

UNDERSØKELSE OM MARKEDSGRUNNLAGET FOR LANDSTRØM

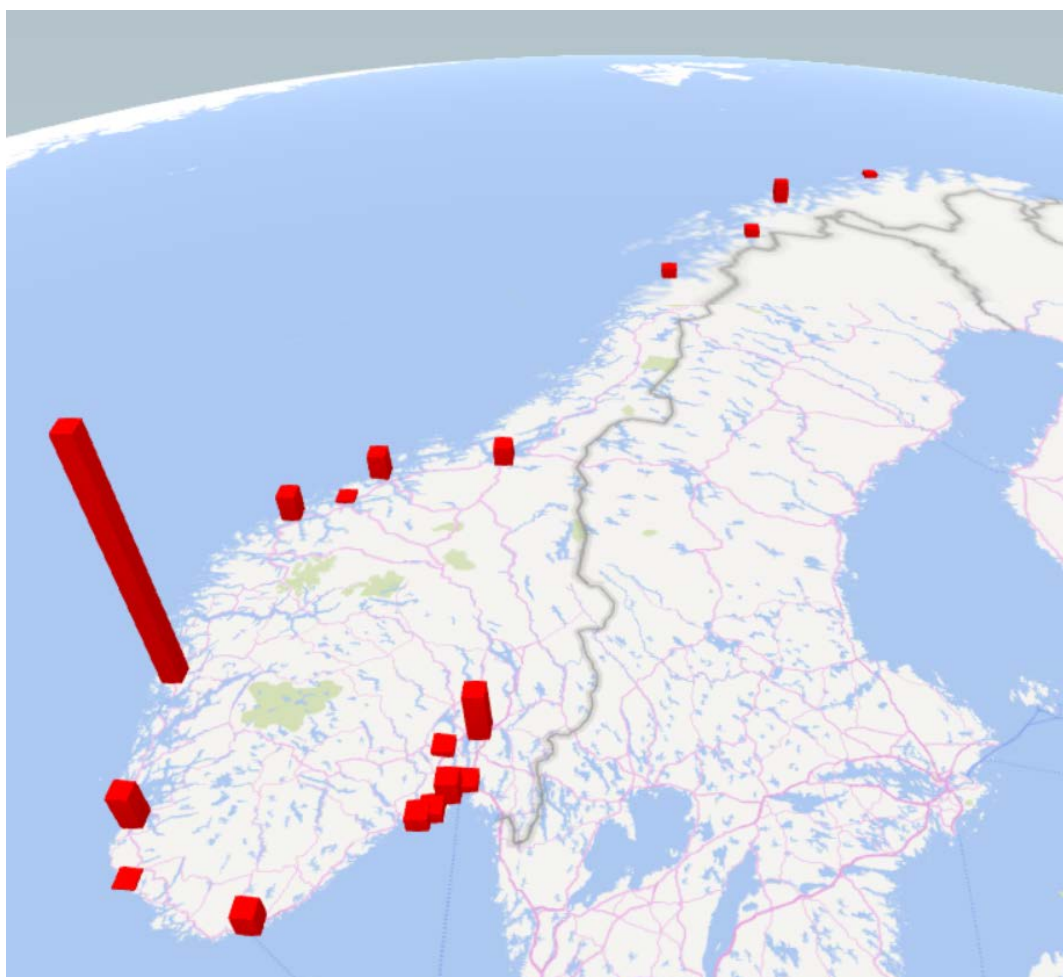
# Landstrøm i norske havner

ENOVA SF

**Report No.:** 2015-1214, Rev. 1

**Document No.:** 1Y95FO0-1

**Date:** 2015-11-30

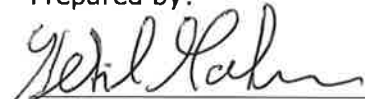


Project name: Undersøkelse om markedsgrunnlaget for landstrøm DNV GL AS Maritime  
BDL Operations  
Report title: Landstrøm i norske havner P.O.Box 300  
Customer: Enova SF, Postboks 5700 Sluppen 1322 Høvik  
7473 TRONDHEIM Norway  
Norway Tel: +47 67 57 99 00

Customer contact:  
Date of issue: 2015-11-30  
Project No.: PP147100  
Organisation unit: BDL Operations  
Report No.: 2015-1214, Rev. 1  
Document No.: 1Y95FO0-1  
Applicable contract(s) governing the provision of this Report:

Objective:

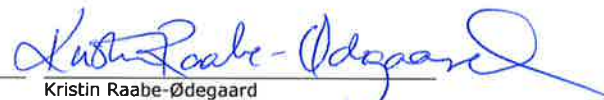
Prepared by:

  
Kjetil Martinsen  
Principal Engineer

Verified by:

  
Håkon Hustad  
Principal Consultant

Approved by:

  
Kristin Raabe-Ødegaard  
Head of Section Power System Planning  
and Markets

  
Erik Dugstad  
Principal Consultant

[Name]  
[title]

  
Henning Augestad  
Principal Engineer

[Name]  
[title]

Copyright © DNV GL 2015. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV GL undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited. DNV GL and the Horizon Graphic are trademarks of DNV GL AS.

DNV GL Distribution:

- Unrestricted distribution (internal and external)  
 Unrestricted distribution within DNV GL Group  
 Unrestricted distribution within DNV GL contracting party  
 No distribution (confidential)


Keywords:

[Keywords]

Rev. No.	Date	Reason for Issue	Prepared by	Verified by	Approved by
0	[yyyy-mm-dd]	First issue			

## Innholdsfortegnelse

KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG .....	4
1 INTRODUKSJON.....	6
2 FORMÅL OG AVGRENSNING .....	7
3 GENERELT OM LANDSTRØM, EFFEKTBEHOV OG KOSTNADER .....	8
3.1 Landstrøm og batterihybride skip	8
3.2 Effektbehov knyttet til skipstype og størrelse	10
3.3 Investeringskostnader knyttet til landstrøm	11
4 OVERSIKT OVER EKSISTERENDE OG PLANLAGTE LANDSTRØMANLEGG I ET UTVALG AV NORSKE HAVNER.....	14
4.1 Nåværende anlegg	14
4.2 Planlagte anlegg	14
4.3 Betydning av finansieringstilskudd fra ENOVA	15
5 TRAFIKKANALYSE, UTSLIPP OG FRAMSKRIVING .....	19
5.1 Analyse av større Norske havner	20
5.2 Trafikkdata og potensiale for enkelthavner	21
5.2.1 Oslo Havn	22
5.2.2 Drammen	24
5.2.3 Moss	26
5.2.4 Slagen	28
5.2.5 Larvik	30
5.2.6 Kristiansand	32
5.2.7 Egersund	34
5.2.8 Stavanger	36
5.2.9 Bergen	38
5.2.10 Ålesund	40
5.2.11 Molde	42
5.2.12 Kristiansund	44
5.2.13 Trondheim	46
5.2.14 Bodø	48
5.2.15 Narvik	50
5.2.16 Tromsø	52
5.2.17 Hammerfest	53
5.2.18 Sandefjord	54
5.3 Framskrivning av skipsaktivitet til 2040	55
6 REGELVERK OG UTVIKLING.....	56
6.1 Nasjonale incentivordninger	56
6.1.1 Reduserte el-avgifter	56
6.1.2 ENOVAs støtteordning for etablering av landstrøm	56
6.1.3 NOx-fondet	56
6.2 Internasjonale regler og utvikling	57
6.2.1 Virkemidler og tiltak	57
6.2.2 Større havner som tilbyr landstrøm	59



6.2.3	Gjennomgang av utvalgt nyere litteratur om utbredelse av landstrøm	60
7	REFERANSER.....	62

## KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG

Skipsfarten regnes som en av de mest miljøeffektive måtene å transportere større volum av varer, og det har lenge vært et uttalt ønske å flytte gods fra vei til sjø i Norge. Samtidig bidrar skipsfarten til utslipp, inkludert mens skip ligger til havn. Det har vært rettet søkelys mot tiltak som kan redusere utslipp og støy i havn, og landstrøm er i så måte et viktig mulig tiltak. På oppdrag fra ENOVA gir DNV GL i denne rapporten en oversikt over dagens status for landstrømsforsyning i Norge.

Når et skip legger til kai trenger det ikke lengre energi til fremdrift. Likevel er det fortsatt behov for energi om bord, blant annet til belysning, varme/kjøling, hjelpesystemer mm. Energibehov for dette dekkes i dag stort sett av eget dieseldrevet hjelpemaskineri det enkelte skipet, noe som fører til lite effektiv energiutnyttelse, lokal støy og utslipp av klimagasser, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> og partikler. Utslippene skjer ofte i områder der befolkning kan bli direkte eksponert for luftforurensingen. Alternativt til bruk av eget hjelpemaskineri, kan energibehovet ved kai hentes fra strømmettet på land. Dette er ikke noe nytt og har vært praktisert i en rekke havner i lengre tid. Det er imidlertid mange skip som ikke kan ta landstrøm fra de anleggene som finnes i dag. Dette skyldes blant annet at det er store forskjeller mellom ulike skip når det gjelder krav til strømkapasitet og –kvalitet. Hovedsakelig er det variasjon i hvilken spenning og strømstyrke som er etterspurt og som kan aksepteres av det enkelte skip. I tillegg er også systemene om bord tilpasset forskjellig frekvens, hvor både 50 og 60 Hz vekselstrøm benyttes. Alt dette kompliserer implementeringen av landstrømsystemer. En utbygging på land vil kreve kunnskap om hvilket utvalg av skip som skal betjenes, og hvilken fleksibilitet med hensyn på spenning og frekvens som er påkrevet.

En viktig del av dette studiet er derfor å identifisere større norske havner som egner seg spesielt godt til å levere landstrøm til skip ved kai, og hvilke skipstyper/størrelser som er mest relevante. Studiet viser klart at for en gitt havn er det noen skipstyper som dominerer forbruk/utslipp. Dersom skipene samtidig har et operasjonsmønster der de tilbringer lang sammenhengende tid i havn, og de regelmessig er innom havnen, er det naturlig å se disse som mulige kandidater for landstrømsoperasjon i havn.

I dette studiet ser vi på aktiviteten i de største havnene i Norge og ved hjelp av AIS data er vi i stand til å tabulere og plote aktiviteten i havnene. I tillegg til en aktivitetsanalyse, er det i studiet gjort en ringerunde til et utvalg havner med formål å samle informasjon om status og planlagt utvikling.

Den innsamlede informasjonen viser at det er relativt stor forskjell på havnenes evne til å levere landstrøm med kapasitet over en viss størrelse. Nesten alle havner har mulighet til å levere strøm på noen av sine kaier, men i hovedsak er dette anlegg med lav spenning og begrenset kapasitet, beregnet for landligge av småbåter og mindre nyttefartøy, f.eks. mindre fiskebåter. Kun en håndfull havner har systemer som kan erstatte generatorkjøring for de litt større skipene i havn. Svært få av de kartlagte havnene har frekvensomformere fra 50 Hz, slik det er i nettet, til 60 Hz som benyttes av en del fartøy.

Tilnærmet alle skip i norske farvann har installert enkel landstrømskobling slik at skipene er i stand til å koble seg til nettspenning og motta strøm til å drive lys og enkelte funksjoner. Imidlertid er det langt færre skip som har fasiliteter for å kunne drive skipet

kun basert på landstrøm uten bidrag fra generatorene om bord. Dette stemmer i så måte overens med at det ikke er mange havner som har større landstrømsystemer.

Basert på undersøkelsene i dette studiet kan en beskrive markedsgrunnlaget i ulike havner. Bergen er den havnen som har størst potensiale for landstrøm, etterfulgt av Oslo og Stavanger. Utviklingen av skipstrafikken over disse havnene framover vil trolig ikke endre bildet. Derimot vil en videre utbygging av olje- og gassaktivitet i Barentshavet og Norskehavet bidra til økt potensialet for landstrøm i havnene nordover. Av skipstyper som egner seg til elektrifisering i havn peker de store passasjerfergene (Ro-Pax) seg ut. Det samme gjelder for den store norske flåten med offshore-relaterte fartøy som dominerer på Vestlandet. Disse utmerker seg med å tilbringe mye tid i havn. Cruiseskipene er også store bidragsyttere, men i en relativt kort del av sesongen. Disse har imidlertid store energibehov og krever kraftige systemer, og har dermed et stort potensiale for redusert drivstofforbruk og forurensing ved overgang til landstrøm. Hurtigrutens skip er interessante kandidater på grunn av sin regulære drift gjennom hele året. Imidlertid er liggetiden i mange av havnene så kort at det kun er i hovedhavnene det er realistisk med landstrøm. For de andre skipstypene er det først og fremst regulariteten i deres operasjon som bestemmer deres egnethet til elektrifisering i havn.

Havner som har investert i landstrøm i dag viser at det er store variasjoner i kostnader for anleggene. De store kostnadsdriverne er tilførsel av høyspentnett til havnen, og frekvensomformere. På skipssiden er variasjonene i kostnader noe mindre.

Det er i dag markert økt interesse for å investere i landstrømanlegg for større fartøy, sammenlignet med undersøkelsen i 2014 (Martinsen.K-DNVGL, 2014). Det er i dag aktiv vurdering av landstrømutbygging ved 17 av 21 havner, og 10 av disse melder at de har konkrete planer for å etablere eller utvide landstrømanlegg. Dette inkluderer både lavspent- og høyspentanlegg for større skip, selv om lavspent er vanligst for vurdering. De fleste havnene peker på finansieringsstøtte fra ENOVA og/eller andre, som vesentlig for å få realisert landstrømprosjektene.

Mange aktører opplever at det internasjonalt er en økende trend for utbygging av landstrøm i OECD-området. Det at flere havner internasjonalt har landstrøm, og at det i disse farvannene stilles krav som tilsier bruk av landstrøm, vil bidra positivt til utvikling av teknologi og også gi bedre grunnlag for landstrøminvestering i skip som går til flere forskjellige havner. Det er etablert en internasjonal standard for landstrøm, hvilket også kan lette den videre utviklingen av landstrøm internasjonalt. Samtidig er det betydelige kostnader knyttet til etablering av landstrøm, og i et kost-/nytteperspektiv er det havneområder med betydelig forurensingsproblemer som er mest aktuelle for etablering av landstrøm.

## 1 INTRODUKSJON

Internasjonal skipsfart står for transport av 80% av verdenshandelen målt i volum, og er sett som en sektor som bidrar betydelig til forurensning. Det å få ned utslippene fra skipsfarten er et generelt mål. Samtidig er det spesielt ønskelig å få ned utslippene når skipene ligger i havner nær befolkningsområder, da støy og utslipp til luft kan være betydelige og bidra til helseskadelig lokalforurensning.

Når et skip legger til kai trenger det ikke lenger energi til fremdrift. Likevel er det fortsatt behov for kraftforsyning om bord i skipet, blant annet til lasting/lossing, belysning, varme, kjøling mm. Energibehov for dette dekkes i dag stort sett av eget dieseldrevet hjelpemaskineri om bord på det enkelte skipet, noe som fører til lite effektiv energiutnyttelse, lokal støy og utslipp av både klimagasser og NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> og partikler; ofte i områder der befolkningen kan bli direkte eksponert for utslippene. Det å erstatte bruken av marin bunkersolje, diesel eller naturgass med strøm fra nettet, dvs. landstrøm, gir klare miljøgevinster. Dette gjelder spesielt om vi antar at norsk kraftproduksjon er basert på fornybare energikilder og kun gir minimale utslipp.

Tidligere analyser, deriblant «Klimakur 2020 - Tiltaksanalyse – Krav om landstrøm for skip i norske havner» (DNV, 2009) tyder på at det er lite kostnadseffektivt å innføre en bred, nasjonal, landstrøm-satsning for å redusere CO<sub>2</sub> utslipp alene. Landstrøm bør først og fremst vurderes som et lokalt luftkvalitetstiltak for å redusere helseskadelige utslipp av NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> og partikler i havn. For enkelte havner og for enkelte skip kan landstrøm være et svært effektivt tiltak. Dette vil typisk være i store byer med vesentlige luftkvalitetsproblemer, slik som Oslo og Bergen.

Mens de aller fleste havner i Norge kan formidle strøm til skip i en eller annen form (stort sett 220V opp til 440V fra det offentlige strømmettet) er det kun et fåtall havner som har systemer som kan erstatte generatorer om bord for de litt større skipene i havn. Miljøhandlingsplaner hos den enkelte havneiere og operatører vil påvirke hvilket tilbud av landstrøm som finnes. Norske myndigheter har et klart mål om å få ned utslippene fra skipstransporten, og det er etablert virkemidler under ENOVA og gjennom NO<sub>x</sub>-fondet som kan bidra til økt bruk av landstrøm.

DNV GL har fått i oppdrag av ENOVA å vurdere markedsgrunnlaget for landstrøm i Norge. Markedsgrunnlaget for landstrøm er naturlig nok knyttet til mengden skipstrafikk og hvor lenge fartøyene ligger til havn. Kostnaden for landstrømsløsninger på skip kan være betydelige, og skipseiere vil tenke seg godt om før de tar slike investeringer. Nyttene av løsninger på skipet vil også avgjøres av hvor ofte og lenge man ligger til havn med landstrømstilførsel, og også om det er krav fra myndighetene som gjør at slike løsninger blir nødvendig.. Mange fartøy opererer i flere farvann og går til forskjellige havner, slik at nytten av landstrømsløsning på skipet også vil avhenge av hva som er utviklingen internasjonalt, både hva gjelder regelverk og antall havner med landstrømstilbud.

Denne rapporten tar for seg disse forholdene og gir en samlet oversikt over dagens situasjon og markedsgrunnlag, samt peker på utviklingen framover med tanke på videre utvikling i markedsgrunnlaget.



## 2 FORMÅL OG AVGRENSNING

Formålet med rapporten er å gi en samlet analyse av markedspotensialet for landstrøm, gitt dagens virkemiddelapparat. Oppdraget har vært utført under tidspress, og det har vært nødvendig å gjøre visse avgrensninger og legge til grunn noen forenklete forutsetninger for analysen. Denne rapporten oppsummerer derfor markedsgrunnlaget for landstrøm ut fra en tre-delt analyse:

- 1) Oppdatere data og vurderinger tidligere utarbeidet under temaet landstrøm
- 2) Presentere et utdypet faktaunderlag om dagens situasjon og videre planer, basert på intervjuer med relevante aktører
- 3) Gi en sammenstilling av aktuelle internasjonale referanser og erfaring med landstrøm til skip, som kan bidra til å styrke analysen.

Vi ser det som hensiktsmessig å avgrense landstrøm til å gjelde den strømtilførselen ved kai som benyttes av skip til å erstatte hjelpemotorer, men også potensielt til å lade (over lengre tidsrom) batterier i plug-in hybrid-skip. Vi ser både på høyspent og lavspent landstrøm.

Vi har ikke inkludert ladesystemer for hurtiglading av el-ferger (slik som Ampere) i denne rapporten. Dette krever anlegg og kapasiteter i av en helt annen karakter og størrelsesorden en det som tradisjonelt forstås som landstrøm. Det er likevel relevant å vise til at gode muligheter for framtidig elektrifisering av fergetrafikk også bidrar til å styrke utviklingen av teknologi og løsninger for annen maritim bruk av batterier og elektrisitet, slik som i hybridløsninger. Fartøy med hybridløsning som nylig er tatt i bruk i offshoresektoren, bidrar også til at det er et visst overlapp mellom hva en karakteriserer som landstrøm og ladesystemer.

Utviklingen i omfang og sammensetning av skipsfart kan sees på som en primær parameter for å vurdere markedsgrunnlaget for landstrøm. I dette studiet vil vi ta utgangspunkt i AIS og skipsfartdata fra 2014. DNV GL har lang erfaring med å vurdere AIS og trafikkdata, samt nødvendige verktøy for å finne fram til de relevante parameterne i denne analysen. Vi har kombinert dataene for skipstrafikk med skipstyper og størrelser for best mulig å kunne spesifisere markedsgrunnlaget.

