



Veiledning om bruk av litiumbatteri i fritidsbåt

R01

November 2021

Jose Ventura, Sjøfartsdirektoratet

Håkon Ingvaldsen, Farco

Thomas N Bjønness, Norboat

Torgeir Bråtane, Inventas

Audun Magne Askeland, Evoy

inventas



Sjøfartsdirektoratet
Norwegian Maritime Authority

Farco

evoy

INNHALDSFORTEGNELSE

1. GENERELL INFORMASJON	3
«Status-quo» batteriteknologi	3
Bakgrunn	3
Viktige standarder som er relevante	3
Andre forskrifter	4
Tilgang på standarder	4
Grunnleggende krav i fritidsbåtforskriften	4
Større ombygninger på en eksisterende båt (Major craft conversion).....	5
Eksempler.....	6
Ombygging til elektrisk framdrift.....	6
Utskifting av eksisterende batterier med litiumbatterier	6
Installasjon og installatør	6
Komponenter som brukes i elektriske anlegg.....	6
2. DOKUMENTASJON	7
Denne dokumentasjonen bør utarbeides ved bruk av Litium batterier	7
«Drop-in»-installasjon i eksisterende båter.....	7
Nybygg.....	7
Teknisk dokumentasjon.....	7
Risikoanalyse	7
Risikodiagram	8
Eksempel på sjekkliste.....	8
3. PRAKTISKE EKSEMPLER PÅ INSTALLASJON OG KOMPONENTER	9
Installasjon av elektrisk drivlinje over 50V.....	9
Nybygg eller utskifting av eksisterende bly/agm batteripakke med litium batterier 12/24V	10
Alternativ 1	10
Alternativ 2	10
Alternativ 3	11
Alternativ 4	11
4. GENERELL INFORMASJON OM LITIUMBATTERIER OG LADING	12
Terminologi og definisjoner	12
Batterityper	12
Valg av batteritype	12
Eksempler på litiumbatteri og kjemi som er egnet for maritim bruk.....	12
Andre typer litiumbatteri og kjemi som krever spesielle tiltak.....	13
Bly/syre typer	13
Ladespenning	13
Lagring.....	14
VEDLEGG.....	15
Vedlegg 1, Technical Specification ISO / TS 23625.....	15
Vedlegg 2, Teknisk dokumentasjon	16
Vedlegg 3, Risikoanalyse	18
Vedlegg 4, Sjekkliste.....	19

1. GENERELL INFORMASJON

Det finnes ikke i dag en ISO-standard for installasjon av litiumbatterier i fritidsbåter. Det er publisert en Technical Specification ISO / TS 23625 som omhandler installasjon og bruk av litiumbatteri. Dette vil mest sannsynlig bli forløperen til en harmonisert ISO-standard for bruk av litiumbatterier. Denne veiledning bruker derfor ISO / TS 23625 som grunnlag og er et dokument man bør sette seg inn i. Innholdet i denne kan ses i vedlegg 1.

Fritidsfartøy skal bygges og CE-merkes i henhold til forskrift 15. januar 2016 nr. 35 om produksjon og omsetning av fritidsfartøy og vannscootere mv (fritidsbåtforskriften). Grunnleggende krav til konstruksjon og produksjon fremgår av forskrift vedlegg 1A.

Produsenten må vurdere mulige risikoer for å identifisere hvilke grunnleggende krav som er relevante. Løsninger og krav som ikke dekkes av harmonisert standard må dokumenteres detaljert i teknisk dokumentasjon for å vise at de grunnleggende kravene er oppfylt.

Veiledning dekker installasjon ved produksjon og ombygging, men er ikke juridisk bindende. Den er ment som hjelp til å vurdere om de grunnleggende kravene er oppfylt ved installasjon av litiumbatteri og er et eksempel på hvordan man kan installere og dokumentere tilstrekkelig.

Veiledningen er laget i samarbeid med Sjøfartsdirektoratet som er en tilsynsmyndighet og ansvarlig for håndheving av regelverket. Sjøfartsdirektoratet kan kontaktes vedrørende tolkning og forståelse av regelverket.

«Status-quo» batteriteknologi

Dette dokumentet er bygget på informasjon med utgangspunkt i teknologi kjent for arbeidsgruppen i 2020. Vi har kun sett på produkter som er tilgjengelig i markedet.

Bakgrunn

Utgangspunktet er at Technical Specification ISO / TS 23625 skal følges. Dette dokumentet skal understøtte og tydeliggjøre det som er beskrevet der og i tillegg er det vedlagt maler og sjekklister som kan brukes for å levere en fullverdig dokumentasjon i henhold til fritidsbåtforskriftens krav når man skal CE-merke en båt.

Eksempler på installasjoner av litiumbatteri som dekkes:

- 1) Installasjon av litiumerstatningsbatterier (Drop-in) der dagens batterier er bly/AGM eller lignede byttes til litiumbatteri
- 2) Utvidelser av batteribanker med bruk av litiumbatterier
- 3) Erstatning av generator med batteribanker av litiumbatterier
- 4) Installasjon av litiumbatterier for elektriske drivlinjer i båt

Relevante eksisterende ISO-standarder er fortsatt gjeldene og må følges. Denne veiledningen setter ikke til side noen av de eksisterende standarder.

Viktige standarder som er relevante

- ISO 16315: 2019 – Small craft Electric propulsion system
- ISO 10133: 2012 – Small craft Electrical system – Extra low voltage d.c installations
- ISO 8846:1990 – Small craft – Electrical devices – Protection against ignition of surrounding flammable gases
- ISO 10134:2003 – Small craft – Electrical devices – Lightning-protection systems

- ISO 13297:2014 – Small craft – Electrical systems – Alternating current installations
- EN 60092:2014 – Electrical installations in ships – Part 507 – Small vessels

Andre forskrifter

- «Fritidsbåtforskriften» – Forskrift 15. januar 2016 nr. 35 om produksjon og omsetning av fritidsfartøy og vannscootere mv.

Tilgang på standarder

Standard Norge har ansvaret for forvaltning av standarder i Norge. Alle ISO-standarder som det refereres til i dette dokumentet kan bestilles på standard.no. Det er ikke anledning til å distribuere disse og de er derfor ikke vedlagt.

