

Transportstyrelsens riktlinjer för elektrifiering av fartyg

Versionshistorik

| Version | Datum | Beskrivning | Ansvarig |
|----------------|--------------|---|----------------------------|
| 3.0 | 2023-02-20 | Transportstyrelsens riktlinjer för elektrifiering av fartyg | Sektionen för sjövärdighet |

Innehåll

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INLEDNING | 3 |
| 2 | SYFTE..... | 3 |
| 3 | OMFATTNING | 4 |
| 4 | FARTYG SOM OMFATTAS AV TRANSPORTSTYRELSENS FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM FARTYG I NATIONELL SJÖFART (TSFS 2017:26). | 4 |
| 4.1 | Verifiering | 4 |
| 4.2 | Definitioner | 5 |
| 4.3 | Elinstallation..... | 7 |
| 4.3.1 | Allmänt om EES-system..... | 7 |
| 4.3.2 | Batterier | 7 |
| 4.3.3 | Batterier som enda huvudkraftkälla..... | 8 |
| 4.3.4 | Laddningsutrustning | 9 |
| 4.4 | Brandskydd | 9 |
| 4.4.1 | EES-utrymmen | 9 |
| 4.4.2 | Brandindelningar och strukturell integritet..... | 10 |
| 4.4.3 | Fasta brandsläckningssystem | 10 |
| 4.4.4 | Allmänt om ventilation av EES-utrymmen..... | 11 |
| 4.4.5 | Gasdetektering | 12 |
| 4.4.6 | Branddetektering | 12 |
| 4.4.7 | EX-klassning av elektrisk utrustning..... | 13 |
| 5 | FARTYG SOM INTE OMFATTAS AV TSFS 2017:26 | 13 |
| 6 | VÄGLEDANDE INFORMATION FÖR ALLA FARTYG | 13 |
| 6.1 | Ombyggnads- eller nybyggnadsprocess | 14 |
| 6.2 | System..... | 14 |
| 6.3 | Standarder och cirkulär..... | 15 |
| 6.4 | Riskhantering..... | 16 |
| 6.5 | Landanslutningar | 17 |
| 6.6 | Dokumentation..... | 17 |
| 6.6.1 | Dokumentation som behöver tas fram och lämnas till Transportstyrelsen:..... | 17 |
| 6.6.2 | Följande dokumenterade procedurer bör förvaras ombord: | 18 |
| 6.6.3 | Om Transportstyrelsen certifierar..... | 18 |
| 6.6.4 | Om klassningssällskap certifierar..... | 19 |
| 6.7 | Störningsfri drift..... | 19 |
| 6.8 | Brandskydd | 20 |
| 6.9 | Övervakning och säkerhetssystem..... | 20 |
| 6.10 | Styrning och diagnostik på distans | 20 |
| 6.11 | Ventilation | 21 |
| 6.12 | Batteri | 21 |

| | | |
|------|--|----|
| 6.13 | Batterikonstruktionens stabilitet..... | 21 |
| 6.14 | Tillträde och varselmärkning..... | 22 |
| 6.15 | Utbildning..... | 23 |

1 Inledning

Batteri- och hybriddrift av fartyg har på senare år blivit allt vanligare och går i linje med regeringens transportpolitiska mål¹ då det bland annat bidrar till mindre klimatpåverkan.

Samtidigt innebär elektrifiering av fartyg nya utmaningar utifrån drift- och brandsäkerhet. För de rederier som planerar att bygga ett nytt elektrifierat fartyg eller elektrifiera ett befintligt fartyg ska ett antal villkor vara uppfyllda för att Transportstyrelsen ska kunna godkänna installationen som säker och fartyget kan betraktas som sjövärdigt.

2 kap. 1 § fartygssäkerhetslagen (2003:364)

”Ett fartyg är sjövärdigt bara om det är så konstruerat, byggt, utrustat och hållet i stånd att det med hänsyn till sitt ändamål och den fart som det används i eller avses att användas i ger betryggande säkerhet mot sjöolyckor.”

På Europeiskt nivå har det inletts ett samarbete som leds av EMSA² för att ta fram europeiska riktlinjer för fartyg som har batterier som energikälla. Detta arbete har initierats efter ett förslag från Transportstyrelsen och beräknas bli klar under hösten 2023. Förhoppningen är att EMSA:s riktlinjer kan ersätta dessa riktlinjer.

2 Syfte

Syftet med riktlinjerna är att förenkla processen för elektrifiering av fartyg. Riktlinjerna har tre delar.

Syftet med del 1 (som riktar sig mot fartyg som berörs av TSFS 2017:26) är att tydligt påvisa vilka installationer Transportstyrelsen ser som grundläggande för att verifiera överensstämmelse med tillämpliga krav genom en förenklad riskhantering. Se kapitel 4.

Syftet med del 2 (som riktar sig mot fartyg som inte omfattas av TSFS 2017:26) är att visa vilka föreskrifter som gäller för respektive fartygstyp. Se kapitel 5.

Syftet med del 3 är att ge redare en generell vägledning i processen för elektrifiering av fartyg. Denna del gäller således för fartyg som omfattas av

¹ <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/transporter-och-infrastruktur/mal-for-transporter-och-infrastruktur/>

² European Maritime Safety Agency

TSFS 2017:26 såväl som svenskflaggade fartyg som ej omfattas av TSFS 2017:26. Se kapitel 6.

3 Omfattning

Riktlinjen omfattar följande fartyg och installationer:

- Fartyg vars huvudsakliga framdrivning sker via batterier
- Fartyg som har batterier som ett alternativ för framdrivning (hybrid)
- Fartyg som har batterier som ersättning för annan hjälpkraft, utvidgning av hjälpkraft eller nödkraft.
- Installationer under 20 kWh kan vissa avsteg från riktlinjerna vara motiverade. Dock bör man observera att även dessa installationer inklusive UPS³, där risken för termisk rusning finns, vara sådan att fartygets säkerhet inte äventyras vid en eventuell rökutveckling eller brand.

