

LANDSTRØM

Del 5: Hurtigbåter og andre lettbygde fartøy

Norsk elektroteknisk veileder



© NEK har opphavsrett til denne publikasjonen.

Ingen del av materialet skal reproduseres uten skriftlig tillatelse fra NEK.

INNHOLD

NASJONALT FORORD	5
INNLEDNING	6
1 Omfang	7
2 Referanser i dette dokumentet	7
3 Termer, definisjoner og forkortelser	8
3.1 Definisjoner	8
3.2 Forkortelser	8
4 Generelt	9
5 Spenning og frekvens	9
6 Landstrømskabelen	9
7 Energilagring og lastutjevning	9
8 Kommunikasjon	10
8.1 Generelt	10
8.2 Vurdering av kommunikasjonsløsninger for MCS:	10
9 Sikkerhet	10
10 Kontaktløsninger	11
11 Lokasjon av tilkoblingssted	11
12 Valg av landstrømsløsning	13
12.1 Generelt	13
12.2 CCS2	14
12.3 MCS	14
12.4 R-MCS (Rugged MCS):	14
12.5 MCS og CCS2 kombinert	15
12.6 Parallellkobling av ladere og/eller batterier	15
12.7 AC tilkoblingsløsning	15
13 Test av landstrømsløsninger	15
13.1 Generelt	15
13.2 Test ved hvert anløp	15
13.3 Periodisk tilsyn, vedlikehold og testing ved bruk	16
13.3.1 Generelt	16
13.3.2 Landsiden	16
13.3.3 Fartøysiden	16
13.4 Test ved første anløp i ny havn.	16
13.5 CCS2	16
13.6 MCS	17
13.7 AC	17
14 Regneeksempler	17
14.1 Lading av 1500 kWh energibehov med CCS2	17
14.2 Lading av 1500 kWh energibehov med MCS (samme energibehov som i 14.1)	17
Figur 1 – Anbefalt plassering av tilkoblingspunkter for landstrøm.	12
Figur 2 – Noen mulige arrangement av fire plugger, f.eks. to parallelle til hvert batteri.	12
Figur 3 – Minste plassbehov rundt MCS kontakten (Figuren viser eksempel på MCS fra Cavotec).	13

Tabell 1 – Aktuelle kontaktløsninger	11
--	----

SISTE UTKAST

NORSK ELEKTROTEKNISK KOMITE

LANDSTRØM –

Del 5: Hurtigbåter og andre lettbygde fartøy

NASJONALT FORORD

- 1) Norsk Elektroteknisk Komite (NEK) er det norske medlemmet i IEC (International Electrotechnical Commission) og CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization). 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 kan delta.
- 2) De formelle beslutningene i NEK som gjelder tekniske saker er basert på, så langt det er praktisk mulig, konsensus mellom interessentene organisert gjennom NEKs tekniske komiteer.
- 3) Denne publikasjonen har krav, anbefalinger og/eller informasjon for nasjonal 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 dette er mulig. 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 sertifiseringsselskap.
- 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 personskade, 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 patentrettigheter.

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

Dokument	Tittel	Resultat
LSF/020/PF	Landstrøm for hurtigbåter og lettbygde fartøy	Et prosjektforslag som ble godkjent av styringsgruppen i Landstrømsforum. Det ble ikke registrert innvendinger fra Landstrømsforum mot forslaget.
LSF/026/HØR	Høringsdokument sendt til Landstrømsforums medlemmer og andre interessenter.	Høringsdokument sirkulert til Landstrømsforums medlemmer.
LSF/027/SU	Siste utkast sendt til Landstrømsforums medlemmer for godkjenning	Ingen innvendinger mot publisering ble registrert.

INNLEDNING

Dette dokumentet er utviklet for å gi veiledning om landstrømsforsyning til hurtigbåter og andre lettbygde fartøy. Behovet for mengde energi og effekt fra land innen denne sektoren påvirkes av elektrisk drift ombord, lading av batterier, driftsmønster eller en kombinasjon av disse. Dette dokumentet tar sikte på å vurdere slike faktorer opp mot behovet for raske, enkle, robuste og kostnadseffektive løsninger. Det søkes primært å benytte løsninger som allerede er internasjonalt standardisert.

Når teknologiutvikling og markeder beveger seg raskere enn normalt kan det oppstå et udekket behov for standarder. I en overgangsperiode kan det være nødvendig å utvikle og tilgjengeliggjøre andre tekniske beskrivelser. Ved å kombinere tilgjengelige dokumenter og gjøre faglige vurderinger er det mulig å dokumentere den sikkerheten som europeiske og norske myndigheter krever. Nasjonale veiledere og spesifikasjoner kan med fordel brukes til dette formålet i mangel av og i påvente av nasjonale og/eller internasjonale standarder. Så snart det foreligger standarder på området vil disse ha presedens over veiledere.

Markedet for landstrøm er i kontinuerlig utvikling. Landstrømsforum kan derfor etter medlemmenes ønske revidere denne veilederen for å beskrive nye løsninger, fylle inn flere detaljer, rette feil eller klargjøre tvetydigheter.

For fartøyer i målgruppen for denne veilederen, har det vært viktig å prioritere utstyr ombord med tanke på lav vekt og volum, herunder plassere mest mulig utstyr på land.

MERKNAD Bildekreditt til Brim Explorer for omslaget.

