

NEK VL 80-2:2021

# Landstrøm for nærskipsfart

Norsk elektroteknisk veileder



NORSK ELEKTROTEKNISK KOMITE

## **NEK VL 80-2:2021** Utgave 1

# **LANDSTRØM FOR NÆRSKIPSFART**

Norsk elektroteknisk veileder



© NEK har opphavsrett til denne publikasjonen.

Ingen del av materialet må reproduseres på noen form for medium.

For opphevelse av NEKs enerett til kopiering kreves i hvert enkelt tilfelle skriftlig avtale med NEK.

## INNHold

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| FORORD .....                                                 | 4  |
| INNLEDNING .....                                             | 5  |
| 1 Omfang .....                                               | 6  |
| 2 Aktuelle referanser .....                                  | 6  |
| 3 Begrep og definisjoner .....                               | 7  |
| 4 Regelverk, standarder og godkjenning .....                 | 8  |
| 4.1 Generelt .....                                           | 8  |
| 4.2 Fartøy .....                                             | 8  |
| 4.3 Havn .....                                               | 9  |
| 4.4 Krav til bruk av standarder .....                        | 9  |
| 5 Effekt strøm, spenning og frekvens .....                   | 9  |
| 5.1 Energioverføring .....                                   | 9  |
| 5.2 Høyspenning .....                                        | 9  |
| 5.3 Lavspenning .....                                        | 9  |
| 5.4 Nettspenning .....                                       | 9  |
| 5.5 Frekvens .....                                           | 10 |
| 5.6 Effektbehov ved lading av batterier .....                | 10 |
| 6 Kommunikasjon .....                                        | 11 |
| 7 Tilkoblingsløsninger .....                                 | 11 |
| 7.1 Standardiserte tilkoblingsløsninger .....                | 11 |
| 7.2 Ikke-standardiserte tilkoblingsløsninger .....           | 11 |
| 7.3 Automatisert tilkobling .....                            | 12 |
| 7.4 Manuell tilkoblinger .....                               | 12 |
| 7.5 DC-tilkoblinger .....                                    | 13 |
| 7.6 Generelle utfordringer ved valg av teknisk løsning ..... | 13 |
| 8 Havneanlegg .....                                          | 14 |
| 8.1 Generelt .....                                           | 14 |
| 8.2 Avbruddsfri tilkobling .....                             | 14 |
| 8.3 Valg av elektriske vern .....                            | 14 |
| 8.4 Korrosjonsbeskyttelse .....                              | 14 |
| 8.5 Last/effektstyring .....                                 | 15 |
| 9 Kabler .....                                               | 15 |
| 9.1 Generelt .....                                           | 15 |
| 9.2 Vekt .....                                               | 15 |
| 9.3 Fleksibilitet (bøye-egenskaper) .....                    | 15 |
| 9.4 Strømføringssevne .....                                  | 15 |
| 9.5 Isolasjonsmaterialer .....                               | 15 |
| 9.6 Mekaniske og kjemiske egenskaper .....                   | 15 |
| 10 Gruppering av tilkoblinger etter standard og ytelse ..... | 16 |
| 11 Fartøykategorier med eksempler .....                      | 16 |
| 11.1 Generelt .....                                          | 16 |
| 11.2 Stykkgoods/containerfartøy .....                        | 17 |
| 11.3 Tankfartøy .....                                        | 18 |

|                                                                              |                                   |    |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----|
| 11.4                                                                         | Bulkfartøy .....                  | 18 |
| 11.5                                                                         | Passasjerfartøy .....             | 19 |
| 11.6                                                                         | Brønnbåter .....                  | 20 |
| 11.7                                                                         | Multifunksjon/servicefartøy ..... | 21 |
| 11.8                                                                         | Spesialfartøyer .....             | 21 |
| 11.9                                                                         | Fritidsfartøy .....               | 22 |
| 11.10                                                                        | Ferger (RO-PAX) .....             | 22 |
|                                                                              |                                   |    |
| Tabell 1 – Effektbehov ved lading av batterier .....                         |                                   | 10 |
| Tabell 2 – Standardiserte tilkoblingsløsninger .....                         |                                   | 11 |
| Tabell 3 – Ikke-standardiserte tilkoblingsløsninger .....                    |                                   | 12 |
| Tabell 4 – Sammenheng mellom spenning, strøm, effekt og standarder .....     |                                   | 16 |
| Tabell 5 – Eksempel på data for et fartøy stykkgoods/container .....         |                                   | 17 |
| Tabell 6 – Eksempel på data for tankfartøy .....                             |                                   | 18 |
| Tabell 7 – Eksempel på data for bulkfartøy .....                             |                                   | 19 |
| Tabell 8 – Eksempel på data for passasjerfartøy .....                        |                                   | 20 |
| Tabell 9 – Eksempel på data for brønnfartøy .....                            |                                   | 20 |
| Tabell 10 – Eksempel på data for Multifunksjon/service-fartøy .....          |                                   | 21 |
| Tabell 11 – Typiske data for spesialfartøy .....                             |                                   | 21 |
| Tabell 12 – Eksempel på data for innenriksferger (RO-PAX) høyspenning .....  |                                   | 22 |
| Tabell 13 – Eksempel på data for innenriksferger (RO-PAX) lavspenning .....  |                                   | 22 |
| Tabell 14 – Eksempel på data for innenriksferger (RO-PAX) likespenning ..... |                                   | 22 |

## NORSK ELEKTROTEKNISK KOMITE

### LANDSTRØM FOR NÆRSKIPSFART

#### FORORD

- 1) Norsk Elektroteknisk Komite (NEK) er den norske nasjonalkomiteen i IEC (International Electrotechnical Commission) og til CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization), som er organisasjoner for standardisering og omfatter alle nasjonale elektrotekniske komiteer (IEC/CENELEC nasjonalkomiteer). NEKs formål er å fremme internasjonalt, europeisk og nasjonalt samarbeid knyttet til standardisering. NEK publiserer standarder og andre teknisk relaterte dokumenter utviklet av NEK, IEC og/eller Cenelec, heretter kalt NEK-publikasjoner. Enhver person med interesse og kompetanse kan delta i utvikling av NEK-publikasjoner. Myndigheter, industri og ikke-offentlige organisasjoner deltar også i arbeidet.
- 2) De formelle beslutningene i NEK som gjelder tekniske saker, er basert på så langt praktisk mulig, konsensus mellom interessentene organisert gjennom NEKs tekniske komiteer.
- 3) Denne publikasjonen har krav, anbefalinger og/eller informasjon for nasjonalt bruk. Selv om det gjøres mye for å sikre at innholdet i NEK-publikasjoner er korrekt, kan NEK ikke holdes ansvarlig for måten de benyttes på, eventuelle feil, eller feiltolkninger gjort av brukeren.
- 4) For å bidra til internasjonal harmonisering brukes EN IEC-publikasjoner når det lar seg gjøre. Eventuelle forskjeller mellom EN IEC-publikasjoner og NEK-publikasjoner som NEK er gjort kjent med, synliggjøres for brukeren.
- 5) NEK utfører ikke samsvarsvurderinger. Selvstendige sertifiseringsorganisasjoner utfører slike tjenester. NEK er ikke ansvarlig for tjenester utført av tredjepart, eksempelvis et sertifiseringselskap.
- 6) Alle brukere bør forsikre seg om at de har anskaffet den korrekte versjonen av denne publikasjonen.
- 7) NEK eller dets ledere, ansatte, innleide, hjelpere, individuelle eksperter og medlemmer av standardiseringsgrupper, er ikke ansvarlig for personskaade, materiellskade eller annen skade av noe slag, direkte eller indirekte, eller for kostnader (inkludert saksomkostninger) og utlegg relatert til, bruk av, eller referanse til, denne NEK-publikasjonen eller andre NEK-publikasjoner.
- 8) Merk at eventuelle normative referanser referert i denne publikasjonen er nødvendige for riktig forståelse av denne publikasjonen.
- 9) Merk muligheten for at elementer i denne NEK-publikasjonen kan være gjenstand for patentrettigheter. NEK skal ikke holdes ansvarlig for å identifisere slike patentrettigheter.

Dette dokumentet er fastsatt etter konsensus i NEK Landstrømsforum, og er basert på følgende historikk:

| Dokument    | Tittel                                                      | Resultat                                                                                                |
|-------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LSF_002_PF  | LSF_002B_PF - Veileder - Landstrømsløsninger - nærskipsfart | Et prosjektforslag som ble godkjent av styringsgruppen i Landstrømsforum                                |
| LSF_008_HØR | LSF_008_HØR_NEK VEILEDER 80-2 Valg av landstrømsløsning     | Høringsdokument sirkulert til Landstrømsforums medlemmer. Innspill er behandlet av NEKs administrasjon. |
| LSF_009_SU  | NEK VEILEDER 80-2 Landstrøm for nærskipsfart                | Beslutningsdokument sirkulert til Landstrømsforum                                                       |

## INNLEDNING

Utbygging av landstrømsinstallasjoner skjer i stadig økende tempo. Samtidig oppstår det en usikkerhet om det for havn og fartøy investeres i kostnadseffektive løsninger, som faktisk passer til aktuelle og relevante fartøy og havner.

