

## Håndtering av Litium-ion batterier

---

### SfS Anbefalt praksis 050N/2022



**SfS**  
Samarbeid for Sikkerhet

Utarbeidet av SfS Arbeidsgruppe: <b>Januar 2022</b>	Revisjon: <b>Rev 00</b>	SfS Prosjekt leder:  <hr/> Hugo Halvorsen (signatur on file)
Gjelder fra dato: <b>1 Mars 2022</b>		Godkjent av Styret i SfS v/leder:  <hr/> Hedyeh Malkamy (sign. on file)

## Innhold

<b>1. Innledning</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Formål</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Målgruppe</b> .....	<b>3</b>
<b>4. Bakgrunn og problemstilling</b> .....	<b>4</b>
<b>5. Risiko- og beredskaps analyse</b> .....	<b>5</b>
<b>6. Håndtering av brann og branntilløp</b> .....	<b>5</b>
<b>7. Kompetanse</b> .....	<b>8</b>
<b>8. Referanser og lenker</b> .....	<b>9</b>
<b>9. Forkortelser</b> .....	<b>10</b>
<b>Vedlegg 1 Batterisystemer</b> .....	<b>11</b>
<b>Vedlegg 2 Thermal Runaway - Gassutvikling</b> .....	<b>12</b>
<b>Vedlegg 3 Regelverk</b> .....	<b>13</b>
<b>Vedlegg 4 Risikonivåer – Batteribranner</b> .....	<b>15</b>
<b>Vedlegg 5 Opplæringsplaner</b> .....	<b>16</b>

## 1. Innledning

Installasjon av litium-ion batteri enten delvis eller helt for fremdrift, manøvrering og drift i skips og petroleums segmentene har eskalert kraftig de siste årene for å møte miljøkravene om redusert utslipp. Denne økte bruken av litium-ion batterier har imidlertid ført til flere uønskede hendelser, spesielt på etter-installasjon av batteripakker. Det er derfor behov for økt kompetanse og videre utvikling av regelverk blant annet på design, konstruksjon, drift, beredskap og slukke midler for å kunne oppnå sikker drift i tråd med den teknologiske utviklingen på området.

En av de største utfordringene med litium-ion batterier er muligheten for «Thermal Runaway» - en kraftig økning i temperaturen som gir brann i batteriet. En slik brann kan involvere mange arbeidstakere, både de som er ansatt til å drifte, overvåke og håndtere uønskede hendelser der litium-ion batteri er satt i drift, samt eksterne beredskapsstyrker. Videre, siden batteribranner ikke kan slukkes på vanlig måte, er det behov for å øke den generelle kompetansen på dette området.

På bestilling fra Ptil har DNV laget en omfattende rapport<sup>1</sup> som kartlegger risikoforhold knyttet til bruk av litium-ion batterier. DNV rapporten foreslår også tiltak for å redusere risikoen og bør gjennomgås grundig av alle som planlegger å bruke eller allerede bruker slike batteripakker. Rapporten inneholder også en gjennomgang av Ptils regelverk med forslag for forbedringer.

## 2. Formål

Formålet med denne anbefalingen er å bidra til økt kompetanse relatert til problemstillinger knyttet til sikker bruk av Litium-ion batteripakker i petroleumsindustrien, spesielt i marine miljø.

## 3. Målgruppe

Målgruppen for denne anbefalingen er alle som organiserer, utfører arbeid på eller har beredskapsoppgaver relatert til Litium-ion batteripakker. Dette omfatter også personer på landanlegg med havneanlegg eller på installasjoner som ikke har egne batteripakker, men samhandler med fartøy/flyttbare innretninger som har batteripakker om bord.

## 4. Bakgrunn og problemstilling

Som en del av det grønne skiftet har det vært en økende trend med installasjon av Litium-ion batterier som energikilde til fremdrift og manøvrering av fartøy og offshore innretninger. Slike installasjoner krever kompetanse på flere områder for å kunne levere sikker drift og korrekt vedlikehold. Videre kreves det kompetanse til å analysere og forstå data fra normal drift, ladning/ utladning slik at uønskede hendelser kan unngås. Dette gjelder både for personellet som har sitt arbeid på fartøyet/ innretningen og for eksternt støtte-, beredskap- og innsatspersonell som definert i sikkerhetsstyringssystemet. Vedlegg 1 viser oppbygningen av et typisk batterisystem.

