

RIKTLINJER OCH REKOMMENDATIONER

för anslutningar av fartyg och fritidsbåtar till landbaserat elnät

Innehåll

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	4
2. INLEDANDE BESTÄMMELSER	5
2.1. Tillämpning.....	5
2.2. Definitioner och förkortningar	5
2.3. Lagar och föreskrifter	8
2.4. Elinstallationer och hantering av elektrisk utrustning på fartyg	8
2.5. Föreskrivande myndighet	9
2.6. Undantag	9
3. SÄKERT ELARBETE	9
3.1. Säkert elarbete minskar olycksrisken	9
3.2. Vilka skador uppstår?.....	10
3.3. Ljusbågsskador	10
3.4. Om en elolycka inträffat	11
3.5. Ström genom kroppen	11
4. TEKNISKA BESKRIVNINGAR	11
4.1. Installation	11
4.2. Överströmsskydd	12
4.3. Anslutningsalternativ	12
4.4. Anslutningsdon.....	12
4.5. Anslutningskabel	14
4.6. Information om fartygets elkraftsystem.....	14
4.7. Instrumentering	14
4.8. Isolertransformator och jordfelsbrytare	15
4.9. Jordfelsövervakning och jordfelsbrytare.....	16
4.10. Landanslutning 10–16 A.....	16
4.11. Landanslutning 32–125 A.....	18
5. JORDNING	20
5.1. Jordövervakningskrets.....	20
5.2. Risker vid anslutning till inkommande landjord.....	20
5.3. Principskiss för galvanisk korrosion	20
5.4. Lösningar.....	21
5.4.1. Offeranoder	22
5.4.2. Isolertransformator	22
5.4.3. System med påtryckt ström (ICCP)	23
5.4.4. Bottenfärg	23
5.4.5. Godkända båtbottnfärger.....	23
5.4.6. Andra alternativa lösningar.....	23
6. HÖGSPÄNNING	24
6.1. Tillgängliga normer och standarder vid planering av landanslutning:.....	26
6.2. Anläggning i land	27
6.3. Ekvipotentiajordning.....	28
6.4. Landanslutningskabel	28
6.5. Anslutningsdon för högspänning	29
6.6. Kopplingssekvensen vid anslutning respektive fränkoppling:	30

6.7. Anläggningen ombord	30
6.8. Säkerhet	31
6.9. Minimikrav på nödstoppfunktion	31
6.10. Dokumentation	32
6.11. Förstagångstest	33
6.12. Inspektion och test	34
6.13. Exempel på procedur för in- och urkoppling av landanslutning	35
6.14. Svenska hamnar som tillhandahåller landström till fartyg 2014	36
7. SÄKERHETSÅTGÄRDER FÖR HÖGSPÄNNINGSUTRYMMEN	37
7.1. Driftrum på fartyg	37
7.2. Driftrum på land	38
7.3. Rum för högspänningstransformatorn på fartyg	39
8. ÖVRIGA STANDARDER OCH NORMER	39
9. ANSVARFÖRDELNING PÅ LAND RESPEKTIVE FARTYG	40
9.1. Ansvar och befogenheter för elanläggningar på land	40
9.2. Ansvar och befogenheter för elanläggningen på fartyg	41
9.3. Ansvar och befogenheter för anslutning till landbaserad högspänning	42
9.4. Gränsöverskridande arbeten	42
9.5. Delegering	43
9.6. Anslutningspunkt på fartyg respektive land	43
10. UTBILDNING	45
10.1. Grundutbildning för elarbeten ombord	45
10.2. Vidareutbildning för högspänningsanslutning	46
10.3. PIC utbildning	46
10.4. PIC Shore utbildning	46
10.5. HVSC operatörsutbildning	46
11. ELEKTROMAGNETISM	47
11.1. Vad menas med normal magnetfältsnivå?	47
11.2. Myndigheterna rekommenderar försiktighet	48
11.3. Informationskälla till detta kapitel	48

1. Inledning

Målsättningen med dessa riktlinjer och rekommendationer är att öka säkerhetsnivån för dem som arbetar med eller nära högspänningsanläggningar på fartyg samt öka förståelsen för alla typer av landanslutningar och risker kring det. Dessutom ska dessa riktlinjer och rekommendationer vara ett verktyg för alla båtägare som vill ansluta sina båtar till landbaserat elnät.

Stora fartyg, framförallt passagerarfartyg, kräver stor elektrisk effekt för att kunna driva sina pumpar, fläktar, hissar, kylanläggningar och belysning. För att kunna leverera ström till dessa behövs generatorer som producerar elektrisk energi. Generatorerna drivs i sin tur av dieseldrivna hjälpmaskiner, som orsakar miljöproblem i form av luftföroreningar och buller i hamnområden och intilliggande bostadsområden. I och med de växande nationella och internationella miljökraven har vissa redare valt att ansluta sina fartyg till landbaserade elnät när fartygen ligger vid kaj.

Dagens marina bränslen består huvudsakligen av HFO (Heavy Fuel Oil), MGO (Marine Gas Oil) och MDO (Marine Diesel Oil). När dessa fossila bränslen förbränns, bildas svaveloxider (SO_x) och kväveoxider (NO_x) som går ut i atmosfären med avgaserna, vilket leder till luft och vattenföroreningar. Begränsningar av SO_x- och NO_x-utsläpp från fartyg skärps kontinuerligt.

År 2020 förväntas sjöfarten svara för mer än 50 procent av svavel- och kväveutsläppen i Europa enligt beslut i Sveriges Riksdag 2009. För att minska utsläppen av svavel lades 2010 en proposition med förslag om sänkt energiskatt för el som används för fartygs elförsörjning när de ligger i hamn (Sveriges Riksdag 2010). Skattenedsättningen trädde i kraft den 1 nov 2011 (SFS 2011:1094) och innebar en sänkning från 29,3 öre respektive 19,4 öre per kWh (2014 års nivå i södra respektive norra Sverige) till 0,5 öre per kWh. (Det är samma energiskatt som för tillverkande industri och yrkesmässig växthusodling). Användningen av lågbeskattad el hindras genom att skattesänkningen enbart gäller för fartyg som har en bruttodräktighet på minst 400 ton och att spänningen på den elektriska kraft som överförs är minst 380 V.

EU-kommissionen har studerat effekterna av att använda landanslutningar och har därefter tagit fram en rekommendation: ”Medlemsstater ska överväga installation av landström för fartyg vid kaj i hamn, speciellt i hamnar där luftkvalitetsnormerna överstigs eller där allmänheten klagat på buller från hamnverksamheten, och i hamnområden som är placerade nära bostadsområden.”(2006/339/EG)

EU-kommissionen uppmanar medlemsstaterna att med ekonomiska styrmedel underlätta landström till fartyg i hamn. EU:s lagstiftning ger möjligheter till det.

Fartygsanslutning till landbaserad högspänning är ett relativt nytt fenomen i världen. Därför saknas det heltäckande regelverk beträffande dessa anläggningar och dess anslutningar. Däremot finns följande internationella standarder att tillgå:

- ISO/IEC/IEEE 80005-1:2012, Cold ironing - Part 1: High Voltage Shore Connection (HVSC) Systems - General requirements
- IEC PAS 80005-3:2014, Utility connections in port - Part 3: Low Voltage Shore Connection (LVSC) Systems - General requirements

Högspänning är en tillgång men kan samtidigt vara en potentiell fara för omgivningen, om den hanteras på fel sätt. Vid en kortslutning i en högspänningsanläggning bildas ofta en mycket kraftig ljusbåge, och temperaturstegringen är så snabb och kraftig att allt brännbart material som är i närheten självantänder. En människa som befinner sig i närheten av en sådan ljusbåge kan få mycket svåra brännskador. Arbete med högspänning är alltså förenat med risker och kräver utbildning, erfarenhet och kunskap. Fel hantering kan alltså leda till allvarliga personskador, död och materiella skador genom brand. Man ska vara observant på att kraftiga ljusbågar kan uppstå i både hög- respektive lågspänningsanläggningar.

2. Inledande bestämmelser

2.1. Tillämpning

Dessa riktlinjer kan tillämpas på alla fartyg och fritidsbåtar som ansluts till landbaserat elnät, 1-fas lågspänning till 3-fas högspänning 50/60 Hz.

2.2. Definitioner och förkortningar

<i>elektrisk anläggning</i>	anläggning med elektrisk utrustning för generering, överföring, omvandling, distribution och nyttjande av elektrisk energi <i>SS-EN 50110-1</i>
<i>anläggningsansvarig</i>	person som har fått arbetsuppgiften att svara för elsäkerhetsfrågorna och skötsel av anläggningen
<i>anläggningsinnehavare</i>	person som råder över anläggningen
<i>anslutningsdon</i>	don som omfattar olika slag av uttag, intag, skarvdon och liknande
<i>anslutningskabel</i>	kabel med goda flexibla egenskaper för att ansluta flyttbara bruksföremål till fast anläggning
<i>behörig installatör för fartyg *</i>	person som av Elsäkerhetsverket meddelats behörighet att utföra elinstallationsarbete och har kunskap om Transportstyrelsens regelverk och relevanta standarder för elinstallationer på fartyg
<i>behörighetskrävande arbete på fartyg *</i>	elinstallationsarbete som kräver dokumenterad kunskap, där risk för person, miljö eller driftskador kan uppstå vid felaktigt utförande
<i>blackout *</i>	allmänt uttryck för tillfälligt avbrott i fartygets elektriska

	försörjningssystem
<i>donsläde/stödskena *</i>	hjälpmedel som ser till att kopplingsdonet för HVSC hamnar i rätt läge vid inkopplingstillfället
<i>Driftrum</i>	utrymme för drift av elektriska anläggningar eller annan elektrisk utrustning som kan medföra risk för skada på grund av el
<i>elansvarig</i>	person som har fått arbetsuppgiften av anläggningens innehavare att svara för elsäkerhetsfrågorna
<i>elektroingenjör*</i>	person med teknisk bakgrund, normal elingenjörsexamen, anställd av rederiet och har befattningen elektroingenjör
<i>elinstallatör</i>	en person som av Elsäkerhetsverket meddelats behörighet att utföra elinstallationsarbete i angiven omfattning
<i>elkopplare</i>	en apparat som är konstruerad för att bryta strömmen i en eller flera strömkretsar
<i>eltekniker</i>	person med elteknisk utbildning, anställd av rederiet och har befattningen eltekniker
<i>fackkunnig person</i>	person som har lämplig utbildning, kunskap och erfarenhet för att kunna analysera risker och undvika riskkällor som elektricitet kan medföra
<i>fartygselektriker*</i>	person med elteknisk bakgrund och som arbetar som elektriker på ett fartyg
<i>fartygsingenjör*</i>	person med teknisk bakgrund, normalt sjöingenjörsexamen, som är anställd av rederiet och har befattningen 1:e eller 2:e fartygsingenjör
<i>HVSC*</i>	High Voltage Shore Connection är den engelska benämningen för landanslutning till landbaserat högspänningsnät
<i>HVSC operatör</i>	person som under överinseende av PIC sköter in- och urkopplingen och övervakningen av högspänningsanslutning
<i>högspänning</i>	nominell spänning över 1 000 V växelspanning eller över 1 500 V likspänning
<i>ICCP*</i>	förkortning för Impressed Current Cathodic Protection. Katodiskt korrosionsskydd med påtryckt ström
<i>Intern PIC utbildning</i>	utbildning som arrangeras och ges av behörig PIC och

	som endast gäller för behörig och berörd personal på samma fartyg eller inom samma företag
<i>isolertransformator</i>	transformator med galvanisk separation mellan primär- och sekundärlindningar
<i>JFBR/JFB</i>	förkortning för jordfelsbrytare: en elkopplare som är konstruerad för att slå till, bryta och föra ström under normala förhållanden och att orsaka fränkoppling när felströmmen har uppnått ett givet värde under specificerade förhållanden
<i>kapslingsklass</i>	anger vilket skydd en elutrustning har mot damm och vatten. Anges med bokstäverna IP följt av två siffror, varav den första beskriver åtkomligheten av strömförande delar och den andra vattenskyddet
<i>lågspänning</i>	nominell spänning upp till och med 1 000 V växelspanning eller upp till och med 1 500 V likspänning
<i>neutralledare (N)</i>	ledare som är ansluten till neutralpunkten i ett elektriskt system. Neutralledaren deltar i överföringen av elektrisk energi
<i>nominell spänning</i>	den spänning för vilken en installation eller del av installation är konstruerad
<i>PE-ledare</i>	ledare som endast får användas som skyddsledare och som normalt inte är strömförande. (PE, <i>protective earth</i>)
<i>PEN-ledare</i>	elektrisk ledare som har gemensam funktion som skyddsjord (PE, <i>protective earth</i>) och neutralledare (N)
<i>PIC</i>	Person In Charge är den engelska benämningen för den person som är ansvarig för hantering och övervakning av HVSC-anläggning ombord
<i>PIC Shore *</i>	person som är ansvarig för hantering och övervakning av HVSC-anläggning ombord. Dessutom har personen genomgått utbildning för hantering av driftrum i land, vilket tillsammans med ett tillstånd från anläggningsinnehavaren ger personen behörighet att beträda och manövrera utrustning som tillhör landanslutningen
<i>starkströmsanläggning</i>	anläggning för sådan spänning, strömstyrka eller frekvens som kan vara farlig för personer eller egendom
<i>STCW*</i>	förkortning för The Standards of Training, Certification & Watchkeeping. STCW-konventionen reglerar behörigheter på internationellt nivå

<i>teknisk chef*</i>	person med teknisk bakgrund, normal sjöingenjörsexamen, anställd av rederiet och har befattningen teknisk chef
<i>vagabonderande ström</i>	returström eller delar av denna under hela eller delar av sin vandring följer andra, oönskade, banor än de metalliska ledare som är avsedda för returkretsen

* Definition framtagen för denna handbok

2.3. Lagar och föreskrifter

För elinstallationer och hantering av elektrisk utrustning på fartyg gäller

- fartygssäkerhetslagen (2003:364)
- arbetsmiljölagen (1977:1160)
- förordning (1992:1512) om elektromagnetisk kompatibilitet
- SOLAS the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, Chapter II-I, part D
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2014:1) om maskininstallation, elektrisk installation och periodvis obemannat maskinrum
- Sjöfartsverket föreskrifter och allmänna råd (SJÖFS 2008:82) om anslutning av fartyg till ett landbaserat elkraftsystem
- Sjöfartsverkets föreskrifter (SJÖFS 2002:17) om säkerheten på passagerarfartyg i inrikes trafik, del D
- Sjöfartsverkets föreskrifter och allmänna råd (SJÖFS 1999:27) om säkerheten på fiskefartyg som har en längd av 24 meter eller mer, del C
- Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2001:1)

För starkströmsanläggningar som ligger i hamnområden och förser fartyg eller fritidsbåtar med landström gäller

- ellagen (1997:857)
- starkströmsförordningen (2009:22)
- installatörsförordningen (1990:806)
- elmaterieförordningen (1993:1068)
- förordning (1992:1512) om elektromagnetisk kompatibilitet
- elsäkerhetsverkets föreskrifter

2.4. Elinstallationer och hantering av elektrisk utrustning på fartyg

Elinstallationer på fartyg har väldigt få likheter med elinstallationer i bostäder. Elinstallationer på fartyg kan snarare jämföras med dem på industrier, som också har mycket höga krav på driftsäkerhet.

