bærekraft og Forretningsutvikling	Prosjektdeltager
Sigurd Enge	Bellona	Fagansvarlig skipsfart og arktis	Prosjektdeltager
Sandra Nekkøy	Hub for Ocean/ Ocean Hyway Cluster	Forretningsutvikler	Prosjektdeltager

Prosjektfaser og gjennomføring

Konseptutredningen er blitt utført i tre faser, i tillegg til dokumentasjon og ferdigstillelse av prosjektet. Fasene er gjennomført kronologisk, og beskrevet i de neste avsnittene.

Prosjektet er styrt av prosjekteier Aurland Hamnevesen KF (Flåm Havn), med bistand fra Hafslund Rådgivning for å fasilitere og sikre fremdrift i prosjektet. Prosjektgruppen har kommet sammen på månedlige møter, samt ført bilaterale møter og skriftlige dialoger. Hafslund Rådgivning har drevet arbeidet fremover, og på de månedlige møtene har utviklingen i prosjektet blitt presentert og diskutert. Møtene har fungert godt, og vært en god arena for konstruktiv tilbakemelding, som prosjektdeltagerne har prioritert.

Prosjektet ble gjennomført fra januar 2022 til februar 2023 over fire hovedfaser:



Figur 5 Prosjektfaser

I fasene ble følgende aktiviteter gjennomført:

Fase 1 – Kartlegging av dagens situasjon (nullalternativet)

- Etablere nullalternativ ved å definere nåsituasjonen i Flåm som destinasjon
- Beslutte systemgrense og kartlegge tilgjengelige arealer
- Kartlegge aktivitet, energiforbruk og utslipp, identifisere aktører og brukere
- Kartlegge eksisterende infrastruktur og nettkapasitet

Fase 2: Fremtidige behov og løsninger

- Vurdere teknologistatus
- Estimere fremtidig aktivitet, aktører og brukere
- Vurdering av økonomi og utslippsreduksjon for mulige tiltak

Fase 3: Utvikling og vurdering av konsept

- Sette sammen utvalgte tiltak til konsept
- Vurdere konsept kvantitativt og kvalitativt
- Utarbeide tidslinje for realisering av tiltak

Fase 4: Dokumentasjon med ferdigstilling av rapport

1.4 Metode

Tiltaksvurdering

Det er etablert en oversikt over en rekke tiltak som kan være mulig å innføre i havner eller turistdestinasjoner, med utgangspunkt i aktivitetene i Flåm, for å kutte utslipp. Deretter er disse evaluert for Flåm, gitt

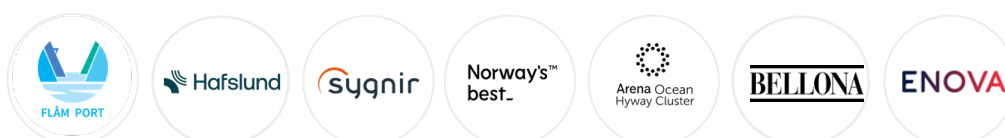
- tilgjengelige arealer,
- segmenter med potensiale for utslippsreduksjoner,
- aktiviteter fra destinasjonsturisme, cruiseturisme og gjennomfart E16,
- modenhet teknologi,
- tilgjengelig nettkapasitet og begrensende faktorer i sammenheng med naturfarer, og
- potensiale for utslippsreduksjon (tonn CO₂) og kostnadseffektiviteten (NOK per tonn CO₂ redusert) for å kunne redusere de tilhørende utslippene.

For hvert areal er det vurdert ulike tiltak. Tiltakene er vurdert separat og i sammenheng med hverandre – gitt sambruk og utnyttelse av effektbehov gjennom året. De utvalgte tiltakene anbefales på bakgrunn av potensiale for utslippsreduksjoner, og for å tilrettelegge for utviklingen i drivlinjen til ulike kjøretøy- og fartøysegmenter i dag. Flere av tiltakene innebærer etablert teknologi som kan tas i bruk umiddelbart i Flåm. I vurderingen av kostnadseffektiviteten er merkostnadene knyttet til tiltaket begrenset til infrastrukturen for tiltaket. For kjøretøy og fartøy som faktisk utløser utslippsreduksjonene antas det at merkostnaden knyttet til disse er null over tiltakets levetid.

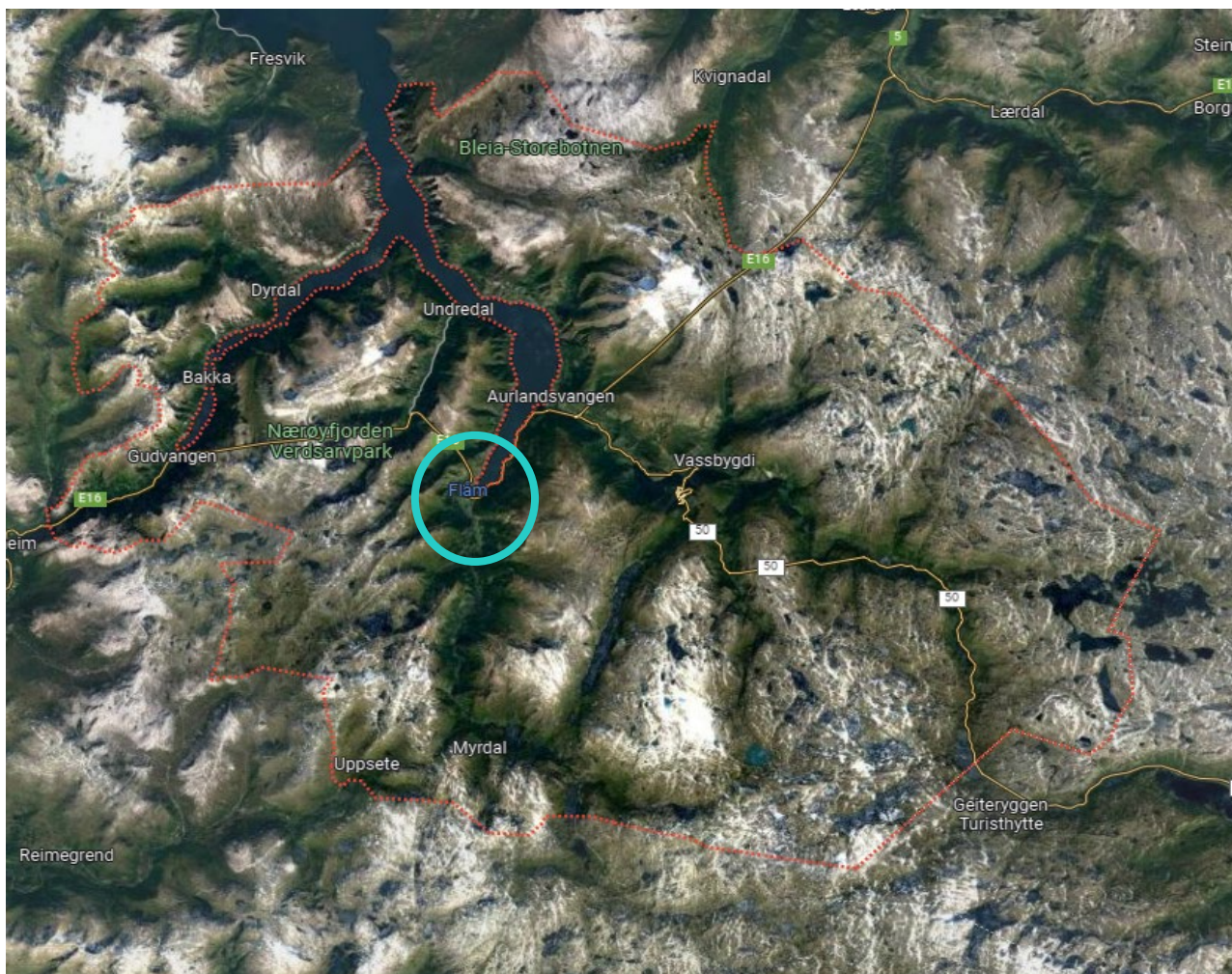
Systemgrense

Konseptutredningen tar for seg Flåm som system, og alle foreslåtte tiltak vil være geografisk begrenset til Flåm, med tilgjengelige arealer i Flåm som utgangspunkt. Flåm har utveksling av trafikk, varer, turister og fartøy med nærliggende byer og andre destinasjoner, og påvirkningen dette har på aktiviteten i regionen er medregnet i det foreslåtte tiltakspakken.

Ved vurdering av utslipp er det gjort to selvstendige vurderinger:



1. Lokale utslippsreduksjoner omfatter utslippsreduksjoner innenfor Aurlands kommunegrense. Her utgjør kommunens utslippstall og -framskrivninger utgjør grunnlaget for utslippsberegningene i arbeidet.
2. Totale utslippsreduksjoner omfatter utslippsreduksjoner, fra utslippskildene som berøres av tiltakene, også utenfor Aurlands kommunegrense.



Figur 6 Aurland kommune markert inn med rødt, og Flåm markert inn med grønn sirkel. Kilde: Google maps

2 Dagens situasjon

2.1 Aktiviteter i Flåm

Flåm ligger i Aurland kommune, ca. 10 km fra kommunesenteret Aurlandsvangen og innerst i Aurlandsfjorden, som grenser til verdensarvfjorden Nærøyfjorden. Flåm har ca. 400 innbyggere, og mottar årlig om lag 1,5 millioner besøkende fra hele verden. Destinasjonen er et knutepunkt mellom europavei E16, fergekai, cruise- og Flåmsbana. I Flåm er det overnattingssteder (hotell, utleie, hytter og campingsplass), butikker, museum, matservering, togstasjon for Flåmsbana, havn, og tilbud og aktiviteter knyttet opp mot tilreisende turister.



Figur 7 Bilde av Flåm (Foto Aurland Hamnevesen)

Flåm ligger blant storslått og bratt natur, og er i faresoner for flom, stormflo og skred. Området har sårbar natur, med Nærøyfjorden som står på UNESCO sin liste over verdens kultur- og naturarv, Aurlandsfjorden som inngår i marin verneplan og er nasjonal laksefjord, og Flåmselvi som er et vernet vassdrag og lakseelv.

Aktiviteten i Flåm varierer gjennom året på grunn av turismen, og den største delen av turistene ankommer i sommerhalvåret. Turismen i Flåm består av cruiseturisme og destinasjonsturisme. Det ankommer årlig 130-170 cruiseskip, som til sammen frakter rundt 250 000 passasjerer til Flåm havn. Cruiseturismen fører med seg andre aktiviteter, deriblant tilhørende bussaktivitet, fjordsafari, lokalcruise på fjorden, minimobilitet og suvenirhandel. Havnen har i dag mulighet til å ta imot opp til tre cruiseskip samtidig, men etter etablering av planlagt landstrømsanlegg vil den ta imot ett skip om gangen.¹ Anlegget er planlagt brukt i cruisesesongen,

¹ Aurland Hamnevesen fikk i 2020 innvilget søknad om støtte til landstrømsanlegg til Flåm cruisekai fra Enova

som historisk sett strekker seg fra mai til september. Anløp i 2022 og planlagte anløp for 2023 viser at sesongen strekker seg lenger, fra april til oktober, og at enkelte anløp kan sees allerede fra februar.²

Destinasjonsturismen består av turister som ankommer via Flåmsbana, Rallarvegen, personbiler, bobiler, lokale båter eller busser. Til disse hører det til tog- og bussaktivitet, til lokale destinasjoner som Stegastein, Gudvangen (shuttlebuss for lokalcruise), vandrebusser til Østerbø og Aurlandsdalen.



Figur 8 Bilde av Flåmsbana (Foto Aurland Hamnevesen)

Flåmsbana frakter ca. 1 million turister årlig mellom Flåm og Myrdal, og årlig sykler ca. 20 000 personer Rallarvegen.³ De fleste turistene som ankommer Flåm i person- eller bobiler kommer i fra mai til september. Disse blir værende i Flåm fra noen timer og opp til et par døgn. Det er i dag parkeringsplasser for personbiler og bobiler i og nært Flåm sentrum. Flåm har også 500 døgngjester som ankommer i fritidsbåt per år. De fleste av disse, ca. 50%, kommer i juli.

Det er i dag 20 lokalcruise på fjorden av ulik størrelse som benyttes etter behov. Lokalcruise er de fartøyene som har hjemmehavn i Flåm Havn, og kjører turer på fjorden eller til og fra andre destinasjoner på regelmessig basis. Lokalcruisene går i hovedsak mellom Flåm og Gudvangen, og ligger til kai i Flåm i underkant av en time mellom avganger og over natten. The Fjords' tre lokalcruise fartøyer: Vision – hybridfartøy, Legacy og Future – er elektriske fartøyer, der de to sistnevnte innfrir nullutslippskravene. I tillegg til lokalcruise frakter en hurtigbåt, kalt Bergensbåten, passasjerer direkte mellom Bergen og Flåm. I Flåm er det også RIB-virksomhet, som benyttes til fjordsafari for turister, i tillegg til en marina med 30 kaiplasser til fritidsbåter.

Bussene som besøker og parkerer i Flåm er lokale, regionale, nasjonale og internasjonale. De lokale bussene omfatter cruisebusser som kjører i forbindelse med cruiseanløp, busser som kjører turister til lokale

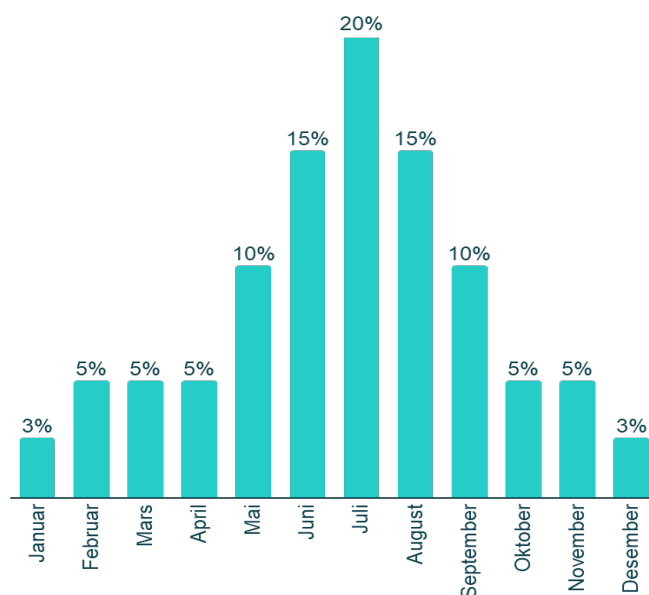
² Aurland Hamnevesen

³ Aurland kommune, Områdereguleringsplan Flåm, Planomtale med konsekvensutgreiing (2021-05-10)

destinasjoner som Stegastein, Gudvangen (shuttle for lokalcruise) og vandrebusser til Østerbø og Aurlandsdalen.

Cruisebussene kjører typisk til Voss eller tilsvarende distanse. Busstrafikken i Flåm er variert, og det er lite tilgjengelig informasjon om busspark og destinasjoner. I denne utredningen fokuseres det derfor på lokale busser for turistaktivitet, der det foreligger informasjon, og der påvirkningsgraden er ansett som størst.

Flåm ligger i nær tilknytning til E16, noe som medfører gjennomfartstrafikk med personbiler, buss og tungtransport. Turismen medfører også behov for varetransport. På E16 passerer ca. 200 tyngre kjøretøy per døgn og ca. 2 000 personbiler per døgn⁴. For tungtransporten er dette i hovedsak gjennomfartstrafikk, da kjøretøyene ikke har noen naturlige stoppesteder i Flåm i dag. I forbindelse med E16 er det også tidvis veiarbeid og tilhørende aktiviteter, som oppgradering av tunnellanlegg.



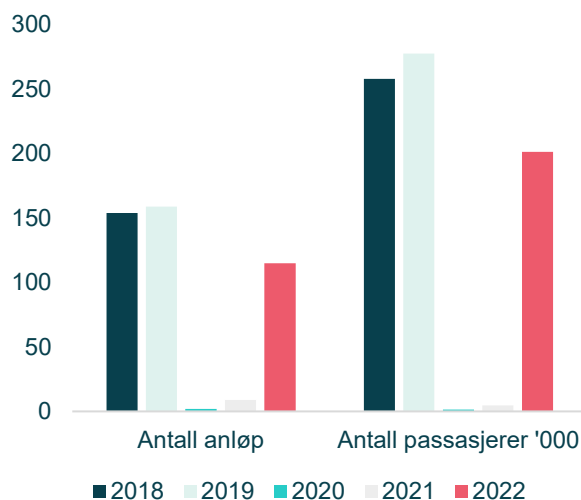
Figur 9: Anslått trafikkfordeling personbiler gjennom året i Flåm.
Kilde: Aurland Hamnevesen

2.2 Turismen i etterkant av Corona-pandemien

Reiselivsnæringen og tilhørende turisme står for en betydelig del av verdiskapningen i Flåm, og Flåm ble hardt rammet av restriksjonene og konsekvensene som medfulgte Corona-pandemien – spesielt i årene 2020-2021.

I 2022 kunne det sees en tilbakekomst av cruiseturismen, selv om ikke året er helt på linje med normalårene 2018 og 2019. Antall anløp og tilhørende passasjerer for årene 2018-2022 er vist i figuren nedenfor.

I anløpene for 2022, og de planlagte anløpene for 2023 kan det sees at sesongen nå strekker seg lengre ut på begge sider av dagens turistsesong, og at cruisesesongen i Flåm kan regnes som april-oktober fremover.



Figur 10 Antall anløp og tilhørende antall passasjerer ('000) i årene 2018-2022 (per oktober 2022). Kilde: Aurland Hamnevesen

⁴ Årsdøgntrafikk (ÅDT) 2022, Statens Vegvesen

2.3 Forvaltning av arealer og ressurser i turistdestinasjonen Flåm

Som en turistdestinasjon med ca. 1,5 millioner besøkende hvert år, er det nødvendig at Flåm forvalter sine arealer og ressurser på en bærekraftig måte for at de ikke skal forsvinne.

Flåm har begrenset med arealer som kan benyttes til omstillingstiltak og økt aktivitet. Ved bruk av arealer som i dag står ubrukt, beslaglegger man arealer hvor turister og lokale kan bevege seg. Grunnet de begrensede arealene er det særlig viktig at det utvikles helhetlige og effektive løsninger som imøtekommer turismen og ivaretar Flåm som destinasjon, slik at man unngår unødvendige arealbeslag og naturinngrep.

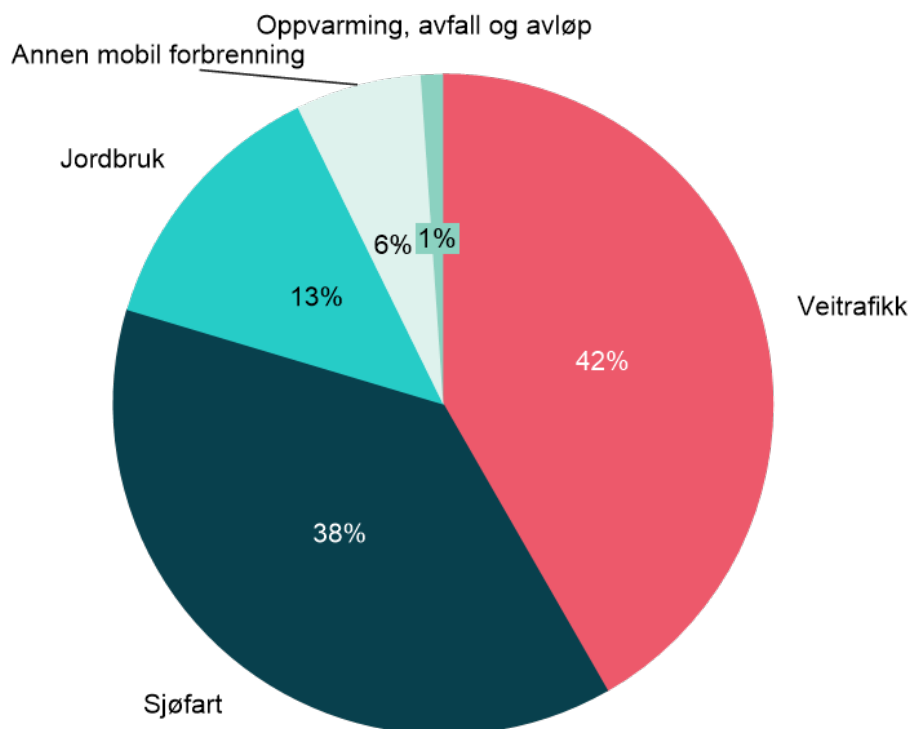
Utbygging av infrastruktur for å møte turistene skjer raskt, og det er risiko for å ødelegge naturmangfoldet i området. Ved innføring av ny infrastruktur følger det naturinngrep både ved permanent arealbeslag, og inngrep i naturen for å tilrettelegge for disse. Eksempelvis vil innføring av destinasjonslading for personbil kreve arealbeslag i til parkeringsplasser med ladere, og inngrep i naturen for tilførsel av strøm.

Flåm risikerer også overforbruk av ressurser, som har blitt et økende problem for flere turistdestinasjoner i Norge. Det er viktig at det utvikles helhetlige løsninger som bidrar til teknologiutvikling som imøtekommer turismen, men samtidig ivaretar natur og miljø.

2.4 Utslipp

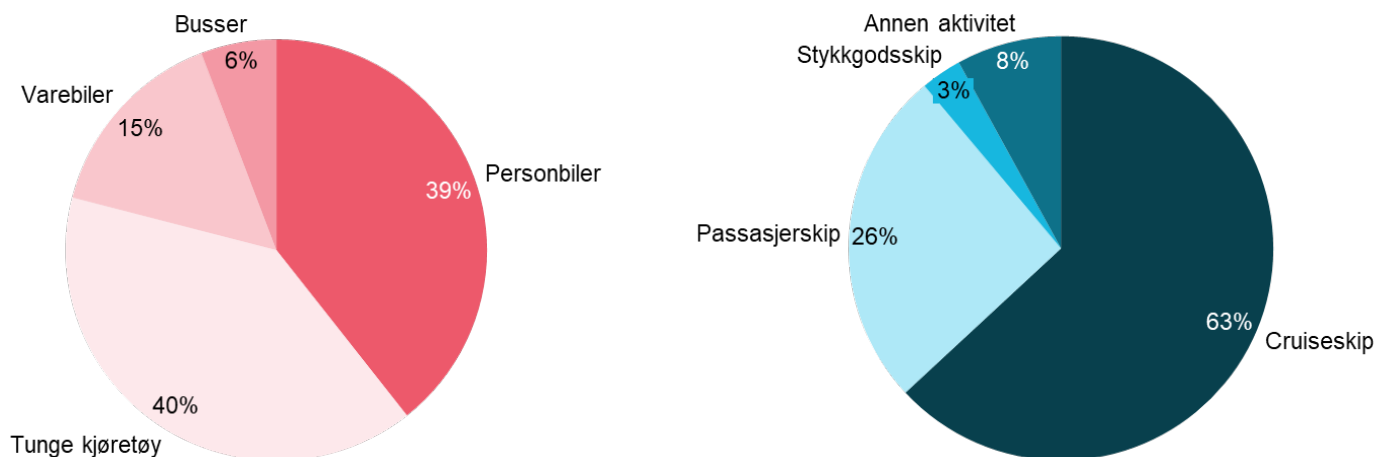
Aurland kommune benyttes som systemgrense for utslippstall, da det finnes offentlig tilgjengelige, kvalitetssikrede tall, fra kommunen. Aktiviteten i Flåm står for en stor andel av utslippene i Aurland, og Aurland ansees derfor som god referanse for de lokale utslippene i Flåm. De samlede utslippene i Aurland kommune var på om lag 27 000 tonn CO₂ i 2018, hvorav veitrafikk og sjøfart stod for 80% av utslippene, som vist i Figur 11. Det er i disse segmentene det er størst potensiale for utslippskutt ved innføring av tiltak. Segmentene jordbruk, annen mobil forbrenning og oppvarming, avfall og avløp er ikke adressert i dette prosjektet.

Som referanseår for utslippstall benyttes 2018. Dette er tallene som blir benyttet som referanse i både Aurland kommunes egne beregninger, og i tidligere arbeid gjort av DNV GL for Sjøfartsdirektoratet om nullutslippskrav i verdensarvfjordene. Dette er også et av de siste «normalårene», der driften i kommunen ikke ble forstyrret av COVID-pandemien.



Figur 11 Utslipp i Aurland kommune fordelt på sektor. Kilde: Miljødirektoratet, 2018

Aktiviteten i Flåm er størst på sommerstid, og drives av destinasjons- og cruiseturisme. Gitt aktivitetene i Flåm og tall på utslipp fra de ulike aktivitetene, er det identifisert segmenter det er relevant å rette tiltak mot.



Figur 12 Utslipp i Aurland kommune innen henholdsvis landtransport og sjøfart fordelt på segment. Kilde: Miljødirektoratet, 2018

Innenfor landtransport står tungtransport for den største andelen av utslippene, med 40%. Dette er hovedsakelig fra gjennomfartstransport fra E16. Personbiler står for den nest største andelen av utslipp, med 39%. Herunder regnes destinasjonsturisme, hvor turistene ankommer i bil og står parkert når de besøker Flåm og Aurland. Under varebil, som står for 15% av utslippene, regnes både gjennomfartstrafikk og trafikk for å supplere aktivitetene som foregår i Aurland og Flåm, spesielt på sommerstid. Bussene er det minste

utslippssegmentet, med 6%. Herunder regnes både gjennomfart, som nasjonale og lokale busser, og busser som er tilknyttet turismen. Bussene er turbusser, og mange busser som er tilknyttet turismen har ruter som har base i, eller går innom, Flåm. Det er imidlertid knyttet usikkerhet til utslippstallene for buss grunnet manglende dataunderlag, som nevnt i kapittel 2.1.

Personbiler og tungtransport står for de største utslippene, og vil derfor få størst fokus i utredningen. Buss står for et mindre utslipp, men er tett tilknyttet, og nødvendig, for cruiseturismen. Aurland kommune forpliktet seg i 2019, gjennom en felleserklæring fra de største byene og cruisehavnene i Norge, om å ha som mål at all aktivitet tilknyttet cruiseturisme skal bli utslippsfritt⁵. Tilrettelegging for utslippsreduksjon for busser har derfor også blitt vurdert i prosjektet. Varebiler står også for 15% av utslippene, men vil ikke bli adressert direkte i denne utredningen da det antas at disse er knyttet tett til næringsliv og antas at vil ha særegne behov.

Innenfor skipsfart står cruiseskipene for den største andelen, med 63%. Det vil ikke bli rettet noen tiltak mot dette segmentet, i og med at det allerede er besluttet å anlegge landstrømsanlegg. Cruiseskip vil likevel bli adressert som mulig avtaker for hydrogen og drivstoff fra hydrogenderivater. De andre segmentene innen skipsfart står samlet for 37% av utslippene fra skipsfart. Flere av disse har, som bussene, tilknytning til turismen i Flåm, med tilhørende hjemmehavn og/eller går innom Flåm.

En klima- og miljøfaktor som ikke er inkludert i utslippsstatistikken, er ivaretagelse av natur og miljø lokalt i Flåm. Som redegjort for i kapittel 2.3 er det flere eksempler på turistdestinasjoner som opplever at naturen blir brukt på en måte som gjør at den forfaller. Derfor vil det også bli sett på tiltak for ivaretagelse av turistdestinasjonen Flåm sett i et natur- og miljøperspektiv.

2.5 Nullalternativ

Dersom ingen tiltak gjennomføres, vil man likevel se en nedgang i utslipp som følge av utvikling ellers i samfunnet. Dette scenarioet kalles nullalternativet og benyttes som sammenligningsgrunnlag for utslippsreduksjonene forventet i tiltakspakken. Følgende forutsetninger er lagt til grunn for nullalternativet, dersom tiltakene i tiltakspakken ikke blir iverksatt:

Veitrafikk

For personbilsegmentet legges NAFs lineære framskrivning av kjøretøyparken til grunn, og det går ut fra at kjøretøyene som kjører Aurland vil ha samme drivlinjefordeling som den nasjonale kjøretøyparken. Konsekvensen av dette vil være en 30% elbilandel i 2030 og en nedgang i utslipp i personbilsegmentet tilsvarende økningen i den elektriske personbilandelen. Segmenter innen landtransporten utover personbiler er antatt å ha samme drivlinjefordeling som i dag i nullalternativet.

Sjøfart

Landstrømanlegget er antatt satt i drift i 2025 i nullalternativet. Dette vil medføre en utslippsreduksjon på om lag 75% fra cruisetrafikken⁶ som følge av nullutslipp når fartøy ligger til kai. Det antas at det vil være

⁵ «Byer og fjorder med felles krav til cruisenæringen», Skipsrevyen, 2019

⁶ DNV, Nullutslipp i 2026 for skip i verdensarvfjordene, 2020

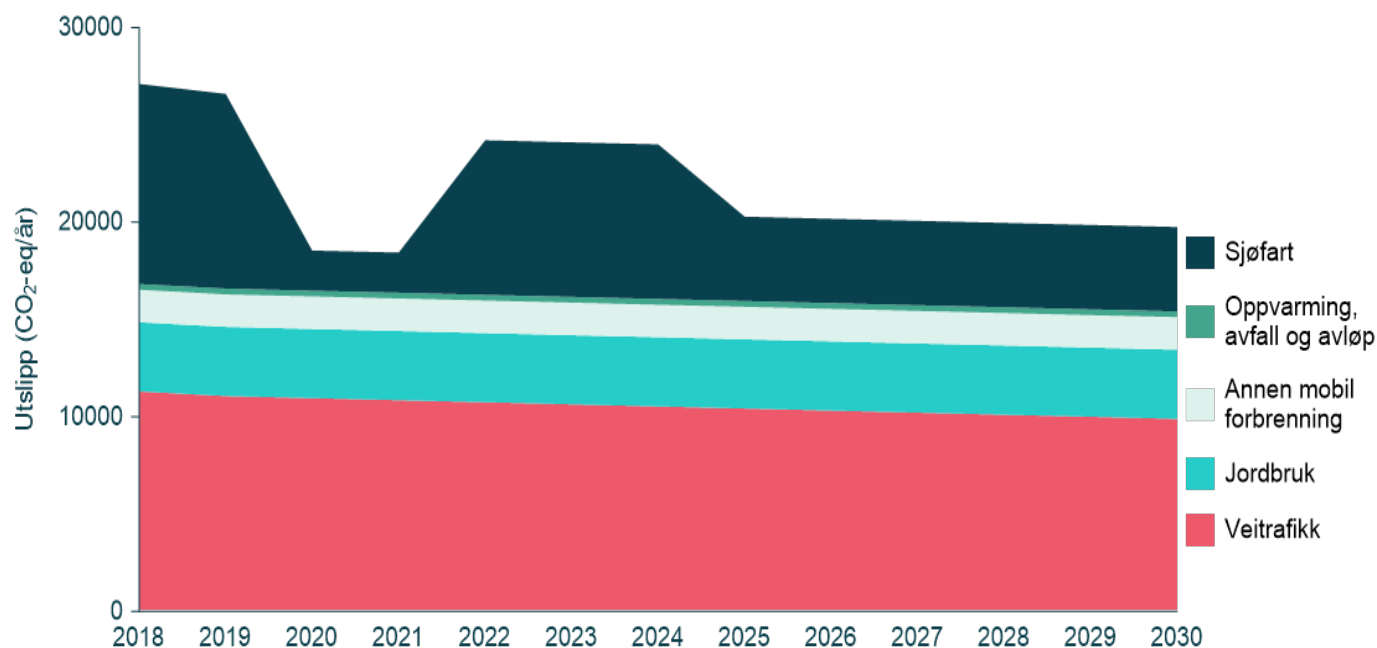
begrenset belastningsgrad på landstrømanlegget, og mye ubrukt nettkapasitet som følge av manglende komplementerende tiltak. I nullalternativet, og i prosjektet for øvrig, er det ikke tatt hensyn til en eventuell nedgang i cruisetrafikken som følge av strengere utslippskrav i fjorden.