Denne veilederen sikter på å gi en overfladisk oversikt over hvilke faktorer som spiller en rolle i systemet som landstrømsinstallasjoner er en del av. Veilederen er ikke ment å gi detaljert informasjon for elektrofagfolk, eller andre som allerede har satt seg godt inn i hele eller deler av materien.

Nærskipsfarten består av ulike typer fartøy i ulike kategorier som kjennetegnes ved mer eller mindre fri ferdsel i norske og europeiske farvann. Ferjer trenger et eget dokument og er kun nevnt kort i denne veilederen. Ferjer skiller seg ut, på den måten at de går fast mellom to eller flere punkter. Dette gjør det noe enklere å få utstyr på land og fartøy til å passe sammen lokalt.

Ved utarbeidelse av denne veilederen er det tatt høyde for at det kan oppstå behov for revisjon om kort tid. NEK Landstrømsforum ønsker derfor flest mulige tilbakemeldinger på veilederen, slik at den kan revideres og publiseres i ny utgave. Revisjon kan i praksis startes direkte etter publisering. En ny utgave vil f.eks. kunne publiseres etter ett år.

Denne veilederen har blitt til ved et initiativ fra Kystrederiene til Landstrømsforum. Kystrederiene er representert i Landstrømsforums styringsgruppe og har bidratt aktivt i utarbeidelsen av denne veilederen. Kystrederiene er arbeidsgiver- og interesseorganisasjon for rederi i nærskipsfarten, og har medlemmer både innen tradisjonell sjøtransport (Short sea shipping) og sjøtransport tilknyttet havbruksnæringen (Aqua shipping).

## LANDSTRØM FOR NÆRSKIPSFART

### 1 Omfang

Dette dokumentet gir generell informasjon om landstrømsforsyning for forskjellige fartøykategorier for nærskipsfarten i Norge. Dokumentet tar for seg tema fra fartøy til netteier på land. Dokumentet konsentrerer seg om nærskipsfart som definert i 3.1.

Cruiseskip omfattes ikke av dette dokumentet.

### 2 Aktuelle referanser

| Referanse            | Tittel                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Installasjon</b>  |                                                                                                                                                                                                                                               |
| NEK IEC PAS 80005-3  | Utility connections in port – Part 3: Low Voltage Shore Connection (LVSC) Systems – General requirements                                                                                                                                      |
| NEK IEC/IEEE 80005-1 | Utility connections in port – Part 1: High voltage shore connection (HVSC) systems – General requirements                                                                                                                                     |
| NEK 400              | Elektriske lavspenningsinstallasjoner                                                                                                                                                                                                         |
| NEK 440              | Stasjonsanlegg                                                                                                                                                                                                                                |
| NEK 410A / NEK 410B  | Elektriske installasjoner i skip                                                                                                                                                                                                              |
| NEK 439              | Lavspenningstavler og kanalskinnesystem                                                                                                                                                                                                       |
| NEK 399              | Tilknytningspunkt for elanlegg og ekomnett                                                                                                                                                                                                    |
| NEK/LPV/01A          | Landstrømsforum prinsippvedtak – Valg av nominell spenning og frekvens for landstrømsforsyninger.                                                                                                                                             |
| NEK/LPV/02A          | Landstrømsforum prinsippvedtak – Grensesnitt - Ansvar                                                                                                                                                                                         |
| <b>Kontaktsystem</b> |                                                                                                                                                                                                                                               |
| IEC 60309-5          | Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 5: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for plugs, socket-outlets, ship connectors and ship inlets for low voltage shore connection systems (LVSC) |
| IEC 62613-2          | Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection systems (HVSC-systems) – Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for accessories to be used by various types of ships                 |
| <b>Kommunikasjon</b> |                                                                                                                                                                                                                                               |
| IEC/IEEE 80005-2     | Utility connections in port – Part 2: High and low voltage shore connection systems – Data communication for monitoring and control                                                                                                           |
| ISO 15118            | Road vehicles — Vehicle to grid communication interface — Part 1: General information and use-case definition                                                                                                                                 |
| IEC 63119-1          | Information exchange for electric vehicle charging roaming service - Part 1: General                                                                                                                                                          |
| NEK 700              | Informasjonsteknologi                                                                                                                                                                                                                         |

### 3 Begrep og definisjoner

Med hensyn til dette dokumentet gjelder følgende begrep og definisjoner:

ISO og IEC vedlikeholder databaser for terminologi for bruk i standardisering. Disse kan besøkes på følgende adresser:

- IEC Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)
- ISO Online browsing platform: [www.iso.org/obp](http://www.iso.org/obp)

#### 3.1

##### **nærskipsfart**

fartøy som går i nasjonale/europeiske farvann

MERKNAD 1 Denne definisjonen ikke internasjonalt forankret, men brukes i flere sammenhenger.

MERKNAD 2 Cruiseskip inkluderes vanligvis ikke i begrepet nærskipsfart

##### **netteier**

aktør med grensesnitt mot nettkunde, og som har en rolle definert av lover og forskrifter.

MERKNAD 1 Nettselskapet har bl.a. ansvar for å:

- tilby nett-tilkobling etter avtalte spesifikasjoner og forskrifter til nettkunde
- fakturere nettleie og anleggsbidrag til nettkunde i henhold til gjeldende tariff.

MERKNAD 2 Netteiers ansvar opphører i grensesnittet mot nettkunde.

[KILDE: Landstrømsforums prinsippvedtak NEK/LPV/02A, modifisert]

#### 3.2

##### **nettkunde**

aktør med grensesnitt mot netteier

MERKNAD 1 Nettkunde kan være samme aktør som landstrømstilbyder.

MERKNAD 2 Hvis nettkunde og landstrømtilbyder er forskjellige aktører, avtales ansvar og teknisk grensesnitt mellom disse.

MERKNAD 3 Nettkunde kan være havnen, kaieier eller en virksomhet som har avtale med disse om å tilby landstrøm til et fartøy. Et rederi kan også være nettkunde

MERKNAD 4 Nettkunde bygger, drifter og vedlikeholder eget nett og utstyr iht. gjeldende forskrifter. Dette er en tjeneste som kan bestilles og leveres fra en tredjepart.

MERKNAD 5 Tilpasning mot nettselskap reguleres bl.a. av Forskrift om leveringskvalitet, FoL, samt bruk av standarden NEK 399.

[KILDE: Landstrømsforums prinsippvedtak NEK/LPV/02A, modifisert]

#### 3.3

##### **landstrømtilbyder**

aktør med grensesnitt mot landstrømskunde som tilpasser tjenester og løsninger

MERKNAD 1 Hvis nettkunde og landstrømtilbyder er samme selskap, forvaltes eget nett fra grensesnitt mot netteier til og med grensesnitt mot landstrømskunde

MERKNAD 2 Eksempler på tjenester og løsninger kan være:

- Tilkobling på kaikant iht. gjeldende standarder eller avtaler.
- Fysisk tilpassing av arrangement og kontakt for tilkopling til fartøy
- Transformering av spenning og frekvens ved avvik fra nettselskapenes leveringsplikt.
- levere energi etter avtalte spesifikasjoner og forskrifter til landstrømskunden.
- inngå avtaler og kjøpe energi (kWh) fra kraftleverandører
- fastsette/avtale og tilby vilkår og priser for bruk av landstrøm

[KILDE: Landstrømsforums prinsippvedtak NEK/LPV/02A, modifisert]



## **4 Regelverk, standarder og godkjenning**

### **4.1 Generelt**

Myndigheter i forskjellige land har lover og forskrifter om elektriske installasjoner. Derfor kreves det et spesielt samarbeid mellom statene når fartøy skal forflytte seg mellom havner på tvers av nasjonale grenser og internasjonale farvann. Dels av samme grunn er det forskjellige krav til elektriske installasjoner på land og om bord på et fartøy. Dels er det også behov for andre tekniske krav til elektriske installasjoner i maritime miljøer.

Myndighetskrav skal alltid leses som minimumskrav, dvs. krav fra IMO, EU eller norske myndigheter. Myndighetskravene er vanligvis generelle eller funksjonsbaserte. Dette skaper et behov for standarder som i detalj kan beskrive hvordan forskriften kan oppfylles.

Det kan være noe overlappende virkeområde på standarder, men i hovedsak er det ikke flere alternativer når det kommer til valg av internasjonal standard. I praksis vil dermed markedet normalt betrakte standarden som et minimum sikkerhetsnivå.

Imidlertid er det som regel flere krav i bildet enn minimumsnivået. Om et fartøy er klassifisert av et classeselskap, f.eks. DNV, Lloyds eller ABS vil disse classeselskapene operere med hvert sitt klasseregelverk som kan være ganske forskjellige. Felles for klassereglene er at de bygger på myndighetskravene, men inneholder ofte tilleggskrav som er erfaringsbaserte og som følger den teknologiske utviklingen.

Kontraktuelle krav er som regel en annen faktor. Når en kunde bestiller en funksjon kan dette utløse en rekke tekniske krav, som gjerne kan være mye strengere enn minimumskravene.