Fartygens drift och de livsviktiga funktionerna ombord är direkt beroende av att de elektriska och elektroniska komponenterna fungerar, även under de mest extrema väder- och miljöförhållanden. Det ställer stora krav på elinstallationerna ombord. Fartygen måste ha en säker, avbrottsfri och störningsfri drift. Ett haveri orsakat av ett elfel kan leda till en katastrof: liv kan förloras, egendom förstöras och miljön skadas.

Oavsett fartygens typ och storlek är det säkerhet och människoliv som står i fokus – människoliv som är beroende av att systemen ombord, framför allt elsystemet, fungerar. Därför är det extra viktigt att installatörer, som ska arbeta med dessa system, är behöriga och medvetna om vilka regelverk som gäller för installationerna ombord.

2.5. Föreskrivande myndighet

För elektriska installationer på land är det Elsäkerhetsverket som är föreskrivande myndighet. Dessutom har Elsäkerhetsverket tillsynsansvaret för dessa installationer.

För elektriska installationer på fartyg och fritidsbåtar är det däremot Transportstyrelsen som är den föreskrivande myndigheten med tillsynsansvar.

2.6. Undantag

I vissa fall är det oklart om vilken myndighet som har tillsynsansvar för ett visst objekt. Nedan följer två exempel på dessa:

- Elsäkerhetsverkets föreskrifter gäller inte för elinstallationer på fartyg eller fritidsbåtar. De gäller dock för fritidsbåtar som tillfälligt har tagits upp på land för vinterförvaring eller reparation och inte heller själva elinstallationen på båtarna.
- Fartyg eller flytande farkoster som ligger i hamn och som enbart bedriver verksamhet som restaurang, hotell, husbåt, bastu eller liknande och inte är tillsynspliktiga enligt Transportstyrelsens föreskrifter måste ansöka om bygglov hos hemmavarande kommunen. Elsäkerhetsverket och Arbetsmiljöverket har tillsynsansvaret för elsäkerheten ombord för dessa typer av flytetyg. För dessa farkoster gäller Elsäkerhetsverkets föreskrifter.

3. Säkert elarbete

3.1. Säkert elarbete minskar olycksrisken

Det är nödvändigt – till och med livsviktigt – att med jämna mellanrum gå igenom de krav som ställs på ett elektriskt arbete. Olycksfallsstatistiken visar hur viktigt det är att elarbeten görs på ett säkert sätt: så många som 4 av 5 elolycksfall med yrkesmän beror på felaktigheter i genomförandet.

- Om man verkligen kontrollerade spänningslösheten vid allt arbete utan spänning, skulle hälften av olycksfallen undvikas.
- Ingen eller felaktig avskärmning är en vanlig orsak till elolycka vid arbete nära spänning.
- Olämpliga verktyg utgör en stor säkerhetsrisk.

Kompetens, kunskap och disciplin vid genomförandet av elarbeten bidrar till att minska antalet elolyckor.

Alla anslutningar, bortkopplingar och elarbeten med landanslutning ska alltid ske utan spänning. Följande fem grundläggande åtgärder ska då

vidtas i angiven ordning, om det inte finns väsentliga skäl att göra på annat sätt:*

1. Frånskilj anläggningsdelen.
2. Skydda mot tillkoppling (blockering).
3. Kontrollera att anläggningen är spänningslös.
4. Jorda och kortslut.
5. Skydda närbelägna spänningsförande delar.

* Observera att ovanstående arbetsmetod inte gäller för fritidsbåtar.

3.2. Vilka skador uppstår?

Elektrisk ström kan orsaka skador på flera sätt. Ljusbågar kan ge svåra brännskador. Ström som passerar genom människokroppen kan ge upphov till både yttre och inre skador. Yttre skador kan vara brännskador där strömmen passerat in eller ut genom kroppen. Inre skador kan vara olika skador på vävnader och inre organ. Strömgenomgång kan dessutom leda till hjärtkammerflimmer eller hjärtstillestånd.

3.3. Ljusbågsskador

En ljusbåge utvecklar en mycket stor energimängd i form av ljus och värme. En snabb tryckstegring uppstår och heta gaser bildas.

Konsekvenserna blir enorma, om inte ljusbågen släcks mycket snabbt. En kort bryttid begränsar den direkta och indirekta skadliga värmeverkan.

Värmen i bågen kan bli upp till 3000–6000°C. Vid dessa temperaturer förgasas stål och koppar.

Ljusbågsolyckor ger mycket kraftiga brännskador. Även om man inte direkt utsätts för ljusbågen, riskerar ljusskenet att ge en kraftig bländning med synskador som följd. Om det finns risk för att man kan utsättas för en ljusbåge, ska man aldrig använda kontaktlinser: dessa kan smälta och brännas fast på ögat.



Bilderna lånade av den amerikanska motsvarigheten till Arbetsmiljöverket
(United States Department of Labor)



Bilderna lånade av den amerikanska motsvarigheten till Arbetsmiljöverket
(United States Department of Labor)

3.4. Om en elolycka inträffat

- Bryt ALLTID strömmen om möjlighet finns (nödstopp).
- Dra bort den skadade från strömförande föremål.
- Tänk på din egen säkerhet – berör inte bar hud.
- Dra i den skadades kläder eller använd något isolerande föremål mellan dig och den skadade.
- Kontakta alltid sjukvården, även om olyckan inte verkar så allvarlig.
- Berätta för vårdpersonalen att det är en olycka orsakad av el.

Broschyren ”Vägledning vid elskada” kan laddas ner från
Elsäkerhetsverkets hemsida: www.elsakerhetsverket.se

3.5. Ström genom kroppen

När ström går genom en människokropp är det fyra faktorer som påverkar
skadornas storlek:

- strömstyrkans storlek
- strömmens väg genom kroppen
- tiden som strömmen går genom kroppen
- kroppens kontaktyta mot spänningsförande delar

4. Tekniska beskrivningar

All utrustning som ingår i anläggningen för landanslutningen – oavsett om
utrustningen finns på land eller på fartyg – ska uppfylla de normer och
förfordningar som är relevanta för respektive anläggning.

4.1. Installation

Landanslutningen ska utföras enligt Sjöfartsverket föreskrifter och
allmänna råd om anslutning av fartyg till ett landbaserat elkraftsystem
SJÖFS 2008:82 och gällande klassregler. Hela installationen ska
dimensioneras efter anslutningsdonets märkström, som kan vara 10, 16, 32,
63,125 A eller mer.

Det ska vara fast installation mellan huvudtavlan (motsvarande) och landanslutningscentralen/intaget. Den fasta anslutningen ska användas uteslutande för detta ändamål. Anslutningskabeln ska vara försedd med lämpliga anslutningsdon eller ska anslutas med kontaktklämmor av sådan storlek och i sådant utförande att sammankopplingarna blir säkra.

4.2. Överströmsskydd

Varje enskild strömkrets ska vara skyddad/avsäkrad och märkt med relevant data. Särskild hänsyn ska tas till selektivitet (bortprioritering av oviktig last).

Överströmsskyddet i land får inte ställas högre än anslutningsdonets märkström, och därför ska det inte behövas någon säkring eller annan huvudbrytare vid intaget. Skyddet bör placeras i huvudtavlan eller motsvarande. Det kan vara lämpligt med en brytare invid anslutningen.

Skyddsjordning utförs normalt med anslutningskabeln via anslutningsdonet och då uppfylls kraven i föreskriften som nämns ovan.

Elinstallationer för landanslutning i småbåtshamnar och liknande platser ska uppfylla kraven i Elinstallationsreglerna SS 436 40 00 utgåva 2.

I hamnar/anläggningar ska utrustning med relevant IP-klassning installeras.

4.3. Anslutningsalternativ

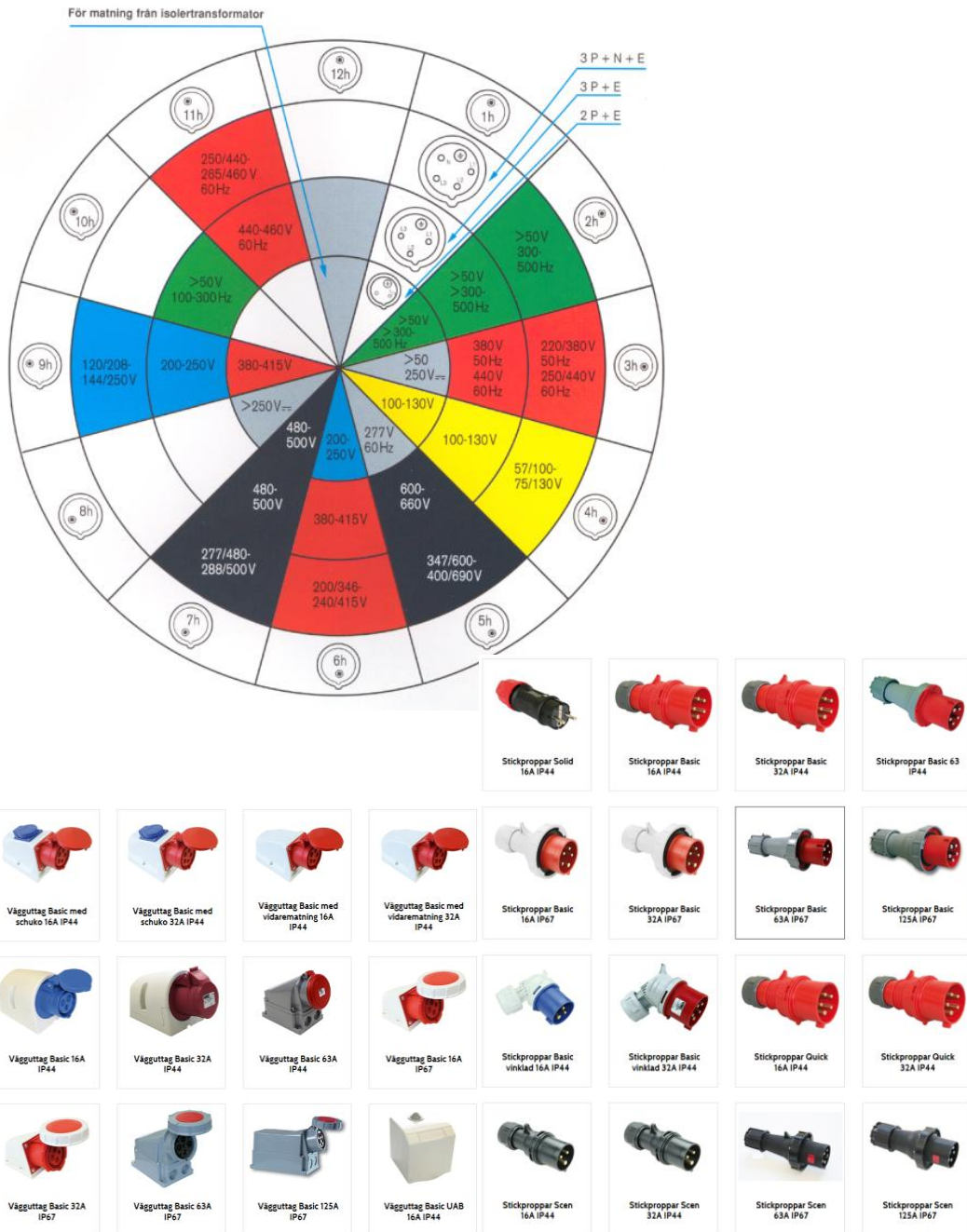
Nedan följer de vanligaste anslutningsalternativen:

- 1-fas 230 V, 10–16 A
- 3-fas 400 V, 16–32 A
- 3-fas 400 V, 63 A
- 3-fas 400 V, 125 A
- 3-fas 400 V, högre än 125 A eller parallella kablar
- 3-fas 6,6 kV eller högre (högspänning).

4.4. Anslutningsdon

Varje enskilt uttagsdon kan endast användas för en viss bestämd strömstyrka, spänning och frekvens. Skyddsjordshylsan intar i varje normerat fall ett bestämt läge – klockposition – i förhållande till styrspåret.

Standardiserade don är färgmärkta enligt urtavlan, där klockpositionerna (*I h till 12 h*) motsvarar jordhylsans placering i uttagsdonen, sett från framsidan, med styrspåret alltid placerat i klockposition 6 h. Donen finns i 2-, 3-, och 4-poligt utförande med märkströmmarna 16 A, 32 A, 63 A och 125 A och för spänning 50 V till 690 V vid 50 och 60 Hz.



Bilder lånade av GARO

Högspänningsdon



Bilder lånade av Marine Global Group

Uttag vars märkström är 63 A eller mindre ska vara utförda enligt SS-EN 60309-2. Uttag vars märkström är över 63 A ska vara utförda enligt SS-EN 60309-1.

CEE-uttagsdonen är inte förväxlingsbara och finns i flera olika utförande, bland annat baserat på driftspänning, frekvens, poltal och märkström.

För landanslutning används vanligen dessa 50 Hz-utföranden:

216-6	1-fas 230 V, 16 A
416-6	3-fas 230/400 V – med nolla, 16 A,
432-6	3-fas 230/400 V – med nolla, 32 A,
463-6	3-fas 230/400 V – med nolla, 63 A,
4125-6	3-fas 230/400 V – med nolla, 125 A,
363-6	3-fas 3 x 400 V – utan nolla, 63 A,
3125-6	3-fas 3 x 400 V – utan nolla, 125 A.

Det är inte tillåtet att använda uttag med N, till exempel 463-6, om N inte är kopplad till uttaget. I sådana fall ska uttag utan N användas, till exempel 363-6.

4.5. Anslutningskabel

Anslutningskabeln ska vara av flammhämmande typ och uppfylla kraven i relevant standard. Den ska vara oljebeständig och motståndskraftig mot låga och höga temperaturer, UV-strålar och saltvatten.

4.6. Information om fartygets elkraftsystem

I fartygets driftrum för landanslutning ska det finnas anslag som på ett tydligt sätt informerar om fartygets elkraftsystem. Anslaget ska innehålla minst följande data:

- effektbehov
- den nominella spänningen
- frekvens
- hur anslutningen ska göras (rutinbeskrivning)
- åtgärder vid fel på utrustningen
- kommunikationsrutiner
- enlinjeschema på relevant utrustning

4.7. Instrumentering

Minimikravet för instrumentering ombord är indikering av spänning på landanslutningen och av fasföljd på inkommande trefassspänning.

Voltmeter och amperemeter med mätning i alla faser bör även finnas, liksom frekvensmeter. För att få en bild av fartygets elförbrukning är det bra att ha en effektmätare som mäter effektförbrukningen från land. Moderna instrument mäter dessutom ofta ytterligare parametrar som ström, spänning, frekvens och $\cos(\varphi)$, och kan användas på fartyg med låg effektförbrukning. Därmed slipper man ha flera separata instrument.

Det är lämpligt att montera en manuell eller automatisk omkopplare för rotationsriktningen.

Anläggningen ska om möjligt byggas med utrustning för automatisk fasning mot landnätet för att undvika blackout vid övergången mellan ombord- och landmatning. Land- och ombordmatning bör endast vara sammankopplade under den tid det tar att lastreglera från det ena till det andra nätet.

Parallella lågspänningsanslutningar till fartygets elkraftsystem ska ske genom synkroniseringsanordningar. Synkroniseringen ska utföras ombord.

Om lastöverföring via parallellkoppling väljs, ska instrumenteringen bestå av:

- a) två voltmetrar
- b) två frekvensmätare
- c) en amperemeter med en amperemeterknapp för att aktivera strömmen i varje fas så att avläsning kan göras, alternativt en amperemeter i varje fas
- d) fasföljdindikator och
- e) en synkroniseringsanordning.