Overgang til nullutslipp innen sjøfarten utover dette er ikke en del av nullalternativet, da dette vil innebære betydelig utbygging som ikke er igangsatt i dag. I tiltakspakken anslås også kun utslippsreduksjonen knyttet til de konkrete utbyggingene som anbefales, og nullutslippsreguleringen som skal tre i kraft i 2026 er dermed hverken tatt i betraktning i tiltakspakken eller i nullalternativet.

Annet

Ellers tas det utgangspunkt i at tilsvarende situasjon som i dag for alle segmenter, med lik nettsituasjon som i dag og lik infrastruktur. Prosjektet tar ikke for seg tiltak som påvirker utslipp fra jordbruk, oppvarming, avfall og avløp, og disse utslippene står dermed uendret både i nullalternativet og det anbefalte tiltakspakken.

Dersom tiltakspakken ikke gjennomføres og man ser en utvikling lik nullalternativet, forventes følgende utslippsreduksjon i Aurland. Merk at nedgangen i utslipp fra sjøfart i perioden 2019-2021 i all hovedsak kan tilskrives COVID-pandemien og svært begrenset cruisetrafikk i regionen.



Figur 13 Utvikling av utslipp i Aurland kommune ved nullalternativet

Samlet innebærer dette en utslippsreduksjon på 28% fra 2018 til 2030, tilsvarende om lag 7 700 tonn CO₂. Prosjektet går ut ifra at det vil kreve betydelige tiltak for å oppnå endring og utslippsreduksjon utover dette.

2.6 Tilgjengelige arealer

Det er identifisert 15 arealer i Flåm som kan benyttes til tiltak. Arealene er identifisert gjennom dialog med prosjektgruppen med utgangspunkt i dagens funksjon, områdereguleringsplan for Flåm⁷, og ulike reguleringer og verneplaner for området omtalt i områdereguleringsplanen.

De identifiserte arealene er markert i Figur 14. Av disse er 6 parkeringsarealer for personbiler (rosa), 5 bussoppstillingsplasser (blå) og 4 arealer som i dag er uutnyttet (lys-turkis), og ikke benyttes til noen aktivitet. I tillegg er det identifisert en rekke kaiområder (grønt ankersymbol) der det også kan etableres tiltak knyttet til sjøfart. Bebyggelse, områderegulering eller natur hindrer iverksettelse av tiltak utover de identifiserte arealene og kaiområdene.

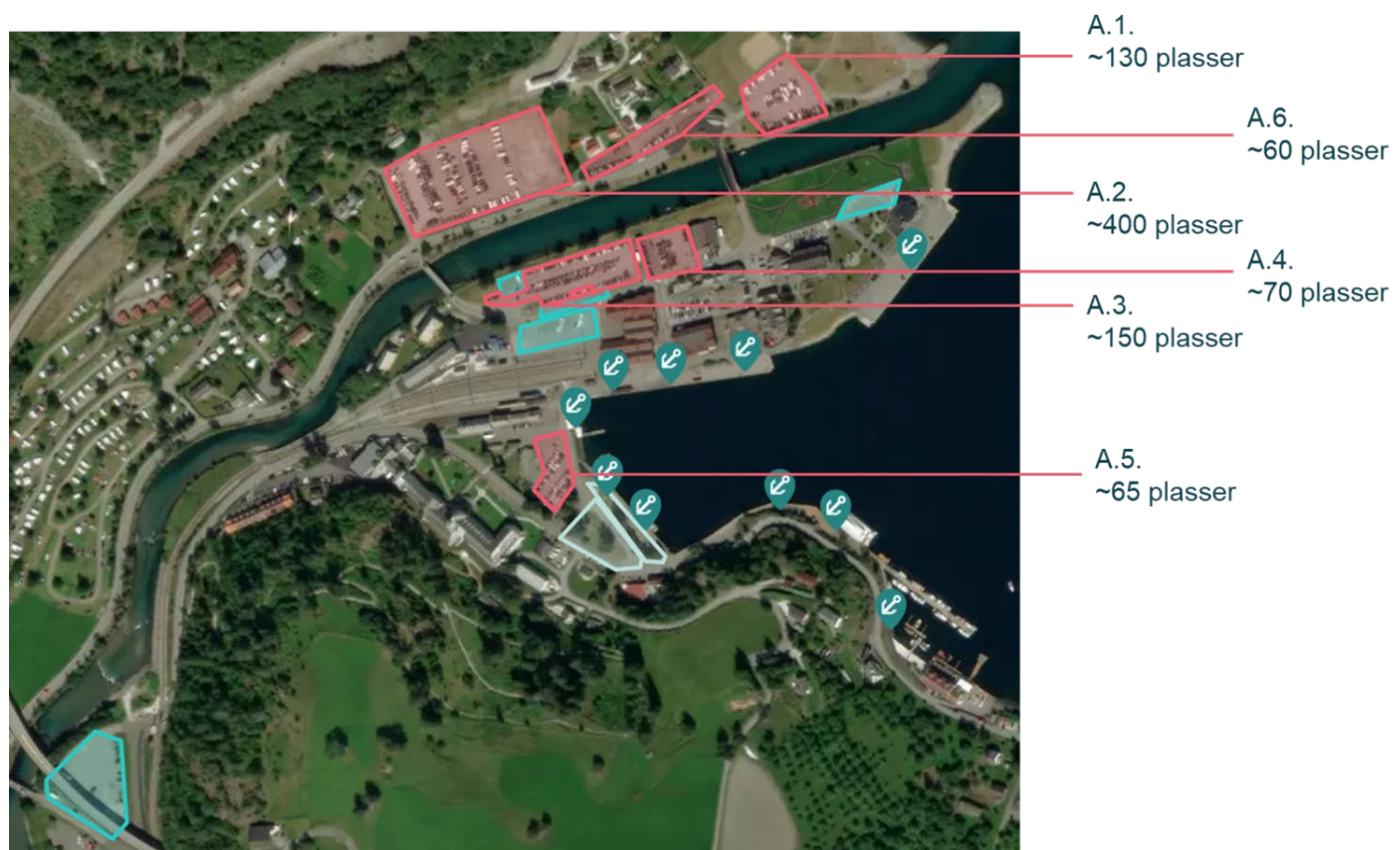


Figur 14: Oversikt over tilgjengelige arealer i Flåm. Parkeringsarealer i rosa, bussoppstillingsplasser i turkis og øvrige uutnyttede arealer i lys turkis. Kaiområder er markert med et grønt ankersymbol.

⁷ Aurland kommune, Områdereguleringsplan Flåm, Planomtale med konsekvensutgreiing (2021-05-10)

Parkeringsarealer

En andel av turistene ankommer Flåm med bil, og kommunen har pekt på et økt behov for parkeringsplasser og lademuligheter. Det anslås i Områdereguleringsplanen for 2021⁸ et totalbehov for 800 parkeringsplasser i årene fremover. Det finnes i dag seks eksisterende parkeringsarealer, og summen av disse utgjør totalt 875 parkeringsplasser.



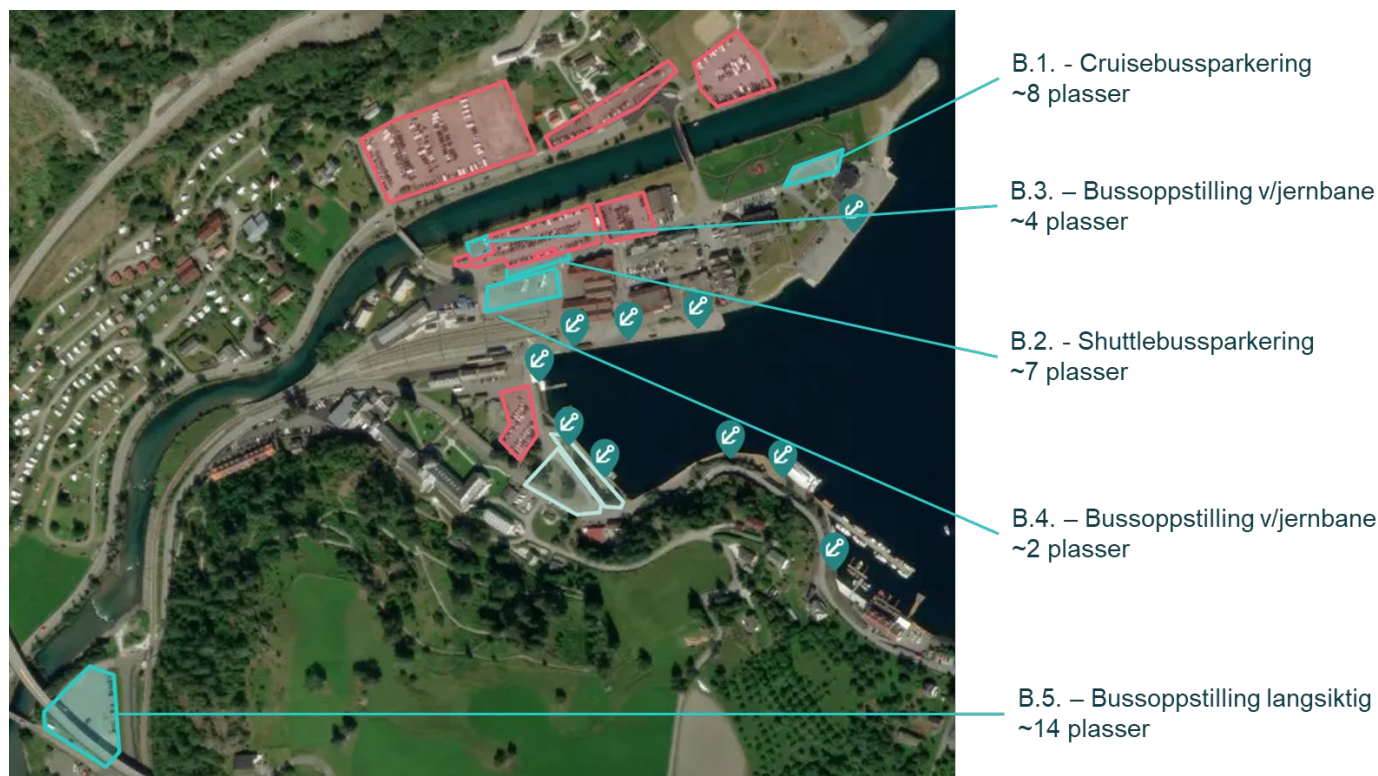
Figur 15 Parkeringsarealer i Flåm med tilhørende antall plasser

Bussoppstillingsplasser

Flere arealer i Flåm er dedikert til bussoppstilling, og brukes av lokale, regionale, nasjonale og internasjonale busser. Areal B.1 har åtte plasser til cruisebusser, som kjører turister rundt i regionen. Her står bussene i korte perioder mens cruiseturistene går av og på, og det regnes cirka 30 busser per cruiseanløp. Bussoppstillingsplassene ved jernbanen og shuttlebussparkeringen, areal B.2-B.4, benyttes av ulike typer busser med varierende parkeringstid. Basert på input fra prosjektgruppen er areal B.2 og B.4 vurdert til mindre egnet for etablering av ladeinfrastruktur grunnet plassbegrensninger. Areal B.3 vil være egnet, med plass til 4 busser.

⁸ Aurland kommune, Områdereguleringsplan Flåm, Planomtale med konsekvensutgreiing (2021-05-10)

Areal B.5 under E16 blir i dag brukt for parkering over lengre tid for busser som kommer langveis fra. Disse slipper turistene av i sentrum og står parkert gjennom dagen før turistene plukkes opp og kjøres videre til andre destinasjoner. Arealet er meget godt egnet for lading av busser, med en gjennomsnittlig parkeringstid på 3,5 timer. Det er beregnet plass til 14 busser på B.5.

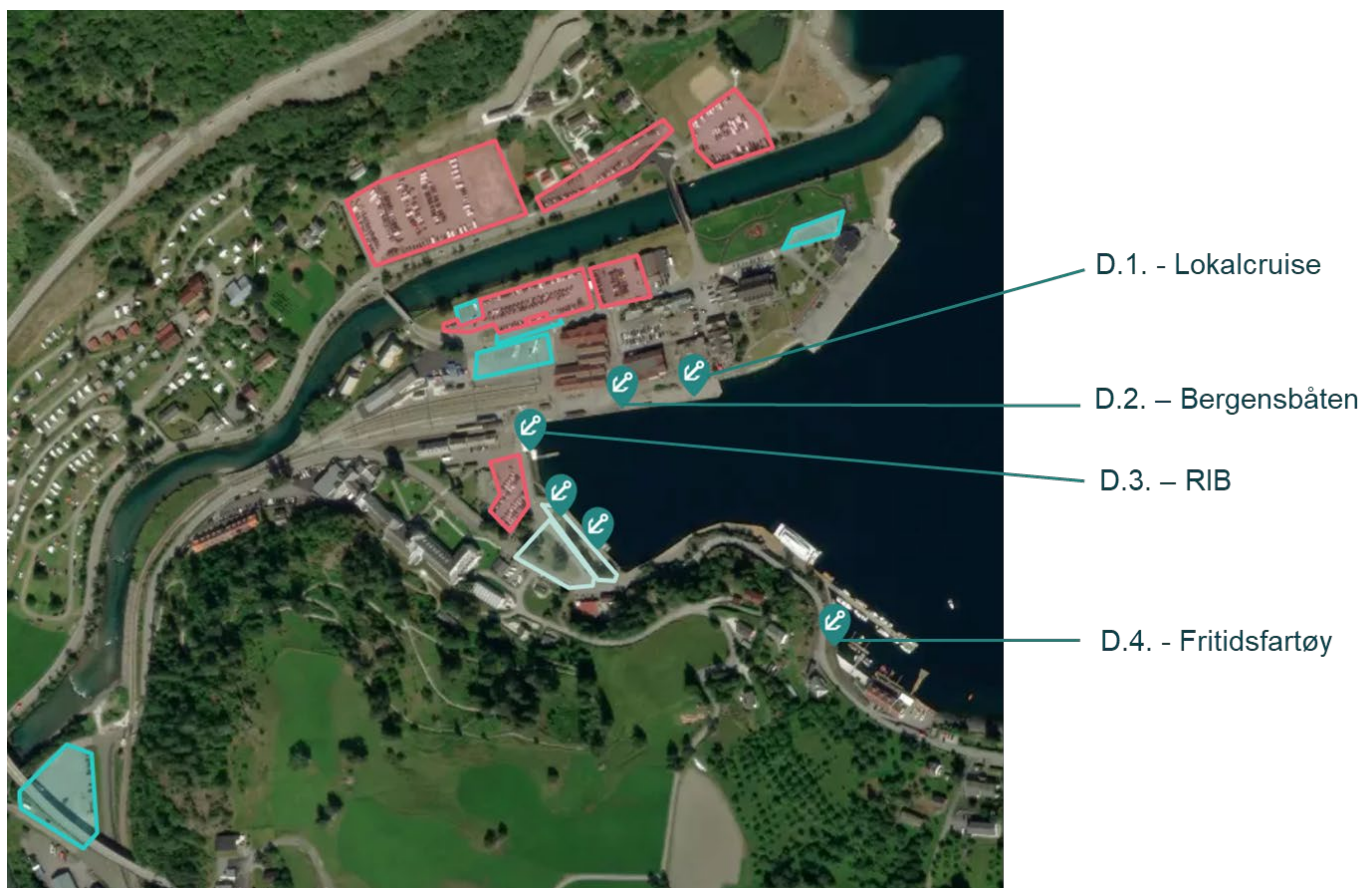


Figur 16 Arealer benyttet til bussoppstilling i Flåm og antall bussoppstillingsplasser på hvert areal

Kaiområder

Nullutslippsløsninger til alle fartøy i fjorden er nødvendig i omstillingen til en grønn turistdestinasjon. The Fjords-fartøyene som benyttes til lokalcruise i dag har allerede enten helelektrisk eller hybrid-elektrisk drift. For å nå kravene til utslippsfri ferdsel på fjorden, må samtlige fartøy, som blir benyttet til lokalcruise i fjorden, og til transport mellom Flåm og andre destinasjoner på Vestlandet, også omstille seg til elektrisk eller hybrid drift. I tillegg er det både RIB-virksomhet og en mengde fritidsfartøy som opererer i Flåm. Disse rammes ikke direkte av utslippsreguleringene i fjorden, men i en utslippsfri destinasjon må det tilrettelegges for omstilling også for mindre fartøysegmenter.

I marin sektor er flere drivlinjer aktuelle for ulike fartøysegmenter. For de mindre fartøyene er elektrisitet nærliggende, da batteri- og ladeteknologien har kommet langt. Dette er også tilfelle for større fartøy som kjører faste og forholdsvis korte ruter, som ferger og hurtigbåter. For større fartøy med lengre og eller hyppige ruter, samt fartøy med høyt effekt- og energibehov (RIB) vil for eksempel hydrogen være en mulig energibærer.



Figur 17 Kaiområder som er vurdert som relevante for infrastrukturtiltak i Flåm

Andre tilgjengelige arealer

Areal C.1 er det største tilgjengelige arealet i Flåm, på 13 000 m². I dag oppbevares det jord- og grusmasser her, og det benyttes for kommunal veidrift. Arealet ligger langs Flåmselvi, og er særlig utsatt for flom i perioder med mye nedbør eller snøsmelting. I tillegg er arealet skredutsatt. Skred- og flomfare må hensyntas ved valg av tiltak og det kan være aktuelt med sikring av arealet før det kan benyttes. Området er i dag regulert til parkering, og har tidligere vært regulert til industri.

Areal C.2 er tilstøtende til areal C.1, kun adskilt av Brekkevegen. Området er i underkant av 3 200 m², og benyttes ikke til noen kjent aktivitet i dag. Dette arealet er i likhet med C.1 særlig utsatt for flom og skred. Skredfaren må undersøkes og evt. imøtekommes med tiltak ved innføring av aktivitet på området.

Områdereguleringsplanen anbefaler ikke bygging på areal C.1 og C.2 av hensyn til flom og erosjon i Flåmselvi. Dersom noe skal bygges her må det gjøres vurderinger i detaljplanleggingen av området slik at utbyggingen ikke fører til økte risikosoner for og konsekvenser av flom.

Areal C.3 er et mindre areal på 1 900 m² i Flåm sentrum, like ved to ankerkaier. I dag benyttes arealet som et grøntområde med rekreasjonsmuligheter.

Areal C.4 er et smalt område som ligger nedenfor, og tilstøtende til, areal C.3. Det er tidligere vurdert å innføre ladehub for lokalcruise og Bergensbåten på dette arealet, og det er mottatt tilbud, men ikke besluttet.

å gå videre med dette før fylkeskommunen har valgt leverandør for Bergensbåten for neste anbudsperiode. Det er tatt høyde for slik etablering i områderegeringsplanen for området.

Arealene C.3 og C.4 er regulert til offentlig friområde og kai.



Figur 18 Oversikt over arealer i Flåm som i dag står ubenyttet, med tilhørende størrelse

2.7 Naturfare i Flåm

Aurland generelt, og Flåm spesielt, er et område som er sårbart for både flom/stormflo og ulike skredhendelser. Flåm ligger i utløpet av en u-dal, med flatt terreng i dalbunnen omgitt av høye og bratte fjell. Naturfaren har tidligere blitt utredet av NGI i 2016⁹, er dekket i NVE sitt skredatlas¹⁰, og ble sist utredet av Norconsult med flere i forbindelse med fremlegging av ny områderegeringsplan for Flåm i 2021¹¹. I områderegeringsplanen fra 2021 utredes også faren for fjellskredgenerert flodbølge.

⁹ NGI, Flåm sentrum, Faresoner for reguleringsplan (2016-06-10)

¹⁰ NVE atlas, atlas.nve.no

¹¹ Aurland kommune, Områderegeringsplan Flåm, Planomtale med konsekvensutgreiing (2021-05-10)

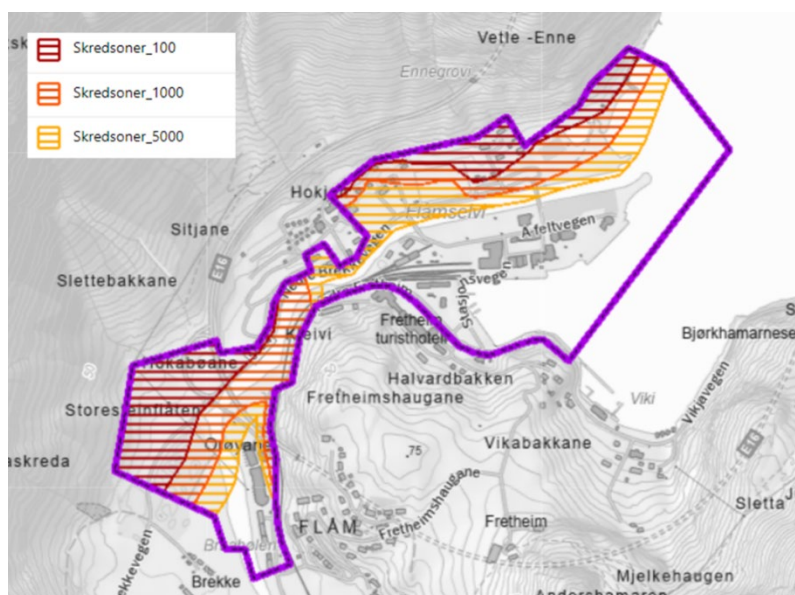
Skredfare er relevant for flere av arealene i kapittel 2.6. Både snøskred, flomskred og steinsprang er relevante faretyper. Areal C.2 og delvis C.3 ligger i skredsone med årlig sannsynlighet 1/100, og flere av de andre arealene ligger innenfor årlig sannsynlighet 1/1000 eller 1/5000. Avhengig av bruk av disse områdene vil det være nødvendig med etablering av skredsikring. Skredsikring av hele områder er komplekst og dyrt, men skredsikring av spesifikke bygninger med høyere krav til risikoreduserende tiltak vil være mulig å gjennomføre.

Store deler av Flåm er utsatt for flomfare, da Flåmselvi ikke er tilstrekkelig dimensjonert for flom (200-årsflom). Figur 20: Flomsone 200-årsflom

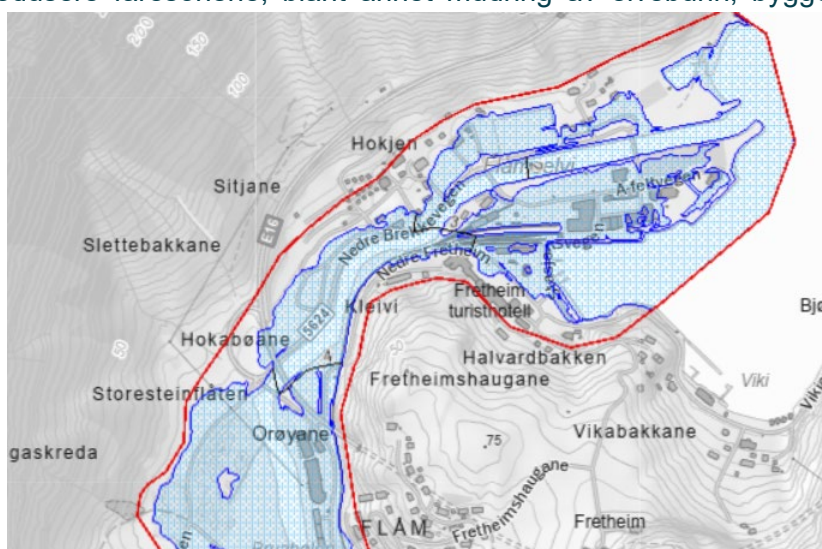
(hentet fra NVE Atlas, atlas.nve.no, 2022-12-09) viser faresone for 200-årsflom, som omfatter omtrent alle arealene diskutert i denne utredningen. I området rundt C.1 og C.2 beregnes det vanddybder på over 2 meter. Flere tiltak kan iverksettes for å redusere faresonene, blant annet mudring av elvebunn, bygge flomvoll langs elva og å bygge flomtunell.

Mudring og flomvoll er uaktuelt av hensyn til naturpåvirkning og vern av Flåmselvi gjennom verneplan III fra 1986¹². Flomtunell er et dyrt tiltak og vurderes ikke som aktuelt i dag. Flomsikring kan gjøres i direkte tilknytning til bygningsmasse, for eksempel ved at bygninger i faresonen konstrueres på søyler som hever dem over vannstanden.

Flåm er utsatt for fare for flodbølge som følge av fjellskred fra Joasetbergi. Bølgeberegninger i Aurlandsfjorden viser at en flodbølge fra et skred på 280 000 m³ fra Joasetbergi vil føre til en oppskylling på 2 – 3,5 meter i Flåm sentrum, og vil nå Flåm i løpet av 40 sekunder. Det er primært kaiområdene som omfattes av faren, i tillegg til arealene A.1, A.5, C.3, og C.4.



Figur 19: Skredsoner i Flåm
(hentet fra NVE Atlas, atlas.nve.no, 2022-12-09)



Figur 20: Flomsone 200-årsflom
(hentet fra NVE Atlas, atlas.nve.no, 2022-12-09)

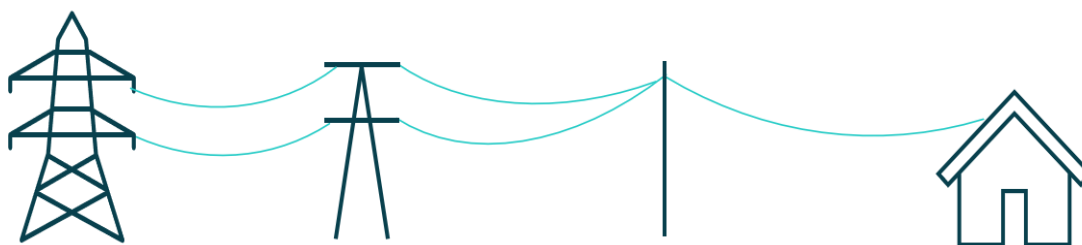
¹²NVE, Verneplan for vassdrag <https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/vassdragsforvaltning/verneplan-for-vassdrag/>

Gjennom arbeidet med områdereguleringsplanen for Flåm ble det vurdert at eksisterende og planlagt bygningsmasse vil kunne sikres mot sekundære virkninger av flodbølge som følge av skred. Overvåkning og beredskapsplan skal ivareta trygghet for personer i området.

2.8 Nettsituasjon og planlagt landstrømsanlegg

Kapasitet i strømmettet er et viktig premiss for å gjennomføre elektrifiseringstiltak som skal bidra til utslippsreduksjoner. Strømmettet i Flåm eies og driftes av det lokale nettselskapet Sygnir, som har ansvar for både distribusjonsnett og regionalnett i Aurland. Flåm forsynes med strøm via distribusjonsnettet fra Aurlandsvangen, der distribusjonsnettet møter regionalnettet.

Figur 21 og Tabell 2 illustrerer de ulike nettnivåene i Norge, deres funksjon, og status på kapasitet i Flåm med og uten landstrømsanlegg.