4 Fartyg som omfattas av Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om fartyg i nationell sjöfart (TSFS 2017:26).

4.1 Verifiering

Regler för fartyg med nationella certifikat finns i TSFS 2017:26.

1 kap. TSFS 2017:26

13 § Innan ett fartyg används till sjöfart ska redaren se till att fartygets överensstämmelse med tillämpliga krav verifieras. Den som utför verifieringen ska ha lämplig kunskap och erfarenhet, samt tillgång till nödvändigt underlag. Vad som sägs i första stycket gäller även vid förändringar av ett fartygs utformning, utrustning eller avsedda användning, eller om det finns andra skäl att anta att fartyget inte längre uppfyller tillämpliga krav.

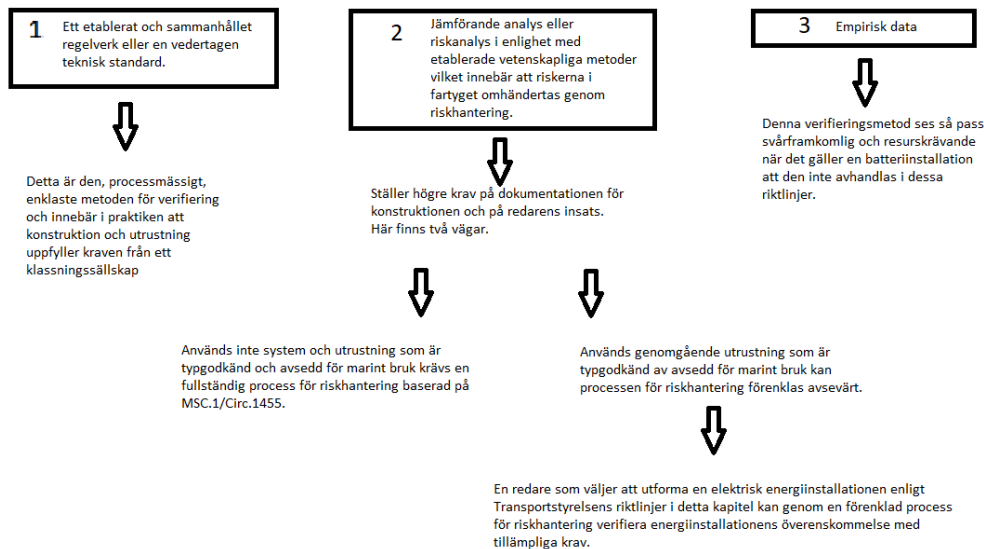
14 § Beskriver hur överensstämmelse med funktionskraven kan verifieras. Det finns tre metoder:

1. Ett etablerat och sammanhållet regelverk eller en vedertagen teknisk standard.

³ Uninterruptible power supply

2. Jämförande analys eller riskanalys i enlighet med etablerade vetenskapliga metoder.

3. Empiriska data



Se processbilden ovan.

Den processmässigt enklaste metoden för verifiering innebär i praktiken att konstruktion och utrustning uppfyller kraven från ett klassningssällskap.

Väljer en redare istället att verifiera genom en riskhantering är det viktigt att vara införstådd i att det finns två alternativ;

En förenklad riskhantering om konstruktion och utrustning går i linje med vad som specificeras i detta kapitel i riktlinjerna eller en fullständig process för riskhantering om system och utrustning inte går i linje med detta kapitel.

4.2 Definitioner

Inom dessa riktlinjer används följande definitioner och termer:

| | |
|-------------------------------|--|
| <i>Batteridrift av fartyg</i> | Fartyg som använder batterier för sin framdrivning |
| <i>BMS</i> | (Battery Management system), Ett elektroniskt skyddssystem som övervakar och mäter spänning och temperatur av battericeller så batterisystemet. Ett BMS stänger av eller isolerar de celler som har förhöjd temperatur eller om spänningsnivån inte överensstämmer med de givna ramarna. |

| | |
|---------------------------------|--|
| <i>Converter</i> | Engelsk benämning på växelriktare eller omvandlare. Converter är en enhet som omvandlar likström (DC) till växelström (AC) och vice versa samt har för uppgift att ladda kontrollera laddning och urladdning av batterierna. |
| <i>EMC</i> | Engelsk förkortning för elektromagnetisk kompatibilitet. EMC är ett tillstånd där olika elektriska/elektroniska utrustningar kan fungera i samma miljö utan att påverka varandra negativt eller störa varandra. Elektromagnetisk kompatibilitet är också ett krav reglerat med lagen om elektromagnetiskt kompatibilitet (1992:1512) |
| <i>EMS</i> | (Energy Management System), system som övervakar EES-systemet och rapporterar till bemannat kontrollrum parametrarna SOC och SOH. |
| <i>EES system</i> | (Electrical Energy Storage system), Ett energilagringssystem som kan både lagra elektrisk energi genom laddning och leverera den lagrade energin vid behov för fartygets framdrift eller övriga hjälp- eller nödfunktioner |
| <i>fackkunnig person</i> | person som har lämplig utbildning, kunskap om gällande standarder på fartyg och erfarenhet för att kunna analysera risker och undvika riskkällor som elektricitet kan medföra ombord på ett fartyg |
| <i>HAZID</i> | Engelsk förkortning för (Hazard Identification), vilket är en kvalitativ teknik för tidig identifiering av potentiella faror och hot som kan påverka människor, miljön och tillgångar t.ex. fartyg. |
| <i>Hybrid drift av fartyg</i> | Fartyg som har mer än en energikälla eller energiomvandlare för sin framdrivning eller elproduktion |
| <i>IAS</i> | (Integrated automation system), Ett övergripande automationssystem som integrerar funktionerna styrning, övervakning och larm på fartyget. |
| <i>PMS</i> | (Power Management System), Ett elektroniskt energihanteringssystem som skyddar, övervakar, rapporterar energitillståndet, beräknar energiinnehåll och energiförbrukningen hos uppladdningsbart batteri samt optimerar helheten. |
| <i>Riskbaserad konstruktion</i> | Konstruktion där eventuella risker med ny teknik identifieras, bedöms och omhändertas för att säkerställa fartygets sjövärdighet |
| <i>SOC</i> | (State of Charge), procentuell bedömning av tillgänglig energi i batteriet redo för användning. |