Grunnleggende krav i fritidsbåtforskriften

Litiumbatterier er forskjellige fra blybatterier på to viktige områder:

- (1) elektrolytten i de fleste litiumbatterier er brannfarlig, og
- (2) under visse forhold når ting går galt kan litiumbatterier komme i en tilstand hvor det oppstår en irreversibel varmeutvikling, også kalt «thermal runaway», hvilket resulterer i rask intern oppvarming som er en kontinuerlig «eksoterm» reaksjon. Når noe først er i «thermal runaway», kan det være vanskelig å stanse det. Hastigheten på temperaturstigningen og den oppnådde topptemperaturen når noe er i «thermal runaway» varierer mye avhengig av kjemien som er brukt i batteriet (f.eks. LFP, NMC eller en annen type kjemi) og mange forskjellige konstruksjonsfunksjoner (f.eks. sylindriske celler kontra poseceller, forskjellige separatomaterialer, kjemisk doping osv.).

I noen batterityper som er i «thermal runaway» kan det oppstå høye nok temperaturer at batteriets elektrolytt antennes, mens det ikke kan skje i andre batterityper. I alle tilfeller vil det indre celletrykket øke, noe som kan føre til lufting av gasser og elektrolytt fra cellen(e) som er i «thermal runaway». Brennbarheten til de ventilerte materialene er sterkt varierende, avhengig av kjemi, celledoping og andre funksjoner. Selv om den indre temperaturen ikke er høy nok til å forårsake antenning, vil enhver form for gnist eller brannkilde sannsynligvis forårsake antenning når et batteri er i «thermal runaway».

På grunn av den eksoterme (kontinuerlige) naturen til den kjemiske reaksjonen som gir drivstoff til et batteri som er i «thermal runaway», er det vanskelig å slukke brann i et litiumbatteri. Vanligvis er den beste tilnærmingen å fjerne varmen så raskt som mulig, hvilket gjøres mest effektivt ved å oversvømme batteriet med vann, selv om dette kan få alvorlige følger for båtens elektriske systemer, flyteevne osv.

Det er derfor viktig å være ekstra oppmerksom på farene ved installasjon av litiumbatterier og de nødvendige sikkerhetstiltakene for å oppfylle de grunnleggende kravene beskrevet i dette dokumentet, særlig når det gjelder:

5.3. Elektrisk system

Elektriske systemer skal være konstruert og montert for å sikre riktig drift av fartøyet under normale bruksforhold, og for å redusere risikoen for brann og elektrisk støt så mye som mulig.

Alle elektriske kretser, unntatt kretser for start av motoren som får strøm fra batterier, skal forbli sikre selv om de utsettes for overbelastning.

Kretser for elektrisk framdrift skal ikke ha forbindelse med andre kretser på en slik måte at en av kretsene slutter å fungere slik den skal.

Det skal sørges for ventilasjon for å hindre opphopning av eksplosive gasser som kan slippes ut fra batteriene. Batterier skal være godt festet og skjermet mot inntrengning av vann.

5.6. Brannvern

5.6.1. Generelt

Den typen utstyr som monteres og fartøyets utforming skal ta hensyn til risikoen for spredning av brann. Det skal tas særlig hensyn til omgivelsene rundt innretninger som bruker åpen ild, varme områder eller motorer og hjelpemotorer, spill av olje og drivstoff, utildekkede olje- og drivstoffledninger, og til at elektriske ledninger føres med avstand til varmekilder og varme områder.

5.6.2. Brannsløkkingsutstyr

Fritidsfartøy skal være utstyrt med brannsløkkingsutstyr som står i forhold til brannfaren, eller med angivelse av plasseringen og kapasiteten til brannsløkkingsutstyr som står i forhold til brannfaren. Fartøyet skal ikke tas i bruk før egnet brannsløkkingsutstyr er på plass. Rom for bensinmotorer skal beskyttes av et brannsløkkingsanlegg som gjør at rommet ikke trenger å åpnes i tilfelle brann. Der bærbare brannsløkkingsapparater er montert, skal de være lett tilgjengelig, og ett skal være plassert slik at det lett kan nås fra hovedstyreplassen på fritidsfartøyet.

Produsentene må først utføre en risikoanalyse for å identifisere alle mulige risikoer som produktet kan utgjøre, og identifisere de relevante grunnleggende kravene som gjelder for produktet. Denne analysen må dokumenteres og inkluderes i den tekniske dokumentasjonen.

For litiumbatterier, dekker ikke de harmoniserte standardene alle de spesifikke farene som ligger i disse installasjonene. For å minimere risikoen bør ekstra sikkerhetselementer vurderes, i tillegg til kravene i de harmoniserte standardene når litiumbatterier skal installeres.

Det overordnede målet med disse retningslinjene er å sikre at konstruksjonen og installasjonen av litiumbatterier i båter er slik at ingen batterier kommer i en «thermal runaway»-tilstand, også i rimelig forutsigbare feilsituasjoner. Likevel bør det være ekstra beskyttelse for båten i situasjoner der de forskjellige beskyttelsesmekanismene for batteriinstallasjon av en eller annen grunn svikter og at det likevel oppstår en «thermal runaway», inkludert situasjoner der eksterne varmekilder gjør at batteriene kommer i en «thermal runaway».

[Blue guide \(EUR-Lex – 52016XC0726\(02\) – EN – EUR-Lex \(europa.eu\)\)](#) gir i del 4 en detaljert forklaring på hvordan produktet skal demonstreres i samsvar med de grunnleggende kravene.

Større ombygninger på en eksisterende båt (Major craft conversion)

(Gjelder for båter produsert etter 16. juni 1998 og som er CE-merket)

Litiumbatterier er forskjellige fra blybatterier. Derfor er det viktig å ha fokus på farene ved installasjon og de ekstra anbefalte sikkerhetstiltakene når man planlegger å installere litiumbatterier i fritidsfartøy. Før og under installasjonen av litiumbatterier bør en fagperson involveres for å kontrollere nødvendige endringer på det elektriske systemet, vurdere ekstra sikkerhetstiltak og vurdere den helhetlige effekten installasjonen har for sikkerheten på fartøyet.

Fritidsbåtforskriften gjelder fritidsfartøy, vannscootere og fremdriftsmotorer som skal gjennomgå en større ombygging, jf. §1 (2). En større ombygging er definert slik i §3, m):

- 1. Endrer fritidsfartøyets eller vannscooterens framdriftsmiddel*
- 2. Innebærer en større motorendring, eller*

3. *Endrer fritidsfartøyet eller vannscooteren i en slik grad at det har innvirkning på relevante grunnleggende sikkerhets- eller miljøkrav i forskriften.*

Dette betyr at fartøy hvor det gjennomføres betydelige endringer som kan ha innvirkning på de grunnleggende kravene, i noen tilfeller vil betraktes som et nytt produkt som krever ny CE-merking. Dette må vurderes fra sak til sak og man bør kontakte sjøfartsdirektoratet før man starter en slik ombygging.