Figur 21 Illustrasjon av nettstruktur, tilhørende Tabell 2

Tabell 2 Nettstruktur og kapasitet i Aurland og Flåm

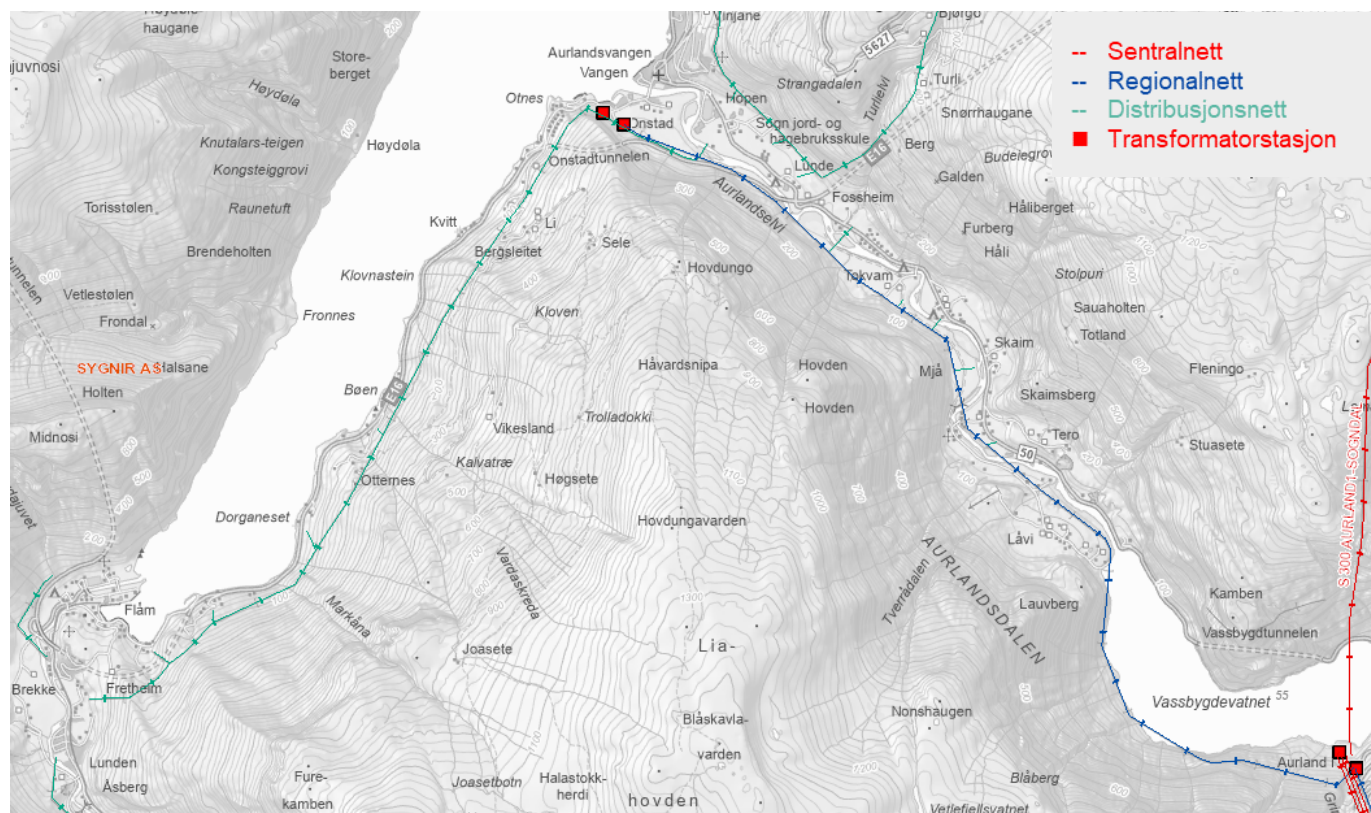
	Sentralnett	Regionalnett	Distribusjonsnett	Sluttbruker/last
Funksjon	«Motorveiene» som overfører strøm på tvers av Norge. <i>Spenningsnivå: 300 kV-420 kV</i>	«Fylkesveier» som overfører kraft fra sentral- til distribusjonsnett. Knytter trafoer sammen. <i>Spenningsnivå: 47 kV-132 kV</i>	«Lokale veier» som knytter sluttbruker til strømmettet. <i>Spenningsnivå: Høyspent – 22-11 kV Lavspent – 230-400V/1 kV</i>	Strømforbruker <i>Spenningsnivå: Kan tilknyttes fra 230 V til 22 kV</i>
Eierskap	Statnett	Lokalt nettselskap, Sygnir	Lokalt nettselskap, Sygnir	Privat/ Næring/ offentlige kunder
Kapasitet uten landstrøm	God, med planlagte oppgraderinger	Må oppgraderes	God	
Kapasitet med landstrøm	God, med planlagte oppgraderinger	Må oppgraderes	Må oppgraderes	

Tabell 2 sammenligner nettnivåene med veinettet i Norge. Slik veiene dimensjoneres for trafikk, dimensjoneres nettnivåene for ulik overføringskapasitet. Kundens effektbehov, ønskede spenningsnivå og

plassering avgjør dimensjoneringen når nye kunder skal tilknyttes eller eksisterende kunder skal øke kapasitet.

I dag er det god kapasitet i nettet i Flåm, og kapasiteten i distribusjonsnettet fra Aurlandsvangen frem til Flåm har noe tilgjengelig kapasitet. Det planlagte landstrømsanlegget har en installert kapasitet på 16 MW, og kan ikke håndteres med dagens kapasitet i distribusjonsnettet frem til Flåm og i regionalnettet i Aurlandsvangen. For å dekke det økte behovet planlegges det en sjøkabel i Aurlandsfjorden fra Aurlandsvangen til Flåm Havn, dimensjonert for et effektuttak på 19 MW.

I tillegg til sjøkabelen er det behov for oppgraderinger av transformatorer i regionalnettet i Aurlandsvangen. Transformatorene vil måtte oppgraderes uavhengig av landstrømsanlegget, som følge av normal forbruksvekst og alder, men landstrømsanlegget vil fremskynde behovet og medføre økt kapasitet (effektbehov).



Figur 22 Strømnettet inn mot Flåm. Planlagt sjøkabel for landstrømsanlegget vil gå i fjorden mellom Aurlandsvangen og Flåm. Kilde: NVE Atlas

Belastningen av strømnettet er normalt høyest i kalde og mørke vintermåneder grunnet høy grad av elektrisk oppvarming, mens landstrømsanlegget primært vil ha last i cruisesesongen. Flåm vil dermed ha god kapasitet til annen last når landstrømsanlegget ikke er i bruk. Frem mot 2030 er det forventet at strømforbruket i regionen vil øke og det vil være behov for økt kapasitet på alle nettnivåer¹³. I Flåm er den viktigste driveren for høyere forbruk elektrifisering av maritim sektor, der flere tiltak allerede er under planlegging hos Sygnir. I tillegg er det antatt et pådrag fra nye ladestasjoner for veitrafikken, som følge av Flåm sin nærhet til E16 og status som turistdestinasjon.

¹³ Regional kraftsystemutgreiing for Sogn og Fjordane 2022 - hovudrapport, Linja

3 Teknologit utvikling og trender for energibærere

3.1 Teknologit utvikling

Batteri- og ladeteknologi for kjøretøy

Elektriske kjøretøy kan lades på vekselstrøm ved lave effekter og på likestrøm for effekter over 50 kW. Som følge av antatt utvikling for elektrisitet som energibærer innen landtransport, er det forventet teknologit utvikling og kostnadsreduksjon på ladeteknologi. Lading på høyere effekter vil redusere ladetiden, og vil bli svært viktig for omlegging av tungtrafikken. Tunge kjøretøy, som tungtransport og buss, vil trenge større batterier og høyere ladeeffekter enn lette kjøretøy for å unngå lange ladestopp.

Det forventes sterk utvikling i batteriteknologi for kjøretøy for å kunne imøtekomme behovet for rekkevidde og ladetid. For lastebiler og busser forventer Statens vegvesen og Miljødirektoratet en batteristørrelse på mellom 500 og 900 kWh fra 2025¹⁴.

Det skilles i to kategorier for ladeteknologi; normallading og hurtiglading. Normallading gjøres i depot, eller i hjemmet, og kan ha lavere effekt fordi kjøretøyet vil stå lengre. Hurtiglading er lading på farten, som ønskes å gjøres så fort som mulig, sett fra brukers perspektiv. I denne rapporten regner vi normallading som lading med effekt opp til 50 kW, og hurtiglading på effekter høyere enn dette.

Ladeteknologi for lette elkjøretøy, inkludert personbiler

For lette elkjøretøy og personbiler gir normalladere effekt fra 3,6 opp til 22 kW avhengig av bil og ladepunkt. Hvor høy effekt biler kan ta imot varierer med merke og type (gitt batteriteknologi), og ladetid varierer mellom 2 og 10 timer. Investeringskostnaden for ladeanlegg varierer fra størrelse på parkeringsplass og behov for nettoppgraderinger. Estimert kostnad for ladeanlegg 3,6-7,2 kW eks. nettkostnad er 10 000 NOK per plass for innendørs anlegg, og 20 000 NOK per plass for utendørs anlegg (hensyntatt gravearbeider for utendørs anlegg).

For hurtiglading er det i dag tilgjengelig ladere på energistasjoner fra 50 kW og opp til 500 kW. I dag er det store forskjeller på hvor mye effekt et kjøretøy kan motta, og dermed hvor fort den kan lade. Statens vegvesen og Miljødirektoratet forventer ladeeffekter for lette kjøretøy på 200-350 kW fra 2025.¹⁵

¹⁴ Kunnskapsgrunnlag om hurtigladeinfrastruktur for veitransport, Statens vegvesen og Miljødirektoratet (2022)

¹⁵ Kunnskapsgrunnlag om hurtigladeinfrastruktur for veitransport, Statens vegvesen og Miljødirektoratet (2022)

Mobile ladeløsninger for personbiler er også tilgjengelige i Norge i dag¹⁶. Disse har varierende effekt og funksjon, og kan flyttes mellom destinasjoner avhengig av behov.

Ladeteknologi for tungtransport og buss

For tungtransport og buss er effekten på normalladere høyere. På oppdrag fra Enova gjorde DNV en studie i 2021¹⁷ som ga anbefalinger på ladeeffekt, gitt forventet teknologiutvikling mot 2025. I denne anbefales det en effekt på 50-150 kW for depotlading. Videre er batteriene stadig i utvikling, noe som betyr at de kan hurtiglades på høyere effekt enn før. I samme rapport anbefaler DNV effekt på 350 kW for hurtiglading for busser og tungtransport.

Kostnadene for ladeteknologi er under utvikling, men DNV anslår en kostnad for 1 million kroner for en lader på 350 kW. Kostnader og fordeling ved etablering av to 350 kW CCS-ladere er gitt i Tabell 4.

Tabell 3 Typisk enhetskostnad for ulike ladere. Kilde: Ladeinfrastruktur for tunge elektriske kjøretøy (2021), DNV

Type lader	Kostnad
50 kW CCS	200 000 NOK
150 kW CCS	500 000 NOK
350 kW CCS	1 000 000 NOK

Tabell 4 Fordeling av kostnader ved etablering av 2x350 kW CCS-ladere. Kilde: Ladeinfrastruktur for tunge elektriske kjøretøy (2021), DNV

Element	Kostnad	Andel av total kostnad
2 x 350 kW CCS-lader	1 950 000 NOK	39%
Nettkostnad (anleggsbidrag)	900 000 NOK	18%
Prosjektering, prosjektoppfølgning og byggleidelse	600 000 NOK	12%
Intern strømforsyning og fundamentering (inkl. graving)	1 550 000 NOK	31%
Totalt	5 000 000 NOK	100%

Ladeteknologi for marine fartøy

Cruiseskip og større passasjerfartøy

For cruiseskip og større fartøy vil det kun være aktuelt å bruke landstrømsanlegget for drift i kai og lading av batteripakker ved elektrisk eller hybridelektrisk drift. Landstrømsanlegget er ikke inkludert i denne konseptutredningen, og vil derfor ikke bli gått nærmere inn på i dette kapittelet.

¹⁶ <https://www.kople.no/losninger/midlertidig-lading>

¹⁷ Ladeinfrastruktur for tunge elektriske kjøretøy (2021), DNV

Ferger og mellomstore passasjerfartøy

For ferger og mellomstore passasjerfartøy brukes induksjonsladere på høy effekt. Eksisterende elektriske fartøy i Flåm i dag, The Fjords' fartøy, benytter i dag teknologien «PowerDock» utviklet av Brødrene Aa på sin ladestasjon i Gudvangen.

Denne ladeløsningen er en flytende ladestasjonsbrygge, og ladestasjonen består av en batteripakke med effektuttak på 1,2 MW i tillegg til nettilknytning på 1,2 MW. Ladestasjonen fullader batteripakken til Future of the Fjords, på 800 kWh, på 20 minutter. I Flåm er det en tilsvarende ladeløsning med en batteripakke på kaia istedenfor en flytebrygge. Ladeløsningen fikk tildelt ENOVA-støtte, og hadde en kostnad på 20 millioner kroner, ekskludert nettkostnad. For tilsvarende prosjekter i dag vil det antas noe reduksjon i kostnad grunnet læringskurve og kostnadsreduksjon på teknologi.



Figur 23 Illustrasjon av PowerDock-løsningen til Future of The Fjords. Kilde: Enova

Fra tidligere er det undersøkt mulighetene og kostnadene for etablering av en (felles) ladehub på kaien i Flåm. Den ble kostnadsberegnet til 60 millioner kroner, inkl. nettkostnader. Her er det mulighet for uttak for flere aktører, men ladetårn for disse er ikke med i estimatet, og kommer i tillegg.

Fritidsbåter og andre mindre fartøy

Ladeteknologi for elbåter er fortsatt i utvikling, men flere aktører tilbyr løsninger basert på teknologien for elbilladning. Lading i havn for fritidsbåter og mindre fartøy på lav effekt 3,6-7 kW har derfor lignende kostnadsbilde som for personbiler.

Det finnes også hurtigladeløsninger for fritidsbåter og mindre elektriske fartøy. Disse vil være tilsvarende løsninger for landtransport, med tilhørende effektnivåer og kostnadsbilde som oppgitt i Tabell 3 og Tabell 4.

Teknologi for frittstående batterier

Det kan gi en merverdi å benytte batteri som en del av tekniske løsninger for ladeinfrastruktur og lokal energiproduksjon. Et batteri kan benyttes til å ta ned effekttopper tilknyttet lading ved å lade opp når det er kapasitet tilgjengelig i nettet, og lade ut i motsatt situasjon. Ved effektkrevende aktiviteter med relativt lav ladetid er det spesielt gunstig da det også begrenser behov for effekt fra nettet. Slik kan batterier bidra til lavere belastning på nettet og besparelser i nettleias effektledd.

Med et batteri kan man også utnytte prisvariasjoner i kraftprisene, og styre opplading av batteriet til perioder av døgnet med lavere kraftpriser og prioritere bruk fra batteri i dyrere perioder. Ved å bruke batteri sammen

med fornybar irregulær produksjon som vind og sol, kan man fordele kraftproduksjonen ut over en lengre tidsperiode.

Prisene på li-ion batterisystemer har gått jevnt nedover i mange år, men denne nedgangen har nå stoppet opp. Den viktigste grunnen til det er stor økning i råvareprisene som inngår i produksjon av batterier, og dette har ført til en økning i prisene i 2022. De langsiktige utsiktene tilsier at batteriprisene igjen skal fortsette nedover, men disse sees hovedsakelig fra 2024. Dagens priser på batterisystemer som vurderes til tiltakene i Flåm ligger på om lag 6 000 kroner/kWh¹⁸. Det er flere selskaper som tilbyr «second-life» batterier, det vil si batterier som typisk har vært brukt i elektriske kjøretøy, og som blir bygget om til nye systemer som kan brukes til stasjonær energilagring. Disse systemene får en lavere energitetthet, men kan være aktuelle der tilgang på areal ikke er kritisk. En fordel med dette er at systemene gjerne er rimeligere per kWh enn nye systemer, og at gjenbruk av eksisterende batterier er positivt for miljøet.

Solcelleteknologi

Lokal fornybar energiproduksjon vil være en nøkkelbrikke i fremtidens energisystem. Den omfattende elektrifiseringen som både veitransporten, sjøfarten og industrien skal igjennom de neste årene innebærer et stort behov for både kraft og strømmnett. Sol er den raskest voksende energikilden i verden, og NVE forventer en vekst i installert produksjon fra solceller på om lag 6,8 TWh i Norge frem mot 2040¹⁹. Kostnadene for solcelleteknologi har gått drastisk ned de siste årene, og totalkostnaden per produserte Watt gikk ned med 85% fra 2010 til 2020²⁰. Grunnet de stadig lavere materialkostnadene og stabile byggekostnader, har større anlegg lavere kostnad per Watt enn mindre installasjoner.

Ved plassering av solceller på eksisterende bygningsmasse, kan man oppnå gunstig samspill med nærliggende aktivitet uten å beslaglegge verdifulle arealer. Stadig flere selskaper tilbyr i dag sol på tak til både privat- og næringskunder, og disse anleggene har økt i popularitet i takt med strømprisene i 2021 og 2022.

Sør i Europa er det også stadig vanligere å benytte solcellepaneler som parkeringsskygge på store parkeringsarealer. Ved å utnytte parkeringsarealer til høyt monterte solcelleanlegg, kan det leveres strøm til lading av biler lokalt og parkeringsskyggen reduserer oppheting av biler i sommersesongen. I Frankrike ble det blant annet i november 2022 lovfestet et påbud om parkeringsskygge med solceller på alle nye parkeringsområder med over 80 parkeringsplasser, som trer i kraft fra juli 2023²¹. I Norge er dette mindre utbredt, da Norge har en tradisjon for lave kraftpriser og lav lønnsomhet i solcelleanlegg. Det kan imidlertid sees eksempler på dette også i Norge, eksempelvis på Asko i Vestby, som har en installert effekt på 20 kWp og forventet årsproduksjon på 20 000 kWh. Man kan forvente at tilsvarende løsninger også blir vanligere i Norge fremover som følge av økende kraftbehov og presset strømmnett.

¹⁸ THEMA Technology Outlook – Autumn 2022, THEMA Consulting Group (okt. 2022)

¹⁹ Verdiskaping og ringvirkninger av sokraftutbygging i Norge mot 2040, THEMA Consulting Group (2021)

²⁰ Multiconsult basert på IEA (2021)

²¹ “L’obligation de pose de panneaux photovoltaïques sur les grands parkings extérieurs adoptée au Sénat” Public Sénat (nov. 2022)

Fylling av hydrogen og biogass

Hovedbrukerne av hydrogen som drivstoff på land er personbiler, busser og lastebiler. Innen personbilsegmentet har hydrogen fått lite fotfeste, da utviklingen av batterielektriske personbiler har kommet langt. For tyngre kjøretøy er hydrogen forventet å ha en større markedsandel fremover. Hydrogen kan fylles som komprimert gass ved ulikt trykk. Hydrogen til personbiler fylles som komprimert gass, under et trykk på 700 bar. Hydrogen til lastebiler kan fylles som komprimert gass på 350 bar, eller på 700 bar, hvilket blir stadig vanligere.

Det er flere aktører som allerede eller veldig snart har kommersielle lastebiler med hydrogenbaserte drivlinjer (brenselceller) på markedet, blant annet flere kjente navn som Scania, Volvo og Hyundai. Asko drifter i dag fire hydrogenrevne lastebiler fra Scania i Midt-Norge, forsynt av egen lokal produksjon av grønt hydrogen. Grønt Landtransport Program og initiativet H2Truck jobber med å samle aktører fra hele verdikjeden rundt etableringen av de første «hydrogenkorridorene» for tungtransport i Norge, med mål om å få de første 100+ hydrogenrevne lastebilene på veien i Osloregionen med tilknyttet infrastruktur i løpet av de neste årene. THEMA Consulting Group har i sin rapport «Infrastrukturkostnader for etablering av et nettverk av energistasjoner til tungtransport» estimert at det vil være behov for 22 fyllestasjoner for CBG/H₂ i Sør-Norge.

Basert på tall fra THEMA Consulting Group²² og dialog med UNO X estimeres kostnad for etableringen av en fyllinstallasjon med hydrogen med to pumper til 20 millioner kroner, uten tomtetekostnader. Lagringsfasiliteter for hydrogen er medregnet.

Hovedbrukerne av biogass på land er tyngre kjøretøy, inkludert busser. Biogass kan fylles enten som komprimert gass (CBG) eller flytende gass (LBG), hvor LBG har høyere energitetthet og dermed gir mulighet for større rekkevidde. Hovedbrukerne av biogass innen landtransport i dag er busser, lastebiler og rEnovasjonsbiler. Per 2022 er det over 30 fyllestasjoner i Norge. Dette er hovedsakelig CBG-stasjoner, men man finner stadig flere LBG stasjoner og flere er under bygging. I Europa er det nær 4 000 komprimerte stasjoner og over 300 flytende stasjoner.²³

En fyllstasjon for biogass er estimert til å koste om lag 20 millioner kroner²⁴, med to fyllpunkter for gass og ett for flytende.

Bunkring av hydrogen til fartøy og cruise

For at ferger og fritidsbåter/fartøy skal kunne gå over til hydrogenrevne drift må det etableres infrastruktur for fylling av hydrogen (bunkringsanlegg). Det finnes i dag ingen kommersielle løsninger for bunkringsanlegg for hydrogen for maritim transport, men det er flere selskaper som utvikler konsepter (Hyon, Hyrex, GreenH, med flere).

²² THEMA Consulting Group for GLP: Infrastrukturkostnader for etablering av et nettverk av energistasjoner til tungtransport (2022-01-24)

²³ Endrava, *Utredning av behov for infrastruktur for fornybare drivstoff*, 2022

²⁴ THEMA Consulting Group, *Infrastrukturkostnader for etablering av et nettverk av energistasjoner til tungtransport*, 2022

Et bunkringsanlegg for cruise vil enten være et kaskadeanlegg for fylling av komprimert hydrogen, et anlegg for bunkring av flytende hydrogen eller ammoniakk, eller en løsning for bytte av containere med hydrogen (container-swap). Det eksisterer ikke slike anlegg i kommersiell drift i dag, men bunkring av flytende hydrogen til ferge (MF Hydra) er omtalt senere i dette kapittelet.

Grønn hydrogenproduksjon og marked i Norge

Hydrogen produsert ved elektrolyse (grønt hydrogen) er en utslippsfri energibærer som kan brukes som energikilde i form av en rekke derivater, blant annet som komprimert hydrogen, flytende hydrogen, ammoniakk (NH₄), metanol (CH₃OH) med mer.

Grønt hydrogen forventes å bli en del av fremtidens fornybare energisystem, og det er tydelige mål for både produksjon og forbruk i EU og flere land i Europa. Våren 2022 lanserte Europakommisjonen REPowerEU, hvor det ble satt et produksjonsmål på 20Mt utslippsfri hydrogen årlig innen 2030, hvorav 10Mt skal komme fra import²⁵. Norge har ingen uttalte strategiske mål for grønn (eller blå) hydrogenproduksjon, men har innvilget støtte til flere prosjekter og etablert støtteprogrammer gjennom blant annet Enova og EUs IPCEI-program²⁶. Grønt hydrogen er et aktuelt utslippsfritt drivstoff for deler av maritim sektor, tungtransport og industri. Videre kan grønt hydrogen bidra til balansering av et energisystem med høy grad av variabel kraft, oppvarmingsbehov, elektrifisering av bygg- og anleggsbransjen, mobil energi, med mer.

Marked for hydrogen i Norge

I dag eksisterer det ikke kommersiell produksjon av grønt hydrogen i Norge, men aktører fra blant annet energi, infrastruktur, industri, maritim næring og teknologi har annonsert planer for flere mindre og større prosjekter for hydrogen til både industri og maritim aktivitet. Eksempler på pilot- og testprosjekter i drift og under bygging:

- Varanger kraft har siden 2020 hatt et 2,5 MW produksjonsanlegg i drift i Berlevåg. Anlegget er en del av Haeolus-prosjektet, som er en del av EU sitt Horizon 2020-program og Fuel Cell Hydrogen Joint Undertaking (FCH2 JU)²⁷.
- Norwegian Hydrogen har tatt investeringsbeslutning på å bygge 3 MW hydrogenproduksjon i Hellesylt for primært maritimt avtak, med planlagt oppstart i Q4 2023²⁸ (Hellesylt Hydrogen Hub).
- Stord Hydrogen (HYDS, Sustainably Energy katapultsenter, Alltec Services og Greenstat) bygger et testanlegg som skal være klart våren 2023 på testsenteret Energy House på Stord. Anlegget kan produsere 140 tonn hydrogen årlig (400 kg pr dag)²⁹.

Enova har tildelt investeringsstøtte til tre større industrielle prosjekter, flere skipskonsepter, og senest i juni 2022 til fem knutepunkter for hydrogenproduksjon til maritim næring langs kysten. Flere prosjekter har også

²⁵ REPowerEU, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repower-eu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en (hentet: 2022-12-10)

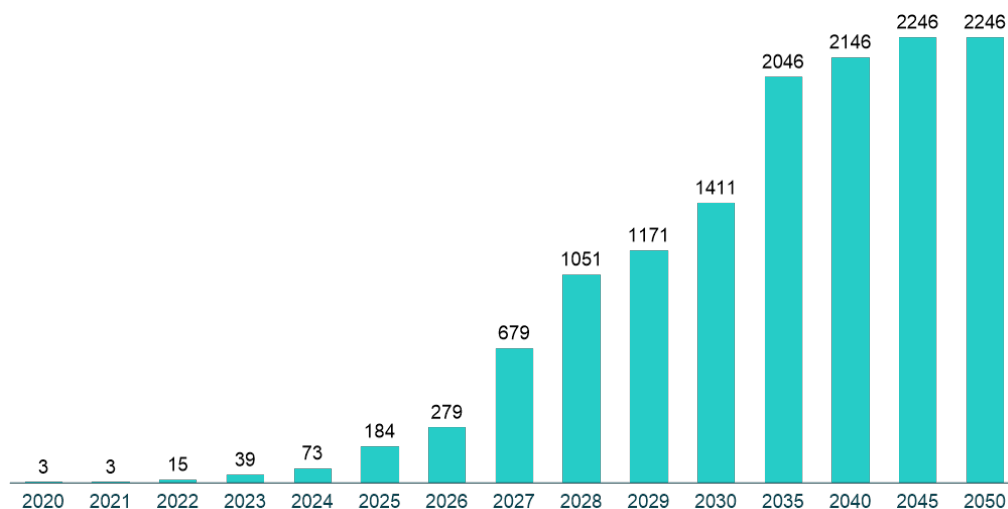
²⁶ Enova hydrogen, <https://www.Enova.no/bedrift/hydrogen/> (hentet: 2022-12-10)

²⁷ Haeolus-project, <https://www.haeolus.eu/> (Hentet 2022-12-10)

²⁸ Norwegian Hydrogen, <https://www.nh2.no/news/breaking-grounds-in-hellesylt> (2022-11)

²⁹ HYDS, <https://hydrogensolutions.no/starter-gronn-hydrogenproduksjon-vestlandet/> (hentet 2022-12-10)

mottatt støtter fra Innovasjon Norge og forskningsrådet, blant annet Hellesylt Hydrogen Hub. Figur 24 viser akkumulert annonsert kapasitet i Norge. Svært få av prosjektene som har tatt endelig investeringsbeslutning.



Figur 24 Annonsert elektrolysekapasitet i Norge, akkumulert (MW). Kilde: Thema Consulting Group, Technology outlook 2022

Tabell 5 Antakelser for beregning av etterspørsel og annonsert kapasitet hydrogen i Norge

Antagelse	
Gjennomsnittlig brukstid elektrolysører	80%
Energimengde pr kg H ₂	33,3%
Effektivitet på elektrolysører	70%
Andel etterspørsel som direkteforbrennes (100% eff)	50%
Andel etterspørsel via brenselceller (60% eff)	50%

Gitt antagelsene i Tabell 5 Antakelser for beregning av etterspørsel og annonsert kapasitet hydrogen i Norge utgjør annonsert elektrolysekapasitet ca. 208 000 tonn årlig produksjon av hydrogen i 2030, og 331 000 tonn årlig produksjon av hydrogen i 2050. I DNV Energy Transition Norway 2022³⁰ er forventet etterspørsel etter hydrogen og E-fuels, gitt de samme antagelsene, 47 000 tonn i 2030, og 980 000 tonn i 2050. Fra dette kan det sees at etterspørsel og tilbud følger ulike tidslinjer, men at den totale etterspørselen på lang sikt er nesten tre ganger så høy som annonsert produksjonskapasitet.

En viktig barriere for etableringen av hydrogennæringen i Norge er mangelen på et eksisterende marked, og utfordringen med å bygge både etterspørsel og tilbud parallelt for en ny næring uten etablert infrastruktur.³¹ Flere aktører har løftet at det vil være viktig med en form for differansekontrakter for grønt hydrogen for å få stimulert etableringen av et marked for hydrogen. I november 2022 ble det enighet om Statsbudsjettet for 2023³², og for første gang er det inkludert en plan for å introdusere differansekontrakter i budsjettet. Målet er at ordningen skal komme på plass i løpet av 2023.

³⁰ Energy transition Norway 2022, DNV

³¹ Menon Economics, Verdien av den norske hydrogenringen – status og fremtidsutsikter (2022-11)

³² Regjeringen.no, <https://www.regjeringen.no/no/statsbudsjett/2023/id2927365/> (hentet 2022-12-10)

3.2 Trender for energibærere

Energibærere for landtransport

I 2030 forventes det at biodrivstoff, hydrogen og elektrisitet vil være de viktigste energibærerne for landtransport.

Konseptutredningen har som mål å tilrettelegge for utslippsfri transport på land, og infrastrukturen som anbefales skal være i mange år etter 2030. Tilrettelegging og infrastruktur er en av faktorene som påvirker hvor fort omstillingen til fossilfrie kjøretøy vil gå, og infrastrukturen som anbefales i dette tiltakspakken vil bidra til å øke utviklingen av andelen elektriske kjøretøy. Konseptutredningen legger derfor til grunn ambisiøse fremtidsscenarioer for drivlinjeutviklingen til alle kjøretøysegmenter i analysene av behov og utslippsreduksjoner.

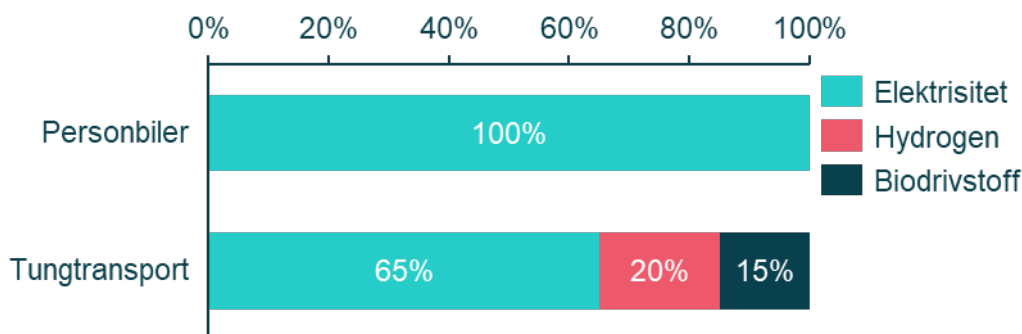
Personbiler

Høye andeler elektrisk drivlinje vil prege utviklingen for alle kjøretøysegmenter, særlig i Norge, som har et godt utbygd strømnnett og dermed gode forutsetninger for å imøtekomme mange batterielektriske kjøretøy. I personbilsegmentet skal hele nybilsalget være elektrisk i 2025, og det forventes derfor at tilnærmet alle biler kan være elektriske allerede i 2030.

Tyngre kjøretøy og busser

Elektriske kjøretøy har blitt mer vanlig de siste årene, også for tyngre segmenter, og det forventes at batterielektriske drivlinjer vil utgjøre hovedandelen av de tyngre kjøretøyene. Hydrogen og biogass vil også spille en rolle og representere en andel av de tyngre kjøretøyene fremover, særlig for kjøretøy som kjører lengre og krevende strekk. Omstillingen til kjøretøy med disse drivlinjene har dog ikke skutt fart enda, og det tas derfor utgangspunkt i en noe lavere andel av disse. Basert på disse forutsetningene legges en drivlinjefordeling for tungtransport på 65% elektrisk, 20% hydrogen og 15% biogass til grunn for anbefalingene og analysene i denne rapporten.