| | |
|------------------------|---|
| <i>SOH</i> | (State of Health) återspeglar det allmänna tillståndet hos batterier i jämförelse med ett nytt batteri. Detta kan härledas antingen till tillgänglig energi eller intern resistens. |
| <i>Termisk rusning</i> | Ökad temperatur i batteriet som leder till okontrollerad frigörelse av energi genom brand. |
| <i>THD</i> | Övertoner i elsystemet skapar tillsammans med grundfrekvensen störningar. Störningsnivån har ett direkt samband med frekvensen och amplituden hos strömövertonen. Bidraget av alla strömmens övertonsfrekvenser till grundfrekvensen kallas för total övertonshalt eller THD (Total Harmonic Distortion). |

4.3 Elinstallation

EES-installation enligt kapitel 4.3 syftar till att genom förenklad process för riskhantering verifiera överensstämmelse med funktionskraven i kapitel 5 elinstallationer i TSFS 2017:26.

4.3.1 Allmänt om EES-system

All elektrisk utrustning som ingår i EES-system och framdrivning anpassas för marint bruk och tål de belastningar, vibrationer, temperaturväxlingar och fuktighet som är förekommande i en marin miljö.

Alla komponenter som ingår i EES-systemet installeras i enlighet med tillverkarens instruktioner.

4.3.2 Batterier

Installerade batterier är typgodkända av en erkänd organisation (klassificeringssällskap) för användning i fartyg. Elinstallationsarbeten sker i enlighet med relevanta IEC-standarder eller motsvarande som ger betryggande säkerhet.

Kabelinstallationer placeras och monteras så att risken för avbrott eller kortslutning genom mekanisk skada, vibrationer eller vatteninträning minimeras.

EES-systemet har som lägst kapslingsklass IP-44.

Varje utgående krets från EES-systemet kan avskiljas för att underlätta service och underhåll.

EES-systemet är arrangerat för att tillåta inspektion, underhåll och utbyte av komponenter.

EES-systemet installeras i ett lättillgängligt utrymme akter om kollisionsskottet.

EES-utrymmets omgivningstemperatur (utifrån tillverkarens instruktioner) och luftfuktighet övervakas samt att avvikelser ger larm.

Rörsystem undviks i batteriutrymmen. Om detta i något fall är ofrånkomligt är de fria från skruvkopplingar eller flänsförband i utrymmet.

EES-rummets utformning är sådan att sjövattneträngning via ventilation eller andra öppningar undviks.

Brandposter installeras inte i batteriutrymmen.

EES-systemet monteras så att det i största möjliga mån motstår fartygets rörelser, vibrationer och eventuell kollision.

Föremål med hög brandrisk, förbränningsmaskineri, brandfarliga vätskor, gaser eller liknande, som inte ingår i EES-systemet placeras inte i EES-utrymmet.

Lättillgänglig brytare för att isolera EES-systemet vid nödsituation installeras.

Systemet övervakas med avseende på kabelbrott och kortslutningar vilket ger larm i bemannad kontrollstation.

Isolering av EES-systemet frånkopplar inte funktioner för kontroll, övervakning och alarmsystem.

Växelriktare (Converter) som används inom EES-systemet fungerar som en integrerad del, kommunicerar med och arbetar inom de gränsvärden som ges av BMS-systemet i enlighet med den kapacitet som specificeras inom EES-systemet.

Växelriktare (Converter) som ingår i EES-systemet ska skydda mot under- eller överspänning. Spänningskyddet ska vara oberoende av BMS-systemet, dvs använda sig av egna givare. Gränsvärden för skyddsnivå är inom de av EES-systemet tillåtna.

4.3.3 Batterier som enda huvudkraftkälla

Om EES-systemet är fartygets enda huvudkraftkälla utformas systemet så att det övervakas via EMS.

Om EES-systemet är fartygets enda huvudkraftkälla utformas systemet med redundans i den omfattning som är praktiskt möjligt.

För att verifiera nivån av redundans kan det vara nödvändigt att stämma av detta med hur fartyget i övrigt verifieras.

Där EES-systemet är huvudkraftkälla finns möjlighet till manuell manövrering.

Till bemannat kontrollrum ges information för:

- EES-systems tillgängliga kraft (för direkt användning för framdrift).
- EES-systemets tillgängliga lagrade energi (för estimering av möjlig kvarstående energi för framdrift).

4.3.4 Laddningsutrustning

Laddningsutrustning uppfyller följande kriterier:

- Är anpassad för det specifika EES systemet beträffande ström- och spänning.
- Anpassningen till det specifika EES systemet är verifierad och dokumenterad.
- Laddning- och urladdningsfel ger larm i bemannad kontrollstation.
- Batteriladdare stängs av och isoleras vid fel som kan leda till kritiska situationer.
- Har lägst kapslingsklass IP-44

Om laddningsutrustningen för EES-systemet är placerad i land säkerställs kompatibilitet och integreringen mellan systemen genom att följande parametrar kontrolleras:

- Elektriskt gränssnitt
- Övervakning, larm och styrning av BMS
- Nödstopp
- Övriga funktioner som bedöms vara avgörande för säkerhet och avbrottsfri drift

4.4 Brandskydd

EES-installation enligt kapitel 4.4 syftar till att genom förenklad process för riskhantering verifiera överensstämmelse med funktionskraven i kapitel 6 om brandskydd i TSFS 2017:26.