SISTE UTKAST

LANDSTRØM

Del 5: Hurtigbåter og andre lettbygde fartøy

1 Omfang

Denne veilederen dekker ladbare, lettbygde fartøy for kommersiell drift med effektbehov opp til 4000 kW under drift, beregnet for typisk 30 – 450 pax (passasjerer) eller for gods. Veilederen dekker i prinsippet både autonome og bemannede fartøy, men fokuserer på bemannede fartøy.

MERKNAD 1 Tilkoblingsløsningene er i utgangspunktet manuelle, men noen av disse løsningene kan også være automatisert.

Veilederen dekker primært likestrøm forsynt fra land for direkte lading av batterier ombord i lettbygde fartøyer. Landstrømtilkoblingen kan også anvendes for fartøyer med konstant spenning på DC bussen ombord.

Veilederen dekker kommunikasjon mellom utstyr på land og ombord.

Veilederen dekker ikke:

- fartøy som kun har AC landstrømtilkobling, men fartøy som har AC landstrøm i tillegg til lading fra land for nattligge og eventuelt til saktelading, beskrives i veilederen.
- netteier sin infrastruktur.
- overordnet kontrollsystem i havnen for effektoptimalisering ved utnyttelse av fleksibiliteten ladbare fartøy representerer.

MERKNAD 2 Slike løsninger benyttes også i større hurtigladeanlegg for kjøretøyer.

2 Referanser i dette dokumentet

NEK IEC PAS 80005-3:2014 Utility connections in port - Part 3: Low Voltage Shore Connection (LVSC) Systems - General requirements

NEK IEC 62196-1:2022 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles – Part 1: General requirements

NEK IEC 62196-2:2022 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 2: Dimensional compatibility requirements for AC pin and contact-tube accessories

NEK IEC 62196-3:2022 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles – Part 3: Dimensional compatibility requirements for DC and AC/DC pin and contact-tube vehicle couplers

NEK IEC TS 62196-3-1:2020 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles – Part 3-1: Vehicle connector, vehicle inlet and cable assembly for DC charging intended to be used with a thermal management system

NEK IEC 62613-2:2016 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

NEK IEC 60309-1:2021 Plugs, fixed or portable socket-outlets and appliance inlets for industrial purposes - Part 1: General requirements

NEK IEC 60309-5:2017 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)

NS ISO 15118-20:2022 Road vehicles — Vehicle to grid communication interface — Part 20: 2nd generation network layer and application layer requirements

NEK/LPV/03 Landstrømsforum prinsippvedtak – 250 A plugg og kontakt for landstrømsforsyning

3 Termer, definisjoner og forkortelser

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

- IEC Electropedia: www.electropedia.org
- ISO Online browsing platform: <http://www.iso.org/obp>

3.1 Definisjoner

3.1.1

hurtigbåt

fartøy med lettbygget skrog som kan operere på eller over vann, og som har passasjer- eller lasteskipssertifikat og oppnår en hastighet på over 20 knop.

[KILDE 1: Klassebetegnelsen «high speed light craft» er en type lettbygd fartøy]

[KILDE 2: Hurtigbåt er definert i regel X/1 i SOLAS 1974 med senere endringer.]

3.1.2

lettbygd fartøy

fartøy bygget av lette konstruksjonsmaterialer som aluminium eller kompositt og utrustet etter sjøfartsdirektoratets FOR-1998-01-05-6, IMO HSC94-koden / IMO HSC2000-koden og/eller til regler gitt gjennom klasseselskapers notasjon Light Craft eller High Speed Light Craft.

3.1.3

landstrøm

elektrisk forsyning til fartøy fortøyd ved kai

MERKNAD Omfatter også lading, enten via DC eller AC.

3.1.4

interoperatibel

enheter som fungerer sammen og lar seg koble om hverandre

3.2 Forkortelser

AC: Alternating current – Vekselstrøm med frekvens 50 Hz eller 60 Hz

CCS2: Combined Charging System – Vanlig ladeløsning for elbiler og ladbare småbåter i Europa

CharIN Charging Interface Initiative

DC: Direct current – Likestrøm

IEC International Electrotechnical Commission

MCS: Megawatt Charging System – Ladeløsning primært utviklet for tungtransportsektoren.

R-MCS: Rugged MCS - Ladeløsning videreutviklet for gruveindustrien med noe høyere effekt enn vanlig MCS og bedre IP klasse.

SAE: Society of Automotive Engineers

SOC State of Charge

4 Generelt

Krav til landstrømsstilkoblinger som beskrives av standarder og veiledere kommer alltid i tillegg til generelle krav til elektriske installasjoner. Alle lavspenningsinstallasjoner på land reguleres av forskrift om elektriske lavspenningsanlegg ([FEL](#)). Videre brukes standarder for å dokumentere samsvar med forskrifter. For eksempel brukes NEK 400 for å dokumentere samsvar med FEL. Tilsvarende brukes NEK 410 for å dokumentere samsvar med Forskrift om maritime elektriske anlegg ([FME](#)). Det nevnes her kun to sentrale forskrifter som eksempler, men alle relevante forskrifter er gjeldende med forankring i norsk lov.

NEK 400 setter også krav til marinaer med forsyning opptil 125 A og 400 V. Denne veilederen dekker ikke dette segmentet.

5 Spenning og frekvens

Denne veilederen beskriver løsninger med spenning opp til 1500 V DC. Lettbygde fartøyer med nominelle batterispenninger opp til 1250 V er målgruppen.