### **4.2 Fartøy**

Samarbeid om regelverk for skip og offshore-enheter skjer i IMO (International Maritime Organization). Hvert land stiller med sine delegater til møter der man søker å bli enige om felles myndighetskrav.

IMO har utviklet flere konvensjoner som flaggstater signerer for å få tilgang til andre internasjonale havner. IMO har holdt på i mange tiår og fått til mye, men det er fortsatt slik at hvert land har egne lover og forskrifter. Hvilket land et fartøy hører til, og dermed hvilke regler som gjelder, avgjøres av hvilket skipsregister fartøyet er registrert i. Fartøy som er registrert i de norske registrene NIS og NOR seiler under norsk flagg. Med andre ord er det Norge som er flaggstat, og dermed gjelder Eltilsynsloven og Forskrift om maritime elektriske anlegg, uavhengig av hvor fartøyet er bygget eller måtte befinne seg.

For fartøy som skal gå til havner utenfor Norge holder det ikke alene å tilfredsstille norske forskrifter. IMOs konvensjoner spiller her en viktig rolle. SOLAS er en av verdens mest anerkjente konvensjoner og er også signert av nesten alle verdens flaggstater.

For fartøy som ikke skal gå til havner utenfor Norge er det strengt tatt ikke et myndighetskrav å tilfredsstille IMOs konvensjoner, men det kan likevel være at det kommersielt stilles slike krav til fartøyet.

IMO stiller først og fremst overordnede krav, som for lover og forskrifter, men det er også en del tekniske krav. Industrien vil derfor søke å utvikle standarder som sikrer at IMO og myndighetskrav blir fulgt. Standarden kan enklest beskrives som en metode for å dokumentere samsvar med myndighetskrav. Samtidig er industrien bedre egnet til å følge teknologisk utvikling og sikre like konkurransevilkår internasjonalt. Industrien har også enkel tilgang til å kunne delta i revisjon av standardene, i motsetning til IMO og myndighetsregelverk.

De fleste kravene til elektriske installasjoner om bord i fartøy finner du i IEC 60092-serien. Krav til landstrøm finner du i IEC/IEEE 80005-serien. De fleste standardene i IEC 60092-serien er oversatt til norsk og samlet i NEK 410A og NEK 410B.

### 4.3 Havn

Havneanlegg er underlagt et annet regelverk enn fartøy. Installasjonene er på land har rimeligvis ikke behov for å flytte seg rundt i verden. Eltilsynsloven gjelder imidlertid her også, men for spenning opp til 1000V AC gjelder Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg og for spenning over 1000V AC gjelder Forskrift om elektriske forsyningsanlegg.

Standardene NEK 400, NEK 440 og NEK 399 er alle aktuelle standarder for å dokumentere samsvar med forskriftene på landinstallasjoner. For landstrømsinstallasjoner kommer også IEC/IEEE 80005-standardene som beskriver installasjoner både på fartøy og på land.

### 4.4 Krav til bruk av standarder

Utviklere av standarder som f.eks. IEC, CENELEC og NEK sier at standarder er frivillige å bruke. Dvs. i motsetning til lover og forskrifter. Dette forstås slik at f.eks. IEC ikke har myndighet i seg selv til å kreve bruk av IEC standarder, men andre aktører kan referere standarden og kreve den brukt. For eksempel:

- IMOs konvensjon SOLAS sier at IEC 60092 skal brukes for elektriske installasjoner på skip.
- En kontrakt mellom parter kan referere andre standarder og/eller fastslå at fartøyet skal klassifiseres etter DNVs klasseregler.
- Norske myndigheter gir veiledning om at NEK 400 kan benyttes til å bekrefte samsvar med Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg.

## 5 Effekt strøm, spenning og frekvens

### 5.1 Energioverføring

Overføring av en bestemt mengde elektrisk energi kan gjøres konvensjonelt på to måter:

- a) Lav spenning og høy strøm.
- b) Høy spenning og lav strøm.

Ved henholdsvis like store verdier vil det overføres like mye energi. Fordi strøm skaper varmgang i alt den flyter gjennom, for eksempel kabler og kontaktutstyr, vil høy strøm medføre tykke kabler, samt stort og tungt utstyr. Spenningen i seg selv gir ingen varmgang.

Behov for energioverføring er derfor avgjørende for valg av spenning, som igjen påvirker valg av utstyr, operasjonelle forhold og lokalitet.

### 5.2 Høyspenning

Bruk av høyspenning, for eksempel 11 000 V, gjør at store energimengder kan overføres med relativ lav strøm. Fordelen som forklart over er at kabler og utstyr ikke trenger være spesielt store eller tunge. Utfordringen er at det kreves et ekstra høyt sikkerhetsnivå og at utstyrskostnader blir høyere. Drift og vedlikehold med ansvar og rutiner blir mer omfattende og kostbart med høyspenning. Det vurderes i hvert enkelt tilfelle hva som lønner seg og hva som er mest hensiktsmessig med tanke på hvem som skal ha ansvaret for de forskjellige installasjonene.

### 5.3 Lavspenning

Lavspenning opp til 1000 V kan være like farlig som høyspenning, men sikkerhetstiltak og komponenter er rimeligere og sikkerhetsavstander mindre. En lavspenningsinstallasjon vil normalt være å foretrekke hvis det er mulig å overføre nok energi med de komponentene som er tilgjengelig.

### 5.4 Nettspenning

Netteiere er underlagt forsyningsplikt og spenningsnivåer tilbys etter behov. Av praktiske årsaker kan ikke netteier tilby alle spenningsnivåer, men noen nivåer kan på legges av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). Følgende spenningsnivåer antas å være tilgjengelige fra netteier for landstrømsforsyning: 230 V AC, 400 V AC, 690 V AC, 11 kV AC og 22 kV AC.

MERKNAD Landstrømsforums prinsippvedtak NEK/LPV/01 anbefaler bruk av 400 V, 690 V, 11 kV og 22 kV mellom netteier og nettkunde. Videre 400 V, 690 V, 6,6 kV og 11 kV mellom landstrømstilbyder og landstrømskunde.

## 5.5 Frekvens

Det norske strømmettet er koblet til det europeiske nettet som benytter vekselspanning med en frekvens på 50 Hz. Det er derfor en fordel om fartøyet benytter 50Hz. Flere fartøy benytter etter hvert 50 Hz, men mange fartøy i drift bruker 60 Hz. Mindre fartøy, og fartøy som er planlagt for å gå i norske farvann bruker som regel 50 Hz. Internasjonalt er imidlertid 60 Hz i utstrakt bruk, og er til dels dominerende.

Motorer på 60 Hz har et høyere turtall som gir et høyere moment. I forhold til størrelse og vekt gir 60 Hz dermed noen fordeler sammenlignet med 50Hz, men det fører også med seg ulemper. Med høyere frekvens øker bl.a. lekkasjestrømmene i distribusjonen. 50 Hz er med andre ord noe mer effektiv, men den store fordelene at energinettet i Europa bruker 50Hz.

Det kan diskuteres hvor mye valg av frekvens vil ha i fremtiden. Motorer turtallsstyres i økende grad med frekvensomformere. Bruk av DC for energioverføring fra land vil også redusere frekvensproblematikken.

MERKNAD Kystrederiene, som organiserer alle segmenter innen nærskipfarten, har gjennomført spørreundersøkelser som viser at 50 Hz er mest utbredt, men at også 60 Hz er mye brukt. 60 Hz er ellers dominerende for cruiseskip og supply-skip.

## 5.6 Effektbehov ved lading av batterier

Effektbehovet for lading av batterier er teknisk sett uavhengig av fartøytype. Det er i hovedsak tre faktorer som styrer effektbehovet. Batteriets størrelse, ladetid til rådighet og hvor mye batteriet lades ved hver lading. Et aktuelt eksempel på ladeoppsett kan være utlading til 20% SOC (state of charge) og opp til 80%. En fjerde faktor er effekttap. Effekttapet kan variere avhengig av ladesystem. Det er også større tap ved høye ladeeffekter.

Tabell 1 viser effektbehov ved lading av batterier ved forskjellige batteristørrelser målt i kapasitet (MWh) og ladetid (timer). Tabellen forutsetter utlading av batteripakken til 20% og opplading til 80 %. Det er ikke tatt hensyn til effekttap eller andre ytre faktorer som for eksempel temperatur, men tabellen gir likevel en idé om hvordan ladetid og batterikapasitet henger sammen.