4.4.1 EES-utrymmen

Enbart utrustning direkt kopplad till EES-systemet och säkerhetsutrustning installeras i batteriutrymmen. Här inkluderas utrustning så som:

- Batterier

- BMS
- EES-konvertrar
- Fast branddetekterings- och brandlarmsystem
- Gasdetektering
- Belysning
- Länslarm

4.4.2 Brandindelningar och strukturell integritet

En redare som vill använda andra klasser av brandindelningar än vad som anges i detta avsnitt verifierar en, för Transportstyrelsen, godtagbar säkerhetsnivå.

Dörrar till EES-utrymmen ska vara självstängande.

Fartyg byggda av stål eller likvärdigt material

EES-utrymmet brandindelas med klass A-60.

Fartyg byggda av FRP (Fiber Reinforced Plastics)

Material i skrov, överbyggnad, bärande skott, däck och däckshus uppfyller kriterierna för "*Fire-restricting materials*" enligt FTP-koden (INTERNATIONAL CODE FOR APPLICATION OF FIRE TEST PROCEDURES, 2010).

Material i brandindelningar uppfyller kriterierna för "*Fire-resisting divisions*" enligt FTP- och HSC-koden (INTERNATIONAL CODE OF SAFETY FOR HIGH-SPEED CRAFT, 2000).

Brandindelning av EES-utrymmet uppfyller kriterierna för FRD60 på EES-sidan. Den andra sidan av brandindelningen uppfyller kraven i HSC-koden 7.4 där omkringliggande utrymmen kategoriseras enligt HSC-koden 7.3.

4.4.3 Fasta brandsläckningssystem

Batteriutrymmen utrustas med ett fast brandsläckningssystem som uppfyller kriterierna i något av nedanstående:

- Ett fast brandsläckningssystem med vattenspridning under tryck enligt MSC/Circ. 1165, ändrat genom MSC.1/Circ.1269 och MSC.1/Circ.1386.

De första 30 minuterna i drift använder systemet färskvatten. Om färskvattentankar för andra ändamål används finns anordningar som säkerställer att det alltid finns en volym färskvatten som motsvarar 30 minuters drift av systemet. Därefter skiftas systemet över till sjövattnet.

- Ett fast brandsläckningssystem med gas enligt FSS-koden (INTERNATIONAL CODE FOR FIRE SAFETY SYSTEMS) Chapter 5, MSC/Circ.848, ändrat genom IMO MSC/Circ. 1267.

System som skyddar EES-installationer av 100 kWh eller mer dimensioneras så att kapacitet finns för en andra utlösning.

EES-system som utformas med ett fast brandsläckningssystem integrerat i batterisystemet har i tillägg ett av ovanstående system för att skydda det omgivande utrymmet.

4.4.4 Allmänt om ventilation av EES-utrymmen

EES-utrymmen utformas med ett tätt mekaniskt ventilationssystem med kapacitet till minst 6 luftväxlingar per timme. Ventilationssystemet är byggt i stål och kan motstå de temperaturer som blir aktuella då gaser ventileras ut vid termisk rustning. Ventilationssystemets in- och utlopp är försedda med stängningsanordningar.

Ventilationssystemet är antingen i drift kontinuerligt eller aktiveras vid gasdetektering.

Upptaget för ventilationsutloppet är beläget $\leq 0,4$ m upp under däck. Tillloppet är beläget nära durknivå.

Ventilationsöppningar på öppet däck placeras så att toxiska gaser inte äventyrar säkerheten för besättning och passagerare.

Elektrisk utrustning belägen inom 1,5 m från ventilationsöppningar på öppet däck är godkänd för användning i ”*hazardous area zone 2*”.

Det finns möjlighet till manuell start och stopp av ventilationssystemet.

Ventilationssystemets status och EES-utrymmets temperatur indikeras i bemannad kontrollstation. Avvikelse eller avbrott ger larm.

EES-utrymmets ventilationssystem har minst två kraftkällor av vilka den ena är en nödkraftkälla. Krafttillförseln sker genom separata matarledningar endast avsedda för detta ändamål. Dessa ledningar dras till en omkastare placerad på eller vid systemets kontrollpanel.

Ventilation av EES-utrymmen med batterier som ventilerar eventuella gaser direkt till EES-utrymmet

Ventilationssystemet är separat och av utsugstyp, för att hålla undertryck i utrymmet. Då batterier används som godkänts för propagering på modulnivå görs en analys av ventilationsbehovet vid termisk rustning för att undersöka om det är nödvändigt att dimensionera systemet till fler än 6 luftväxlingar per timme.

Den mekaniska frånluftsfläkten är av gnistfri typ. En fläktmotor installerad i ventilationstrumman eller EES-utrymmet är godkänd för ”*hazardous area zone 2*”.

Ventilation av EES-utrymmen med batterier som ventilerar eventuella gaser till separat integrerad utloppskanal till öppet däck

EES-utrymmet ventileras genom en tilloppsfläkt som ger övertryck i utrymmet.

Då batterier används som godkänts för propagering på modulnivå installeras en gnistfri utsugsfläkt i den integrerade utloppskanalen till öppet däck. En fläktmotor installerad i ventilationstrumman är godkänd för ”*hazardous area zone 2*”. Utsugsfläkten i den integrerade utloppskanalen är antingen i drift kontinuerligt eller aktiveras vid gasdetektering. Utsugsfläkten förses med manuell start och stopp.