For busser vil det bli fokusert på lokale busser med tilknytning til turismen. Disse antas å ha ruter som passer godt med elektrifisering, og det vil derfor bli lagt til grunn at disse hovedsakelig har elektrisk drivlinje.



Figur 25 Drivlinjefordeling lagt til grunn i konseptutredningen

Energibærere for marin sektor

Elektrifisering av ferdsel på fjorden har gått senere enn på land, blant annet på grunn av utfordringer med avstander og infrastruktur. Store deler av segmentet fritidsbåter og ferger kan elektrifiseres, men for større skip som seiler lenger avstander eller trekker tungt, og for ferger med korte stopp, er ikke batterier like hensiktsmessig. For disse skipene vil hydrogen eller e-fuels (e-metanol, e-ammoniakk, med flere) være aktuelle energibærere for å oppnå utslippsfri ferdsel, enten alene eller i kombinasjon med batterier. Både nasjonalt og internasjonalt er det flere prosjekter som utvikler fartøy som skal gå helt eller delvis på hydrogen og e-fuels, innenfor alle segmenter og størrelser. I denne rapporten fokuseres det på fartøy som er relevante for Flåm, primært passasjerfartøy, med utgangspunkt i kompetanseoverføring fra prosjektdeltaker Ocean Hyway Cluster.



Figur 26: Northern Xplorer konseptuell skisse for skipsdesign, Kilde: Multi Maritime

Cruiseskip og større passasjerfartøy

For utslippsfri drift av cruiseskip og større passasjerfartøy er hydrogen og derivater en sannsynlig løsning. Flere aktører jobber i dag med utvikling av konsepter for utslippsfrie fartøy, og blant annet Viking Cruises³³ og TUI Cruises³⁴ har mål om å lansere helt eller delvis utslippsfrie skip før 2030. De aller fleste aktørene har allikevel lang tidshorisont for sine mål om å være helt utslippsfrie, gjerne helt ut mot 2050.

Ny teknologi og nye krav åpner også for helt nye aktører, som blant annet Northern Xplorer³⁵, som har intensjon om å bygge et mindre luksuscruise for opptil 300 passasjerer med hybrid drivlinje (batteri, hydrogen og egenprodusert energi). Planen er å ha første skip klart innen 2026.

Ferger og mellomstore passasjerfartøy

Flere strekninger under dette segmentet egner seg godt for batteridreven drift, og det er flere elektriske ferger som ferdes i norske fjorder. The Fjords har tre helt eller delvis batteridrevne ferger i drift (Vision of the Fjords, Future of the fjords, Legacy of the Fjords) i Flåm. Nasjonalt er det 52 elektriske fergesamband i drift, og både Statens Vegvesen og fylkeskommunene har store ambisjoner om utslippsfri drift av fremtidige utlysninger. I Oslofjorden er eksempelvis Nesoddbåten utslippsfri, øyåtene er elektriske fra sommeren 2023, og Norled bygger om flere av sine hurtigbåter til batterielektrisk drift fra sommeren 2024³⁶.

³³ Hydrogen24, <https://hydrogen24.no/2022/03/21/vikingskip-skall-drives-av-hydrogen/> (2022-08-21)

³⁴ The Maritime Executive, <https://maritime-executive.com/article/first-large-methanol-ready-cruise-ship-begins-construction-in-finland> (2022-06-14)

³⁵ Northern Xplorer, <https://northernexplorer.com/> (besøkt 2022-12-09)

³⁶ Ruter.no, <https://ruter.no/om-ruter/presse/presserom/#/pressreleases/foerste-elektriske-oeybaat-paa-plass-3151313> (2021-12-16)

Andre strekninger og driftsmønster egner seg bedre for andre drivlinjer. I Norge har Norled fergen MF Hydra, som skal dekke 50% av energibehovet fra flytende hydrogen i drift på strekningen Hjelmeland-Nesvik. Vestfjordfergen mellom Bodø, Røst og Moskenes blir trolig den andre hydrogendrevne fergen i Norge med planlagt oppstart i 2025. Denne driftes av Torghatten Nord, og skal gå minst 85% av tiden på komprimert hydrogen³⁷.

Fritidsbåter og andre mindre fartøy

Fritidsbåter utgjør hovedandelen av fartøyene langs norskekysten, og står for utslipp tilsvarende om lag 278 000 tonn CO₂ nasjonalt. Ifølge Båtlivsundersøkelsen 2018 blir omtrent 75% av alle motoriserte fritidsbåter vanligvis brukt til kortere turer, som fisketurer og dag-/ettermiddagsturer.

Fritidsfartøy har gode forutsetninger for å elektrifiseres frem mot 2030. Både batteri- og ladeteknologien har hatt en bratt utvikling de siste årene, som følge av utviklingen i elbilmarkedet. De siste årene har el-båter som vil tilfredsstille de fleste behov og driftsmønster kommet på markedet, men tilgangen på ladeinfrastruktur er en barriere. Det finnes flere pågående initiativer for ladeinfrastruktur for elektriske fartøy i Norge som baner vei for den fremtidige elektriske fartøyflåten.

Komprimert hydrogen er også en mulig energibærer for fritidsbåter og mindre fartøy, spesielt for de segmentene som skal reise langt eller veldig fort. Eksempler kan være fritidsbåter som skal kunne ferdes flere døgn uten å være innom kaianlegg, RIB-båter, og speed-båter. I dag er ikke fritidsbåter og mindre fartøy med hydrogen som drivstoff kommersielt tilgjengelig, men det er flere selskaper som utvikler og tester konsepter og som planlegger å ha produkter på markedet i løpet av det neste året. Også for hydrogen er en barriere for fremveksten manglende infrastruktur for fylling.

³⁷ Teknisk ukeblad, <https://www.tu.no/artikler/velger-trykksatt-hydrogen-til-vestfjorden-ferge-billigst-og-enklest-mener-rederiet/518920?key=4gihpiHS> (2022-04-25)

4 Mulige tiltak

I dette kapittelet blir det redegjort for tiltak som er mulig å ta i bruk i Flåm. Tiltakene retter seg mot identifiserte segmenter, og har som overordnet mål å bidra til å kutte CO₂-utslipp i tilknytning til turistdestinasjonen Flåm. For hvert tiltak oppsummeres totale og lokale utslippsreduksjoner, modenhet på teknologien og antatt levetid.

4.1 Tilrettelegging for omstilling av veitransport

Destinasjonslading for personbil

Destinasjonslading for personbiler på turistdestinasjoner bidrar til omstillingen av kjøretøyparken, og vil på sikt bli en nødvendighet for å tjene ladebehovet til en utslippsfri kjøretøypark. Etablering av lading på eksisterende parkeringsområder forenkler overgangen til elbil for tilreisende, og tilgjengeliggjør Flåm for eksisterende elbilbrukere, uten å beslaglegge uberørte arealer.

Effekten på ladeanlegget må være høy nok til at personbilene får ladet tilstrekkelig på estimert besøkstid på 4- 5 timer. Med 7,2 kW vil personbilene kunne lade fra 20 til 80% på 3-4 timer³⁸. I Flåm kan totalt effektuttak begrenses ved at laderne installeres med tilgjengelig effekt på 7,2 kW, men begrenses til 3,6 kW per bil dersom alle brukes samtidig.

Flåm har løftet et samlet behov for 800 parkeringsplasser. Med to ladeøker per plass i høysesong, fra mai til september, og lav bruk gjennom resten av året, vil det gjennomføres om lag 400 ladeøker årlig per parkeringsplass. Med dette som utgangspunkt vil tiltaket muliggjøre en samlet utslippsreduksjon på 4 700 tonn CO₂ i året. En del av disse utslippene blir kuttet utenfor Aurland kommune, ettersom det antas at turistene drar fra Aurland etter de har ladet bilen i Flåm. Lokalt i Flåm antas det at destinasjonsladerne vil tilrettelegge for overgang til elektrisk drivlinje for lokale innbyggere og alle som kjører gjennom kommunen, hvilket muliggjør en lokal utslippsreduksjon på om lag 4 480 tonn CO₂. Kostnad iht. kapittel 3.1.



Figur 27 Illustrasjonsbilde av lading av personbil

³⁸ Hafslund Rådgivning

Tabell 6 Oppsummering destinasjonslading for personbil

Destinasjonslading for personbil	
Totalt utslippsreduksjoner (800 plasser)	4 700 tonn CO ₂
Lokale utslippsreduksjoner (800 plasser)	4 480 tonn CO ₂
Modenhet teknologi	Høy
Levetid	10 år

Mobil destinasjonslading for personbil

Turismen i Flåm er sesongbasert, og ved hjelp av mobil destinasjonslading kan man flytte ladeinfrastruktur til en komplementær destinasjon på vinterstid, som har motsatt turistsesong som Flåm. En slik destinasjon må ha høysesong når det er lavsesong i Flåm, hvilket eksempelvis gjelder skianleggene i Myrkdalen og Voss.

Ved beregning av utslippsreduksjoner er det tatt utgangspunkt i teknologien, effekten og antallet ladepunkter beskrevet under tiltaket destinasjonslading for personbil. Det antas videre at det vil gjennomføres om lag 300 ladeøker i den delen av året ladeanlegget står i Flåm. Mobil destinasjonslading vil dermed muliggjøre en utslippsreduksjon på om lag 3 500 tonn CO₂ lokalt i Flåm. Utslippene blir kun redusert halve året i Flåm, og de lokale utslippskuttene blir dermed mindre enn for permanent destinasjonslading. Man kan dog anta en tilsvarende utslippsreduksjon på den andre destinasjonen, som benytter de mobile laderne når de ikke brukes i Flåm. Den totale utslippsreduksjonen muliggjort av tiltaket blir derfor om lag 7 000 tonn CO₂.

Det er antatt at en slik løsning vil medføre noe større driftskostnader grunnet flytting og opp- og nedrigging på to tidspunkter igjennom året, og noe høyere etableringskostnader grunnet mer umoden teknologi, sammenlignet med permanent destinasjonslading.

Tabell 7 Oppsummering mobil destinasjonslading for personbil

Mobil destinasjonslading for personbil	
Totalt utslippsreduksjoner (800 plasser)	7 000 tonn CO ₂
Lokale utslippsreduksjoner (800 plasser)	3 500 tonn CO ₂
Modenhet teknologi	Høy
Levetid	10 år

Hurtiglading til tungtransport

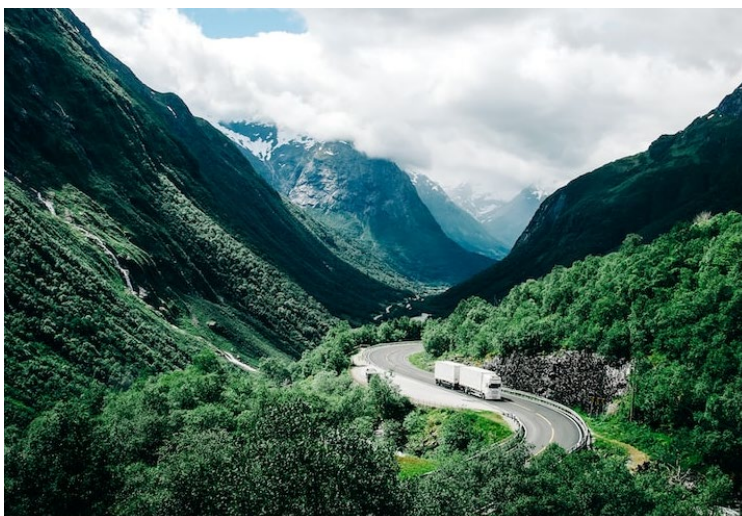
På E16 i Flåm passerer om lag 200 tyngre kjøretøy i snitt per døgn³⁹, og det antas her at 65% av tungtransporten kan bli elektrisk, tilsvarende 130 tunge kjøretøy daglig.

³⁹ Årsdøgntrafikk (ÅDT) 2022, Statens Vegvesen

Ladestasjoner for tungtransporten bør ha ladepunkter med en effekt på minst 350 kW for å møte ladebehovet til kjøretøyene på rimelig tid. En stor elektrisk lastebil kan lade fra 20% til 80% på om lag en time ved et ladepunkt på 350 kW, gitt en batterikapasitet på 540 kWh⁴⁰.

Ved etablering av to hurtiglader på 350 kW CCS, er kostnadsbildet iht. Tabell 4 Fordeling av kostnader ved etablering av 2x350 kW CCS-ladere. Kilde: Ladeinfrastruktur for tunge elektriske kjøretøy (2021), DNV Ved etablering av flere ladere på samme lokasjon antas det noe lavere kostnad per hurtiglader, da fundamentarbeid og utbyggingskostnader fordeles over flere ladere.

Med 65% elektrifisering av tungtransporten i Norge kan en ladestasjon med elleve ladepunkter betjene all den elektriske tungtransporten som kjører gjennom Flåm. Ved etablering av en ladestasjon for tunge kjøretøy i Flåm, muliggjør man utslippskutt tilsvarende energien som fylles på ladestasjonen. Dette vil muliggjøre en samlet utslippsreduksjon på om lag 15 200 tonn CO₂ per år, gitt en elandel på 65% innen tungtransporten. Lokalt i Flåm vil tiltaket muliggjøre en utslippsreduksjon på om lag 2 900 tonn CO₂ per år.



Figur 28 Illustrasjonsbilde tungtransport i Norge

Tabell 8 Oppsummering hurtiglading til tungtransport

Hurtiglading for tungtransport	
Totale utslippsreduksjoner	15 200 tonn CO ₂
Lokale utslippsreduksjoner	2 900 tonn CO ₂
Modenhet teknologi	Høy
Levetid	10 år

Hurtiglading til buss

På de eksisterende bussparkeringsarealene er det mulig å etablere hurtiglading for å møte behov og for å legge til rette for elektrifisering av busser. Grunnet begrenset plass og varierende parkeringstid for bussene er det, som for lading til tungtransport, tatt utgangspunkt i 350 kW CCS-lading med to punkter per lader. Laderne vil kunne betjene både korte og lengere opphold. Med dagens teknologi vil en turbuss med 400 km rekkevidde kunne fullades på litt over en time ved full kapasitet, og på rundt to timer ved sambruk og begrensning på 150 kW per punkt⁴¹.

⁴⁰ Eksempelkjøretøy: Volvo FM Electric, batterikapasitet 540 kWh, kommersielt tilgjengelig i 2022. Energibehov for lading fra 20% til 80%: 324 kWh, fylles på <1t ved optimale forhold med en ladeeffekt 350 kW.

⁴¹ Eksempelkjøretøy: Yutong pure electric intercity bus, batterikapasitet 374 kWh, kommersielt tilgjengelig i 2022. Energibehov for lading fra 20% til 80%: 224 kWh, fylles på <1t ved optimale forhold med en ladeeffekt 350 kW.

Kostnadsbildet for etablering av disse tilsvarende det for tungtransporten, da begge kategorier er forventet å benytte 350 kW CCS-lading frem mot 2025. Investeringskostnadene tar utgangspunkt i tilgjengelig og egnet parkeringsareal for bussoppstilling.

Med en samtidig bruk på 60% gjennom brukstimene i hvert cruise-døgn vil etablering og bruk av hurtigladere på arealene B.1, B.3 og B.5 muliggjøre utslippskutt på om lag 3 300 tonn CO₂ årlig⁴². De totale utslippskuttene overstiger dagens utslipp fra bussaktivitet i Aurland kommune da store deler av bussaktiviteten skjer utenfor kommunegrensen. Det er tatt utgangspunkt i oppgitte rutetider for lokale busser i sommer- og vinterhalvåret dedikert til turistformål for å beregne tonn CO₂ lokalt, samt regionale, nasjonale eller internasjonale gjennomfartsbusser per dag. Dette gir en besparelse på 275 tonn CO₂ lokalt⁴³. Besparelsene forventes å bli høyere når flere regionale, nasjonale og internasjonale busser følger på med utslippsfrie drivlinjer.



Figur 29 Illustrasjonsbilde elektrifisering buss

Tabell 9 Oppsummering hurtiglading til buss

Hurtiglading til buss	
Totale utslippsreduksjoner	3 300 tonn CO ₂
Lokale utslippsreduksjoner	275 tonn CO ₂
Modenhet teknologi	Høy
Levetid	10 år

Fyllestasjon hydrogen for tungtransport

Det antas at 20% av tungtransporten som reiser gjennom Flåm vil kunne gå på hydrogen, hvilket tilsvarer 40 lastebiler daglig. Med utgangspunkt i spesifikasjoner fra Hyundai Xcient⁴⁴ (30 kg tank og 400 km rekkevidde) blir etterspørselen fra tungtransport i Flåm i underkant av 440 tonn hydrogen per år. Tiltaket muliggjør med dette en total årlig utslippsreduksjon på 6 650 tonn CO₂. Av disse vil om lag 900 tonn CO₂ kuttes lokalt i Flåm.

Kostnad iht. kapittel 3.1. Videre antas det lokal produksjon av hydrogen i Flåm eller Aurland, med maksimalt 10 km transport. Ideelt sett vil fyllestasjonen være i direkte tilknytning til produksjonsanlegget.

⁴² Eksempelkjøretøy: Yutong pure electric intercity bus. Utslippsfaktor for turbuss <= 18 tonn, Euroklasse 3, Miljødirektoratet

⁴³ Antas to busser per avgang for lokalbusser, 20 gjennomfartsbusser per dag.

⁴⁴ Hyundai.com, <https://www.hyundai.com/worldwide/en/company/newsroom/-0000016662> (hentet 2022-12-11)

Tabell 10 Oppsummering fylling hydrogen for tungtransport

Fylling hydrogen for tungtransport	
Totale utslippsreduksjoner	6 650 tonn CO ₂
Lokale utslippsreduksjoner	900 tonn CO ₂
Modenhet teknologi	Medium
Levetid	20 år ⁴⁵

Fyllestasjon biogass for tungtransport

En fyllestasjon for biogass i Flåm vill kunne betjene både tungtransporten og eventuelle bussruter som går over på biogass. I tillegg er flytende biogass (LBG) et mulig fossilfritt alternativ for marine fartøy, og det er derfor også mulig med synergieffekter med trafikken på fjorden. Med et marint avtak i tillegg til landtransporten oppnår man høyere bruksmengder av biogassen hvilket vil øke lønnsomheten på fyllestasjonen.

En fyllestasjon for biogass med to fyllepunkter for gass og ett for flytende vil kunne betjene 60 tunge kjøretøy per døgn, og være tilstrekkelig for både tungtransporten og flere busser, da det er antatt at 30 tunge biogasskjøretøy vil kjøre gjennom Flåm daglig (15% av gjennomfartstrafikken). Dette tiltaket vil muliggjøre en total utslippsreduksjon på 7 300 tonn CO₂-ekvivalenter, hvorav 670 tonn reduseres i Flåm. Kostnad iht. kapittel 3.1.

Tabell 11 Oppsummering fylling biogass for tungtransport

Fylling biogass for tungtransport	
Totale utslippsreduksjoner	7 300 tonn CO ₂
Lokale utslippsreduksjoner	670 tonn CO ₂
Modenhet teknologi	Høy
Levetid	20 år

4.2 Tilrettelegging for omstilling av marin aktivitet

Lading til lokalcruise

Lokalcruisene antas å benytte samme infrastruktur som The Fjords ved overgang til elektrisk drivlinje. Dette vil medføre at alle fartøyene i Flåm kan benytte alle de etablerte laderne på kaia. Dagens lader betjener de to The Fjords-fartøyene som kjører i fjorden i dag. Det er i dag 20 lokalcruise fartøy som benyttes i fjorden. Ved overgangen til nullutslippsfartøy er det forventet at det totale antallet skip reduseres, da det er høyt

⁴⁵ Ballard WP: Fuel Cell Electric Refuse Collection Vehicles (March 2021), <https://info.ballard.com/hubfs/Premium%20Content/Zero%20Emission%20Fuel%20Cell%20Electric%20Refuse%20Collection%20Vehicles/WP-Ballard-Fuel-Cell-Electric-Refuse-Collection-Vehicles.pdf?hsCtaTracking=4f7d99fa-6749-49a3-b1d2-4df381cd3ad3%7C68c76e4f-12aa-4ab6-a233-60f6fb74c8ac>

kapitalbehov for slike investeringer. Aurland Havnevesen estimerer derfor det vil være behov for fire nye slike fartøy fremover for strekningen Flåm-Gudvangen. Det er anslått et behov på én ekstra lader av lignende type for å betjene fire nye utslippsfrie fartøy, i tillegg til dagens utslippsfrie fartøy. I dette prosjektet er det forespeilet et kapasitetsbehov på 1,8 MW, som tilsvarer fulladede batteripakker på fartøyene på 30 minutter uten batteristøtte.

Hovedandelen av lokalcruisene benytter i dag diesel, og ved å benytte utslippsfrie fartøy vil man kutte utslipp tilsvarende energimengden fylt på fartøyene. Gitt fire nye utslippsfrie fartøy som lader 630 kWh per tur og har i underkant av 1 100 avganger i året, samlet fra Flåm og Gudvangen, muliggjør tiltaket en årlig utslippsreduksjon på om lag 1 840 tonn CO₂. Utslippsreduksjonen knyttet til antagelser om reduksjon i antall fartøy ved overgang til elektrisk drivlinje er ikke medregnet. Kostnad iht. kapittel 3.1, justert noe opp grunnet høyere effektbehov.

Tabell 12 Oppsummering lading til lokalcruise

Lading til lokalcruise	
Totale utslippsreduksjoner	1 840 tonn CO ₂
Lokale utslippsreduksjoner	1 840 tonn CO ₂
Modenhet teknologi	Høy
Levetid	10 år

Lading til Bergensbåten

Bergensbåten har et uttalt mål om elektrifisering innen 2025, og dermed ha behov for et ladepunkt på areal D.2. Det kan etableres ladeløsning med direkte tilgang til nett eller en tilsvarende kombinasjonsløsning som lokalcruisene, med batteri og direkte nettilgang. Bergensbåten ligger til kai i 1,5 time i Flåm før den drar tilbake til Bergen. Avhengig av teknologi- og ladeløsning, gir dette et estimert effektbehov på 1-7 MW ved hybriddrift.

En hurtigbåt i Hordaland slipper i snitt ut 0,059 tonn CO₂/nm⁴⁶. Fjordarmen i Aurland er på om lag 25 km og Bergensbåten antas å ha 190 avganger i året, tur-retur. Med utgangspunkt i dette, anslås muliggjorte utslippskutt fra tiltaket til 1 040 tonn CO₂ lokalt i Aurland. Den totale strekningen Bergen-Flåm er på om lag 250 km og utslippene på denne strekningen vil ifølge Vestland Fylke⁴⁷ reduseres med 85% med den nye Bergensbåten. Tiltaket innebærer dermed en total utslippsreduksjon på om lag 8 820 tonn CO₂. Kostnadsbildet på ladeløsningen er tilsvarende som løsningen beskrevet under avsnitt for Olading til lokalcruise og kapittel 3.1. Nettkostnadene vil i dette tilfellet bli høyere, grunnet høyere effektbehov.

Tabell 13 Oppsummering lading til Bergensbåten

Lading til Bergensbåten

⁴⁶ «Fylkeskommunenes klimagassutslipp fra lokale ruter», Menon, DNV GL, TØI, 2018

⁴⁷ «Klar for klimavennlige hurtigbåtar», Vestland Fylkeskommune, Februar 2023:

<https://www.vestlandfylke.no/nyheitsarkiv/2023/klar-for-klimavennlige-hurtigbatar/>

Totale utslippsreduksjoner	8 820 tonn CO ₂
Lokale utslippsreduksjoner	1 040 tonn CO ₂
Modenhet teknologi	Høy
Levetid	10 år

Lading til RIB-virksomhet

RIB-virksomheten i området benyttes til fjordsafari for turister. Det antas i dette tiltaket at teknologiutviklingen tillater elektrifisering av RIB-virksomheten. Ved overgang til fartøy med lavere batterikapasitet enn dagens energibehov per tur, vil det være nødvendig med en justering i driftsmønsteret til fartøyene eller flere ladepunkter på ruta, eksempelvis i Gudvangen.

RIB-fartøyene i Flåm bruker om lag 60 liter diesel per tur, tilsvarende 210 kWh, gitt en virkningsgrad på dieselmotoren på 35%. Med en hurtiglader på 350 kW må en RIB da ligge til lading i kai i om lag 40 minutter for å dekke energibehovet til neste tur, gitt tilstrekkelig batterikapasitet.

Dersom alle fem fartøyene benyttet i dagens drift elektrifiseres, vil det være behov for 3 hurtigladerpunkter til RIB-fartøyene på kai D.3 på 350 kW per ladepunkt. Dette vil gi et samlet effektbehov på om lag 1 MW. Tiltaket vil kutte hele dagens utslipp fra båtene, tilsvarende 150 000 liter diesel og 400 tonn CO₂ årlig.

For dette tiltaket er det ikke antatt kombinasjonsløsning med batteri, slik som med løsningene for lokalcruise, selv om en slik løsning er teknisk mulig.

Tabell 14 Oppsummering lading til RIB

Lading til RIB	
Totale utslippsreduksjoner	400 tonn CO ₂
Lokale utslippsreduksjoner	400 tonn CO ₂
Modenhet teknologi	Høy
Levetid	10 år

Fyllestasjon hydrogen til RIB-virksomhet

For å dekke dagens energibehov til RIB-virksomheten, vil det være behov for omtrent 212 kg hydrogen daglig i turistsesongen, og nærmere 27 tonn årlig. Ved lagring på 350 bar får man omkring 800-1000 kg på en 40 fot container, noe som vil dekke om lag 4 dager med etterspørsel i høysesongen.

Selve bunkringsanlegget, med lager og fylling, kan enten etableres på kai eller på en flytende lekter i forlengelse av kaianlegget. Så lenge det lagres under 5 tonn hydrogen vil ikke anlegget være underlagt storulykkeforskriften, men det bør etableres ulike sikkerhetssoner rundt anlegget basert på en risikovurdering. Erfaring fra anlegg med tilsvarende størrelse tilsier at det vil være mulig å overholde nødvendige sikkerhetsavstander på et anlegg ved eksisterende kai, eventuelt i tilknytning til arealene C.3 og C.4.

Det antas at fyllestasjon til RIB vil ha lignende løsning som for fylling av tungtransport på land, og at behovet til RIB vil dekkes av en fylleinstallasjon med ett til to fyllepunkter. Kostnadsbilde iht. lignende løsning for tungtransport på land, kapittel 3.1. Lagringsfasiliteter for hydrogen er medregnet i kostnadene, og det antas lokal produksjon av hydrogen i Flåm eller Aurland, med maksimalt 10 km transport.

Tiltaket vil dekke inn hele dagens utslipp fra båtene, tilsvarende 150 000 liter diesel og 400 tonn CO₂ årlig.

Tabell 15 Oppsummering fyllestasjon hydrogen til RIB

Fyllestasjon hydrogen til RIB	
Totale utslippsreduksjoner	400 tonn CO ₂
Lokale utslippsreduksjoner	400 tonn CO ₂
Modenhet teknologi	Lav
Levetid	20 år ⁴⁸

Destinasjonsladere til fritidsfartøy

Det er antatt at de båtene som ligger til kai eller besøker Flåm på de om lag 30 plassene i marinaen i Flåm kan elektrifiseres frem mot 2030. Destinasjonsladere til mindre fartøy benytter samme effekt og samme teknologi som den man finner til elbiler, tilpasset marine forhold. Gitt en batterikapasitet på 40 kWh, hvilket man finner i mange av dagens elbåtmodeller, vil ladere på 3,6 kW være tilstrekkelig for nattlading av fartøyene. Dette tiltaket vil dermed ha liten belastning på det lokale strømnettet da det dreier seg om et fåtall ladere med lav effekt. Kostnadsbilde iht. utendørs personbillading på lav effekt, tidligere i kapittel 3.1.



Figur 30: Illustrasjonsbilde elektrisk fritidsbåt. Kilde: Xshore

Fritidsfartøy er ikke medregnet i de kommunale utslippstallene, og utslippene fra dette segmentet er lave i forhold til andre utslipp i området som cruiseutslipp. Ved elektrifisering av 30 fritidsfartøy reduserer man utslipp tilsvarende energien fylt på båtene. Tiltaket vil dermed muliggjøre en utslippsreduksjon på om lag 70 tonn CO₂ årlig i Flåm⁴⁹.

Tabell 16 Oppsummering destinasjonsladere til fritidsfartøy

Destinasjonsladere for fritidsfartøy	
Totale utslippsreduksjoner	70 tonn CO ₂
Lokale utslippsreduksjoner	70 tonn CO ₂
Modenhet teknologi	Høy
Levetid	10 år

⁴⁸ Ballard WP: Fuel Cell Electric Refuse Collection Vehicles (March 2021)

⁴⁹ Gitt et gjennomsnittlig dieselforbruk på 850 L/år/båt, oppgitt av båtbrukere i spørreundersøkelsen "Kartlegging av infrastrukturbehov elektriske fartøy", Hafslund Rådgivning 2022

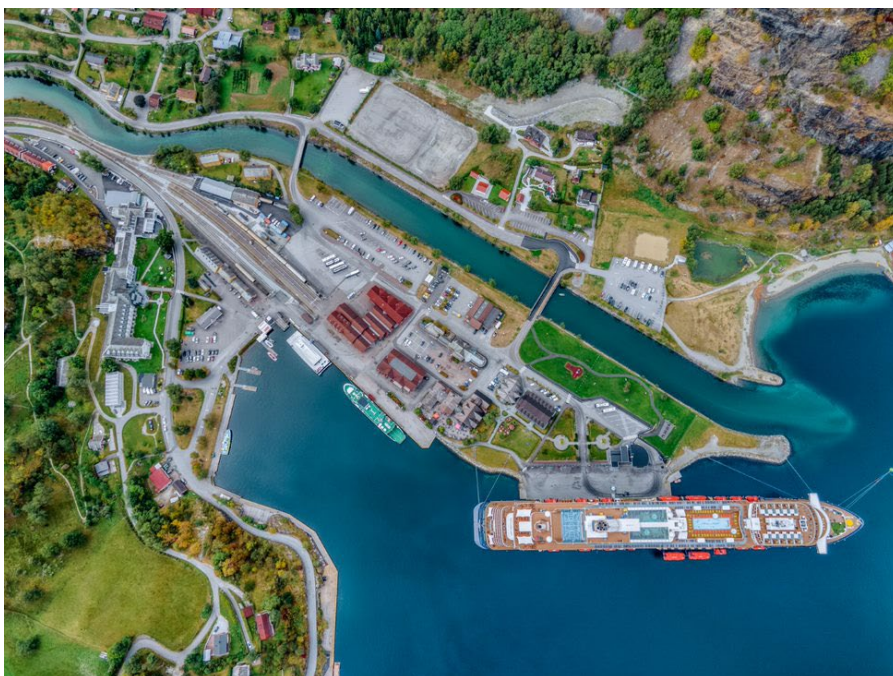
Bunkring av hydrogen til cruise

Hydrogen og derivater anses som et svært aktuelt utslippsfritt alternativ for cruisenæringen, men det er hverken infrastruktur eller skip basert på hydrogen i drift i dag. For å kunne tilrettelegge for utslippsfri cruisenæring, kan et mulig tiltak være å etablere et bunkringsanlegg for hydrogen i Flåm i forbindelse med cruisekaia. Det er flere utfordringer som gjør at det ikke anses som aktuelt å etablere et bunkringsanlegg med tilstrekkelig kapasitet til å dekke etterspørselen fra cruisenæringen i Flåm.