Hvis risikovurderingen fører til den konklusjon at risikonivået har økt, må det modifiserte produktet betraktes som et nytt produkt. Det vil si at det nye produktets samsvar med gjeldende grunnleggende krav må revurderes, og fartøyet som er endret må oppfylle alle relevante krav. Dette gjelder blant annet forberedelse av teknisk dokumentasjon, EU-samsvarserklæring og påføring av CE-merking på produktet.

Når et ombygd eller modifisert produkt betraktes som et nytt produkt, må det være i samsvar med bestemmelsene i fritidsbåtforskriften når det blir gjort tilgjengelig eller tatt i bruk. Dette må verifiseres ved å bruke den aktuelle samsvarsvurderingsprosedyren fastsatt i §20, PCA (post construction assessment).

Eksempler

Ombygging til elektrisk framdrift

En ombygging som endrer fartøyet i en slik grad at det har innvirkning på relevante grunnleggende sikkerhets- eller miljøkrav i forskriften vil være en større fartøyombygging. En ombygging til elektrisk fremdrift kan derfor regnes som en større fartøyombygging.

Utskifting av eksisterende batterier med litiumbatterier

Ved utskifting av eksisterende batterier må det gjøres en risikovurdering. Dersom konklusjonen blir at farens art har endret seg eller risikonivået har økt, må det modifiserte produktet regnes som et nytt produkt og være i samsvar med bestemmelsene i RCD-en når den gjøres tilgjengelig eller tas i bruk. Dersom risikoen ikke øker, trengs det heller ikke gjennomføres en etterkontroll. Denne typen endringer krever en grundig analyse. Det er mulig å identifisere viktige krav i forskriften som kan utfordres med denne endringen, for eksempel tykkelse på de elektriske ledningene, plassering av batterier, ventilasjon på stedene der batteriene er plassert, vektforskjell på de to forskjellige batteritypene og eventuelle utfordringer for fartøyets stabilitet eller nye krav til oppdagelse og slukking av brann

Installasjon og installatør

Sørg for at installasjon gjøres i tråd med gjeldende forskrifter og utføres av sertifiserte og kvalifiserte fagfolk. Kompetansekrav til installatør er spesifisert i følgende forskrift:

- forskrift 19. juni 2013 nr. 739 om *elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr*, kapittel 3, §6.

Komponenter som brukes i elektriske anlegg

Det er viktig å alltid bruke og kontrollere at de komponentene som brukes er tilpasset det anlegget det skal brukes i. Dette er spesielt viktig å huske på når det kan gå store strømmer og/eller er høy spenning.

2. DOKUMENTASJON

Denne dokumentasjonen bør utarbeides ved bruk av Litium batterier

«Drop-in»-installasjon i eksisterende båter

- 1) Litiumbatterier brukt som forbruk og startbatterier
 - Dokumentasjon fra leverandør av batterier
 - Utfylt sjekkliste
 - Risikoanalyse
 - Annen relevant dokumentasjon
- 2) Litiumbatterier brukt som forbruk, som startbatterier og til drivlinje
 - Dokumentasjon fra leverandør av batterier
 - Dokumentasjon fra leverandør av drivlinje
 - Utfylt sjekkliste
 - Risikoanalyse
 - Annen relevant dokumentasjon
 - Dersom endringen medfører «Major craft conversion» skal ny samsvarserklæring utarbeides.

Nybygg

- 1) Litiumbatterier brukt som forbruk og startbatterier
 - Dokumentasjon fra leverandør av batterier
 - Utfylt sjekkliste
 - Risikoanalyse
- 2) Litiumbatterier brukt som forbruk, som startbatterier og til drivlinje
 - Dokumentasjon fra leverandør av batterier
 - Dokumentasjon fra leverandør av drivlinje
 - Utfylt sjekkliste
 - Risikoanalyse

Teknisk dokumentasjon

Når en produsent forbereder dokumentasjonen og utfører samsvarsvurderingen, skal den tekniske dokumentasjonen for å demonstrere selvtilfredshet utarbeides i henhold til fritidsbåtforskriften avsnitt 22. Tabellen i vedlegg 2 kan brukes som veiledning for utarbeidelse og presentasjon av teknisk dokumentasjon i henhold til avsnitt 22.

Risikoanalyse

Risikoanalyse gjennomføres for å avdekke konsekvensene dersom det oppstår hendelser eller feil ved en installasjon av litiumbatterier. Under er et eksempel på hvordan dette kan gjennomføres. Når konsekvensene skal vurderes er det meget viktig at dette vurderes opp mot båtens kategori da samme type feil på en skjærgårdsjeep (kat. C) og en seilbåt (kat. A) midt i Atlanteren vil kunne være veldig forskjellig. Det er derfor viktig at eksempelanalysene korrigeres mot det konkrete tilfellet slik at det tas høyde for den relevante installasjonen.

Risikodiagram

Type risiko:				Sannsynlighet						
I:	II:	III:	IV:	1	2	3	4	5		
Liv og helse	Ytre Miljø	Økonomiske og materielle verdier	Omdømme og troverdighet / Interessenter	Lite sannsynlig	Mindre sannsynlig	Sannsynlig	Meget sannsynlig	Svært sannsynlig		
				Skjer sjeldnere enn hvert 10. år	Mellom en gang hvert 5. år og en gang hvert 10. år.	Mellom en gang hvert år og en gang hvert 5. år.	Mellom en gang i måneden og en gang i året	En gang i måneden eller oftere.		
KONSEKVENSNIVÅ	5	Mange alvorlig syke/skade. Mulig tap av liv. Svært mange klager fra ansatte, besøkende. Kan kreve mobilisering av eksterne ressurser.	Irreversibel miljøskade	Driftstap eller skader over 2 MNOK. Nedetid > 14 dager	Rekrutteringsproblemer. Tap av nøkkelkompetanse. Svært alvorlig mediefokusering. Tapt omdømme hos kunder. Tap av kontrakter.	5	10	15	20	25
	4	Betydelig fysisk/psykisk skader/syke. Fare for tap av liv. Rammer nøkkelfunksjoner. Klager fra ansatte, besøkende.	Mulig irreversibel miljøskade	Driftstap eller skader fra 0,5 - 2 MNOK. Nedetid 7 - 14 dager	Stor oppmerksomhet fra nasjonale medier. Mulige rekrutteringsproblemer. Svekket omdømme hos kunder. Mulig tap av kontrakter.	4	8	12	16	20
	3	Alvorlig fysiske eller psykiske skade uten varige mén	Langvarig reversibel miljøskade eller enkeltutslipp	Driftstap eller skader fra 10.000 - 0,5 MNOK. Nedetid 1 - 7 dager	Mulig oppmerksomhet fra lokale medier. Usikkerhet hos kunder/market. Svak påvirkning på salg	3	6	9	12	16
	2	Få eller små fysiske eller psykiske skader / korte fravær	Kortvarig reversible miljøskade eller enkeltutslipp	Skader inntil kr. 10.000. Nedetid < 1 dag	Begrenset lokal oppmerksomhet. En viss usikkerhet hos kunder/market. Ikke merkbar påvirkning på salg	2	4	6	8	10
	1	Ingen fysiske eller psykisk skader	Ingen målbar miljøskade eller forurensning.	Ingen betydning	Ingen betydning	1	2	3	4	5

Risikoakseptkriterier

HØYT	Rødt er ikke akseptabelt og risikoreduserende tiltak må iverksettes umiddelbart.
MIDDELS	Gult indikerer behov for innføring av risikoreduserende tiltak.
LAVT	Grønt indikerer akseptabel risiko. Innføring av tiltak bør vurderes der det åpenbart vil gi gode effekter.