**Tabell 1 – Effektbehov ved lading av batterier**

| Ladetid | Effektbehov (MW) ved batterikapasitet (MWh) og lading fra 20% til 80% |         |         |         |         |       |         |       |       |       |       |        |
|---------|-----------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|
| (timer) | 0,1 MWh                                                               | 0,2 MWh | 0,3 MWh | 0,5 MWh | 0,7 MWh | 1 MWh | 1,5 MWh | 2 MWh | 3 MWh | 4 MWh | 5 MWh | 10 MWh |
| 0,1     | 0,6                                                                   | 1,2     | 1,8     | 3,0     | 4,2     | 6,0   | 9,0     | 12    | 18    | 24    | 30    | 60     |
| 0,2     | 0,3                                                                   | 0,6     | 0,9     | 1,5     | 2,1     | 3,0   | 4,5     | 6,0   | 9,0   | 12    | 15    | 30     |
| 0,3     | 0,2                                                                   | 0,4     | 0,6     | 1,0     | 1,4     | 2,0   | 3,0     | 4,0   | 6,0   | 8,0   | 10    | 20     |
| 0,5     | 0,1                                                                   | 0,2     | 0,4     | 0,6     | 0,8     | 1,2   | 1,8     | 2,4   | 3,6   | 4,8   | 6,0   | 12     |
| 0,7     | 0,1                                                                   | 0,2     | 0,3     | 0,4     | 0,6     | 0,9   | 1,3     | 1,7   | 2,6   | 3,4   | 4,3   | 8,6    |
| 1       | 0,1                                                                   | 0,1     | 0,2     | 0,3     | 0,4     | 0,6   | 0,9     | 1,2   | 1,8   | 2,4   | 3,0   | 6,0    |
| 1,5     | 0,04                                                                  | 0,1     | 0,1     | 0,2     | 0,3     | 0,4   | 0,6     | 0,8   | 1,2   | 1,6   | 2,0   | 4,0    |
| 2       | 0,03                                                                  | 0,06    | 0,1     | 0,2     | 0,2     | 0,3   | 0,5     | 0,6   | 0,9   | 1,2   | 1,5   | 3      |
| 3       | 0,02                                                                  | 0,04    | 0,06    | 0,1     | 0,1     | 0,2   | 0,3     | 0,4   | 0,6   | 0,8   | 1,0   | 2,0    |
| 4       | 0,02                                                                  | 0,03    | 0,05    | 0,08    | 0,1     | 0,2   | 0,2     | 0,3   | 0,5   | 0,6   | 0,8   | 1,5    |
| 5       | 0,01                                                                  | 0,02    | 0,04    | 0,06    | 0,08    | 0,1   | 0,2     | 0,2   | 0,4   | 0,5   | 0,6   | 1,2    |
| 12      | 0,005                                                                 | 0,01    | 0,02    | 0,03    | 0,04    | 0,05  | 0,1     | 0,1   | 0,2   | 0,2   | 0,3   | 0,5    |
| 24      | 0,003                                                                 | 0,005   | 0,01    | 0,01    | 0,02    | 0,03  | 0,04    | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,3    |

MERKNAD Ladeeffekt over 20 MW er markert i grått. Slike ladehastigheter er mulig, men vil være krevende for nettet og flere steder vil ikke kunne levere dette. Cruisefartøy kan eksempelvis kreve 15 MW uten å lade batterier. Samtidig kan andre cruiseskip klare seg med 10MW inkludert lading av batterier.

## 6 Kommunikasjon

Landstrømsløsninger bør inkludere kontakter med separate pinner/hylser for å sende signaler. Dette er viktig for sikkerhetsfunksjoner og for å kunne utveksle informasjon mellom forsyning og bruker. Informasjonen kan også samles inn og brukes for å gi oversikter og statistikker. I markedet for elbiler er dette godt utnyttet der det for eksempel tilbys betalingsløsninger.

Det skilles på kommunikasjon som går mellom bruker og ladepunkt, og informasjon som går mellom ladepunkt og tredjeparts leverandør, som for eksempel et betalingssystem. ISO 15118 brukes for sistnevnte. Kommunikasjon mellom ladepunkt og bruker er nødvendig for å kontrollere lading og for å lese av nødvendig teknisk data. IEC 61851-24 er et eksempel på en slik standard som brukes for DC lading av elbil.

Standarden NEK 700 for informasjonsteknologi kan med fordel brukes på deler av installasjonen, spesielt den delen som er på land.

## 7 Tilkoblingsløsninger

### 7.1 Standardiserte tilkoblingsløsninger

Følgende standardiserte tilkoblingsmetoder er tilgjengelige for landstrømsforsyning.

**Tabell 2 – Standardiserte tilkoblingsløsninger**

| Installasjonsstandard                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Kontaktløsning                                                                                                                                | Maksimal ytelse per kontakt |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| IEC/IEEE 80005-1 <sup>a</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | IEC 62613-1 / IEC 62613-2 <sup>a</sup>                                                                                                        | 500 A 12 kV AC              |
| IEC/IEEE 80005-3 <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | IEC 60309-5 <sup>b</sup>                                                                                                                      | 350 A 690V AC               |
| NEK 400 (for marinaer)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Industrikontakter finnes i mange varianter. Flere er standardiserte i IEC 60309-X serien, men de er ikke nødvendigvis designet for Landstrøm. | 32 A – 125 A <sup>c</sup>   |
| <sup>a</sup> For høyspenning (over 1000 V AC). Bruk av parallelle kontakter kan gi høyere effekt.<br><sup>b</sup> For lavspenning (opp til 1000 V AC). Bruk av parallelle kontakter kan gi høyere effekt.<br><sup>c</sup> De fleste såkalte industri-kontakter er ikke utviklet for å tåle sin merkeytelse over et lengre tidsrom. Dermed er de ikke egnet for mange landstrømsanlegg. For mindre marinaer med fritidsbåter har slike kontakter vært benyttet i stor utstrekning. Det er viktig å ikke dimensjonere slike anlegg for full ytelse, særlig ikke hvis det blir høy belastning over mange timer, slik som ved batteriladning. Eksempelvis kan en 125 A kontakt ikke nødvendigvis belastes med mer enn 100 A kontinuerlig, men dette vil variere med type og produsent. |                                                                                                                                               |                             |

Det er mulig å oppnå høyere effekt ved parallellkobling av flere kontakter, men dette vil også kreve ytterligere sikkerhetssystemer og reduksjonsfaktorer.

### 7.2 Ikke-standardiserte tilkoblingsløsninger

Foreløpig finnes det ikke standardiserte kontaktløsninger som dekker alle behov. I flere tilfeller velges det derfor en ikke-standardisert kontakttype. Tabell 3 viser at standardene for installasjon kan brukes selv om kontaktløsningene ikke er standardiserte. I slike tilfeller benyttes den generelle delen av standarden. De fartøyspesifikke tilleggene i IEC/IEEE 80005-1 krever bruk av standardiserte kontakter, men den generelle delen kan brukes uavhengig av fartøytype og kontakttype.

MERKNAD IEC/IEEE 80005-3 for lavspenning er under utarbeidelse. IEC PAS 80005-3 gjelder midlertidig.

**Tabell 3 – Ikke-standardiserte tilkoblingsløsninger**

| Installasjonsstandard                                                                                                                                                                                     | Kontaktløsning                                                                                                                                                                                         | Ytelse                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| IEC/IEEE 80005-1 <sup>a</sup>                                                                                                                                                                             | Det finnes få kontakter for høyspenning som er laget spesielt for Landstrøm. Den mest kjente i Norge er NG3 som har vært brukt på en del anlegg med automatisert tilkobling.                           | Kjente komponenter i markedet har et potensiale på 2000 A ved 11 kV |
| IEC/IEEE 80005-3 <sup>b</sup>                                                                                                                                                                             | Det finnes kontakter for lavspenning på markedet som ligner IEC 60309-5, men som er mindre og har lavere ytelse. Disse kommer i flere varianter, men det finnes foreløpig ikke IEC-standard for disse. | Typisk ytelse kan være 125 A - 250 A                                |
| <sup>a</sup> For høyspenning (over 1000 V AC). Bruk av parallelle kontakter kan gi høyere effekt.<br><sup>b</sup> For lavspenning (opp til 1000 V AC). Bruk av parallelle kontakter kan gi høyere effekt. |                                                                                                                                                                                                        |                                                                     |

Proprietære kontakter, dvs. ikke-standardiserte kontakter som er tilgjengelige på markedet eller som skreddersys til prosjekter, kan brukes hvis det ikke er behov for standardiserte kontakter. I slike tilfeller kan det være mulig å oppnå høyere effekter med lavspenning. En kontakt med ytelse 2000 A 690V AC vil for eksempel kunne gi ca 2,38 MW. Ulempen er at løsningen sannsynligvis ikke vil være kompatibel med andre installasjoner. Det kan også være utfordringer med vag av vern hvis kortslutningsstrømmene blir høye. Det kan likevel være aktuelt ved noen fergestrekninger som ikke er avhengig av at andre fartøy skal bruke installasjonene.

### 7.3 Automatisert tilkobling

Autonome eller automatiserte tilkoblinger har mange fordeler og noen utfordringer. Det er utviklet flere typer konsepter for automatisk tilkobling og det forventes flere.

Motivasjonen for å investere i slike løsninger er som regel et behov for å lade batterier ved relativt kort tid til kai. Hvis det kun er få minutter til rådighet for lading, er det mye å spare på å koble til og fra så raskt som mulig.

En annen grunn til å bruke automatiserte løsninger er at utstyr for høye effekter blir tungt og stort, og dermed vanskelig å håndtere manuelt. Ved behov for overføring av store mengder energi på kort tid, kreves det relativt tykke kabler og kraftige kontakter. Bruk av høyspenning kan redusere vekt, men dette krever igjen andre sikkerhetstiltak.