1. Cruiseskipene bunkrer ikke konvensjonelle drivstoff i Flåm i dag, så det er ingen eksisterende infrastruktur å ta utgangspunkt i.
2. Utfordringer med sikkerhetssoner på grunn av begrensede tilgjengelige arealer rundt cruisekaia.
3. Usikkerhet rundt hvilken energibærer som vil være aktuell (komprimert hydrogen, flytende hydrogen eller e-fuels), og de ulike energibærerne krever ulike bunkringsløsninger.
4. Manglende marked og nærliggende produksjon av hydrogen.

Ocean Hyway Cluster har estimert at et typisk cruiseskip som seiler inn til Flåm vil bruke i underkant av 1 tonn hydrogen tur/retur innenfor den utslippsfrie sonen (2*13,5 nautiske mil). I høysesongen, med etablert landstrømsanlegg, vil Flåm få besøk av ett cruiseskip per døgn.

For et hybrid cruiseskip, som er konstruert for drift på hydrogen deler av tiden, vil det være aktuelt å bunkre det volumet som er nødvendig for å ferdes utslippsfritt i fjorden, mens et cruiseskip med hydrogen som primærdrivstoff vil ha behov for å bunkre betydelig større mengder hydrogen eller e-fuels.



Figur 31: Bilde av Flåm havn. Kilde Aurland Hamnevesen

Dersom det antas et bunkringsanlegg for komprimert hydrogen som skal kunne overføre 5-6 tonn hydrogen med høy rate (1500 – 1800 kg pr time), antas det at anlegget har en investeringskostnad på 120-150 MNOK⁵⁰. Drift av anlegget vil kreve i snitt ett årsverk, og i tillegg kommer andre operasjonelle kostnader knyttet til transport av hydrogen og vedlikeholdskostnader. Det legges til grunn at etterspørselen kan dekkes av hydrogen produsert i Aurlandsvangen, og at denne fraktes på lastebil.

Med antatt behov 5-6 tonn hydrogen per skip, og 150 skip gjennom sesongen som bunkrer i Flåm, gir det et totalt behov for 900 tonn hydrogen. Når hydrogen erstatter MGO med antatt 35% effektivitet i

⁵⁰ Erfaringstall fra prosjektutvikling i Hafslund Vekst

forbrenningsmotor tilsvarer 900 tonn hydrogen en reduksjon i utslipp på omtrent 13 700 tonn CO₂. Utslippet som kuttes lokalt antas å være det gjenværende i utslippsprognosene for cruisenæringen i Flåm etter etableringen av landstrømsanlegget, altså 1200 tonn CO₂ årlig.

Tabell 17 Oppsummering bunkring av hydrogen til cruise

Bunkring av hydrogen til cruise	
Totale utslippsreduksjoner	13 700 tonn CO ₂
Lokale utslippsreduksjoner	1 200 tonn CO ₂
Modenhet teknologi	Lav
Levetid	20 år ⁵¹

4.3 Produksjon og lagring av fornybar energi og energibærere

Hydrogenproduksjon i Flåm 4 MW

Et 4 MW produksjonsanlegg for hydrogen i Flåm vil med en bruksgrad på 90% kunne produsere omkring 1,7 tonn hydrogen per dag, og i overkant av 2 tonn hydrogen ved 100% brukstid. Hvor mye utslipp som kuttes fra denne mengden hydrogen kommer an på hva det erstatter. Dersom hydrogenet erstatter dieselforbrenning, vil et 4 MW anlegg muliggjøre utslippskutt på omtrent 11 000 tonn CO₂ pr år. Et 4 MW hydrogenanlegg med daglig produksjon på i underkant av 2 tonn hydrogen vil kunne dekke estimert etterspørsel fra både RIB og tungtransport, og vil i et slikt tilfelle gi en total utslippsreduksjon på 7 050 tonn CO₂.

For et anlegg på 4 MW, dersom det bygges i 2023, vil investeringskostnadene i selve anlegget ligge på omkring 30 MNOK, uten tomt og grunnarbeider.

Tabell 18 Oppsummering hydrogenproduksjon i Flåm 4 MW

Hydrogenproduksjon i Flåm 4 MW	
Totale utslippsreduksjoner	11 000 tonn CO ₂
Lokale utslippsreduksjoner	7 050 tonn CO ₂
Modenhet teknologi	Medium*
Levetid	30 år

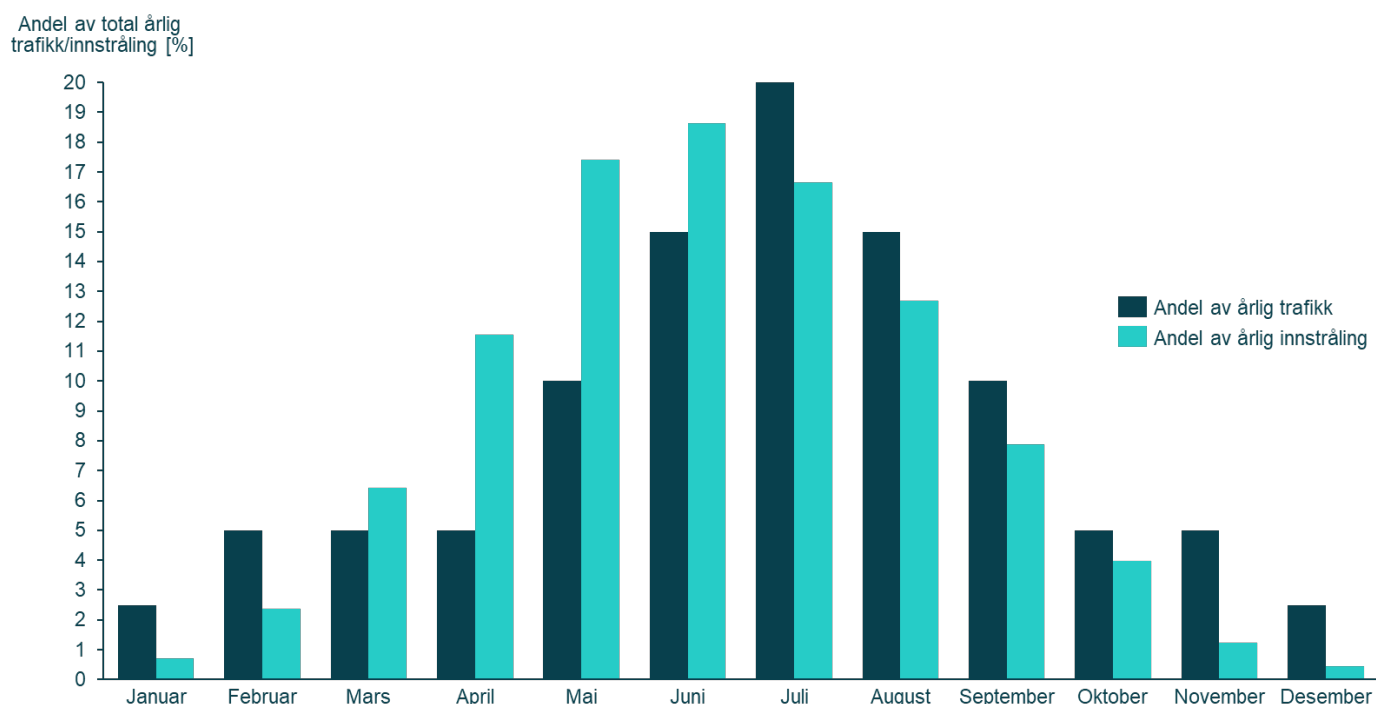
* Store usikkerheter i sammenheng med kostnader og mulige avtak.

⁵¹ Ballard WP: Fuel Cell Electric Refuse Collection Vehicles (March 2021), <https://info.ballard.com/hubfs/Premium%20Content/Zero%20Emission%20Fuel%20Cell%20Electric%20Refuse%20Collection%20Vehicles/WP-Ballard-Fuel-Cell-Electric-Refuse-Collection-Vehicles.pdf?hsCtaTracking=4f7d99fa-6749-49a3-b1d2-4df381cd3ad3%7C68c76e4f-12aa-4ab6-a233-60f6fb74c8ac>

Solcelleanlegg på eksisterende bygningsmasse

I Flåm er det potensiale for lokal kraftproduksjon fra solcelleanlegg på tak på eksisterende bygninger. Dette sammenfaller godt med når det forventes høy belastning på nærliggende destinasjonsladere for personbil og bussladere, i turistsesongen på sommerhalvåret. Etablering av solcelleanlegg på eksisterende bygningsmasse i nærhet av last som sammenfaller med forbruk kan avlaste nettutbygging.

Parkeringsplasser som blir brukt mest når det er fint vær, gjerne i sommermånedene, vil ha et forbruk som sammenfaller med forventet produksjonskurve gjennom året for solcelleanlegg. Dette er illustrert i Figur 32, som viser fordelingen av veitrafikken i Flåm og fordelingen av innstråling fra sol gjennom året. Begge to er gjengitt som andel av total, hhv. trafikk og innstråling, gjennom året.



Figur 32 Fordeling av veitrafikk til Flåm gjennom året (andel av samlet trafikk per måned) og innstrålingen i Flåm gjennom året (andel av total innstråling per måned). Trafikkdata fra Aurland Havnevesen og innstrålingsdata fra PVsyst.

Det er gjort en vurdering av effekten av etablering av solcelleanlegg på tre bygningsmasser.

Tabell 19 Oppsummering solcelleanlegg på eksisterende bygninger i Flåm⁵²

Bygning	Mall of Norway og Flåm kundesenter	Coop Marked i sentrum	Flåmdalsvegen 5 og 7
Tilknyttet areal	A.3, B.2, B.3 og B.4	A.4	B.5
Takareal	550 m ²	350 m ²	2 500 m ²
Årlig energiproduksjon	Ca. 42 000 kWh	Ca. 25 000 kWh	Ca. 200 000 kWh

⁵² Grovprosjektering levert av Solway

Kostnad	400 000 kroner	700 000 kroner	3 400 000 kroner
Totale utslippsreduksjoner	7,5 tonn CO ₂ i levetiden	12,4 tonn CO ₂ i levetiden	63 tonn CO ₂ i levetiden
Lokale utslippsreduksjoner	7,5 tonn CO ₂ i levetiden	12,4 tonn CO ₂ i levetiden	63 tonn CO ₂ i levetiden
Modenhet teknologi	Høy	Høy	Høy
Levetid	30 år	30 år	30 år

Potensiale for kraftproduksjon fra de tre prosjekterte solcelleanleggene er estimert til 267 000 kWh årlig produksjon. Bygningene i Flåmdalsvegen 5 og 7 har størst potensiale, med størst takflate.



Figur 33 Oversiktsbilder over takarealer med innstråling. Mall of Norway og Flåm kundesenter på bildet til venstre og Coop Marked bildet til høyre. Kilde: Solkart.no

Bildene av byggene viser indikert innstråling på takene, hvor røde overflater har svært høy innstråling, gule har høy innstråling og blå har lav.



Figur 34 Oversiktsbilder over takarealer for Flåmsvegen 5 og 7 med innstråling. Kilde: Solkart.no

Mall of Norway er et kjøpesenter lokalisert på samme tomt som Flåm kundesenter. Sentral plassering gir høyt potensiale for å dele kraftproduksjonen med flere nabobygg, som Flåmsbrygga Hotell, Ægir BryggeriPub, samt nærliggende kafeer og restauranter. I tillegg ligger bygget i direkte nærhet til flere arealer med tilhørende parkeringsplasser og bussoppstillingsplasser.

Coop Marked ligger sentralt til ved havneområdet, og vil kunne ha flere avtak, fra ladeanlegg på nærliggende areal A.4 eller drift av dagligvarebutikken, som typisk har høyt, jevnt, forbruk til kjøling.

Flåmdalsvegen 5 og 7 ligger ved E16, i nær tilknytning til areal B.5. Bygningene benyttes til ølbrygging av Ægir Bryggeri, og har

en stor, samlet takflate. Det antas at bryggeriet har en høy og jevn forbruksprofil som overskrider produsert energi fra solcelleanlegget.

For de aktuelle tomtene, og spesielt for Flåmdalsvegen, må potensiale for solcelleanlegg sees opp mot forbruk. Det er fordelaktig dersom produksjonen fra solcelleanlegget kan bli brukt i eller i umiddelbar nærhet til bygget, og ikke mates ut på nettet. På denne måten vil man avlaste nettet, og man kan unngå nettutbygging som følge av økt forbruk. Prisene på denne teknologien har falt de siste årene, men da Flåm er i en overskuddssituasjon hva angår kraftproduksjon må kostnad og lønnsomhet sees opp mot forventede kraftpriser.

Solcelleanlegg som parkeringsskygge

Ved etablering av solcelleanlegg som parkeringsskygge plasseres solcelleanlegg over parkeringsplasser, som illustrert i Figur 35: Eksempel på solceller som parkeringsskygge fra et anlegg i Beziers i Frankrike. Kilde: Sun'R'Power



Figur 35: Eksempel på solceller som parkeringsskygge fra et anlegg i Beziers i Frankrike. Kilde: Sun'R'Power

Ved etablering av solcelleanlegg som parkeringsskygge på areal A.2 kan anlegget produsere opp til 365 000 kWh årlig, med ca. 415 kW peak produksjon. Produksjonen tilsvarer besparelse av 110 tonn CO₂ igjennom levetiden med utgangspunkt i norsk energimiks⁵³. Anlegget med trafo, uten hensyntatt oppgraderinger og nettkostnad til tilhørende nett, vil ha en investeringskostnad på ca. 3 millioner kroner.

Tabell 20 Oppsummering solcelleanlegg som parkeringsskygge A.2

Solcelleanlegg som parkeringsskygge A.2	
Årlig energiproduksjon	Ca. 365 000 kWh
Kostnad	3 000 000 kroner
Totale utslippsreduksjoner	110 tonn CO ₂ i levetiden
Lokale utslippsreduksjoner	110 tonn CO ₂ i levetiden
Modenhet teknologi	Høy
Levetid	30 år

⁵³ IEA List, Norway

Batterisystemer

Et batterisystem kan kobles bak måler og på AC-siden av et ladeanlegg for å bidra med effekt og energi til et ladeanlegg. Systemene leveres typisk i containere fra 10 fot og oppover avhengig av størrelse, eller som mindre batteriskap som tåler å stå ute året rundt. Dette er komplette systemer som leveres med aktiv varme- og kjølesystemer for å kontrollere systemtemperaturen. Systemene er typisk modulære og kan skaleres opp for å dekke ønsket effekt- og energibehov. Et batterisystem kan dermed utvides i henhold til brukserfaringer. Systemene trenger et plant underlag og tilstrekkelig areal der de skal plasseres. Batteriene kan tilrettelegges for å være stasjonære eller mobile.

Typisk effektuttak på større batterisystemer er 0,5 til 1 ganger batterikapasiteten, eksempelvis 250 kW / 500 kWh eller 500 kW / 500 kWh, med typisk 0,5 for LFP-teknologien. Effektbehov sett opp mot energimengde må tas med i betraktningen for å velge batterisystem. Investeringskostnaden for beskrevet teknologi er 6 000 NOK/kWh.

I denne utredningen er det ikke regnet med at batteriene leverer utslippskutt. Batteriene vil, satt sammen med andre tiltak, kunne være med å optimalisere CO₂-kuttene fra det relevante tiltaket.

Batteriene kan blant annet benyttes til optimalisering av lokal energiproduksjon fra solcelleanlegg, avlastning fra nettet for ladepunkter med særlig høy effekt eller på utslippsfrie byggeplasser i regionen. I en eventuell situasjon hvor strømmettet blir presset, er det relevant å vurdere bruk av batteri istedenfor nettoppgraderinger på kort sikt for å muliggjøre elektrifiseringstiltak. I tilfeller hvor batterier muliggjør andre omstillingstiltak, vil de indirekte lede til utslippskutt, men disse er ikke kvantifisert i dette prosjektet.

Tabell 21 Oppsummering batterisystemer

Batterisystemer	
Totale utslippsreduksjoner	Ikke relevant
Lokale utslippsreduksjoner	Ikke relevant
Modenhet teknologi	Høy
Levetid	12 år (4 000-5 000 ladesykluser)*

*utgangspunkt i utendørs batterier

Innovasjonssenter for grønn turistnæring

En av utfordringene i overgangen til et utslippsfritt samfunn er at nye og innovative løsninger må testes og piloteres før de blir utnyttet i stor skala. Dette kan være krevende, både fra et kostnads- og logistikkperspektiv, og større systemløsninger er særlig avhengige av godt samarbeid mellom flere aktører for å testes. For å bidra til å utvikle innovative energiløsninger for en grønn turistnæring, kan Flåm etablere et innovasjonssenter for testing av nye bærekraftige teknologier og samspillet mellom disse. Et slikt senter kan i Flåm rette fokus mot bærekraftig cruiseturisme og grønne muligheter knyttet til landstrømsanlegg og bølgene med høy turistaktivitet som følger cruiseanløpene.



Løsninger som piloteres på et innovasjonssenter i Flåm har eksportpotensiale både mot turistdestinasjoner nasjonalt og internasjonalt. Helhetlige energiløsninger som testes her kunne benyttes i andre havner som primært ikke er turistdestinasjoner, og generelt bidra til grønn utvikling. Slik kan Flåm vise vei for turistnæringen ved å pilotere løsninger i samarbeid med næringslivet og lokale aktører, og utforske forretningsmodeller knyttet til optimaliserte energisystemer.

Tabell 22 Oppsummering innovasjonssenter for grønn turistnæring

Innovasjonssenter for grønn turistnæring	
Totale utslippsreduksjoner	Ikke relevant
Lokale utslippsreduksjoner	Ikke relevant
Modenhet teknologi	Høy
Levetid	20-50 år

4.4 Tiltak for å bedre lokalt miljø og ivareta naturmangfold

Grønne parkeringsplasser for å sikre biomangfold og ivareta grøntområder rundt sentrum

Å anlegge vegetasjon på parkeringsplassene vil øke antall grønne areal i sentrumsområdet. Dette er også tidligere vurdert i Områdereguleringsplanen til Flåm; å utnytte permeable dekker og vegetasjon på, og mellom, parkeringsrekkene.



Figur 36 Eksempel på mulig utforming av parkeringsplasser med integrerte grøntarealer. Kilde: Områdereguleringsplan Flåm, Foto: Jonathan Perrin til venstre og Bruun & Möllers Landscape Architects til høyre

Flåm er en populær turistdestinasjon som følge av den storslåtte naturen i området. Integrering av natur i alle deler av området og turistopplevelsen, inkludert på parkeringsplasser, kan bidra til å ivareta Flåm som en attraktiv naturdestinasjon, også ved vekst og utbygging av infrastruktur.

For tiltaket er det ikke beregnet CO₂-kutt eller estimert kostnader.

Avbøtende tiltak for naturtap ved innføring av ny infrastruktur

I forbindelse med tiltakene vil det være nødvendig med en del inngrep i naturen også rundt selve arealet som får oppført tiltak, da det må tilrettelegges for nødvendig infrastruktur. Å føre tilbake natur, eller utvikle grønne områder der man utfører gravearbeid, vil hovedsakelig innebære at man restaurerer og planter grønt i områder man har gravd opp og der man skal fylle igjen. I tillegg til å tilbakeføre natur og utvikle grøntområder, kan det gjøres tiltak som sikrer biomangfold. Herunder å sette opp insektshus og biehotell, samt gi rom for naturlig flora som blomstereng.

For dette tiltaket er det ikke beregnet CO₂-kutt eller estimert kostnader.



Figur 37 Illustrasjonsbilde av blomstereng og insektshus

Grønne tak på eksisterende bygningsmasse

Grønne tak er en betegnelse på tak som er helt eller delvis dekket av vegetasjon. Disse har flere fordeler: Det lagrer vann på naturlig måte, binder støv og CO₂, holder taket kjølig om sommeren, bidrar til økt biomangfold, og reduserer risiko for flomskader på tak. Takmontører har ofte grønne tak som en tjeneste i sitt sortiment.

Grønne tak kan kombineres med andre tiltak, som solceller. Tidligere har man måttet velge mellom solceller og grønne tak, men det finnes i dag aktører som utvikler og tilbyr kombinasjoner av disse, som Over Easy Solar.

For tiltaket er det ikke beregnet CO₂-kutt eller estimert kostnader.



Figur 38 Illustrasjonsbilde av grønt tak. Bilde: Over Easy

5 Anbefalte tiltak

5.1 Anbefalt tiltakspakke



Figur 39 Oversikt over arealer og kaiområder i Flåm

For hvert areal er det vurdert ulike tiltak. Tabell 23 viser de anbefalte tiltakene per areal: Ingen, ett eller flere tiltak per areal. Tiltakene er vurdert separat og i sammenheng med hverandre – gitt sambruk og utnyttelse av effektbehov gjennom året. Tiltakene anbefales for å kutte CO₂-utslipp, og for å tilrettelegge for utviklingen i drivlinjen til ulike kjøretøy- og fartøysegmenter i dag. Flere av tiltakene innebærer etablert teknologi som kan tas i bruk umiddelbart i Flåm.

For å nå nasjonale klimamål er det viktig å sikre en rask omstilling av fossile kjøretøy og fartøy. Dette vil være særlig viktig i Flåm, da disse segmentene står for 80% av utslippene i kommunen. Rask omstilling av

kjøretøy og fartøy fordrer at infrastrukturutviklingen ligger foran og framskynder omstillingen heller enn å forsinke den. Flere av tiltakene er derfor et utvalg infrastrukturtiltak tilpasset aktiviteten og arealene i Flåm, for å kutte tiltak og muliggjøre Flåm som en attraktiv turistattraksjon også i fremtiden.

Det er også foreslåtte innovasjonstiltak som komplementerer tiltakene. Disse blir grundigere gjennomgått i kapittel 5.3. Dette kan være infrastruktur som bør bygges ut på sikt til segmenter med en mer usikker drivlinjeutvikling, eller løsninger som sikrer mer effektiv og helårlig utnyttelse av teknologi og nettkapasitet. Her fremmes også tiltak som til større grad benytter teknologi under utvikling.

Tabell 23 Anbefalte tiltak for Flåm

Arealtype	Areal	Tiltak	Innovasjonstiltak
Parkeringsareal	A.1.	- Mobile destinasjonsladere for personbil på 130 parkeringsplasser - Grønne parkeringsplasser	
	A.2.	- Permanente destinasjonsladere for personbil på 400 parkeringsplasser - Parkeringssskygge med solceller - Grønne parkeringsplasser	Batteriløsning
	A.3.	- Permanente destinasjonsladere for personbil på 150 parkeringsplasser - Grønne parkeringsplasser - Solcelleanlegg tak tilknyttede bygninger Mall of Norway og Flåm turistsenter.	Batteriløsning
	A.4.	- Permanente destinasjonsladere for personbil på 70 parkeringsplasser - Grønne parkeringsplasser - Solcelleanlegg tak tilknyttede bygninger Coop Market.	Batteriløsning
	A.5.	- Permanente destinasjonsladere for personbil på 65 parkeringsplasser - Grønne parkeringsplasser	
	A.6.	- Mobile destinasjonsladere for personbil på 60 parkeringsplasser - Grønne parkeringsplasser	
Bussoppstillings-plasser	B.1.	Hurtiglading til cruisebusser på 8 plasser	Batteriløsning
	B.2.	Ingen tiltak	Hurtiglading til busser på 7 plasser
	B.3.	- Hurtiglading til cruisebusser på 4 plasser - Mulig forskyvning av plasser til areal A.2	Batteriløsning
	B.4.	Ingen tiltak	Hurtiglading til busser på 2 plasser
	B.5.	- Hurtiglading til busser på 14 plasser - Sambruk med tungtransporten på nattestid og utenom turistsesongen	- Solcelleanlegg tak Flåmdalsvegen 5 og 7 - Batteri

Kaiområder	D.1.	Sambruksløsning med D.2 med ett ladepunkt for lading til lokalcruise (inkl. batteri)	
	D.2.	Sambruksløsning med D.1 med ett ladepunkt for lading til Bergensbåten (inkl. batteri)	
	D.3.	To ladepunkter (ekskl. batteri) eller to uttak for hydrogenfylling av RIB	
	D.4.	Destinasjonsladere til fritidsfartøy 30 båtplasser	
Andre tilgjengelige arealer	C.1.	Ingen tiltak	- Innovasjonssenter for en grønn turistnæring - Produksjonsanlegg for hydrogen 4 MW
	C.2.	Ingen tiltak	Videre utbygging av lade- og fylleinfrastruktur etter behov
	C.3.	Bevaring av naturmangfold	
	C.4.	- Deler av arealet vil trenge for ladeløsning for lokalcruise og Bergensbåten. - Bevaring av naturmangfold	

Krav til avbøtende tiltak for naturtap ved bygningsarbeid og/eller innføring av ny infrastruktur på alle arealer

Ved innføring av ny infrastruktur følger det naturinngrep både ved permanent arealbeslag, og inngrep i naturen for å tilrettelegge for ny infrastruktur. Som eksemplifisert i kapittel 2.3 vil innføring av destinasjonslading for personbil kreve arealbeslag i form av parkeringsplasser med ladere, og inngrep i naturen for tilførsel av strøm. Allerede i planleggingsfasen av utvikling av tiltakspakken anbefales det at det settes krav til utvikling og gjennomføring av definert plan for avbøtende tiltak og tilbakeføring av natur og biomangfold ved naturtap ved bygningsarbeid og innføring av ny infrastruktur.

Prosjekteier bør også identifisere og ivareta spesielt sårbare områder, som det vil bli vanskelig å tilbakeføre ved forstyrrelser. Videre bør prosjekteier bevisstgjøre og forplikte entreprenører og leverandører, gjennom nevnte krav til gjennomføringsplan, samt krav til arkitektur og byggeskikk.

Integrering av natur i alle deler av området og turistopplevelsen vil kunne bidra til å ivareta Flåm som en attraktiv naturdestinasjon, også ved vekst og utbygging av infrastruktur. Det bør etterstrebes etablering av nye, grønne lunger, såing av blomstereng og etablering av mindre naturhager der det er mulig, samt utnytte og bevare eksisterende vegetasjon.

Prosjektet bør ha som målsetting å bidra i rammeverket for lokalt biologisk mangfold, der minst 30 % av land, kyst og fjordområde skal bevares innen 2030, og ta høyde for nasjonale og globale klimamål i tråd med naturavtalen COP15.

Parkeringsarealer

For samtlige parkeringsarealer i Flåm, A.1-A.6, er det anbefalt å etablere grønne parkeringsplasser med destinasjonslading for personbiler. Tabellen nedenfor viser samlet effektbehov for hver av de seks parkeringsarealene i Flåm, basert på antall ladere per parkeringsplass med en gjennomsnittlig ladeeffekt på 3,6 kW. Dette overskrider det ønskede antallet om 800 parkeringsplasser.

Areal	Antall plasser	Samlet effektbehov
A.1	130	500 kW
A.2	400	1 500 kW
A.3	150	500 kW
A.4	70	250 kW
A.5	65	250 kW
A.6	60	250 kW

Tabell X: Oversikt over parkeringsarealer i Flåm og tilhørende effektbehov ved etablering av destinasjonslading

Samlet gir 875 parkeringsplasser mulighet for omdisponering

Det totale antallet parkeringsplasser overskrider det ønskede antall parkeringsplasser på 800. Det er derfor mulighet for å se videre på disponering av tilgjengelig areal.

En konseptskisse for parkeringsareal A.2 er under utarbeidelse. I den vurderes det 182 vanlige parkeringsplasser, 25 plasser for bobil, 8 parkeringsplasser tilpasset funksjonsnedsatte og 3 oppstillingsplasser for busslading.

I tiltakene presentert for parkeringsarealer er det også anbefalt mobile ladeløsninger på to av arealene. Dette tilrettelegger for omdisponering av arealer dersom behovet er der.

Krav til grønne parkeringsplasser vil gi merverdi til Flåm som turistdestinasjon

Å anlegge vegetasjon på parkeringsplassene vil øke antall grønne areal i sentrumsområdet. Tiltaket kan kombineres med permanent destinasjonslading. Som nevnt er dette allerede vurdert i Områdereguleringsplanen til Flåm.

På arealene det er anbefalt mobil destinasjonslading bør det gjøres en vurdering for om det bør etableres nye, grønne parkeringsplasser, eller om det heller bør etterstrebes å ivareta eksisterende flora. Dette bør sees i sammenheng med nødvendige inngrep for å tilrettelegge for infrastrukturen.

Mobil ladeinfrastruktur for personbiler på areal A.1 og A.6

Areal A.1 og A.6 er arealer som er tilknyttet stranden og bobilplassen. Disse 190 plassene er parkeringsplasser som brukes mest i sommer- og turistsesong, og derfor blir stående mer ubrukt igjennom resten av året. Derfor er det vurdert som gode arealer for utnyttelse av mobil ladeinfrastruktur for destinasjonslading, som kan flyttes til destinasjon med motsatt sesong når det er utenfor sesong i Flåm.

Ved å inngå et partnerskap med eier av parkeringsarealer i destinasjon med motsatt turistsesong som Flåm, eksempelvis skianlegg, vil det være mulig å sikre høyere brukstid på anlegget, samt dele investeringskostnadene.