Eksempler på risikoanalyser er vedlagt i vedlegg 3.

Eksempel på sjekkliste

Det er utarbeidet et eksempel på en sjekkliste ved bruk av litiumbatterier. Det må gjøres en vurdering i hvert enkelt tilfelle om det er andre momenter som bør legges til. Dette gjelder spesielt for større installasjoner og anlegg over 50 V AC og DC. Det er viktig å huske at sjekklisten er relatert til bruk av litiumbatterier og derfor ikke omfatter resterende installasjon der eksisterende standarder følges.

Sjekklistene er derfor tenkt brukt i forbindelse med:

- Drop-in-installasjon av lavspenning i brukte båter (typisk 12/24 V)
- Installasjon i nybygg (12/24 V)
- Litiumbatterier i elektrisk drivlinje også over 50 V

Se vedlegg 4 for tabellsjekkliste.

3. PRAKTISKE EKSEMPLER PÅ INSTALLASJON OG KOMPONENTER

Under er eksempler på installasjon av litiumbatterier i fritidsbåter. Dette kan også gjøres på andre måter, men et viktig hovedprinsipp er at systemet skal sikres mot feil på utsiden av BMS-en slik at den er en ekstra sikring og ikke er en regulator i systemet.

Viktige momenter

- Dette er enkle prinsippsskisser som ikke tar med hovedstrømsbrytere eller -sikringer som skal med i enhver installasjon.
- Når det gjelder lading er ofte landstrømsladeren det viktigste da den som oftest står på 300 dager i året, mens dynamoen i en fritidsbåt har relativt få gangtimer. For å hindre høy spenning fra dynamoen foreslår vi som en kostnadseffektiv løsning å styre ladereléet fra batterimonitoren. Dette krever at batterimonitoren settes opp korrekt og faktisk kobles til ladereléet. Batterimonitoren skal da kutte reléet ved for høy spenning og gi en alarm til båtfører når spenningen er høy, slik at båtfører kan ta tiltak før BMS kutter strømmen. BMS-en skal alltid være en sikkerhetsfunksjon og ikke en regulator i systemet.
- Hovedprinsippene bak forslagene er å ivareta sikkerhet, deretter å sikre verdiene på selve investeringen. Litiumbatterier får høy slitasje når de lades med for høy spenning. Forslagene viser løsninger for å hindre dette.
- Dynamo og problematikk med varmegang: En dynamo bør ha en regulator med temperaturregulering. Vær klar over at kjølekapasiteten er begrenset når motoren går på lave turtall. Generelt: Trustere/vinsjer kobles mot dedikert batteri som lades parallelt med start, eller aller best med DC-DC-regulator.

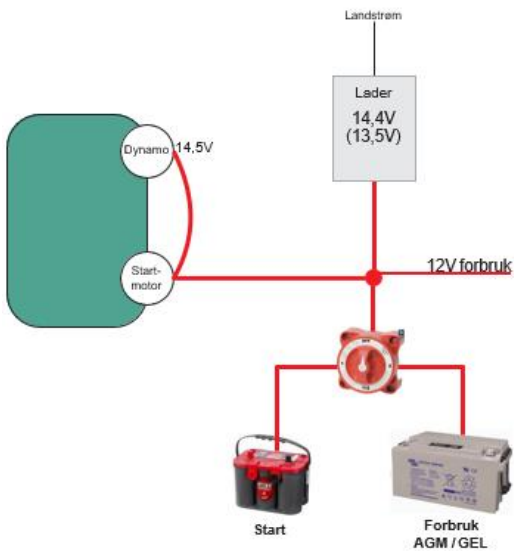
Installasjon av elektrisk drivlinje over 50V

Det er her ikke tatt med forslag til systembeskrivelse for installasjon av elektriske drivlinjer da det i disse tilfellene alltid bør gjøres en grundig prosjektering og være et tett samarbeid med leverandøren av batteripakkene og selve drivlinjen. Ved installasjon av slike anlegg vil det også være krav til særskilt kompetanse og opplæring i henhold til gjeldene regelverk, og man vil som regel også falle inn under regelverket for arbeid under spenning (AUS).

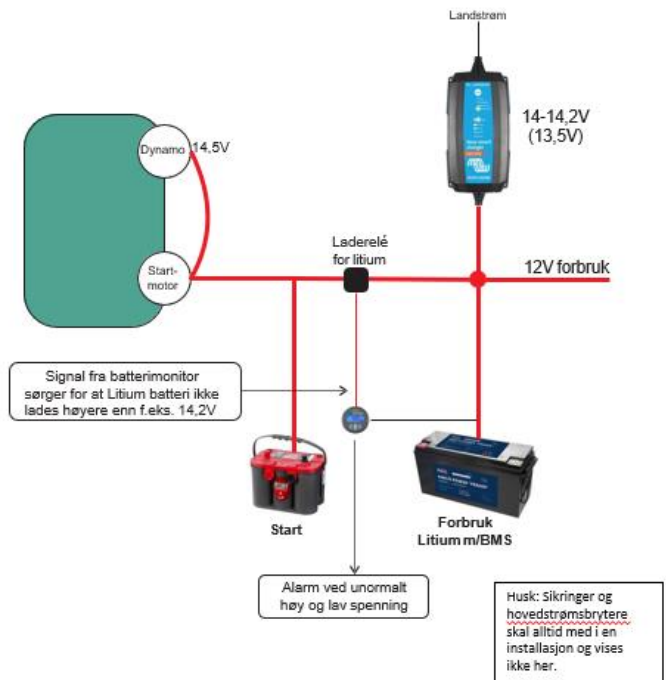
Nybygg eller utskifting av eksisterende bly/agm batteripakke med litium batterier 12/24V