Design av batterirom må ta hensyn til det maritime miljø mht. en rekke faktorer: fuktighet, salt, vibrasjoner, elektromagnetisk stråling og høyspenningsanlegg, kjøling og ventilasjon under normal og avvikende drift. Videre må barrierer til annen farlig last/oppbevaring og effekten av høye temperaturer ved brann hensyntas (kan være stålsmeltende). Disse sikkerhetskravene gjelder også for retrofit løsninger.

Det er avgjørende at battericellene er av klassifisert kvalitet og at Energy Management System (EMS) og Battery Management System (BMS) er testet opp mot kommunikasjon, overvåknings- og sikkerhetssystemer.

Større batterisystemer plasseres som regel i egne i batterirom med komponenter og funksjoner nødvendige for å holde batterisystemet intakt. Den største risikoen til Litium-ion batterier er at de varmes opp slik at en eksoterm reaksjon (Thermal Runaway) i battericellene starter - for eksempel dersom kontrollsystemene svikter. Dette er en selvforsterkende effekt som fører til rask temperaturøkning, gassutvikling (se vedlegg 2) og en kraftig brann som er vanskelig å slukke.

En Thermal Runaway brann krever en utvidet analytisk og teknisk kompetanse, spesielt med tanke på temperatur, etsende gass, eksplosjons kraft og tidsaspekter sett i sammenheng med personlig verneutstyr, inkludert Arbeid Under Spenning (AUS) utstyr, riktige slukke midler og kapasitet. Det må implementeres tilstrekkelig tid og ressurser til familiarisering, overlapping, tekniske og førstehjelps øvelser.

Sikkerhetsbemanning og brannlag må også kunne ivareta egen sikkerhet.

## 5. Risiko- og beredskaps analyse

Den ansvarlige/selskapet skal velge tekniske, operasjonelle og organisatoriske løsninger som reduserer sannsynligheten for at det oppstår skade, feil og fare- og ulykkes-situasjoner. Et grunnleggende krav<sup>3,6</sup> ved valg av nye tekniske løsninger, inkludert installasjon av batteripakker, er at det blir foretatt en helhetlig risikoanalyse som ivaretar design og konstruksjon. En slik analyse innebærer utførelse av FMEA. Analysene skal oppdateres ved alle endringer som kan påvirke risikoforholdene, inkludert software-oppdateringer.

Beredskapsanalyser skal utføres og inngå som en del av beslutningsgrunnlaget blant annet når en skal definere fare- og ulykkesituasjoner (DFU). Installasjon av litium ion batterianlegg vil medføre en risiko for fare- og ulykkesituasjoner som må ivaretas gjennom en eller flere DFU (er). Alle relevante situasjoner som kan oppstå i batterianlegget må vurderes for å sikre egnede tiltak.

Risiko- og beredskapsanalysene skal samlet sett gi beslutningsunderlag som sikrer at robuste løsninger velges for å redusere risiko med installasjonen. Beredskapen må også dimensjoneres og trenes utfra resultatene av analysene. Det er blant annet sentralt for slike batterianlegg at potensielle brann- og eksplosjonslaster identifiseres slik at egnede tiltak kan iverksettes. Det må også sikres at den potensielle effekten på hele innretningen/skipet ved en hendelse er håndterbar. Et eksempel på andre forhold som må ivaretas av analysene er områder for utlufting fra rom med slike batterianlegg, hvor det kan være hensiktsmessig å sikre at personell unngår eksponering av gasser/avgasser. Slike områder vil også typisk måtte defineres som eksplosjonsfarlige områder.

Relevant regelverk er detaljert i Vedlegg 3.

## 6. Håndtering av brann og branntilløp

DNV rapporten<sup>1</sup> foreslår en rekke tekniske og operasjonelle tiltak som både kan redusere sannsynlighet for og konsekvens av Thermal Runaway. Dersom en uønsket hendelse likevel skulle inntreffe, er det viktig at alt involvert personell har tilstrekkelig kompetanse og gjennom korrekt kommunikasjon er i stand til og vet hva en skal gjøre – og hva en ikke skal gjøre – i en slik situasjon.

For lettere å kunne definere farepotensialet ved brann i Litium-ion batterier kan vi dele denne type brann inn i fire risikonivåer, fra små batteribranner til store komplekse batteribranner (se vedlegg 4).