En del fartøy har et begrenset mannskap som kan være bundet opp i andre oppgaver, eller som ikke har opplæring i betjening av elektriske anlegg. Kapasitet i bemanningen og personsikkerhet er derfor viktige faktorer som bør tas med i beregningen ved valg av et automatisert anlegg.

Det kan være nødvendig med strenge krav til autonome tilkoblinger. Hvis prosessene ikke overvåkes av mennesker, er det behov for at systemene selv beskytter seg mot uønskede hendelser. For eksempel er bortfall av spenning fra land en situasjon som kan håndteres automatisk, men det stiller store krav til pålitelighet. Dette kan eksempelvis medføre krav om uavbrutt strømforsyning (UPS).

### 7.4 Manuell tilkoblinger

Manuelle tilkoblinger er først og fremst rimeligere og enklere enn automatiserte. Dette gjør det også enklere å utvikle internasjonale standarder. Foreløpig er derfor manuelle tilkoblinger det sikreste valget hvis landstrømsforsyningen skal være standardisert.

Manuelle tilkoblinger finnes i mange størrelser. De største løsningene er for tunge til at en person kan koble til utstyret for egen kraft. Det brukes derfor hjelpeutstyr som f.eks. kraner. De som har tilgang på flere mannskap, kan også komme langt med dette.

Manuelle tilkoblinger tar ikke nødvendigvis lang tid. Hvis effektbehovet er begrenset, vil manuell tilkobling ofte være de raskeste. Hvis landstrømsløsningen er tilrettelagt for at en person enkelt kan ta en kontakt og plugge inn landstrøm, vil det være lite eller ingenting å spare på å automatisere denne prosessen. Eksempelvis har det vist seg lite aktuelt å automatisere tilkobling av elbiler, selv om også dette har vært vurdert.

Det er når utstyret blir tungt og stort at det tar noe tid å koble til manuelle løsninger, men hvis fartøyet skal ligge flere timer på landstrøm er dette ikke nødvendigvis et stort problem. Målet er uansett å få overført en bestemt mengde energi. Tilkoblingstiden relativ til total tilkoblingstid blir ikke signifikant hvis total tilkoblingstid er flere timer sammenlignet med noen få minutter.

Fordelene med standardiserte løsninger, lavere kostnader, mindre opplæring og enklere vedlikehold, kan fort oppveie ulempene.

## 7.5 DC-tilkoblinger

DC-koblinger bør foreløpig omtales i et eget kapittel fordi de fleste kontaktløsningene som hittil er i bruk er for bruk med vekselstrøm (AC). DC-koblinger for landstrøm vil imidlertid bli mer aktuelt.

DC-tilkobling er allerede foretrukket tilkobling for høyere effekter for elektriske kjøretøy. Hovedgrunnen er at vekten på ladeutstyret øker i takt med ladeeffekten. I alle tilfeller hvor det er ønskelig å holde volum og vekt nede vil derfor DC-løsninger være aktuelt. Mye av ladeutstyret kan da plasseres på land. Med AC-løsninger er alt eventuelt ladeutstyr om bord.

For elektriske kjøretøy er det åpenbart strenge begrensninger på hvor mye vekt og plass ladeutstyret kan gjøre krav på. På fartøy generelt er ikke denne grensen like tydelig. Et fartøy kan være lite sensitiv for vekt og plass, mens for andre fartøy kan dette være meget viktig, eksempelvis for hurtiggående fartøy.

I tillegg til fordelene med å plasser vekt og volum på land, løser DC-koblinger frekvensproblemet på fartøy. Som forklart i 5.5 brukes 50Hz og 60Hz i varierende grad på fartøy. På land i Norge brukes det 50Hz. Med DC-tilkobling vil spenningen bli transformert fra 50 Hz til DC (0Hz) på land, og transformeres tilbake til 50 Hz eller 60Hz om bord.

Det er foreløpig mangel på gode kontaktløsninger for DC-landstrøm for høyere effekter, men det forventes at dette kommer på markedet i løpet av få år. Foreløpig er en av de beste løsningene CCS2 (Combined charging system), som er utbredt for elbiler. Denne løsningen har imidlertid en begrensning på ca 350 kW. De fleste løsningene på markedet er laget for elbiler, slik at det er viktig å gjøre vurderinger for om løsningene er egnet for bruk i et maritimt miljø.

## 7.6 Generelle utfordringer ved valg av teknisk løsning

Ett fartøy kan ha ulike effektbehov for tilkobling, avhengig av hvordan det til enhver tid opererer. Hvor mye tid et fartøy bruker til å laste eller losse i forbindelse med et oppdrag kan ha stor betydning. Det samme fartøyet kan også vente på oppdrag i dager eller uker, eller ligge i opplag i mer utfordrende tider.

Behovet kan også være forskjellig for fartøy innen samme kategori, avhengig av om fartøyet er utstyrt med batterier og kapasiteten på disse. Hvordan og hvor raskt batteriene skal lades kan ha stor betydning for landstrømsinstallasjonene, både på fartøy og på land. Størrelsen på eventuelle batterier er dimensjonert for fartøyets tiltenkte bruk, noe som innebærer at fartøyet ikke alltid vil ha behov for tilgang på maksimal effekt. I hvilemodus vil et fartøy ikke ha noen problemer med å lade batterier på lav effekt.

Fartøy i samme kategori og med omtrent samme tekniske spesifikasjoner, kan likevel ha forskjellig driftsmønster. Noen kan gå i fast rute, men sjeldent til offentlige havner, eksempelvis forbåter og brønnbåter, mens tilsvarende fartøy for andre formål kan gå mer sporadisk, og vil oftere benytte kaianlegg i offentlige havner.

Det samlede behovet kan endre seg over tid ved at flere fartøy får større batterikapasitet og tilsvarende økt effektbehov. Med økende etterspørsel etter batterielektiske og hybride løsninger (diesel/hydrogen/ammoniakk/batteri), øker også behovet for landstrøm/ladestrøm. Effektbehovet kan imidlertid variere vesentlig innen fartøykategoriene og i forhold til bruksmønster.

Den økonomiske gevinsten ved å investere i løsninger med høy kapasitet kan variere. Eksempelvis kan en bestemt løsning være optimalisert for nybygg, men kan samtidig være

uforholdsmessig kostbar ved ombygging. Ved ombygging bør det også tas hensyn til gjenværende levetid.

En annen viktig faktor er fartsmønsteret til fartøyet. Det er viktig merke seg at en stor del av fartøyene i nærskipsfarten frekventerer mindre, private kaianlegg i distriktene. Utbygging av landstrømsinstallasjoner ved disse mindre kaianleggene kan være utfordrende og kostbart.

## **8 Havneanlegg**

### **8.1 Generelt**

Havneanlegg har forskjellige forutsetninger og det lar seg derfor vanskelig gjøre å skissere detaljerte løsninger eller anbefalinger. Dette avsnittet belyser kun noen emner som kan vurderes.

### **8.2 Avbruddsfri tilkobling**

Det kan være behov for avbruddsfri tilkobling. Det vil si at fartøyet ikke stenger ned motorer før tilkobling til land har skjedd. En slik operasjon krever at flere forhold er ivarettatt. For eksempel at strøm og spenning på fartøyet synkroniseres med landnettet før tilkobling skjer, samt at rotasjonsretning på trefasespenning kontrolleres. Fartøy som samsvarer med IEC PAS 80005-3 er forberedt for synkronisering mot land.

### **8.3 Valg av elektriske vern**

Valg av vern gjøres etter kjente beregningsmetoder og det finnes bl.a. programvare for dette. Det er imidlertid viktig å være klar over konsekvensen av å koble et fartøy til landnettet. I det tilkobling skjer blir fartøyet en del av landnettet, og alle vern som står på land «ser» fartøyet og skal beskytte mot feil som kan oppstå der. Når generatorene på fartøyet er i drift vil disse tilsvarende «se» hele landnettet som en tilkoblet enhet og kan bli påvirket av hendelser i dette nettet.

En utfordring er at kortslutningsberegninger på fartøy gjøres etter andre formler enn på land. Det er matematiske grunner til dette, men det kan likevel føre til at tradisjonelle vern ikke er egnet, eller er feil innstilt.

Ved parallelle landstrømtilkoblinger er det behov for ekstra sikkerhetssystem og egnede vern for dette. Det er også behov for sikkerhetssystemer som hindrer at løse kabler og kontakter kan være spenningssatte om kun en av de parallelle kontaktene er tilkoblet.

Det er også en utfordring at hvert fartøy gir forskjellige verdier ved eventuelle kortslutninger eller jordfeil. Innstilling av vern på land kan derfor være en utfordring for å gi best mulig beskyttelse, men samtidig unngå utilsiktet utkobling.

Det kan være behov for smarte løsninger i havnen som leser av et fartøys elektriske data og tilpasser beskyttelsen deretter.

### **8.4 Korrosjonsbeskyttelse**

Ved landstrømtilkobling kan korrosjonsfaren øke. Det er derfor viktig å ha god korrosjonsbeskyttelse. Metodene er ikke nye, men det er viktig å være oppmerksom på at korrosjonshastigheten kan øke ved å være koblet til landstrøm. Mekanisk beskyttelse kan derfor få redusert levetid.