Alternativ 1

Tradisjonell løsning med vendebryter
1 / 2 / 1+2 / AV

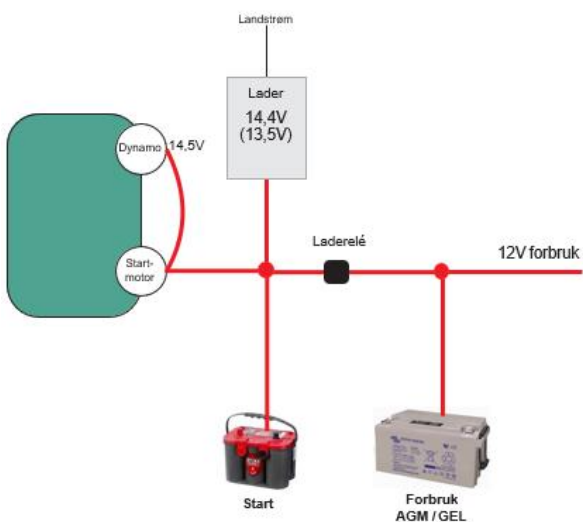


Ombygg til Lithium «Drop-in» forbruksbatteri

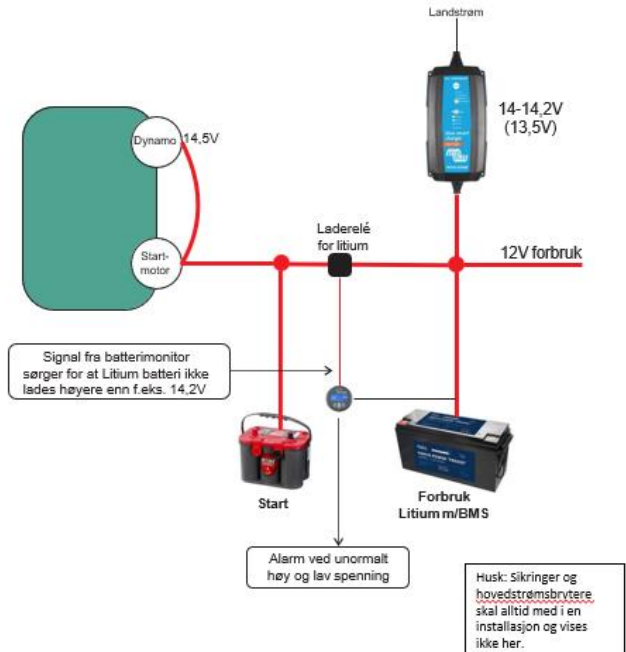


Alternativ 2

Typisk installasjon med laderelé



Ombygg til Lithium «Drop-in» forbruksbatteri

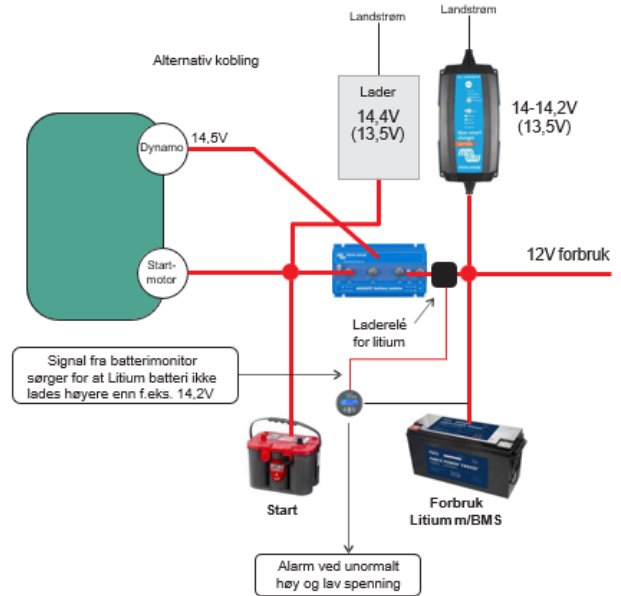
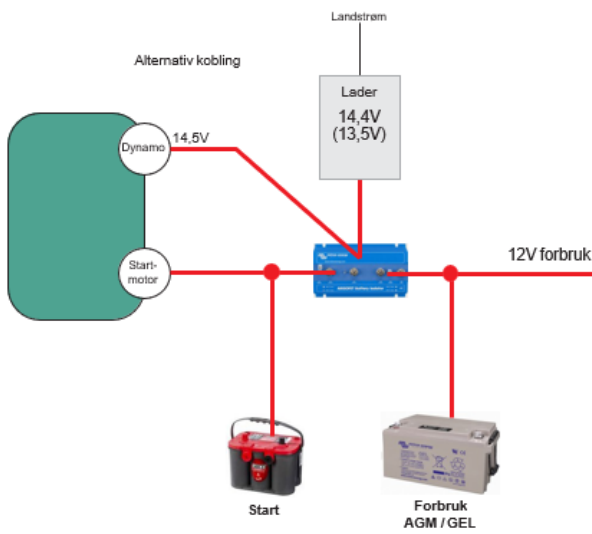


Alternativ 3

Typisk installasjon med skille«diode»

