

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

 nelfo

  
ELEKTROFORENINGEN

 BELLONA

# Bedre klima og smartere økonomi

Landstrøm i norske havner  
– en mulighetsstudie

# Oppsummering

Våre beregninger viser at landstrøm kan redusere NOx-utslipp med 7000 tonn, som tilsvarer utslippene fra 58 prosent av personbilparken i Norge.

Skipsfarten langs kysten står for store utslipp av klimagasser og partikler i norske havner.

Det er avgjørende at de viktigste havnene for både gods- og cruisetrafikk klargjøres med landstrømanlegg. Utbyggingen må gå raskt og dekke store deler av kysten. Med politisk vilje og gjennomføringskraft kan det skapes et reelt utslippsfritt alternativ i norske havner. En klar strategi vil også gi rederne muligheten til å tilpasse flåten av både eksisterende og nye skip. Jo flere havner som tilbyr landstrøm, jo raskere vil skip med landstrømløsning spare inn

utgiftene. Derfor må det være en nasjonal oppgave å planlegge og innføre landstrømanlegg i norske gods- og cruisehavner.

I denne mulighetsstudien tar vi utgangspunkt i utfordringene knyttet til klimagasser og lokale utslipp, vi analyserer mulighetene for landstrøm og skisserer et kostnadsbilde og finansiering av anlegg på land og løsninger på skipene. I tillegg viser vi beregninger som angir potensielle arbeidsplasser og kompetanseøkning som kan komme kystsamfunnene til gode.

Landstrøm kan redusere CO2-utslippene med 356.000 tonn, som tilsvarer 5 prosent av utslippene fra personbilparken i Norge.



Langs kysten går flere hundre skip som transporterer gods og mennesker. Når disse er i havn for å laste, losse eller sette av cruisepassasjerer må de i dag ha motorene i gang på et turtall som er en stor belastning for skip og miljø. Konsekvensene er enorme utslipp av uønskede partikler og miljøgifter som skaper ubehag og helseskader lokalt. I tillegg utsettes skipsmotorene for unødig slitasje som gir unødvendig høye servicekostnader. Alt dette kan unngås dersom skipene forsynes med strøm fra land.

Vår konklusjon er at det er viktig for miljøet og økonomisk fornuftig å investere i landstrøm for gods- og cruisetrafikk langs kysten.

Landstrøm er en smart løsning for økonomi og miljø.

Det kreves en nasjonal handlingsplan for innføring av landstrøm.



# Stort og usynlig miljøproblem

Både gods- og cruiseskip slipper ut enorme mengder uønskede partikler når de besøker lokale havner og byer. Skipene har behov for elektrisitet også når de ligger til kai. Denne strømmen produseres stort sett av generatorer på skipene som går på fossilt drivstoff (diesel og bunkers) og bidrar til unødig miljøforurensning.

Havnene er vanligvis lokalisert nær befolkningssentra med allerede stor miljøbelastning fra biltrafikk og industri. Utslipp fra skip får derfor en ekstra effekt på den lokale miljøbelastningen og kan i mange tilfeller bidra til at anbefalte grenseverdier overskrides.

Med økt trafikk langs kysten er det derfor riktig å innføre landstrøm som gir umiddelbar og langsiktig effekt.