AC landstrømsforsyning kan benyttes til lettbygde fartøy som hjelpespenning når de ligger ved kai over natten eller lengre perioder. Deler av effekten levert fra dette kan benyttes til (vedlikeholds) lading av batterier ombord med lav effekt. Til dette formålet benyttes løsningen som beskrevet i Landstrømsforum prinsippvedtak – 250 A Landstrømsforsyning [NEK/LPV/03](#). Der vekselstrøm (AC) over 80 A benyttes, bør løsningen baseres på 400 V, 50 Hz, 3-fase IT.

6 Landstrømskabelen

Landstrømstilbyder har ansvaret for landstrømskabel som trekkes ombord i fartøyet ved tilkobling, med mindre annet avtales spesielt for samband med særskilte behov.

Bakgrunnen er at de internasjonale standardene i IEC/IEEE 80005 serien beskriver at havnen skal holde kabelen. Det er kun for store containerskip at skipet holder kabelen. Et argument for dette er at det er flere skip enn havner, slik at det totalt sett er mer kostbart å ha kabelen på alle fartøyene enn i alle havnene. Dessuten er det lettere for havnen å vite avstanden til fartøyet enn for fartøyet å vite avstanden til tilkoblingspunktet i alle mulige havner. Fartøyet kan risikere å måtte ha med en svært lang kabel. Det er også vanskeligere å finne plass til en lang kabel ombord i et lite fartøy enn i havnen.

For mindre fartøy som ligger lenge ved kai, typisk på fast plass i en marina, er det vanlig at fartøyet har sin egen landstrømskabel. Dette er en annen situasjon enn de internasjonale standardene er tilpasset. Fartøyet kan da benytte en kabel tilpasset deres effektbehov, og erfaring tilsier at fartøyets egne kabler får færre skader enn om det var noen annens kabler.

Ved bruk av kabelen er det viktig å følge systemleverandørens anvisninger. For eksempel med hensyn til maksimal omgivelsestemperatur, driftstemperatur og hvordan kabelen skal trekkes ut eller legges med hensyn til maksimal belastning. Med hensyn til landstrømskabel kan det for mange norske kaianlegg antas en maksimal omgivelsestemperatur på 30 °C.

7 Energilagring og lastutjevning

Det er avgjørende at det finnes systemer som sikrer at fartøyets faktiske ladeeffekt ikke overstiger tilgjengelig effekt i tilkoblingspunktet i havnen.

De mest aktuelle ladestandardene (CCS2 og MCS) har funksjonalitet for å begrense maksimal ladeeffekt fra land for å unngå overbelastning eller skade. Denne funksjonaliteten kan også benyttes til å tilpasse lading til faktisk tilgjengelig effekt i havnen til enhver tid, herunder fordele ladingen over fartøyets planlagte tid ved kai. Dette kan gi lavere investeringer i infrastruktur, spesielt dersom havnens elektriske anlegg nærmer seg en kapasitetsgrense, og også begrense andre kostnader som nettleie.

Det anbefales at fartøy så langt det er mulig legges til rette for dette. Implementering av slik lastutjevning fra havnens side bør gjøres i samarbeid med brukerne.

8 Kommunikasjon

8.1 Generelt

For DC-tilkoblinger med kontroll og monitorering av lading av batterier, bør det benyttes kommunikasjonsprotokoll som beskrevet i ISO 15118-20. Dette er en standardisert kommunikasjonsprotokoll som er i bruk internasjonalt for lading av kjøretøy, men som også er egnet for landstrøm.

MERKNAD ISO 15118-20 er referert i IEC-standardene for lading av kjøretøy, som er tatt i bruk for CCS og som er planlagt obligatorisk for MCS.

Når flere fartøy ønsker å lade sine batterier samtidig, bør anlegget på land kunne begrense hvor mye effekt hvert fartøy kan benytte samtidig. Denne veilederen går ikke nærmere inn på bruk av kommunikasjonsprotokoller, blant annet fordi disse er tilgjengelige og er standardisert.

8.2 Vurdering av kommunikasjonsløsninger for MCS

For bruk av MCS i maritim sammenheng anbefales Ethernet. Videre bør man vurdere også å ta med CAN-bus på ladeanleggene på kaien da dette øker fleksibiliteten for å ta imot ulike fartøyer.

MERKNAD for en svært beskjeden tilleggskostnad

PLC kan benyttes inntil Ethernet er tilgjengelig for MCS. Anlegg bygget med PLC bør være forberedt for ombygning til Ethernet. Følgende er vurderinger av kommunikasjonsløsninger:

- **PLC (Power Line Communication):**

Brukes i CCS og i noen tidlige MCS installasjoner. Det er registrert enkelte problemer med interferens ved høye DC strømmer. Det er enighet (CharIN, SAE) om at dette ikke skal benyttes for MCS. PLC med MCS type kontakt omtales ofte som MCCS.

- **CAN (Controller Area Network):**

En bus-standard brukt i bilindustrien og i maritime automasjonsanlegg, for eksempel CANopen maritime (CiA 307). Ønskes benyttet av SAE J3271. CAN mangler kryptert kommunikasjon. Can-bus brukt med lengre kabler, som kan være aktuelt i maritim sektor, vil påvirke overføringshastigheten.

- **Ethernet:**

MCS vil ifølge CharIN ende opp med Ethernet 10Base-T1S (Physical layer) og CAN FD/XL kommunikasjon med ISO 15118-20 (application layer) alene eller også med SAE J1939 ekvivalent meldingssett.