En voltmeter och en frekvensmätare ska anslutas till kopplingstavlorna, den andra voltmeter- och frekvensmätaren ska göra det möjligt att avläsa landanslutningens spänning och frekvens. Ovanstående funktioner bör byggas i ett multifunktionsinstrument.

Om man väljer att lastöverföring sker via blackout, ska instrumenten bestå minst av följande:

- f) en voltmeter
- g) en frekvensmätare
- h) en amperemeter med en amperemeterknapp för att aktivera strömmen i varje fas som ska avläsas, eller en amperemeter i varje fas, och
- i) en fasföljdindikator.

Voltmetern och frekvensmätaren ska göra det möjligt att avläsa spänning och frekvens av landanslutningen. Ovanstående funktioner kan innefattas i ett multifunktionsinstrument.

4.8. Isolertransformator och jordfelsbrytare

Ett fartyg eller en fritidsbåt som ska anslutas till landström bör förses med landanslutningstransformator i enlighet med SS-EN 60742. För fartyg som ska kopplas till högspänning gäller standarden IEC/ISO/IEEE 80005-1.

Vid landanslutning med märkström 32 A eller mindre kan säkerhetsnivån ombord höjas genom anslutning av en 30 mA jordfelsbrytare.

Isolertransformator och jordfelsbrytare bör placeras ombord på fartyget.

Fritidsbåtar och mindre fartyg som har 230/400 V elsystem ombord som endast är avsedd för landanslutning bör ha jordfelsbrytare som skydd.

4.9. Jordfelsövervakning och jordfelsbrytare

På större fartyg används normalt jordfelsövervakning med larm, inte jordfelsbrytare. Anledningen är att man vill undvika driftstörningar. Men för att utöka elsäkerheten kan jordfelsbrytare installeras på den last som inte är avgörande för fartygets drift- eller miljösäkerhet. Exempel på det är fuktiga utrymmen som badrum och kök samt vägguttag där man behöver hög personsäkerhet. Transportstyrelsen rekommenderar att vägguttag skyddas av jordfelsbrytare vars märkutlösningsström är högst 30 mA.

För ett isolerat och ojordat system ska det finnas en anordning som kontinuerligt övervakar eventuella jordfel. Systemet ger en klar indikation om jordfel uppstår. Övervakningen kan antingen vara helautomatisk och kopplad till ett larm som signalerar vid plötsliga jordfel eller kopplad till ett vred som manövreras manuellt. Vid manuell manövrering indikeras jordfel antingen via lampor som inte ger ett exakt värde eller via en resistansmätare som ger ett relativt exakt värde.

För bästa prestanda rekommenderas följande värden:

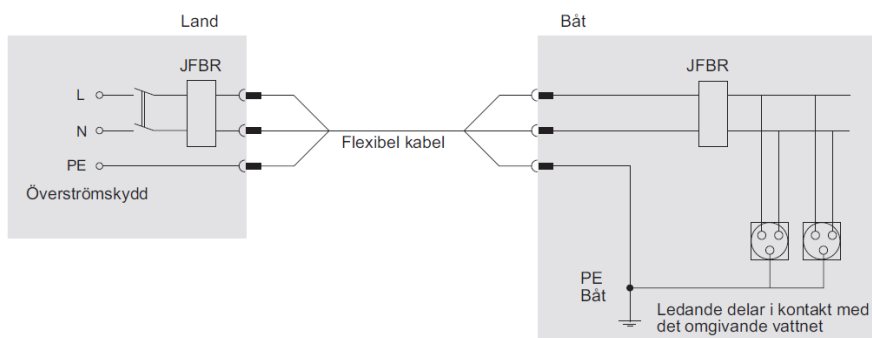
- För systemspänning på upp till 1000 V bör isolationsnivån vara lägst 1 M Ω .
- För klenspanning, dvs. systemspänning upp till 50 V likspänning, bör isolationsnivån vara lägst 0,33 M Ω .

4.10. Landanslutning 10–16 A

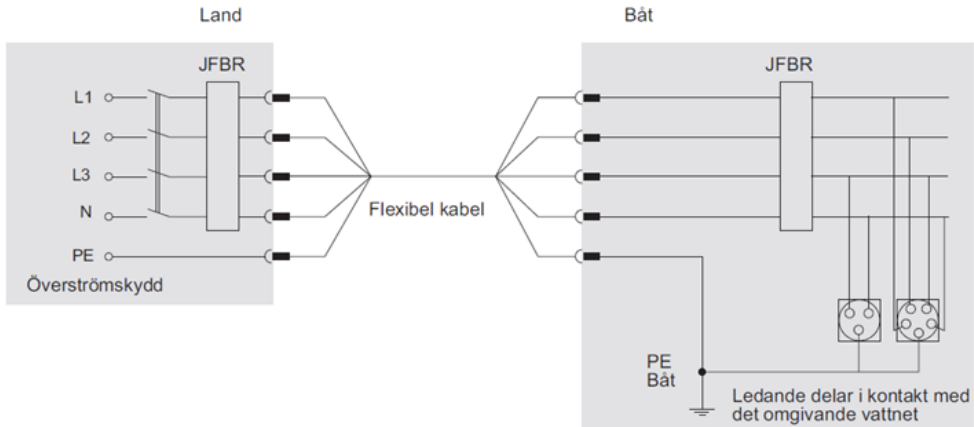
Nedan visas ett antal olika anslutningsalternativ.

Anslutningsalternativ utan transformator:

Direkt anslutning till enfasmätning



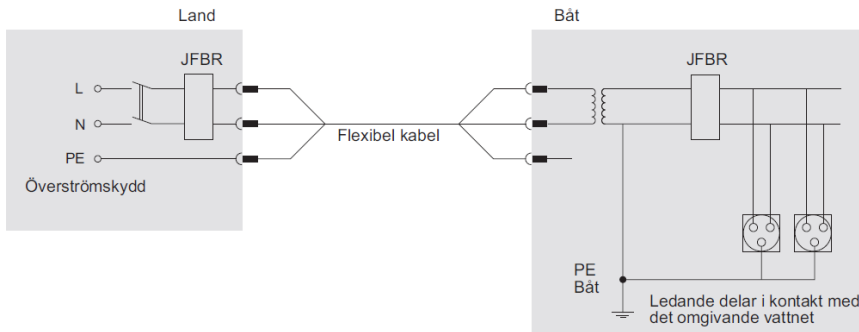
Direkt anslutning till trefasmatning



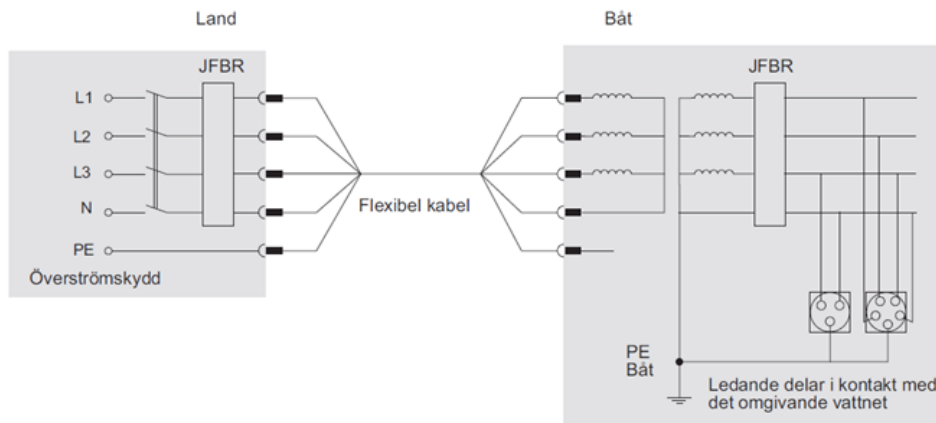
Det finns risk för elektrolytisk korrosion, beroende på galvaniska strömmar som flyter i skyddsledaren till land.
(I figurerna visas inte strömställare för funktionsmanövrering.)

Anslutningsalternativ med transformator ombord:

Direkt anslutning med enfasmatning och isolationstransformator ombord

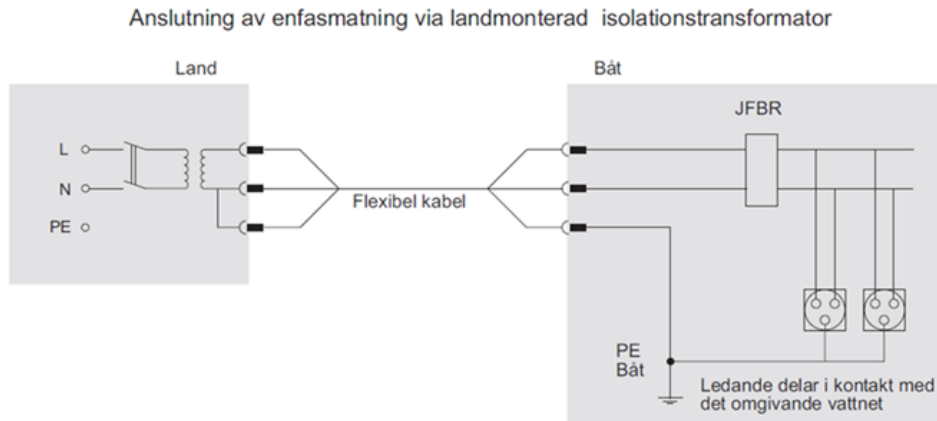


Direkt anslutning med trefasmatning och isolationstransformator ombord



Båtens skyddsledare sammankopplas inte med landmatning, för att undvika galvaniska strömmar i båtskrovet och metalldelar i land.
(I figurerna visas inte strömställare för funktionsmanövrering.)

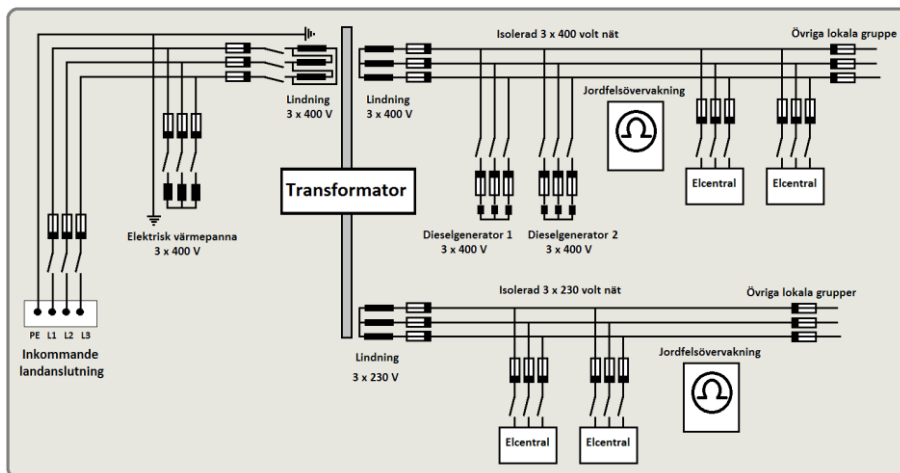
Anslutningsalternativ med transformator i land:



Båtens skyddsledare sammankopplas inte med landmatning, för att undvika galvaniska strömmar i båtskrovet och metalldelar i land.
Båtens metalliska delar som är i elektrisk kontakt med vatten ska kopplas ihop med båtens skyddsledare.

4.11. Landanslutning 32–125 A

Nedanstående ritning visar landanslutning genom en transformator med 3 separata lindningar.

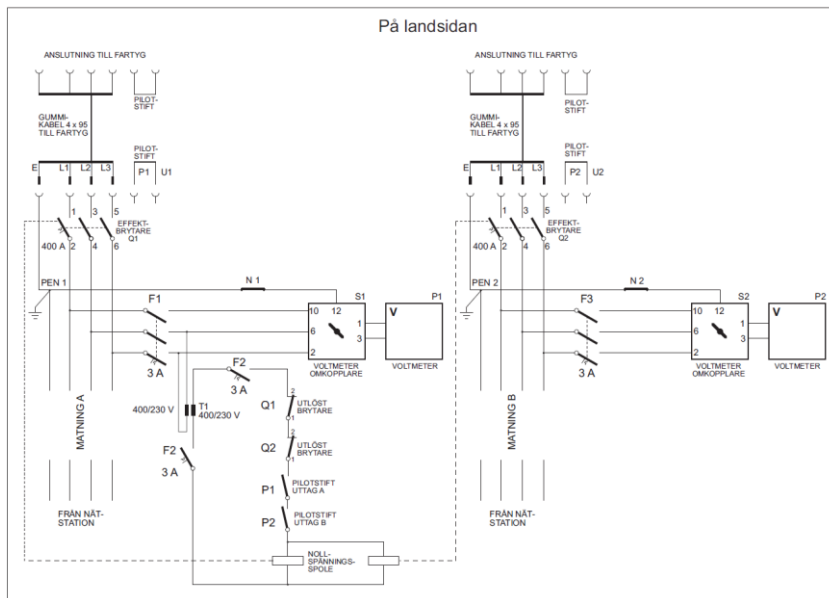


Vid landanslutning med flera inkommande kablar bör anläggningen utrustas med förregling så att bakspänning inte kan uppstå. Uttagens fasföljd och fasläge ska vara rätt i förhållande till varandra.

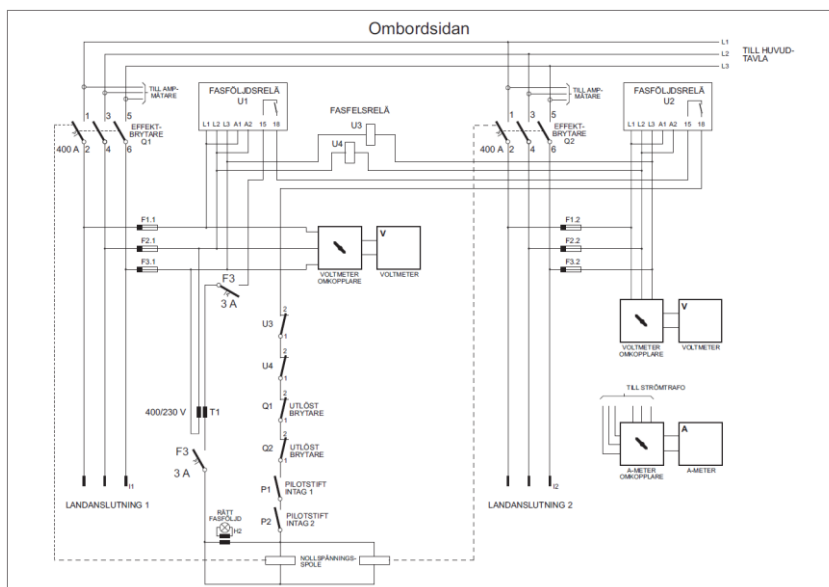


Figuren ovan visar en landanslutning med 690 V, 9 x 250 A. Pilotstift, reläer och brytare med underspänningsmagnet förhindrar ofrivillig spänningssättning från båda håll.

I land



Ombord



5. Jordning

5.1. Jordövervakningskrets

Alla isolerade kretsar som inte är jordade ska ha kontinuerlig jordfelsövervakning. Jordfelsövervakning med lampor rekommenderas inte, eftersom det inte ger bra information om storleken på felet. Bästa resultat får man genom instrument som visar exakt värde på det aktuella felet. Rekommenderade minimivärden för jordfel står under punkt 4.9.