Skip som hovedsakelig er i internasjonal fart og kun sporadisk besøker norske havner vil være påvirket mindre av virkemiddelbruken i Norge enn skip hovedsakelig i innenriksoperasjon.



### 3 GENERELT OM LANDSTRØM, EFFEKTBEHOV OG KOSTNADER

Når skip ligger til havn dekkes energibehov til belysning, varme/kjøling, kompressorer, lasteoperasjoner osv. stort sett av eget dieseldrevet hjelpemaskineri på det enkelte skipet. De fleste skip har i tillegg en eller annen form for landstrømkobling, men ikke mer avansert oppkobling som gjør dem i stand til å ta om bord kraft fra land (typisk med varierende kvalitet) for å dekke det normale energibehovet ved havneligge. Slike systemer kan blant annet omfatte frekvensomformere om bord, slik at en ikke er like avhengig av at landanlegget leverer en bestemt frekvens. Dette er imidlertid dyre systemer. Det er i dag heller ikke mange havner som har landstrømsystemer som leverer strøm med kapasitet og kvalitet som er tilstrekkelig for å erstatte generatorkjøring for store og avanserte skip i havn (se oversikt i kapittel 4).

Et skips evne til å benytte landstrøm er naturligvis like viktig som en havns mulighet til å levere strøm. De aller fleste skipene i dag har utstyr til lå koble seg på strømmettet, men disse har normalt sett vært dimensjonert med tanke på skipet er i dokk eller i opplag, og dekker stort sett kun skipets behov for lys og kokemuligheter. De har heller ikke mulighet å supplere sitt eget strømbehov med å få strøm fra land samkjørt med sine egne hjelpemaskineri. Skal skipets elektriske anlegg tilpasses til å dekke hele energibehovet når de er i havn, må de derfor bygges om eller oppgraderes. Standardisering av koblingssystemer er av stor betydning i så måte, og implementeringen av den internasjonale standarden IEC/ISO/IEEE 80005-1/2/3 er viktig for utbredelsen av landstrøm.

Skip som ofte ligger lengre tid i havn, som fiskefartøyer, offshore fartøyer o.l. er som oftest bedre utstyrt til å motta strøm fra land. Disse har ofte dedikerte kaianlegg hvor landstrøm er lagt opp og dimensjonert for det forbruket som trengs.

Skal skipet kun bruke landstrøm ved landligge, så må man ta to moduser i betraktning:

#### Skipet ligger ved kai og lossing/laster

Her bruker skipet ofte mye energi da de skal drive kraner, pumper og andre systemer i tilknytning til lossingen/lastingen. Et batteri på land eller om bord kan avhjelpe behovet ved å ta effekttopper.

#### Skipet ligger ved havn (uten lasting/lossing)

Dette kan være fordi fartøyet venter eller at havnas egne kraner brukes. I dette tilfellet må skipets «hotellforbruk» dekkes (i.e. lys, varme, ventilasjon, bysse, o.l.) samt skipets generelle systemer. Spesielt for passasjerskip kan dette være et betydelig bidrag.

Forbruksbehovet for de to modusene kan til dels være svært forskjellige avhengig av skipstype og størrelse.

### 3.1 Landstrøm og batterihybride skip

Strengere miljøkrav for transportsektorene har gjort batterier mer aktuelle som forbruks- og utslippsreducerende tiltak. Bilindustrien og kraftsektoren driver nå en teknologiutvikling for batterier med økt energitetthet og kostnadsreduksjoner for

battericeller og -systemer. Dette har bidratt til at batterier nå er høyaktuelt for anvendelse i skip, inkludert som hybridløsninger.

Batteri- og hybriddrift med optimalisert kraftkontroll kan gi betydelige reduksjoner i drivstofforbruk, vedlikehold og forurensning, samt forbedre skipets reaksjonsevne, regularitet og sikkerhet i kritiske situasjoner. Batteriet kan også være en lagringsplattform for energigjenvinning og bruk av fornybar energi. Dette kan da bli en plug-in hybrid løsning der skipet lagrer energi fra landstrøm i havn. Dette er en spesielt interessant løsning som vil kunne gjøre en landstrøminvestering mer økonomisk interessant for operatøren av skipet, samt at skipets opp- og nedkobling til landstrøm kan gjøres mye mer effektivt. Dersom batterier benyttes for helelektrisk drift i havneområder, kan nedstengning av hovedmaskineri og generatorer gjøres før og etter at skipet legger til kai.

En batteripakke om bord på fartøyet kan også jevne ut eventuelle svingninger i effektbehov når det opererer på landstrøm, og dermed senke belastningen på nettet. Kostnadene ved å bruke landstrøm påvirkes både av investeringskostnader og driftskostnader. Strømprisen er i så måte også viktig. Utviklingen i fremtidig strømpris er en kompleks parameter som vi ikke går nærmere inn på her. Det er likevel viktig å presisere viktigheten av dette aspektet ved valg av teknologi.

Et interessant moment er også at hybridløsningene muliggjør lading av batterier fra eget hovedmaskineri under seilas (vha. akselgenerator), slik at disse batteriene kan dekke strømbehov i havner der det ikke er tilstrekkelig tilgang til landstrøm.

Alle skipssegmenter er relevant for en viss grad av elektrifisering, men omfang og effekt av tiltak vil variere basert på motorenes operasjonsprofil. Operasjoner med store variasjoner i effektuttak eller skip med periodisk lav motorutnyttelse, vil være de som har mest å hente på hel eller delvis elektrifisering. Hel-elektrifisering vil kreve en operasjon med hyppige havnebesøk. Typiske eksempler på skip med store variasjoner i effektuttak er offshorefartøy, taubåter, og ferger. Eksempler på skip med periodisk lav motorutnyttelse er skip som ofte er i ventesituasjoner for å laste og losse, fiskebåter under fiske, og vindmølleservicefartøy som venter.

Maritime hybridløsninger vil typisk kunne favne:

- Ferger
- Offshore fartøy
- Slepebåter

I tillegg kan også fartøy innen følgende segmenter være aktuelle:

- Isbrytere
- Passasjerbåter
- Hurtigbåter
- Forskningsfartøy
- Ulike typer Spesialskip
- Rigger
- Skytteltankere
- Tørrlast med kraner

Det er så langt gjort svært lite for å identifisere potensialet for hybridisering av fartøy som går over lengre stekninger, f.eks. internasjonal fart.

### 3.2 Effektbehov knyttet til skipstype og størrelse

Effektuttaket fra landstrømsystemer er bestemt av spenning (Volt) og strømstyrke (Ampere). Det er mulig å dekke store effektbehov med relativt lave spenninger (400-440V) men det krever store strømstyrker som igjen krever store/mange kabler.

Alternativet er å benytte høyspennsystemer (typisk 6600-11000V) som muliggjør kun én kabelkobling selv ved store effektuttak. Tabell 1 (Martinsen-DNVGL, 2014) viser hvilke systemer som er mest relevant gitt de forskjellige effektbehovene, men merk at det vil finnes systemer som faller utenfor denne grupperingen.

**Tabell 1 - Typiske systemparametere for forskjellige effektgrenser**

Systemkategori	Systemeffekt	Typiske systemparametere
1	<100kW	230/400/440V - 50/60hz
2	100 - 500kW	400/440/690V - 50/60hz
3	500-1000kW	690V/6.6/11kV - 50/60hz
4	>1MW	6.6/11kV - 50/60hz

I Norge er det relevant å anta at alle skip med behov under 100 kW (Systemkategori 1) allerede er dekket i hovedhavnene gjennom enkle løsninger fra standard nettløsninger.

Gitt oppsettet i Tabell 1, så vil følgende systemer være mest relevante for de forskjellige skips kategorier og størrelser.

**Tabell 2 – Systemparametere mest relevante for de forskjellige skip/størrelse-kategoriene (Martinsen-DNVGL, 2014)**

Skipstyper		<= 999	1000 - 4999 BT	5000 - 9999 BT	10000 - 24999 BT	25000 - 49999 BT	50000 - 99999 BT	>= 100000 BT
Oljetankere		230/400/4 40V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	690V/6.6 /11kVV - 50/60hz	690V/6.6/ 11kVV - 50/60hz	690V/6.6/ 11kVV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz
Kjemikalie-/produkttankere		400/440/6 90V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	690V/6.6 /11kVV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz		
Gasstankere		400/440/6 90V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz
Bulkskip		230/400/4 40V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	400/440/ 690V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	690V/6.6/ 11kVV - 50/60hz	
Stykkogodsskip		230/400/4 40V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	400/440/ 690V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	690V/6.6/ 11kVV - 50/60hz		
Konteinerskip			400/440/6 90V - 50/60hz	400/440/ 690V - 50/60hz	690V/6.6/ 11kVV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz
Ro Ro last		230/400/4 40V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	400/440/ 690V - 50/60hz	690V/6.6/ 11kVV - 50/60hz	690V/6.6/ 11kVV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	
Kjøle-/fryseskip		230/400/4 40V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	400/440/ 690V - 50/60hz	690V/6.6/ 11kVV - 50/60hz			
Passasjer		230/400/4 40V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	400/440/ 690V - 50/60hz	690V/6.6/ 11kVV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz
Offshore supply skip		230/400/4 40V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	690V/6.6 /11kVV - 50/60hz				
Andre offshore service skip		230/400/4 40V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	690V/6.6 /11kVV - 50/60hz	690V/6.6/ 11kVV - 50/60hz	690V/6.6/ 11kVV - 50/60hz	690V/6.6/ 11kVV - 50/60hz	690V/6.6/ 11kVV - 50/60hz
Andre aktiviteter		230/400/4 40V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	690V/6.6 /11kVV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz	6.6/11kV - 50/60hz
Fiskefartøy		230/400/4 40V - 50/60hz	400/440/6 90V - 50/60hz	690V/6.6 /11kVV - 50/60hz				

### 3.3 Investeringskostnader knyttet til landstrøm

For kaier nær byer, tettsteder og industriområder vil det oftest være tilgjengelig (evt innenfor rimelig distanse til havnen) høyspent nett (6-20 kV). Dersom dette ikke er tilgjengelig kan investeringsbehovet bli betydelig for nettoppgradering. Det er naturlig å dele investeringsbehovet mellom landinvesteringer og skipsinvesteringer.

#### Landside:

Hovedkomponentene som skal installeres er typisk:

- Framføring av høyspent nett
- Transformator
- Kontrollpanel og koblingsbokser
- Frekvensomformer – (avhengig av behov)
- Kabelvinne (kan også finnes om bord skipene) og koblingsenhet

De to enhetene det normalt er knyttet høyest kostnader til er frekvensomforming og høyspent-tilkobling, der det vil kunne være store lokale variasjoner. Som et eksempel på slike variasjoner kan nevnes Rotterdam Port der en hadde investeringer på 35 mill NOK per kai, mens investeringene i Göteborg var litt over 2 mill NOK for 2 kaier. Forskjellene skyldes flere forhold, men hovedsakelig det faktum at de allerede hadde tilgang på høyspent nett i Göteborg, samt at det var lavere effektbehov og ikke behov for frekvensomformere (WPCI, 2015).


#### Om bord på skipene:

- Transformator
- Fordelingssystem
- Kontrollpanel og koblingsbokser
- Kabelvinne (kan også finnes på kaisiden) og koblingsenhet
- Evt frekvensomformere

På skipssiden vil kostnadene for de større skipene typisk spenne fra 2.5 – 15 mill NOK. (WPCI, 2015)

**Tabell 3 – Investeringskostnader for landstrøm (Land/Skip i NOK)**

Capex Landside/Skip (NOK)		<= 999	1000 - 4999 BT	5000 - 9999 BT	10000 - 24999 BT	25000 - 49999 BT	50000 - 99999 BT	>= 100000 BT
Oljetankere	-	-	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mill	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill
Kjemikalie- /produkttankere	-	-	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill		
Gasstankere	-	-	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill
Bulkskip	-	-	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil	
Stykkogodsskip	-	-	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil		
Konteinerskip	-	-	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill
Ro Ro last	-	-	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	1 – 4 Mill / 1 – 4 Mill	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	
Kjøle-/fryseskip	-	-	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil			
Passasjer	-	-	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill
Offshore supply skip	-	-	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mill				
Andre offshore service skip	-	-	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil
Andre aktiviteter	-	-	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill	4-35 Mill / 3-7,5 Mill
Fiskefartøy	-	-	0,5-4 Mill / 0,5-3 Mill	1 – 9 Mill / 1 – 4 Mil				



Tabell 3 illustrerer klart at det er store usikkerheter i kostnadsestimatene for landstrømsystemer. Dette gjelder spesielt landsiden, der det vil være store variasjoner i tilførselskostnader for høyspent samt behov for frekvensomformer eller ikke.

## 4 OVERSIKT OVER EKSISTERENDE OG PLANLAGTE LANDSTRØMANLEGG I ET UTVALG AV NORSKE HAVNER

DNV GL har kartlagt nåsituasjonen og planer for videre utvikling av landstrøm for et utvalg havner i Norge. Kartleggingen ble gjennomført ved å kontakte havnene direkte, samt ved å gjennomgå relevante tilgjengelig data innsamlet i forbindelse med et studie for Klima og Miljødepartementet (Martinsen.K-DNVGL, 2014) høsten 2014. I løpet av den korte tiden vi har hatt til rådighet for dette studiet, har vi lyktes å komme i kontakt med relevante personer i 21 av 26 havner. Dette gir et godt grunnlag for beskrivelse av situasjon og planer ved de viktigste havnene. Hovedresultatene er oppsummert i Tabell 4.

Selv om det finnes en del private havner innenfor områdene vi har sett på, er det lite offentlig tilgjengelig informasjon om disse. Dette reflekteres også av resultatene fra kartleggingen.

### 4.1 Nåværende anlegg

Det er relativt stor forskjell på norske havners evne til å levere landstrøm. Få havner har høyspent landstrøm eller systemer for å levere landstrøm med betydelig kapasitet. Derimot har nesten alle havner mulighet til å levere strøm på noen av sine kaier, men dette er i hovedsak mindre anlegg med lav spenning. Slik mindre anlegg gir hovedsakelig strøm for landligge av småbåter og mindre nyttefartøy, f.eks. mindre fiskebåter.

Tilnærmet alle skip i norske farvann har installert enkel landstrømkobling slik at skipene er i stand til å koble seg til nettspenning og motta strøm til å drive lys og enkelte funksjoner. Langt færre skip har fasiliteter for å kunne drive skipet kun basert på landstrøm uten bidrag fra generatorene om bord. Imidlertid bygges flere nye skip nå med systemer for full landstrøm. Ombygging av eksisterende skip er ikke vanlig pga høye kostnader.

En utfordring ved landstrøm er at det ofte er forskjellig frekvens som benyttes på forskjellige typer fartøy: både 50 Hz (slik som i kraftnettet ellers) og 60 Hz. Svært få av de kartlagte havnene har frekvensomformere fra 50 til 60 Hz. De stedene der dette er identifisert er det nevnt spesifikt i tabellen Tabell 4. I enkelte sammenhenger vil det dermed kunne være aktuelt å installere frekvensomformere om bord på skipet, selv om dette er forbundet med høye kostnader. Finansiell støtte fra NOx-fondet eller ENOVA vil i så måte kunne være av betydning for eventuell investeringsbeslutning.


### 4.2 Planlagte anlegg

Det er en markant økning i interessen for å investere i landstrømanlegg for større fartøy, sammenlignet med undersøkelsen i 2014 (Martinsen.K-DNVGL, 2014). Dette stemmer godt med det generelle internasjonale bildet og søkelyset på å få ned luftforurensing i havner og bynære strøk. 17 av 21 havner i dette studiet vurderer, eller har konkrete planer for landstrømanlegg for større fartøy. Dette inkluderer både lavspentanlegg og høyspentanlegg med tilstrekkelig effekttilgang for større skip. Lavspentanlegg synes å være sterkest representert i planene.

Når det gjelder framtidige planer, melder 10 av 21 havner at de er i gang med, eller har konkrete planer for realisering de nærmeste par år. 7 av 20 havner melder om at de vurderer, eller har ønsker om å utvide landstrømkapasiteten, men at man ennå ikke har konkrete planer om dette.

Flere av havnene har forberedt for framføring av kraft i form av trekkerør, eller som i Oslo, der en har lagt høyspentkabler fram til dedikerte kaianlegg (da stort sett til cruise-





og storfergekaiene). Prising av tjenesten er et usikkerhetsmoment mange nevner. Til dette kommer også hvordan en forventer en fordeling av kostnader mellom skipene og havnene.

### **4.3 Betydning av finansieringstilskudd fra ENOVA**

Det er betydelige kostnader både for system på fartøyene og for infrastruktur på land for landstrøm. Muligheten til å få støtte fra ENOVA, NOx-Fondet og/eller andre støtteordninger er nevnt som viktig eller avgjørende for 12 av 21 for at investering i landstrømanlegg for større fartøy skal realiseres. Alle 12 nevner ENOVA som kilde til finansiering. Ingen av havnerepresentantene var spesifikke på at tilskudd fra ENOVA ikke var av betydning.

Tabell 4 - Oversikt over eksisterende og planlagte landstrømsanlegg i et utvalg av norske havner.