Den integrerade utloppskanalen förses inte med stängningsanordning.

Anslutningen mellan respektive batterimodul och den integrerade utloppskanalen förses med backventilfunktion för att förhindra att eventuella gaser som ventileras vandrar mellan modulerna.

4.4.5 Gasdetektering

Gasdetektering som kan ge tidig detektering finns installerad i EES-utrymmen.

Systemet kan detektera gas belägen både upp under däck och nere vid durknivå.

Indikering av gaskoncentration och systemfel finns i bemannad kontrollstation.

Detektering av $\geq 30\%$ LEL ger:

- Frånkoppling av EES-systemet alternativt fellarm i bemannad kontrollstation med möjlighet till manuell frånkoppling
- Larm i bemannad kontrollstation
- Aktivering av ventilationen om den inte är i drift kontinuerligt

Systemet för gasdetektering ska fungera oberoende av EES-systemet.

Systemet för gasdetektering kraft försörjs på samma sätt som det fasta branddetekterings- och brandlarmsystem enligt FSS-koden kap. 9.

4.4.6 Branddetektering

Ett fast branddetekterings- och brandlarmsystem finns installerat i EES-utrymmen. Detektorer för rök och värme installeras. Systemet uppfyller kraven i FSS-koden.

De komponenter i det fasta branddetekterings- och brandlarmsystemet som är installerade i EES-utrymmet är godkända för användning i zone 2, minst T2 och IIC.

4.4.7 EX-klassning av elektrisk utrustning

Elektrisk utrustning belägen $\leq 0,4$ m upp under däck i batteriutrymmen är godkänd för användning i zone 2, minst T2 och IIC.

5 Fartyg som inte omfattas av TSFS 2017:26

Svenskflaggade fartyg med internationella certifikat eller övriga certifikat ska efterleva kraven i de internationella instrument som införlivats i svensk författning genom:

- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2019:4) om maskininstallation, elektrisk installation och periodvis obemannat maskinrum.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2009:98) om brandskydd, branddetektering och brandsläckning på SOLAS-fartyg byggda den 1 juli 2002 eller senare
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2009:97) om brandskydd, branddetektering och brandsläckning på SOLAS-fartyg byggda före den 1 juli 2002
- Transportstyrelsens föreskrifter om arbetsmiljö på fartyg (TSFS 2019:56)
- passagerarfartyg med en skrovlängd av minst 24 meter, och höghastighetspassagerarfartyg oavsett skrovlängd, på inrikesresa. Transportstyrelsens föreskrifter (TSFS 2019:120) om passagerarfartyg på inrikes resa.
- Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2018:60) om fartyg i inlandssjöfart
- Sjöfartsverkets föreskrifter och allmänna råd (SJÖFS 1999:27) om säkerheten på fiskefartyg som har en längd av 24 meter eller mer.

För fartyg som berörs av TSFS 2019:4, SJÖFS 2019:120 eller SJÖFS 1999:27 ska klassens regler för batteriinstallation tillämpas.

6 Vägledande information för alla fartyg

Informationen i detta kapitel riktar sig såväl till fartyg som omfattas eller inte omfattas av TSFS 2017:26.

6.1 Ombyggnads- eller nybyggnadsprocess

Innan en planerad nybyggnad eller ombyggnad påbörjas ska man i god tid ta kontakt med Transportstyrelsen och anmäla det planerade projektet.

Under ombyggnads- eller nybyggnadsprocessen får redaren en tydlig bild av vad som gäller för det specifika fartyget och projektet.

För de fartyg som är klassad, klassens regler och tillsyn tillämpas, men all ombyggnation och nybyggnation ska ske i samråd med Transportstyrelsen. För övriga fartyg är det Transportstyrelsen som utför tillsyn och certifiering.

På Transportstyrelsens hemsida hittar ni mer information om själva processen för att certifiera ett fartyg för ombyggnad eller nybyggnad:

Ombyggnad, reparation eller ändring av certifikat - Transportstyrelsen

6.2 System

Elektrifiering av fartyg är mer än bara själva batteripaketet. För en konstruktion av ett drift- och brandsäkert system behöver man ta hänsyn till följande ingående komponenter och dess inneboende risker utifrån ett helhetsperspektiv:

- Marin-klassat batteri paket
- Bärande konstruktion och fundament/rack
- Batteriövervakningssystem (BMS)
- Kablage och märkning
- Integreringslösningar mot fartygets befintliga system
- Batteriladdare och konverterar etc.
- Lämpligt utrymme för placering av batterier och kringutrustning (säker zon)
- Ventilation av batterisystem och utrymme
- Övervakning
- Brand-, värme- och gasdetektering
- Brandbekämpningsutrustning
- Temperaturkontroll av batteriutrymme
- Åtkomst och arbetsyta för underhåll och reparationer
- Tillträde, utrymning och integritet.
- Varselmärkning
- Låsning av utrymmen för obehöriga
- Felsökning och assistans på distans via t.ex. Wifi eller radio
- Eventuell landanslutning (för laddningsändamål)

