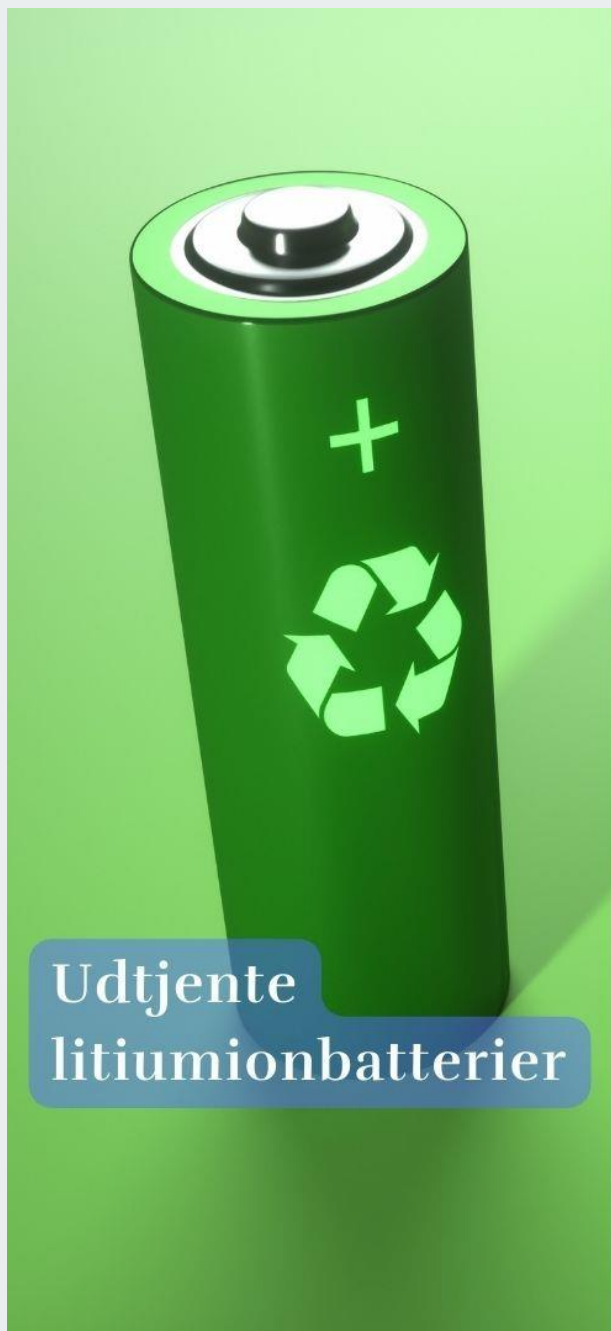


Vejledning om brandsikring af større oplag af litiumionbatterier samt BESS



Vejledning om brandsikring af større oplag
af litiumionbatterier samt BESS

Udgivet af:

Beredskabsstyrelsen
Brandforebyggelse
Datavej 16
3460 Birkerød
www.brs.dk

Maj 2023
Sagsnr.: 2022/003938

Indhold

INDLEDNING

KAPITEL 1 - GENERELT

1.1 - Begreber og definitioner	6
1.2 - Vejledningens anvendelsesområde	7
1.3 - Hvad er et litiumionbatteri?	8
1.4 - Eksempler på andre typer batterier	9
1.5 - <i>Thermal runaway</i> i litiumionbatterier	10
1.6 - Hvad er et BESS (<i>Battery Energy Storage System</i>)	10
1.7 - Særlige færemomenter ved brand i litiumionbatterier	11
1.8 - Anvendelse af beredskabslovgivningen - litiumionbatterier	12
1.9 - Anvendelse af beredskabslovgivningen - andre batterier end litiumionbatterier	14
1.10 - Vandforsyning	14
1.11 - Snitflade til byggelovgivningen (bygningsreglementet)	15
1.12 - Snitflade til Sikkerhedsstyrelsens regler (elsikkerhed)	15
1.13 - Snitflade til risikobekendtgørelsen	15
1.14 - Brandsyn	16
1.15 - Virksomhedens oplysninger til det kommunale redningsberedskab	16

KAPITEL 2 - OPLAG AF FABRIKSNYE OG IKKE-UDTJENTE LITIUMIONBATTERIER

2.1 - Større oplag af fabriksnye og ikke-udtjente litiumionbatterier	18
2.2 - Eksempler på større oplag af fabriksnye og ikke-udtjente litiumionbatterier	19
2.3 - Eksempler på oplag, der ikke betragtes som et større oplag	20

2.4 - Forebyggende tiltag	20
2.5 - Afhjælpende tiltag	21
2.6 - Sikring af forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder	25
2.7 Opsummering	27

KAPITEL 3 - OPLAG AF UDTJENTE LITIUMIONBATTERIER

3.1 - Større oplag af udtjente litiumionbatterier	29
3.2 - Eksempler på større oplag af udtjente litiumionbatterier	30
3.3 - Eksempler på oplag, der ikke betragtes som et større oplag	30
3.4 - Forebyggende tiltag	31
3.5 - Afhjælpende tiltag	32
3.6 - Sikring af forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder	36
3.7 Opsummering	37

KAPITEL 4 - BESS (BATTERY ENERGY STORAGE SYSTEM)

4.1 - Større BESS med litiumionbatterier	39
4.2 - Eksempler på større BESS med litiumionbatterier	40
4.3 - Eksempler på BESS, der ikke betragtes som et større BESS	40
4.4 - Forebyggende tiltag	40
4.5 - Afhjælpende tiltag	42
4.6 - Sikring af forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder	44
4.6 Opsummering	46

Indledning

Den store udbredelse af litiumionbatterier i mobile enheder, transportmidler, energilagringssystemer m.v. har medført et øget fokus på de brandmæssige risici og de udfordringer, som denne batteritype kan medføre i tilfælde af brand.