Permanent ladeinfrastruktur og solcelleanlegg som parkeringsskygge på areal A.2

Areal A.2 er det største parkeringsarealet, og dekker inntil 400 av parkeringsplassene. Arealet ligger i Flåm, men utenfor sentrumsområdet med størst pågang i turistsesongen; Flåm sentrum og havn. Det anbefales at areal A.2 gjøres om til permanent destinasjonslading med tilhørende solcelleanlegg som parkeringsskygge.

Tabell 24 Anbefalt solcelleanlegg areal A.2

Areal	Effekt solcelleanlegg	Årlig produksjon
A.2	415 kWp	365 000 kWh

I Flåm vil destinasjonsparkeringsplassene være utendørs, og vil bli brukt mest i turistsesongen. Dette sammenfaller med innstråling og tilhørende forventet produksjonskurve gjennom året for solcelleanlegget. Solcelleanlegg som parkeringsskygge vil kunne produsere inn og fordele ut strøm i direkte forbindelse med destinasjonslading, da innstråling, og dermed produksjon i solcelleanlegget, samsvarer svært godt med forventet energi- og effektbruk på parkeringsplassen igjennom året og dagen i sesong. På areal A.2 vil solcelleanlegget kunne dekke inn ca. 13% av ladebehovet som er estimert for parkeringsarealet.

Solcelleanlegg som parkeringsskygge er et relevant tiltak for samtlige parkeringsarealer og bussoppstillingsplasser hvor det installeres ladeinfrastruktur. Flere av arealene er imidlertid i sentrumsområdet og steder der hvor turister beveger seg. Parkeringsplassen på A.2 peker seg ut som et godt alternativ for etablering av solceller som parkeringsskygge. Arealet ligger utenfor sentrumskjernen og har størrelse til å installere et anlegg som kan bidra til å avlaste utbygging av nytt nett. Med høyere kraftpriser, presset nettkapasitet og større andel elbiler, er denne teknologien mer moden å se på enn før.

Permanent ladeinfrastruktur med solcelleanlegg på tak på nærliggende bygninger av areal A.3 og A.4

Areal A.3 og A.4 ligger i sentrum, i nærhet til bl.a. Flåmsbana, Fretheim Hotel, spisesteder og kaia med tilhørende turistaktiviteter. Det antas at disse, med tilhørende 150 og 65 parkeringsplasser, vil være i bruk også utenfor turistsesong. Det anbefales derfor å etablere permanent ladeinfrastruktur for destinasjonslading av personbiler. Et fåtall av plassene på A.4 er tilknyttet Coop-butikken i sentrum, mens resten er til fri bruk.

Bygningene som huser Coop Marked i Flåm, Mall of Norway og Flåm kundesenter er identifisert som gunstig å etablere solcelleanlegg på. Som for areal A.2 vil solcelleanleggene kunne levere strøm til ladeanleggene, og de vil også kunne gi strøm til bygningene de er montert på. Coop Marked er en dagligvareforretning med varme- og kjøleanlegg som krever jevnt forbruk av strøm igjennom året. For areal A.3 og A.4 vil de tilhørende solcelleanleggene kunne dekke inn hhv. ca. 4% og 5% av estimert ladebehov estimert for de to parkeringsanleggene.

Permanent ladeinfrastruktur på areal A.5

Areal A.5 ligger i sentrum, mellom Flåmsbana, Fretheim Hotel og kaia, med 65 parkeringsplasser. Det antas at disse vil være i bruk igjennom hele året, og det anbefales å etablere permanent ladeinfrastruktur for destinasjonslading av personbiler.



Bussoppstillingsplasser

For bussarealer i Flåm er det anbefalt å etablere hurtiglading på B.1, B.3 og B.5.

Tabell 25 Anbefalt hurtiglading for buss på areal B.1-B.5

Areal	Antall plasser busslading	Effektbehov
B.1	8	2 800 kW
B.2	-	-
B.3	4	1 400 kW
B.4	-	-
B.5	14	2 100 kW

Det anbefales at dette tiltaket optimeres og gjennomføres i samarbeid mellom ladeaktører og lokale bussaktører for å sikre god utnyttelse av anlegget. Samtidig er det viktig at man dimensjonerer og gjør anlegget klar for fremtidens busspark.

Utslippsfrie busser vil være en viktig del av fremtidens grønne turistdestinasjoner. Tiltaket har lite fotavtrykk, da det medfører lite ny arealopptagelse. Det er forventet at dette vil gi liten visuell innvirkning, og oppstillingsplassene kan brukes også med eksisterende busspark.

Enkelte av bussrutene i Flåm har potensiale for å elektrifiseres i nær fremtid, da de har et forbruksmønster som passer godt for elektrisk drift; de kjører bestemte ruter og har tid til å lade mellom turene. Foreløpig er elektriske busser vesentlig dyrere enn busser med fossil drivlinje, og overgangen til elektrisk er ikke kommet like langt i bussegmentet som for personbiler.

Hurtiglading til buss på oppstillingsplassene på areal B.1 og B.3

Busser som kjører shuttletrafikk for cruiseturistene står i korte perioder på oppstillingsplassene på areal B.1. og B.3. Dersom disse elektrifiseres vil de ha behov for lading med høy effekt når de står parkert, grunnet den lave oppholdstiden. Tiltakspakken inneholder en anbefaling om hurtigludere på minst 350 kW på alle de 12 oppstillingsplassene.

I prosjektrapporten for Aurland Parkering fra 2017⁵⁴ oppgis det at 20% av bussene stopper under 30 min, såkalt drop-off, og at 40% står mellom 1-2 timer parkert. Derfor er lading på areal B.1, med 8 plasser, dimensjonert for drop-off, og lading på areal B.3, med 4 plasser, er dimensjonert for busser med gjennomsnittlig parkeringstid på halvannen time.

Grunnet høy busstrafikk på Brekkevegen vurderes det å flytte oppstillingsplassene på areal B.3 til areal A.2, som nevnt tidligere. Dette vil i så fall ikke påvirke annet enn lokasjonen for hurtigladingen og hvileplassen til bussene. Argumentene for dette skiftet er å avlaste sentrum, samt å avlaste Brekkevegen ved å ta bussene helt ut fra sentrumsområdet. Det store arealet A.2 gir gode muligheter for sikker inn- og utkjøring. Dette kan gjøres og samtidig oppfylle ønsket om 800 parkeringsplasser for turister.

Ingen tiltak grunnet plassmangel på areal B.2 og B.4

⁵⁴ Aurland parkering, Prosjektrapport ikring vurdering av innføring av betalingsparkering i Aurland, August 2017, Morten Olav Døsen Abusdal, ver 1.3

Areal B.2 og B.4 benyttes i dag til bussoppstilling, og har totalt 9 plasser. Det ikke er hensiktsmessig å etablere hurtiglading på disse arealene. Dette er grunnet plassbegrensning som følge av deres nære plassering til jernbanen, der også høyt aktivitetsnivå i sommerhalvåret fører til kort parkeringstid. På sikt kan det være aktuelt å vurdere lading også her, dersom en større andel av bussparken elektrifisering og anbefalte ladeløsninger ikke skulle være tilstrekkelig.

Hurtiglading til buss på B.5, inkludert sambruk med elektrifisert tungtransport

Busser må ha tilrettelagt lading med høy effekt for å kunne lade på akseptabel tid, gitt rutetider, korte opphold og behov for å lade så sjeldent som mulig. I tiltakspakken anbefales det derfor å bygge ut hurtigladerne på samtlige oppstillingsplasser på areal B.5, totalt 14 hurtigladerne, med en effekt på 350 kW per lader. Det er imidlertid regnet med en samtidighet som gir et maks uttak på 150 kW per lader når alle 14 er i bruk samtidig, og totalt beregnet effektbehov for arealet er derfor $14 \times 150 \text{ kW}$. Bussene kan stå på dette arealet igjennom dagen mens turistene de har fraktet besøker Flåm, og tiltaket vil ikke innebære en nevneverdig endring i driftsmønsteret deres. Denne plassen blir en kombinert vente- og ladeplass.

Grunnet sterk sesongvariasjon og døgnvariasjon i bussaktiviteten i området, vil laderne stå ubrukt av busser utenom turistsesongen og på natten. Det vil derfor være hensiktsmessig å tilgjengeliggjøre laderne for sambruk med tungtransporten utenom turistsesongen. Tungtransporten vil ha begrenset tilgang i turistsesong, særlig på dagtid, men vil kunne benytte laderne på natt og utenfor turistsesong. I perioden utenfor turistsesongen er det vinter, og det er antatt at behovet for flere ladestopp for elektrifisert tungtransport sammenfaller godt med tilgangen på disse laderne, da batterikapasiteten synker grunnet lavere temperatur. Dette vil gi økt driftstid på ladeanlegget og dermed innebære risikoavlastning ved utbyggingen av laderne.

Gjennomfartstrafikken av tyngre kjøretøy har ikke den samme sesongvariasjonen som annen aktivitet i Flåm, og er jevnt fordelt utover året. Dersom alle bussladerne er tilgjengelige for tungtransporten i en periode, og gitt at trafikken fordeler seg jevnt ut i tid, vil laderne i kunne dekke all gjennomfartstrafikken i de aktuelle tidsrommene. Ved overgang til fossilfri drift for tyngre kjøretøy er det større usikkerhet rundt drivlinjefordelingen enn for personbiler, og man vil se en kombinasjon av ulike fossilfrie drivlinjer frem mot 2030.

Som beskrevet i kapittel 3.2, vil elektriske kjøretøy trolig utgjøre en betydelig markedsandel grunnet teknologi- og kostnadsutviklingen de siste årene, også for tyngre kjøretøy. I Norge forventes det en særlig høy elektrisk andel tunge kjøretøy, grunnet tradisjonelt lave strømpriser og et godt utbygget strømmnett. Et godt nettverk av ladeinfrastruktur rettet mot dette segmentet er dog et premiss for omstillingen, og kan være utslagsgivende for en rask utvikling.

Ved etablering av en ladestasjon for tyngre kjøretøy i Flåm, vil dette kunne bidra til å elektrifisere rutene til de kjøretøyene som kjører gjennom kommunen. Den andelen kjøretøy som blir elektrisk vil med kapasiteten på areal B.5 kunne dekkes i sin helhet av laderne i Flåm utenom turistsesongen, og omkring 50% i turistsesongen gitt tilgang på kveld og natt.

Lading av mobile batterier kan gi sambruk på samtlige arealer med hurtiglading for buss

Stadig flere sektorer har som mål å bli utslippsfrie, og med E16 i umiddelbar nærhet er det mulig at laderne på B.5 med tiden vil kunne brukes til å lade opp maskiner innenfor andre sektorer, eksempelvis til bruk i byggebransjen og batterier til utslippsfrie byggeplasser/anleggsmaskiner.

Det foreligger blant annet planer om oppgraderingsarbeider i Lærdalstunellen med planlagt oppstart i 2024⁵⁵, som kan bli gjennomført med utslippsfrie maskiner. Senere utbygging av infrastruktur kan også gjennomføres utslippsfritt ved hjelp av batterier ladet på denne stasjonen.

Kaiområder

Samkjøring av teknologi og sambruk for lading av lokalcruise og Bergensbåten med batteriløsning på kai D.1 og D.2

Både fartøyene som benyttes til lokalcruise og til Bergensbåten kan elektrifiseres de kommende årene. Ladeløsninger som treffer disse fartøysegmentene vil være en viktig del av utslippsreduksjonen i fjorden, og det anbefales derfor tilrettelegging for lading både av lokalcruise og Bergensbåten. Begge disse er passasjerfartøy av mindre type som vil kunne benytte samme ladeteknologi. Dette gir gode muligheter for felles ladeløsninger og samspill i fjorden. Aurland Havnevesen estimerer et behov for fire utslippsfrie fartøy fremover for strekningen Flåm-Gudvangen med en kapasitet på 400 PAX.

Det er nærliggende at fartøy som skal lade i havnebassenget i Flåm benytter lignende eller tilsvarende teknologi som The Fjords-fartøyene slik at man oppnår kompatibilitet i ladeteknologien på tvers av fartøysegmenter og aktører. Sambruk av de etablerte ladepunktene vil gi økt brukstid på alle laderne som etableres, samt mer kostnadseffektive løsninger uten unødvendig utbygging av strømnnett. For at energisystemet i havna skal fungere best mulig, er det derfor viktig å sikre at Bergensbåtens ladeløsning også kan benyttes av lokalcruisene og motsatt.

Derfor innebærer tiltakspakken to ladepunkter til lokalcruise og Bergensbåten på kai D.1 og D.2 på 1,8 MW hver, tilsvarende det The Fjords benytter i dag. The Fjords har sitt nåværende ladepunkt på kaia tilstøtende D.1, og dette kan også bli en del av en sambruksordning. Ved valg av en løsning med en kombinasjon av batteri- og nettilknytning, unngår man den betydelige belastningen på strømnettet som vil komme av høyeffektslading av større fartøy som lokalcruisene og Bergensbåten. Det er etablert et prosjekt mellom Skyss, som skal levere den elektriske Bergensbåten, og Aurland Havnevesen som skal se på mulighetsrom, ansvarsfordeling og kostnadsfordeling ved en slik sambruksordning. The Fjords og nettselskapet Sygnir tar også del i dette arbeidet. I forbindelse med dette arbeidet har DNV utarbeidet et teknisk memo for kartlegging av felles ladeløsning mellom Skyss, The Fjords og en eventuell tredjepart, som konstaterer at en slik sambruksløsning er teknisk mulig å etablere.

Videre arbeid bør gjøres for vurdering av løsning for RIB på D.3

Fartøyene som benyttes må kunne kjøre i høy hastighet i fjorden med mange mennesker om bord. Det foreligger ikke nullutslippskrav for fartøy av denne størrelsen i dag, men denne virksomheten kan

⁵⁵ <https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/prosjekt/tunnelervest/tunneler-i-vestland/>

elektrifiseres i løpet av de kommende årene enten direkte eller via alternative energibærere som for eksempel komprimert hydrogen.

Til RIB-fartøyene anbefales det enten tre hurtigladerpunkter på 350 kW ved overgang til elektriske fartøy, eller en fyllestasjon for hydrogen ved overgang til hydrogen på kai D.3. Hvilket drivstoff som er mest gunstig gitt drift og kostnader må avgjøres av aktøren som drifter fartøyene, Fjordsafari AS, og det gjøres ingen anbefalinger hva gjelder drivlinje for dette segmentet. RIB-båtene vil ha behov for en annen type teknologi og har et annet driftsmønster enn lokalcruisene og Bergensbåten, og disse fartøyene vil derfor ha vanskeligheter med å ta del i laderutvekslingen som er anbefalt ovenfor.

Teknologiutviklingen for elektriske båter av denne størrelsen har skutt fart de siste årene. Det finnes i dag kommersielt tilgjengelige fritidsfartøy med batterikapasitet på over 230 kWh⁵⁶. Disse fartøyene er ikke beregnet på driftsmønsteret til RIB-fartøyene i Flåm, men fartøy med større likhet til de brukt til fjordsafari vil trolig bli utviklet fremover. Dersom utviklingen man har sett de siste årene fortsetter, vil fartøy som kan kjøre med hastigheten og rekkevidden til dagens RIB-fartøy være kommersielt tilgjengelige innen 2030.

Ved overgang til elektrisk drivlinje anbefales det bruk av sekvensielle ladere, som både kan levere høy effekt for hurtiglading og lav effekt for nattlading. Slik oppnår man både rask lading på dagtid mellom turer, og mer skånsom, nett- og kostnadseffektiv destinasjonslading på nattestid.

Et alternativ for elektrifisering av RIB er komprimert hydrogen og fartøy med brenselceller og elektrisk drivlinje. Denne typen båter er ikke kommersielt tilgjengelig, men det er teknisk gjennomførbart med dagens teknologi.

Destinasjonsladere til fritidsbåter på alle båtplasser i marinaen

I Flåm er det en privat marina med plass til om lag 30 fritidsfartøy, og det anbefales etablering av destinasjonsladere til alle de 30 fritidsbåtplassene i marinaen i Flåm på 3,6 kW hver. Dette vil dekke energibehovet til alle fritidsfartøyene som legger til kai her og kan bidra til økt omstillingstakt for fritidsbåtene i området.

Fritidsfartøy har også i stor grad et driftsmønster som egner seg godt for elektrisk drift, da de gjerne kjører forholdsvis korte strekninger, og ligger til kai og kan lade gjennom natten. Lading av fritidsfartøy vil typisk kunne gjennomføres på nattestid, etter bruk av fartøyene gjennom dagen. Dette komplementerer dermed kapasitetsutnyttelsen ellers i området, som er høyest på dagtid.

Andre tilgjengelige arealer

Kun innovasjonstiltak anbefalt på areal C.1 og C.2

På areal C.1 og C.2 er det ikke anbefalt tiltak, men det er anbefalt innovasjonstiltak som blir adressert i kapittel 5.3.

Bevaring av naturmangfold og etablering av grønne lunger på C.3 og C.4

Areal C.3 og C.4 ligger i Flåm sentrum, mellom hotellet og kaien. Arealene er små, sett i sammenheng med de andre arealene som er tilgjengelige, og vil ligge tett på tiltak ved kaien. Det anbefales at disse arealene

⁵⁶ Eksempelfartøy: RAND Escape 30, batterikapasitet på inntil 234 kWh, maksuttak 460 kW

disponeres som grøntarealer, med mulighet for rekreasjon og parkaktiviteter for turister. Dersom muligheter for rekreasjon ivaretas, kan arealene bli aktivitetsområder for lokale og for turister.

Ved å innføre tiltak som er enkle å reversere, låses heller ikke arealene for annen bruk for et eventuelt fremtidig behov. Det kan allerede sees et mulig behov for dette på C.4, hvor det vurderes av arealet må brukes for å få realisert ladeløsningen for lokalcruise og Bergensbåten.

5.2 Vurdering av tiltakspakken

Potensiale for utslippsreduksjon

For tiltakspakken, med tiltak listet i kapittel 5.1, er det estimert at det oppnås en utslippsreduksjon på om lag 30 233 tonn CO₂-ekvivalenter. Om lag 11 677 tonn av disse kan tilskrives utslippsreduksjoner lokalt i Flåm, innenfor Aurland kommune. Sammenlignet med de totale utslippene i Aurland kommune i 2018, tilsvarer dette en CO₂-reduksjon på 43%.

Tabell 26 Totale og lokale utslippskutt fra tiltakspakken

Tiltak	Total utslippsreduksjon (tonn CO ₂)	Lokal utslippsreduksjon (tonn CO ₂)
Destinasjonslading for personbil	3 695	3 479
Mobil destinasjonslading for personbil	1 534	767
Hurtiglading for busser	1 553	275
Sambruk hurtiglading for buss og tungtransport	12 318	3 808
Ladeløsning lokalcruise	1 837	1 837
Ladeløsning Bergensbåten	8 823	1 038
Ladeløsning eller hydrogenfylling for RIB	401	401
Lading fritidsbåter	68	68
Solcelleanlegg på eksisterende tak	1	1
Solcelleanlegg som parkeringsskygge	4	4
Totalt	30 233	11 677

Lokale utslippsreduksjoner

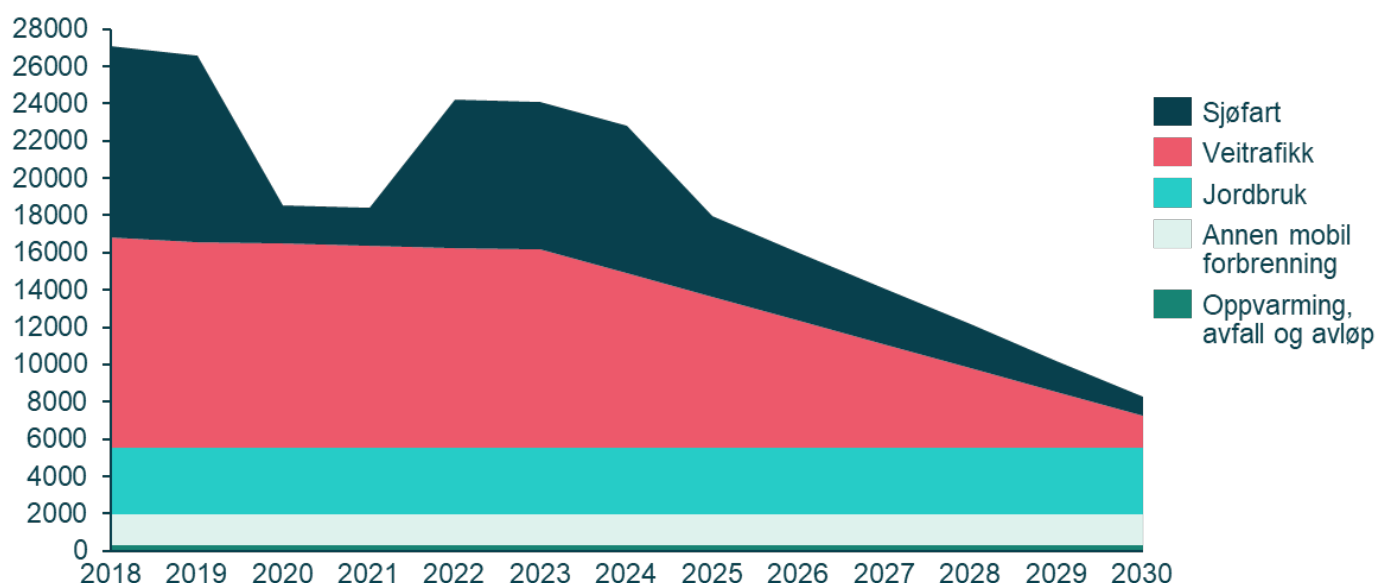
Historisk er det tungtransport og personbiler som har stått for de største utslippene under landtransport, med henholdsvis 17% og 16% av de totale utslippene i Aurland i 2018. Varebiler og buss har noe mindre utslipp, på henholdsvis 6% og 3%. Samlet blir det gjennom tiltakspakken kuttet 8 300 tonn CO₂ fra tungtransport, personbil og buss, lokalt i Flåm. Varebiler er ikke adressert i denne konseptutredningen. Dette tilsvarer et utslippskutt på 36% av de samlede utslippene i Aurland i 2018. De 8 300 tonnene redusert inkluderer:

- alle CO₂-utslipp fra personbiler,

- alle utslipp fra den andelen tungtransport som det er antatt kan gå over til elektrisk drivlinje; 65% av historiske utslipp fra tungtransport,
- alle utslipp fra den lokale busstrafikken med tilknytning til turismen, basert på oppgitt datagrunnlag, tilsvarende 40% av alle utslipp fra buss i kommunen.

Skipsfart, utenom cruiseskip, sto i 2018 for 14% av de totale utslippene i Aurland kommune, tilsvarende 3 780 tonn CO₂ (ref. 2018). Samlet muliggjør tiltakspakken utslippskutt tilsvarende 3 350 tonn CO₂ fra skipsfarten lokalt (utenom cruise), hvilket tilsvarer 89% utslippsreduksjon innen dette segmentet.

Utslipp fra jordbruk, annen mobil forburning og oppvarming, avfall og avløp er ikke adressert i dette prosjektet.

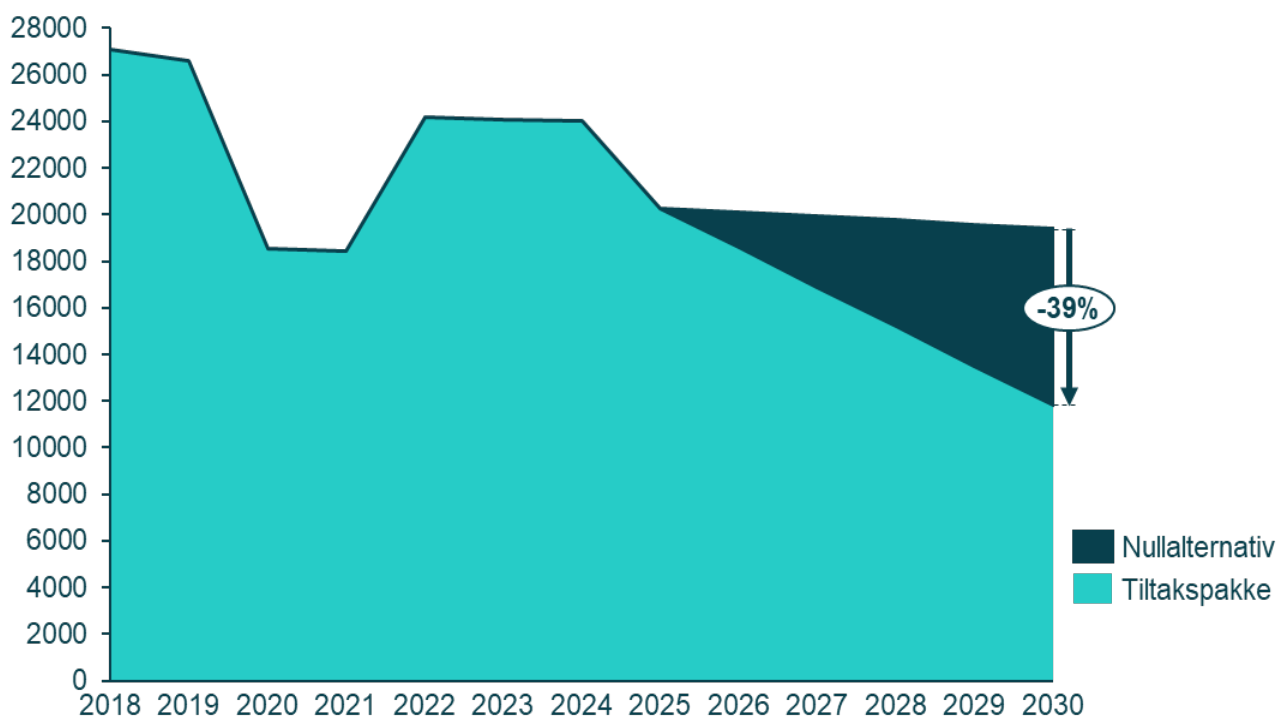


Figur 40 Samlede utslipp i CO₂ i Aurland kommune, gitt lineær innføring av tiltakspakken fra 2023 for veitrafikk og 2025 for marine segmenter, inkludert landstrøm fra 2025.

Tiltakspakken reduserer over dobbelt så mange tonn CO₂ som nullalternativet

Nullalternativet gir en utslippsreduksjon på 28% fra 2018 til 2030 lokalt i Flåm, tilsvarende om lag 7 700 tonn CO₂-ekvivalenter. Her legges det til grunn at utslipp fra personbiltrafikken senkes med 30% og at utslippene fra cruisetrafikken senkes med om lag 75% som følge av etablering av landstrømsanlegg.

Innføringen av landstrømsanlegget er lagt som forutsetning og forløsende faktor for at tiltakspakken innføres. Utslippsreduksjonen knyttet til landstrømsanlegget medregnes derfor også i tiltakspakken ved sammenligning med nullalternativet. Tiltakspakken og landstrømsanlegget vil samlet redusere utslippene i Aurland (lokale utslipp) med 15 277 tonn CO₂-ekvivalenter, hvilket er omtrent 7 577 tonn mer enn, eller nesten dobbelt så mye som, nullalternativet.

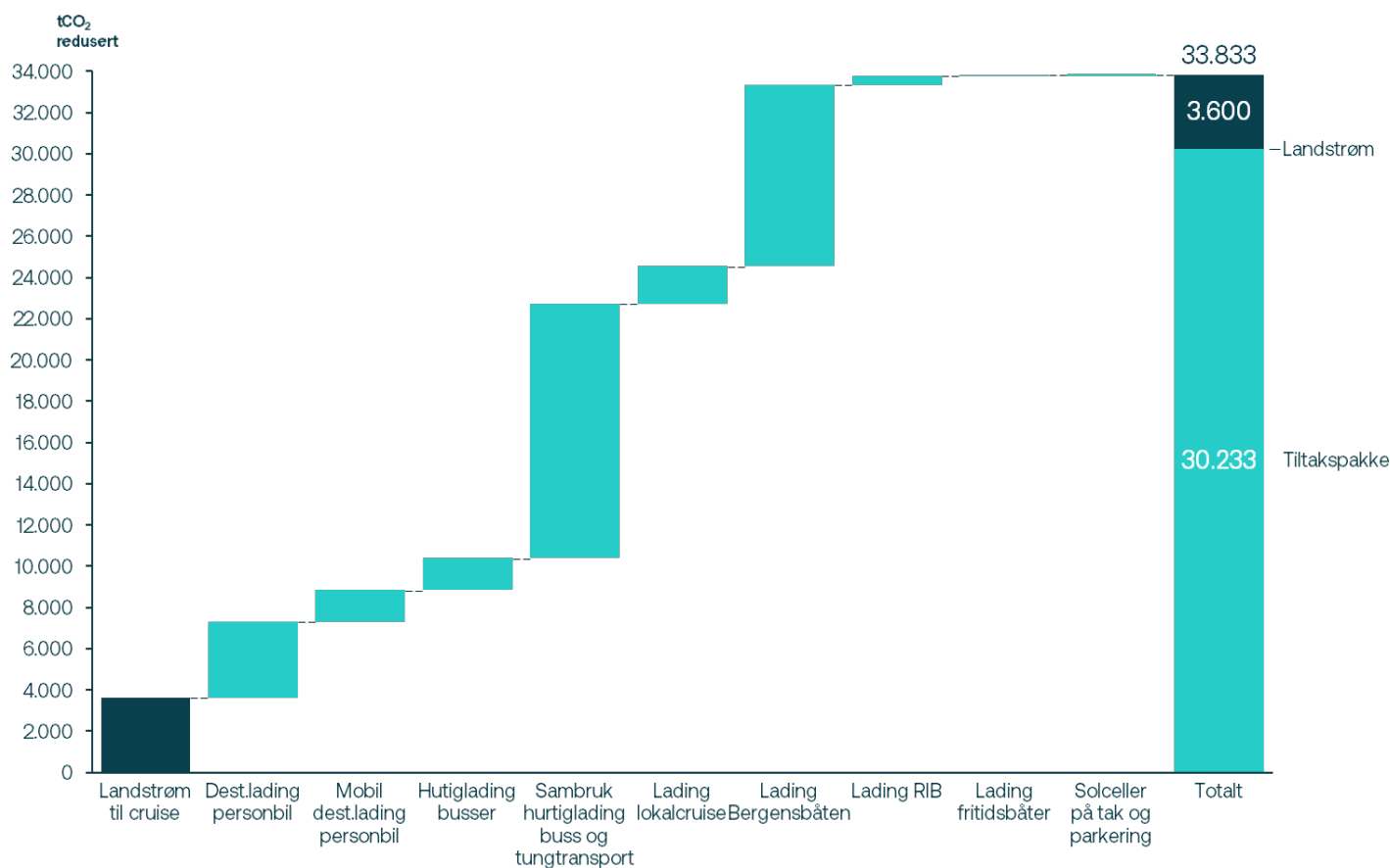


Figur 41 Utslippsreduksjon i nullalternativet og ved innføring av tiltakspakken og landstrømsanlegg for cruise.