6.3 Standarder och cirkulär

Följande standarder och cirkulär kan vara aktuella vid elektrifiering av fartyg:

| Nummer | Avsedd för |
|------------------|--|
| 1 IEC 60092- 101 | Electrical installations in ships – Part 101: Definitions and general requirements |
| 2 IEC 60092- 202 | Electrical installations in ships – Part 202: System design – Protection |
| 3 IEC 60092- 301 | Electrical installations in ships – Part 301: Equipment – Generators and motors |
| 4 IEC 60092- 302 | Electrical installations in ships – Part 302: Low-voltage switchgear and control gear assemblies |
| 5 IEC 60092- 303 | Electrical installations in ships – Part 303: Equipment - Transformers for power and lighting |
| 6 IEC 60092- 352 | Electrical installations in ships – Part 352: Choice and installation of electrical cables |
| 7 IEC 60092- 401 | Electrical installations in ships – Part 401: Installation and test of completed installation |
| 8 IEC 60092-501 | Electrical installations in ships - Part 501: Special features - Electric propulsion plant |
| 9 IEC 60092- 504 | Electrical installations in ships – Part 504: Special features – Control and instrumentation |
| 10 IEC 60146- 2 | Semiconductor convertors – Part 2: Self-commutated semiconductor converters including direct d.c. convertors |
| 11 IEC 60529 | Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) |
| 12 IEC 60533 | Electrical and electronic installations in ships – Electromagnetic compatibility |
| 13 IEC 61439-1 | Low-voltage switchgear and control gear assemblies Part 1: General rules |
| 14 IEC 61439-2 | Low-voltage switchgear and control gear assemblies Part 2: Power switchgear and control gear assemblies |
| 15 IEC 61800 | Adjustable speed electrical power drive systems |

| | | |
|----|---------------------------|--|
| 16 | IEC 60034-1 | Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance |
| 17 | IEC 60076 | Power transformers |
| 18 | IEC 62619 | Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications |
| 19 | SS-EN ISO/IEC 27001:2017 | Informationsteknik – Säkerhetstekniker – Ledningssystem för informations säkerhet |
| 19 | IEC/ISO 31010 | Risk Management – Risk Assessment Techniques. International Organization for Standardization |
| 20 | ISO 31000:2018 | Risk Management Principles and Guidelines. International Organization for Standardization. |
| 21 | IEC/IEEE 80005-1 | Utility connections in port - Part 1: High voltage shore connection (HVSC) systems - General requirements |
| 22 | IEC/IEEE 80005-2 | Utility connections in port - Part 2: High and low voltage shore connection systems - Data communication for monitoring and control |
| 23 | IEC PAS 80005-3 | Utility connections in port - Part 3: Low Voltage Shore Connection (LVSC) Systems - General requirements |
| 24 | MSC- MEPC.2/Circ.12/Rev.2 | Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for use in the IMO rule-making process |
| 25 | MSC.1/Circ.1212 | Guidelines on alternative design and arrangements for SOLAS chapters ii-1 and iii |
| 26 | MSC.1/Circ.1455 | Guidelines for the approval of alternatives and equivalents as provided for in various IMO instruments |
| 27 | MSC/Circ.1002 | Guidelines on alternative design and arrangements for fire safety |

6.4 Riskhantering

Med tanke på batteriernas kemiska och fysikaliska egenskaper, den miljö de ska förvaras i, de laddnings- och urladdningsbelastningar som batterierna ska utsättas för (belastningsprofil) samt riskerna för rökutveckling och brand, bör en riskanalys alltid tas fram för att säkerställa att alla tänkbara risker identifieras och tas om hand. Riskanalysen ska vara heltäckande och på ett sådant sätt att risken för skador på besättning, passagerare, utrustning, fartyg och miljö minimeras.

Risakanalysens omfattning styrs bl.a. av den utrustning som ingår i konstruktionen (t.ex. typgodkänd utrustning) samt val av regelverk för konstruktionen.

6.5 Landanslutningar

För fartyg med internationella certifikat ska landanslutningen utföras i enlighet med Sjöfartsverket föreskrifter och allmänna råd om anslutning av fartyg till ett landbaserat elkraftsystem SJÖFS 2008:82.

Transportstyrelsen har tagit fram riktlinjer för landanslutning av fartyg. Dessa riktlinjer innehåller värdefull information, och innehåller bl. a. information gällande låg och högspänning.

Anslutning av fartyg till landström sker på följande sätt:

1. Manuell anslutning
2. Semiautomatisk anslutning
3. Automatisk anslutning

För nya typer av anslutningar av semiautomatisk eller hel automatiska system ska riskanalys tas fram som säkerställer att installationen inte kommer att medföra fara för varken liv eller egendom.

6.6 Dokumentation

Hela projektet behöver vara välplanerat och nödvändig dokumentation tas fram av redaren eller av konstruktören och i enlighet med uppdrag av redaren. En del av dokumentation och ritningar tas fram i samband med planering av projektet och en del utformas under projektets utveckling.

6.6.1 Dokumentation som behöver tas fram och lämnas till Transportstyrelsen:

- Säkerhetsfilosofi beträffande fartygets driftsäkerhet, nödsituationer och eventuella distanspåverkan t.ex. diagnos, felsökning och åtgärd.
- Kopia av giltiga typgodkännande intyg
- Säkerhetsbeskrivning av EES-leverantör
- Arrangemangsrättning(ar) av EES-utrymme
- Systemritningar
- Klassificering av riskområden om det finns sådana
- Överensstämmelse med riktlinjerna⁴

⁴ Överstämmande med dessa riktlinjer behöver dokumenteras och redovisas

- Testprocedur ombord (EES-system - utrustning och fartygsspecifik)
- Testrapport ombord (EES-system - utrustning och fartygsspecifik)

6.6.2 Följande dokumenterade procedurer bör förvaras ombord:

- laddningsprocedur
- normala driftförfaranden för EES-systemet
- lokal driftprocedur, om tillämpligt
- Villkor och förfaranden för att förbereda EES-systemet för en längre beredskapsperiod
- nödförfarande
- förfarande för säker ventilation av EES-utrymmet efter en incident
- När en av huvudkällorna för elektrisk kraft eller nödkällan för elektrisk kraft är baserad på maritima EES-systemet, bör SOH verifieringsförfarande bibehållas ombord.
- Dokumentation om att batterierna har kontrollerats innan montering på plats och att inga synliga skador upptäckts.
- Dokumentation om återkommande kontroll och okulär besiktning av EES-system och mjukvara för att detektera defekter upprättas för att eventuella defekter inom EES-systemet upptäcks och åtgärdas i god tid. Transportstyrelsen rekommenderar att återkommande besiktning av anläggningen sker minst två gånger om året.
- Intyg utfärdad av installatörsföretaget som bekräftar att all montage och elinstallationer som ingår i EES systemet uppfyller kravbilderna i dessa riktlinjer samt relevanta standarder. Av intyget framgår även att risker med EMC och övertoner i systemet har omhändertagits.