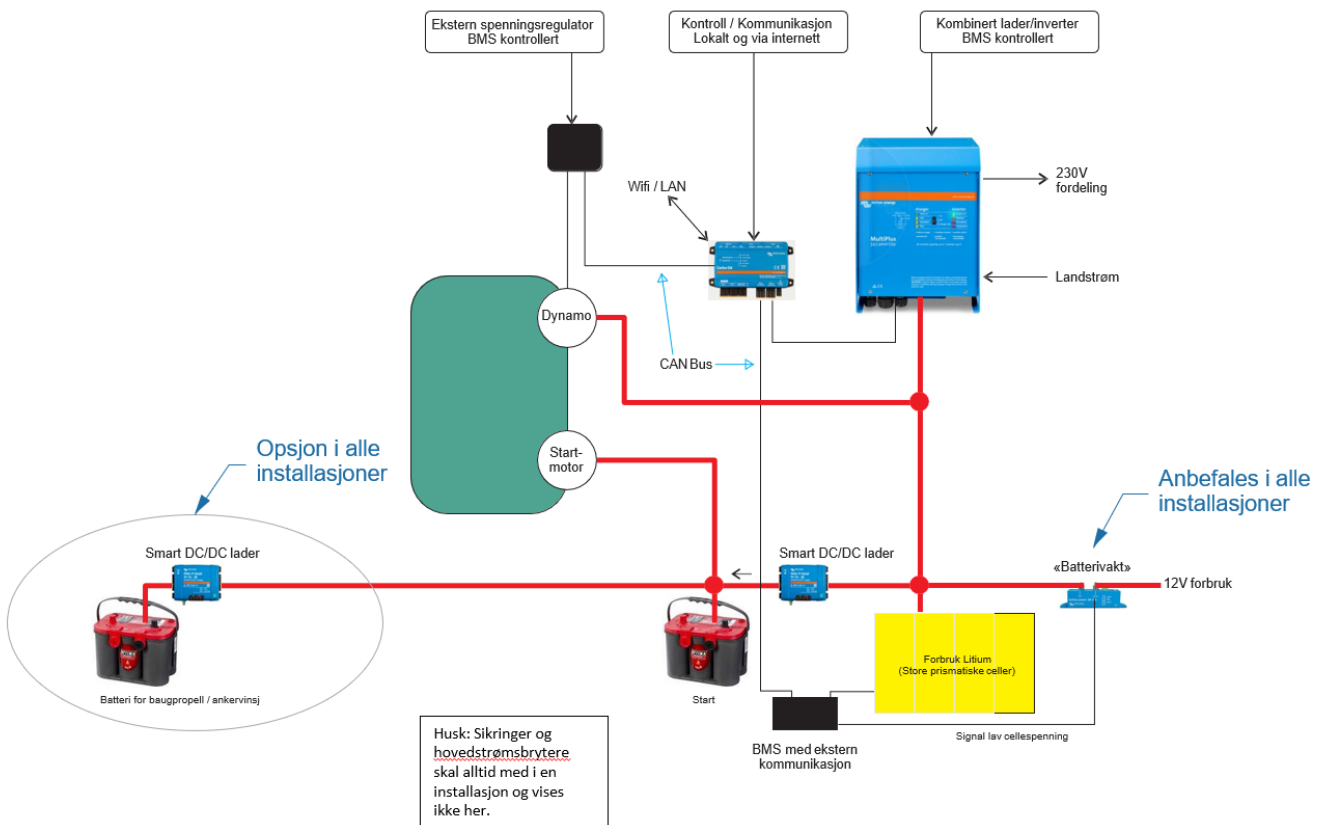


Ombygg til Lithium «Drop-in» forbruksbatteri



Alternativ 4

Avansert løsning



4. GENERELL INFORMASJON OM LITIUMBATTERIER OG LADING

Terminologi og definisjoner

Drop-in batteri	- Batteri ment for å erstatte eksisterende med samme passform, ytelse etc.
SOH	- State of Health
SOC	- State of Charge

Batterityper

Av det som populært kalles litiumbatterier er pr. 2021 kun batterier som litium-ion (oppladbare litiumholdige batterier) ansett som egnet til å erstatte batterier med bly/syre (AGM/GEL) som batterier til maritimt bruk. Når det er snakk om litium-ionbatterier, så kommer disse med relativt stor variasjon i kjemisk sammensetning som gir forskjellige egenskaper, energitetthet, risiko og kostnad. Litiumbatterier har generelt en rekke fordeler i forhold til tradisjonelle batterier:

- Høyere energitetthet.
- Lavere egenvekt.
- Lite spenningsfall.
- Liten intern motstand (kan levere og ta imot mye strøm på kort tid).
- Liten variasjon i spenningen mellom fullt og tomt batteri.
- En båt tilbyr gunstig temperatur for litiumbatterier (5–25 °C).
- Man kan utnytte hele batteriets kapasitet.
- Ingen fare for utvikling av knallgass ved overlading.
- Optimal lagring av et litiumbatteri er «halvfullt batteri».
- Klarer 5–10 ganger flere ladesykluser enn blybatterier.

Hensyn å ta ved bruk av litiumbatterier:

- Høy slitasje på batteriet ved unødvendig høy spenning (f.eks. over 14 V i et 12 V-anlegg).
- Ved overlading eller overoppheting av en enkelt celle kan det utløses en «thermal runaway».
- Ved full utlading vil batteriet også ekspandere i størrelse og bli ustabil.
- Kompakte litiumbatterier med innebygget elektronisk styring tåler normalt ikke belastninger fra større forbrukere som startmotor og større vinsjer.

Valg av batteritype

Generelt må det brukes batterier som er egnet for formålet. Batteriteknologien er under rask utvikling og vi vil oppleve at det fortløpende kommer nye varianter og teknologier på markedet. Derfor er det meget viktig å gjøre en grundig analyse ved valg av batteritype.

Eksempler på litiumbatteri og kjemi som er egnet for maritim bruk

LifePO4

LYP

LFP (cylindrical type)

Andre typer litiumbatteri og kjemi som krever spesielle tiltak

NMC: Dette er en batteritype med høyere energitetthet enn for eksempel LFP. Dette medfører at dersom de skal brukes i maritim sektor må det tas spesielle hensyn til innkapsling og installasjon for å gjøre dette på en sikker måte. (NMC-batterier er ofte brukt i elektriske biler).

Bly/syre typer

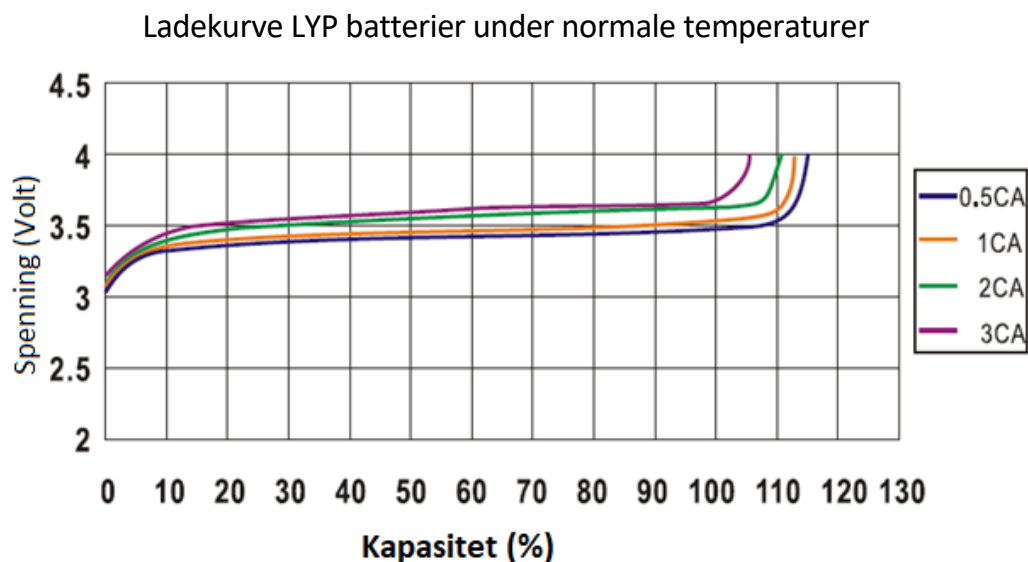
AGM

GEL

Ladespenning

LifePO4, LYP og tilsvarende litiumbatterier.