HAVN	ANTALL KAIER	ANTALL KAIER M. LANDSTRØM	TILGJENGELIG SPENNING OG STRØM/STATUS FOR LANDSTRØM	TILGANG TIL KRAFT FRA NETT	PLANER FOR ETABLERING AV LANDSTRØM TIL STØRRE FARTØY	KOMMENTAR VEDR. FINANSIERING AV
<b>Bergen og Omland Havnevesen</b>	31	Alle med lav spenning.	<ul style="list-style-type: none"> <li>61 pkt. m. 220V - 16 A for lavere belastning</li> <li>1 pkt. 440 - 690V 60Hz for høyere belastning for offshorefartøy</li> </ul>	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 pkt. Lavspenning 440 - 690V 2 pkt. 50HZ og 1 punkt 60Hz.</li> <li>1 pkt. Høyspenning 11kV 600A 60 Hz</li> </ul>	Støtte fra ENOVA er avgjørende for investeringene.
<b>Bodø Havn KF</b>	11	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>220V, 440V,</li> <li>440V og 125A til bil fergen</li> <li>400V og 250A til LNG fergen</li> <li>Oppgraderer en kai nå med 5 stk. 220V 80A uttak</li> </ul>	Uklart. Er i dialog med kraftleverandører	Vurderer høyspentanlegg. Kan være klar i løpet av 2016/17	Høyspentanlegg avhengig av kostnad og finansiering (støtte fra ENOVA)
<b>Borg Havn IKS</b>	9		<ul style="list-style-type: none"> <li>De fleste har ikke tilførsel, de som har typisk 230-690V.</li> <li>3.3 kV til elektrisk kran, Nykai.</li> <li>Høyspentkapasiteten brukes til kraner og er ikke aktuelt for landstrøm</li> </ul>		Bygger ut til 3x400V 800A Landstrøm i 2016 til støtte for prosekffartøy (Kabelskip Skagerrak)	
<b>Brønnøy Havn KF Info fra 2014</b>	2	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 kai med 440V 125A</li> <li>1 kai med 440V 80A</li> </ul> <p>Brukes av kystverket, oppdrettsnæringen og lokale ferger</p>		Ingen planer pr 2014	
<b>Drammenregionens Interkommunale Havnevesen Info fra 2014</b>					Ingen planer pr 2014	
<b>Eigersund Havnevesen KF</b>	14	6	220V-400V Kapasitet til at alle kaiene kan bruke landstrøm samtidig, dette har hittil ikke vært aktuelt. Hovedanvendelse er fiskebåter i forbindelse med reparasjon.		Landstrømanlegg til skip under landligge har vært diskutert men det foreligger ingen konkrete planer	
<b>Flora Hamn KF (Fjordbase er ikke inkludert)</b>	4	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>220V – 440V 115 A</li> <li>Ventehavn for Fjordbase</li> </ul>	Tilstrekkelig effekt er tilgjengelig relativt nær kaiene.	Planer om 440V 250A Landstrømanlegg til større fiskebåter, fraktebåter etc. Har hentet inn tilbud. Håper komme i gang 2016	Vil søke ENOVA om tilskudd
<b>Grenland Havn IKS</b>	34	Lavspent er tilgjengelig langs mange kaier	Lavspent til taubåter og andre mindre nyttefartøy.		Prosjekt sammen men NORCEM for landstrøm til kraner og fartøy: RoRo, kontainerskip, bulkskip m losseapparat. Effektbehov ikke avklart. Igangsetting mulig 2016/2017	Avhengig av tilskudd fra ENOVA
<b>Hammerfest Havn KF (gr. Melkøya og Polarbase)</b>	17	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>220V -380V. 16 - 125 A</li> <li>Benyttes av fiskefartøy og rutegående lokalfartøy samt godsbat. Kapasitet avhenger av forbruk/størrelse men 6-8 fartøy på den største piren, ellers 2-3 fartøy.</li> </ul>	Tilstrekkelig effekt er tilgjengelig relativt nær kaiene	Prosjektering av anlegg med kapasitet til LNG skip igangsatt	Vil antagelig søke ENOVA om eventuelt tilskudd
<b>Karmsund Interkommunale Havnevesen IKS</b>	7	7 (lavspenning)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alle med lav spenning.</li> <li>1 stk. ca. 1MW anlegg på Killingøy</li> </ul>	Krafttilførsel fra lokalnettet bedret	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestilt ytterligere 1 stk. 1MW anlegg for landstrøm til minst 2 fartøy</li> <li>Plan om å modifisere 3 transformatorer til 500 - 800 kW</li> <li>Graver på Killingøy for å legge</li> </ul>	Videre utbygging avhengig av støtteordninger fra ENOVA

<b>Kristiansand Havn KF</b>	16	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 230V og 440V på de fleste. Brukes av mindre skip som fiskefartøy, kystverket, losbåten etc.</li> <li>• 1 stk. 11 kV anlegg for Colorline.</li> <li>• 1 stk. Mobilt 1200kVA landstrømsanlegg (440 - 690V) i 20' konteiner (Levert 2015)</li> </ul>	Problem at nettselskapet ikke har tilstrekkelig kapasitet tilgjengelig for full utnyttelse av landstrøm.	<p>høyspentkabler for senere anlegg.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen konkrete planer, men ønsker høyspent ut til den nye cruisekaien. Investeringskostnadene er høye, men legger til rette for det med rørfremføringer frem til kaikant.</li> <li>• Innhenter priser for enklere løsninger for mobile landstrømanlegg en det anlegget de har i dag.</li> </ul>	«ENOVAs tilskudd burde vært som % av investering og ikke forbruk»
<b>Kristiansund og Nordmøre Havn IKS</b>	CA 20	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 med 440V 125A</li> <li>• 8 med 220V</li> <li>• Brukes til nattligge for ferger samt mindre fiske og fraktestartøy. I tillegg noen båter som opererer i havnebasenget.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planer for elektrifisering opp til 780V / 1000 kVA. Ikke tidfestet. Dyrt.</li> <li>• Ventekaien til supply skip som skal til Vestbase er første prioritet, eller spot markedet. Vestbase er privat base.</li> </ul>	Avhengig av støtteordning fra ENOVA
<b>Mo i Rana Havn KF</b>	2 kommunale 3 private	delvis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 220V og 440V ved bruk av lang skjøteledning. Vanskelig å bruke grunnet trafikk på kaiene.</li> <li>• Landstrøm til større båter/skip brukes ikke. Økonomisk ugunstig.</li> </ul>		Ønsker ikke at fartøy skal ligge ved kaia og gå på diesel men har ingen tidfestede planer.	Avhengig av tilskudd fra ENOVA om det skal bli aktuelt med landstrøm til større fartøy
<b>Moss Havn KF</b>	4	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 220V 125 A</li> <li>• 400V 32 A</li> </ul>	God tilgang på kraft i havna. Har tilgang til høyspent, minst 6 kV.	Ingen konkrete planer. Støy og lokal forurensning for naboer til kaiene gir ønske om å begrense bruk av hjelpemotorer. Lasteskip (p.g.a. faste ruter kan være aktuelle for landstrøm.)	Følger med på utviklingen i støtteordninger men foreløpig ingen konkrete planer
<b>Narvik Havn KF (gr. Mulig EU krav om LNG skip)</b>	15 offentlige og private	Tilgang på de fleste.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hovedsakelig 220V, 25 A eller 80A</li> <li>• Hovedkaia 220V, 125A</li> <li>• Landstrøm brukes av mindre fartøy, slepebåter. Har lagt opp nytt anlegg til slepebåtene 125A.</li> </ul>		Ingen planer om landstrøm til større fartøy	
<b>Oslo Havn KF</b>	39	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavspent: Alle kaier</li> <li>• Høyspent: Hjortnes kai for Colorline</li> </ul>	Lavspent er tilgjengelig langs alle kaiene. For eksempel Kongeskipet bruker tilgjengelig landstrøm. Brukes med unntak av Colorline, av mindre fartøy til lys og varme.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kabler er trukket frem til Vippetangen, men ingen brukere per i dag (jobber mot DFDS).</li> <li>• Kabler lagt i grunnen for to Cruise skip, men ingen nett-tilknytting eller øvrige anlegg forberedt.</li> <li>• Rør for trekking a kabel på Sjursøya men ingen øvrige forberedelser</li> </ul>	Utbygging avhengig av ENOVA-støtte og annen finansiering
<b>Sandefjord Havnevesen</b>	2 kaier for større skip	Lavspent alle kaier	400V, 1500A landstrøm til Fjordline	Nett-tilknytting høyspent ca. 200 m fra kai	Planer om landstrøm til Colorline. Spenningsnivå ikke avklart.	Avhengig av tilskudd fra ENOVA. Søknad i 2016
<b>Stavanger interkommunale havn</b>	Ingen info. mottatt					
<b>Tromsø Havn KF</b>	Ingen info mottatt.					
<b>Trondheim Havn</b>	90 (68 av disse er i Trondheim)	38. 33 av disse er i Trondheim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mest 220V, 3 punkter med 400V</li> <li>• Mest 16 og 32 A, Noe 64 og 128 A</li> <li>• Ikke høyspent. Kun strømuttak /levering til småbåter, flytebrygger ol.</li> <li>• Reserveferge Flakk-Rørvik har nattligge m strøm tilkopleet i Trondheim.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Landstrøm til Hurtigruta er under utredning. Ingen konkrete planer.</li> <li>• Ingen planer om landstrøm til andre større fartøy</li> </ul>	
<b>Tønsberg Havnevesen</b>	7	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 220V-400V 16 og 32 A. 64 A på kanalkaiene</li> <li>• Begrenset kapasitet. Landstrøm brukes, men</li> </ul>	Høyspent ført fram til Kanalkaiene.	Ønske å kunne tilby landstrøm til større fartøy. Ingen konkrete planer.	Avhengig av tilskuddsordninger

			alltid avhengig av strekking av ledninger.			før konkretisering og realisering av planer.
<b>Ålesundregionens Havnevesen</b>	42 offentlige	17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavspent 220/440 på mange. Ingen med levering av høyspent.</li> <li>• Selger mest strøm til fiskebåter på landtørke, bruker landstrøm slik at de kan stoppe generatorer. Bruker en del strøm til fryseanlegg.</li> <li>• Landstrøm på mange kaier, men ikke høyspent. Høyest bruk utenom sesong, da 15-20 havgående fiskebåter på landstrøm. Har egne trafostasjoner lagt opp (flere fiskekaier).</li> <li>• Nye fiskekaia har 4 stasjoner, forberedt for nr. 5, 2 pluggen i hver trafo, forberedt for 5 stasjon.</li> <li>• 5 nye kaianlegg siste år med høyspent trafostasjoner fra by-nettet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeider med grunnlag for søknad om høyere spenning og 50/60 Hz. Diskuterer også med nettleverandør om mulig høyere spenning</li> <li>• Fører 15kV inn til kai fra by-nettet. Planer om 20kV by-nett.</li> <li>• Bygd stort tavlerom trafo.</li> <li>• Mange trafostasjoner på kaiene.</li> </ul>	Mer strømlevering vil kreve større trafostasjoner, d.v.s. økt kost. Dårlig utnyttelse av kaikapasitet er en utfordring. Kun info om offentlige kaier.	



## 5 TRAFIKKANALYSE, UTSLIPP OG FRAMSKRIVING

DNV GL er i besittelse av en av verdens største og mest komplette datasett med skipsbevegelsesdata basert på AIS-signaler. Denne datamengden er koblet sammen med detaljert skipsdata som gjør det mulig med omfattende beregninger av bevegelser, seilingstid samt forbruk og utslipp for fartøyene som anløper norske havner.



**Figur 1 – Oslo havn – med geografisk avgrensingsområde**

I tillegg til å håndtere store mengder data for skipsbevegelser globalt, kan DNV GLs analysesystem gjøre beregninger innenfor avgrensede områder. Dette kan være nasjonale grenser, vernesoner eller havnegrensen som vist for Oslo Havn i Figur 1 over. En slik geografisk avgrensning gjør det mulig å hente ut aktivitetsdata gjennom en gitt periode innenfor området som er definert. I dette tilfellet betyr det at all skipsaktivitet innenfor sonen, og som har blitt registrert med tilstedeværelse og null utseilt distanse, blir registrert som havneligge. Det betyr at noen registreringer som strengt tatt er manøvrering med null fart, og ikke er havneligge, likevel blir tatt med i beregningene. DNV GL vurderer imidlertid effekten av dette som godt innenfor den generelle usikkerheten i analysen, slik at det ikke har signifikant betydning for resultatene og konklusjonene i rapporten.

## 5.1 Analyse av større Norske havner

I dette studiet er det benyttet AIS-data for 2014 fra geografisk avgrensede soner for et utvalg havner, der alle registrerte AIS-posisjoner med hastighet lik null er plukket ut. Basert på disse, samt kunnskap om maskineri og effektbehov for de enkelte skipene, er det beregnet forbruk og utslipp fra alle skipene innenfor hver havn som vist i Tabell 5 under.

**Tabell 5 – Beregnet forbruk og utslipp fra skip i Norske havner i 2014**

	Drivstofforbruk Tonn	CO2 Tonn	Nox Tonn	Black Carbon Tonn
Bergen, Norway	13285	42078	593	6.0
Oslo, Norway	6035	19130	278	1.2
Slagen, Norway	3053	9677	143	0.5
Tromsø, Norway	2955	9340	130	0.6
Ålesund, Norway	2785	8752	125	0.6
Stavanger, Norway	2707	8524	120	0.8
Trondheim, Norway	2641	8369	118	0.5
Larvik, Norway	1864	5910	83	0.3
Kristiansund, Norway	1777	5632	78	0.6
Kristiansand, Norway	1597	5061	72	0.5
Narvik, Norway	1511	4789	72	0.3
Bodø, Norway	1382	4233	59	0.3
Sandefjord, Norway	1378	4249	59	0.2
Drammen, Norway	744	2358	33	0.1
Moss, Norway	660	2093	29	0.2
Hammerfest, Norway	509	1612	22	0.2
Molde, Norway	368	1141	17	0.1
Egersund, Norway	174	550	8	0.0

Tabellen og figuren over viser at Bergen og Oslo er havnene med høyest utslipp men med Bergen i en særstilling. Bergen har stor trafikk til havnen med tilhørende anslag på drivstofforbruk og bidrag til luftforurensing. Dette kommer også tydelig fram i illustrasjonen i Figur 2 under. I tillegg er det kjent at både Bergen og Oslo sliter med luftkvaliteten i perioder, slik at behovet for å begrense luftforurensing er klart tilstede. Merk at forbrukstallene inkluderer ikke forbruk fra boilere om bord på skipene. For de større passasjerskipene kan dette være 50% av totalt forbruk i havn.



**Figur 2 – Beregnet forbruk fra skip i Norske havner i 2014**

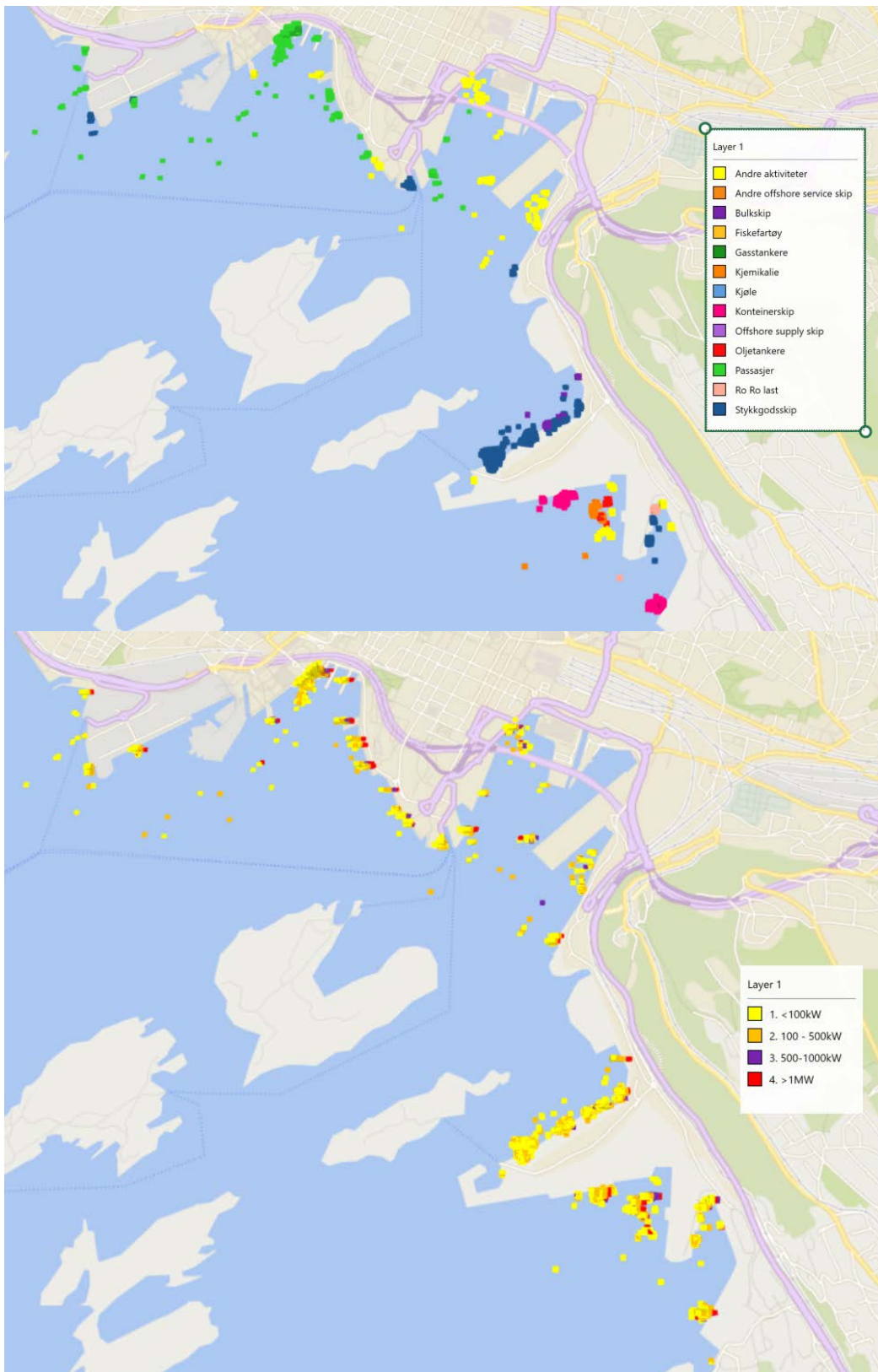
## 5.2 Trafikkdata og potensiale for enkelthavner

Markedsgrunnlaget nasjonalt for landstrøm kan ses som totalen for relevante havner. Vi har derfor gått igjennom data og hentet ut detaljer knyttet til hver av de listede havnene. Først viser vi i kart AIS-data for fartøy som ligger i havn etter kategorier. Deretter har vi beregnet hva som er rimelig anslag på effektbehov, og vist dette i kart.

For begge kartene vil det enkelte steder vises fartøy som ikke ligger ved kai, men som er kommet med i datautvalget på grunn av null fart. DNV GL vurderer som sagt effekten av dette som godt innenfor den generelle usikkerheten i analysen, slik at det ikke har signifikant betydning for resultatene og konklusjonene i rapporten.



## 5.2.1 Oslo Havn



Figur 3 - 20 dager havneaktivitet i Oslo havn - skipstyper og effektbehov

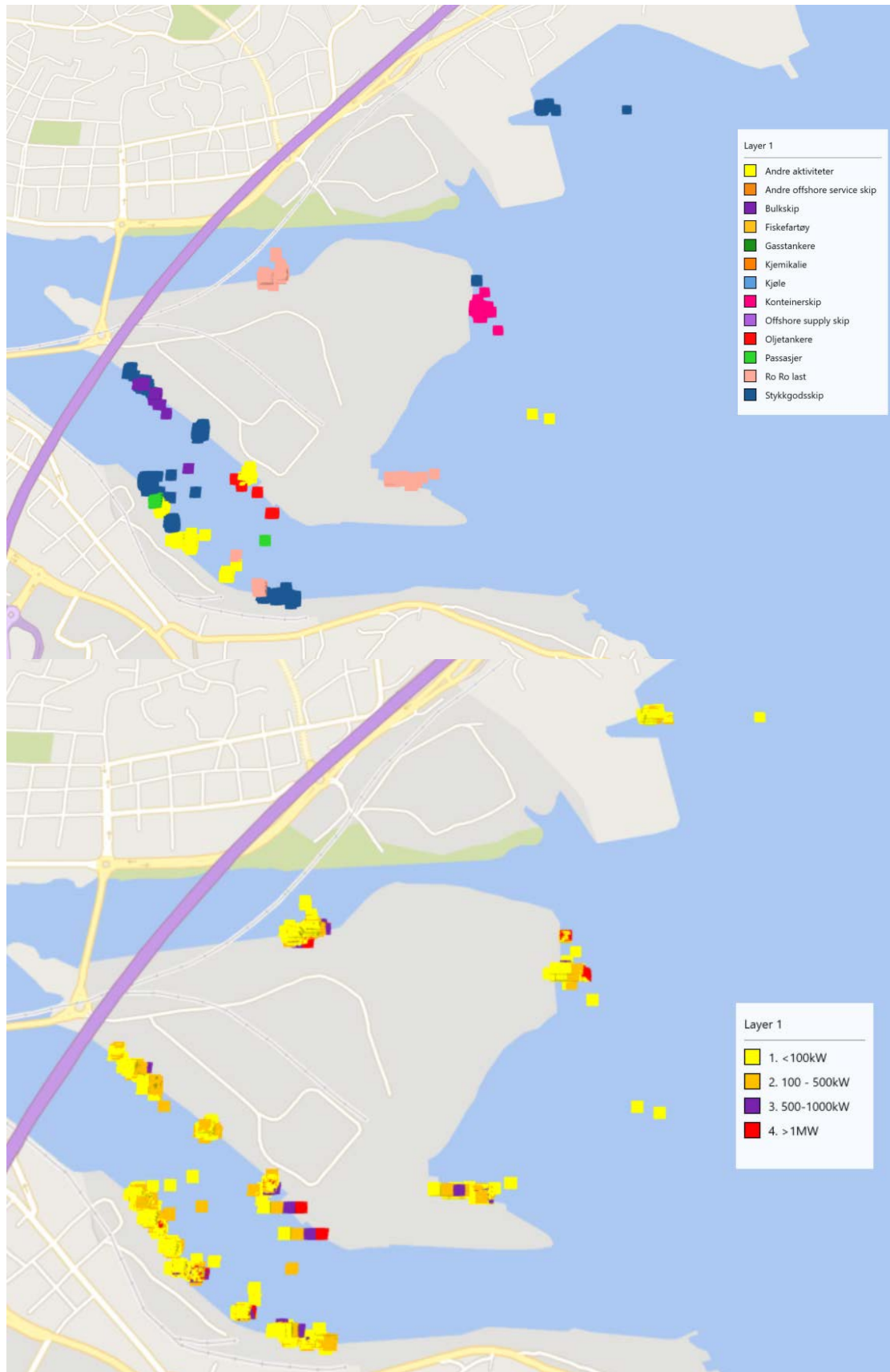
**Tabell 6 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Oslo 2014**

Oslo	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	22	133	8	18	14	14	0	0
02 Kjem-/prod.tankere	0	0	9	213	11	242	12	339
04 Bulkskip	9	0	12	290	0	0	0	0
05 Stykkgodsskip	13	19	14	363	0	0	0	0
06 Kontainerskip	0	0	11	637	12	213	0	0
07 Ro Ro last	0	0	8	77	9	28	0	0
08 Kjøle-/fryseskip	0	0	3	0	0	0	0	0
09 Passasjer	18	115	12	440	14	75	5	2675
12 Andre aktiviteter	21	106	18	20	0	0	16	18
13 Fiskefartøy	18	1	0	0	0	0	0	0

Oslo havn er havnen der det er beregnet nest mest drivstofforbruk i Norge i 2014. Tabell 6, over viser at den dominerende gruppen skip er de store passasjerskipene, i første rekke de store Ro-Pax skipene, men også cruiseskipene bidrar gjennom sesongen. Disse skipene vil ha behov for høyspent strøm med over 1 MW kapasitet. En utfordring er at liggetiden i snitt på 5 timer er ganske kort og opp/ned kobling vil spise av denne i hver ende, noe som vil redusere effekten av landstrøm noe. Også de mindre passasjerskipene med effektbehov på mellom 100-500 kW har et relativt høyt summert forbruk, men denne gruppen vil i stor grad bestå av Nesoddfergene, og for dem er kun nattligge relevant for landstrøm med dagens materiell. Colorline sine to ferger som betjener Oslo benytter i dag landstrøm og forbruket registrert på disse skipene er redusert med 80% i beregningene (regner 20% nedetid inkl. opp/nedkobling). Merk at boilerforbruket ikke er del av landstrømsystemet og ei heller del av beregningen.