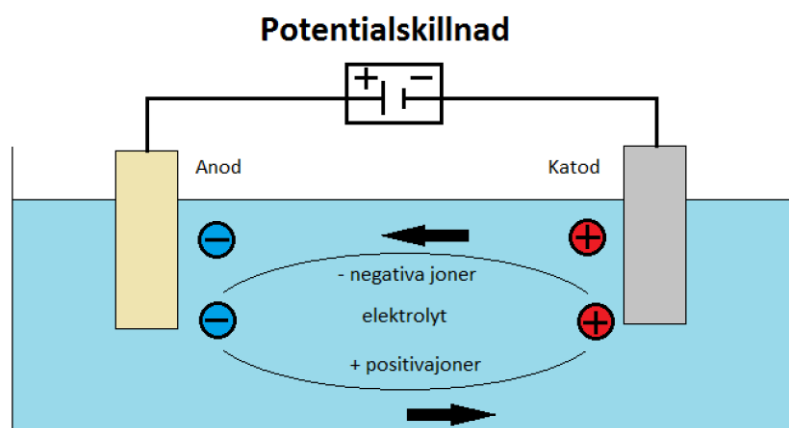
5.2. Risker vid anslutning till inkommande landjord

Vid landanslutning finns risk för korrosionsskador på till exempel fartygets propeller, propelleraxel och skrov. Korrosion enligt SS-EN ISO 8044:

Fysikalisk-kemisk reaktion mellan en metall och dess omgivning, vilken resulterar i ändringar i metallens egenskaper och vilken ofta kan leda till avsevärd skada på funktion hos metallen, dess omgivning eller tekniska system, i vilket de båda ingår. Reaktionen är ofta av elektrokemisk natur.

Orsaken till korrosionsskador kan vara galvaniska eller vagabonderande strömmar. De galvaniska strömmarna kan bildas då fartyget kopplas till landström utan att man isolerat fartygets jord från landjord. Vid eventuell skillnad på jordpotential mellan fartygets och land bildas det vagabonderande strömmar som hittar sin väg genom fartygets propelleraxel och vandrar mot land. Det dröjer inte länge förrän stora frätskador bildas på fartygets propeller, propelleraxel och även i värsta fall skrovet.

5.3. Principskiss för galvanisk korrosion



Nedanstående skiss visar samma typ av strömflöde som ovan. Två fritidsbåtar delar på samma landanslutning och samma jord. Den metall som är mindre ädel (i det här fallet aluminium) kan komma att vandra till den ädla metallen och på kort tid fräts den bort.

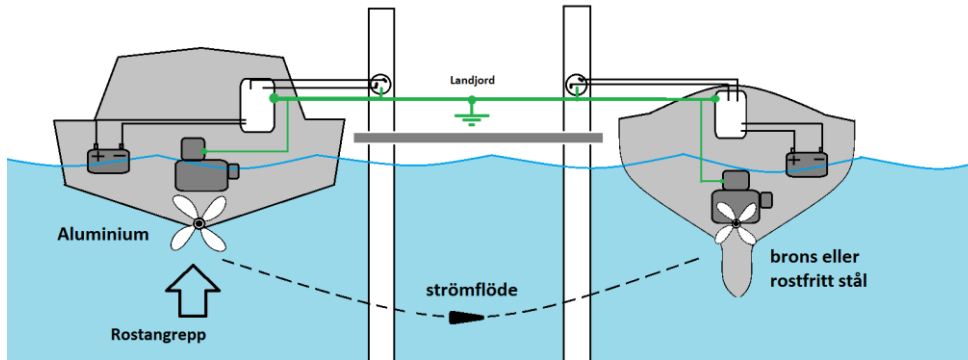
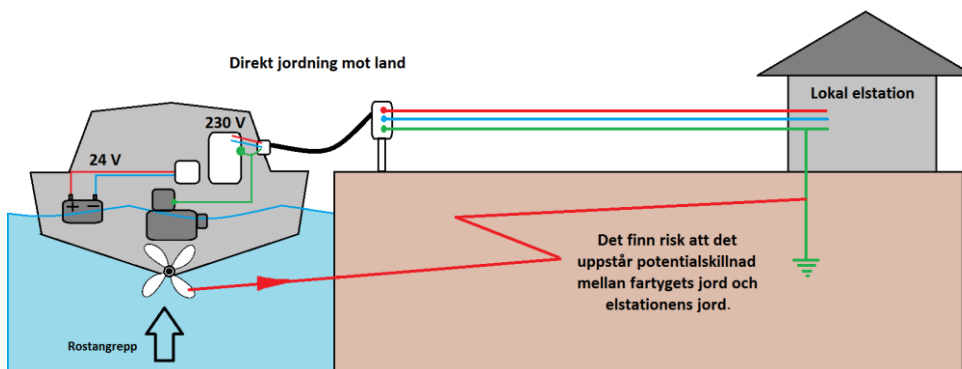


Bild lånad av JTS

På nedanstående bild kan man se att fartygets jord är direkt kopplad till landjord. Fartygets skrov är i detta fall ett galvaniskt element. Om skyddsledaren ansluts direkt till skrovet, ger den galvaniska spänningsskillnaden upphov till en likström som startar korrosionsprocessen.

Bilden visar anslutningen till ett direktjordat nät och den uppkomna spänningsskillnaden.



5.4. Lösningar

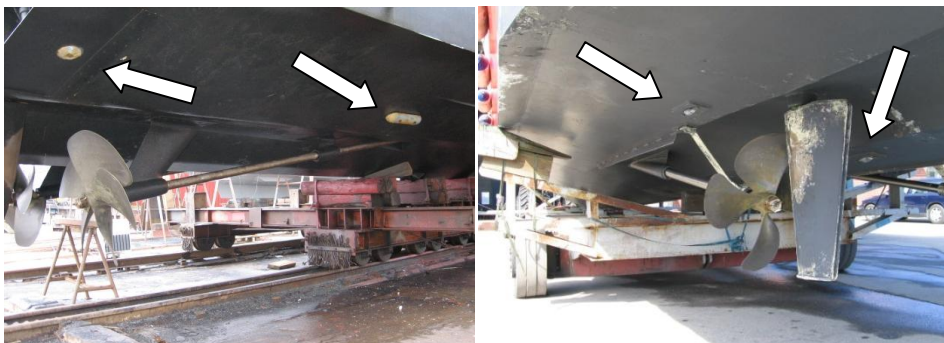
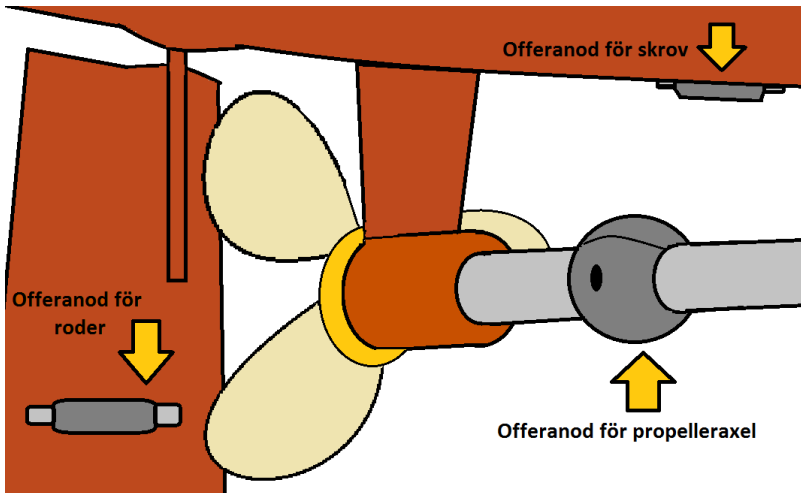
Det finns olika lösningar som är både säkra och skyddar fartyget mot frätskador.

5.4.1. Offeranoder

Man kan bland annat använda sig av offeranoder. Offeranoder runt skrov, roder, propeller och propelleraxel bör besiktigas årligen. Lämpliga offeranoder är följande:

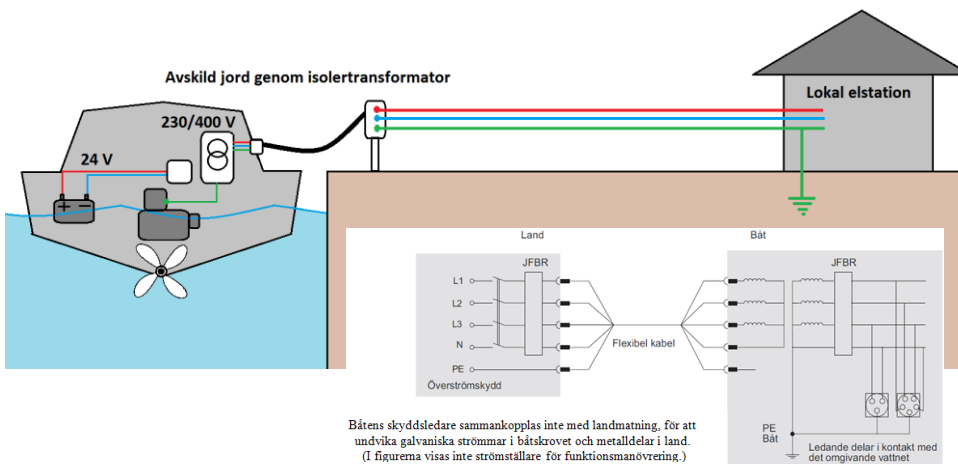
- i saltvatten – zinkanoder- eller aluminiumanoder
- i bräckvatten – aluminiumanoder
- i färskvatten – magnesiumanoder.

Exempel på skydd med offeranoder



5.4.2. Isolertransformator

För att undvika de vagabonderande strömmarna och därmed korrosion kan man använda sig av isolertransformator som effektivt skyddar mot dessa strömmar.



5.4.3. System med påtryckt ström (ICCP)

Katodiskt skydd med påtryckt ström är benämningen på en utrustning som genom en extern likströmskälla skapar en ström som skyddar de utsatta delarna. Strömkällan är vanligtvis mellan 10 och 50 V och matar ut en spänning där skyddsobjektet kopplas till minuspolen och anoden till pluspolen. Anoden tillverkas normalt av korrosionsresistent material och ska klara korrosionspåfrestningarna. Spänningen i systemet kan regleras så att skyddet inte påverkas av vattnets ledningsförmåga.

Principskiss för ICCP-system



5.4.4. Bottenfärg

Genom att måla båtbottnen kan man förhindra korrosion och att ytan beläggs med havstulpaner, alger och så vidare, så kallad antifouling. Färgerna innehåller miljöfarliga ämnen som läcker ut i hav och sjöar när båten ligger i vattnet. Tyvärr påverkar giftet inte endast de oönskade havstulpanerna utan även andra organismer som fiskar och växter. Det hamnar sedan på botten i sedimenten, där det ligger kvar under lång tid och frisläpps vid omrörning orsakad av till exempel båttrafik, väder eller muddring.

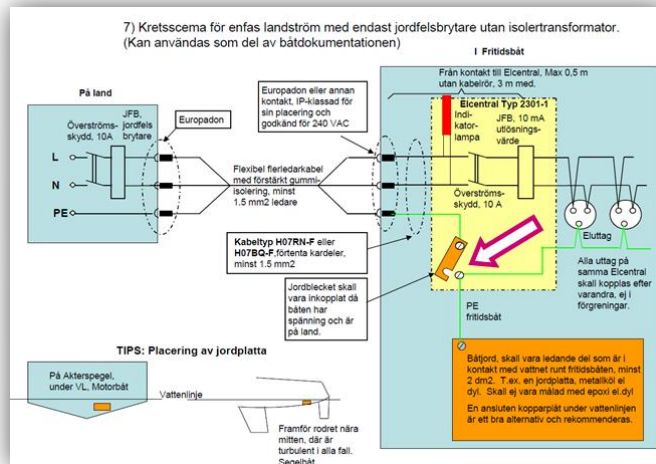
5.4.5. Godkända båtbottnfärger

Kemikalieinspektionen beslutar vilka båtbottnfärger som är godkända och inte samt i vilka områden de får användas. På Kemikalieinspektionens webbplats finns en lista över godkända bottenfärger för fritidsbåtar som motverkar påväxt på kemisk väg. Där finns också information om vilka verksamma ämnen de godkända färgerna innehåller.

Reglerna har skärpts, eftersom båtbottnfärger innehåller olika typer av gifter. På fartyg (fritidsbåtar och yrkesfartyg) som är över 12 meter långa får ytterligare typer av färg målas, men bara om målningen görs yrkesmässigt. För fartyg som är 24 meter långa eller längre gäller särskilda regler för besiktning och certifiering.

5.4.6. Andra alternativa lösningar

Nedanstående lösning från Svenska Båtunionen kan vara livsfarlig – om jordningsblecket inte monteras efter upptagning av fartyget. Vid båt köp bör denna lösning kontrolleras och åtgärdas av behörig installatör.



Det finns andra typer av skydd som marknadsförs av olika leverantörer och som kan vara lika effektiva som ovanstående lösningar, men de tas inte upp i dessa riktlinjer och rekommendationer.

6. Högspänning

För fartyg med större effektbehov än 1 MVA är högspänningsanslutning bäst ur praktisk och ekonomisk synvinkel. Det finns varken nationella eller internationella regelverk som reglerar landanslutning av fartyg till landbaserat högspänningsnät.

Däremot har de största standardiseringsorganisationerna (ISO, IEC och IEEE) gemensamt tagit fram en standard som anger de krav som en redare bör följa vid planering av anslutning mot ett landbaserat högspänningsnät: för anslutning av fartyg :2012 (*Cold ironing - Part 1: High Voltage Shore Connection (HVSC) Systems General requirements*).

Standarden anger normer för konstruktion, installation och provning och behandlar följande områden:

- högspänningsdistribution från land
- anslutning av fartyg till land och gränssnittsutrustning
- transformatorer
- halvledare / roterande omvandlare
- fartygets distributionssystem
- kontroll, övervakning, samverkan och energihanteringssystem.

De flesta HVSC-anläggningar som finns idag (2014) byggdes innan standarden publicerades och uppfyller inte kraven i den till alla delar.

För effektbehov upp till 6,5 MVA bör endast en högspänningskabel användas. För fartyg med nominell spänning på 6,6 eller 11 kV bör HVSC-anläggningen anpassas för effektbehov på minst 2 MVA, eller det behov som förväntas. Standarden rekommenderar att anläggningen byggs för 20 MVA – då har man tagit höjd för att kunna leverera ström till stora kryssningsfartyg.

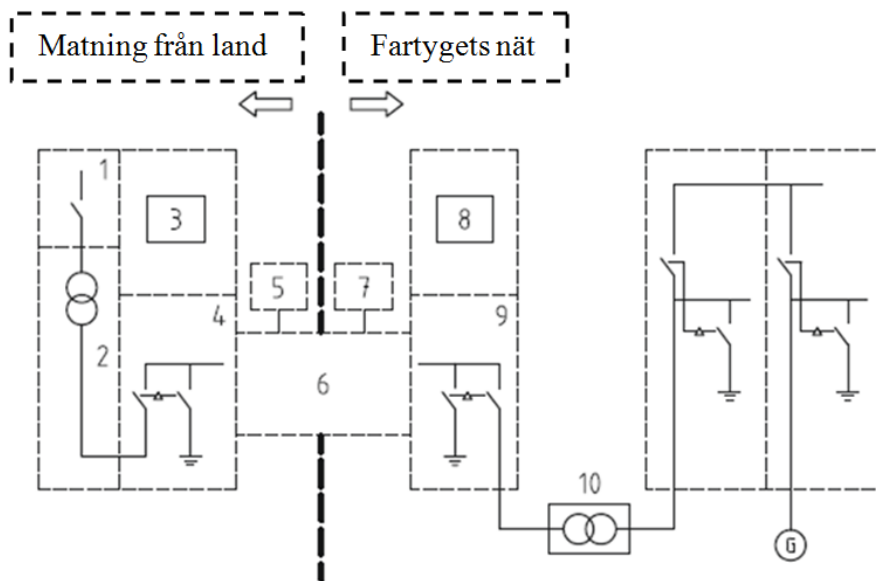
Standarden ska inte användas för lågspänningsanslutningar och inte heller då fartyget är på reparation i varv eller flydocka.