Notera att listan över dokument inte är uttömmande. Det kan tillkomma fler dokument som behöver skickas in till Transportstyrelsen.

Dokumentation kan vara i både pappersformat eller digitalt och ska alltid vara tillgänglig för tillsyn.

6.6.3 Om Transportstyrelsen certifierar

Under projektets gång ska all relevant dokumentation skickas till Transportstyrelsen för bedömning.

6.6.4 Om klassningssällskap certifierar

Under projektets gång ska all relevant dokumentation skickas till Transportstyrelsen som information.

6.7 Störningsfri drift

Det är viktigt att all elektrisk och elektronisk utrustning på fartyg fungerar felfritt och i harmoni med varandra så att fartygets sjövärdighet säkerställs.

All elektrisk och elektronisk utrustning ombord på ett fartyg ska vara av sådan karaktär att den inte kan alstra eller bidra till elektromagnetisk emission som:

1. överstiger den nivå där radio- och teleutrustning och annan utrustning kan fungera som avsett, eller
2. försämrar funktionen till en oacceptabel nivå

Det är värt att nämna att Transportstyrelsen inte är föreskrivande myndighet för EMC på fartyg utan det är Elsäkerhetsverkets föreskrifter som gäller för all EMC i Sverige. Särskilda bestämmelser om EMC finns i Elsäkerhetsverkets föreskrifter om elektromagnetisk kompatibilitet ELSÄK-FS 2016:3. Detta innebär i praktiken att all elektriskutrustning som omfattas av direktivet ska vara CE-märkt.

Underhållspersonal som har Pacemaker inopererad bör vara extra uppmärksamma när de arbetar i närheten av konvertrar eller liknande utrustning, vilka kan störa pacemakern.

Övertoner

Övertoner är ett stigande problem som alltid bör beaktas vid elinstallationer. *”Övertoner uppkommer främst av apparater som drivs på likström. Likriktaren använder bara en del av strömkurvan, vilket skapar övertoner. Enfaslaster sänder främst ut den 3:e övertonen, som summeras i nolledaren vilket kan leda till att nolledaren överbelastas. Trefaslaster sänder främst ut den 5:e övertonen, dessa sprids relativt obehindrat genom transformatorn och kan skapa resonans med kondensatbatterier. Frekvensomvandlare som saknar filter anses vara den mest problematiska störningskällan eftersom den släpper ut väldigt höga nivåer av övertoner samtidigt som de ofta används vid större effekter. Ett problem med övertoner är att nolledaren överbelastas, vilket kan leda till att ett spänningsfall i nolledaren uppstår eller i värsta fall att den förstörs. Övertoner skapar även ökade förluster i transformatorer och motorer”⁵.*

Innan leverans/idrifttagande bör Total Harmonic Distortion (THD) mätas för olika driftfall och ett mätprotokoll tas fram och lämnas till Transportstyrelsen. THD bör inte överstiga 8 % ref (EN 50160).

Lågspänningsdirektivet (LSD)

För elektrisk utrustning konstruerad för användning vid en märkspänning mellan 50 och 1 000 volt (AC) växelström och mellan 75 och 1 500 volt (DC) likström, gäller Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS 2016:1.

⁵ Utredning om förekomsten och inverkan av övertoner i Umeås centrala elnät. David Eriksson

Föreskriften gäller inte Specialiserad elektrisk utrustning för användning på fartyg som uppfyller säkerhetsbestämmelser, utarbetade av internationella organ i vilka medlemsstaterna är representerade.

6.8 Brandskydd

Redaren rekommenderas att tidigt på planeringsstadiet genom Transportstyrelsens tillsynssamordnare (SLfN) kontakta Transportstyrelsens sakkunnige på området brandskydd. Vidare rekommenderas att redaren, om denne inte redan är väl insatt i ämnet, tillgodogör sig kunskap om brandrisker förknippade med elektrisk energilagring på fartyg.

Erfarenheter av installationer för elektrisk energilagring på fartyg som genomförts indikerar ett behov av att Transportstyrelsen särskilt lyfter fram följande områden:

- Kvalitetssäkring av de batterier som installeras, exempelvis med avseende på propagering.
- Brandindelning av de utrymmen som innehåller batterier.
- Att den strukturella integriteten på fartyget bibehålls vid en batteribrand så att hela eller delar av fartyget inte kollapsar på grund av strukturens minskade bärförmåga vid höga temperaturer. Av detta skäl ska material som används i fartygets konstruktion säkerställa att den strukturella integriteten inte försämras på grund av brand
- Kvalitetssäkring av elektrisk utrustning i utrymmen som innehåller batterier med avseende på flambara gaser och den elektriska utrustningen som tändkälla
- Studier och regelverk, bland annat de som nämns ovan, indikerar att det kan vara nödvändigt med gasdetektering för att omhänderta risker med flambara gaser
- Kvalitetssäkring av de släcksystem som installeras
- Styrning av ventilation med avseende på att hålla eventuella flambara gaser i de utrymmen som innehåller batterier
- Behov av gnistfria fläktar, beroende på hur ventilationen utformas

6.9 Övervakning och säkerhetssystem

Tekniska värden som är avgörande för batteriernas normala drift, t.ex. cellernas temperatur, spänning, ström och även batteriutrymmenas temperatur och fuktighet, bör kunna avläsas och regleras under alla förhållanden. Transportstyrelsen rekommenderar att systemet byggs med automatiska system som stänger av hela eller delar av anläggningen om allvarliga fel är på väg att uppstå eller uppstår.