Aktiv beskyttelse har imidlertid en annen utfordring. Korrosjonshastigheten kan variere fra havn til havn, bl.a. på grunn av jordingsforholdene i landnettet. Det kan derfor være nødvendig med forskjellige innstillinger på beskyttelsessystemet for forskjellige havner. Verdiene på nettet i havnen bør være kjente og tilgjengelige. Korrosjonssystemet om bord vil kunne reguleres automatisk for å nulle ut eventuelle lekkasjestrømmer, men det er viktig at prosessen overvåkes og at dette skjer på en kontrollert måte som ikke påfører skade på andre strukturer. Det kan være behov for oppgradering av eksisterende løsninger som sørger for best mulig beskyttelse, og som ivaretar korrosjonsbeskyttelse for omgivelsene.

MERKNAD Det Sintef-ledede prosjektet EIMar har utviklet en veileder for korrosjonsbeskyttelse ved landstrøm.

## **8.5 Last/effektstyring**

Det utvikles stadig smarte løsninger som utnytter mer av kapasiteten i nettet. En av de viktige løsningene er styring av effekt til lading av batterier. Løsninger som måler effektbruket på hovedtilførsel, og som kan regulere effektforbruket til flere ladepunkter avhengig av hvor mye effekt som er tilgjengelig kan gi økt ytelse og store besparelser.

Eksempelvis om maksimal tilgjengelig effekt til lading på en havn er 5 MW vil det fordelt på fem punkter uten laststyring maksimalt kunne tilbys 1 MW. Med laststyring kan det tilbys 1 - 5 MW avhengig av samtidig bruk. Tilgjengelig effekt kan også i flere tilfeller økes, f.eks. ved at effekten som er avsatt til en kran kan legges til total tilgjengelig effekt. Når kranen starter reduseres ladeeffekten tilsvarende.

## **9 Kabler**

### **9.1 Generelt**

Valg av kabler krever egnet kompetanse på området. Å finne ut hvor mye strøm en kabel kan føre er langt fra hele bildet. Hvilke andre egenskaper man ønsker at kabelen skal ha kan være mer utfordrende å utrede.

### **9.2 Vekt**

Vekt på kabler kan være avgjørende for valg av landstrømsløsning. Selv om en kontaktløsning er håndterbar for en person, kan vekten på kabelen gjøre at det ikke er mulig for en person å håndtere den.

### **9.3 Fleksibilitet (bøye-egenskaper)**

Fleksible kabler består gjerne av mange fine kobbertråder i stedet for én eller noen få tykke. Dette gjør kabelen lettere å håndtere. Den kan kjennes lettere selv om vekten er omtrent den samme.

### **9.4 Strømføringssevne**

Strømføringssevne er omtrent proporsjonal med kobber- eller aluminiumsinnholdet, men det er noen faktorer som trekker i forskjellige retninger. Hovedutfordringen er varmgang. Både kobber og aluminium har gode lederegenskaper, men de er ikke perfekte. Derfor blir det et varmetap. Når varmen når isolasjonsmaterialets temperaturgrense kan vi ikke belaste kabelen ytterligere.

Strøm beveger seg lettere på overflater. En fleksibel kabel med mange små tråder vil derfor kunne føre litt mer strøm - alt annet likt.

### **9.5 Isolasjonsmaterialer**

Det utvikles mange typer isolasjonsmaterialer. Isolasjonsmaterialer som tåler høy varme, gjør at det kan føres mer strøm gjennom kabelen. En fordelaktig egenskap for et materiale medfører gjerne noen ulemper. Det skal også tas hensyn til materialets egenskaper ved brann, dvs. mengde og innhold i røyken.

Ettersom varmgang er den store begrensningen, er det utviklet kabler med kjølesystem. Dvs. at det sirkulerer en væske under kappen på kabelen som blir avkjølt i et kjølesystem. Dette er en kostbar og avansert metode, men kabelen kan da overføre mye mer energi uten å inneholde mer kobber.

### **9.6 Mekaniske og kjemiske egenskaper**

Kabler om bord på et fartøy eller i et havneanlegg kan utsettes for røff behandling. Selv om kablene skal beskyttes kan det i visse områder være behov for kabler som tåler mer av slag, friksjon og klem.

Kabler kan utsettes for sollys som er en av de største utfordringene for alle plastmaterialer. UV-beskyttet materiale, eller fysiske hindringer som tak og vegger kan da være påkrevd.



Forskjellige kjemikalier kan være til stede og det er viktig at isolasjonsmateriale ikke brytes ned av disse. Oljesøl eller andre kjemikalier som kan komme i kontakt med kablene bør vurderes.

Det maritime miljøet kan være en betydelig påkjenning på de fleste materialer. Salt, fugtighet, høy og lav temperatur er en dødelig kombinasjon for mange materialer.

På fartøy og offshoreinstallasjoner brukes gjerne standardiserte kabler i IEC 60092 serien, eller i NEK TS 606, men det utvikles også andre typer kabler kan være egnet for landstrøm.

## 10 Gruppering av tilkoblinger etter standard og ytelse

Standarder for landstrømsforsyningen utvikles i takt med teknologisk utvikling. Når utviklingen går raskt, henger standardene lengre etter. Det er først når utviklingen modnes at standardene kommer omtrent på linje med utviklingen. Markedet lever derfor konstant med at det ikke nødvendigvis finnes standarder for alle mulige formål.

Det er sjeldent tilstrekkelig å kun benytte én standard for et helt system. Generelt vil man benytte de standardene som samlet sett dekker behovet. Tabell 4 viser noen få standarder i sammenheng med spenning, strøm og effekt.

MERKNAD Se også NEK VEILEDER 80-1 Om standarder for landstrømsinstallasjoner

**Tabell 4 – Sammenheng mellom spenning, strøm, effekt og standarder**

| Forsynings-spenning<br>V AC | Strøm i kontakt<br>A | Effekt<br>kW       | Systemstandard                           | Kontaktstandard                                             |
|-----------------------------|----------------------|--------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 3x400                       | 250 <sup>e</sup>     | 170                | NEK 400 <sup>d</sup><br>(Ref. 400-7-709) | IEC 60309-5<br>Eller annen egnet<br>industrikontaktstandard |
| 3 x 690                     | 350 <sup>e</sup>     | 418 <sup>a</sup>   | IEC/IEEE 80005-3 <sup>b</sup>            | IEC 60309-5                                                 |
| 3 x 11 000                  | 500 <sup>e</sup>     | 9 500 <sup>a</sup> | IEC/IEEE 80005-1 <sup>c</sup>            | IEC 62613-1<br>IEC 62613-2                                  |

<sup>a</sup> Høyere effekter kan oppnås med parallelle tilkoblinger, men det er normalt behov for reduksjonsfaktorer, slik at to parallelle koblinger ikke gir dobbel effekt.

<sup>b</sup> IEC/IEEE 80005-3 er per tidspunkt under utvikling. I mellomtiden er IEC PAS 80005-3 tilgjengelig.

<sup>c</sup> Et tillegg til IEC/IEEE 80005-1:2019 er under utvikling

<sup>d</sup> I tillegg til NEK 400-7-709 er det viktig å vurdere galvanisk skille mellom fartøy og landanlegg

<sup>e</sup> Strøm i kontakt kan være oppgitt lavere fra produsent, eller at installasjonen er dimensjonert for lavere strøm. Verdiene i tabellen er maks-verdier fastsatt av standardene.

MERKNAD Verdiene i tabellen er teoretiske maksimalverdier. Det er toleranseverdier på spenningsnivået og det kan være grunner til å redusere strøm og effekt i forhold til verdiene i tabellen.

Hurtige og automatiske tilkoblinger er per tidspunkt ikke standardisert. Det eksisterer imidlertid mange løsninger på markedet. Alle løsningene bør likevel så langt det er praktisk mulig tilfredsstille eksisterende standarder med hensyn til den elektriske installasjonen. Selv om koblingene ikke er standardiserte, er det viktig å ivareta sikkerhet og funksjonalitet. Standardene bidrar til å ivareta dette på en måte som gir like betingelser for partene i markedet.

## 11 Fartøykategorier med eksempler

### 11.1 Generelt

Nærskipsfarten langs norskekysten og andre havner i Europa består av flere ulike fartøykategorier, eksempelvis:

- Stykkgods og container
- Tank
- Bulk

- Passasjer
- Brønnbåt
- Multifunksjon/service
- Spesial (slep, vaktskip, kabel, slaktebåt mv)

Generelle vurderingsfaktorer ved de ulike fartøystypene kan være:

- størrelse
- fartsopplegg/driftsmønster
- havneanløp
- liggetider hotell/lading
- betydning av miljøtiltak
- betalingsevne

### 11.2 Stykkgoods/containerfartøy

Tabell 5 viser eksempler på landstrømsrelaterte data. Merk at det kan være relativt store variasjoner innenfor samme fartøykategori. Informasjonen er ment å gi en omtrentlig oversikt over ulike behov.