Det som skiller de ulike risikonivåene, er hovedsakelig størrelsen på batteriet og hvor innelukket batterirommet er. Den største faren ved en batteribrann er når gass fra batteriene får muligheten til å kunne samles og dermed kunne danne en giftig og eksplosiv atmosfære. Ved å bruke disse nivåene kan HRS, beredskapsledelsen og

involvert innsatspersonell definere og få en felles forståelse for hvilke risikoer som er til stede og hurtig dimensjonere innsatsmidlene.

Utenfor et batterirom som brenner, kan det være få tegn som gir informasjon til innsatspersonell om at det kan være en eksplosjonsfarlig atmosfære på innsiden av batterirommet. God kjennskap til alarmsystemer, slukkesystemer, ventilasjonssystem, sensorer og ventilasjonsmulighet i batterirommet er helt vesentlig kunnskap man må ha før man velger å gå i innsats på en nivå 3 eller 4 batteribrann.

Har man ikke denne kunnskapen frarådes det å åpne opp batterirommet for å prøve og slukke brannen. Videre kan manglende kompetanse også frarøve innsatspersonellet muligheten til å foreta slukkearbeid, om brannen i batterirommet skyldes en «tradisjonell» brann (eks. brann i plast eller annet brennbart materiale i batterirommet som ikke har med Litium-ion batteri å gjøre).

Tabellene nedenfor gjelder for nivå 3 og 4, som er hovedfokus i denne anbefalingen:

Anbefalte tiltak for å **forhindre brann:**

- Ha gode prosedyrer for vedlikehold.
  - Hold batterirom tørt og rent.
  - Sørg for vedlikehold av luftfiltre i rommet.
  - Sjekk av ventilasjonssystem i batteriet og batterirom rutinemessig.
  - Tren jevnlig på manuell nedstenging ved ulike unormale tilstander som en naturlig del av beredskapsøvelser.
  - Bruk adgangsbegrensning og foreta sikker jobb-analyse (SJA) for vedlikeholdsarbeid i batterirommet.
  - Operatøren skal ha kjennskap til parametere som er indikasjoner på et forløp til thermal runaway. Eksempler er stigende batteritemperatur, høy spenning og strøm, og gassutvikling.
  - Operatørene skal ha kjennskap til forutsetningene for sikker drift av batterisystemet. Dette kan være:
    - begrensninger for kraftuttak og karakteristikk av påkoblet utstyr
    - mengde og type kjølevæske
    - ventilasjonsinnløp og -utslipp og dedikert utlufting fra batterikabinetter
- Ved modifikasjoner må risikoanalysen for batterisystemet gås gjennom for å sikre at antagelsene og resultatene fortsatt er gyldige.
- Ikke ha dører til batterirommet åpen lenger enn nødvendig.
  - Ikke oppbevar utstyr i batterirommet som kan lage gnister, brenne eller generere mye varme.
  - Vurder løftebegrensninger over og i nærheten av batterirom

**Anbefalte tiltak ved tilløp til brann**

- Forlat batterirommet og monitorer situasjonen utenfor rommet.
- Evakuer området utenfor ventilasjonsutløpet fra batterisystemet og batterirommet.
- Monitorer situasjonen og gjør klar for utløsning av slukkemiddel.
- Hold døren til batterirommet alltid lukket.
- Koble ut batterisystemet i tilfeller av bortfall av batterirommets og batteriets sikkerhets- og hjelpesystemer, ventilasjon og kjøling (vanligvis automatisk)
- Sørg for at batteriets kjølesystem er aktivert hvis det i utgangspunktet ikke er slått på.
- Alle forsøk på å gripe inn manuelt for å avverge brannen som innebærer tilstedeværelse i batterirommet frarådes.
- Ikke gå inn i batterirommet igjen før avgassen har blitt ventilert ut.
- Ved ekstern brann eller eksplosjon må prosedyrer følges for start av ekstern overrissing, intern væske/luft varmeveksler og nedstenging av batterisystemet for å unngå ytterligere oppvarming ved bruk. Batterisystemets kjølesystem må opprettholdes hvis mulig.