MERKNAD Ifølge ISO/IEC TR 11801-9906:2020, Tabell 1 er 10base-T1S begrenset til 15 meter kabellengde, mens 10base-T1L kan benyttes opptil 1 000 meter. Begge ved 20 MHz og 10 Mb/s. Det trengs ytterligere vurdering om vi bør følge anbefalingen for MCS med 10base-T1S med dennes lengdebegrensning, eller hvilke konsekvenser det har om 10base-T1L skal anbefales. T1L støtter kun full-duplex og støtter kun point-to-point kommunikasjon.

9 Sikkerhet

Det skal finnes manuell «nødstop» på land og på fartøyet, det vil si mulighet for å trykke på nødstop for momentan utkobling av landstrømsforsyningen. En nødstopp-knapp skal være plassert i umiddelbar nærhet til alle tilkoblingslokasjoner ombord og på kabelhånderingsanlegget (ladestasjonen) i land.

Nødstopp skal samtidig stanse lading og åpne hovedkontaktor så snart det lar seg gjøre.

MERKNAD Laderen bør regulere ned strømmen så raskt at hovedkontakten ikke bryter en høy DC strøm.

Det skal ikke være mulig å koble fra kontakter mens det fremdeles er påsatt spenning på disse. I forbindelse med stans av ladingen, skal laderen på land stoppes før kontakter frakobles.

I tillegg til elektriske feil kan følgende forhold vurderes som kriterier for stopp eller nødstopp:

- Trekk i kabler. Design bør minimalisere skade ved fartøyet avdrift.

– Landgangen ute av stilling.

Elektrisk sikkerhet for installasjoner på land ivaretas helt eller delvis i henhold til NEK 400.

Elektrisk sikkerhet for installasjoner på fartøy ivaretas helt eller delvis i henhold til NEK 410.

Fartøyet bør ha begrensning i manøvrering så lenge ladekabelen er tilkoblet.

Det skal være tydelig visuell varsling på bro når ladekabelen er tilkoblet.

Det skal sikres at pluggen ikke faller i sjøen når den frigjøres etter endt lading.

MERKNAD Se Avsnitt 8 for Cyber Security:

10 Kontaktløsninger

Tabell 1 – Aktuelle kontaktløsninger

Gruppe		Beskrivet i avsnitt	Strømføringssevne per kontakt opptil	Maksimal Kapasitet per kontakt	Anbefalt maks. antall kontakter	Spenning
1	CCS2	12.2	500 A	500 kW	2 + 2	Opp til 800 V DC
2	MCS	12.3	3000 A	3750 kW	2 + 2	500 – 1250 V DC
3	R-MCS	12.3	4000 A	6000 kW	2 + 2	500 – 1500 V DC
4	AC	12.7	250 A	180 kW	2	400 V 3-fase IT 50 Hz

MERKNAD 1 Fartøyer kan ha mer enn en type kontaktløsning installert.

MERKNAD 2 Det er vurdert som upraktisk å måtte håndtere mer enn 4 plugg i parallell, typisk 2 per batteri.

MERKNAD 3 AC-løsningen er tenkt som et rimelig alternativ som kan benyttes der fartøyet er fortøyd over lengre tid, f.eks. over natten. Denne forsyningen kan også benyttes til vedlikeholdslading ved hjelp av en ombordlader.

MERKNAD 4 AC løsningen er basert på 250 A pluggløsningen beskrevet i prinsippvedtak NEK/LPV/03, ofte omtalt som X4.

Valg av kontaktløsning i henhold til Tabell 1 bør vurderes ut ifra flere forhold, inkludert liggetid, ruteprofil, krav til rekkevidde, prioritering av effektildeling i havn, og type tjeneste med tilhørende krav eller mulighet for fleksibilitet. Eksempelvis for rutebåt, turistbåt, arbeidsbåt etc.

Landstrømstilbyder skal sikre at det er galvanisk skille mellom alle fartøy, og mellom alle fartøy og kraftnettet. Vanlig tilgjengelige ladeanlegg (CCS2 og MCS), og ombordladere (Type 2) vil normalt ha galvanisk skille som en del av løsningen, men dette skal verifiseres av tilbyder.

Behov for separat AC-landstrømtilkobling (utenom ladesystemene) for å dekke fartøyets behov i situasjoner hvor lading ikke er ønskelig eller mulig, f.eks. ved lengre opphold ved kai, kan vurderes i hvert enkelt tilfelle. 400 V 3-fase anbefales for slike tilfeller.

Mulige separate AC løsninger:

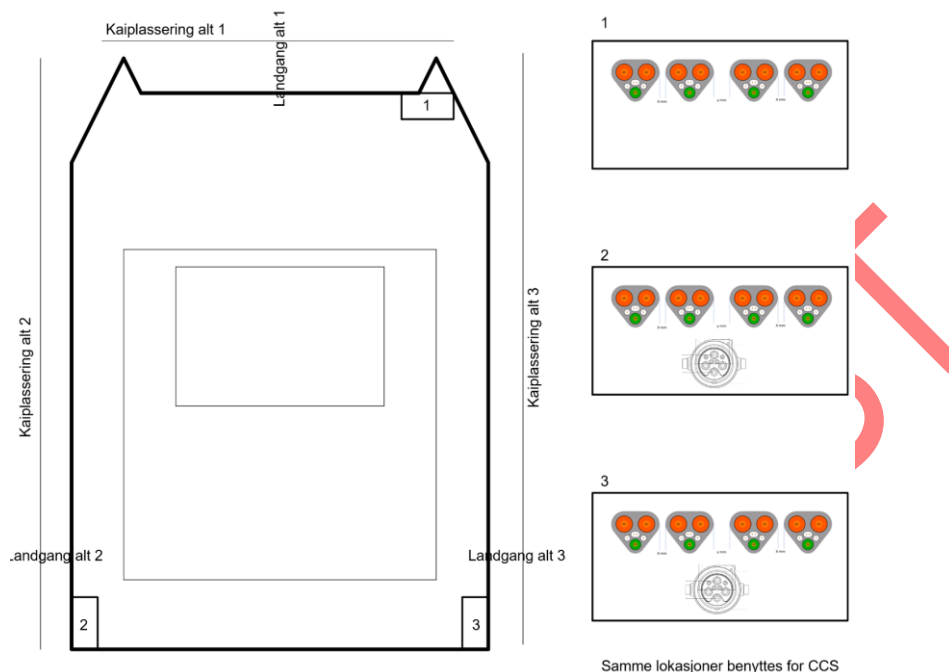
- Type 2 kontakt for ytelse opp til og med 63 A 400 V AC 3-fase (IEC 62196-2:2022)
- 250 A plugg for ytelser over 63 A 400 V AC 3-fase IT. Se NEK/LPV/03 Landstrømsforum prinsippvedtak – 250 A plugg og kontakt med pilotkrets for landstrømsforsyning.

11 Lokasjon av tilkoblingssted

I tillegg til valg av egnet og tilgjengelig kontaktløsning, er det flere forhold i grensesnittet mellom land og fartøy som bør koordineres.

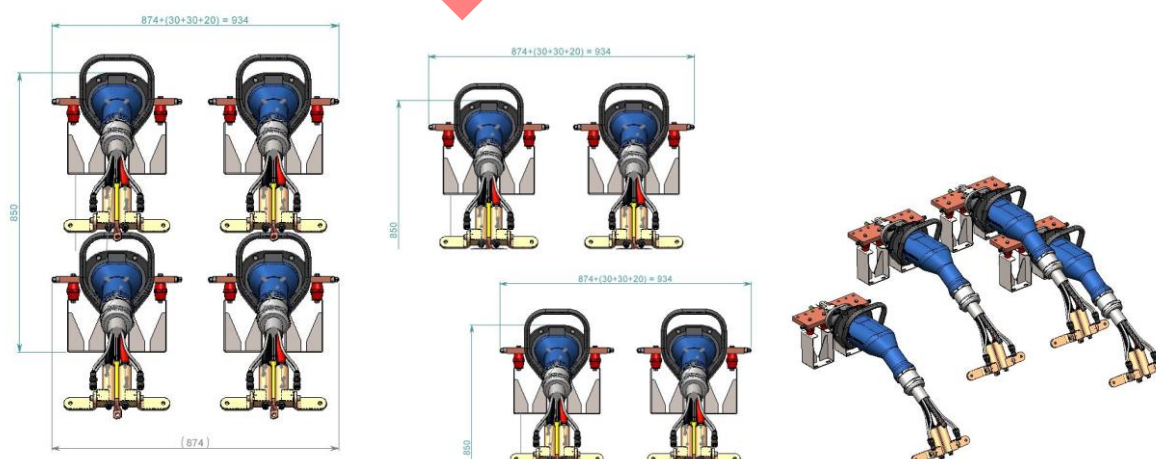
Plassering av tilkoblingssted på fartøy er viktig for å få en effektiv tilkobling til anlegget på land, samtidig som det bør legges til rette for at ulike fartøy over tid kan benytte de samme anleggene på land. Foretrukket plassering av tilkoblingspunkter for landstrøm på hurtigbåter er vist i figuren under. Akterut kan tilkoblingspunktet typisk plasseres nær akterenden på større fartøy slik at avstanden mellom tilkoblingspunkter på kai og fartøy blir kortest mulig.

Tilkoblingspunkter plassert i endene av fartøyet er hensiktsmessig for at havneanlegget skal kunne rekke frem til to fartøy som ligger fortøyd samtidig. Andre plasseringer kan være nødvendig for enkelte samband. Fartøy bør uansett bygges slik at det er lett å modifisere med flytting av tilkoblingspunkt til de tre viste posisjonene i Figur 1. Slike tiltak bør inkludere tilrettelegging for trekking av kabler og installasjon av kontaktløsninger.



Figur 1 – Anbefalt plassering av tilkoblingspunkter for landstrøm.

Det er flere hensyn som må tas ved arrangement av flere plugger plassert på samme sted. Dette gjelder forhold omkring håndtering og tilkobling av plugger, samt kabelføring, skinneføring og kjøling av plugger ombord i fartøyet.



Figur 2 – Noen mulige arrangement av fire plugger, f.eks. to parallele til hvert batteri.