**Tabell 5 – Eksempel på data for et fartøy stykkgoods/container**

| Spesifikasjon                                                                        | Eksempel 1                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Omtrentlig størrelse på fartøy i kategorien                                          | 300 – 12 000 DVT (300 – 8 000 BT)                                   |
| Effektbehov drift hotell/ingen aktivitet:                                            | 50 kW                                                               |
| Effektbehov drift utstyr:                                                            | 70 - 200 kW                                                         |
| Spenningsnivå:                                                                       | 3 x 240 V 60 Hz <sup>a</sup>                                        |
| Tilkopling type:                                                                     | Ukjent                                                              |
| Tilkoplingsstandard (hvis eksist.) :                                                 | Ukjent                                                              |
| Tilpasninger på fartøy:                                                              | De fleste eldre fartøy vil kreve ombygging for å kunne ta landstrøm |
| <sup>a</sup> 3 x 230 V 50 Hz og andre spenningsnivåer er aktuelt for nybygg i Norge. |                                                                     |

Stykkgodsskip seiler primært i regelmessig fart med anløp av flere havner på en gitt strekning, med innslag av mer sporadisk fart uten et fast opplegg. Det kan dreie seg om mange anløp og mye manøvrering i offentlige havner og ved private havneanlegg, gjerne i tettbygde strøk.

Et stykkgodsskip kan ha rundt 30 anløp i uken, der gjennomsnittlig anløpstid er rundt to timer. Det er viktig at mannskapet bruker minst mulig tid i havn, for å holde ruteplanen til fartøyet. Miljøaspektet er derfor viktig ved bygging og ombygging av de fleste av disse fartøyene.

Miljøtiltak etter ESI-skalaen (Environmental Shipping Index) gir reduserte havneavgifter. Med tanke på bruksmønsteret kan derfor hydridanlegg med elektrisk drift for manøvrering i havn være aktuelt.

Mye ligger også til rette for tilknytning til landstrøm for slike fartøyer, eksempelvis med tanke på kjøring av kraner, palleheis og trucker. Det er også et stort potensial for utnyttelse av fallenergi om bord.

I denne kategorien er det en del fryseskip med et noe mer uregelmessig seilingsmønster. Fartøyene skiller seg fra andre ved at selve nedkjølingen krever et ekstra energibehov, i tillegg til laste- og losseutstyr.

### 11.3 Tankfartøy

Tabell 6 viser eksempler på landstrømsrelaterte data. Merk at det kan være relativt store variasjoner innenfor samme fartøykategori. Informasjonen er ment å gi en omtrentlig oversikt over ulike behov.

**Tabell 6 – Eksempel på data for tankfartøy**

| Spesifikasjon                                                   | Eksempel 1                        | Eksempel 2 |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------|
| Omtrentlig størrelse på fartøy                                  | 200 – 12 000 DVT / 200 – 4 000 BT |            |
| Effektbehov drift hotell:                                       | 20 - 120 kW                       | 20 kW      |
| Effektbehov drift utstyr:                                       | Inntil 500 kW                     | 300 kW     |
| Spenningsnivå:                                                  | 400 V                             | 400 V      |
| Frekvens:                                                       | 50 og 60 Hz                       | 50Hz       |
| MERKNAD Det er viktig at landsiden kan levere både 50 og 60 Hz. |                                   |            |

Tankfartøy frakter typisk petroleumsdestillat (raffinerte produkter), og ulike animalske/vegetabiliske oljer. Denne fartøygruppen omfatter også ensilasjetankere som seiler med fiskeavskjær, som er råstoff til biokjemisk industri.

Tankfartøyene seiler som regel mellom tankanlegg og industrikaier, som gjerne ligger et stykke utenfor de andre havneområdene.

Tankskip har ofte mange anløp til forskjellige lossesteder og får derfor relativt mye manøvreringstid. Dette er igjen energi og effektkrevende og kan tas hensyn til ved dimensjonering av landstrømsanlegg.

Behovet for miljøtiltak vil sannsynligvis ikke være til stede i samme grad som for stykkgoods/container i regelmessige seilingsopplegg på offentlige havner.

Batteri og landstrøm for f.eks. lossepumper kan ha noe for seg, men vil i så fall skje på bedriftsinterne forutsetninger.

Tankskip i nærskipsfarten med gass/hybriddrift kan ha kontraktsbetingelser som dekker inn ekstrakostnadene.

MERKNAD EUs taksonomi er en del av EUs handlingsplan for bærekraftig finans. EUs taksonomi er et klassifiseringssystem som bestemmer hva som kan defineres som bærekraftig aktivitet for investeringsformål i hele EU. Dette er ment å gjøre det mulig å vurdere om en investering er klimavennlig basert på spesifikke screeningkriterier. Taksonomien kan bidra til økt transparens og tillit i markedet for bærekraftige finansprodukter, hindre såkalt grønnvasking og ha positive realøkonomiske virkninger.

### 11.4 Bulkfartøy

Tabell 7 viser eksempler på landstrømsrelaterte data. Merk at det kan være relativt store variasjoner innenfor samme fartøykategori. Informasjonen er ment å gi en omtrentlig oversikt over ulike behov.

**Tabell 7 – Eksempel på data for bulkfartøy**

| Spesifikasjon                                     | Eksempel 1                        | Eksempel 2                       | Eksempel 3                           |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Omtrentlig størrelse på fartøy                    | 500 – 8 000 DVT<br>500 – 5 000 BT | 9000 DVT<br>-                    | -<br>2000 BT                         |
| Effektbehov drift hotell:                         | 25 – 63 A<br>(10 – 43 kW)         | 80 kW                            | 60 kW                                |
| Effektbehov drift utstyr:                         | 35 – 200A<br>(14 – 136kW)         | 230 kW                           | 260 kW                               |
| Spenningsnivå:                                    | 230V / 400 V                      | 690 V                            | 380 V (400 V)                        |
| Frekvens:                                         | 50 / 60 Hz                        | 50 Hz                            | 50 Hz                                |
| Tilkopling type:                                  | Industrikontakt<br>Runde pinner   | IEC PAS 80005-3<br>(IEC 60309-5) | Kontaktløsning<br>(Ikke spesifisert) |
| Tilkoplingsstandard (hvis eksist.):               | Ikke spesifisert                  | IEC 80005-3<br>(IEC 60309-5)     | Merke-data 125A                      |
| Tilpasninger på fartøy:                           | Ikke spesifisert                  | Ikke spesifisert                 | Øke inntak                           |
| MERKNAD Fartøyene er ofte utstyrt med gravemaskin |                                   |                                  |                                      |

Bulkflåten er fordelt i en gruppe på 500 – 8000 TDW som vesentlig opererer over kortere strekninger i kystfart, samt større enheter som seiler i europeisk. Dette er også enklere fartøy bygget for frakt av bulkvarer som tømmer, korn, sand, salt, grus, mineraler osv.

Disse fartøyene laster som regel ved private anlegg (steinbrudd, tømmerkaier), men lossers gjerne ved offentlig havn.

Flere fartøy er innrettet for føring av fiskefôr fra fabrikk til oppdrettsanlegg under kontrakt med fôrprodusenter. Det dreier seg her om relativt lange kontrakter og spesialtilpassede fartøy. Fartsområdet er generelt langs kysten med mange anløp og mye manøvrering i fjorder og sund.

Det er bestilt store selvlossere med hybrid framdrift, hvor elektrisk drift vil kunne brukes ved «peak shaving» (ekstra maskinkraft når nødvendig), manøvrering i havn og til kjøring av gravemaskin.

Fartsmønsteret for bulkfartøy vil kunne skifte mellom mindre private kaier i distriktene med noen grad av lossing ved offentlige havner. Landstrøm vil derfor kunne være utfordrende å få til ved mange mindre kaier i distriktene. Der det er muligheter for tilkobling, vil fartøyet ved landligge kunne koble til bl.a. gravemaskin.

### 11.5 Passasjerfartøy

Passasjerfartøyer er hovedsakelig mindre, hurtiggående båter som drives på charter, i lokale ruter og ambulansetransport for fylkeskommune og helseforetak, som regel over kortere strekninger. Hurtiggående båter er en prioritert gruppe for energieffektivisering på grunn av høyt drivstofforbruk og gjennom krav fra offentlige myndigheter.

Tabell 8 viser eksempler på landstrømsrelaterte data. Merk at det kan være relativt store variasjoner innenfor samme fartøykategori.

**Tabell 8 – Eksempel på data for passasjerfartøy**

| Spesifikasjon                        | Eksempel 1                           |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Omtrentlig størrelse på fartøy       | 50 – 100 BT (opptil 150 passasjerer) |
| Effektbehov drift hotell:            | Ikke spesifisert                     |
| Effektbehov drift utstyr:            | Ikke spesifisert                     |
| Spenningsnivå:                       | Ikke spesifisert                     |
| Frekvens:                            | Ikke spesifisert                     |
| Tilkopling type:                     | Ikke spesifisert                     |
| Tilkoplingsstandard (hvis eksist.) : | Ikke spesifisert                     |
| Tilpasninger på fartøy:              | Ikke spesifisert                     |

### 11.6 Brønnbåter

Flåten har vært i sterk ekspansjon de senere år og består jevnt over av nyere fartøy. Brønnbåtene utfører transport av levende fisk fra yngel og smolt til slaktefisk, samt driver håndteringsoppdrag som avlusing med mer.