Bilden nedan visar landanslutning av Stena Jutlandica i Göteborg till 11 kV landnät.



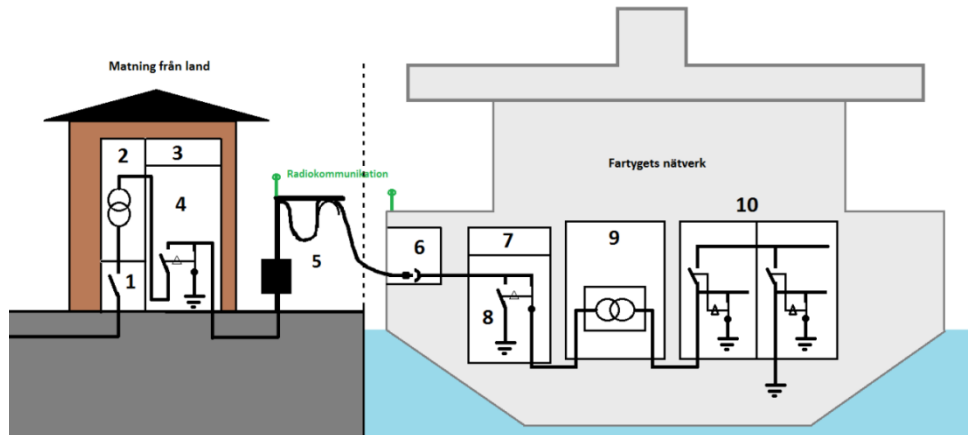
Bild lånad av ABB AB

Bilden nedan visar ett principschema för landanslutning till landbaserat 6,6–11 kV högspänningsnät. Man bör tänka på att alla hamnar och fartyg inte har kran eller radio.



- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| 1. Landbaserat högspänningsmatning | 7. Kontrollenhet |
| 2. Högspänningstransformator | 8. Skyddsrelä på fartyg |
| 3. Skyddsrelä på land | 9. Landanslutningstavla |
| 4. Brytare/jordningskopplare på land | 10. Fartygets transformator |
| 5. Kontrollenhet | 11. Fartygets mottagningstavla |
| 6. Anslutningsutrustning | |

Bilden nedan illustrerar ovanstående ritning.



Symbolbeskrivning:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Högsänning från land | 6. Fartygets driftrum/mottagningsrum |
| 2. Högsänningstransformator | 7. Fartygets skyddsrelä |
| 3. Skyddsrelä | 8. Fartygets brytare och jordningskopplare |
| 4. Huvudbrytare och jordningskopplare | 9. Högsänningstransformator |
| 5. Radiostyrd kran med anslutningsdon | 10. Fartygets mottagningstavla (huvudtavla) |

6.1. Tillgängliga normer och standarder vid planering av landanslutning:

- IEC 80005-3 Part 3. Low voltage shore connection
- Distributionssystem på land: IEC 61936-1, Power installations exceeding 1 kV a.c. - Part 1: Common rules
- Distributionssystem på fartyg: IEC 60092-503, Electrical installations in ships - Part 503: Special features - AC supply systems with voltages in the range of above 1 kV up to and including 15 kV
- Fartygets utrustning: IEC 60092-101, Electrical installations in ships - Part 101: Definitions and general requirement
- Explosiv atmosfär: IEC 60079, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres
- Extra krav för tankfartyg: 60092-502, Electrical installations in ships - Part 502: Tankers - Special features
- Beräkning av kortslutningsströmmar: IEC 61363-1, Electrical installations of ships and mobile and fixed offshore units - Part 1: Procedures for calculating short-circuit currents in three-phase a.c.
- Reläkontakterna på säkerhetskretsen: IEC 60947-5-1, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 5-1: Control circuit devices and switching elements - Electromechanical control circuit devices
- Effektbrytare, fränkiljare och jordningskopplare ska förreglas i enlighet med kraven i: IEC 62271-200, High-voltage switchgear and controlgear - Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- Utrustningens jordning: IEC 60204-11, Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV

- Transformatorer och frekvensomvandlare: IEC 60076, power transformers
- Växelriktare: IEC 60146-1, Semiconductor converters - General requirements and line commutated converters - Part 1-1: Specification of basic requirements
- Roterande elektriska maskiner: IEC 60034, Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance
- Kopplingsdon: IEC 62613-1, Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection systems (HVSC-Systems) - Part 1: General requirements
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
- Kablar: IEC 60332-1-2, Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre-mixed flame
IEC 60502-2, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) - Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)
IEC 60228, Conductors of insulated cables
IEC 60092-350, Electrical installations in ships - Part 350: General construction and test methods of power, control and instrumentation cables for shipboard and offshore applications
IEC 60092-351, Electrical installations in ships - Part 351: Insulating materials for shipboard and offshore units, power, control, instrumentation, telecommunication and data cables
IEC 60092-353, Electrical installations in ships - Part 353: Power cables for rated voltages 1 kV and 3 kV
IEC 60092-354, Electrical installations in ships - Part 354: Single- and three-core power cables with extruded solid insulation for rated voltages 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)
IEC 60092-376, Electrical installations in ships - Part 376: Cables for control and instrumentation circuits 150/250 V (300 V)
IEC 60793-2-10, Optical fibres - Part 2-10: Product specifications - Sectional specification for category A1 multimode fibres
IEC 60092-359, Electrical installations in ships - Part 359: Sheathing materials for shipboard power and telecommunication cables
- Funktion, prestanda och design: IEC 60092-504, Electrical installations in ships - Part 504: Special features - Control and instrumentation
- Skyddskrav för maskiner och generatorer: IEC 60092-301, Electrical installations in ships. Part 301: Equipment - Generators and motors.

6.2. Anläggning i land

Ställverk och kopplingsutrustningar ska vara dimensionerade för den maximala kortslutningsströmmens topp och effektivvärde. Fartygets

landanslutning ska vara galvaniskt skild från distributionsnätet i land och andra fartyg. Om landnätets frekvens (Hz) inte är samma som den ombord, behöver en frekvensomriktare installeras. Utrustningen ska vara godkänd för EMC.

Det matande nätet ska ha dokumenterad leverans kvalitet. Nollpunkten i den matande transformatorn ska vara impedansjordad. Systemet ska vara försett med jordfelsövervakning.

Nollpunktsmotståndet ska vara dimensionerat för kontinuerlig drift. Gränsvärdet för beröringsspanningen vid jordfel är 30 V, vilket inte får överstigas på någon del av anläggningen. Installationen ska vara utrustad med brytare, jordningskopplare och reläskydd.

En nödstoppsutlösning ska ske från land till fartyg via HVSC-styrsystemet och automatisk starta synkronisering och ansluta fartygets huvudkraftkälla, följt av isolering och jordning av landströmsanslutning(ar) på både land och ombord.

Utrustningen bör förses med ett larmsystem för ett säkert och effektivt handhavande. Larmsystemet bör förses med backup-batteri som är dimensionerat för avbrott på 30 minuter. Det bör även finnas övervakning för laddare och batteriet. Vid fel på batteriladdning eller att backup-systemets startas, ska ett larm aktiveras för att uppmärksamma tjänstgörande personal.

6.3. Ekvipotentialjordning

Det ska finnas en effektiv och säker övervakning av jordförbindelsen mellan land och fartyg. Vid fel ska den omedelbart frångkoppla eller leveransen till fartyget. Fel kan vara avbrott eller oacceptabelt högt motstånd i jordförbindelsen.

6.4. Landanslutningskabel

Beroende av fartygstyp och system kan kabelhanteringssystemet placeras i land eller ombord. Mer information finns i standardens (IEC 80005-1:2012) bilagor.

Systemet ska utformas så att kabel och kopplingsdon kan hanteras smidigt och utan risk för skador. Systemet ska kunna anpassa kabelns längd så att den inte blir utsatt för hög belastning eller böjradie.

Det bör finnas övervakningssystem som ser till att dragpåkänningar inte överskrider vad systemet är konstruerat för. Om det uppstår otillåtna dragpåkänningar eller fartygets avstånd till kaj utökas ska ett larm aktiveras. För höga påkänningar ska leda till att ett nödstopp aktiveras.

Kabelhanteringssystemet får inte hindra övrig verksamhet i fartygets närhet och det ska utrustas med övervakning av kabelsträckning och utmatad kabellängd. Kraft- och manöverkablar ska vara utförda och dimensionerade efter gällande standard. Kablarna ska vara i en och

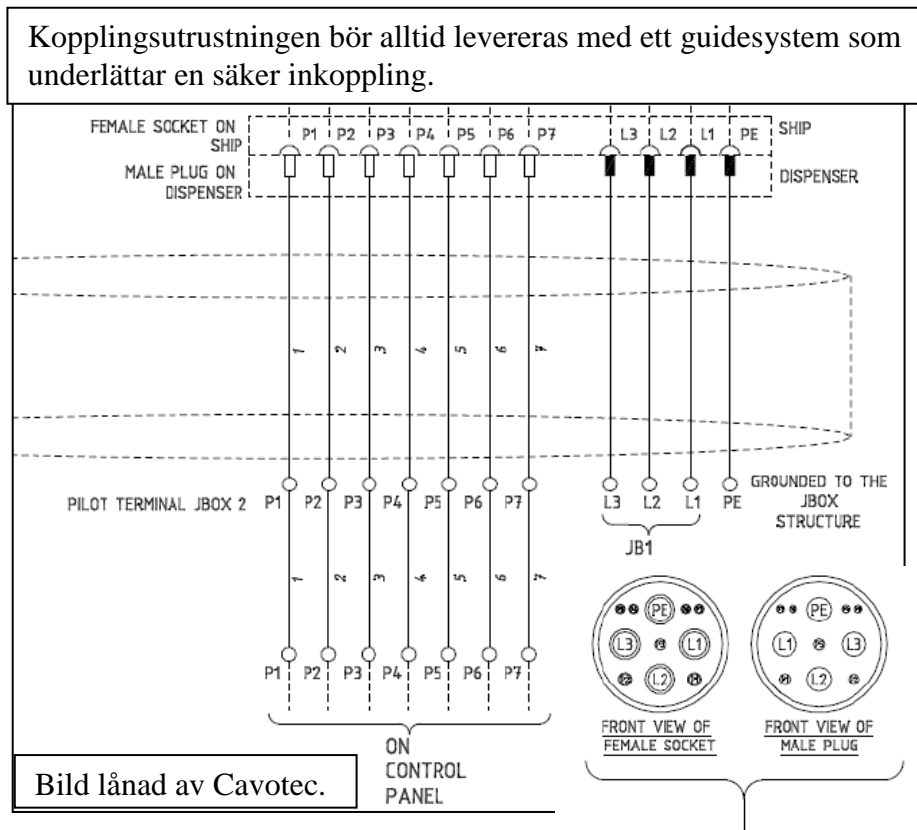
samma längd, i gott skick och ska förvaras på lämpligt sätt när de inte används.

6.5. Anslutningsdon för högspänning

Anslutningsdonen ska vara tillverkade enligt standard IEC 62613-1 och -2. Dessutom ska de vara konstruerade så att inkoppling och urkoppling kan ske endast i jordat och spänningslöst läge. Systemet ska dessutom utformas så att kabel och kopplingsdon kan hanteras smidigt och utan risk för skador på utrustning, kabeln eller operatören som hanterar det.



Ett guidesystem ska ge ergonomiska fördelar samt en enkel, snabb och säker inkoppling av kopplingsdonet.



Anslutningsdon och de ingående delarna.

6.6. Kopplingssekvensen vid anslutning respektive frånkoppling:

Kopplingssekvens

1. Jordkontakt
2. Huvudkontakter
3. Pilotkontakter

Frånkopplingssekvens

- 1 Pilotkontakter
- 2 Huvudkontakter
- 3 Jordkontakt

6.7. Anläggningen ombord

Den person som är ansvarig för hantering och övervakning – PIC, ”Person In Charge” eller HVSC operatör – måste vara väl förtrogen med de risker som finns och de rutiner som gäller vid hantering av landanslutningssystemet.

Ombordställverket ska vara utrustat med reläskydd som övervakar överström, kortslutning, över- och underspänning samt bakeffekt. Det ska finnas fasningsutrustning som gör temporär paralleldrift av land- och fartygsnät möjlig. Fartygets Power Management System ska vara kopplat till fartygets huvudtavla (huvudtavlans generator- och landanslutningsfack) och möjliggöra avbrottsfri till- och frånkoppling av landspänning till huvudtavlan.

Instrumentering enligt normer ska finnas på alla platser där man manövrerar landanslutning, infasning och inkoppling.

Systemets komponenter ska dimensioneras efter den högsta förekommande kortslutningsströmmen vid tillslag mot och frånslag av kortslutning. I alla galvaniskt åtskilda elsystem ska finnas jordfelsövervakning som ger larm till ett överordnat system när ett acceptabelt jordfelsvärde överskrids.

Ombordsställverket placeras på en skyddad plats vid anslutningspunkten. Utrymmet klassas som driftrum och ska hållas låst.

Ställverket ska innehålla

- voltmeter: för mätning i alla tre faserna
- optisk indikering av alla faser
- kortslutningsskydd: larm och utlösning
- överströmsskydd: larm och utlösning
- jordfelsövervakning: larm
- differentialskydd om fler än en kabel
- skydd mot bakeffekt.

Vid en eventuell begäran från land om lastreducering får viktig last (essential load, enligt klassning) inte bortkopplas. Om en sådan begäran kommer in, bör fartygets ordinarie kraftförsörjning startas och landanslutningen fasas ut.

Ställverkets brytare ska vara förreglad mot definierade säkerhetsvillkor och vara utrustad med nollspänningsutlösning. Definierade säkerhetsvillkor är till exempel nödstopp, fartyg ur läge och kabelsträckning. Säkerhetsvillkor och åtgärder vid fel ska dokumenteras i riskanalyser och relaterade säkerhetsrutiner.

Vid blackout ska landanslutningen kopplas ur. Huvudgeneratorer och nödgenerator ska starta och kopplas in.

6.8. Säkerhet

HVSC-systemet ska skötas av utbildad personal, PIC eller HVSC operatör. Dessa bör ha tillräcklig information, instruktioner, verktyg och andra resurser som behövs för att arbetet ska kunna utföras säkert och effektivt.

All hantering av landanslutningskabel ska ske i spänningslöst och jordat läge. Skydds- och säkerhetssystemen ska utformas så att HVSC går till säkert läge vid fel.

HVSC ska installeras och hanteras så att risken för skada på personal, miljö och egendom minimeras. Innan man har börjat med själva konstruktionen bör en riskanalys tas fram. Riskanalysen ska omfatta systemets planering, uppförande, säkerhet och drift och underhåll.

Systemen ska testas ingående enligt gällande standard. Den som installerar högspänningsutrustningen ska verifiera genom uppvisat dokumentation att systemet uppfyller gällande normer, enligt klassificeringssällskap för anläggningen ombord och elsäkerhetsverket gällande anläggningen i land.