**Anbefalte tiltak ved brann:**

- Varsling internt på fartøyet/riggen og nødmelding ut til hovedredningssentralen. Skaff plantegning og vurder spredningsfare.
- Aktiver nødstopp og slukkesystem\*
- Skaff informasjon fra overvåkningssystemet (Battery Management System - BMS). Se etter endringer i batterisystemet slik som stigende temperaturer eller sensor brudd. (Dette gir informasjon om det er en akselererende situasjon i batterirommet eller om det er en mer stabil situasjon - Varmepåvirket batteri kan spontant selvantenne.)
- Overvåk andre hjelpesystemer slik som videoovervåkning, gass- eller temperatursensorer som kan være plassert i batterirommet.
- Overvåk eksosystem ut fra batterirommet. Pass på at røykgasser ikke ventileres til områder hvor personer kan oppholde seg.
- Overvåk gassventilering fra batterirommet. Er det gasslekkasje til tilstøtende rom? Unngå å tilføre oksygen om batterirommet er lukket.
- Overvåk varmespredning fra batterirommet.
- Ikke entre batterirommet før man har fullstendig oversikt over gasskonsentrasjonen i rommet. Benytt alltid fullstendig verneutstyr.
- Unngå berøring av batterier da disse er strømførende.
- Bruk av saltvann bør unngås i batterirommet.
- Kortslutning i batteriinstallasjonen kan forekomme selv ved bruk av rent vann (vannet binder partikler som aske, sot, salter og metallpartikler som gjør det ledende, bruk store mengder vann)

\* Merk at innretningsforskriften angir at slukkesystemer skal være automatiske mens forskrift for flyttbare innretninger<sup>8</sup> legger til rette både automatisk og manuell utløsning basert på vurderinger. (Sdir sendte ut en egen presisering av dette 13.12.2019)

## 7. Kompetanse

En viktig faktor ved valg av teknisk løsning, er den kompetansen leverandøren innehar, også sett opp mot regelverk, miljø, konstruksjon, design, brann og evakuerings systemer.

Som regel vil det være nødvendig å styrke intern kompetanse ved installering av nye batteripakker og det kan være avgjørende at leverandøren kan gi opplæring på det spesifikke systemet som installeres.

Kompetanse om installasjon, drift og vedlikehold av batterisystemer er i liten grad inkludert i regelverks regulert grunnutdanning for maritime og elektrotekniske fag.

Behovet for kompetanse kommer alltid som følge av ny teknologi, og gapet mellom iverksettelse, regelverk og kompetanse blir en sikkerhetsutfordring som med grunnlag i eksisterende overordnet regelverk spesifikt må gripes fatt i for den enkelte installasjon. Disse analysene vil så kunne danne grunnlag, helst parallelt med «det grønne skiftet» for et felles kompetansekrav.

Til det skjer blir det ekstra viktig at de som skal drifte og vedlikeholde batterisystemer får god grunnopplæring om batterisystemer i tillegg til innretnings- / skips- utstyrsspesifikk opplæring gitt av systemleverandøren.

Følgende områder må være godt dekket i den utstyrsspesifikke opplæringen:

### **Kompetanse – Drift og vedlikehold av batterisystemer:**

- Energy Management System (EMS)
- Battery Management System (BMS).
- Drift og vedlikehold av batterisystem
- Digital informasjon analysering
- Manuell operasjon av kritiske komponenter

### **Kompetanse om virkemåte, risiko, sikkerhet og beredskap**

- Oppbyggingen av batterimoduler - vannkjølte og luftkjølte.
- Oppbygging og funksjon av kontrollenheter og barrierer.
- Kommunikasjon mellom tavle, BMS, batterimoduler og kontrollenheter.
- Cellebalanse, min/maks volt kalkulere/kalibrere, lade balanse og kople inn og ut
- Faremomenter ved arbeid på batterisystemer.
- Risikoforståelse ved en thermal runaway og påfølgende prosesser i håndtering av denne
- Kunnskap om håndtering av en brann i et Litium-ion-batteri basert på risikonivåer
- Kunnskap om hva som skiller en litium-ion batteribrann fra konvensjonelle branner



Etter grunnopplæring og utstyrsspesifikk opplæring må det implementeres og gis tilstrekkelig tid for familiarisering. I tillegg til økt kompetanse hos de som skal drifte og vedlikeholde anlegget vil det være nødvendig å gi nødvendig kompetanse til sikkerhetsbemanning, eget brannlag og innsatstyrker som brann, søk og redning – dette fordi en batteribrann må håndteres på en helt annet måte enn vanlige branner.