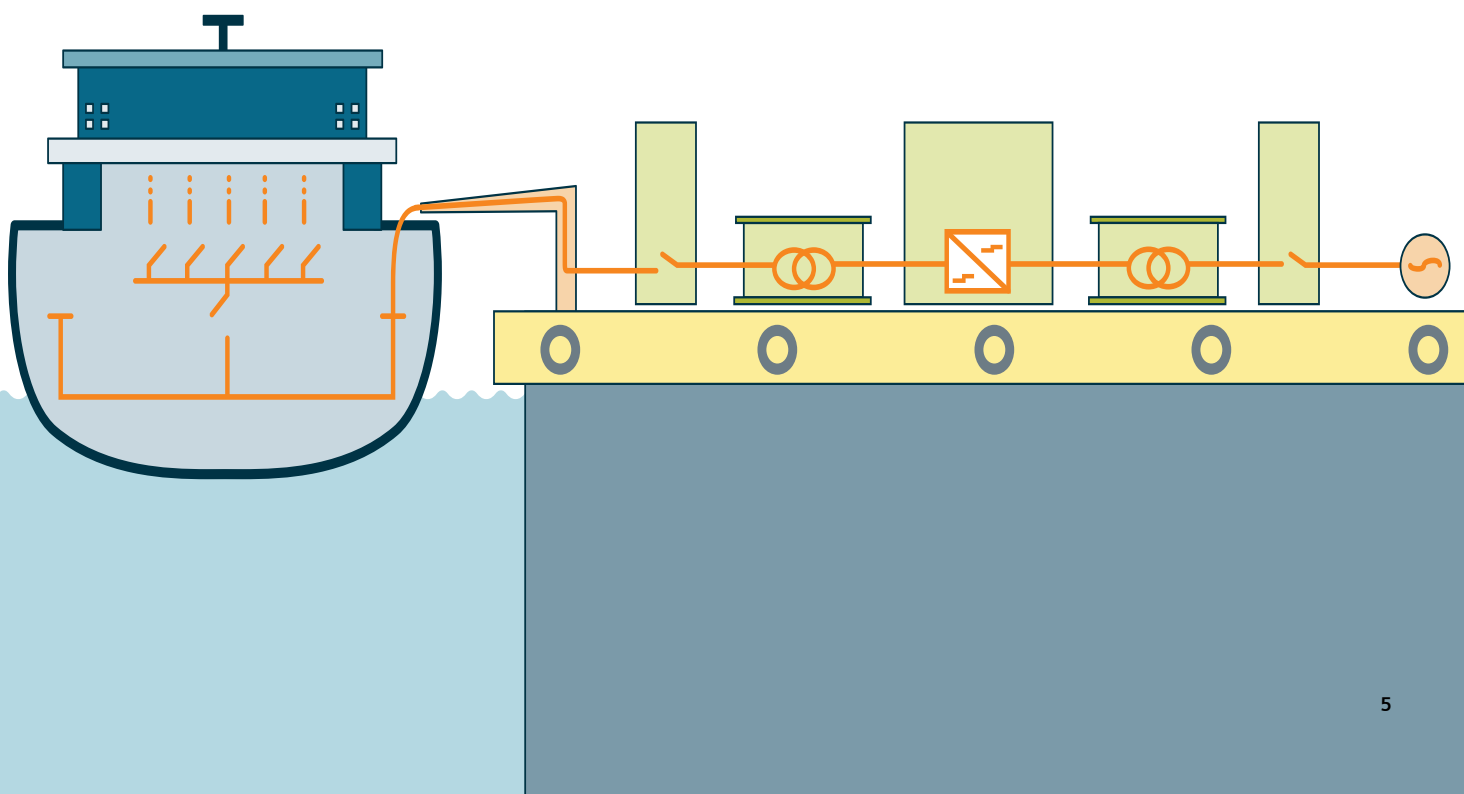
Utslipp av nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>), svoveldioksider (SO<sub>x</sub>), black carbon (BC eller sot) og partikler (PM) bidrar til helse og miljøskader, mens CO<sub>2</sub> er den viktigste klimagassen som slippes ut fra skipsfarten.

Samtidig har Stortinget vedtatt nasjonale utslippsforpliktelser for 2030 som en felles løsning med EU, og Norge har nylig ratifisert den internasjonale klimaavtalen fra Paris. Sommeren 2016 kom EU også med forslag som legger opp til at Norge skal kutte utslippene i ikke-kvotepliktig sektor med 40 prosent i 2030.

Illustrasjon av landstrømanlegg med frekvensomformer som er nødvendig for cruiseskip.

*Et stort cruiseskip som ligger til kai i 8 timer slipper ut like mye NOx som 10 000 personbiler som kjører fra Oslo til Trondheim.*

*NOx utslipp fra et stort cruiseskip ved kai i 8 timer tilsvarer det årlige utslippet fra ca. 700 personbiler.*



# Landstrøm er løsningen

Landstrøm er tilførsel av strøm fra land til et skip som ligger til kai. På den måten slipper man å produsere strøm med forurensende generatorer om bord. Landstrøm krever installasjoner og investeringer på land og på skipene. I tillegg kreves tilførsel av nok strøm til havna.