I motsetning til bly (inkl. AGM og GEL) og noen andre typer litiumbatterier, holder LifePO4 en veldig flat spenningskurve som vist her på cellenivå:



For å bevare batteriets egenskaper skal man unngå å lade ut for mye og lade for fullt. Av hensyn til sikkerhet må man sikre batteriet og/eller en enkeltcelle mot overlading da den energien kan utløse en «thermal runaway» (ukontrollerbar varmeutvikling).

Som man kan se på kurven vil et riktig balansert batteri bli fullt før spenningen stiger av betydning, og spenningen synker ikke vesentlig før batteriet er nesten helt tomt. Samtidig vil spenningen bli høyere om man ønsker å hurtiglade, så det er vanskelig å bruke spenningen alene til å ivareta batteriet på best mulig måte.

Kort sagt; et batteri kan godt lades med relativt høy spenning, men da må styresystemene senke spenningen når batteriet begynner å bli fullt. Hvis man ikke har slike styresystemer, bør man ikke lade med høyere spenning enn hva som er akseptabelt som fulladet for å beholde levetid, og ikke minst sikkerhet for batteriene.

Det er viktig at vedlikeholdsladning over tid ikke har for høy spenning.

Normale ladere leverer gjerne 0,5 C eller mindre og som man ser på kurven bør da ikke spenningen være over 3,5 volt per celle (14 volt i 12 V-anlegg, 28 volt i 24 V-anlegg og 56 volt i 48 V-anlegg).

Levetiden for litiumbatterier forlenges vesentlig om man ikke tømmer under 15 % og ikke overstiger 85 % av kapasiteten. Maks ladespenning vil kunne variere så det er viktig at man sjekker hva leverandøren har spesifisert.

Lagring

Lagring over tid gjøres best med 40–60 % oppladde batterier, eventuelt med en vedlikeholdslader som gir spenning tilsvarende 3,3 volt/celle (13,2 / 26,4 / 52,8 volt).

Contents

Foreword	iv
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Terms and definitions	1
4 System design requirements	3
5 Safe operating limits	4
6 General lithium battery installations	4
7 Fire protection and cell venting	5
8 Battery management system and testing	5
9 Manufacturer's safety information	6
Annex A (informative) Battery thermal runaway	8
Bibliography	9

Vedlegg 2, Teknisk dokumentasjon

Båt type:	
Årsmodell:	
WIN/HIN /CIN kode:	
Installatør:	
Type installasjon:	
Batteritype/fabrikat	
Båt type:	
Årsmodell:	

Clause Nr.	Kontroll	Explanation/ description of the solution/ drawing references	Test (ref)
4	System design requirements		
4.1			
4.2			
4.3			
4.4			
4.5			
4.6			
4.7			
4.8			
4.9			
4.10			
4.11			
4.12			
Clause Nr.	Kontroll	Explanation/ description of the solution/ drawing references	Test (ref)
5	Safe operating limits		
5.1			
5.2			
5.2.1			
Clause Nr.	Kontroll	Explanation/ description of the solution/ drawing references	Test (ref)
6	General lithium-ion battery installations		
6.1			
6.2			
6.3			
6.4			
6.5			
6.6			
6.7			
6.8			




6.9			
6.10			
6.11			
6.12			
Clause Nr.	Kontroll	Explanation/ description of the solution/ drawing references	Test (ref)
7	Fire protection and cell venting		
7.1			
7.2			
7.3			
Clause Nr.	Kontroll	Explanation/ description of the solution/ drawing references	Test (ref)
8	Battery management system and testing		
8.1			
-			
-			
-			
-			
8.2			
8.3			
8.4			
-			
-			
-			
8.5			
-			
-			
-			
8.6			
8.7			
8.8			
Clause Nr.	Kontroll	Explanation/ description of the solution/ drawing references	Test (ref)
9	Manufacturer's safety information and operator's manual		
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			

Vedlegg 3, Risikoanalyse

(for å se komplett risikoanalyse må man laste ned xl arket)

Risikoanalyse ved installasjon og bruk av litiumbatterier

Båttype:		Dato:	
Årsmodell:		Signatur:	
WIN-/HIN-/CIN-kode:			
Kategori båt (A,B,C,D):			
Utført av:			

	Grønt indikerer akseptabel risiko. Innføring av tiltak bør vurderes der det åpenbart vil gi gode effekter.
	Gult indikerer behov for innføring av risikoreducerende tiltak.
	Rødt er ikke akseptabelt, og risikoreducerende tiltak må iverksettes umiddelbart.