Produkttankere og mindre bulkskip er også relevante bidragsyttere, men mange av disse vil ofte gå i internasjonal tramp-fart og vil kanskje kun sporadisk besøke havnen. Det samme vil gjelde de fleste stykkgodsskipene. Kontainerskipene vil imidlertid ofte operere i linjefart over tid og installasjon av opp til 1MW-system på de to kontainerkaiene kan være gunstig.

## 5.2.2 Drammen



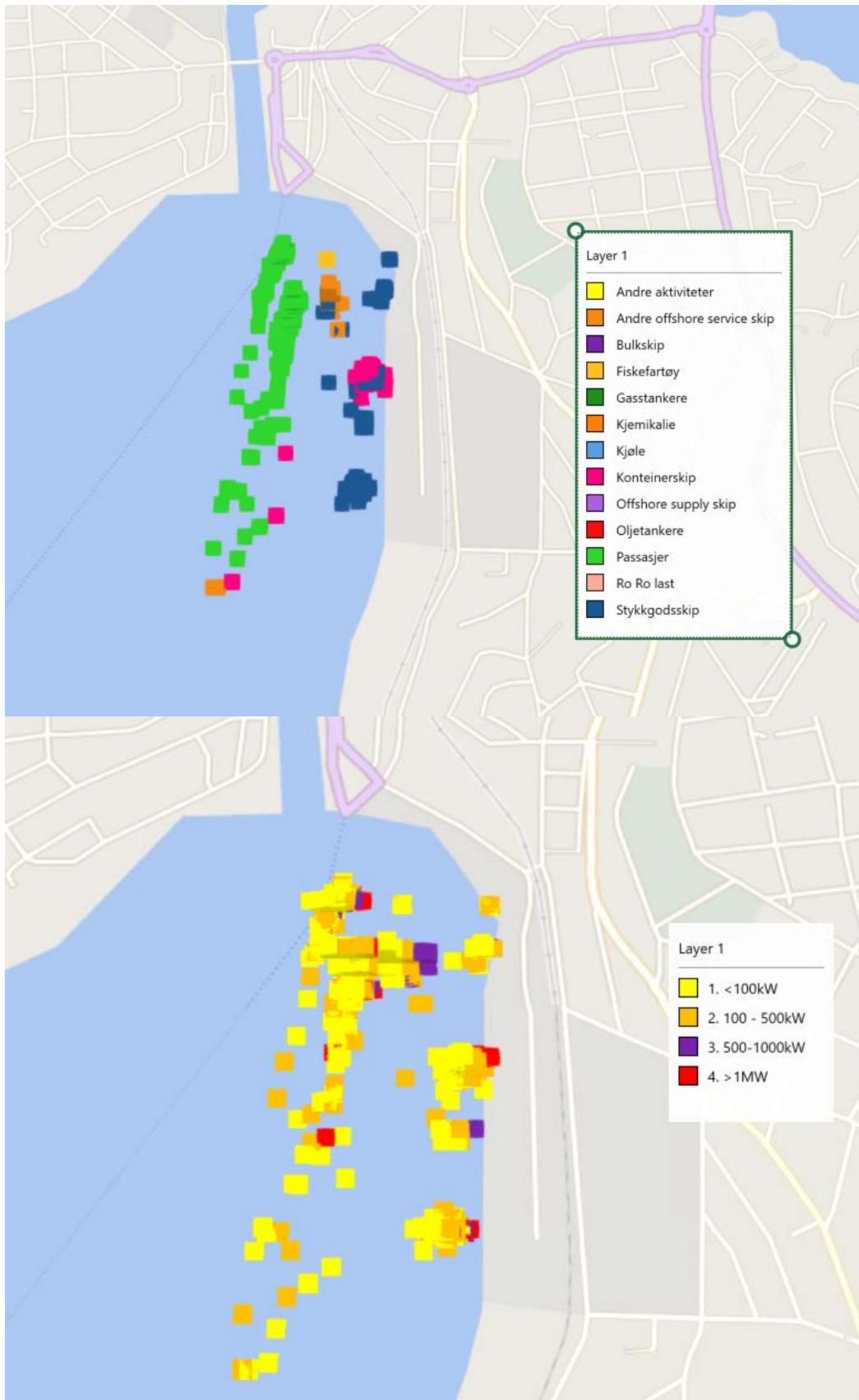
**Figur 4 - 20 dager havneaktivitet i Drammen havn - skipstyper og effektbehov**

**Tabell 7 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Drammen 2014**

Drammen	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	0	0	11	101	9	24
02 Kjem-/prod.tankere	0	0	8	11	18	20
04 Bulkskip	0	0	13	51	0	0
05 Stykkgodsskip	6	1	12	152	0	0
06 Kontainerskip	0	0	9	118	0	0
07 Ro Ro last	0	0	12	110	6	86
09 Passasjer	11	0	0	0	0	0
10 Offshore supply skip	0	0	9	0	17	14
11 Andre OS service skip	0	0	18	15	0	0
12 Andre aktiviteter	17	21	0	0	20	20

Som vist i Tabell 7 er Drammen havn blant havnene med mindre aktivitet i denne undersøkelsen og forbruket stammer stort sett fra mindre oljetankere, stykkgodsskip, kontainerskip samt ro-ro bilskip. Av disse er det ro-ro skipene og kontainerskipene en kan forvente størst grad av regularitet for, og som det dermed det kan være mest aktuelt å tilby landstrøm. Et relativt lite system med kapasitet opp til 500 kW vil kunne være tilstrekkelig for de aller fleste av skipene.

### 5.2.3 Moss



Figur 5 - 20 dager havneaktivitet i Moss havn - skipstyper og effektbehov

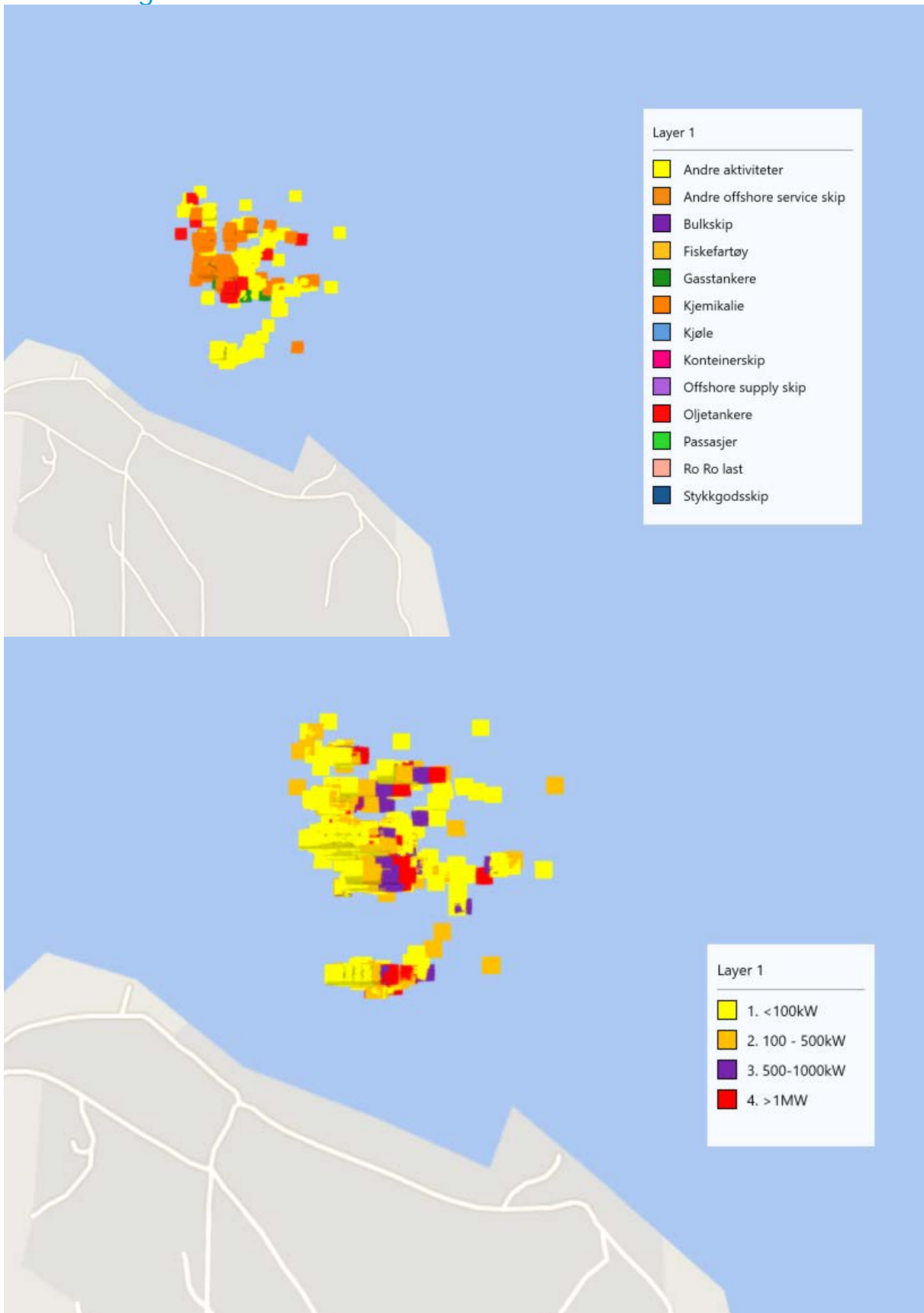
**Tabell 8 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Moss 2014**

Moss	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
05 Stykkgodsskip	0	0	10	119	0	0
06 Kontainerskip	0	0	5	123	5	9
07 Ro Ro last	0	0	0	0	1	0
08 Kjøle-/fryseskip	0	0	1	0	0	0
09 Passasjer	0	0	5	322	0	0
10 Offshore supply skip	0	0	0	0	22	72
11 Andre OS service skip	0	0	0	0	17	14
12 Andre aktiviteter	9	1	0	0	0	0
13 Fiskefartøy	0	0	0	0	0	0

So illustrert i Tabell 8 er forbruket i Moss havn dominert av passasjerskip (dvs. Bastøyfergene). OSV-forbruket i 2014 ser ut til kun å være knyttet til ett enkelt skip. Moss havn er en kompakt havn der et system vil potensielt kunne betjene flere skipstyper. Et mindre 100-500 kW system vil kunne betjene stykkgodsskip og kontainerskip langs kaien dersom disse er tilpasset dette.



## 5.2.4 Slagen



**Figur 6 - 20 dager havneaktivitet i Slagen havn - skipstyper og effektbehov**

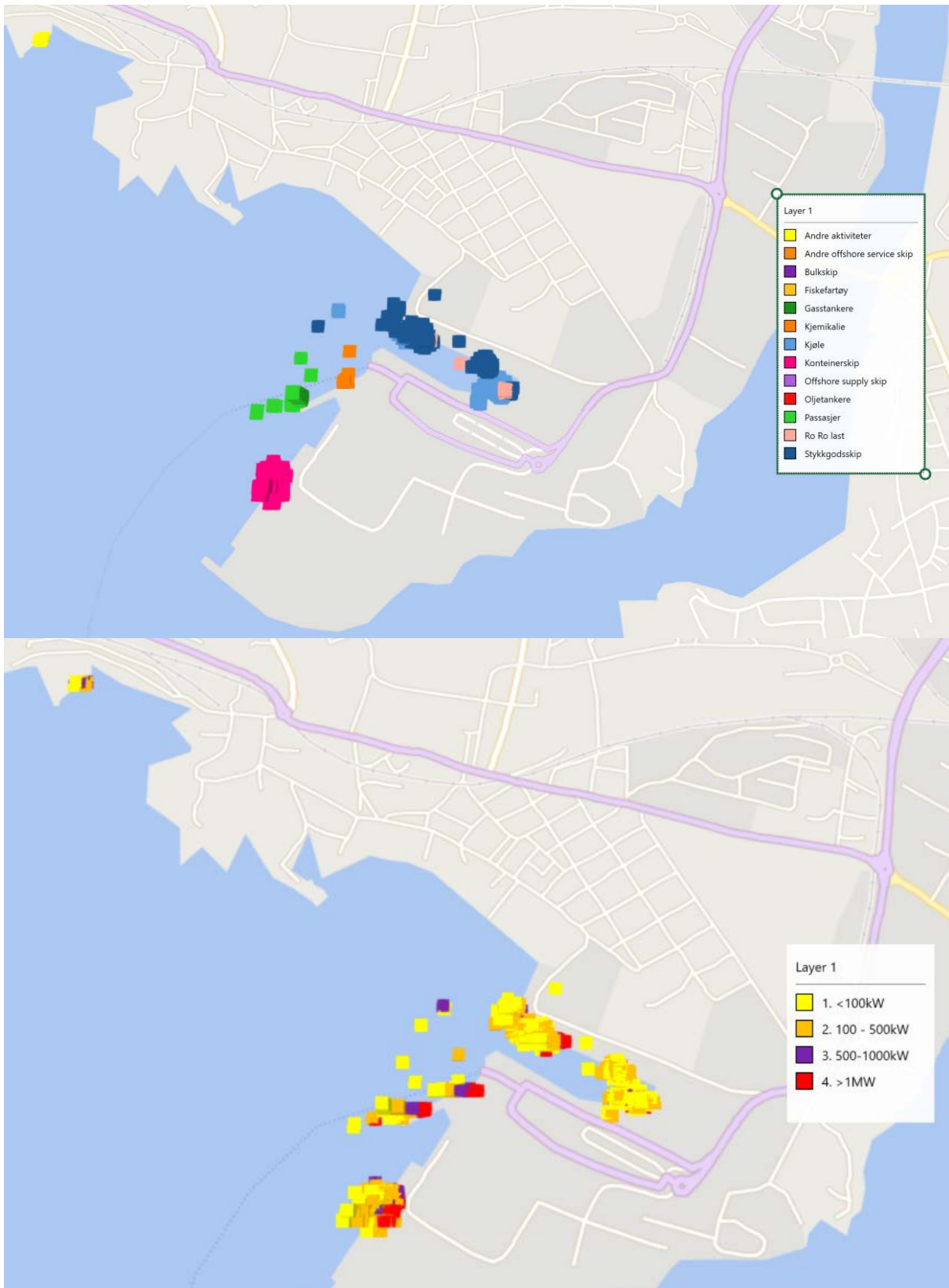


**Tabell 9 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Slagen 2014**

Slagen	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	7	1	9	30	12	186	12	934
02 Kjem-/prod.tankere	0	0	9	561	10	508	12	705
03 Gasstankere	0	0	9	31	0	0	6	4
12 Andre aktiviteter	15	94	0	0	0	0	0	0

Tabell 9 viser at Slagen havn, som er en del av Borg/Tønsberg havn, er en spesialisert olje/produkt-havn. Det totale forbruket/utslippet fra havnen er imidlertid stort i denne sammenhengen. Liggetiden for skipene indikerer at det er god mulighet for bruk av landstrøm, men regulariteten til skipene, som ofte opererer i spot-markedet, vil kunne være en utfordring. En del shuttle-tankere som går regelmessig fra installasjonene i Nordsjøen til havnen, kan være mulige kandidater for bruk av landstrøm i havn.

## 5.2.5 Larvik



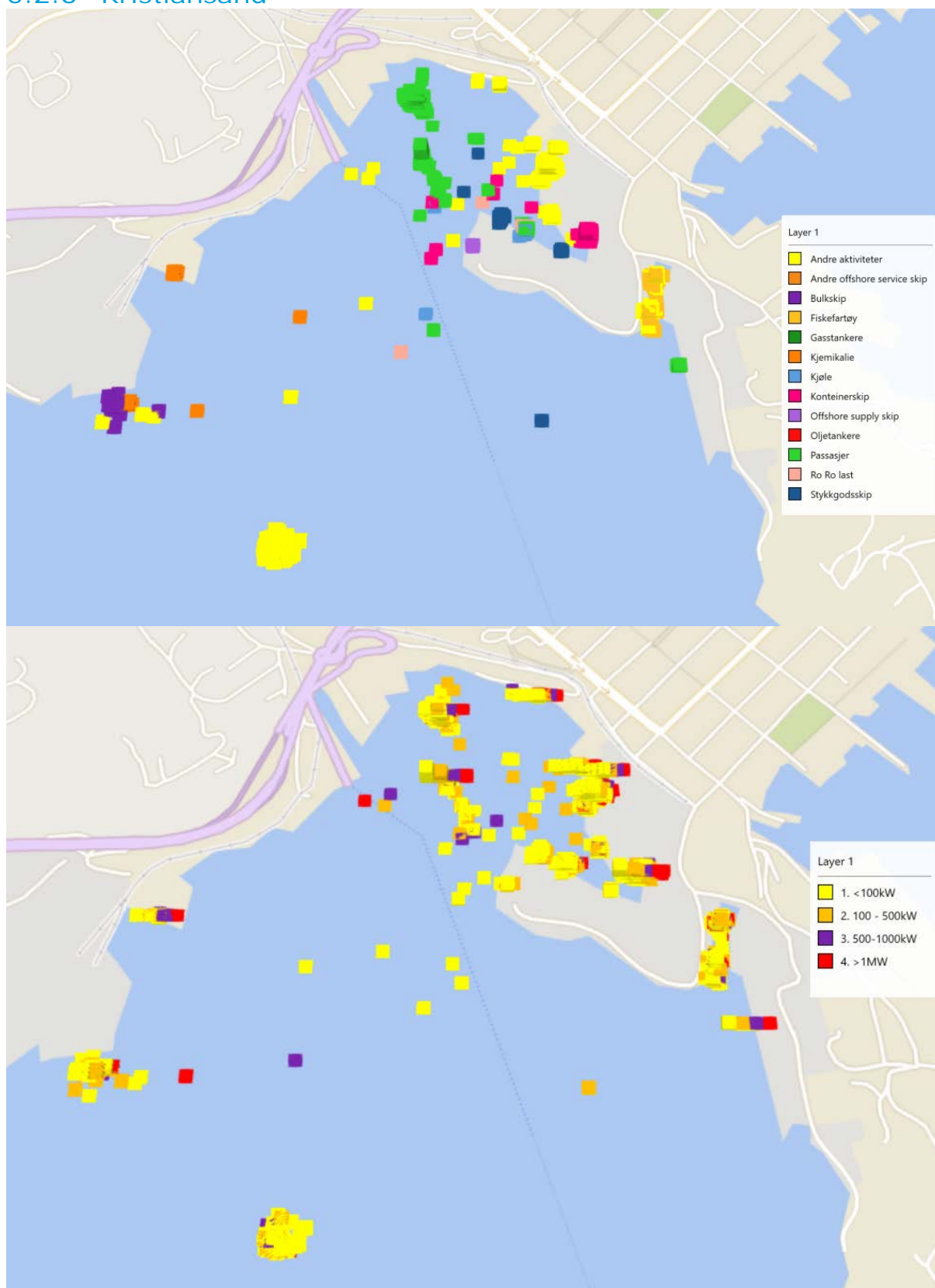
Figur 7 - 20 dager havneaktivitet i Larvik havn - skipstyper og effektbehov

**Tabell 10 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Larvik 2014**

Larvik	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	0	0	5	3	0	0	0	0
02 Kjem-/prod.tankere	0	0	6	22	0	0	0	0
05 Stykkgodsskip	6	0	14	84	0	0	0	0
06 Kontainerskip	0	0	7	204	11	182	10	4
07 Ro Ro last	0	0	4	11	0	0	0	0
08 Kjøle-/fryseskip	0	0	3	13	0	0	0	0
09 Passasjer	17	1	0	0	0	0	7	1331
12 Andre aktiviteter	9	9	0	0	0	0	0	0

Larvik er en relativt gjennomsnittlig havn med hensyn på forbruk og utslipp i det analyserte havneutvalget, jf. Tabell 10 over. Forbruket er dominert av ro-pax-fergene med en gjennomsnittlig liggetid på 7 timer, og det burde være gode muligheter for å benytte landstrøm for disse. Det er planlagt landstrømbygging for Superspeed 2 ila. 2016. Med en kompakt kontainerhavn kan det være rasjonelt med et opp til 1 MW landstrømsystem for denne kaia.