Landstrøm er aktuelt for blant annet cruiseskip som ligger noen timer i en lokal havn, godsskip og supplyskip. Skip med hybridløsninger som kombinerer LNG og strøm har også bruk for landstrøm.

I denne studien har vi sett på løsninger for cruiseskip og godsskip. De krever ulike tekniske løsninger og benytter stort sett forskjellige havner.

## Standard er etablert:

Standarden for landstrøm er etablert av alle de tre standardiseringsorganene, ISO, IEEE og IEC. Det er utarbeidet en standard for høyspent landstrøm (ISO/IEC/IEEE 80005-1:2012) og en standard for lavspent landstrøm (IEC PAS 80005-3:2014). Standardene gjør det mulig for skip å tilkoble seg landstrøm og sømløst skifte fra hjelpemotorer om bord til elektrisk kraft fra land.



Landstrøm fjerner lokale utslipp og gir renere luft.

# Slik har vi gått frem

Ettersom henholdsvis gods- og cruiseskip har ulike behov knyttet til blant annet anløp (de har ofte ulike bryggeanlegg), teknologi (ulike frekvenser) og forskjellig effektbehov, har det vært naturlig å skille mellom disse i utregningene som er gjort i studien.

Basert på disse dataene ble det beregnet drivstofforbruk, utslipp, effektbehov og el-behov. Dette ble så brukt til å beregne drivstoffkostnad, el-kostnad, reduksjon i vedlikeholdskostnader, NOx avgift og antall årsverk investeringene genererer.

## Godstrafikk

I studien har vi tatt med de 28 største havnene i Norge, og data om anløp er hentet fra SSB. Dataene var delt inn i ulike kategorier som tankskip, bulkskip, stykkgodsskip og offshoreskip. Denne oversikten inneholdt 63 000 anløp.

Liggetid i havn og nødvendig effektforbruk er hentet fra DNV-rapporten «Landstrøm i Norske havner for Enova».

## Cruisefrafikk

I studien har vi tatt med de 10 største cruiseterminalene i Norge. Geiranger er utelatt fordi forholdene ikke ligger til rette for landstrøm. Datagrunnlaget er hentet fra havnenes hjemmesider og inkluderer størrelsen på skipene, ankomst og avreisetidspunkt. Vi har tatt utgangspunkt i 20 skip for å skaffe referanseverdier for å beregne et estimat for nødvendig effektforbruk. På de 20 referanseskipene er både størrelse og installert effekt kjent.

Med utgangspunkt i disse dataene har vi beregnet en trendlinje som er brukt som underlag for å beregne installert effekt på andre skip.

# Slik har vi gjort beregningene

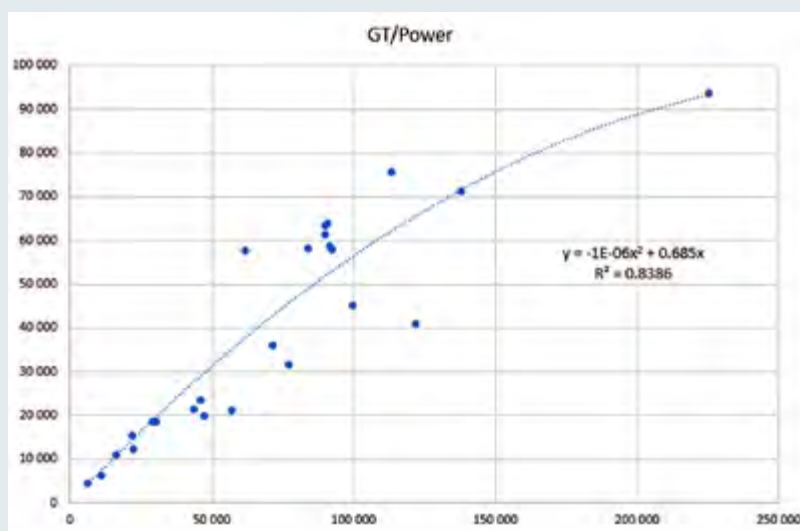
Vi har ikke de eksakte dataene for hver enkelt havn, men her viser vi eksempler på hvordan vi har jobbet med datagrunnlaget.