Totale utslippsreduksjoner

Flere av tiltakene fører til reduksjon i CO₂-utslipp utenfor Aurland sin kommunegrense, slik at de totale utslippsreduksjonene er større enn de lokale. Sambruk hurtiglading for buss og tungtransport er det tiltaket som skiller seg størst ut, med et totalt utslippskutt på 8 500 tonn CO₂ mer enn de lokale utslippskuttene. Det er fordrivelsen av tradisjonelle drivstoff for tungtransport på gjennomreise som driver denne store reduksjonen, da tungtransport oppholder seg kort tid innenfor kommunegrensen. Tilsvarende vil lading av personbiler også føre til utslippsreduksjoner utenfor kommunegrensen, når bilene reiser fra Flåm og Aurland. Bergensbåten har også vesentlig høyere utslippskutt utenfor Aurlands kommunegrense enn innenfor, da store deler av ruta ligger utenfor fjordarmen.

For noen av tiltakene er totale og lokale utslippsreduksjoner like. Dette er fordi disse fartøyene har base eller ligger til kai i Flåm, og oppholder seg primært i området rundt. Dette gjelder lokalcruise, RIB, fritidsbåter og solcelleanlegg. Figuren nedenfor viser de totale utslippsreduksjonene som vil følge de ulike tiltakene i tiltakspakka, samt for landstrømsanlegget:



Figur 42: Potensiale for total utslippsreduksjon (tonn CO₂) for de anbefalte tiltakene i tiltakspakken. Det gjøres oppmerksom på at landstrømtiltaket ikke anses som en del av tiltakspakken, men en forutsetning for tiltakene og reduksjonene i den foreslåtte tiltakspakken.

Kostnad

Beregning av nettinvesteringer

For å vurdere tiltakspakkens påvirkning på strømmettet i Flåm har Sygnir analysert behovet for nettoppgraderinger som følge av gitte effektbehov på de utvalgte arealene. Disse er oppgitt i de foregående kapitlene, og beregnet ut fra nødvendig tiltak for dekke aktivitetsnivå i de ulike segmentene og det er vurdert hvordan samtidig bruk av infrastruktur påvirker maksimalt effektuttak. Nettsituasjonen er vurdert på to nivåer; lokal tilførsel direkte til arealet i distribusjonsnettet og regional tilførsel for Flåm som helhet i regionalnettet.

Alle tiltakene presentert i rapporten vil utløse behov for nettoppgraderinger i ulik grad lokalt, og summen av tiltakene vil også påvirke den regionale nettkapasiteten. Nettkostnadene som er beregnet er totale investeringskostnader, og det er ikke skilt på nettselskapets selvkost og kundespesifikke kostnader (nettkostnad).

For hvert areal i anbefalte tiltakspakken har kostnader for nettinvesteringer blitt beregnet og dermed inkludert i totale investeringskostnader for de enkelte tiltakene. Ved en samlet utbygging er det få synergieffekter

knyttet til utbyggingskostnadene i siste strekk inn mot hvert areal i distribusjonsnettet. Derimot er det besparelser å hente i utbyggingen av tilknytningen fra Aurlandsvangen til Flåm, der trappetrinnskostnadene for kapasitetsutviding vil kunne fordeles på flere kunder og dermed gjøre investeringskostnaden overkommelig. En samlet utbygging er imidlertid avhengig av forutsigbarhet for nettselskapet, slik at det ikke blir bygget ut ubrukt kapasitet.

Det påpekes at vurderinger av kostnader rundt nettinvesteringer er gjort med basis i at landstrømsanlegget, med tilhørende infrastruktur for nett, blir etablert.

Samtidig planlegging og/eller gjennomføring vil medføre kostnadsreduksjoner

Gjennom konseptutredningene er det sett på kostnader for innføring av tiltak per areal hvert for seg. Ved innføring av flere tiltak per areal, eller innføring av tiltak på arealer i nær geografisk tilknytning, eller nærhet i strømmettet, vil det være kostnadsbesparende å innføre flere tiltak samtidig.

Innføring av landstrømsanlegget og investering i større kapasitet på kabel i fjorden er et eksempel på dette – hvor det vil være rimeligere å investere i økt kapasitet fremfor å legge flere kabler ved behov, senere.

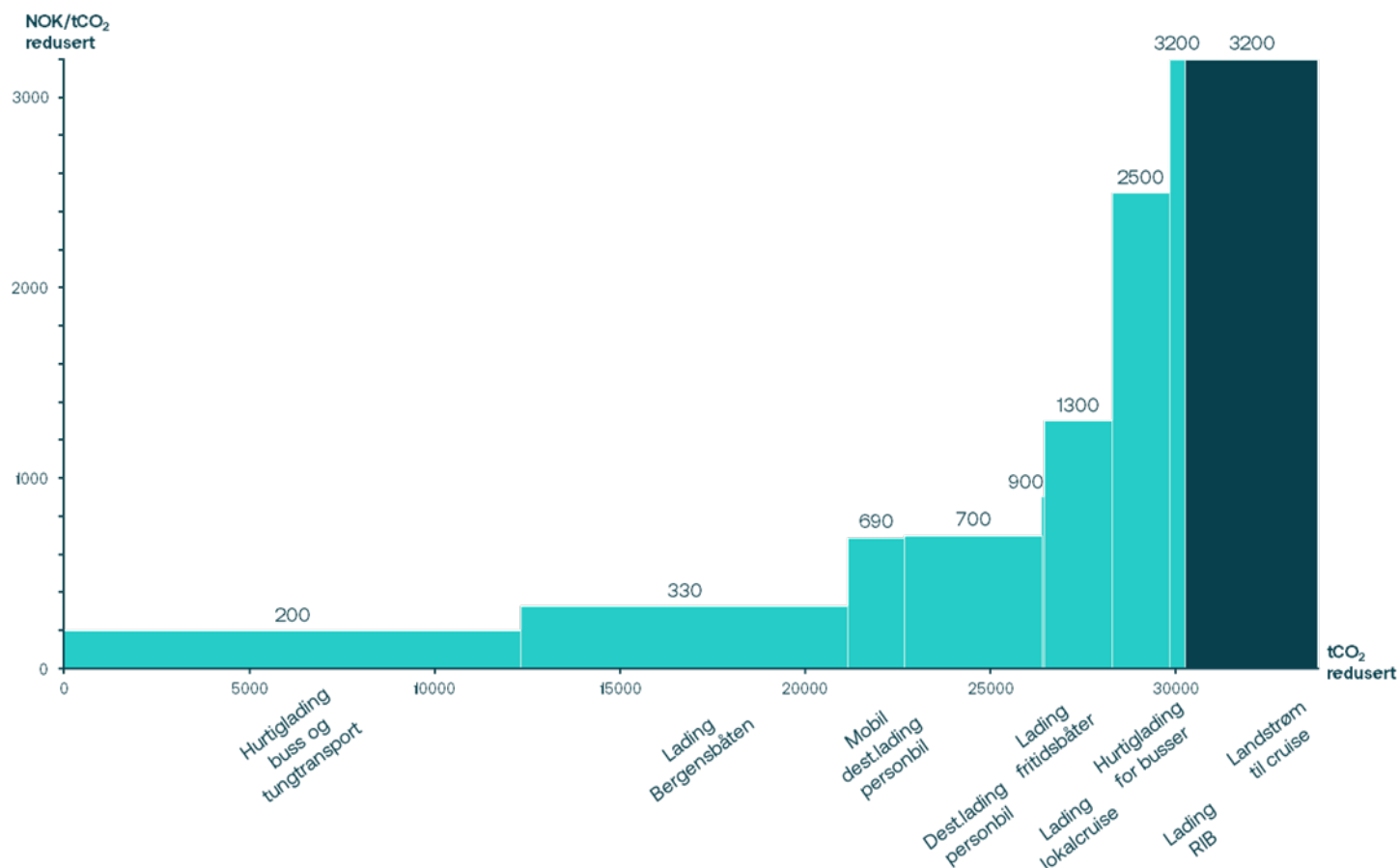
Sambruksløsninger er et annet eksempel, som gir kostnadsbesparelser på arealopptak, investeringer i infrastruktur og nettilkobling. Tilsvarende vil investering i samladeløsning (ladehub) på kai, med flere uttak, kunne være kostnadsbesparende sett opp mot flere ladeløsninger for marine segmenter.

Nettinvesteringer versus innføring av batteri

I tiltakspakken er det kun ladeløsninger for marine fartøy som er anbefalt sammen med batteriløsning. Det ønskes å trekke frem at ved detaljprosjektering av innføring av tiltakene bør det gjøres en oppdatert analyse av kostnader for nettilkobling av ønsket effekt opp mot kostnad for investering i komplimenterende batteriløsning for samtlige tiltak. Kostnadene for begge kan endre seg betraktelig over tid, både på grunn av utvikling av teknologikostnader, endringer i tilgang på kapasitet i nettet og økte svingninger i kraftpriser som kan jevnnes ut med batteriløsning.

Kostnadseffektivitet til CO₂-reduksjoner (NOK/tonn CO₂)

Som en del av vurderingene av tiltakene er det gjennomført en beregning av kostnadseffektivitet for tiltakene per areal. En høy kostnadseffektivitet er her gitt som en lav kostnad per CO₂-ekvivalent redusert. For disse er det tatt utgangspunkt i de totale utslippsreduksjonene. For disse er det tatt utgangspunkt i de totale utslippsreduksjonene. Merkostnadene knyttet til tiltaket er alene begrenset til infrastrukturen for tiltaket. For kjøretøy og fartøy som faktisk utløser utslippsreduksjonene antas det at merkostnaden knyttet til disse er null over tiltakets levetid.



Figur 43: Kostnadseffektivitet (NOK/tonn CO₂ redusert) for de anbefalte tiltakene i tiltakspakken. Bredden på blokkene indikerer mengden CO₂ tiltaket har potensiale til å kutte i forhold til de andre tiltakene. Det gjøres oppmerksom på at landstrømtiltaket ikke anses som en del av tiltakspakken, men en forutsetning for tiltakene og reduksjonene i den foreslåtte tiltakspakken.

Moden teknologi med lav risiko har høyt potensiale for utslippsreduksjoner

Tiltak som benytter moden teknologi, har høy kostnadseffektivitet for utslippsreduksjoner i nær fremtid. Med moden teknologi følger ambisiøse mål om innføring av (nullutslipps)teknologi, som er mer kostnadseffektiv enn umodne løsninger. Dette kan sees for tiltakene som retter seg mot destinasjonslading for personbiler.

Sambruk gir høy utnyttelse og høy CO₂-reduksjon sammenlignet med investeringskostnaden

Sambruksløsninger, som sambruk av ladeløsning mellom tungtransport og buss, skiller seg spesielt ut som særlig effektive, da utnyttelsen av tiltaket øker uten at investeringskostnaden øker tilsvarende. Siden det er fokusert på lokale busser, tilhørende turistnæringen, i denne konseptutredningen, er antall busser som kan benytte ladeløsningene anbefalt, begrenset. De vil derfor ha en svært lav effektivitet, gitt at det kun er de omtalte bussene som skal bruke ladeløsningene. Når de kombineres med tungtransport, oppnås det en betraktelig høyere bruksgrad, og dermed høyere effektivitet.

Mobile løsninger gir også høyere utnyttelse, og selv om det er knyttet noe høyere kostnader til denne teknologien sammenlignet med permanent destinasjonslading vil de ekstra reduksjonene av CO₂ veie opp for dette.

Varebiler og andre segmenter som ikke er direkte adressert i rapporten kan (sam)bruke flere av tiltakene

Varebilsegmentet, som sto for 6% av utslippene i Aurland i 2018 er ikke adressert i konseptutredningen, da det er antatt at varetransport er tett tilknyttet spesifikk næringsvirksomhet, og vil ha spesielle behov. Herunder ladeløsninger som er på samme sted det vil foregå av-/pålessing, slik at det kan lades samtidig som det arbeides, og at det ikke er ønskelig å først losse, for deretter å måtte lade i en separat økt. Det er likevel ingen hindring for at varebilsegmentet kan lade på destinasjonsladerne eller på hurtigladestasjonen for tungtransport og buss. Det kan argumenteres for at det muliggjør en kjappere overgang til elektrisk for varebilsektoren.

Solkraftproduksjon fører til neglisjerbare CO₂-kutt, men komplimenterer energisystemet og nettutbygging godt, da produksjonskurven sammenfaller med effekttopper i Flåm

Solkraftproduksjon fra solcelleanlegg er ikke tatt med i Figur 43, da tiltaket kommer svært dårlig ut (100 000+ NOK/CO₂ tonn redusert) som kostnadseffektivt CO₂-reduksjonstiltak. Dette er fordi solcelleanlegget fører til neglisjerbare CO₂-reduksjoner, sammenlignet med norsk energimiks, som vil være den alternative kraftforsyningen som solkraften fordriver. Solcelleanleggets primære funksjon i tiltakspakken vil være å komplimentere energisystemet og nettutbyggingen godt, ved å kunne levere lokalprodusert kraft på de tidene av døgnet og året hvor effekttoppene blir høyest, og på den måten redusere behovet for nettutbygging dimensjonert for topplast.

I Flåm er det, som tidligere nevnt, et kraftoverskudd. I et energisystem som er i, eller forventer, kraftunderskudd, vil et solcelleanlegg kunne levere kostnadseffektiv energi sammenlignet med å kjøpe kraft fra nettet.

Eksportpotensiale og forretningsmodeller

Eksportpotensiale og overførbarhet til andre turistdestinasjoner og/eller havner

Økt fokus på overgang til nullutslippsløsninger gjør at flere havner og turistdestinasjoner innfører landstrømsanlegg. Aktørene har i større grad søkelys på effektive og helhetlige energisystemer som komplimenterer hverandre og skaper større forutsigbarhet. Etableringen av landstrømsanlegg utløser ofte, som for Flåm, behov for økt nettkapasitet og annet arbeid med infrastruktur, som kan fungere som startskudd for en vurdering av utvikling av energisystemet i/i nærheten av havnen.

For disse vil denne rapporten kunne gi en introduksjon til et utvalg relevante segmenter og tiltak å se på for energisystemet. Andelen overførbarhet vil være avhengig av turistdestinasjonen og/eller havnen, men måten rapporten er lagt opp på etterstreber at det skal være mulig å sette sammen konsepter tilpasset den enkelte målfunksjon.

Flere av løsningene som ikke blir anbefalt i tiltakspakken for Flåm vil kunne være aktuelle for andre destinasjoner og/eller havner. Lokal energiproduksjon er en av disse; i Flåm har man en overskuddssituasjon av kraft, som det kan antas at mangler andre steder. Dermed vil lokal energiproduksjon kunne bli mer aktuelt.

I konseptutredningen er det også blitt lagt vekt på å utforske hydrogen og drivstoffproduksjon fra derivater av hydrogen, samt bunkring- og fylleløsninger. Siden Flåm har begrenset med passende arealer, og har utfordringer med naturfarer, ble ikke disse løsningene prioritert i tiltakspakken for Flåm. Vurderingene gjort vil kunne tas inn i vurderinger av tilsvarende løsninger for andre turistdestinasjoner og/eller havner.

Tiltakspakken har som mål å sette sammen komplimenterende tiltak på arealene, slik at energisystemene skal bli effektive. Herunder er sambruk og motsatte effektbehov svært aktuelt for energisystemer med varierende forbruk av energi og effekt, enten gjennom døgnet eller gjennom året. Gjennom rapporten er merverdi og potensiale for CO₂-reduksjoner ved samkjøring og tilrettelegging av tiltak presentert, noe som gir incentiver til å fokusere med på sambruk ved innføring av tiltak.

Bred og sammensatt prosjektgruppe sikrer god spredning av kunnskap oppnådd i konseptutredningen

Prosjektgruppen består av Aurland Hamnevesen som prosjekteier, med prosjektpartnere Sygnir, Bellona, Norway's Best, Ocean Hyway Cluster og Hafslund (tidl. Hafslund Eco). Hafslund Rådgivning har vært prosjektleder, fasilitator og utførende aktør. Samarbeidet ble etablert med flere lokale og nasjonale aktører for å sikre verdiskapning gjennom konseptutredningen. Tilsvarende vil det etablerte samarbeidet gi et godt utgangspunkt for spredning av kunnskapen som er blitt opparbeidet i konseptutredningen.

Forretningsmodeller og lokal verdiskapning

Reiselivsnæringen i Aurland kommune i 2019 (før Corona-pandemien) hadde en samlet verdiskaping på over 140 millioner kroner. Dette utgjorde 75% av all verdiskaping i privat sektor i kommunen dette året⁵⁷. I 2019 ble det registrert nesten 270 000 dagsbesøkende cruiseturister i Flåm, og dagsbesøkende cruiseturister i Flåm ga en estimert samlet omsetning for den lokale reiselivsnæringen på over 220 millioner kroner. Over 30 prosent av verdiskapingen i reiselivsnæringen i Aurland kommune i 2019 tilskrives besøkende cruiseturister i Flåm.⁵⁸

Aktiv forvaltning av cruiseturistene og tilgjengeliggjøring for destinasjonsturistene for å ivareta verdiskapning fra turismen

En aktiv forvaltning av cruise- og destinasjonsturistene, ved å utvikle og tilgjengeliggjøre nye tjenester, vil bidra til å ivareta verdiskapningen fra turismen. Ved etablering av landstrømsanlegg, tilgjengeliggjøring av ladeløsninger og evt. etablering av nye tilbud, vil Flåm kunne møte et turistpublikum med forventninger om at miljø og natur blir ivaretatt.

For destinasjonsturister vil også tiltakspakken være med på å tilgjengeliggjøre fremkomsten til Flåm – noe som vil være nødvendig i et Norge og Europa som stadig stiller strengere miljøkrav til kjøretøy og fartøy på sjø.

Nye tilbud og forretningsmuligheter kan springe ut av natur- og miljøforvaltning av Flåm og Aurland: Elektriske cruisebusser

⁵⁷ Tall AS (2022)

⁵⁸ «Cruiseturismen må utvikles som en integrert del av reiselivsnæringen på en bærekraftig måte»
Innspill til Reisemålsutvalget fra Cruise Norway, CLIA Norway og European Cruise Services, oktober 2022



Med satsing på miljø og infrastruktur for å fremme nullutslipp i turistnasjonen Flåm kan det også satses på nye tilbud, eksempelvis å tilby cruiseturismen elektriske busser i Flåm. Denne satsningen kan tas inn som krav fra kommunen eller havnen sin side, hvor bestilling av anløp inkluderer bestilling av landstrømsanlegg og elektriske busser i tidsrommet cruiseskipet ligger til kai. På den måten kan natur- og miljøforvaltning av Flåm og aktiv forvaltning og utvikling av cruiseturismen føre til høyere verdiskapning og nye arbeidsplasser.

Sambruk og mobile løsninger med flere bruksområder åpner for nye investeringsmuligheter og fremmer partnerskap

Sambruk gir større utnyttelsesgrad på et tiltak. Mobile løsninger gir også flere bruksområder, som illustrert gjennom mobile batterier, som kan flyttes mellom tiltak, eller leies ut når det ikke brukes i det lokale energisystemet. Dette vil i begge tilfeller føre til høyere utnyttelsesgrad, større inntektspotensial og tilhørende kortere nedbetaling på investeringen, som vil kunne åpne for investeringer som ikke er lønnsomme enkeltstående.

Både sambruk og mobile løsninger åpner for etablering av partnerskap, som kan gi kostnadsreduksjon (delte kostnader) og dermed økt investeringsvilje for aktører.

Påvirkning på miljø og natur

Metode og gjennomføringen av konseptutredningen er valgt for å tilpasse tiltak til tilgjengelige arealer, som allerede er opparbeidet og i bruk. Det er ikke gjort beslag i nye, urørte arealer. Grunnet begrensede areal for tiltak, er det ikke plass til mange, uavhengige og ineffektive løsninger, og det er lagt vekt på utvikling av helhetlige løsninger.



Figur 44 Bilde tatt fra Aurland og inn mot Flåm. Foto Aurland Hamnevesen

I tiltakspakken er det anbefalt tiltak som går direkte på natur og biomangfold – for å gjeninnføre tapt natur, og for å forsterke eksisterende biomangfold i et område som brukes av mange, spesielt på sommerstid.

Tiltakspakken anbefaler også at prosjekteier for utvikling av Flåm tar et ansvar for opprettelse og oppfølging av krav til entreprenører og leverandører rundt natur- og miljøhensyn. På den måten bidrar prosjekteier til å bevisstgjøre næringslivet om temaet, og gjøre det lønnsomt å drive utbygginger med høyt fokus på miljø.

Ved å innføre nullutslippsteknologi og ladeløsninger vil Flåm være med på å tilrettelegge for omlegging av drift også for byggebransjen, da det tilgjengeliggjør eksempelvis utslippsfrie byggeplasser på elektrisk drivlinje.



Figur 45 Illustrasjonsbilder av norsk natur

Samtlige av de anbefalte tiltakene som går på natur- og miljøhensyn vil ikke bidra til målbare CO₂-utslipp, sett i sammenheng med de andre foreslåtte tiltakene. Likevel er de kritiske for å ivareta og videreutvikle Flåm som turistdestinasjon. Flåm er en turistdestinasjon hvor turister kommer for å oppleve storslått natur, og det er derfor nødvendig at innføring av ny infrastruktur ikke går på akkord med dette. Det vil derfor være nødvendig å tilpasse tiltak, som for grønne parkeringsplasser, slik at de ikke fremstår som åpne sår i ellers storslått natur. Tiltakene må heller ikke gå ut over kvaliteten til beboere og øvrig næringsliv i og rundt Flåm, som det ønskes å ha med på laget for å videreutvikle Flåm som turistdestinasjon. Tiltakene som går ut på tilbakeføring og ivaretagelse for flora og natur er derfor supplerende, men viktige, tiltak for den helhetlige tiltakspakken.

Tidshorisont og realisme

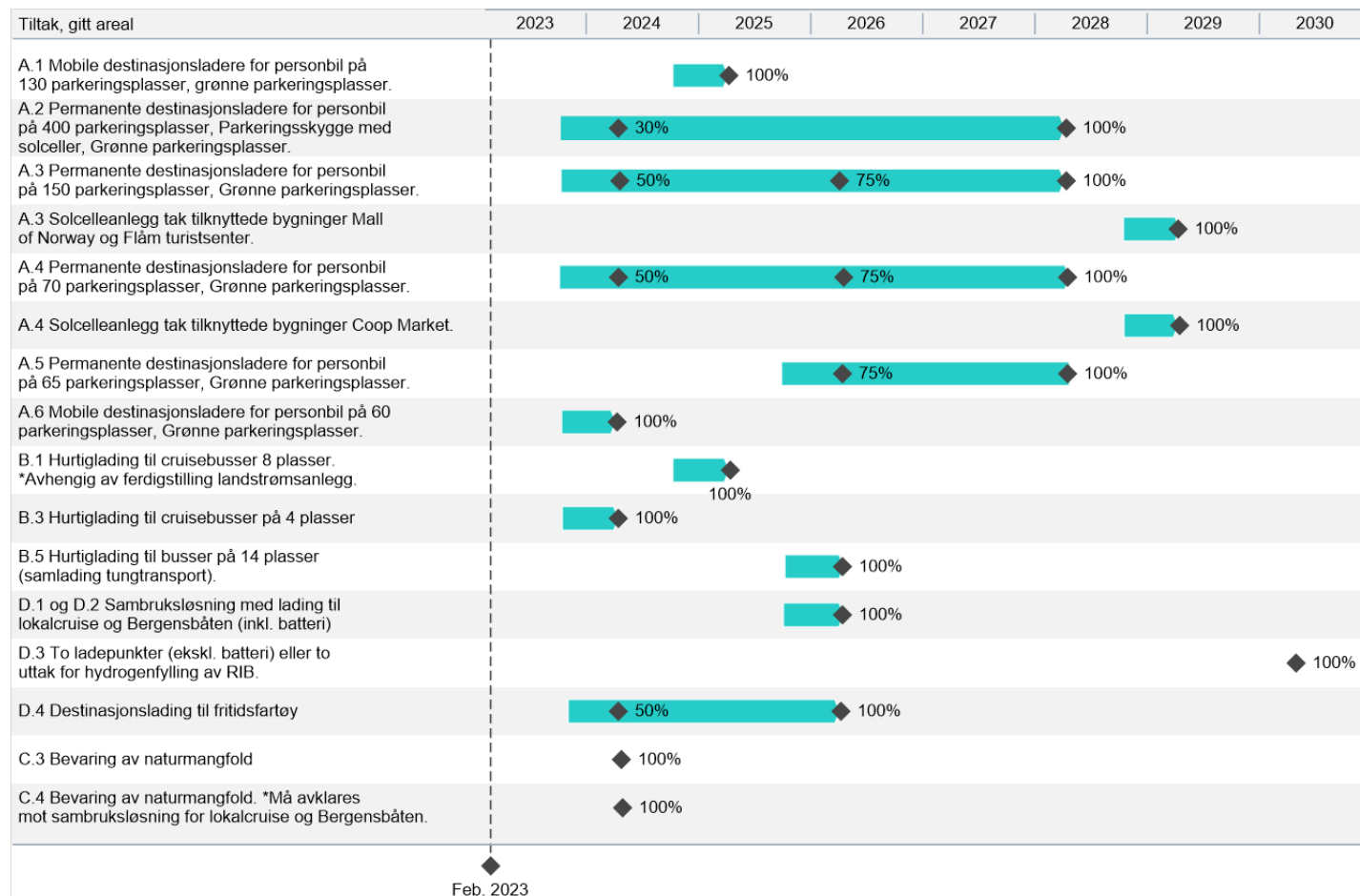
Flere av tiltakene er tilstrekkelig modne for å bli bygget ut allerede i dag, men bør vurderes ut ifra flere faktorer:

- Tilhørende teknologiutvikling – eksempelvis ladeinfrastruktur opp mot teknologi på kjøretøy/fartøy.
- Nettkapasitet og eventuelle begrensninger, samt utbygging av landstrømsanlegg og tilhørende utbygging av nettkapasitet.
- Ønsker om å tilrettelegge før teknologiakslerasjon og tilhørende utrulling av teknologi.
- Ønsker om å ligge i front hva angår turistdestinasjon med fokus på natur og miljø.
- Støtteordninger, mulighet for partnerskap og potensielle finansieringsmuligheter.

- Kostnadsutvikling.

Anbefalingen om tidsperspektiv på realisering av tiltak er i henhold til forventet teknologiutvikling, men hensyntatt at Flåm ønsker å ligge i forkant av utviklingen; både for å akselerere og muliggjøre utrulling av teknologi, og for å etablere seg som tidlig aktør.

Enova-støtte til landstrømsanlegg for cruiseskip er allerede innvilget, men forutsetningene i forskriftene for nullutslipp i verdensarvfjordene er fremdeles ikke avklart. Landstrømsanlegget vil være en forutsetning for å søke på andre tiltak da landbaserte tiltak baserer seg på at landstrømsanlegget med tilhørende tilførsel av kraft blir realisert. Det er videre antatt at landstrømsanlegget står klart i 2025.



Figur 46 Plan for realisering av tiltakspakke

Krav til avbøtende tiltak for naturtap ved bygningsarbeid bør på plass tidlig

Krav til avbøtende tiltak bør på plass som første steg: Det bør utvikles og utarbeides en helhetlig plan, som skisserer overordnet løsning for alle tiltak som skal gjennomføres i Flåm (evt. Aurland kommune). Denne bør ha som målsetting å vedtas allerede i 2023.

Grønne tiltak bør deretter gjennomføres i sammenheng med øvrig utvikling på tilhørende areal.

Stegvis utbygging av permanent ladeinfrastruktur for personbil

Det skisseres en stegvis utbygging av ladeinfrastruktur for destinasjonslading av personbil, som ligger i forkant av forventet utvikling av elbilandel på landsbasis. Dette kan gjøres ved å etablere ladeanlegg på en andel av alle parkeringsplassene, eller etablering av ladeanlegg på noen, men hele, parkeringsarealer. I turistsesong kan det etableres krav til lading ved parkering på plasser med tilhørende lademulighet for å sikre at de ikke blir tatt opp av biler med fossil drivlinje.

Det anbefales å starte utbygging av permanent ladeinfrastruktur på 50% av parkeringsplassene i sentrum, på A.3 og A.4, allerede i 2023 med ferdigstillelse til begynnelsen av sesongen 2024, da det er antatt at disse har størst grad av utnyttelse igjennom hele året. Deretter anbefales det å bygge ut resten av de permanente destinasjonsladerne, på A.3, A.4 og A.5 ved utbygging i 2026 tilsvarende 75% dekning og steg tre tilsvarende 100% dekning i 2028. Alle parkeringsplasser bør være bygget ut med tilhørende ladeinfrastruktur innen 2030.

Signaleffekt av utradisjonelle løsninger på parkeringsplassene bør utnyttes, og dermed bygges ut tidlig

Tiltakene på A.2 danner en fremtidsrettet løsning, som skiller seg ut, med ladeinfrastruktur, grønne arealer og parkeringsskygge med solcelleanlegg. Det vurderes at signaleffekten av dette konseptet er høyt, og at den kan avlaste noe av nettkapasiteten før landstrømsanlegget med tilhørende nettutbygging er på plass. Ved stegvis utbygging av arealet, vil man kunne bruke signaleffekten og møte behovet for gradvis utbygging av det totale ladenettverket. Det anbefales et første steg på utbygging av 30% av parkeringsplassene, som tilsvarer 120 plasser, i 2024. Det andre steget av utbyggingen kan komme etter at landstrømsanlegget er på plass med tilhørende økt nettkapasitet, senest i 2030.