## 5.2.6 Kristiansand



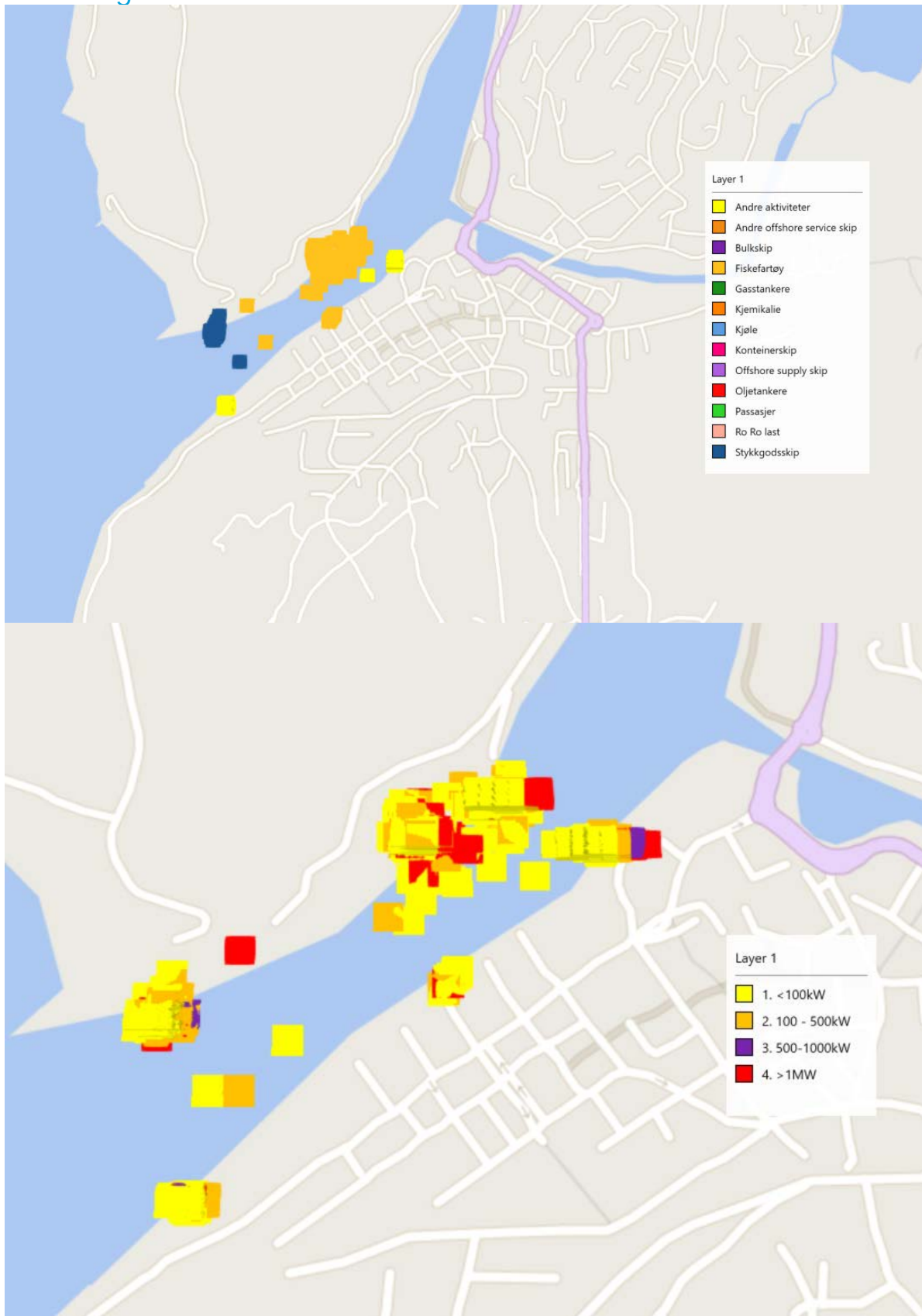
Figur 8 - 20 dager havneaktivitet i Kristiansand havn - skipstyper og effektbehov

**Tabell 11 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Kristiansand 2014**

Kristiansand	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	2	0	6	32	0	0	0	0
02 Kjem-/prod.tankere	0	0	8	104	7	12	0	0
04 Bulkskip	4	0	14	62	0	0	0	0
05 Stykkgodsskip	0	0	11	37	0	0	0	0
06 Kontainerskip	0	0	8	210	8	133	0	0
07 Ro Ro last	0	0	6	15	0	0	0	0
08 Kjøle-/fryseskip	0	0	3	2	0	0	0	0
09 Passasjer	11	0	12	63	7	7	9	606
10 Offshore supply skip	19	2	11	5	0	0	0	0
11 Andre OS service skip	0	0	20	24	20	51	0	0
12 Andre aktiviteter	20	193	14	17	16	17	9	1
13 Fiskefartøy	1	4	0	0	0	0	0	0

Kristiansand havn er en gjennomsnittlig havn med hensyn på forbruk og utslipp i dette utvalget. Tabell 11 viser at mange skipstyper er representert, men forbruket/utslippene er dominert av de store ro-pax-fergene samt større cruiseskip. Ro-pax-fergen til Colorline benytter i dag landstrøm og forbruket registrert på disse skipene er redusert med 80% i beregningene (regner 20% nedetid inkludert opp/nedkobling). Merk at boilerforbruket ikke er del av landstrømsystemet og ei heller del av beregningen. I tillegg til ro-pax-kaien kan det virke rasjonelt med en opp til 1 MW løsning på konteiner og tankkaiene.

## 5.2.7 Egersund



Figur 9 - 20 dager havneaktivitet i Egersund havn - skipstyper og effektbehov

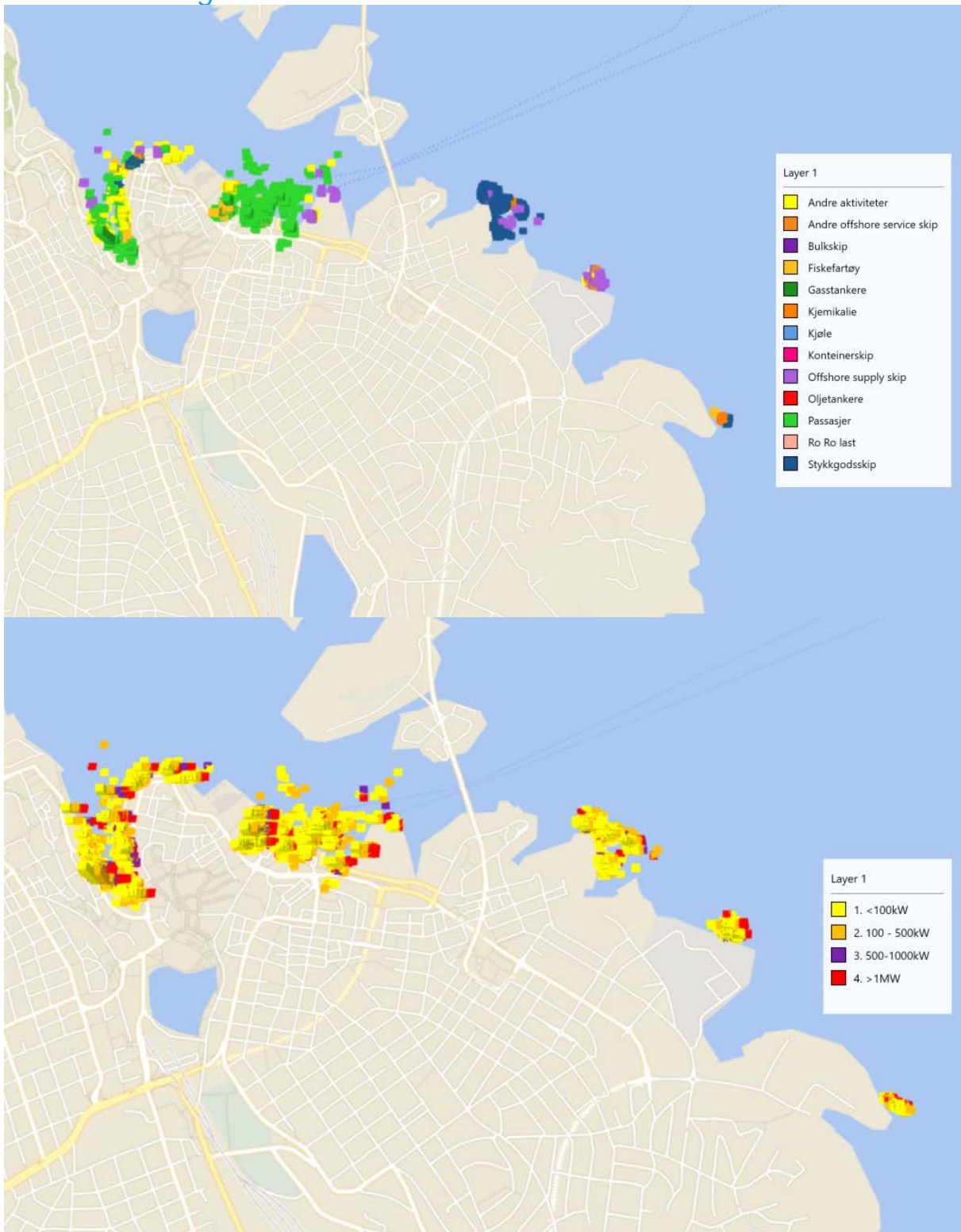


**Tabell 12 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Egersund 2014**

Egersund	1. <100kW		2. 100 - 500kW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
05 Stykkgodsskip	0	0	12	6
08 Kjøle-/fryseskip	0	0	6	1
09 Passasjer	11	0	0	0
12 Andre aktiviteter	21	14	0	0
13 Fiskefartøy	11	70	11	83

Tabell 12 over viser at Egersund er en liten havn i utvalget. Ved å tilby lavspent system opp til 500 kW til fiskefartøy i havnen vil dette kunne dekke størsteparten av forbruket.

## 5.2.8 Stavanger



Figur 10 - 20 dager havneaktivitet i Stavanger havn - skipstyper og effektbehov

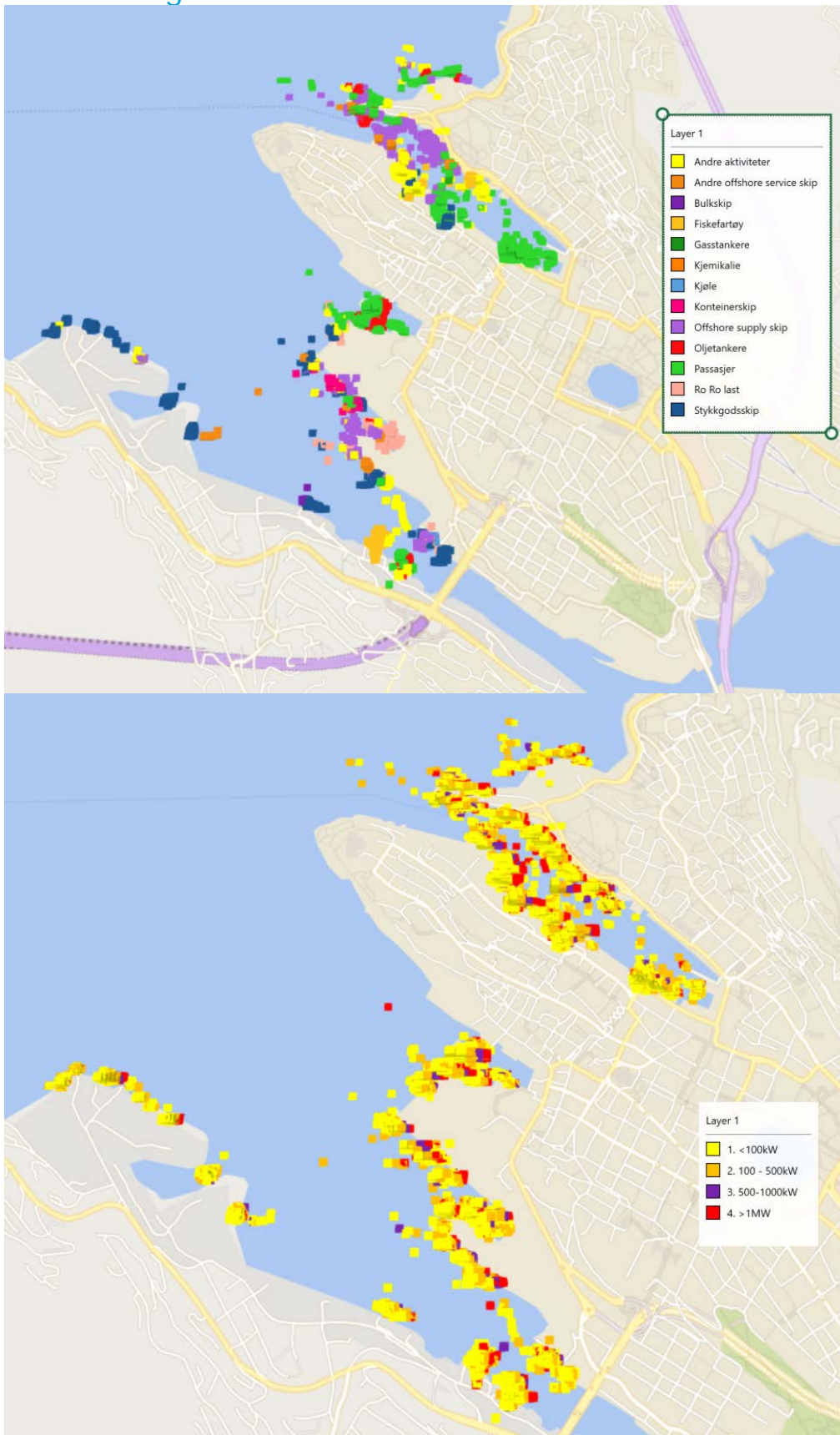
**Tabell 13 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Stavanger 2014**

Stavanger	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	8	2	0	0	0	0	0	0
02 Kjem-/prod.tankere	0	0	8	90	7	35	18	65
04 Bulkskip	1	0	11	86	0	0	0	0
05 Stykkgodsskip	10	1	14	132	0	0	0	0
07 Ro Ro last	8	0	12	1	0	0	0	0
08 Kjøle-/fryseskip	0	0	4	0	0	0	0	0
09 Passasjer	13	192	5	156	8	42	8	329
10 Offshore supply skip	15	6	16	595	16	332	0	0
11 Andre OS service skip	12	1	14	18	21	243	0	0
12 Andre aktiviteter	16	114	20	203	18	39	0	0
13 Fiskefartøy	16	21	14	5	0	0	0	0

Tabell 13 viser aktiviteten i Stavanger havn, som er blant de store havnene med hensyn på forbruk. Havnen er dominert av offshoreship. Dette er skip som tilbringer mye tid i havn, der en elektrifisering vil ha stor effekt på utslippsbildet. Tilsynelatende kan en redusere mye av forbruket med et relativt beskjedent 100-500 kW anlegg, men et 500-1000 kW-anlegg vil dekke vesentlig mer av kapasiteten. Offshoreskipene ser ut til å være fordelt mellom 4-5 kaier i Stavanger.

Også i Stavanger står ro-pax-fergene og cruiseskipene for en solid andel av forbruket, og de er aktuelle kandidater for bruk av landstrøm. Imidlertid er NOx- og partikkelforurensningen fra de LNG-drevne Fjordline-skipene allerede lave, uten at det er lagt inn i NOx-beregningene i dette studiet.

## 5.2.9 Bergen



Figur 11 - 20 dager havneaktivitet i Bergen havn - skipstyper og effektbehov

**Tabell 14 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Bergen 2014**

Bergen	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	3	56	0	0	0	0	0	0
02 Kjem-/prod.tankere	10	1	15	19	0	0	0	0
03 Gasstankere	0	0	0	0	0	0	1	0
04 Bulkskip	8	1	12	203	0	0	0	0
05 Stykkgodsskip	10	12	9	296	0	0	0	0
06 Kontainerskip	0	0	6	154	0	0	0	0
07 Ro Ro last	11	6	11	282	0	0	0	0
08 Kjøle-/fryseskip	0	0	7	43	0	0	0	0
09 Passasjer	11	237	10	68	9	869	5	1533
10 Offshore supply skip	13	2	18	1409	20	5836	0	0
11 Andre OS service skip	14	20	20	280	17	409	0	0
12 Andre aktiviteter	18	437	16	507	21	328	20	70
13 Fiskefartøy	14	48	16	155	13	2	0	0

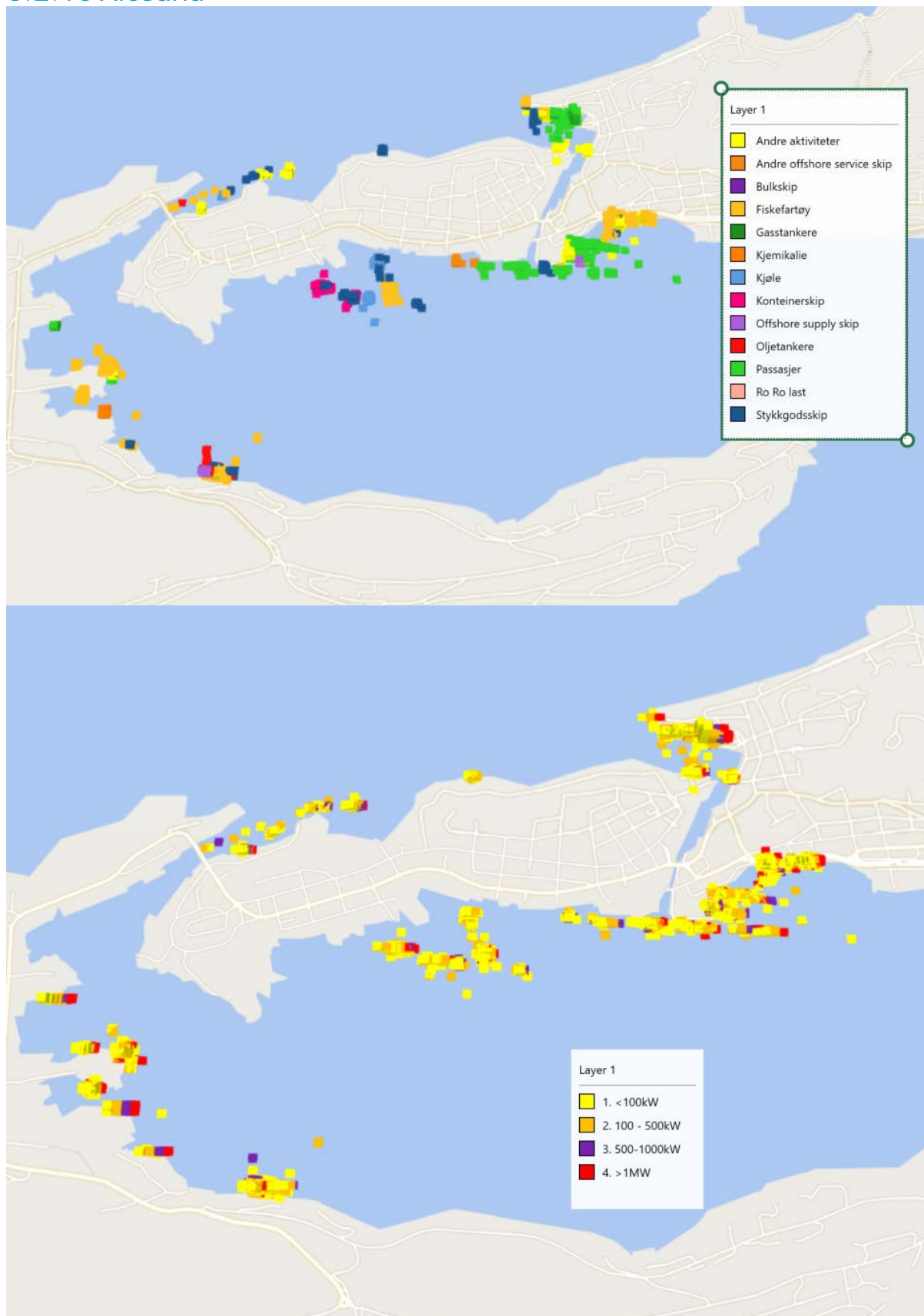
Bergen er, med god margin, Norges største havn med hensyn på forbruk og utslipp og aktiviteten vises klart i Tabell 14 over. Som i Stavanger er forbruket hovedsakelig dominert av offshoreskipene.