## Kristiansund

Tall fra SSB viste at Kristiansund havn hadde 5 688 anløp i løpet av 2014. Disse anløpene fordelte seg på: 617 tankskip, 817 bulkskip, 2729 stykkgodsskip og andre tørrlasteskip og 1 525 av OSV-er. I analysen er det antatt at disse skipene kommer jevnt fordelt utover hele året, noe som gir 15 daglige anløp. Ved å så ta hensyn til liggetid og effektforbruk for de forskjellige skipstypene ble den totale effekten havna må levere beregnet. For Kristiansund ble denne beregnet til 9.5 MW. Med denne effekten ble utbyggingskostnadene 55 millioner norske kroner. En effekt på 9.5 MW er litt høyere enn hva systemet faktisk vil bli belastet, men dette gjør det mulig å ta høyde for kostnader knyttet til flere kontaktpunkter på et senere tidspunkt.

## Bergen

I følge SSB var det 13 985 anløp i Bergen havn med godstrafikk. Ved å ta hensyn til antall anløp, liggetid og effekt ble den nødvendige effekten for godstrafikk i Bergen havn beregnet til 12 MW. Dette utgjør en utbyggingskostnad på 65 millioner norske kroner for godstrafikken. I tillegg har Bergen litt over 300 anløp fra cruiseskip i år. Disse krever en maksimal effekt på 25 MW noe som utgjør en kostnad på 110 millioner norske kroner. Dette gir at landstrøm til alle skip i Bergen havn vil koste 175 millioner norske kroner med modellen vår.



Tabell 1: Estimeringen vil gi feilkilder knyttet til det enkelte skip, men den totale feilen for alle skip blir nullet ut og de beregnede verdiene vil gi et godt estimat.