Det anbefales at de mobile løsningene kommer tidlig, da det enda er store mulighetsrom for å inngå partnerskap og søke tilskudd for «ny» og innovativ teknologi. Det er i tiltakspakken anbefalt to arealer for mobile løsninger. Det anbefales også her en stegvis utbygging, med etablering i hhv. 2024 på A.6 og 2025 på A.1. Stegvis utbygging og investering opp mot engangsinvestering bør sees opp mot eventuelle kostnadsbesparelser og mulighet for partnerskap.

Lading til lokale turistbussar på B.3 bør komme tidlig, men lading til cruisebussar på B.1 bør henge sammen med utbygging av landstrømsanlegg

Det anbefales å tilgjengeliggjøre en plass for hurtiglading av buss tidlig. Denne vil fungere som akslerator, og kan også brukes av andre teknologier, spesielt utenfor sesong. Herunder for eksempel batterier og varebiler.

Enova tilbyr støtte til kjøp av tunge elektriske kjøretøy som elektrisk lastebil eller turbuss. Dette støttetilbudet gir støtte til nullutslippskjøretøy over 4,25 tonn, og er rettet mot aktører som ønsker å redusere klimagassutslipp fra transport. For å stimulere til økt kjøp og bruk av tyngre elektriske kjøretøy tilbyr Enova også et tidsavgrenset støtteprogram rettet mot utbygging av dedikert ladeinfrastruktur for tunge kjøretøy.

Lading til cruisebussene i umiddelbar nærhet til cruisekaiaen bør bygges ut i sammenheng med landstrømsanlegget. Dette gir også mulighet til å arbeide med mulige nyskapende løsninger og/eller forretningsmodeller – slik som leie av elektriske cruisebussar som foreslått tidligere i kapittelet.

Etablering av samladeløsninger for buss og tungtransport må sees sammen med fordeler ved å være early adapter



I tilfellet med etablering av hurtigladere på B.5 kan det være fordeler ved å gå inn i markedet tidlig, herunder muligheter for støtteordninger gjennom Enova, som allerede nevnt under utbygging for areal B.3, tilgang på nettkapasitet, tomt, og potensielle muligheter for partnerskap. Tiltaket må sees i sammenheng med etablering av landstrømsanlegg for tilgang på effekt, og det anbefales derfor å etableres i etterkant av landstrømsanlegget, med ferdigstilling i 2026.

Samladeløning på D.1 og D.2 må møte krav fra Bergensbåten i 2026

Det er et parallelt arbeid pågående om mulig ladeløsning for Bergensbåten og lokalcruise, i regi av Skyss og Aurland Hamnevesen. Bergensbåten har uttalte mål og anbud pågående om å være klar til drift i 2026, så en ladeløsning på kai må stå klar for å kunne møte dette.

Et anlegg vil kunne bygges ut i steg, hvor det kan settes på ladetårn i etterkant av etablering av ladehub, men grunnet høy investering er det nærliggende å tro at økonomiske forhold må avklares i forkant.

Solcelleanlegg bør utbygges iht. begrensende nettkapasitet og veies opp mot kostnader for utbygging av nett

Solcelleanlegg på bygg er her anbefalt å bygge ut sent, med ferdigstilling i 2029. Dette bør sees opp mot nettilgang – dersom solcelleanleggene kan være utløsende for å få bygget ut andre tiltak tidligere, bør det vurderes å bygge de ut tidligere.

Fritidsbåter står for små utslipp, men kan gi signaleffekt

Fritidsbåter er ikke en vesentlig del av utslippet i Flåm. De er likevel del av turistbildet, med ca. 500 gjestedøgn i året. Å anlegge ladeanlegg for fritidsbåter kan også bidra til ønsket signaleffekt om helhetlig, utslippsfri turistdestinasjon.

Videre er lademønsteret for fritidsbåtene motsatt av mange andre segmenter – hvor det er antatt at disse kan lade opp i løpet av natten. De er heller ikke stor last, og vil være mulig å bygge ut uten at det har stor innvirkning på realiseringen (i tid) av andre tiltak.

Løsning for RIB bør holdes åpen

Løsning for RIB er holdt åpen i tiltakspakken, og dette gjelder også tidsplan; aktør som driver aktivitet må velge teknologi og tilhørende infrastruktur.

Teknologimodenhet og utvikling av eksisterende teknologi

Tiltakspakken anbefaler teknologi med tilhørende effekt – eksempelvis hurtigladere til buss og tungtransport på 350 kW. Det er nødvendig å vurdere dette opp mot tidsplan og utvikling av teknologi. Dersom teknologiutviklingen kommer før tiltaket innføres, og nettkapasitet tillater, bør det vurderes å øke effekt på samtlige løsninger til landtransport.

Sammenligning med Menon-rapport

I januar 2023 leverte Sjøfartsdirektoratet sin anbefaling i forhold til krav om nullutslipp på verdensarvfjordene for passasjerskip og ferger, samtidig med ivaretaking av cruisetrafikk også etter 2026. Det anbefales å sette krav om nullutslipp til alle fartøy med mer enn 12 passasjer, og innføre en overgangsordning frem til 2035

for cruiseskip over 10 000 bruttotonn, der fylling av biogass tilsvarende forbruket i verdensarvfjordene senest en måned før seilasen aksepteres som alternativ løsning.

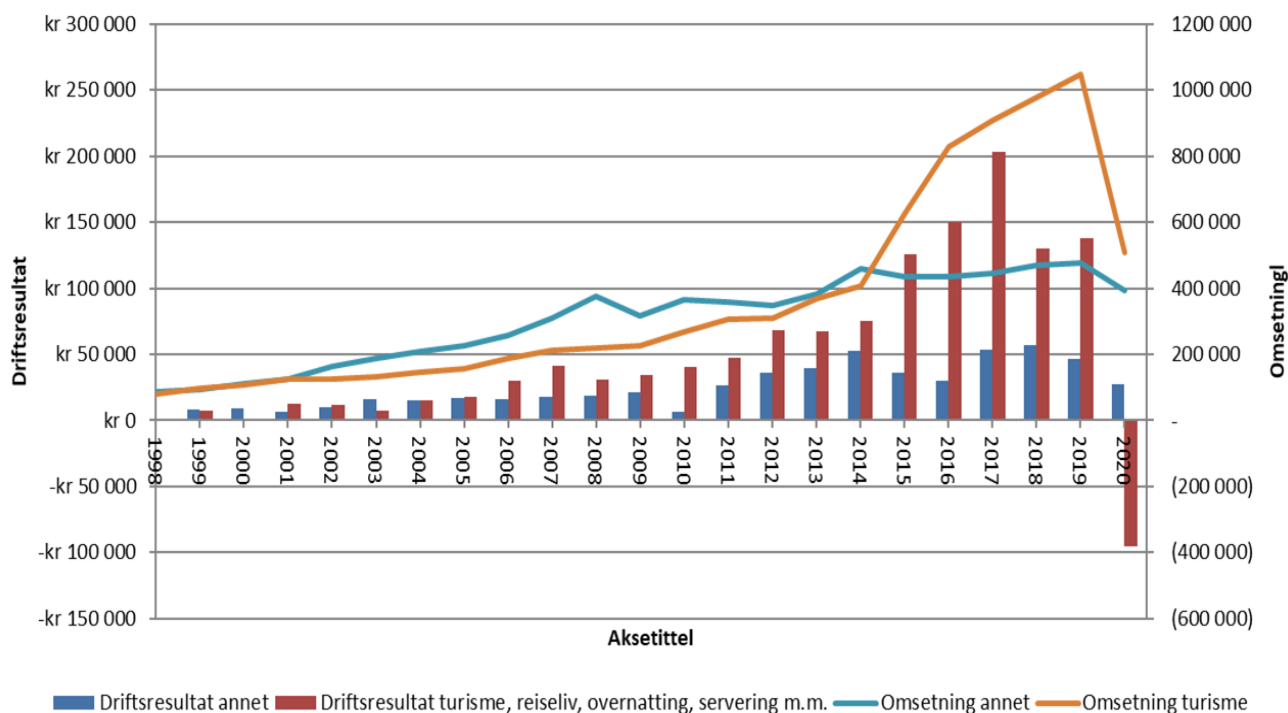
Hvor forbruket av biogass faktisk skjer, anbefales ikke regulert, slik at biogassen kan innblandes øvrig drivstoff over hele seilasen. Som følge av forholdet mellom samlet seglingsdistanse og lokal seglingsdistanse innebærer dette tilnærmet null reduksjon i CO₂-utslipp i verdensarvfjordene fra bruk av biogass. Effekten av kravet vil først og fremst komme fra reduksjon i aktivitet, som angitt av Menon.

I beregningene til Menon er det fortsatt lagt til grunn etablering av landstrømsanlegg for cruiseskipene i Flåm. Ved innføring av biogass, vil det bli færre skip som seiler til Flåm, og CO₂-reduksjonsgevinsten fra landstrøm reduseres dermed til 260 tonn CO₂ per år. Kostnadseffektiviteten til landstrømsanlegget blir da om lag 19 000 NOK per tonn CO₂ redusert over anleggets levetid.

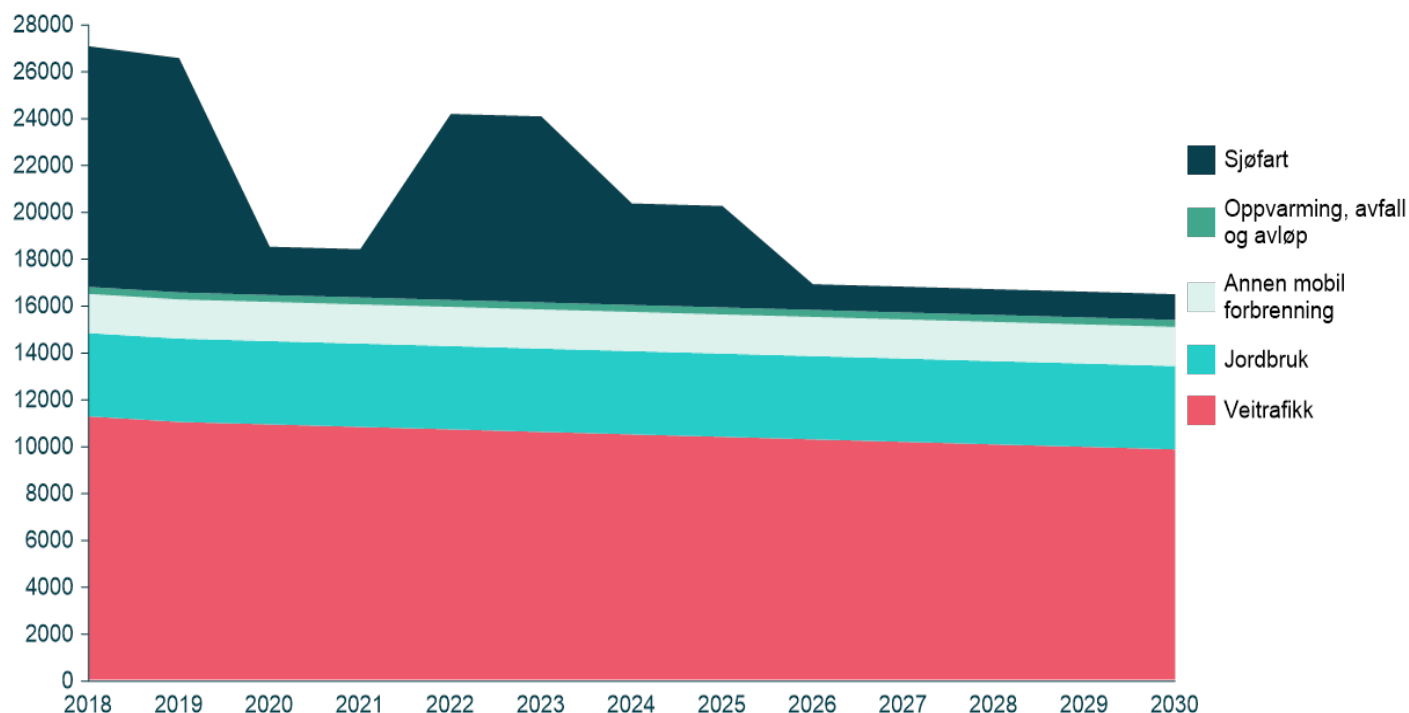
Reduksjonen av skip inn til Flåm tilsier redusert og/eller manglende investeringsvilje for tiltak anbefalt i denne tiltakspakken. Menon beregner en årlig lokaløkonomisk effekt på redusert aktivitet på -100 millioner kroner i overskudd, målt mot 2019-nivå. Dette tilsvarer hele overskuddet i lokalt reiseliv fra toppårene før pandemien. De lokale selskapene er nå belånte, og venter lavere inntjening også fra andre segmenter som følge av ettervirkningene frem mot 2030.

Den forventede framtidige utslippssituasjonen blir derfor i hovedsak lik nullalternativet, med tillegg av effektene utslippskravet vil gi for sjøtransporten.

Omsetning og driftsresultat (tall i 1 000 kr)



Figur 47 – Omsetning og driftsresultat i lokalt næringsliv i Aurland kommune, Tall AS (2022)



Figur 48 – Utslippsprognose – forslag fra Sjøfartsdirektoratet.

5.3 Videre utvikling av energisystemet: Innovasjonstiltak

I et lengre tidsperspektiv er det relevant å se på flere tiltak enn de som er blitt anbefalt i denne konseptutredningen. Disse tiltakene vil kunne komplimentere det lokale energisystemet i Flåm, men er ikke tatt med i den primære anbefalingen enten fordi teknologien og markedet ikke enda er modent eller fordi kraft- og nettsituasjonen i Flåm tilsier at det enda ikke er lønnsomt å investere i disse løsningene. Det antas blant annet at lokal kraftproduksjon og batteriteknologi vil ha økt verdi i fremtiden, dersom nettutviklingskostnadene går opp og teknologikostnaden på nevnte teknologier går ned. Videre er det viet plass til antatt fremvekst av andre energibærere i kapittel 3.

Konkret er følgende tiltak anbefalt, ref. Tabell 23 Anbefalte tiltak for Flåm:

- Lading på flere bussoppstillingsplasser
- Batteri på flere av parkeringsplassene og bussoppstillingsplassene
- Solcelleanlegg på eksisterende bygningsmasse
- Videre utbygging av lade- og fylleinfrastruktur etter behov
- Innovasjonssenter

Etablering av lading på alle bussoppstillingsplasser

På sikt antas det at det blir strengere krav til drivlinje for busser. I tilfellet og på tidspunkt hvor elektrifiseringen av bussparken eskalerer, anbefales det å installere ladeinfrastruktur for buss med hurtiglading på samtlige bussoppstillingsplasser.

Solcelleanlegg

Ved utbygging av foreslåtte tiltak i tiltakspakken, i kombinasjon med utbygging av infrastruktur i sammenheng med landstrømsanlegget, vil det fortsatt være kapasitet i Flåm sitt nett frem mot 2030. I et perspektiv etter 2030 er det relevant å se på tiltak som kan avlaste nettet. Flåm ligger mellom bratte fjellskråninger, men likevel er det gode solforhold om sommeren, når turismen er på sitt høyeste.

Etablering av solcelleanlegg på tak i Flåmsvegen vil gi bedre utnyttelse av kapasitet på areal B.5 og vil kunne avlaste nettutbygging

I umiddelbar nærhet til areal B.5 ligger det en bygningsmasse med gode muligheter for etablering av solcelleanlegg, nærmere bestemt Flåmdalsvegen 5 og 7. Det anbefales å se på muligheten for å etablere solcelleanlegg på tak på nevnte bygninger, eller inngå en avtale om kjøp av strøm med eiere av bygningene dersom de etablerer anlegget.

Batteri på flere av parkeringsplassene og bussoppstillingsplassene

For Flåm kan det være mest aktuelt å se på batterier i tilknytning til de lokasjonene hvor det kan tilbys hurtiglading til buss eller tungtransport, og i kombinasjonen med eventuelt parkeringsskygge med solcelleanlegg.

For å gi mest mulig merverdi til et ladeanlegg bør det være et såpass stort batteri at det kan være i stand til å levere en betydelig effekt til ladeanlegget.

Gunstig med batteriløsning i kombinasjon med strømproduksjon

I Flåm vil det være gunstig å installere batterier i sammenheng med destinasjonsladeanlegg på parkeringsplassene fordi batteriene vil kunne jevne ut forbrukstopper og -bunner. For areal A.2, A.3 og A.4 er det spesielt gunstig, da man, i kombinasjon med strømproduksjon fra solceller, vil man kunne utnytte produksjonen optimalt med varierende bruk av parkeringsplassene igjennom dagen og sesongen.

Det må stilles krav til sikkerheten rundt batteriene; batteriene må sikkerhetsklareres for å stå i områder med stor aktivitet og i nærhet til der hvor mennesker oppholder seg.

I tilfellene der det anbefales mobil ladeinfrastruktur, vil batteriene også måtte kunne være mobile dersom tiltaket skal være effektivt. De mobile batteriene vil kunne flyttes til den andre destinasjonen, sammen med resten av ladeinfrastrukturen, eller de vil kunne leies ut til andre behov i perioden de ikke brukes for destinasjonslading i Flåm. Eksempelvis kan de leies ut til bygningsprosjekter, som legges utenfor

turistsesongen, eller andre forbruk som krever rask og ikke-permanent tilgang på strøm. Flåm ligger i umiddelbar nærhet til E16, hvor det er varslet flere prosjekter i forbindelse med utbedring og/eller vedlikehold av vei.

Mobile batterier

Mobile batterier kan vurderes i tillegg til, eller istedenfor, stasjonære batterier. Siden de batteriene som er relevante for tiltak i Flåm kan leveres i containere, vil det være mulig, med teknisk tilrettelegging, å flytte de mellom arealer etter behov eller sesong.

Utenfor touristsesongen vil det være mindre produksjon fra solcelleanlegg, og det kan være en større verdi i å flytte batteriet til andre aktiviteter og selge den produserte strømmen fra solcelleanlegget direkte inn på nettet. Tilsvarende kan det være mindre behov for å utnytte prisvariasjon i sammenheng med lading til buss og/eller personbiler.

Valg av teknologi vil være tilsvarende som for stasjonære batterier. Kostnadsbildet vil være tilsvarende for investeringskostnad, men ligge noe høyere på driftskostnad. De mulige utslippskuttene vil være høyere, dersom man klarer å utnytte batteriet i lengre sesong. Eksempler på dette:

- Kraftforsyning til anleggsplass, som utvikling i Flåm eller utleie ved arbeid i forbindelse med planlagt vegarbeid og arbeid på tunneler.
- Midlertidig kraftforsyning ved utbygging av infrastruktur, som ladestasjoner.
- Sambruk/sameie sammen med andre turistdestinasjoner med motsatt sesong. Eksempelvis vinterdestinasjoner med skianlegg med behov for lading til turisme i sesong.
- Til midlertidig bruk på områder som har liten tilkobling til strømmettet, som hytter, seteranlegg og bomstasjoner.

Videre utbygging av lade- og fylleinfrastruktur etter behov

Den grønne omstillingen skjer i et høyt tempo, og mye teknologi som er umoden i dag vil være i bruk allerede i 2030. Det er derfor viktig å bygge ut nødvendig infrastruktur og innføre tilretteleggende tiltak i takt med teknologi- og markedsutviklingen.

Tiltakene anbefalt i tiltakspakken retter seg hovedsakelig mot segmenter der utviklingen de kommende årene er tydelig. Øvrige segmenter med større usikkerhet i drivlinjeutvikling, som bussflåten fra internasjonale aktører, deler av tungtransporten, større fartøytyper og annen energikrevende aktivitet som anleggsmaskiner, vil også ha behov for tilrettelegging og ombygging av infrastruktur fremover.

Det anbefales derfor å holde av noen av de i dag uutnyttede arealene til å bygge ut eksempelvis flere ladere, fyllestasjoner eller annen infrastruktur til segmenter i vekst eller med høy omstillingstakt. Slik sikrer man at infrastrukturen treffer det reelle behovet som kommer.

Samlokalisering av drivstoff

Samlokalisering av ulike fossilfrie drivstoff, som elektrisitet, hydrogen og biogass, kan gi verdifulle synergieffekter. Det er vurdert at samlokalisering i all hovedsak er aktuelt for stasjoner rettet mot tungtransport og varetransport, og i liten grad er egnet for personbilsegmentet. Både med tanke på den høye

elektrisitetsandelen i personbilsegmentet og sikkerhetsaspektet ved å blande personbiler med større, tyngre kjøretøy.

Energistasjonsaktørene spesialiserer seg typisk på enten strøm eller hydrogen eller biogass. Dermed må man finne løsninger der flere aktører kan dele et avsatt areal mellom seg på en hensiktsmessig måte, og kommunen kan i dialog med næringen få gode innspill på optimal innretning av avsatte arealer som dekker flere drivstoff samtidig. Dette vil kunne spare areal for tilførselsveier, sikre at tyngre kjøretøy konsentreres rundt et færre antall stasjoner, samt at man kan dele servicetilbudet på stasjonen.

En annen gevinst ved samlokalisering av ladestasjoner og lokalproduksjon av hydrogen, som begge krever høy effekt, vil være muligheter for effektbalansering. I en slik kontekst kan man se for seg hydrogenproduksjon og/eller kompressoraktivitet i perioder hvor hurtigladebehovet er lavt, og motsatt når behovet er høyt. På denne måten får man en optimal utnyttelse av installert effekt på stasjonen. Det kan imidlertid være sikkerhetsmessige aspekter ved en slik samlokalisering. Dette kommer vi ikke nærmere inn på i vår analyse, men tematikken er kjent og det eksisterer retningslinjer for hvordan man eventuelt må organisere dette for å sikre overenstemmelse med sikkerhetsavstander mv.

Dersom det skal etableres en fyllestasjon for hydrogen og andre drivstoff til tungtransport i Flåm bør det inngå i en plan for øvrig infrastrukturbygging i regionen.



Figur 49 Bilder hentet fra Shell/St1 sin energistasjon på Klett i Trondheim

Produksjonsanlegg for hydrogen 4 MW

I Flåm er muligheten for å produsere hydrogen begrenset av nettkapasitet, og det har blitt vurdert produksjon av hydrogen for et anlegg opptil 4 MW plassert på areal C.1 eller C.2. Hvorvidt det vil være gunstig å produsere hydrogen i Flåm i liten skala vil avhenge av flere faktorer, men i all hovedsak kraftpris, avstand til avtak, og avstand til annen produksjon av hydrogen for nevnte avtak. Transport (avstand) og kraftpris er de to viktigste prisdriverne for produksjon av grønt hydrogen, og lokal etterspørsel vil være en viktig driver for lønnsomheten til et eventuelt anlegg.

For å dekke mulig etterspørsel etter hydrogen i Flåm, vurderes det å etablere et mindre produksjonsanlegg for grønn hydrogen fra elektrolyse i forbindelse med arealene C.1. og C.2. Ved etableringen av 16 MW landstrømanlegg legges det en 19 MW sjøkabel inn til Flåm, og det er den resterende kapasiteten som blir dimensjonerende for et potensielt produksjonsanlegg for grønn hydrogen. Etablering av hydrogenproduksjon i forbindelse med kai har vært vurdert, men det er ikke identifisert tilstrekkelige arealer.

Potensiell etterspørsel kan, som beskrevet i kapittel 3.1 komme fra cruise, høyhastighetsbåter (RIB) og tungtransport. RIB og Cruise er sesongbasert og vil ha svært lite etterspørsel i vintermånedene, mens

tungtransport vil ha etterspørsel jevnt fordelt over hele året. Annet avtak kan komme fra nye typer fartøy på sjøen som blant annet hybridcruisene til Northern Xplorer, mobile energiløsninger til blant annet bygg- og anleggsbransjen, og tunge kjøretøy som renovasjonsbiler og tunge anleggsmaskiner.

Overordnet sikkerhetsvurdering for arealene C.1. og C.2.

Områdereguleringsplanen anbefaler ikke bygging på areal C.1. og C.2. av hensyn til flom og erosjon i Flåmselvi. Dersom noe skal bygges her må det gjøres vurderinger i detaljplanleggingen av området slik at utbyggingen ikke fører til økte risikosoner for og konsekvenser av flom. Det finnes flere tiltak som kan iverksettes dersom det er sterk interesse av å etablere for eksempel hydrogenproduksjon på området, blant annet bygningsstruktur som både sikrer mot flom og ikke påvirker effekten av en flom for øvrig.

Arealene C.1. og C.2. ligger i skredsone S3 og S2. Sikkerhetsklassene defineres som S1, S2 og S3 (returperiode 100, 1000 og 5000 år)⁵⁹, og for storulykke stilles det krav til sikkerhetsklasse S3. Mengden hydrogen som antas lagret på området vil være under 5 tonn, og anlegget faller utenom storulykkeforskriften. Det er allikevel strenge krav til sikkerhet og risikovurderinger der man produserer hydrogen, og selv mindre hydrogenproduksjonsanlegg bør plasseres i soner med sikkerhetsklasse S2 eller bedre, avhengig av sikringstiltak og en total risiko- og sikkerhetsvurdering. Hvorvidt det vil være mulig å etablere hydrogenproduksjon på området gitt kjent flom- og skredfare må utredes nærmere av fagmiljøer.

Når det gjelder generelle sikkerhetssoner rundt anlegget, er det gode nok avstander til omkringliggende aktivitet og bygningsmasse for et mindre anlegg med mindre lagringsfasiliteter.

Innovasjonssenter for grønn turistnæring og havner

Et innovasjonssenter kan også bli en attraktiv del av Flåm som destinasjon i fremtiden. For å fremme løsningene som testes i Flåm kan senteret blant annet inneholde et besøkssenter med muligheter for kurs og læring, og et showroom hvor nye teknologier vises frem og kan testes av publikum. Her er det også mulig å invitere grunn- og videregående skole, og bidra til rekrutteringen til turistnæringen i Flåm og omegn.

I dag har Flåm størst aktivitet i sommerhalvåret, men en eventuell etablering av innovasjonssenter kan bidra til å øke aktiviteten også på vinterhalvåret. Innovasjonssenteret kan etablere samarbeid med universiteter og høyskoler, og dra nytte av forskningsmiljøene på universitetene og høyskolene til å teste løsningene. Etablering av samarbeid kan også gjøres med start-ups, akseleratororganisasjoner og klynger.

Areal C.1. fremstår som best egnet til dette formålet, da det er stort nok til å romme flere plasskrevende pilotprosjekter samtidig som det ligger utenfor sentrumsområdet med mest turister og trafikk. Området må dog flomsikres før det kan tas i bruk. Dersom man ønsker å gjøre senteret til en integrert del av turistdestinasjonen og oppnå større synlighet, kan det også etableres et «showroom» på areal C.3. Her kan nye løsninger vises frem og testes av besøkende.

Pilotering og testing av nye teknologier og løsninger

⁵⁹ Direktoratet for byggkvalitet, <https://dibk.no/saksbehandling-tilsyn-og-kontroll/temaveiledning-utbygging-i-fareomrader/5.-skred/> (besøkt 2022-12-11)

I et innovasjonssenter kan ny teknologi knyttet til grønn mobilitet, naturpositivitet, smartstyring og energiproduksjon- og lagring testes og piloteres i et kontrollert energisystem. Dette kan innebære løsninger som kan utnyttes i større skala i Flåm senere, og som har et eksportpotensial til andre havner og turistdestinasjoner. Nye løsninger kan også innebære etablert teknologi satt sammen og utnyttet på nye måter; herunder sambruk, smartstyring og komplimenterende effektutnyttelse, og samspill mellom batteri og nett, og batterier og hydrogen.

Egen energiforsyning på tak

Solceller på taket til innovasjonssenteret vil kunne bidra til å drifte energikrevende teknologier som testes på senteret og bidra til kraftproduksjonen i området dersom taket er stort nok. I tillegg kan nye former for solceller og solfangere benyttes for å teste effekten av disse opp mot effekten av tradisjonelle paneler.

Etablering av en mindre produksjonsenhet for grønn hydrogen

En mindre produksjonsenhet for grønn hydrogen på opptil 1 MW kan gi mulighet til å pilotere flere ulike sluttbrukerløsninger for hydrogen. Eksempler er hydrogen til mobile energistasjoner for produksjon av elektrisitet (brenselceller), som er et produkt flere leverandører ser på å kommersialisere, som for eksempel Ballard, Powercell og TECO 2030. Disse kan tilby energi til anleggsplasser, lading av kjøretøy, med mer der det er ingen eller begrenset kapasitet i strømmettet. Mindre hydrogenproduksjonsenheter tilbys også som modulære og mobile enheter, som kan gi mulighet til å teste sambruk med turistdestinasjoner som har etterspørsel vinterstid, noe som kan være en svært interessant forretningsmodell for flere turistdestinasjoner i Norge.

Utnyttelse av spillvarme fra hydrogen

Gjenvinning av spillvarme kan gi betydelig reduksjon av klimagassutslipp, samt besparelser på energiregnskapet. Hydrogenproduksjon har et varmetap om lag 20-40%, noe som fører til muligheter for utnyttelse av spillvarme. Eksempler på hva spillvarme kan anvendes til er internvarme, fjernvarme, varmepumpe mot lavtemperatur prosess- eller avkastvarme, og kraftproduksjon. Likevel vil størrelsen av produksjonen og temperaturen ut påvirke hvilke muligheter som er realistiske å gjennomføre. Varmetapet fra hydrogenproduksjon har en temperatur rundt om lag 80 grader noe som vil være nok til å drifte mindre prosesser som drivhus/veksthus.

Avfallshåndtering

Avfallshåndtering er ikke adressert i konseptutredningen. I sammenheng med etableringen av et innovasjonssenter og forskningsmiljø bør det fokuseres på avfallshåndtering og mulige synergier med energisystemet for øvrig, herunder reduksjon av utslipp og resirkulerende løsninger for turistdestinasjonen. Det bør også utforskes om det finnes synergier med andre sektorer med lokal tilhørighet, som eksempelvis samarbeid med landbruk, drivhusanlegg og logistikk.

Tilbakeføring av biologisk mangfold og biomangfoldpositivitet

Det er anbefalt flere tiltak som går på tilbakeføring av biologisk mangfold og tiltak som investerer positivt i biomangfold. I et innovasjonssenter kan det gjøres arbeid for å se på hvilke tiltak som fungerer godt. Herunder hvor lang tid det tar med tilbakeføring i forstyrret område, og om dagens metoder kan optimaliseres og eller tilpasses Flåm.