Driften av brønnbåter er strengt regulert av hensyn til biosikkerhet.

Fartsmønsteret til brønnbåter er ofte utenfor de vanlige farledene, fra klekkeri til oppdrettsanlegg og slakteri; i de fleste tilfeller liggende i distriktene/fjordene. Det er betydelig energibehov for framdrift, pumper og drift av utstyr.

De første brønnbåter med dieselelektrisk/LNG-elektrisk hybrid er levert.

Tabell 9 viser eksempler på landstrømsrelaterte data. Merk at det kan være relativt store variasjoner innenfor samme fartøykategori.

**Tabell 9 – Eksempel på data for brønnfartøy**

| Spesifikasjon                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Eksempel 1                                                | Eksempel 2                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Omtrentlig størrelse på fartøy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 50 – 7 000 kbm                                            | 2900 BT, Loa 79,50 m                        |
| Effektbehov drift hotell:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           | 80 kW                                       |
| Effektbehov drift utstyr:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 125 – 350 A<br>(95 – 55 kW) inkludert hotell <sup>a</sup> | 400 - 1000 kW ved lossing <sup>b</sup>      |
| Spenningsnivå:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 690 V og 440V                                             | 3 x 440 V <sup>b</sup>                      |
| Frekvens:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           | 60 Hz <sup>b</sup>                          |
| Tilkopling type:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nyere fartøy: IEC PAS 80005-3 / IEC 60309-5               | Manuell landtilkobling                      |
| Tilkoplingsstandard (hvis eksist.) :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Nyere fartøy: IEC PAS 80005-3 / IEC 60309-5               | 125 A, 3Φ AC 440V - 60Hz                    |
| Tilpasninger på fartøy:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                           | Hybrid med 900 kWh batteripakke, DC/AC link |
| <sup>a</sup> Effektbehovet varierer med størrelse på fartøy og årstid<br><sup>b</sup> Fartøyet har elektrisk drift av losseutstyr, stor del av dekkmaskineri samt 2x sidethrustere a' 500 kW. Sum effektbehov ved lossing kan derfor komme opp i ca 1000 kW. El-drift av utstyr kan være koblet til DC/AC link med VFD (variabel frequency drive). Nivå på spenning og frekvens på forsyning kan da være mindre viktig. |                                                           |                                             |

### 11.7 Multifunksjon/servicefartøy

Dette er fartøyer for service og vedlikehold hovedsakelig ved oppdrettsanlegg. Fartøyene er som regel av ny dato, enten som katamaraner eller enskrogs, omfattende utstyrt med slepevinsj, kraner, tanker, arbeidsdekk og gjerne utstyr for dykking.

Mange servicebåter opererer ut fra lokale anlegg med oppdrag i distriktet. De største av dem drives på oppdrag på oppdrettsanlegg på varierende steder langs kysten.

Hybridløsninger synes å ha mye for seg, med stort uttak av energi for vinsjer og kraner.

De første servicebåter med elektriske/og hybride fremdriftssystem er allerede levert.

Tabell 10 viser eksempler på landstrømsrelaterte data. Merk at det kan være relativt store variasjoner innenfor samme fartøykategori.

**Tabell 10 – Eksempel på data for Multifunksjon/service-fartøy**

| Spesifikasjon                        | Eksempel 1               |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Omtrentlig størrelse på fartøy       | 50 – xx BT (15 m – 25 m) |
| Effektbehov drift hotell:            | Ikke spesifisert         |
| Effektbehov drift utstyr:            | Ikke spesifisert         |
| Spenningsnivå:                       | Ikke spesifisert         |
| Frekvens:                            | Ikke spesifisert         |
| Tilkopling type:                     | Ikke spesifisert         |
| Tilkoplingsstandard (hvis eksist.) : | Ikke spesifisert         |
| Tilpasninger på fartøy:              | Ikke spesifisert         |

### 11.8 Spesialfartøyer

Flåten omfatter fartøyer som slepebåter, kabelleggere, entreprenørfartøy, samt nyere typer.

Her vil operasjonsområde, driftsform og energiuttak variere sterkt.

Generelt vil fartøy for mer avanserte operasjoner kreve mer energi.

Tabell 11 viser eksempler på landstrømsrelaterte data. Merk at det kan være relativt store variasjoner innenfor samme fartøykategori.

**Tabell 11 – Typiske data for spesialfartøy**

| Spesifikasjon                        | Eksempel 1                 |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Omtrentlig størrelse på fartøy       | 100 – 400 BT (20 m – 50 m) |
| Effektbehov drift hotell:            | Ikke spesifisert           |
| Effektbehov drift utstyr:            | Ikke spesifisert           |
| Spenningsnivå:                       | Ikke spesifisert           |
| Frekvens:                            | Ikke spesifisert           |
| Tilkopling type:                     | Ikke spesifisert           |
| Tilkoplingsstandard (hvis eksist.) : | Ikke spesifisert           |
| Tilpasninger på fartøy:              | Ikke spesifisert           |

### 11.9 Fritidsfartøy

Fritidsfartøy kommer i mange størrelser, men EU direktivet for fritidsfartøy (Recreational Craft Directive) omfatter fartøy opp til 24 m. Standardene IEC 60092-507 og ISO 16315 er tilpasset elektriske installasjoner for mindre fartøy. Standardene kan brukes av skipsbyggere for å dokumentere at det elektriske systemet om bord samsvarer med kravene i EU-direktivet.

Det kan forventes at også fritidsbåtsegmentet vil elektrifiseres i stor grad og at behovet for mindre landstrømsanlegg vil vokse.

### 11.10 Ferger (RO-PAX)

Tabell 12, Tabell 13 og Tabell 14 viser eksempler på landstrømsrelaterte data for ferger. Merk at det kan være relativt store variasjoner innenfor samme fartøykategori. Informasjonen er ment å gi en omtrentlig oversikt over ulike behov.

**Tabell 12 – Eksempel på data for innenriksferger (RO-PAX) høyspenning**

| Spesifikasjon                               | Eksempel 1                                      |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Omtrentlig størrelse på fartøy i kategorien | 8000 BT (140 m)                                 |
| Ladeeffekt batterier                        | 7000 - 9000 kW                                  |
| Effektbehov drift hotell/ingen aktivitet:   | 200 kW                                          |
| Ladeforsyningsspenning:                     | 11 kV                                           |
| Landstrømsforsyning (nattligge/hotelldrift) | 3 x 690V 50Hz                                   |
| Tilkopling type:                            | Hurtigtilkobling (automatisk)<br>F.eks. Stemann |
| Tilkoplingsstandard:                        | IEC/IEEE 80005-serien, avvik på kontakttype     |

**Tabell 13 – Eksempel på data for innenriksferger (RO-PAX) lavspenning**

| Spesifikasjon                               | Eksempel 1                                    |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Omtrentlig størrelse på fartøy i kategorien | 800 BT (50 m)                                 |
| Ladeeffekt batterier                        | 800 - 1200 kW                                 |
| Effektbehov drift hotell/ingen aktivitet:   | 100 kW                                        |
| Ladeforsyningsspenning:                     | 3 x 690 V                                     |
| Landstrømsforsyning (nattligge/hotelldrift) | 3 x 230V 50Hz                                 |
| Tilkopling type:                            | Hurtigtilkobling (automatisk)<br>F.eks. Zinus |
| Tilkoplingsstandard:                        | IEC/IEEE 80005-serien, avvik på kontakttype   |

**Tabell 14 – Eksempel på data for innenriksferger (RO-PAX) likespenning**

| Spesifikasjon                               | Eksempel 1                                    |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Omtrentlig størrelse på fartøy i kategorien | 800 BT (50 m)                                 |
| Ladeeffekt batterier                        | 800 - 1200 kW                                 |
| Effektbehov drift hotell/ingen aktivitet:   | 100 kW                                        |
| Ladeforsyningsspenning:                     | 900 V DC                                      |
| Landstrømsforsyning (nattligge/hotelldrift) | 3 x 230V 50Hz                                 |
| Tilkopling type:                            | Hurtigtilkobling (automatisk)<br>F.eks. Zinus |
| Tilkoplingsstandard:                        | IEC/IEEE 80005-serien, avvik på kontakttype   |

## OM NEK VL 80-2:2021

Ved planlegging av landstrømsinstallasjoner kan det oppstå usikkerhet om det for havn og fartøy investeres i kostnadseffektive løsninger, som faktisk passer til aktuelle og relevante fartøy og havner.

Denne veilederen sikter på å gi en oversikt over hvilke faktorer som spiller en rolle i systemet som landstrømsinstallasjonene er en del av.



© NEK har opphavsrett til denne publikasjon.  
Ingen del av materialet må reproduseres på noen  
form for medium.

For opphevelse av NEKs kopieringsrettigheter kreves  
i hvert enkelt tilfelle skriftlig avtale med NEK.



The Norwegian National Committee of  
The International Electrotechnical Commission, IEC  
The European Committee for Electrotechnical  
Standardization, CENELEC

[www.nek.no](http://www.nek.no)