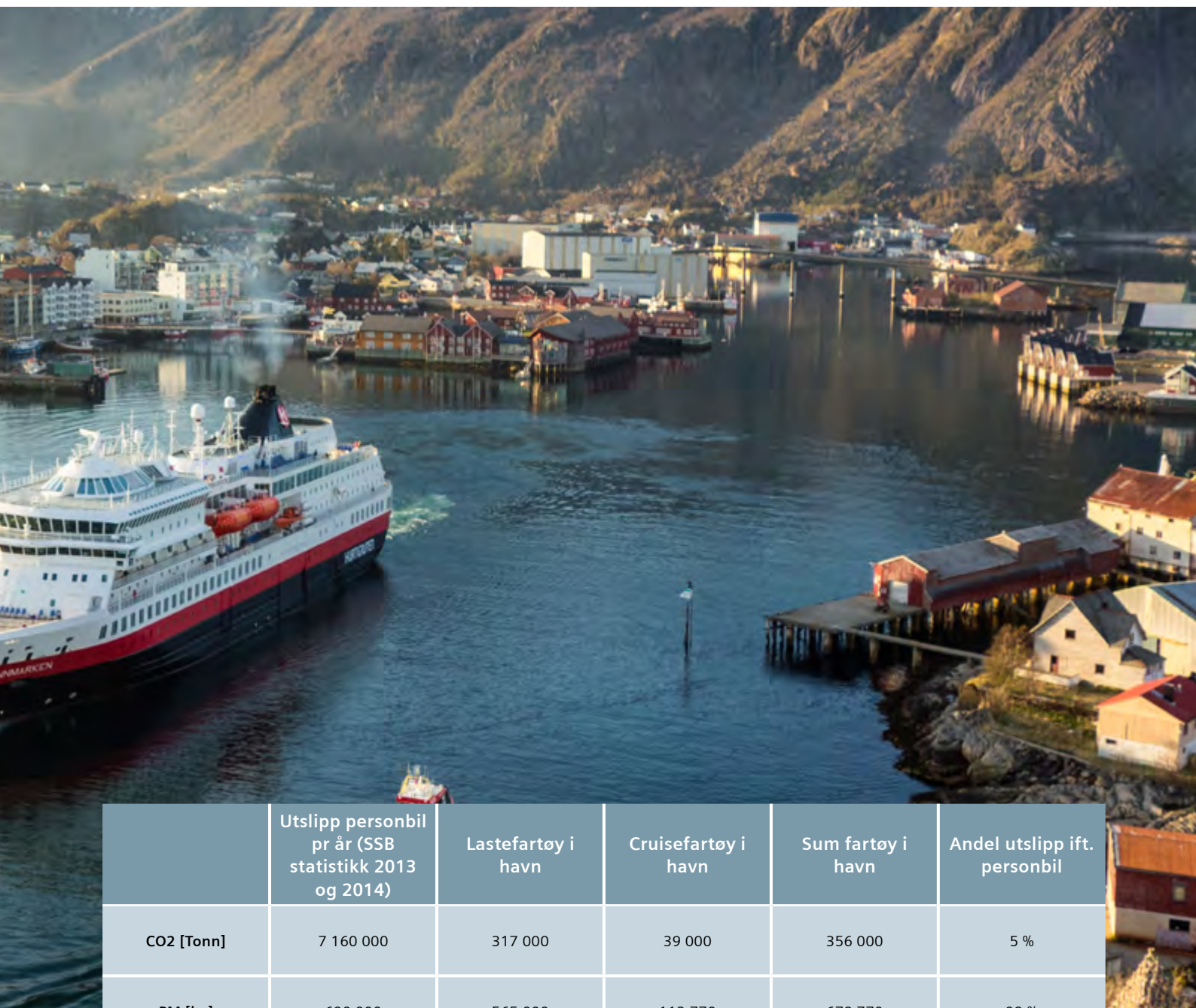
# Miljøgevinster



**Beregningene viser at innføring av landstrøm vil gi stor effekt både på klimautslipp og lokale miljøutslipp.  
Landstrøm for godstrafikk og cruisetrafikk kan redusere:**

- CO<sub>2</sub> med 356 000 tonn som tilsvarer 5 prosent av CO<sub>2</sub> utslippene fra personbiltrafikk. Dette representerer også reduserte CO<sub>2</sub> utslipp i samme størrelsesorden som en større industribedrift (sementfabrikk) eller oljeinstallasjon, eller for den saks skyld: 20 prosent av utslippene på Mongstad.
- PM med 678,7 tonn som tilsvarer partikkelutslippene fra personbiltrafikken.
- SO<sub>x</sub> med 23,6 tonn som tilsvarer svovelutslippene fra personbiltrafikken.
- NO<sub>x</sub>-utslipp med 7072 tonn som tilsvarer 58 prosent av NO<sub>x</sub>-utslippene fra personbiltrafikken.





	Utslipp personbil pr år (SSB statistikk 2013 og 2014)	Lastefartøy i havn	Cruiseartøy i havn	Sum fartøy i havn	Andel utslipp ift. personbil
CO2 [Tonn]	7 160 000	317 000	39 000	356 000	5 %
PM [kg]	690 000	565 000	113 770	678 770	98 %
Sox [kg]	22 000	21 000	2 628	23 628	107 %
Nox [kg]	12 212 000	6 293 000	779 000	7 072 000	58 %

Tabell 2

# Økonomisk smart med landstrøm

**Landstrøm er bra for miljøet, og de økonomiske estimatene viser at landstrøm er god økonomi. Våre beregninger viser at utbygging av landstrøm i norske havner er mulig innen fornuftige kostnadsrammer som gir god effekt for klima og miljø.**

Beregningen under tar utgangspunkt i besparelser som gjøres ved overgang til landstrøm og de kostnadene som er forbundet med investeringer på land, samt ombygging av skip slik at de kan benytte landstrøm.

## Godstrafikk

Studien viser at finansiering av infrastruktur for landstrøm i 28 godshavner beløper seg til 454 millioner norske kroner. Anleggene antas å ha en levetid på 25 år, og de årlige investeringene er beregnet å ligge på 37 millioner kroner per år de første ti årene. Deretter vil det årlige beløpet reduseres fordi man tar store deler av nedskrivningene de første årene i anleggets levetid.