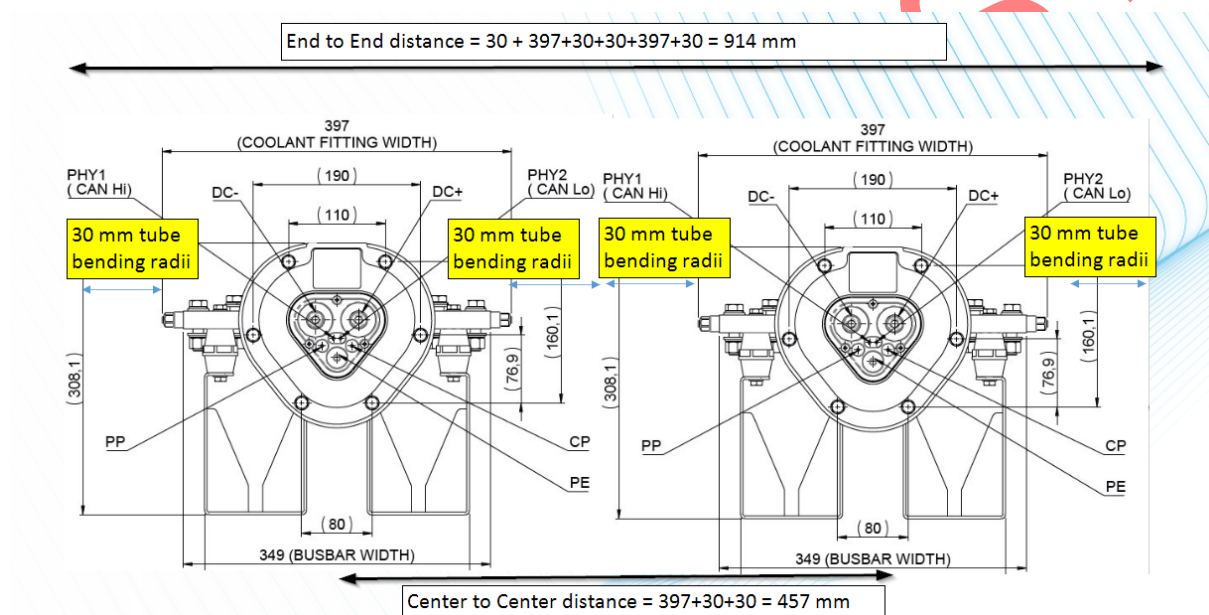
Der det benyttes flere kabler bør kontaktpunktene plasseres innbyrdes på en måte som gjør det praktisk å koble til alle kablene siden disse har samme lengde (Se Figur 2). Forhold i fartøyet (kabel og skinneføring, samt kjøling) kan være førende for hvordan pluggene arrangeres.

Tidevannsforskjellene og virkning av bølger er svært forskjellige i ulike deler av Norge. Det må tas hensyn til dette ved valg og utforming av løsning både på land og på fartøy.

Løsningene for fartøy bør om mulig også ta høyde for ulike tidevannsforskjeller slik at fartøyene over levetiden kan gå inn i områder med andre tidevannsforskjeller. Arrangement for å unngå bøyning og vridninger i kontaktene bør vurderes, f.eks. ved å installere nødvendig støtte for kablene.

Mannskapet, eventuelt i noen tilfeller havnens personell, skal kunne foreta tilkobling i tråd med alle aktuelle krav om sikkert arbeid, herunder både vekter, opplæring etc. Der det er mulig, er det en fordel om fartøyet kan tilkobles uten at mannskapet må gå i land. Sikkerhetskravene må uansett oppfylles.

Ladeanlegg basert på CCS2 og MCS vil også være egnet for lading av ulike kjøretøy. Der det er mulig bør plassering av ladeanleggene i havnen også legge til rette for lading av andre fartøy, og kjøretøy på nærliggende kaiplasser, parkerings- og oppstillingsplasser.



Figur 3 – Minste plassbehov rundt MCS kontakten (Eksempel fra Cavotec).

Det anbefales 500 mm c-c og 1000 mm bred boks. Pluggene skal være orientert som vist i Figur 3, med DC kontaktene øverst.

MERKNAD Vedrørende valg av løsning for å overlevere plugg til fartøyet, har ikke denne veilederen bestemte krav til utforming av tårn eller annen innretning for presentasjon av pluggene eller kompensering for tidevannsforskjeller og sjøgang.

12 Valg av landstrømsløsning

12.1 Generelt

En vellykket landstrømsløsning for et fartøy eller kai kan avhenge av flere forhold. Her er noen som kan være relevante:

- Identifiser involverte parter og avklar grensesnitt med landstrømstilbyder før investering gjøres.
- Bestem fartøyets energibehov og hva som kan leveres fra kai, også med tanke på eventuelle betingelser fra landstrømstilbyder. Det kan for eksempel gjelde prioritert adgang om det er flere brukere av anlegget.

- Identifiser hvilken løsning de fleste fartøyene som går til samme kaianlegg benytter. Dette er viktig for å sikre interoperabilitet, redusere antallet forskjellige løsninger på kaikant, og dermed holde totalkostnadene nede.
- Vurder operasjonelle forhold. For eksempel behovet for personell, automatisk tilkobling, mekaniske påkjenninger, tidevann, kjemikalier, sollys, sjøgang etc.
- Plassering av betjeningsløsninger, herunder start/stopp og nødstop, bør vurderes opp mot omfanget av ferdsel og fare for skade som følge av misbruk eller vandalisme.
- Havnen bør planlegge og bygge ut for fremtidig bruk, dekkede for ulike aktører. F.eks. offentlig rutegående og private kommersielle aktører som opererer ut fra havnen.
- Ekstra tildekking av plugg og kontakter når disse ikke er i bruk må vurderes i hvert enkelt tilfelle avhengig av plassering og mulig eksponering for sjø og vann.

En spesielt viktig del av landstrømsløsningen er valg av kontaktløsning. 12.2 til 12.7 beskriver noen aktuelle løsninger.