Videre vil det kunne være behov for økt kompetanse på drift av komplekse systemer; batteripakkene blir ofte en integrert del av den totale energi leveranse behov og det er viktig å ha en full forståelse for hvordan det totale styringssystemet for kraftleveranser virker. Endelig vil en måtte sørge for tilstrekkelig kompetanse for å sikre at anlegget har tilstrekkelig cybersecurity<sup>18</sup>.

Et eksempel på opplæringsplaner er vist i vedlegg 5. Kurs som dekker kursplanene 1-3 er allerede kommersielt tilgjengelige og kurs som dekker kursplanene 4-5 vil bli tilgjengelige våren 2022.

## 8. Referanser og lenker

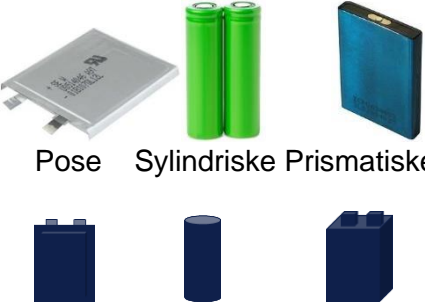
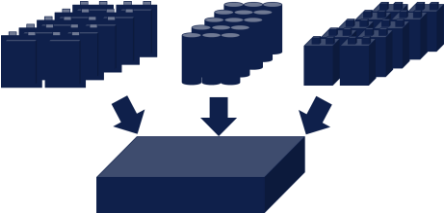


1. Sikker bruk av litium-ion batterier i petroleumsnæringen. Rapportnr.: 2020-0778, Rev 1. DNV-GL
2. DNV MARITIME BATTERY SAFETY Technical Reference for Lithium-ion Battery Explosion Risk and Fire Suppression
3. Forskrift om styring og opplysningsplikt i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (Styringsforskriften)
4. Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten (Aktivitetsforskriften)
5. Forskrift om tekniske og operasjonelle forhold på landanlegg i petroleumsvirksomheten
6. Forskrift om risikoanalyse for flyttbare innretninger
7. Forskrift om bygging av flyttbare innretninger
8. Forskrift om sikringstiltak mot brann og eksplosjon på flyttbare innretninger
9. DSB veileder: Risikovurdering og håndtering av brann i Litium-ion batterier
10. Sdir. Veiledning om kjemiske lager for energi - maritime batterisystemer
11. Forskrift om sikkerhetsstyringssystem for norske skip og flyttbare innretninger
12. Lov om skipssikkerhet (skipssikkerhetsloven)
13. Forskrift om arbeidsmiljø, sikkerhet og helse for de som har sitt arbeid om bord
14. Forskrift om kvalifikasjoner og sertifikater for sjøfolk
15. Forskrift om driftsordninger på norske skip
16. Forskrift om maritime elektriske anlegg
17. Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg.
18. ISM Resolution MSC.428(98) Maritime Cyber Risk Management in Safety Management Systems

## 9. Forkortelser

DFU	Definert Fare- og Ulykkessituasjon
FMEA	Failure Mode & Effects Analysis
HRS	Hovedredningssentralen
IMO	International Maritime Organization
ILO	International Labour Organization
ISM	The International Safety Management Code
ISPS	International Ship and Port Facility Security
MARPOL	The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
MLC	Maritime Labour Convention
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea
STCW	International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers
Ptil	Petroleumstilsynet
Sdir	Sjøfartsdirektoratet
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap

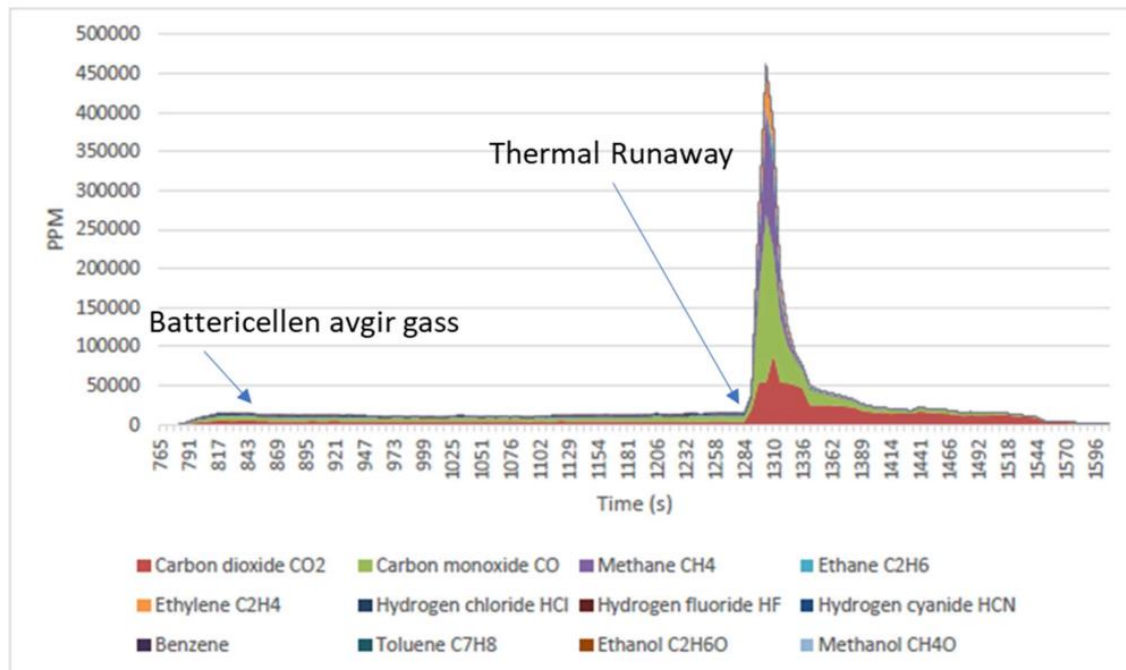
## Vedlegg 1 Batterisystemer

Figuren nedenfor viser oppbygningen av et typisk batterisystem. Oppdelingen av et batterisystem kan inndeles på følgende måte:

<p>Battericelle – den minste elektrokjemiske komponenten i batterisystemet. Cellene kan variere både i form og størrelse. De mest vanlige i større systemer er «poseceller», «sylindriske celler» eller «prismatiske celler».</p>	<p>Nominell spenning: 2.4VDC - 3.6VDC. Avhenger av cellekjemi.</p> <p>Energi: 7Wh – 640Wh. Den vanligste størrelsen ligger på 230Wh</p>	 <p>Pose    Sylindriske    Prismatiske</p>
<p>Batterimodul – En samling av celler inkludert noe kontroll og monitorering. Den minste enheten som kan bli elektrisk isolert i et batterisystem.</p>	<p>Nominell spenning: 10 - 60VDC. Det vanligste er rundt 50VDC</p> <p>Energi: 3kWh – 6kWh</p>	
<p>Batteristreng /batterirack – En samling av seriekoblede moduler. En batteristreng har den samme spenningen som systemspenningen.</p>	<p>Nominell spenning: 300VDC - 1200VDC</p> <p>Energi: 70-150 kWh Det mest vanlige er ca. 120 kWh</p>	
<p>Batterisystem – En eller flere strenger/rack inkludert kontroll- og monitorerings-elektronikk</p>	<p>Nominell spenning: 300VDC - 1200VDC (Lik streng/rack spenning)</p> <p>Energi: 200kWh - 30MW Trend er økende energimengde</p>	

## Vedlegg 2 Thermal Runaway - Gassutvikling

Mange av de gassene som utvikles i brannen er både eksplosive, etsende og giftige og det er derfor svært viktig at de som skal bekjempe batteribranner tar nødvendige forholdsregler for å beskytte seg mot disse. Figuren nedenfor<sup>1</sup> viser hvor raskt gasser dannes og hvilke gasser som frigjøres ved Thermal Runaway. Battericellene begynner å avgis gasser allerede ved ca. 50 grader og øker kraftig når Thermal Runaway inntreffer ved 80-90 grader og øker til over 500 grader.



NB: I tillegg til de opplistede gassene vil det også bli produsert hydrogen.

Flussyre (Hydrogen fluoride - HF) gassen som utvikles ved brann i Litium-ion batterier kan være svært farlig:

<b>Fare for huden</b>	Absorberes gjennom hud. Gir nerve-, bein- og organskader. Kan være dødelig.
<b>Fare for øyne</b>	Stor risiko for blindhet.
<b>Innåndingsfare</b>	Giftig, dødelig i konsentrasjoner >200ppm, ikke-dødelige doser kan gi lungeødem.
<b>Fare ved svelging</b>	Giftig, ofte dødelig.