En landstrømsordning vil for rederiene bety at de årlig vil få reduserte drivstoffkostnader, vedlikeholdskostnader og NOx-avgift. Trekker man strømkostnaden ved landstrøm fra disse besparelsene sitter rederiene igjen med en gevinst på 296 millioner norske kroner.

Rederiene må imidlertid også investere i teknologi som gjør det mulig for dem å benytte landstrøm. Basert på tall fra DNV GL har vi anslått at ombygging/retrofit av skip beløper seg til 7,5 millioner kroner i snitt per skip. De årlige investeringskostnadene er samlet beregnet til 287 millioner kroner de første ti årene. Vi har i beregningene estimert at den totale flåten består av 500 skip. Se utregning i tabell 3 nedenfor.

Våre beregninger viser at besparelsene på 296 millioner norske kroner dekker investeringskostnadene forbundet med ombygging av skip og gir et samlet positivt resultat på 9 millioner norske kroner per år.

Investeringskostnader for godsskip		
	Utgifter	Besparelser
Investeringskostnad	3 750 000 000	-
Restverdi installasjon	1 535 000 000	-
<b>Investeringer i analyseperioden</b>	<b>2 215 000 000</b>	<b>-</b>
Nåverdi rente	0,13	0,13
Årlige investeringer	287 000 000	-
Besparelser	-	296 000 000
<b>Løpende kostnader</b>	<b>-</b>	<b>296 000 000</b>
<b>Årlige kostnader</b>	<b>287 000 000</b>	<b>296 000 000</b>
<b>Årlig fortjeneste</b>	<b>9 000 000</b>	

Tabell 3



### Cruisetraffikk

Våre beregninger viser at utbygging av landstrøm i ti norske cruisehavner samlet beløper seg til 928 millioner kroner. Beløpet per havn er langt høyere enn for godshavner på grunn tekniske krav. Anlegget antas å ha en levetid på 25 år, og de årlige investeringene for alle havnene er beregnet til 75 millioner kroner per år de første ti årene.

Samtidig vil rederiene som benytter landstrøm redusere kostnader til drivstoff, vedlikehold og NOx-avgift. Når strømmen er betalt beløper denne besparelsen seg til 36 millioner norske kroner per år.

Av praktiske årsaker har vi ikke beregnet hva ombygging av cruiseskip vil koste. Vi mener likevel at norske havner må tilrettelegge for cruiseskip som har landstrømanlegg, og at myndighetene bør vurdere finansiering og hvilke incentiver som skal bidra til økt bruk av landstrøm i cruisetraffikken.

Investeringen på 928 millioner tilsvarer en pris på åtte norske kroner per passasjer/anløp over en periode på 25 år. Alternativt 20 norske kroner per passasjer/anløp over en periode på ti år. Antall passasjerer/anløp er basert på passasjertall og forventet økning fra «Cruisestrategi for Vestlandsregionen 2016-2020». Dette gir oss akkumulert 20 millioner dagpassasjerer på ti år, og 63 millioner dagpassasjerer på 25 år. Vi har lagt til grunn en kalkulasjonsrente på 5 prosent.

En omstilling til landstrøm vil imidlertid kreve politisk vilje, en nasjonal plan og gjennomføringskraft for å sikre full effekt. Nyere forbrukerundersøkelser viser også at folk flest er villig til å betale litt ekstra for konkrete miljøtiltak som virker!

I kostnadsberegningene har vi ikke inkludert anleggsbidrag som nettselskapene kan kreve for å forsterke nettet frem til havnen. Denne kostnaden vil være situasjonsavhengig. Noen steder er det uproblematisk mens andre steder kan kostnaden bli betydelig siden landstrøm krever store elektriske effekter. Vi som står bak studien legger imidlertid til grunn at politiske målsetninger om landstrøm og elektrifisering av transportsektoren for øvrig skal nås. Nettreguleringen i Norge må endres slik at nettselskapene får som tilleggsoppgave å legge til rette for landstrøm. Nettselskapene må få dekket sine kostnader knyttet til forsterkninger i eksisterende nett, enten gjennom økt inntektsramme, overføringer fra statsbudsjettet eller gjennom direkte støttetiltak fra for eksempel Enova.