12.2 CCS2

Denne løsningen er per tidspunkt mest utbredt i det maritime segmentet for de minste fartøyene og de med de laveste effektene. Løsningen kan også være aktuell for litt større fartøyer om lengre ladetid er akseptabelt. Løsningen er kun ment for manuell tilkobling og har følgende egenskaper:

- 400 A uten væskekjølt kabel.
- 500 A med væskekjølt kabel (Finnes løsninger opp til 800 A).
- 920 V (Opp til).
- Ikke anbefalt med mer enn totalt fire parallelle CCS2 (2 per batteripakke). Ved større effektbehov anbefales MCS.
- Standard kabellengde er 5 meter. 10 meter er også tilgjengelig, men ved 15 meter kan det oppstå utfordringer med kommunikasjon.

12.3 MCS

Kabellengde begrenses generelt av både kjøling og kommunikasjon. Kjøling kan begrense kabellengden ned mot ca. 10 meter ved full effekt. Kommunikasjon begrenser den til maksimum 15 meter på landsiden og 2 meter om bord, avhengig av kommunikasjonsteknologi.

MCS-standarden beskriver ladeanlegg som skal levere en spenning som kan reguleres fra 500 V opp til 1250 V, for å kunne kobles til batterier med ulik nominell spenning og ladegrad (SOC). Et ladeanlegg bør kunne levere spenning i hele spenningsområdet. Dersom anlegg skal bygges med et mindre spenningsområde er det avgjørende med tydelig merking og kommunikasjon.

Mulige MCS kjølemetoder og ytelser:

- Konfigurasjon 1: Hverken kabel, plugg eller inntak er væskekjølt. Typisk ytelse 500 A.
- Konfigurasjon 2: Plugg (og dermed kabel) væskekjølt. Inntak ikke væskekjølt. Typisk ytelse 1500 A.
- Konfigurasjon 3: Plugg, kabel og inntak er væskekjølt. Ytelse 3000 A.

MERKNAD 1 Denne løsningen er ikke ferdigstilt i det internasjonale standardiseringsarbeidet.

Væskekjøling av kabel og plugg er et vesentlig element for å kunne overføre høy strøm i et manuelt håndterbart system. Ulempen er begrensnig i kabellengde.

Det er ikke anbefalt å ha flere enn totalt fire MCS-kontakter i parallell, det vil si to per batteripakke.

MERKNAD 2 IEC jobber med utvikling av IEC 61851-23-3 som blir en standard for MCS. Publisering kan tidligst skje i 2025.

12.4 R-MCS (Rugged MCS)

- R-MCS er utviklet for tøffe miljøer i gruver. Denne kan også vurderes for maritim bruk.

- Pinnekompatibelt med standard MCS, men avvikende spenning, går opp til 1500 V.
- Foreslått ytelse: 4000 A 1500 V = 6 MW.
- Ment for bruk av instruert personell (standard MCS krever ikke dette).
- Tyngre å koble til manuelt enn vanlig MCS på grunn av ekstra tetninger.
- R-MCS er tilrettelagt for automatisk tilkobling.
- Kun automatisk tilkoblingsløsninger anbefales dersom R-MCS skal benyttes.
- IP 64 ved lading, IP 69 på kjøretøyet når det er frakoblet (koblingsmateriell med beskyttelsesdeksel).

Første prototype er laget av kjente produsenter og et «white-paper» er tilgjengelig.

MERKNAD En MCS ladestasjon kan lade et fartøy utstyrt med R-MCS. Et fartøy utstyrt med MCS kan ikke bli tilkoblet en ladestasjon med R-MCS plugg. R-MCS er beskrevet i et «white-paper» for gruveindustrien. R-MCS er ikke en løsning IEC i dag jobber med en standard for, og bør vurderes kun der den er nødvendig for å dekke det aktuelle behovet.

12.5 MCS og CCS2 kombinert

For fartøy med svært ulike ladebehov på ulike kaier, kan det være aktuelt å kombinere ulike kontaktløsninger for å oppnå totalt sett lavest mulig kostnad. Et nærliggende eksempel kan være fartøy som på noen kaier trenger svært høy ladekapasitet og dermed MCS, mens de på andre kaier for andre deler av ruten kan klare seg med et rimeligere tilbud som CCS2, med tilhørende lavere kapasitet.

Tilsvarende vurderinger kan gjøres for CCS2, der begrensede tilleggsinvesteringer på fartøy gjør det mulig med laveffekts lading med Type 2-kabel fra AC-anlegg på land.

12.6 Parallellkobling av ladere og/eller batterier

DC-systemer som kan betjene forskjellige typer forbrukere (f.eks. fartøyer og lastebiler) må ha et system for å identifisere typen last. Tilkobling av DC-system bør tillate fleksible konfigurasjoner, som støtter enten doble uttak for et enkelt batteri eller et enkelt uttak for doble batterier. Dynamisk kraftfordeling bør administreres basert på tilgjengelighet og ladestatus (SOC), for å sikre effektiv og balansert lading.

12.7 AC tilkoblingsløsning

Landstrømsforums prinsippvedtak ([NEK/LPV/03](#)) om 250 A plugg er en rimeligere løsning for lavere effekt ved lengre liggetid, f.eks. over natten kan være aktuelt for større fartøyer der mannskaper bor om bord, og som kan dekke behov for hoteldrift og evt. vedlikeholdslading.