Gitt denne risikoen skal en holde god avstand og ikke gå inn i områder der en kan bli eksponert for flussyre. Videre må være oppmerksom på at filtermasker og vanlig brannbekledning ikke gir beskyttelse mot denne syren – og glass i masker og instrumenter vil blakkes når de eksponeres mot flussyre.

**Det er kun kjemikaliedrakter som vil gi beskyttelse mot flussyre.**

### Vedlegg 3 Regelverk

Petroleumstilsynet (Ptil) sitt regelverk gjelder offshore innretninger, flyttbare innretninger som opererer på norsk sokkel og landanlegg i petroleumsindustrien. Ptil har et funksjonelt regelverk og det vil være flere forskrifter og paragrafer knyttet til tekniske, operasjonelle og organisatoriske forhold som kan være relevante for batteripakker.

#### Relevante Ptil forskrifter:

- Forskrift om styring og opplysningsplikt i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (Styringsforskriften)
- Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten (Aktivitetsforskriften)
- Forskrift om tekniske og operasjonelle forhold på landanlegg i petroleumsvirksomheten

For flyttbare innretninger som er registrert i et nasjonalt skipsregister, og som følger et maritimt driftskonsept, kan relevante tekniske krav i Sjøfartsdirektoratets regelverk for flyttbare innretninger med utfyllende klasseregler som er gitt av en klasseinstitusjon, eller internasjonale flaggstatsregler med utfyllende klasseregler som gir samme sikkerhetsnivå, med de presiseringer og begrensninger som følger av innretningsforskriften § 1, legges til grunn i stedet for tekniske krav som er gitt i og i medhold av petroleumsløven. Det maritime regelverket som velges brukt skal legges til grunn i sin helhet

#### Noen relevant lover og Sdir forskrifter som er relevante for batteripakker på flyttbare innretninger:

- Lov om skipssikkerhet (skipssikkerhetsloven)
- Krav til risikoanalyse:
  - Forskrift om risikoanalyse for flyttbare innretninger.
  - I forhold til etter-installasjon av batterisystemer er det spesielt viktig å merke seg § 7 (Revisjon av risikoanalysen) og § 8 (Kvalifikasjonskrav).
- Generelle krav til brann-/eksplosjonssikring og øvrig teknisk utforming:
  - Forskrift om sikringstiltak mot brann og eksplosjon på flyttbare innretninger
  - Forskrift om bygging av flyttbare innretninger §§ 6, 6a, 6b, 11, 18 og 21
- Krav til sikkerhetsstyringssystem og kvalifikasjoner:
  - Forskrift om sikkerhetsstyringssystem for norske skip og flyttbare innretninger.
  - Forskrift om kvalifikasjoner og sertifikater for sjøfolk

På skip er følgende regelverk relevant:



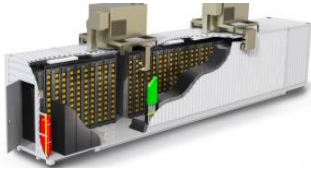

- Lov om skipssikkerhet (skipssikkerhetsloven)
- Forskrift om arbeidsmiljø, sikkerhet og helse for de som har sitt arbeid om bord på skip
- Forskrift om sikkerhetsstyringssystem for norske skip og flyttbare innretninger
- Forskrift om kvalifikasjoner og sertifikater for sjøfolk
- Forskrift om driftsordninger på norske skip
- Forskrift om maritime elektriske anlegg
- Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg.
- Forskrift om redningsredskaper på skip
- Videre dekker standarden NEK 410 Elektriske anlegg på skip (bygger på IEC 60092). En standard for spesifisering for batterisystemer (NEK 411) er også under utarbeidelse.

All skipsfart er underlagt internasjonale regler fastsatt av IMO og ILO, ratifisert og implementert i Norske lov og forskrifter. De 4 sikkerhets bærebjelkene innen skipsfart er SOLAS, MARPOL, STCW og MLC. Krav til risikoanalyse er beskrevet i ISM koden 1.2.2: « å sørge for sikker praksis ved drift av skip og et sikkert arbeidsmiljø, å vurdere alle identifiserte risikoer for skipet, personellet og miljøet og å innføre egnet vern, og stadig å forbedre ferdighetene til personell i land og om bord med hensyn til sikkerhetsstyring, herunder forberedelse på nødssituasjoner som omfatter både sikkerhet og miljøvern».