# Landstrøm gir arbeidsplasser

Utbygging av landstrøm og elektrifisering av kysttrafikken utgjør et stort potensial for grønn verdiskapning langs hele norskekysten. I motsetning til mange andre transportformer har norsk næringsliv aktiviteter i hele verdikjeden innen maritim transport. Dette gjelder helt fra produksjon og utvikling av materialer og teknologi, til en norsk verftsindustri som er best i klassen når det kommer til kompetanse innen elektrifisering.

Nedturen i oljebransjen har bidratt til at mye høykompetent arbeidskraft nå er ledig, landet rundt. Elektrobransjen har allerede hentet mange nye ansatte fra oljesektoren, og potensialet for ytterligere grønn omstilling er stort. Økt innenlands etterspørsel etter landstrøm og skipselektrifisering vil i seg selv gi både økt verdiskapning og nye arbeidsplasser hos norske teknologileverandører og entreprenører. I tillegg vil et slikt hjemmemarked også skape grobunn for et betydelig større eksportmarked. Sammen med ringvirkninger både i og utenfor den direkte leverandørkjeden gir dette et betydelig vekstpotensial.

Basert på erfaringstall fra bransjeforeningene Nelfo og Elektroforeningen har vi gjort et forsøk på å estimere hvor mange årsverk som trengs for å elektrifisere norske havner. Beregningen skiller mellom ingeniørårsverk, som i hovedsak er knyttet til teknologiutvikling og prosjektering, årsverk innen elmontasje knyttet til montering av de ulike anleggene, både på land og om bord i båtene, og andre årsverk, som lærlinger, administrasjon og ulik leverandørvirksomhet.

Som tabellen viser må det utføres over 2000 årsverk med arbeid langs hele norskekysten i landstrømbyggingen vi foreslår. I tillegg vil verftene få nye oppdrag med ombygging av fartøy til elektrisk hjelpedrift. Det er også viktig å understreke hvordan en slik utbygging vil posisjonere og kvalifisere norske bedrifter for fremtidig grønn vekst.

Årsverk	Godstrafikk	Cruise
Ingeniørårsverk	104	214
Årsverk elmontasje	295	603
Andre årsverk	318	650
<b>Totalt</b>	<b>717</b>	<b>1467</b>

Tabell 4

# Havna som elektrisk nav

- gir muligheter for nullutslipp også for landtransport



Landstrøm kjennetegnes av lav brukstid og høyt effektuttak. I tillegg til selve anleggskostnadene i havnen, kommer det kostnader for oppgradering, tilknytning og bruk av nettet. Nettkostnadene kan ofte være den konkrete barrieren som hindrer tiltaket i å bli gjennomført.

Det dukker opp nye muligheter når man ser landstrøm i et større og fremtidsrettet bilde. Parallelt med at havnene tilrettelegges for landstrøm for skipsfarten, skal også nullutslippsteknologi, basert på elektrisitet

og hydrogen, innføres i landbasert vare- og kollektivtransport. For disse brukerne isolert vil også nett kostnadene være en utfordring. Derfor må man tenke helhetlig og se på nye muligheter når nettet forsterkes og blir tilrettelagt for høyt effektuttak på havna.

Investeringene i landstrøm kan altså gjøre havnen et av de viktigste miljøknutepunktene i byene, der skipsfart, busser og varetransport får tilgang til høy ladekapasitet og skaper en grønn havn og et bedre bymiljø.

# Slik gjøres det

Satsingen på landstrøm må være nasjonalt koordinert gjennom overordnet plan. Det er avgjørende at utbyggingen må skje raskt og i et så stort omfang at rederne vil investere i ombygging av skipene. Med nasjonal finansiering og sikkerhet sikres fremdrift og reduserer usikkerheten for havnene. I et større perspektiv bør man se på mulighetene for havna som elektrisk nav, der elnettet bidrar til lading av biler, busser og andre fartøy. Om ti år vil store deler av bil- og bussparken være elektrifisert. Da er det viktig at kystsamfunnene har tilgang på tilstrekkelig kraft som både privatpersoner, offentlige virksomheter og kommersielle aktører kan benytte.