6.10 Styrning och diagnostik på distans

Om fartyget inte har personal med el-teknisk bakgrund bör systemet utformas så att övervakning och eventuella åtgärder kan ske på distans, eller så att

systemleverantören snabbt kan ingripa vid situationer där el-teknisk kunskap är avgörande. Om en uppkoppling som möjliggör åtgärder från distans finns så bör ett fysiskt gränssnitt (t.ex. strömbrytare) finnas ombord som tillser att befälhavaren ombord alltid har bestämmanderätt över systemet. När länken för distansåtgärder är öppen så bör det tydligt visas för operatören ombord (t.ex. blinkande info på aktuellt system/skärm eller en visuell indikeringslampa).

Transportstyrelsen rekommenderar att skötsel, felsökning och andra åtgärder som sker på distans genomförs när fartyget ligger i hamn. Utöver det fysiska gränssnittet bör även personalen ha kunskap om det och rutiner för skötsel av utrustningen på distans.

Fartygets säkra drift är befälhavarens ansvar och får inte störas under drift av tredje part t.ex. genom distansuppkoppling som kan äventyra fartygets säkra drift.

6.11 Ventilation

Passagerare och fartygspersonal skyddas alltid mot toxiska gaser.

Ventilationens utlopp ska alltid väljas med omsorg och noggrannhet så att giftiga rökgaser inte tar sig till fartyget via ventilationsintag eller andra öppningar. Även samlingspunkten på fartyget vid evakuering bör beaktas vid planering av ventilationsutlopp.

Batterirummet bör ha fjärrstyrda spjäll som kan stängas vid en eventuell brand.

6.12 Batteri

Transportstyrelsen rekommenderar de batterier som är typgodkända av ett klassificeringssällskap och som är avsedda för marint bruk. Om redaren vill använda en batterityp som inte är typgodkänd ska i så fall säkerheten kunna verifieras genom den fullständiga processen för riskhantering. Utöver detta ska batterikonstruktionen byggas så att genom robust, övervakning brandskydd och brandsläckningssystem kunna hantera en eventuell brand på ett sådant sätt att risken att människor och fartyget skadas minimeras. För klassat fartyg gäller klassens tillämpliga regelverk.

6.13 Batterikonstruktionens stabilitet

Konstruktionen ska vara byggd och anpassad för de driftsförhållanden som är normalt förekommande i den marina miljön och det fartområde som fartyget trafikerar i.

Systemet ska dessutom tåla alla vibrationer och tröghetslaster som är förekommande på ett fartyg.

Med hänseende till batteriernas påtagliga vikt, bör man se till att varje batterikonsol är förankrad/fastsatt på ett sådant sätt att vibrationer, starka rullningar eller mindre kollisioner med kaj eller andra fartyg inte leder till att konsolen spricker eller att hela eller delar av konstruktionen faller eller rasar.

Fartyget bör ha rutiner för hälsokontroll av batterierna och väsentliga komponenter så att eventuella problem identifieras i tid och systemet bibehåller sin driftsäkerhet. Kontroll bör vara i form av teknisk dokumentation och okulär besiktning av batteriernas utseende och form. Transportstyrelsen rekommenderar en återkommande kontroll med ett mellanrum på max 6-12 månader. Batterierna ska behålla sin fysiska stabilitet och form, deformerade batterier ska omgående tas ur drift, avlägsnas och placeras på en säker plats för observation. Batteritillverkaren bör kontaktas och en snabb analys om deformation bör genomföras. Rapport om händelsen och orsak ska alltid skickas till Transportstyrelsen.

6.14 Tillträde och varselmärkning

Bestämmelser om arbetsmiljö finns i Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2019:56) om arbetsmiljö på fartyg.

Endast behörig och utbildad fartygspersonal bör ha tillträde till batterirum. Batterirummet bör i normala fall vara låst för obehöriga.

Relevant information bör finnas anslagen utanför batterirummet. Informationen bör innehålla väsentliga drift- och underhållsrutiner samt instruktioner för hantering av batterianläggning och kringutrustning vid normal drift och nödsituationer. Relevant information bör även finnas anslagen på övriga platser där den bedöms vara till hjälp, t.ex. utanför maskinkontrollrum eller brygga.

Vid högspänning ska särskilda åtgärder vidtas för att minimera risken för skador på fartygspersonal, passagerare och fartyg. Dessa åtgärder ska godkännas av klassningssällskap eller Transportstyrelsen.

EES-utrymme, relevant kringutrustning och högspänningskablar bör ha varselmärkning som indikerar farlig spänning. Varselmärkning bör placeras på väl synliga platser.



Exempel på standardiserad skyltning för elsäkerhet

6.15 Utbildning

Fartygspersonal som ansvarar för drift, underhåll och brandbekämpning ska ha relevant utbildning och kunskap för det specifika batterisystemet ombord. Utbildningen ska omfatta alla väsentliga delar, från drift och underhåll till hantering av nödsituationer. Utbildningen bör upprepas med jämna mellanrum, t.ex. vart femte år.

Fartygspersonal ska dessutom informeras om de risker som kan uppstå vid rökutveckling och brand samt vid sanering av toxiska restprodukter som förekommer efter att en brand eller rökutveckling har bekämpats.

Om fartyget inte har personal med el-teknisk bakgrund bör utbildningen utformas så att risken för skador på personal, passagerare, utrustning och fartyg minimeras.