13 Test av landstrømsløsninger

13.1 Generelt

Følgende bør tas i betraktning i tillegg til det som står i veilederen:

- Klassekrav.
- Bevegelser i sjø.
- Myndighetskrav, avgrensning for passasjerers tilkomst til landstrømtilkoblingsstedet.

13.2 Test ved hvert anløp

Ved hvert anløp bør følgende utføres i tillegg til produsentens anbefalinger:

- Visuell inspeksjon for skade, tilsmussing og fukt. For automatiske anlegg kan man alternativt benytte en prosedyre som også beskriver inspeksjonsfrekvens.
- Sjekk av isolasjonsmotstand. Dette bør fortrinnsvis være en automatisk funksjon i utstyret.

13.3 Periodisk tilsyn, vedlikehold og testing ved bruk

13.3.1 Generelt

Produsentens anbefalinger skal følges.

13.3.2 Landsiden

Følgende tester bør utføres:

- a) Grundig visuell inspeksjon, også av stifter og hylser, samt slitasje på disse
- b) Kontroll av tilkoblinger med termografering ved last
- c) Måling av isolasjonsmotstand
- d) Funksjonstesting og kontroll av korrekte innstillinger på vern
- e) Funksjonstest av sikkerhetsfunksjoner inklusive nødstopp
- f) Inspeksjon og test av kabelhånderings-systemet dersom dette er installert.

13.3.3 Fartøysiden

Følgende tester bør utføres:

- a) Grundig visuell inspeksjon, også av stifter og hylser, samt slitasje på disse
- b) Kontroll av tilkoblinger med termografering ved last
- c) Måling av isolasjonsmotstand
- d) Funksjonstesting og kontroll av korrekte innstillinger på vern
- e) Funksjonstest av sikkerhetsfunksjoner inklusive nødstopp
- f) Inspeksjon og test av kabelhånderings-systemet dersom dette er installert.
- g) Integrasjonstest for å dokumentere at power management system, alarmer, monitoring og kontrollsystem fungerer sammen med installasjonen på land.

13.4 Test ved første anløp i ny havn.

Følgende tester bør vurderes utført som en integrasjonstest av det komplette landstrømsanlegget:

- a) Grundig visuell inspeksjon, også av stifter og hylser.
- b) Kontroll av tilkoblinger med termografering ved last
- c) Måling av isolasjonsmotstand
- d) Funksjonstesting og kontroll av korrekte innstillinger på vern
- e) Funksjonstest av sikkerhetsfunksjoner og forriglinger inklusive nødstopp.
- f) Funksjonstest av kontrollsystem.
- g) Funksjonstest av kabelhånderings-system inkludert til og frakobling
- h) Kontroll av jordingsforbindelser
- i) Integrasjonstest for å dokumentere at power management system, alarmer, monitorering og kontrollsystem fungerer sammen med installasjonen på land.
- j) Måling av DC strøm i jordingsforbindelse mellom fartøy og land når det ikke går strøm i hovedledere. Strømmen skal være under 1 A.

MERKNAD Testene beskrevet over bør også utføres etter modifikasjoner eller reparasjoner av landstrømsanlegg. Leverandøren kan i tillegg anbefale andre tester.

13.5 CCS2

Dette er et rent manuelt system og automatisk verifikasjon gjøres etter tilkobling på samme måte som ladesystemer for kjøretøyer basert på CCS2. For testing benyttes leverandørens anbefalinger samt testene beskrevet i 13.2 – 13.4.

13.6 MCS

Det gjenstår fortsatt en del standardiseringsarbeid på MCS i relevante standardiseringsorganer (IEC, CharIN, SAE). Inntil dette er beskrevet, benyttes leverandørens anbefalinger samt testene beskrevet i 13.2 – 13.4.

13.7 AC

Løsninger basert på IEC PAS 80005-3 (erstattes av IEC/IEEE 80005-3) skal være testet som beskrevet i denne standarden. Dette gjelder også løsning basert på prinsippvedtak [NEK/LPV/03](#) om 250 A plugg med samme pilotkrets som beskrevet i IEC/IEEE 80005-3.

14 Regneeksempler

14.1 Lading av 1500 kWh energibehov med CCS2

Lading av fartøy etter 45 minutters overfart med 2 x 1000 kW effekt.

Energibehov for overfarten: $2 \times 1000 \text{ kW} \times 0,75 \text{ timer} = 1500 \text{ kWh}$.

To parallelle CCS2-plugger med gjennomsnittlig 800 V og 400 A hver, gir en ladetid på nesten 2,5 timer ved lading til 80% av batteriets kapasitet.

MERKNAD Ladetid øker vesentlig ved lading av batteriet fra 80 – 100% av kapasitet, denne delen av kapasiteten antas ikke benyttet.

14.2 Lading av 1500 kWh energibehov med MCS (samme energibehov som i 14.1)

Lading av fartøy etter 45 minutters overfart, med 2 x 1000 kW effekt.

Energibehov for overfarten: $2 \times 1000 \text{ kW} \times 0,75 \text{ timer} = 1500 \text{ kWh}$.

To parallelle MCS-plugger med 1000 V og 1500 A hver, gir en ladetid på ca 30 minutter ved lading til 80% av batteriets kapasitet. Ved fullkjølt MCS med ytelse 3000 A blir ladetiden ca 15 minutter.

MERKNAD Ladetid øker vesentlig ved lading av batteriet fra 80 – 100% av kapasitet, denne delen av kapasiteten antas ikke benyttet.