Innan anslutning till land ska systemet verifieras så att land och fartygssystem passar ihop. Verifiering ska utföras av fartygets tekniska chef och i samarbete med anläggningsinnehavaren på land.

Det ska finnas en tillförlitlig kommunikationsförbindelse mellan driftrum ombord och i land, till exempel radio, telefon eller VHF.

Årlig inspektion och test av HVSC ska planeras i fartygets underhållssystem.

6.9. Minimikrav på nödstoppfunktion

Nödstopp, dvs. fränkoppling av effektbrytare i land och ombord, ska aktiveras i händelse av

- för stort motstånd i jordkrets, mellan land- och fartygsställverk
- för stor mekanisk påfrestning eller sträckning av kablar
- avbrott i säkerhetskrets
- aktivering av manuellt nödstopp
- aktivering av ställverkens skyddsreläer
- urkoppling av kontaktdon under drift.

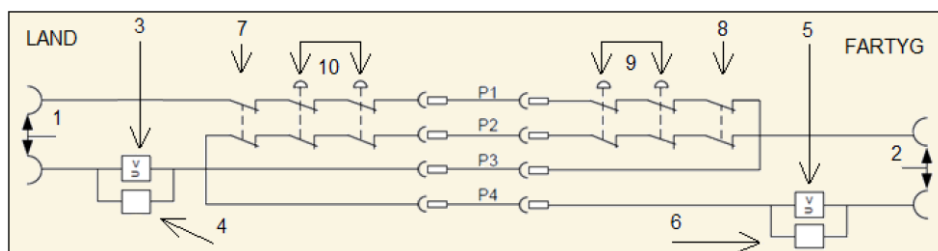
Nödstoppfunktion får inte manövreras via radiostyrning.

Nödstoppknappar ska finnas på följande platser:

- vid bemannad kontrollstation på fartyget (fartygets kontrollrum)
- vid kopplingsdonet (fartygets driftrum)
- i driftrum i land (vid effektbrytaren)
- vid kabelhanteringskran på kaj eller vid kabeltrumma ombord

Vid behov kan ytterligare nödstoppknappar placeras på lämpliga platser.

Aktivering av nödstopp ska resultera i ett larm som ska uppmärksammas av PIC eller HVSC operatören. Aktiveringsknapparna ska vara synliga och förhindra oavsiktlig användning. Återställningen ska kräva manuell åtgärd.



- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Pilotkrets land | 6. Spole i säkerhetskrets fartyg |
| 2. Pilotkrets fartyg | 7. Nödstoppsfunktion land |
| 3. Matande brytares underspänningsskydd land | 8. Nödstoppsfunktion fartyg |
| 4. Spole i säkerhetskrets land | 9. Manuella nödstoppsknappar fartyg |
| 5. Huvudbrytare underspänningsskydd fartyg | 10. Manuella nödstoppsknappar land |

6.10. Dokumentation

Tillverkaren eller leverantören av HVSC-utrustning ska leverera följande dokumentation:

- instruktioner för drift och underhåll
- tekniska specifikationer
- monteringsinstruktioner
- instruktioner för felsökning
- lista över reservdelar
- lista över tester
- kretsschema över anläggningen
- enlinjeschema över anläggningen
- klasscertifikat över anläggningen på fartyget.

Rederiet och hamnen (dvs. anläggningsägaren eller den som förfogar över anläggningen i land som ansvarar för fartygs HVSC-systemet) bör ta fram:

- en skriftlig överenskommelse mellan rederiet och anläggningsägaren beträffande befogenheter och tillträde till driftrum i land vid nödsituationer och i tillämpliga delar:
- en systembeskrivning
- anläggningens specifikationer
- driftinstruktioner
- instruktioner och befogenhet för PIC och PIC Shore
- en instruktion för driftstörningar och åtgärdsprogram
- kretsscheman med systemdata och börvärden
- test och verifieringsprogram för hela anläggningen
- dokumentation om var nycklar till driftrum i land finns och till vem nycklarna får lämnas ut.

Se även punkt 7.2 om tillträde till driftrum i land för fartygspersonal och punkt 10.4 om utbildning av PIC Shore.

Dokumentation av årligt underhåll, reparation, utrustning modifieringar och testresultaten ska vara tillgängliga för land- och fartygssidans HVSC-system. Dessutom ska en årlig kontroll utföras för berörda system på båda systemen ombord och i land. Kontrollen ska dokumenteras.

6.11. Förstagångstest

Följande ska verifieras för utrustningen i land innan anläggningen sätts i bruk:

1. okulär besiktning (dvs. besiktiga utrustning genom att titta)
2. spänningsprov för högspänningsställverk och spänningstest för kablar, se IEC 62271-200 och IEC 60502-2
3. isolationsmätning
4. mätning av jordningsmotstånd
5. funktionstest med korrekta inställningar för skyddsanordningar
6. funktionstest av signalsystemen
7. funktionstest av styrutrustning
8. fasföljdsprov
9. funktionstest av kabelhanteringssystem, i förekommande fall
10. ytterligare tester om det krävs på grund av nationella bestämmelser.

Test ska utföras av behörigt företag och bör bevittnas av en representant från Transportstyrelsens eller ett klassningssällskap.

Följande ska verifieras för fartygets utrustning innan anläggningen sätts i bruk:

1. okulär besiktning
2. spänningsprov för HV ställverk och spänningstest för kablar, se IEC 62271-200 och IEC 60502-2
3. isolationsmätning

4. mätning av jordningsmotstånd
5. funktionstest med korrekta inställningar för skyddsanordningar
6. funktionstest av signalsystemen
7. funktionstest av styrutrustning
8. fasföljdsprov
9. funktionstest av kabelhanteringssystem, i förekommande fall
10. integrationstest som visar att fartygets system, såsom energihanteringssystem (PMS), integrerat larm-, övervaknings- och kontrollsystem, fungerar korrekt tillsammans med installationen i land.

Test ska utföras av behörigt företag och bör bevittnas av en representant från Transportstyrelsens eller klassningssällskap.

Verifieringscertifikat:

Ett testcertifikat som verifierar att anläggningen uppfyller standarden ISO/IEC/IEEE 80005-1:2012 bör utfärdas och lämnas till Transportstyrelsen.

6.12. Inspektion och test

Beroende på anlöpsfrekvens ska följande inspektion och testprogram utföras:

Om tiden mellan varje anlöp inte överstiger 12 månader och om inga systemändringar har skett på installationen i land eller ombord på fartyget, ska följande utföras och dokumenteras en gång per år:

1. okulär besiktning
2. bekräftelse på att inga jordfel föreligger
3. redogörelse för spänning och frekvens
4. anslutning respektive fränkoppling av HVSC enligt befintlig procedur.

Om anlöpsfrekvensen överskrider 12 månader eller vid förstagångsanlöp, ska följande utföras och dokumenteras:

1. okulär besiktning
2. spänningsprov för HV ställverk och spänningstest för kablar, se IEC 62271-200 och IEC 60502-2
3. isolationsmätning
4. mätning av jordningsmotstånd
5. funktionstest av skyddsanordningar
6. funktionstest av signalsystemen
7. funktionstest av styrutrustning
8. ekvipotential övervakningstest
9. fasföljdsprov
10. funktionstest av kabelhanteringssystem

11. integrationstest som visar att både systemen på fartyg och på land fungerar korrekt vart och ett för sig och med varandra.

OBS! Anlöpsfrekvens gäller för ett och samma fartyg och vid samma landanslutningspunkt.

6.13. Exempel på procedur för in- och urkoppling av landanslutning

Proceduren sker i huvudsak automatisk via PLC ombord och i land.

Anslutning och urkoppling enligt punkterna 7 och 8 sker oftast med hjälp av fartygets Power Management System.

Anslutning steg för steg:

1. Operatören upprättar radiokommunikation.
2. Operatören navigerar kran för att fånga anslutningsdon.
3. Operatören pluggar in anslutningsdonet till uttaget.
4. Operatören manövrerar fartygets HVSC-brytare från läge JORD till läge TILL.
5. Operatören begär inkoppling från land, "förfrågan om anslutning".
6. Operatören konstaterar att fartyget har spänning från landställverket.
7. Operatören synkroniserar land- och fartygsnät.
8. Operatören slår ifrån hjälpmaskinernas brytare och stänger av hjälpmaskin/er som är i drift.
9. Operatören kontrollerar att landnätet belastas utan problem.

Urkoppling steg för steg:

1. Operatören startar det antal hjälpmaskiner som behövs.
2. Operatören synkroniserar hjälpmaskiner mot landnätet (oftast automatiskt).
3. Operatören slår till aktuella generatorbrytare (oftast automatiskt).
4. Belastning överförs från landställverk till hjälpmaskiner (oftast automatiskt).
5. Operatören begär urkoppling från land, "förfrågan om urkoppling".
6. Operatören konstaterar spänningslöshet från land och manövrerar fartygets HVSC-brytare från läge TILL till läge JORD.
7. Operatören tar ut anslutningsdonet ur uttaget.
8. Operatören navigerar kranen för att avlägsna kabeln.
9. Operatören avslutar radiokommunikation.
10. Operatören stänger luckan.

6.14. Svenska hamnar som tillhandahåller landström till fartyg 2014

Svenska hamnar som i mars 2015 tillhandahåller landström

Hamn	Terminal	Spänning	Frekvens	Fartygstyp
Göteborg	Älvsborg	6,6 kV	50 Hz	RoRo
Göteborg	Stena, Tyskland läge 21	11 kV	60 Hz	Ropax
Göteborg	Stena, Danmark Läge 11-12-13	11 kV	50 Hz	Ropax
Göteborg	Stena, Danmark	400 V	60 Hz	High speed
Göteborg	Stigbergskajen	400 V	50 Hz	Yacht
Helsingborg	HH-linjerna	400 V	50 Hz	Ropax
Karlskrona	Stena, Verkö	11 kV	50 Hz	Ropax
Luleå	Malmkajen	400 V	50 Hz	Isbrytare
Piteå		6,6 kV	50 Hz	RoRo
Stockholm	Frihamnen	690 V	50 Hz	Ropax
Stockholm	Masthamnen	400 V	50 Hz	Ropax
Stockholm	Skeppsbron	400 V	50 Hz	Ropax
Stockholm	Ström- /Nybrokajer	400 V	50 Hz	Skärgårdstrafik
Stockholm	Skeppsbron	400 V	50 Hz	Pax
Stockholm	Innerstadskajer	400 V	50 Hz	Yachter, örlogsfartyg
Stockholm	Värtan Fortum Kaj 504	6,6 kV	50/60 Hz	Bulkfartyg
Stockholm	Värtahamnen**	11 kV	50 Hz	Färjor
Trelleborg	Läge 2* och 3*	11 kV	50 Hz	Ropax
Trelleborg	Läge 4* och 5*	11 kV	50 Hz	Ropax
Trelleborg	Läge 8* och 9	11 kV	50 Hz	Ropax, järnväg
Ystad	Läge 1, 3, 4, 6	11 kV	50/60 Hz	Ropax
Visby	Skeppsbron Holmen, N:a vågbrytaren	400 V	50 Hz	Färjor, lastfartyg, örlogsfartyg

* Trelleborg har endast kran och uttag i läge 9 övriga kranar och uttag finns inte.

** Under konstruktion

7. Säkerhetsåtgärder för högspänningsutrymmen



Bild lånad av Marine Global Group

7.1. Driftrum på fartyg

Fartygets driftrum, som innehåller högspänningskabelns anslutningsskåp och fartygets högspänningsställverk, ska uppfylla följande minimikrav:

- Det ska vara låst och får endast tillträdas av behörig fartygspersonal, PIC eller HVSC operatör. Utrymmen får vid behov (till exempel målningsarbeten) endast beträdas under PIC:s överinseende.
- Hjälpmedel som underlättar och gör arbetet säkert ska finnas tillgängliga i rummet. (Exempel: lyftanordning, donslåde/stödskena och båtshake.)
- Det ska vara tillräckligt stort för att personal ska kunna utföra drift- och underhållsarbeten utan att behöva utsättas för oacceptabel risk.
- Luckan för inkommande landanslutningskabel brukar vara öppen under tiden då fartyget är anslutet. För att öka säkerheten bör luckan förses med någon form av elastiskt spolskydd som hindrar att vatten kan spolras på utrustningen från fartygets utsida.
- Rummet ska vara utrustat med brandvarnare.
- Transportstyrelsen rekommenderar att driftrummet har utrustning som larmar mot för hög fuktighet eller vatten i driftrummet.
- Optisk indikering ska finnas utanför ingången till rummet som visar att anläggningen är driftsatt.
- Det ska ha varselmärkning som tydliggör att
 - obehöriga inte får beträda driftrummet
 - det är ett driftrum avsett för högspänning
 - anslutning och drift ska ske enligt anvisningar och fastställd rutin.

Exempel på lämpliga skyltar för driftrum:



- Rummet ska enligt Transportstyrelsens brandföreskrifter vara utrustat med fast brandsläckningssystem.

Transportstyrelsen anser att sprinklersystem med vatten är ett utmärkt släcksystem. Dock är dessa system olämpliga för utrymmen som innehåller elektrisk utrustning. Det finns andra typer av fasta gassläckningssystem som kan släcka bränder i elektrisk utrustning genom kylning och utan att varken orsaka skada på människor eller själva utrustningen.

7.2. Driftrum på land



Bilder lånade av ABB AB

Driftrum på land ska uppfylla Elsäkerhetsverkets krav och föreskrifter (ELSÄK- FS 2008:1, 2 och 3). Anläggningens innehavare ska upprätta en plan för samarbetet med rederiet/fartyget om landanslutning. Vid fel på den elektriska eller elektroniska utrustningen i samband med fartygets avgång kan behörig fartygspersonal PIC Shore få tillträde till driftrummet i land

För tillträdet gäller följande:

- Den utrustning som tillhör landanslutning ska vara tydligt skyltad – anvisningar och anslag finns uppsatta i direkt anslutning till utrustningen i driftrummet.
- Det ska finnas ett tillstånd som medger att behörig fartygspersonal (PIC Shore, om utbildningen, se punkt 10.4) vid nödsituationer tillåts tillträde till driftrum på land. Tillståndet ska vara underskrivet av anläggningsägaren eller den som förfogar över anläggningen. Det ska klart framgå vilka komponenter i driftrummet som får manövreras. Varje tillstånd är personligt och gäller för ett specifikt driftrum.
- Det ska finnas dokumentation enligt punkt 6.10.

7.3. Rum för högspänningstransformatorn på fartyg

Utrymmet där högspänningstransformatorn är placerad bör vara låst och endast kunna beträdas av behörig fartygspersonal. Utrymmet bör dessutom ha varselmärkning om livsfarlig högspänning. Om detta utrymme är utrustat med sprinklersystem, ska högspänningstransformatorn och övrig utrustnings IP-klassning vara anpassad för det.

Vid reparationsarbeten eller andra typer av arbete där man tillfälligt tar bort högspänningstransformatorns skyddshölje bör man se till att stänga av sprinklersystemet i den avdelningen tills arbetet är slutfört.

Utrymmen får vid behov (till exempel målningsarbeten) endast beträdas under PIC:s överinseende.