I Norge har vi gode erfaringer med å bruke insentiver og skatter/avgifter for å gjennomføre endringer. Vi trenger alle verktøyene for å lykkes. Det er store mengder energi som skal til, det er mange aktører som skal spille på lag, alle skip har forskjellige behov og halvparten av skipene kommer fra andre land.

*Utbyggingen må skje raskt og i et så stort omfang at rederne vil investere i ombygging av skipene.*



# Vi anbefaler:

- Etablering av en nasjonal handlingsplan for utbygging av landstrøm. Alle stamnetthavner og de store cruisehavnene må inkluderes.
- Å utstyre nettselskapene med mandat og økonomi til å føre nok elektrisk kraft til havnene.
- Gi ENOVA mandat og midler til å finansiere opp installasjon av anlegg i havn, inkludert anleggsbidrag, og tiltak om bord i skip.
- Etablere nasjonale retningslinjer for salg av strøm til skip.
- Etablere nasjonale retningslinjer for havneavgifter slik at miljøinvesteringer om bord lønner seg.
- Innføre økte avgifter på fossilt brensel i de havner der landstrøm er utbygd.
- Vedta fritak fra elavgiften for landstrøm i en overgangsperiode.
- Forberede lovverk for forbud mot bruk av forbrenningsmotorer i havn.
- Å sørge for kommunal tilretteleggingsplikt for landstrøm.
- Bruk av statlige utviklingskontrakter for å realisere tre prosjekter innen 2020, der landstrøm i havnen også muliggjør elektrifisering av landbasert person- og varetransport.
- Ta en lederrolle i IMO og andre organer for å harmonisere lovverk og utbygging av landstrøm globalt.



## Referanser:

- Stortinget. Innst. 211 S (2014–2015) om ny utslippsforpliktelse for 2030. (2016)
- Klima- og miljødepartementet. Nettartikkel. EU foreslår klimamål for Noreg. (2016)
- Klima- og miljødepartementet. Nettartikkel. Norge har ratifisert Parisavtalen. (2016)
- Samferdselsetatene. Grunnlagsdokument for Nasjonal transportplan 2018-2029. (2016)
- Statistisk sentralbyrå. Statistikk for forurensning, klima og energi. (2016)
- Nærings- og fiskeridepartementet. Regjeringens maritime strategi. (2015)
- DNV GL. Undersøkelse om markedsgrunnlaget for landstrøm - Landstrøm i norske havner. (2015)
- Bellona og Siemens. Syv av ti ferger er lønnsomme med elektrisk drift - en mulighetsstudie. (2015)
- Siemens. Erfaringsstall for kostnader. (2016)
- Elektroforum. Grønn konkurransekraft. (2016)
- Nelfo og EFO. Strukturstatistikk for elektrobransjen. (2016)

## Om Bellona

Miljøstiftelsen Bellona er en uavhengig ideell stiftelse som arbeider for å løse verdens klimautfordringer blant annet gjennom å identifisere og gjennomføre bærekraftige klimaløsninger. Vi arbeider med økt økologisk forståelse og vern av natur, miljø og helse. Bellona er engasjert i de viktigste nasjonale og internasjonale miljøspørsmål i verden i dag.

## Om Siemens

Siemens er et globalt teknologiselskap som har stått for innovasjon, kvalitet og pålitelighet i nesten 170 år. Selskapet er aktivt i over 200 land, og er en av verdens største produsenter av energieffektiv og produktiv teknologi blant annet innen energi, industri og infrastruktur i byer. I Norge har Siemens blant annet levert ladeløsning og fremdriftssystem for verdens første elektriske ferge.

## Om Nelfo

Nelfo er en landsforening i NHO og representerer elektro, it, ekom, automatisering, systemintegrasjon og heis. Nelfo har ca. 1600 medlemsbedrifter med til sammen ca. 26 000 årsverk. Medlemsbedriftene har en samlet omsetning på om lag 41 milliarder kroner.

## Om Elektroforeningen

Elektroforeningen (EFO) er en næringsorganisasjon for produsenter, importører og grossister av elektroteknisk utstyr. Våre 135 medlemsbedrifter har ca. 13 000 årsverk og en samlet omsetning på i overkant av 50 milliarder kroner.