Område	Type	Hendelse/fare	Mulig årsak	Mulig konsekvens	Sannsynlighet (1–5)	Konsekvens (1–5)	RISIKO	Mulig løsning
Installasjon	I	Batterier skades under løft.	Feil løft.	Mulig løsning/tiltak Sikkert og riktig løfteutstyr. Krav til løfteutstyr for å fysisk få materiellet ut og inn. Installatør har kompetanse eller kompetent veiledning.	Ny RISIKO	Nye tiltak		Notater
Installasjon	I	Installatøren har ikke tilstrekkelig kompetanse.	Personer glemte d					Spesielle hensyn hvis det er høyspent anlegg > 60 VDC, med isolert verktøy og egnet verneutstyr.
Installasjon	III	Feil type batterier installeres.	Installat kunnsk					Batterier egnet til bruk – spenning og kapasitet, samt fysisk størrelse.
Installasjon	III	Batterier har feil spenning.	Feil typi	Velg batterier med riktige egenskaper til formålet (riktig batterikjem).				
Installasjon	III	Feil ladekilde installeres.	Installat kunnsk	Bytt til riktig batteri. Ladekilder (dynamo/solceller/vindmølle/landstrømslader) må være egnet for bruk sammen med batteriene.				Største forskjellen når man går over til litium er andre krav til ladning og behov for å sørge for riktig lading. Større kapasitet kan også sette andre krav til infrastrukturen rundt batteriet.
Installasjon	I	Installatøren berører strømpoler 12/24 V.	Installat	Under installasjon skal anlegget legges dødt og ikke igangkjøres før man har kvalitetssikret installasjonen.				
Installasjon	I	Installatøren berører strømpoler 50 V DC/AC.	Det mai spennin	Under installasjon skal anlegget legges dødt og ikke igangkjøres før man har kvalitetssikret installasjonen.				
Installasjon	III	Batteri/batterier kobles til båten på feil måte.	En men	Ha bedre opplæring og rutiner for kvalitetskontroll.				
Installasjon	III	Batterier kobles sammen feil.	Installat kunnsk	Ha bedre opplæring og rutiner for kvalitetskontroll.				
Installasjon	III	Kabler og infrastruktur er ikke tilpasset batteripakken.	Mangle prosjekt	Ha bedre opplæring og rutiner for kvalitetskontroll.				
Installasjon	III	Batterier anvendes ikke iht. batterileverandørens spesifikasjoner.	Mangle prosjekt	Følg produsentens anbefalinger og velg egnet utstyr.				
Under bruk	I	Høy temperatur i batterier	Batterie	Riktig integrering av batterisystemet. BMS for å sikre at dette ikke kan skje.				
Under bruk	I	Høy temperatur i batterier	Batterie kjølinge	Riktig integrering av batterisystemet. BMS for å sikre at dette ikke kan skje.				
Under bruk	I	Batterier har for høy temperatur.	Strømtr	Riktig integrering av batterisystemet. BMS for å sikre at dette ikke kan skje.				
Under bruk	I	Batterier har for høy temperatur.	Ladestr	Riktig integrering av batterisystemet. BMS for å sikre at dette ikke kan skje.				
Under bruk	I	Batterier utsettes for høy ekstern varme.	Batterie motore	Endre plasseringen.				
Under bruk	I	Ladespenning fra motor er for høy.	Det er e	En alarm som varsler for høy eller for lav spenning.				
Under bruk	I	Ladespenning fra landstrømslader er for høy.	Laderer	Riktig integrering av batterisystemet. BMS for å sikre at dette ikke kan skje.				
Under bruk	I	For store strømmer tilføres batteriet.	Det er e landstr	Riktig integrering av batterisystemet. BMS for å sikre at dette ikke kan skje.				
Under bruk	I	For store strømmer trekkes ut av batteriet.	For mar er tilkot	Riktig integrering av batterisystemet. BMS for å sikre at dette ikke kan skje.				
Under bruk	I	Lades i omgivelsestemperaturområde utenfor spesifikasjon.	Det er e batterir	Riktig integrering av batterisystemet. BMS for å sikre at dette ikke kan skje.				
Under bruk	I	BMS kobles fra batteriet.	Feil lade					
Under bruk	I	BMS slutter å virke.	Feil i ele	En alarm som varsler i forkant.				
Under bruk	I	Batteriet løsner fra den monterte posisjonen.	Underd' batterie	En alarm som varsler dersom BMS ikke er intakt. Forbedre og forsterke innfesting.				
Under bruk	I	Batteriet slipper ut gass.	Overlad	Forsikre at batterier har ventilasjon til friluft.				
Under bruk	III	Batteriet spyles med ferskvann.	Båtføre: er plass	God tildekking av batterier.				
Under bruk	I	Batteriet spyles med sjøvann.	Batterie kan kon	God tildekking av batterier.				
Under bruk	I	Batteriet senkes under vann.	Båten ti	Tett batterikapsling og ventilasjon til friluft.				
Under bruk	I	Batteripoler kortsletter mekanisk.	Mangle	God tildekking av batterier.				
Under bruk	I	Båtføreren berører eller kortsletter batteripoler inntil 50 V DC/AC.	Mangle	God tildekking av batterier.				
Under bruk	I	Båtføreren berører batteripoler over 50 V DC/AC.	Mangle	Installasjonen sikres mot utilsiktet berøring.				
Ved lagring (uten personer ombord)	III	Batterier tømmer for strøm.	Små str over tid	Batterier kobles fra båten.				Litiumbatterier får minst slitasje hvis de er 18–85 % oppladet.
Ved lagring (uten personer ombord)	III	Lading ved lave temperaturer.	Batterie	En varmekilde som sikrer riktig temperatur på batterier.				

Vedlegg 4, Sjekkliste

Båttype:					
Årsmodell:					
WIN-/HIN-/CIN-kode:					
Installatør:					
Type installasjon:					
Batteritype/fabrikat					
Nr.	Del/system	Kontroll	Målte verdier	OK/NA	Sign.
1	1.1 Systemkontroll	Foreligger dokumentasjon på batterier.			
		Foreligger dokumentasjon for motor (som ladekilde).			
		Foreligger dokumentasjon på landstrømslader.			
		Batterier har intern eller ekstern BMS.			
		Strømtrekk fra forbrukere er summert og i henhold til batterienes kapasitet.			
		Strømtrekk og maksbelastning fra startbatteri, ankervinsj, truster eller lignende er summert og i henhold til batterienes kapasitet.			
		Kabelvernsnitt mellom batteri og infrastruktur er tilstrekkelig dimensjonert (EN/ISO 10133).			
		Endret vekt/tyngdepunkt som følge av ny installasjon av batterier er vurdert i forhold til stabilitet og krever ingen tiltak.			
		Endret vekt/tyngdepunkt som følge av ny installasjon av batterier er vurdert i forhold til stabilitet og nødvendige tiltak, og dokumentasjon er utarbeidet.			
2	2.1 Montering	Batterier er tilstrekkelig mekanisk sikret i henhold til ISO TS 23625 punkt 6.6.			
		Batterier er sikret mot vannsprut/vanninntrengning under normal drift (ISO/ TS 23625 punkt...).			
		- Minimum IP 67 dersom de kan senkes under vann.			
		- Minimum IP 55 dersom de utsettes for vannsprut.			
		- Minimum IP 20 i beskyttet område.			
		Batteripoler er beskyttet mot kortslutning fra fastmonterte og løse objekter i båten.			
		Batteriene er ikke plassert i et område der det er krav til gnistbeskyttelse (EX-sone eller lignende).			
		Batterier er plassert i et område der det er krav til gnistbeskyttelse, og dette er gjort i henhold til ISO 8846 (ISO/TS 23625 punkt 6.5).			
		Dersom batteriene er i nærheten av en varmekilde eller i et motorrom skal temperaturen måles der batteriene plasseres. Dette må sjekkes mot batterileverandørens spesifikasjoner.			
Ved et eventuelt gassutslipp fra batterier ventileres dette til friluft. Ved mekanisk ventilasjon må vifte være gnistsikker (EX).					
2.8	Førerposisjonen har alarm som varsler feil relatert til batteriinstallasjonens tilstand.				
3	3.1 Test under drift	Maks. tillatt ladespenning for batterier (fra spek. batteri).			
		Målt ladespenning fra motor (V) (ved fulladet batteri).			
		Maks. tillatt ladestrøm (fra spek. batteri).			
		Målt ladespenning fra landstrømslader (V).			
		Målt ladestrøm for motor (A).			
		Maks. tillatt temperatur ved batterier (fra spek. batteri).			
		Målt temperatur ved normal drift der batteriene er plassert.			
		Utetemperatur under test.			
4	4.1 Vedlagt dokumentasjon	Utfylt sjekkliste.			
		Utfylt risikoanalyse.			