8. Övriga standarder och normer

- IEC 60092 (Standardserie som är godkänd av den internationella organisationen IMO och framställd för elinstallationer på fartyg.)
- IEC 60079 (Standardserie som är godkänd av den internationella organisationen IMO och framställd för elinstallationer på fartyg). Serien är avsedd för elektrisk utrustning för områden med explosiva atmosfärer.)
- IEC 60533 (elektromagnetisk kompatibilitet)
- SS-EN ISO 13297 Båtar – Elsystem – Växelströmsanläggningar (ISO 13297:2000)
- SS-EN ISO 10133 Båtar – Elektriska system – Klenspänningsinstallationer för likström(ISO 10133:2000)
- SS-EN 60092-507 Elinstallationer i fartyg – Del 507: Fritidsfartyg
- ISO 7010:2011 Graphical symbols - Safety colours and safety signs - Registered safety signs
- SS-EN 50110-1 utgåva 3, skötsel av elektriska anläggningar

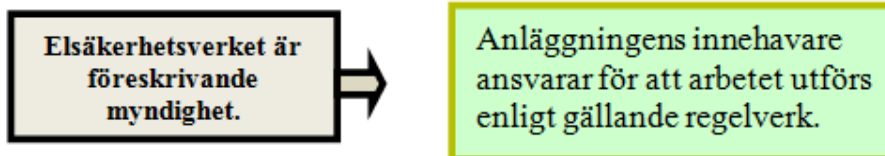
- Elinstallationsreglerna SS 436 40 00 utgåva 2
- ESA Industri -08. Elsäkerhetsanvisningar för arbete i industrianläggningar

9. Ansvarsfördelning på land respektive fartyg

Elarbetsansvaret på land och till sjöss regleras på olika sätt och av två myndigheter. Anledningen är att elsäkerheten på fartyg till större del påverkas av internationella regelverk, medan den på land regleras nationellt och genom Elsäkerhetsverket. För gränsöverskridande arbeten, se punkt 9.4.

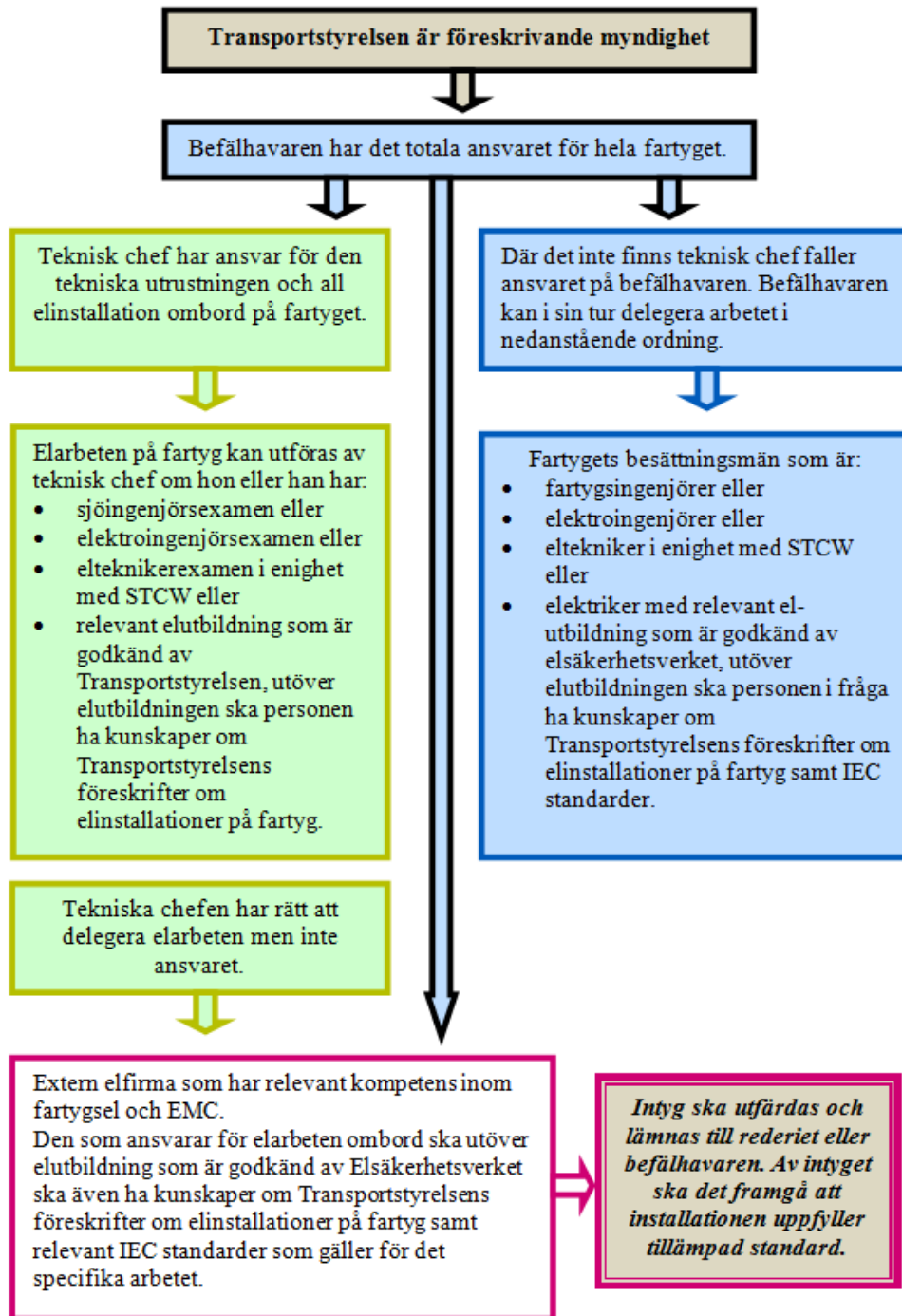
9.1. Ansvar och befogenheter för elanläggningar på land

På land är det Elsäkerhetsverket som är föreskrivande myndighet.

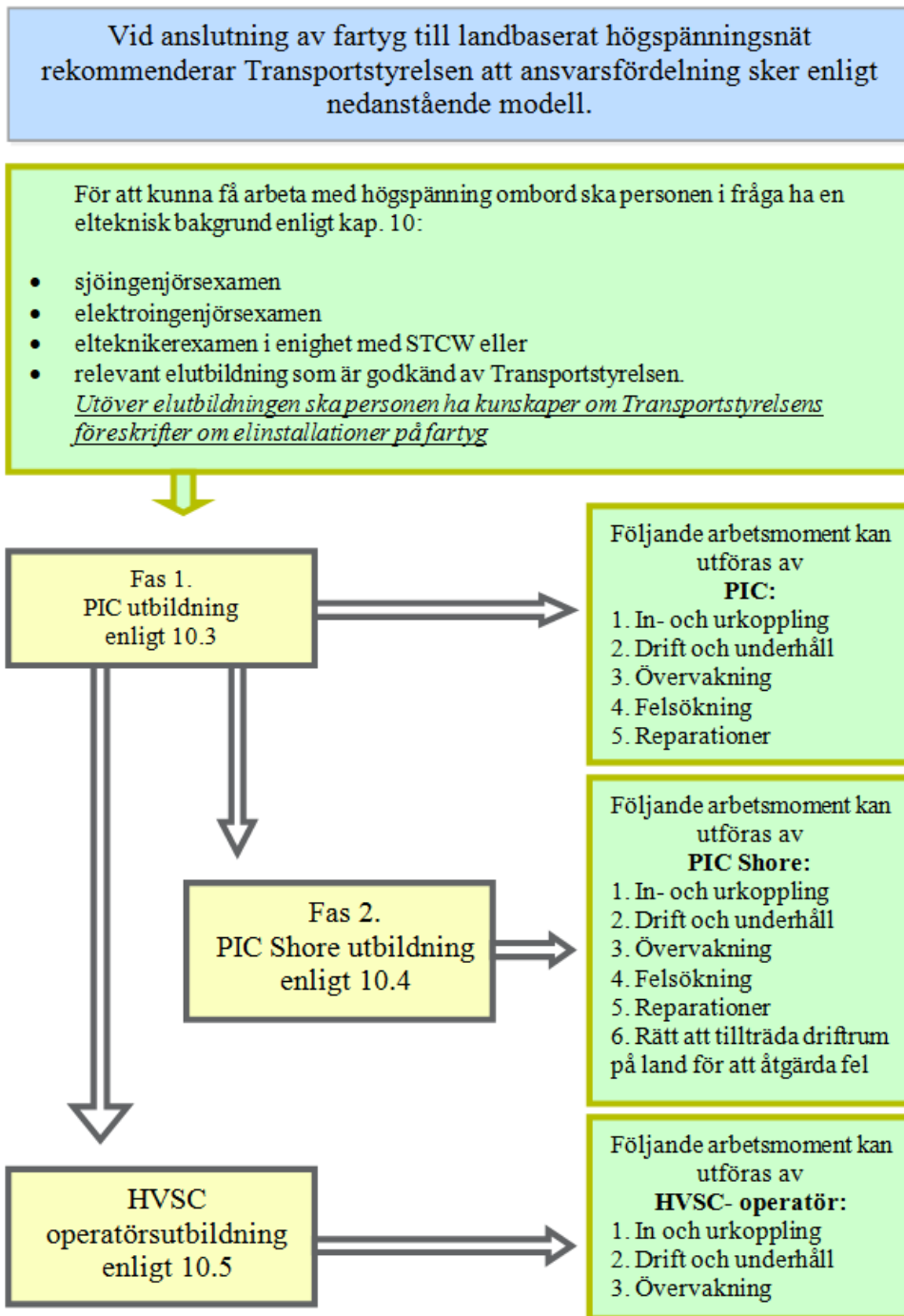


9.2. Ansvar och befogenheter för elanläggningen på fartyg

På fartyg är det Transportstyrelsen som är den föreskrivande myndigheten. På det enskilda fartyget ligger ansvaret hos befälhavaren. Nedan ser man ansvarsbildningen för elansvaret ombord på fartyg.



9.3. Ansvar och befogenheter för anslutning till landbaserad högspänning



9.4. Gränsöverskridande arbeten

Med gränsöverskridande arbeten menar man i dessa riktlinjer arbeten som regleras av flera föreskrivande myndigheter.

Elfirmer eller elektriker som främst arbetar med landinstallationer får inte utföra installationsarbeten på fartyg om de inte har tillräckligt med kunskap om vad som gäller på fartyg. Intyg ska lämnas till teknisk chef eller befälhavaren efter utfört elarbete. Av intyget ska det framgå att arbetet har utförts i enlighet med gällande föreskrifter och standarder, se punkterna 6.1, 8, 9 och 9.2.

Personal från fartyget får under normala förhållanden inte beträda driftrummet i land. För att de ska kunna göra det, vid exempelvis nödsituationer, ska de uppfylla kraven under punkt 7.2.

9.5. Delegering

Arbetsgivaren har möjlighet att inom sin verksamhet delegera arbetsuppgifter som ingår i planeringen och genomförandet av elektriskt arbete. Delegering innebär att en anställd utses att ansvara för vissa angivna arbetsuppgifter. Den som mottar delegeringen ska se till att arbetet eller åtgärden utförs på sådant sätt att kraven på nödvändig säkerhet för dem som deltar i arbetet uppfylls.

Med delegering ska tillräckliga beslutsbefogenheter och resurser följa. Den som arbetsuppgifterna delegeras till ska ha den kompetens som krävs.

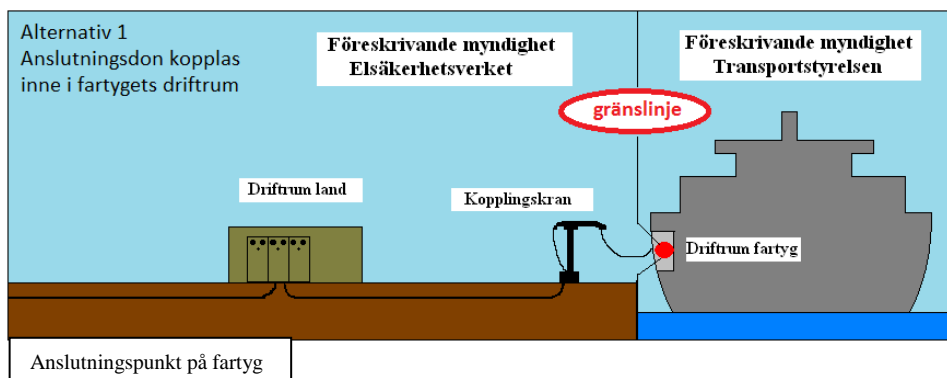
Delegeringen bör vara skriftlig. Vidaredelegering kan göras endast om det särskilt anges.

På fartyg där HVSC är installerad ska det finnas en utsedd PIC ombord.

PIC har rätt att delegera operationen av högspänningsanläggningen till HVSC-operatören. Det under förutsättning att HVSC-operatören har genomgått en internutbildning som ordnas av certifierad PIC. Utbildningsunderlag och program ska vara dokumenterade. Utbildningsunderlag bör skickas till Transportstyrelsen för bedömning.

9.6. Anslutningspunkt på fartyg respektive land

Anslutningskabeln med tillhörande kopplingsdon finns i land: behörig fartygspersonal PIC eller HVSC operatören har rätt att manövrera, ansluta och frånkoppla fartyget. Vid fel på kabeln och kopplingsdonet är det anläggningens ägarens ansvar att åtgärda felet.



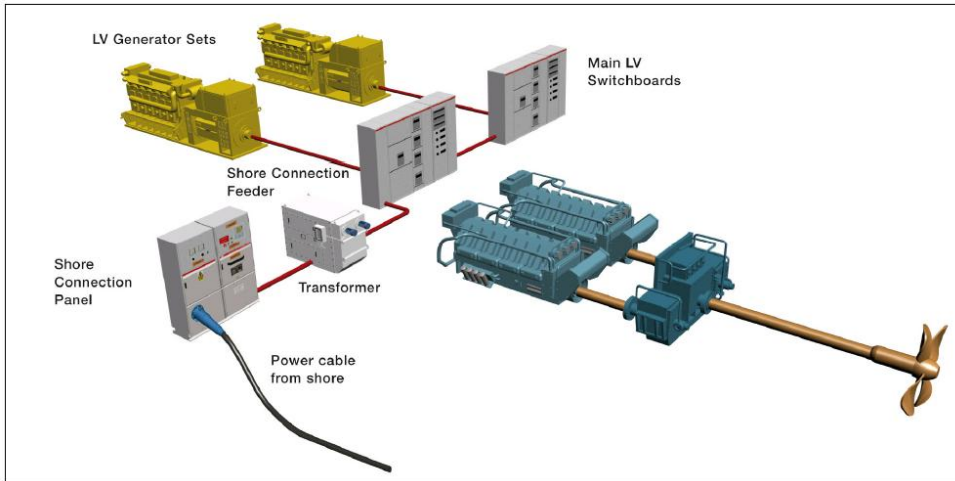


Bild lånad av ABB AB

Exempel på anslutningspunkt på fartyg

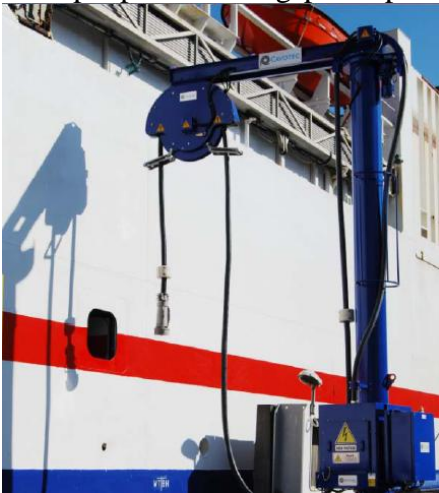
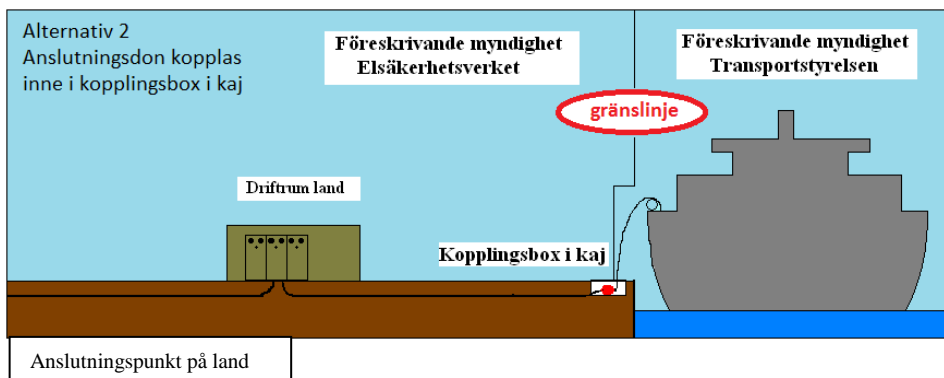


Bild lånad av ABB AB

Anslutningskabeln med tillhörande kopplingsdon finns ombord: behörig fartygspersonal PIC eller HVSC operatören har rätt att manövrera, ansluta och frånkoppla fartyget. Vid fel på kabeln och kopplingsdonet är det fartygets ansvar att åtgärda felet. Vid fel på uttagsdonet och utrustningen på kajen är det anläggningsinnehavaren som ansvarar för åtgärd.