Passasjerskip er en annen viktig bidragsyter til forbruket i Bergen havn det vil være naturlig å se på. Bergen er endestasjonen for Hurtigruta sine skip, og de ligger typisk 5 og 8 timer ved kai. Cruiseskipene er også viktige bidragsytere til utslippene i Bergen, og bør være kandidater for landstrøm, men det vil kreve større og mere kostbare systemer.

De andre skipstypene er relativt sett mindre forbrukere i havnen. Fiskefartøyene kan være interessant å vurdere nærmere, fordi de har relativt lang gjennomsnittlig liggetid og beskjedne effektbehov.



## 5.2.10 Ålesund



Figur 12 - 20 dager havneaktivitet i Ålesund havn - skipstyper og effektbehov



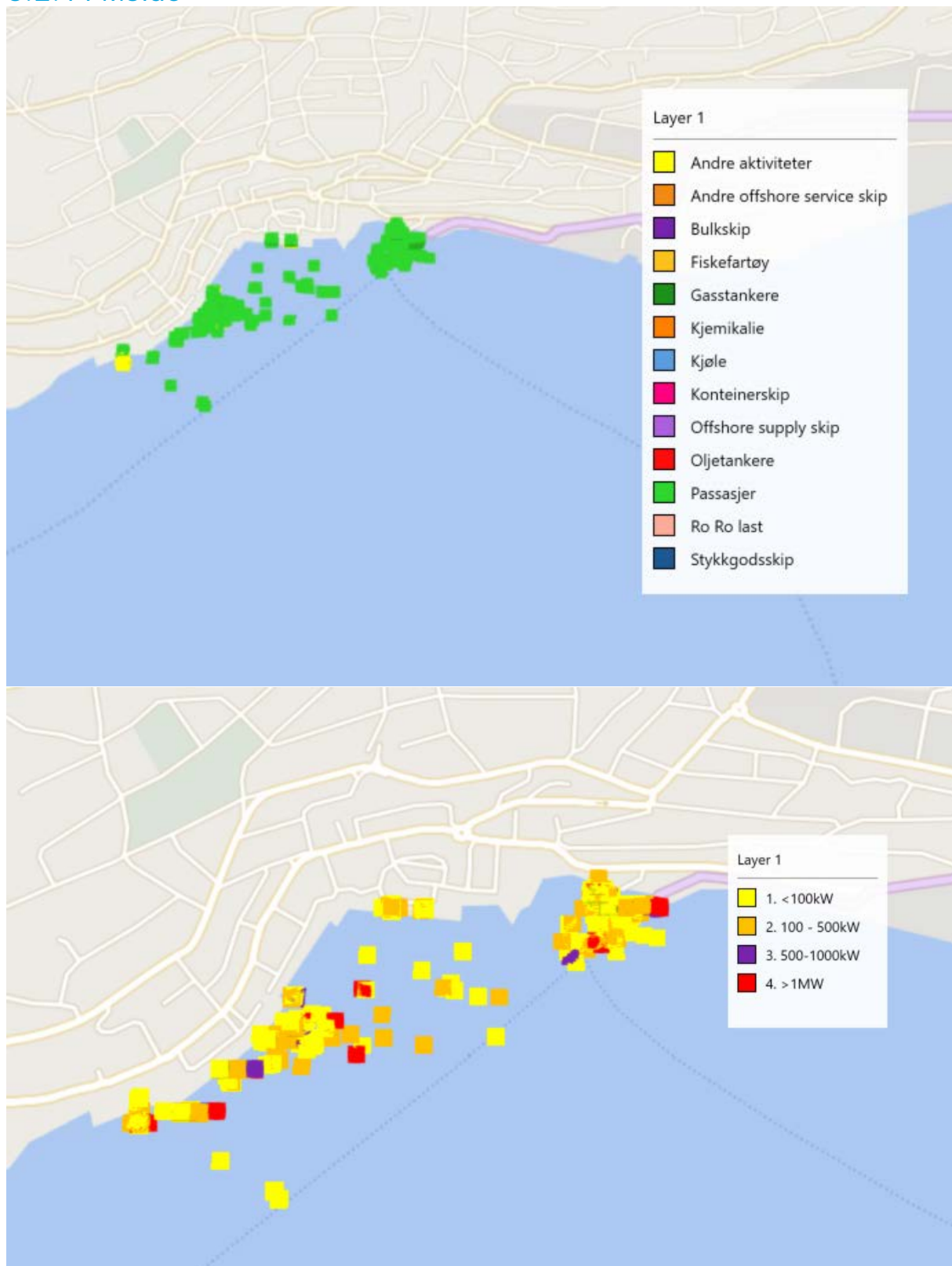
**Tabell 15 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Ålesund 2014**

Ålesund	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	2	8	0	0	0	0	6	3
02 Kjem-/prod.tankere	2	0	7	51	8	14	6	25
03 Gasstankere	0	0	1	0	0	0	0	0
04 Bulkskip	9	1	0	0	0	0	0	0
05 Stykkgodsskip	6	3	7	106	0	0	0	0
06 Kontainerskip	0	0	9	261	16	11	0	0
07 Ro Ro last	0	0	18	7	0	0	0	0
08 Kjøle-/fryseskip	0	0	4	50	0	0	0	0
09 Passasjer	10	68	3	18	2	234	9	554
10 Offshore supply skip	3	0	20	34	15	54	0	0
11 Andre OS service skip	8	0	9	2	6	3	0	0
12 Andre aktiviteter	12	149	11	47	10	3	0	0
13 Fiskefartøy	10	122	16	960	5	0	0	0

Ålesund er der fiskebåter er den dominerende gruppen fartøy når det gjelder drivstofforbruk i havn. Ut ifra kartet over kan det se ut som om disse hovedsakelig benytter 5-6 forskjellige kaier, men de har lang gjennomsnittlig liggetid, og mindre systemer (under 500 kW) vil kunne være dekkende.

Også passasjerskip er en gruppe med høyt forbruk i havn, men kun de største cruiseskipene ser ut til å ha en liggetid som gjør landstrøm relevant.

## 5.2.11 Molde



Figur 13 - 20 dager havneaktivitet i Molde havn - skipstyper og effektbehov

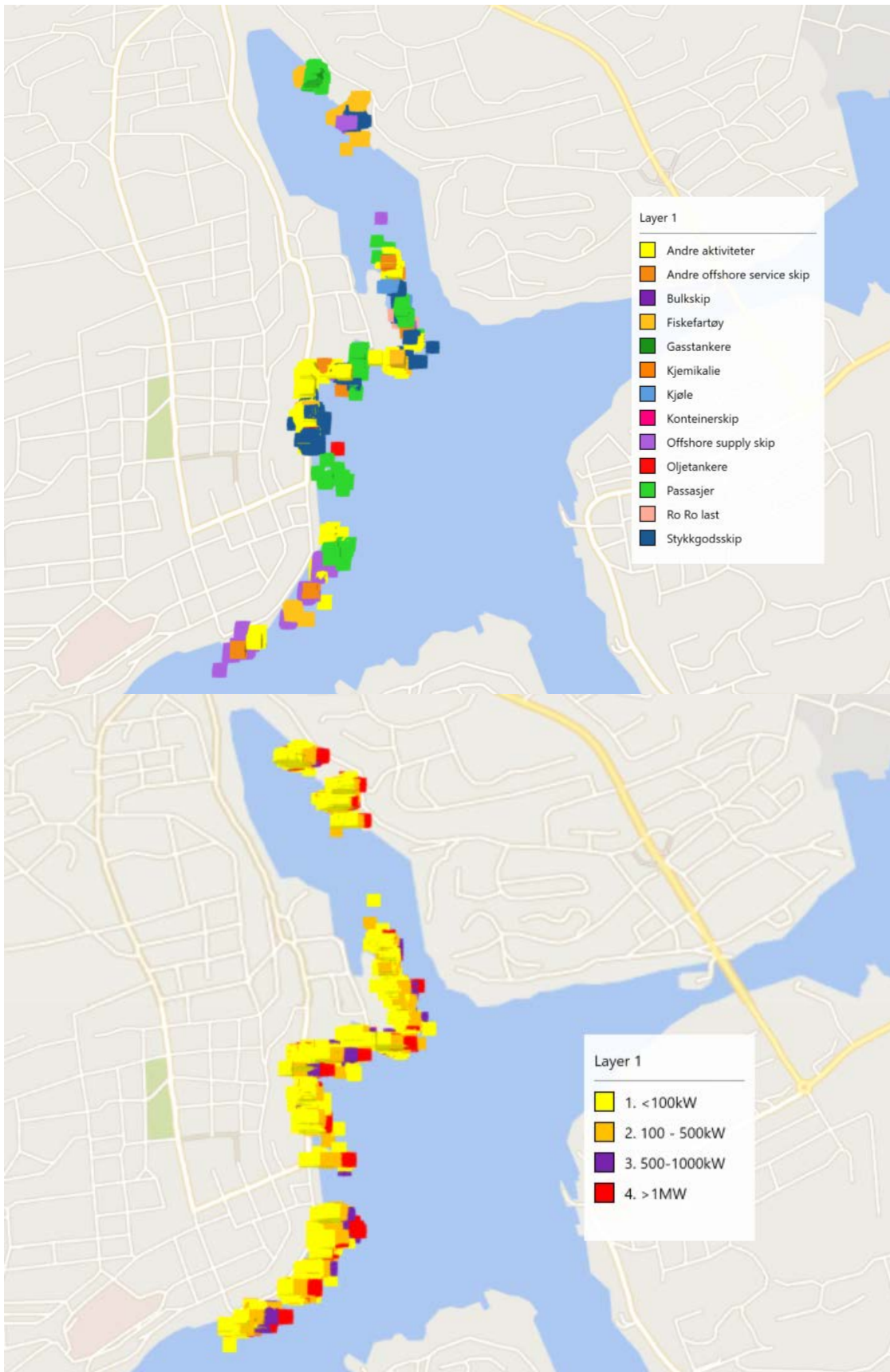
**Tabell 16 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Molde 2014**

Molde	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	1	0	0	0	0	0	0	0
02 Kjem-/prod.tankere	2	0	0	0	0	0	0	0
05 Stykkgodsskip	11	1	3	0	0	0	0	0
09 Passasjer	10	26	2	91	1	87	7	91
12 Andre aktiviteter	15	22	11	2	0	0	0	0
13 Fiskefartøy	21	16	20	31	0	0	0	0

Molde er en av de minste havnene i utvalget. Foruten fiskefartøy, er det passasjerskip som er representert med det meste av forbruket. Kun de største passasjerskipene (cruise) har liggetider som er kompatible med landstrøm.

Imidlertid er tallene for denne havnen misvisende siden den geografiske havnedefinisjonen i databasen som er benyttet utelukker enkelte havner på østsiden av byen. Dermed får vi ikke med bidraget fra tankere, bulk og stykkgodsskipene.

## 5.2.12 Kristiansund



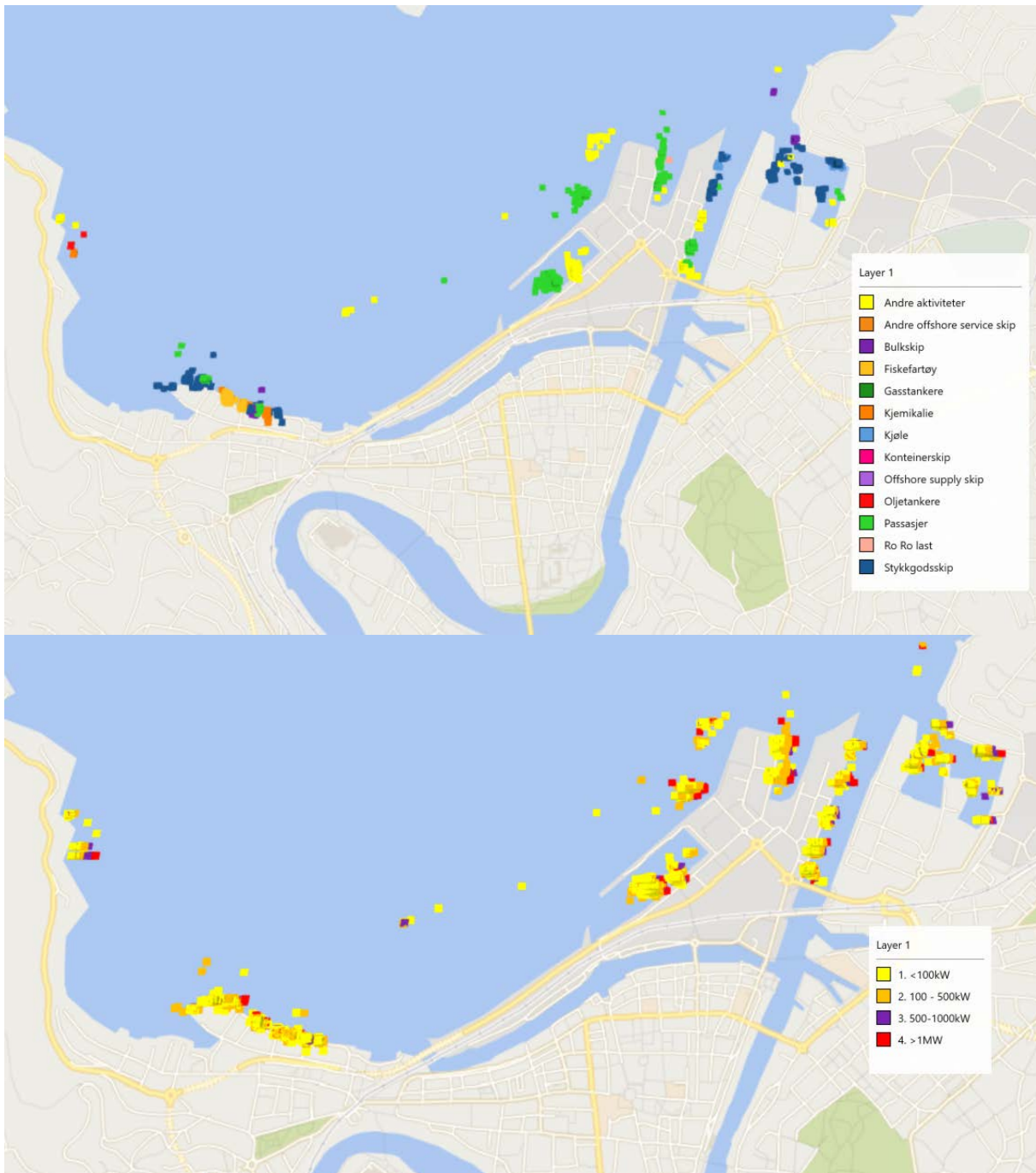
Figur 14 - 20 dager havneaktivitet i Ålesund havn - skipstyper og effektbehov

**Tabell 17 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Kristiansund 2014**

Kristiansund	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	13	3	5	3	0	0	0	0
02 Kjem-/prod.tankere	7	1	0	0	0	0	0	0
05 Stykkgodsskip	18	10	10	72	0	0	0	0
06 Kontainerskip	0	0	2	1	0	0	0	0
07 Ro Ro last	4	0	2	5	0	0	0	0
08 Kjøle-/fryseskip	0	0	2	8	0	0	0	0
09 Passasjer	7	39	19	132	1	89	8	45
10 Offshore supply skip	6	0	15	394	17	338	0	0
11 Andre OS service skip	14	14	13	6	17	142	0	0
12 Andre aktiviteter	13	84	13	273	11	8	0	0
13 Fiskefartøy	17	92	11	16	0	0	0	0

Kristiansund er enda en havn som er dominert av offshore-skip som har relativt lang liggetid i havn. Disse skipene ser ut til å ligge relativt konsentrert rundt 1-2 kaier. På samme måte som i Bergen og Stavanger burde det være mulig å avlaste mye av generatorene til disse skipene med strøm fra nettet. Kun for de store passasjerskipene (cruise) er det relevant med landstrømsystemer over 1 MW.