Videre er Bemanningsforskriften §§ 8 -12 og ISM koden 6.2, som henviser til IMO A.1047(27) relevant. Ansvar og kompetanse krav til den enkelte stilling finner en i Forskrift om kvalifikasjoner og sertifikater for sjøfolk (STCW)

## Vedlegg 4 Risikonivåer – Batteribranner

### Risikonivåer ved brann i litium-ion batterier<sup>9</sup>

			
<b>Nivå 1</b>	<b>Nivå 2</b>	<b>Nivå 3</b>	<b>Nivå 4</b>
<b>Brann i mindre litium-ion batterier</b>	<b>Brann i større litium-ion batterier</b>	<b>Brann i større litium-ion batterier i lukket rom</b> <b>ESS på dekk</b>	<b>Brann i større litium-ion batterier integrert under dekk på Skip eller Innretning</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>› <i>Mobiltelefon</i></li> <li>› <i>PC</i></li> <li>› <i>Sambands utstyr</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› <i>ROV</i></li> <li>› <i>Kraner</i></li> <li>› <i>Livbåt</i></li> <li>› <i>El. truck</i></li> <li>› <i>Dykker-klokke</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› <i>Energi lagring kontainer (ESS: Energy Storage System)</i></li> <li>› <i>Rov og El.truck i garasje</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› <i>Helelektrisk eller hybrid</i></li> </ul>
<b>Lav risiko</b>	<b>Lav til middels risiko</b>	<b>Middels til høy risiko</b>	<b>Høy risiko</b>

Det går et markant skille mellom risikonivå 2 og risikonivå 3, hvor vi ser at risikoen og konsekvensen ved en batteribrann øker betydelig når man gir røykgassene muligheten for å kunne samles. Branner på nivå 2, f. eks i livbåter, kraner og El-truck, vil også kunne gi utfordringer og vil kreve opplæring og annerledes håndtering enn «vanlige» branner.

Batteribranner i risikonivå 3 og risikonivå 4 krever en ekstra forståelse for hvordan en brann vil kunne utarte seg, og hvordan man skal tilnærme seg en slik type brann.

DSB sin veileder<sup>9</sup> dekker alle 4 risiko nivåer

## Vedlegg 5 Opplæringsplaner

Eksempel på opplæringsplaner\* for Litium-ion batterier.

NB: Disse planene dekker ikke nødvendig utstyrs-spesifikk opplæring.

Kurstype	Innhold	Målgruppe	Varighet
Introkurs	Beskrive litium-ion batteriets oppbygging, brannårsaker, demo batteribrann, slukkemetoder og farer	Alle som reiser offshore	45 -60 min
Grunn-kurs	Grunnleggende elektroforståelse, grunnleggende batteriforståelse, slukkesystemer, regelverk og farer. Må tilpasses relevant batteriløsning.	Brannlag, teknisk personell, beredskap/HMS /Granskingsavd.	½ dag
Kurs for operativt teknisk personell og brannlag	Helhetlig forståelse for hva en litium-ion brann er og hva som skiller disse brannene fra andre branner. Gjennomgang av de fire risikonivåer (Scenarier) og hvordan en angriper disse ulike batteribrannene (operative guidelines).	Maskinister, elektrikere, konstruktører, ingeniører, Brannlag, HMS, Granskingsavd.	1 dag
Praktisk Trening	Gjennomgang av utstyr som skal brukes i ulike stadier av en Litium-ion batteri brann (målt mot risikonivåene). Deltagerne skal motta et varsel, tyde dette, definere en angrepsstrategi, sette opp brannlaget, utstyre dette, måle gasser+ temperaturer og begrense brannomfanget. Entring av brannområdet med Kjemikaliedrakt (når brann er slukket) Vask/rens/makulering av utstyr og varsling av ledelse	Brannlag og Skadestedsledere offshore	1 dag
Ledelse og strategi	Deltagerne får en innføring i risiko, skadeomfang, forhold som øker/minsker risikoen ifm. en Litium-ion batteribrann i Risiko Klasse 3 & 4. Deltagerne skal ved bruk av eget planverk kunne lede ulike scenarier om bord (uten umiddelbar ekstern hjelp) og samhandle med redningsressurser (HRS, RITS etc gjennom ulike øvelsesscenarier. Kunne lede brannlag i innsatsområde og ivareta større mengder (passasjerer/ansatte om bord.	Beredskapsledelse	1 dag

\* Gjengitt med tillatelse fra OilComp AS