Anslutningspunkt på land

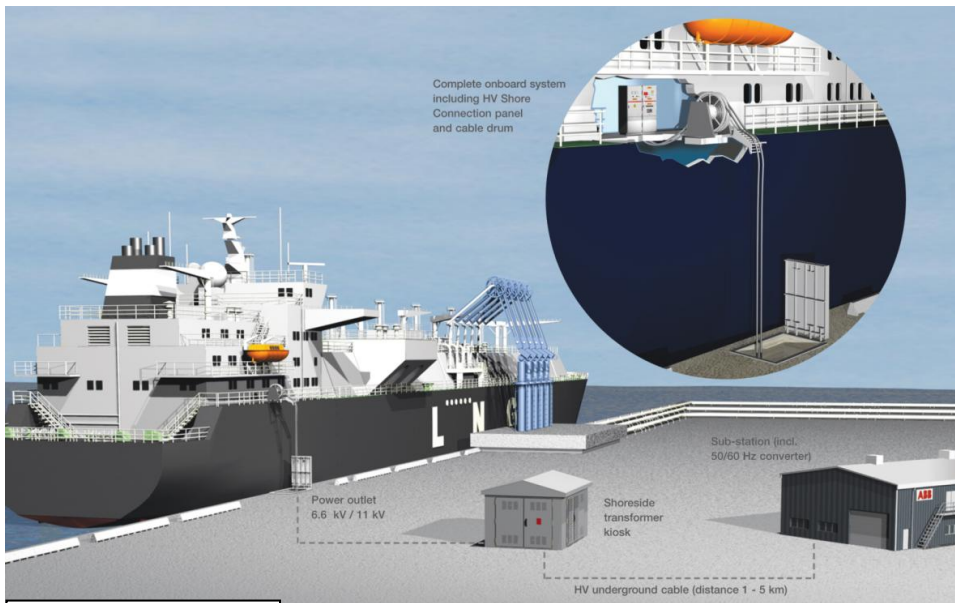


Bild lånad av ABB AB

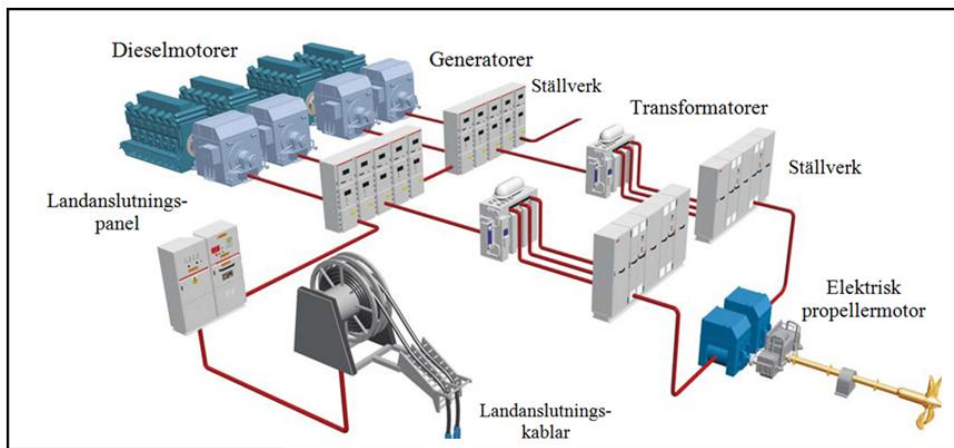


Bild lånad av ABB AB

10. Utbildning

10.1. Grundutbildning för elarbeten ombord

För att kunna ha ansvaret för el ombord ska man ha utbildning till något av följande:

- fartygsingenjör
- elektroingenjör
- eltekniker i enlighet med STCW
- fartygselektriker med relevant elutbildning som är godkänd av Transportstyrelsen.

För servicearbeten accepteras elinstallatörer som är godkända av Elsäkerhetsverket. Utöver elutbildningen ska personen ha kunskaper om Transportstyrelsens föreskrifter om elinstallationer på fartyg samt de standarder som tillämpas på fartyg.

För hantering av högspänning ombord krävs det att man har utbildning eller certifikat som visar att man är behörig för den typen av arbete.

10.2. Vidareutbildning för högspänningsanslutning

Rederiet har ansvar för att vidareutbilda besättningsmän som i sitt dagliga arbete hanterar landanslutning till landbaserat högspänningsnät.

Utbildningen ska endast vara för behörig fartygspersonal med el-teknisk bakgrund. Utbildningen ska omfatta alla aspekter av en säker landanslutning och ge båda teoretiska och praktiska kunskaper.

Utbildningen ska dessutom vara väl dokumenterad och ge deltagarna den kunskap de behöver i form av ett samlat informationshäfte eller en pärm, som ska kunna användas som stöd i det dagliga arbetet.

Utbildningssamordnaren ska se till att ett utbildningsbevis utfärdas. Det ska finnas ombord och ska vid behov kunna visas upp för Transportstyrelsen.

För bästa resultat bör utbildningssamordnaren se till att utbildningens innehåll skickas till Transportstyrelsen för bedömning innan utbildningen påbörjas.

10.3. PIC utbildning

Utbildningen ger personen behörighet att tillträda driftrummet ombord. Utbildningen bör resultera i ett PIC utbildningsbevis.

10.4. PIC Shore utbildning

Utöver PIC utbildningen här ovan bör PIC genomgå en utbildning anpassad för det specifika driftrummet i land. Utbildningen leder till ett kompetensbevis, PIC Shore, som tillsammans med tillstånd från anläggningsägaren eller den som förfogar över anläggningen ger behörighet för tillträde och manövrering av berörd utrustning i det specifika driftrummet i land, se även punkt 7.2. Kompetensbevis bör utfärdas av utbildningsanordnaren, som bör vara accepterad av Transportstyrelsen.

PIC Shore utbildningar bör repeteras var femte år.

10.5 HVSC operatörsutbildning

Person med nödvändig grundutbildning inom elteknik kan efter intern PIC utbildning ha rätt att utföra in- respektive urkoppling samt övervakning av HVSC-anläggningen.

11. Elektromagnetism

Växlande magnetfält bildas kring ledningar och apparater för växelström, dvs. kring kraftledningar, transformatorer och allt som drivs med ström från väggkontakten. Fälten är starkast närmast källan, till exempel en ledning eller en apparat, och avtar med avståndet. Ju mer ström, desto starkare magnetfält. Magnetfält är svåra att skärma av och går obehindrat igenom väggar och tak.

Magnetfält mäts vanligen i mikrotesla (μT) eller nanotesla (NT). Jordens naturliga magnetfält är cirka 50 nanotesla.

11.1. Vad menas med normal magnetfältsnivå?

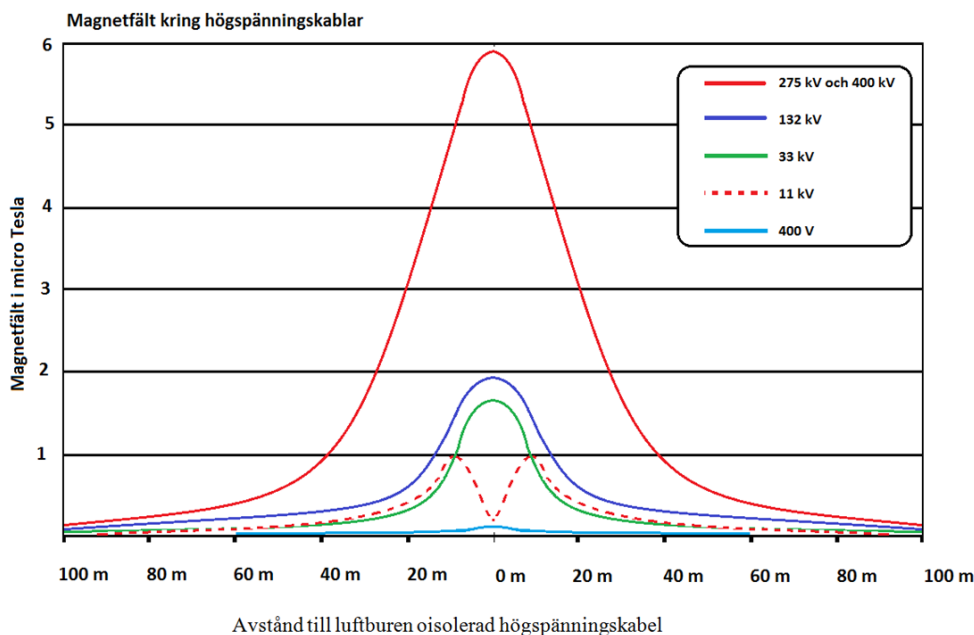
Med magnetfältsnivån avses här magnetfältsnivån i områden där människor återkommande kan förväntas vistas under längre tid, exempelvis bostäder, skolor, daghem och arbetsplatser. Med normal magnetfältsnivå avses det genomsnittsvärde som man får efter beräkning eller flera mätningar i en aktuell miljö vid sådana förhållanden som återspeglar fältnivån under lång tid. Mätningar vid punktkällor med snabbt avklingande fält återspeglar inte magnetfältsnivån annat än om individer kan förväntas vistas vid källan en stor del av dygnet eller arbetsdagen.

För att få en rättvisande bild av nivån måste man mäta på ett så stort antal platser i rummet och vid så många tidpunkter att resultatet kan vara reproducerbart. Det är viktigt att mätmetoderna är dokumenterade. För kraftledningar kan beräkningar av fälten i många fall vara att föredra i stället för mätningar.

Magnetfälten i bostäder och daghem som ligger långt ifrån kraftledningar är i allmänhet mycket låga. Medianvärdet för bostäder och daghem i större städer är cirka $0,1 \mu\text{T}$ (mikrotesla). I mindre städer och på landsbygden är värdena ungefär hälften. I storstadsområdena har cirka 10 procent av bostäderna minst ett rum med ett magnetfält över $0,2 \mu\text{T}$. Nära kraftledningar och transformatorstationer är magnetfälten högre. Mitt under en kraftledning kan det vara ungefär $10 \mu\text{T}$. Man beräknar att cirka 0,5 procent av bostadsbeståndet har ett magnetfält över $0,2 \mu\text{T}$ på grund av närhet till elektriska ledningar av olika typer.

Mätningar har gjorts för ett stort antal yrkeskategorier på deras arbetsplatser. Medianvärdet var cirka $0,2 \mu\text{T}$. I många industrimiljöer varierar naturligt nog värdena avsevärt. Det högsta dagsmedelvärdet, $1,1 \mu\text{T}$, uppmättes för yrkesgruppen svetsare. För vissa individer eller arbetssituationer kan kortvarigt värden på hundratals μT förekomma.

Bilden nedan visar en jämförelse mellan olika oskärmade högspänningskablar på stolpe och magnetfältet som bildas av dessa. Observera att 11 kV-kabeln har ett magnetfält på max $1 \mu\text{T}$.



I USA har forskare vid Carnegie Mellon University i Pittsburg formulerat ett förhållningssätt till magnetfältsproblematiken som de kallat "prudent avoidance", vilket betyder ungefär välbetänkt undvikande. De menar å ena sidan att så länge sambandet mellan hälsorisk och exponering är ofullständigt känt, kan samhället inte tillgripa dyra och tvingande åtgärder. Å andra sidan bör man ändå vidta åtgärder som inte medför betydande kostnader eller andra olägenheter, eftersom det finns rimligt starka misstankar om hälsoeffekter.

11.2. Myndigheterna rekommenderar försiktighet

Myndigheterna rekommenderar gemensamt följande försiktighetsprincip: om åtgärder som generellt minskar exponeringen kan vidtas till rimliga kostnader och konsekvenser i övrigt, bör man sträva efter att reducera fält som avviker starkt från vad som kan anses normalt i den aktuella miljön. När det gäller nya elanläggningar och byggnader bör man redan vid planeringen sträva efter att utforma och placera dessa så att exponeringen begränsas. Det övergripande syftet med försiktighetsprincipen är att på sikt reducera exponeringen för magnetfält i vår omgivning för att minska risken att människor skadas.

Transportstyrelsen rekommenderar att driftrummet för högspänningsanslutning bör vara obemannat under drift. Fartygets högspänningskablar från driftrummet till andra delar av fartyget (till exempel transformatorrummet) bör planeras så att kabeln inte passerar i närheten av hytter eller arbetsplatsutrymmen.

11.3. Informationskälla till detta kapitel

Myndigheternas försiktighetsprincip om lågfrekventa elektriska och magnetiska fält - en vägledning för beslutsfattare
http://www.av.se/dokument/publikationer/adi/adi_477.pdf

Magnetfält och eventuella hälsorisker

http://www.av.se/dokument/publikationer/adi/adi_526.pdf

Magnetfält och hälsorisker

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Broschyr/2009/Magnetfalt-och-halsorisker-low.pdf>

Meddelandeblad från Socialstyrelsen. Elektromagnetiska fält från kraftledning

http://www.av.se/dokument/teman/elektromagnetiska/EMF_fran_kraftledningar_Sosstyr.pdf

National Grid UK

<http://www.emfs.info/>

Till slut vill Transportstyrelsen tacka alla dem som har erbjudit sina kunskaper och resurser i utvecklingsarbetet av dessa riktlinjer och rekommendationer, som på sikt kommer att bidra till en säkrare och miljövänligare sjöfart i Sverige:

- ABB AB, Knut Johansson
- Chalmers, Bo Callenberg
- Fortum, Hans Falk
- Processkontroll, Leif Ohlsson
- Sjöbefälsföreningen, Mikael Huss
- Stena Line, Åke Karlsson och Jens Marklund
- Sveriges Hamnar, Anders Klingström
- Transportstyrelsen, Roland Burman

Till sist vill vi tacka Stena Line Scandinavia AB, ABB AB, Marine Global Group, GARO, Processkontroll, den amerikanska motsvarigheten till arbetsmiljöverket och JTC för att de bidragit med relevanta bilder, information och studiebesök.

Norrköping den 20 april 2015
Saeed Mohebbi, Transportstyrelsen
Elsäkerhetsansvarig