## 5.2.13 Trondheim



Figur 15 - 20 dager havneaktivitet i Trondheim havn - skipstyper og effektbehov

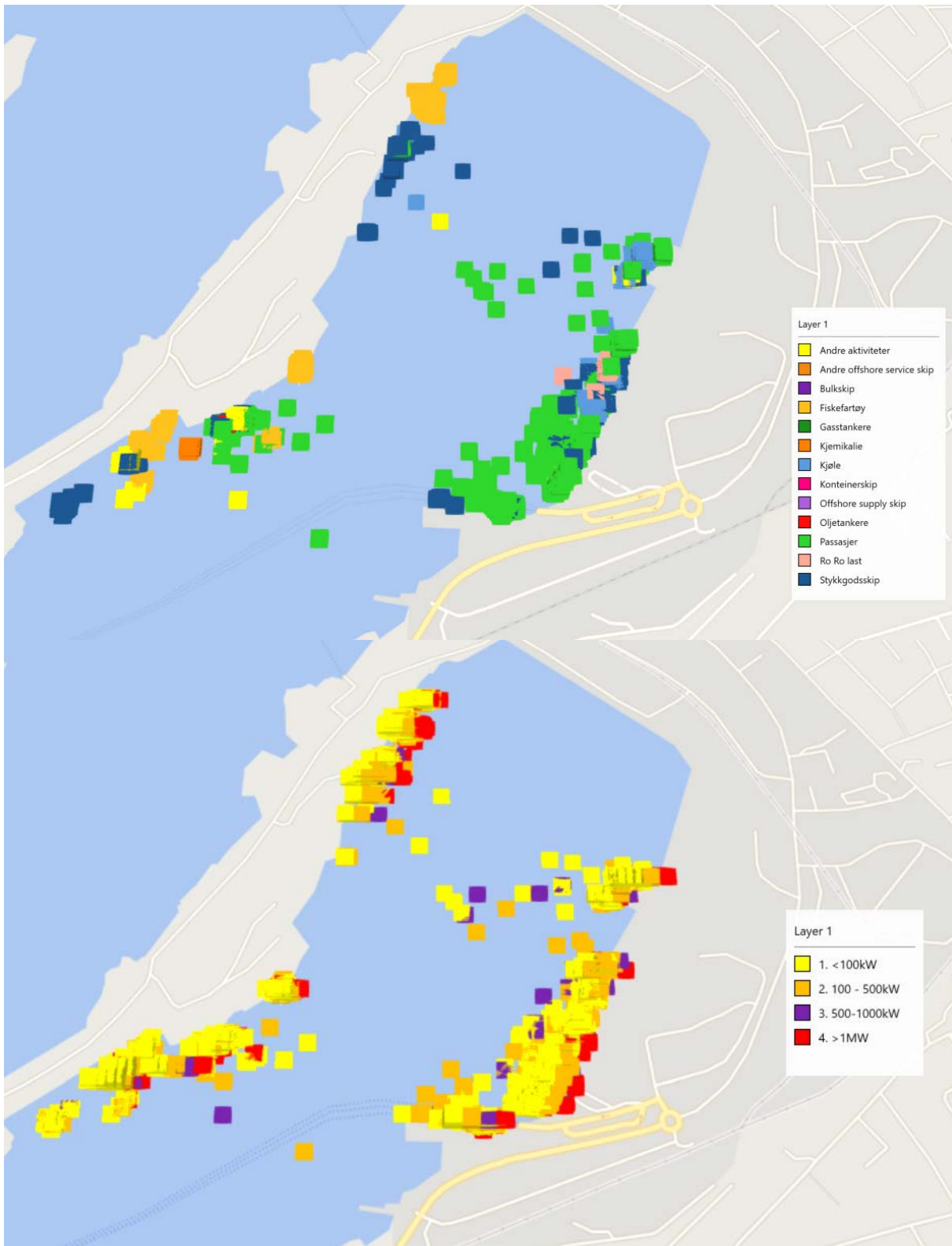


**Tabell 18 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Trondheim 2014**

Trondheim	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	7	0	5	24	0	0	0	0
02 Kjem-/prod.tankere	0	0	7	17	10	7	8	42
03 Gasstankere	0	0	13	1	0	0	0	0
04 Bulkskip	5	0	8	91	0	0	0	0
05 Stykkgodsskip	10	5	11	203	0	0	0	0
07 Ro Ro last	1	0	2	7	0	0	0	0
08 Kjøle-/fryseskip	0	0	6	16	0	0	0	0
09 Passasjer	10	71	12	982	4	625	9	262
10 Offshore supply skip	0	0	17	3	0	0	0	0
11 Andre OS service skip	21	2	0	0	17	1	0	0
12 Andre aktiviteter	18	147	16	114	9	3	0	0
13 Fiskefartøy	21	12	12	6	0	0	0	0

I Trondheim havn er det passasjerskipene som dominerer utslippsbildet. Fra trafikkbildet kan det se ut som passasjerskipene er konsentrert rundt et ganske lite område, noe som vil kunne forenkle landstrømstøtte til denne gruppen. For passasjerskip i størrelsesgruppen 500-1000 kW (Hurtigruta) er liggetiden kun 4 timer i snitt, noe som gjør nytten av tiltaket mere marginalt. Utover passasjerskipene er de mindre stykkgodsskipene og generelle serviceskip som er mulige kandidater for lavere effekt landstrømsystemer, men nytten av dette vil være avhengig av regulariteten blant disse.

## 5.2.14 Bodø



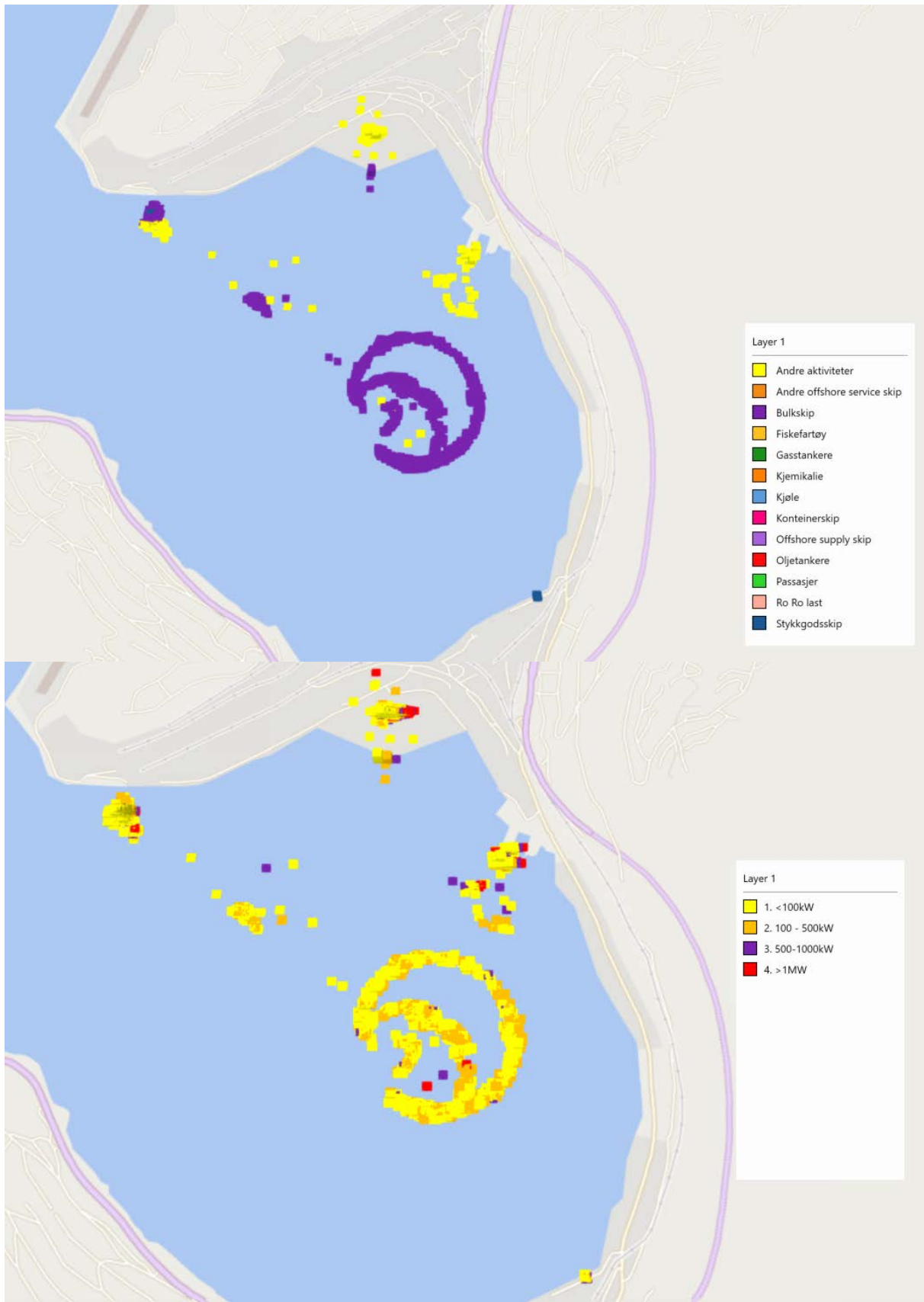
Figur 16 - 20 dager havneaktivitet i Bodø havn - skipstyper og effektbehov

**Tabell 19 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Bodø 2014**

Bodø	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	2	1	9	6	0	0	0	0
02 Kjem-/prod.tankere	0	0	7	14	6	2	7	60
05 Stykkgodsskip	8	34	10	70	0	0	0	0
07 Ro Ro last	4	0	4	11	0	0	0	0
08 Kjøle-/fryseskip	0	0	9	87	0	0	0	0
09 Passasjer	2	4	7	448	2	316	10	9
10 Offshore supply skip	0	0	11	3	6	1	0	0
11 Andre OS service skip	17	1	0	0	0	0	0	0
12 Andre aktiviteter	10	15	4	11	0	0	0	0
13 Fiskefartøy	20	147	21	142	0	0	0	0

Også for Bodø havn er passasjerskipene den dominerende gruppen. Imidlertid ser det for denne havnen kun ut til å være relevant med systemer opp til 500 kW, siden de større skipene (Hurtigruta) kun har kort liggetid. Ut ifra tabellen ser vi at den samme systemstørrelsen vil kunne betjene de andre skipskategoriene også.

## 5.2.15 Narvik



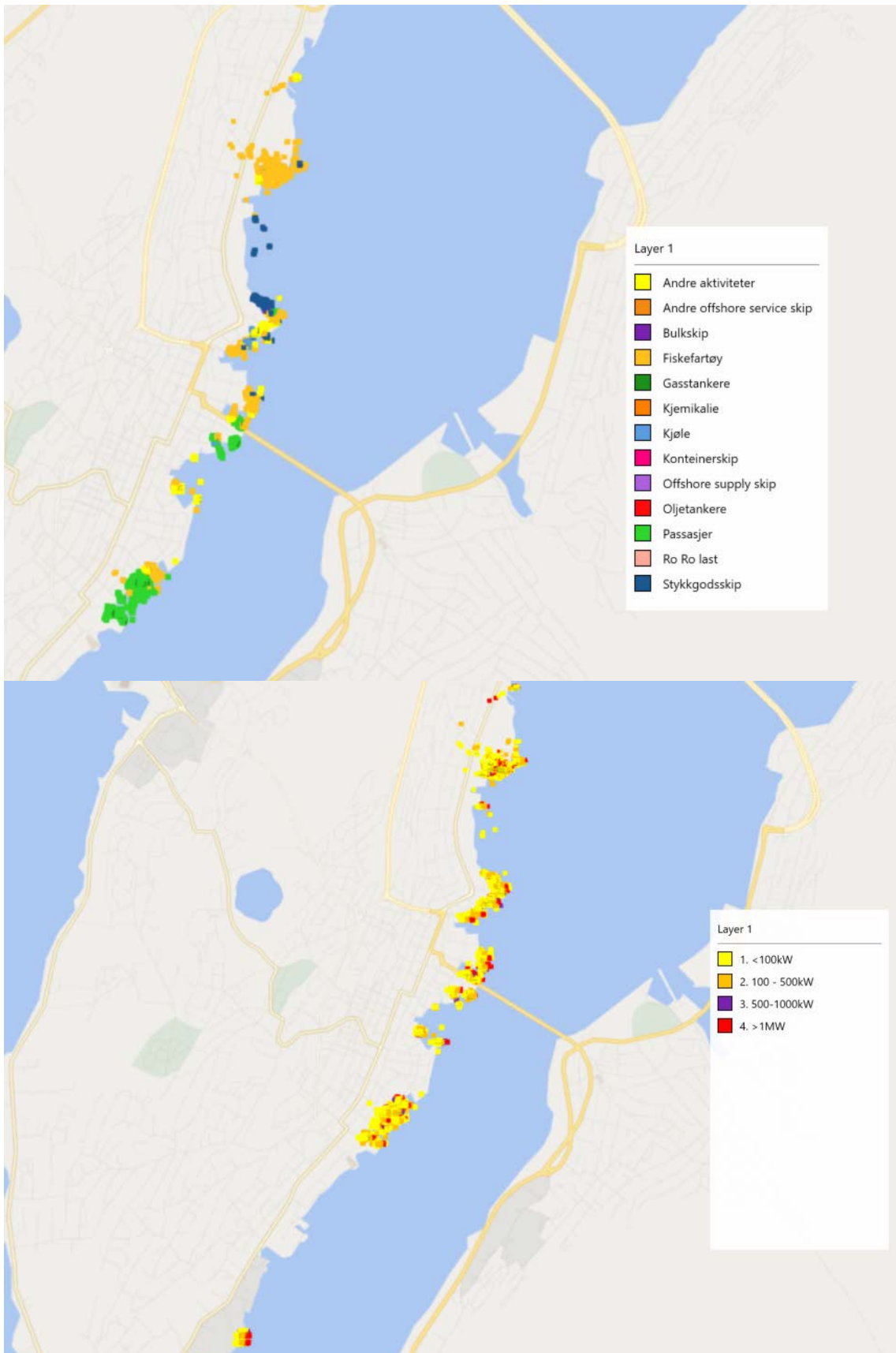
Figur 17 - 20 dager havneaktivitet i Narvik havn - skipstyper og effektbehov

**Tabell 20 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Narvik 2014**

Narvik	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
04 Bulkskip	0	0	14	496	16	581	18	22
05 Stykkgodsskip	3	1	9	41	0	0	0	0
07 Ro Ro last	23	10	2	0	0	0	0	0
08 Kjøle-/fryseskip	0	0	4	1	0	0	0	0
09 Passasjer	0	0	9	2	10	12	10	14
11 Andre OS service skip	0	0	8	0	0	0	0	0
12 Andre aktiviteter	22	331	0	0	0	0	0	0

Narvik havn er i denne sammenhengen en spesiell havn siden den er så vesentlig dominert av større bulkskip. Her er det nærliggende å anta at de aller fleste av disse skipene er i internasjonal tramp-fart, og at de således er mindre aktuelle kandidater for landstrøm. Det er vanlig at skip ligger oppankret i denne havnen, og dette betyr at de beregnede utslippene det er mulig å redusere med landstrøm, vil være mindre enn angitt i anslagene som er gjort her.

## 5.2.16 Tromsø



Figur 18 - 20 dager havneaktivitet i Tromsø havn - skipstyper og effektbehov



**Tabell 21 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Tromsø 2014**

Tromsø	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	5	4	18	41	0	0	0	0
02 Kjem-/prod.tankere	0	0	7	26	7	49	0	0
04 Bulkskip	0	0	7	31	0	0	0	0
05 Stykkgodsskip	10	21	6	82	0	0	0	0
07 Ro Ro last	0	0	2	0	0	0	0	0
08 Kjøle-/fryseskip	2	0	6	124	0	0	0	0
09 Passasjer	15	164	23	224	0	0	0	0
10 Offshore supply skip	0	0	11	36	4	0	0	0
11 Andre OS service skip	7	0	0	0	0	0	0	0
12 Andre aktiviteter	17	250	18	446	0	0	0	0
13 Fiskefartøy	16	805	15	651	0	0	0	0

I Tromsø havn er helhetsbildet dessverre blitt noe fortegnert på grunn av at den geografiske grensen for havnen som er benyttet, gjør at Hurtigruta og cruiseskipene ikke er kommet med i materialet. Hurtigruta ligger 4 timer i Tromsø, og er således en marginal kandidat for landstrøm. Det er grunn til å anta at cruiseskipene ligger noe lenger.

## 5.2.17 Hammerfest

**Tabell 22 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Hammerfest 2014**

Hammerfest	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
01 Oljetankere	0	0	0	0	0	0	0	0
02 Kjem-/prod.tankere	0	0	0	0	0	0	0	0
05 Stykkgodsskip	1	0	1	1	0	0	0	0
07 Ro Ro last	0	0	2	2	0	0	0	0
08 Kjøle-/fryseskip	0	0	2	6	0	0	0	0
09 Passasjer	15	102	2	11	1	186	3	8
10 Offshore supply skip	2	0	5	18	14	101	0	0
11 Andre OS service skip	0	0	0	0	0	0	0	0
12 Andre aktiviteter	12	20	4	9	3	2	0	0
13 Fiskefartøy	7	15	10	28	0	0	0	0

Også i Hammerfest er det passasjerskipene som står for hoveddelen av utslippene. Hurtigruta har kun et kort opphold, og det er neppe hensiktsmessig å erstatte dette forbruket med landstrøm. Offshoreskipene vil kunne betjenes av et sub 1MW landstrømsystem.

## 5.2.18 Sandefjord

**Tabell 23 – Gjennomsnittlig liggetid og beregnet drivstofforbruk – Sandefjord 2014**

Sandefjord	1. <100kW		2. 100 - 500kW		3. 500-1000kW		4. >1MW	
	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff	Snitt liggetid	Tonn drivstoff
09 Passasjer	15	0	3	54	8	1274	0	0
10 Offshore supply skip	13	1	0	0	0	0	0	0
12 Andre aktiviteter	22	48	0	0	0	0	0	0
13 Fiskefartøy	14	1	0	0	0	0	0	0

Forbruket i Sandefjord havn er totalt dominert av de store ro-pax båtene som betjener havnen. Fjordline benytter i dag landstrøm når den ligger gjennom natten. Dette er det korrigert for i beregningene gjennom å redusere forbruket/utslipp med 50% for denne båten. Det er planer for landstrøm også for de andre ro-pax fergene som betjener havnen.

### 5.3 Framskrivning av skipsaktivitet til 2040

Den maritime aktiviteten i norske farvann er omfattende og variert. Rundt regnet 7000 unike skip har oppholdt seg i farvannene i 2014, men det er store forskjeller i aktivitetstype, operasjonsprofil, tid og distanser som er utseilt. I en studie utført for Kystverket i 2015 (Lasselle-DNVGL, 2015) ble det utarbeidet prognoser for skipstrafikk i Norske farvann i 2040, se tabell under

**Tabell 24 – Forventet relativ endring i utseilt distanse fra 2013-2040 i Norske farvann (Lasselle-DNVGL, 2015)**

Fartøystype	Sørøst	Vest	Midt-Norge	Nordland	Troms og	Total
Råoljetankere	52 %	15 %	157 %	184 %	300 %	<b>74 %</b>
Produkt-tankere	99 %	91 %	197 %	251 %	282 %	<b>149 %</b>
Kjemikalie-tankere	99 %	91 %	197 %	251 %	282 %	<b>138 %</b>
Gasstankere	242 %	128 %	417 %	424 %	340 %	<b>230 %</b>
Bulkskip	31 %	19 %	30 %	26 %	-14 %	<b>19 %</b>
Stykkgodsskip	81 %	62 %	74 %	73 %	49 %	<b>68 %</b>
Konteinerskip	89 %	166 %	217 %	413 %	6296 %	<b>190 %</b>
Ro-Ro last	81 %	62 %	74 %	73 %	49 %	<b>70 %</b>
Kjøle-/fryseskip	115 %	122 %	111 %	75 %	71 %	<b>95 %</b>
Cruise	122 %	122 %	122 %	122 %	122 %	<b>130 %</b>
Passasjer	24 %	24 %	24 %	24 %	24 %	<b>24 %</b>
Offshore supply skip	-100 %	-36 %	-35 %	-36 %	-2 %	<b>-35 %</b>
Andre offshore service skip	-100 %	-36 %	-35 %	-36 %	-2 %	<b>-36 %</b>
Andre aktiviteter	37 %	28 %	38 %	37 %	30 %	<b>33 %</b>
Fiskefartøy	-13 %	-13 %	-13 %	-13 %	-13 %	<b>-8 %</b>
Ukjent skipskategori	10 %	20 %	26 %	22 %	5 %	<b>17 %</b>
<b>Total</b>	<b>57 %</b>	<b>35 %</b>	<b>47 %</b>	<b>45 %</b>	<b>27 %</b>	<b>41 %</b>

Tallene i Tabell 24 lar seg ikke direkte benytte i en framskrivning av aktiviteten i norske havner i 2040, men samtidig er det klart at en stor økning i utseilte distanser også vil indikere at det er flere skip i drift, og dermed også høyere aktivitet i havnene.

## 6 REGELVERK OG UTVIKLING

### 6.1 Nasjonale incentivordninger

Det er et uttalt ønske fra norske myndigheter at flere havner skal kunne tilby landstrøm til besøkende skip. I tråd med denne intensjonen er det utarbeidet forskjellige incentivordninger.

#### 6.1.1 Reduserte el-avgifter

Skip som bruker kraft fra land betaler per i dag den ordinære el-avgiftssatsen på 14,15 øre per kWh. Dersom strømforbruket i havn produseres av skipets dieseldrevne generatorer ombord, er dette forbruket derimot ikke avgiftspliktig. Fordi skip i liten grad betaler grunnavgift på mineralolje, kan full avgiftssats på elektrisk kraft fra land skape hinder for utvikling og bruk av elektriske løsninger. I erkjennelsen av dette er det foreslått følgende endring i avgiftsregimet:

Ved levering av elektrisk kraft til bruk om bord i skip over 400 bruttotonn i sjøfart (i næringsvirksomhet) med en spenning på 380V eller høyere til skip, skal det betales redusert sats. Sjøfart omfatter ikke skip i opplag, skip som er varig tatt ut av fart, skip brukt til bosted, hotell, kontor, verksted, lager, eller er under reparasjon, ombygging eller er satt i dokk. (Høringsnotat – endring av særavgiftsforskriften – elektrisk kraft – landstrøm og datasentre) (Toll-og-Avgiftsdirektoratet, 2015)

#### 6.1.2 ENOVAs støtteordning for etablering av landstrøm

ENOVA støtter energieffektivisering og reduksjon av utslipp fra transportsektoren gjennom investeringsstøtte til utbygging av landstrøm. Utlysingen er åpen for havneiere og andre aktører som ønsker å etablere landstrømanlegg. Du kan søke støtte til landstrømanlegg i flere havner i samme søknad. Flere aktører kan også gå sammen og søke støtte til anlegg i en eller flere havner.

Antallet skip som anløper havnen, hvilket effektbehov de har og hvor lenge de ligger til kai vil bli vektlagt. Det er ikke en forutsetning at skipene er tilrettelagt for landstrøm i dag. Havner som potensielt kan betjene mange skip og/eller trenger lavt støttebeløp for å foreta utbyggingen, vil bli prioritert.

#### 6.1.3 NOx-fondet

NOx-fondet kan støtte landstrømsinvesteringer både på skipet og i havn, som gir en reell NOx-reduksjon gjennom overgang til landstrøm fra generatordrift i havn. Støtte utbetales i henhold til rapportert bruk jmfør den NOx-reduksjonen som kan tilskrives tiltaket. Støttesatsen er per i dag 250 kr/kg NOx redusert, oppad begrenset til 80 % av investeringskostnaden.

## 6.2 Internasjonale regler og utvikling

Mange av fartøyene som besøker norske havner opererer internasjonalt, enten i form av internasjonal frakt, cruisevirksomhet, fiskeri eller offshore aktivitet. I hvilken grad rederiene vil investere i og ta i bruk landstrøm vil avhenge av virkemidler, teknologisk utvikling og trender internasjonalt og i Norge. Dersom et skip i hovedsak opererer i et annet marked enn Norge, så er det naturlig at det er virkemidlene i det relevante markedet som har størst påvirkning for om landstrøm blir tatt i bruk. Vi vil derfor i dette kapitlet omtale internasjonale regler og tiltak, og hva som er trender knyttet til bruk av landstrøm. Gitt begrensede tidsrammer for studien gjøres det ikke noe dypdykk – hensikten er å fange opp aktuelle hovedtrekk.

Internasjonalt benyttes forskjellige begreper for landstrøm, inkludert:

- Onshore Power Supply
- Cold ironing
- Alternative Maritime Power (AMP)
- Shoreside Electricity
- High Voltage Shore Connection systems.

Det at en benytter forskjellige begrep om mer eller mindre samme aktivitet kan gjøre det vanskelig å sikre sammenlignbarhet for beskrivelser som går på tvers av markeder. Vi har i det følgende ikke lagt vekt på å skille mellom eller gi nærmere detaljerte definisjoner, men heller inkludert bredt det vi finner relevant for diskusjonen av landstrøm i Norge.

Landstrøm har vært benyttet for skip i lang tid, ikke minst for militære fartøy som kunne ligge lenge ved havn. Miljø og luftforurensing har stått høyt på agendaen først de siste tiårene. Gjennom de 15 siste årene har det vært flere initiativ i andre land for å få til høystpent landstrøm i havner slik at fartøy med stort energibehov også kan benytte dette. Gøteborg havn fikk landstrøm i 2000, og Janeau i Alaska fikk landstrøm i 2001, og disse refereres ofte til som havner som var tidligst ute med høyspent landstrøm for kommersielle fartøy. I Alaska var det cruiseindustrien som gikk foran for å verne om sårbare naturområder og unngå store lokale utslippene fra hyppige cruiseanløp.

### 6.2.1 Virkemidler og tiltak

I det følgende vil vi først peke på sentrale internasjonale regelverk og virkemidler, og deretter på nasjonale eller lokale tiltak. Det er i dag ingen internasjonale reguleringer som stiller direkte krav om bruk av landstrøm, men det er flere initiativ for å få ned utslippene fra skipsfarten der landstrøm typisk vil kunne være blant tiltakene.

MARPOL-konvensjon under FNs Sjøfartsorganisasjon (IMO) er det viktigste internasjonale regelverket for regulering av forurensing fra skip. Konvensjonens vedlegg 6 stiller blant annet krav til svovelinhold i drivstoff, NO<sub>x</sub>-utslipp fra dieselmotorer og energieffektivitet for nye skip. Konvensjonen stiller ingen krav til landstrøm, og bruk av landsstrøm er ikke en måte å tilfredsstille utslippskravene på. Likevel er kravene med på å drive frem stadig nye og bedre utslippsreducerende teknologier, praksiser og tenkemåter i skipsfartsnæringen, der landstrøm i større og større grad vil bli etterspurt som del av det helhetlige arbeidet for mer energi- og miljøoptimal drift. På den annen side har aktører påpekt at stadig renere drivstoff og mer

effektive motorer og renseteknologier, med tilhørende lavere utslipp, bidrar til at verdien av å etablere landstrøm blir stadig lavere (Ship&Bunker, 2015).

EU har gjennom sitt direktiv fra 2014 om tilrettelegging av infrastruktur for alternative drivstoff pekt på landstrøm som et virkemiddel som en bør ta i bruk der det er økonomisk grunnlag for dette. Formuleringen i direktivet lyder *“Member States shall ensure that the need for shore-side electricity supply for inland waterway vessels and seagoing ships in maritime and inland ports is assessed in their national policy frameworks. Such shore-side electricity supply shall be installed as a priority in ports of the TEN-T Core Network, and in other ports, by 31 December 2025, unless there is no demand and the costs are disproportionate to the benefits, including environmental benefits”*.

Direktivet stiller dermed ikke et ufravikelig krav, men legger sterkt press på myndighetene i medlemslandene om å legge til rette for landstrøm. Direktivet stiller også krav om at medlemslandene skal gi informasjon om utvikling og bruk av landstrøm.

Det har gjennom de siste 10 årene blitt utarbeidet en standard for landstrøm. De internasjonale standardiseringsorganisasjonene IEC, ISO og IEEE har gått sammen og etablert ISO/IEC/IEEE 8005-1:2012 for høyspent landstrømsystemer. Det arbeides også med utkast IEC/IEEC 8005-2 for tilslutning for landstrøm, samt at en holder på med å utgi IEC/IEEC 8005-3 for lavspent landstrøm (ISO, 2014).

California er det området som har gått lengst i å stille krav om landstrøm. Per i dag er det krav om at fartøy skal stenge ned hjelpemotorer ved kai og benytte landstrøm. Dette er som følge av regulering fra California Air Resources Board nedfelt i regelverket «Airborne Toxic Control Measure for Auxiliary Diesel Engines Operated on Ocean-Going Vessels At-Berth in a California Port».

Når det gjelder internasjonale initiativ for å støtte opp om bruken av landstrøm, så ser det ut til at arbeidsgruppen for landstrøm under "Verdens havners klimainitiativ" (WPCI) står sentralt. Det er den internasjonale samarbeidsorganisasjonen for havner, IAPH, som står bak WPCI. Arbeidsgruppen har siden 2010 hatt en nettside (WPCI, 2015) der de formidler informasjon og nyheter om landstrøm. WPCI har også etablert en enkel kalkulator for å gi forenklete kostnadsoverslag for landstrøm. Noen av havnene har også utarbeidet en enkel og overordnet retningslinje for etablering av landstrøm<sup>1</sup>.

Det er også forskjellige bilaterale eller regionale initiativ knyttet til å redusere utslipp fra maritim sektor, som også ser på landstrøm. Et eksempel er Clean Ports samarbeid mellom USA og Taiwan, og et annet er GreenBerth programmet for energieffektive havner i Middelhavet, støttet av EU.

En ser også at leverandørindustrien har blitt tydeligere i å formulere samlede leveranser av fortøynings- og kablingsystemer som sikrer trygg overføring av elektrisitet, enten det gjelder landstrøm eller lading av batterier i hybrid/el-fartøy. ABB, GE, Cavotec, Siemens, Wärtsilä Sam Electronics, Terasaki, Patton & Coke og Schneider Electric har alle spesifikke hjemmesider eller brosjyrer knyttet til temaet. Det er også en rekke leverandører av delkomponenter til høyspent landstrøm eller hele lavspente systemer for landstrøm for mindre fartøy. Et eksempel er en robot for tilkobling av landstrøm som er utviklet i felleskap av

---

<sup>1</sup> Refereres til som C40 WPCI Guideline, og er utarbeidet av Göteborg og Los Angeles havn med bidrag fra andre.



Siemens og Stemmann Technik. Dette indikerer en økende grad av modenhet i markedet for løsninger og utstyr, og tilgangen på slik teknikk er ikke en begrensning for markedsutviklingen.

Det er generelt hyppige nyhetsmeldinger om planlagte eller gjennomførte landstrømprosjekter rundt i verden. Et magasin som gir informasjon om miljøtiltak i havner er GreenPort<sup>[1]</sup>. Oppslagene viser at landstrøm blir stadig mer utbredt, og som oftest er det drevet fram av ønsket om å redusere lokale utslipp. Det virker som om havner og cruiserederier i mange tilfeller søker samarbeid om landstrøm der rederiet har mange anløp. Et eksempel er landstrøm i Marsielle Fos havn der havneoperatør og rederiet La Méridionale gikk sammen om å etablere landstrøm, jf. om lag 500 anløp i året i denne havnen fra rederiets skip.

[1] [www.GreenPort.com](http://www.GreenPort.com)

## 6.2.2 Større havner som tilbyr landstrøm

Siden starten i 2000 har flere havner internasjonalt etablert landstrøm. Følgende er en liste over havner der vi har informasjon om at det finnes landstrøm (WPCI, 2015) med spenning over 6kV:

**Tabell 25 - Liste over større havner som tilbyr landstrøm**

Innføringsår	Havn	Land	Kapasitet (MW)	Frekvens (Hz)	Spenning (kV)	Til skipstyper
2000-2010	Göteborg	Sweden	1.25-2.5	50 & 60	6.6 & 11	RoRo, ROPAX
2000	Zeebrugge	Belgium	1.25	50	6.6	RoRo
2001	Juneau	U.S.A.	7-9	60	6.6 & 11	cruise
2004	Los Angeles	U.S.A.	7.5-60	60	6.6	konteiner, cruise
2004	Piteå	Sweden	1.0	50	6	RoRo
2005-2006	Seattle	U.S.A.	12.8	60	6.6 & 11	cruise
2006	Kemi	Finland		50	6.6	ROPAX
2006	Kotka	Finland		50	6.6	ROPAX
2006	Oulu	Finland		50	6.6	ROPAX
2008	Antwerp	Belgium	0.8	50 & 60	6.6	konteiner
2008	Lübeck	Germany	2.2	50	6	ROPAX
2009	Vancouver	Canada	16	60	6.6 & 11	cruise
2010	San Diego	U.S.A.	16	60	6.6 & 11	cruise
2010	San Francisco	U.S.A.	16	60	6.6 & 11	cruise
2010	Karlskrona	Sweden	2.5	50	11	ROPAX
2011	Long Beach	U.S.A.	16	60	6.6 & 11	konteiner
2011	Oslo	Norway	4.5	50	11	cruise
2011	Prince Rupert	Canada	7.5	60	6.6	

2012	Rotterdam	Netherlands	2.8	60	11	ROPAX
2012	Ystad	Sweden	6.25	50 & 60	11	ROPAX
2013	Trelleborg	Sweden	3.5-4.6	50	11	ROPAX
2015	Hamburg	Germany	12	50&60	6.6&11	cruise
2015	Kristiansand	Norway		50	11	Ropax
2015	Marseille	France		50	11	cruise
2015	Lianyungang	China		60	6,6	cruise

I tillegg til havnene listet i tabellen over, så er det fra forskjellige kilder opplyst om andre havner der vi ikke har fått verifisert informasjon om spesifisering av landstrøm. Vi har listet disse havnene under.

**Tabell 26 - Liste over havner med landstrøm uten nærmere informasjon**

Havn	Land	Antatt innføringsår
Kaoshing	Taiwan	2015
Shekou	China	
Qingdao	China	
Waigaoqiao	China	

### 6.2.3 Gjennomgang av utvalgt nyere litteratur om utbredelse av landstrøm

EU-kommisjonen fikk i fjor utarbeidet en rapport om potensialet for landstrøm i Europa<sup>2</sup>. Rapporten ser på scenarier for utviklingen i skipsfarten og syv eksempelhavner for å vurdere hva som vil være utslippsreduksjoner ved gjennomføring av landstrøm. Rapporten ser også overordnet på tekniske og økonomiske forhold som er viktige for i hvilken grad landstrøm vil bli realisert. Ikke uventet peker rapporten på at økonomien ved landstrøm er sterkest for skip som har et stort strømbehov ved hvert kailigge, og da spesielt om de har lavt effektuttak slik at nettkostnadene blir lavere. Rapporten peker på cruiseskip, containerskip og Ro-Ro som de skipstypene som kan forvente størst nytte av landstrøm. Fiskefartøy og fritidsbåter er ikke inkludert i analysen. Det trekkes også fram barrierer mot realisering av landstrøm. En barriere knyttet til virkemiddelbruk er at det i EU ikke er avgifter på drivstoffet, mens elektrisitet både har avgifter og er inkludert i kvotesystemet. Videre pekes det på manglende standardisering av landstrømsystemer som en utfordring. Et interessant perspektiv som trekkes fram er at

<sup>2</sup> ECOFYS (2015), Potential for Shore Side Electricity in Europe

havnene naturlig nok ligger langs kysten der også vindressursene er best, slik at lokal fornybar kraftproduksjon kan gi elektrisitet med lave utslipp.

Natural Resources Defense Council, NRDC, ga i fjor ut en rapport om tiltak mot og kontroll med utslipp til luft i havner i Kina (Fung, 2014). Den belyser først og fremst forurensningsspørsmål, men ser også på landstrøm som et av tiltakene. Rapporten oppgir at det er fire kontainerhavner i Kina som har installert landstrøm. De fire havnene er Lianyungang, port of Shekou, port of Qingdao and port of Waigaoqiao. Rapporten peker på utfordringer for gjennomføring av landstrøm ved at en internasjonal standard først relativt nylig har kommet på plass og at det ikke er etablert klare rutiner og prosedyrer for håndtering av landstrøm i havner. Det er også uklart hvilken part som skal være ansvarlig for utbygging, drift og vedlikehold av landstrømløsningene.

Mye av litteraturen om landstrøm er knyttet til muligheten for å begrense utslipp til luft, barrierer for utbredelse av landstrøm og spørsmålet om kostnad versus nytte. Et case-studie er (Tseng&Pitcher, 2014) som tar for seg barrierer for bruk av landstrøm ved Kaohsiung havn i Taiwan. Kaohsiung havn skal ifølge artikkelen håndtere 70% av konteinertrafikken i Taiwanske havner. Det er foretatt intervjuer med havneoperatører, myndigheter og skipsoperatører. Noen interessante betraktninger er at svært mange peker på at landstrøm er en del av en internasjonal trend for miljøvennlige havner, og at Taiwan må være en del av dette. Samtidig settes det også spørsmål om hvor effektivt tiltaket er ettersom det ofte tar lang tid, mellom 2 og 6 timer, å koble til og fra landstrøm. Andre påpeker at skip som opererer i hovedsak mot havner utenfor OECD er mindre interessert i å investere i landstrøm, da spørsmål om forurensing har lavere prioritet i de havnene de benytter. Artikkelen peker på utfordringer for landstrøm i form av kostnader, kostnadsfordeling og manglende standardisering av løsninger. Spesielt for eldre skip anses kostnader som et betydelig hinder. Samtidig pekes det på at nybygde skip har landstrøm øsning, og at det er forventning om at det vil bli lagt til rette for økt bruk av landstrøm globalt.

Et annet studie (Paputsoglou, 2012) ser på eksempler fra USA og Europa for utvikling av landstrøm. Innledningsvis peker studien på forventninger om betydelig vekst i skipstrafikken, blant annet en mulig tredobling av anløp i California i 2020 sammenliknet med 2005. Studien ser på havner som har vært relativt tidlig ute med høyspent landstrøm, slik som Los Angeles havn og Göteborg havn. Det benyttes en enkel metode for å beregne kostnader og miljøgevinster, samtidig som en diskuterer tekniske forhold vedrørende landstrøm. Dette er forfattet før det ble etablert en standard, og det er derfor i teksten lagt vekt på mangel på en slik standard. Det refereres også til at det er stor interesse for landstrøm i maritim presse.

Oppsummert kan en si at det er varierende bruk av reguleringer for å få til anvendelse av landstrøm, og at det ofte pekes på begrenset grad av standardisering for landstrømskoblinger og prosedyrer. Samtidig er kostnader en barriere for raskere implementering av høyspent landstrøm. Den «grønne trenden» bidrar til at en søker å få til landstrømsløsninger, men det har også blitt stilt spørsmål om nytte versus kostnader ettersom IMO- standarder krever bruk av stadig renere drivstoff og nye teknologier som gir mindre luftforurensing i utgangspunktet. Uansett er det klart at kostnadseffektiviteten av landstrømsløsninger bedres ved at skipene som har landstrømsystem kan benytte dette i flere havner, og at de havnene som har slik løsning ser at den blir benyttet i størst mulig grad.

## 7 REFERANSER

- DNV. (2009). *TILTAKSANALYSE - KRAV OM LANDSTRØM FOR SKIP I NORSKE HAVNER*. Oslo: Sjøfartsdirektoratet.
- ECOFYS. (2015). *Potential for shore side electricity in Europe*. ECOFYS.
- Fung, F. (2014). *Prevention and Control of shipping and port air emission in China*. Beijing: NRDC.
- ISO. (2014). *Standards catalogue*. Retrieved from ISO.org: <http://www.iso.org/iso/home.htm>
- Lasselle-DNVGL. (2015). *Prognoser for skipstrafikk mot 2040*. Ålesund: Kystverket.
- Martinsen.K-DNVGL. (2014). *Teknisk vurdering av skip og av infrastruktur for forsyning av drivstoff til skip*. Oslo: Klima og Miljødepartementet.
- Martinsen-DNVGL. (2014). *Landstrøm på skip i Norge*. Oslo: Transnova.
- Paputsoglou. (2012). *A Cold Ironing Study on Modern Ports, Implementation and Benefits Thriving for Worldwide Ports*. Athens: School of Naval Architecture & Marine Engineering, National Technical University of Athens. .
- Ship&Bunker. (2015, May 27). *Shore Power "Still a Valid Option," says Port*. Retrieved from Ship & Bunker: <http://shipandbunker.com/news/world/148686-shore-power-still-a-valid-option-says-port>
- StatensVegvesen. (2011). *Rammer for gjennomføring av dialog og etterfølgende konkurranse*.
- Toll-og-Avgiftsdirektoratet. (2015, November 26). *Endring av særavgiftsforskriften - elektrisk kraft - landstrøm og datasentre - høring*. Retrieved from Toll: <https://www.toll.no/no/felles/regelverk/horinger/pagaende/ending-av-saravgiftsforskriften---elektrisk-kraft---landstrom-og-datasentre---horing/>
- Tseng&Pitcher. (2014). *Issues Involved When Introducing Shore Power: A Critical Mixed Methods Study in the Port of Kaoshiung*. IFSPA.
- WPCI. (2015, 11 30). *World Ports Climate Initiative - Onshore Power Supply - Investments*. Retrieved from World Ports Climate Initiative: <http://wpci.iaphworldports.org/onshore-power-supply/cost/investments.html>



## About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil and gas, and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our 16,000 professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.