Beredskabsstyrelsen har udarbejdet denne vejledning til det forebyggende område. Der er fokus på at formidle viden om de brandmæssige udfordringer og hvilke brandsikringstiltag, der bør anvendes for at forebygge brand og begrænse konsekvenserne som følge af en brand i litiumionbatterier. Vejledningen giver dermed også forslag til tiltag, der optimerer redningsberedskabets indsatsmuligheder.

Vejledningens kapitler om brandsikring er dog begrænset til større mængder af litiumionbatterier, dvs.

- større oplag af **fabriksnye og ikke-udtjente** litiumionbatterier,
- større oplag af **udtjente** litiumionbatterier og
- litiumionbatterier i større **BESS (Battery Energy Storage Systems)**.

Vejledningens formål er således at angive brandsikringstiltag, der bør etableres, når man oplagrer større mængder litiumionbatterier eller opstiller større BESS.

Vejledningen vil kunne anvendes af de kommunale redningsberedskaber til deres sagsbehandling af større oplag af litiumionbatterier og større BESS i medfør af beredskabslovens § 34, stk. 2. Det er også intentionen, at vejledningen skal kunne anvendes af virksomheder, brancheorganisationer, rådgivere og andre myndigheder, som ønsker at få indsigt i, hvordan større oplag af litiumionbatterier og større BESS bør brandsikres.

Baggrund

Beredskabsstyrelsen udsendte i juni 2021 meddelelse nr. 25 om litiumionbatterier primært med henblik på at orientere de kommunale redningsberedskaber om, hvordan litiumionbatterier i forskellige sammenhænge bør ansues efter beredskabslovens kapitel 7 (om forebyggende foranstaltninger m.v.).

Denne vejledning udgives som opfølgning på meddelelse nr. 25, som indarbejdes i vejledningen i relevant omfang. Meddelelsen gøres således historisk med denne vejlednings offentliggørelse.

Beredskabsstyrelsen har i forbindelse med arbejdet med vejledningen fået udarbejdet en rapport af det rådgivende ingeniørfirma *MOE A/S (nu Artelia A/S)*. Rapporten er udarbejdet på baggrund af Beredskabsstyrelsens opgaveformulering om brandsikringstiltag til et acceptabelt sikkerhedsniveau i forhold til brand og eksplosion for større oplag af litiumionbatterier og BESS.

Rapporten har leveret baggrundsdata og inspiration til indholdet i denne vejledning og kan findes på Beredskabsstyrelsens hjemmeside¹.

¹ <https://www.brs.dk/da/virksomhed-institution/brandfarlige-virksomheder-og-oplag/krav-til-virksomheder-der-ikke-er-omfattet-af-bek/storre-oplag-af-litiumionbatterier/>

Kapitel 1 - Generelt

1.1 - Begreber og definitioner

I de kommende kapitler er der anvendt en række begreber og definitioner, som er forklaret og uddybet nedenfor.

Anode: Den negative elektrode på batteriet.

Batteri: En eller flere battericeller, som er koblet sammen, og som kan indeholde en *BMS*.

Battericelle: Den mindste enhed i et batteri som består af en anode, en katode, elektrolyt og en membran. Kan også være udstyret med forskellige sikkerhedsanordninger som *Positive Temperature Coefficient* (forkortet *PTC*) eller *Current Interrupt Device* (forkortet *CID*).

BESS: Battery Energy Storage System. Et energilagringssystem, som er baseret på batterier. Installationen eller anlægget består af én eller flere battericeller til at oplagre energi. Oplades ofte af vedvarende energikilder, som vindmøller eller solceller, og lagrer energien, til den skal benyttes. Se nærmere i afsnit 1.5.

Hvis et *UPS*-system, dvs. et *Uninterruptible Power Supply*-system, indeholder litiumionbatterier, kan vejledningen også anvendes til inspiration for at opnå et forsvarligt brandsikkerhedsniveau, og til at redningsberedskabet kan fastsætte vilkår.

BMS: Battery Management System. Styresystem for et batteri, der bl.a. sikrer korrekt op- og afladninger og er en vigtig del af at beskytte batteriet mod fejl.

Elektrolyt: Et opløsningsmiddel, der sikrer, at ionerne kan flyde frit mellem anode og katode.

Energitæthed: Den mængde energi, som batteriet kan indeholde i forhold til volumen af batteriet.

Fabriksnye litiumionbatterier: Batterier som endnu ikke er taget i anvendelse og som oplagres i original emballage. Batterierne er ikke koblet til en lader, et anlæg eller system.

Som eksempel på virksomheder med oplag af fabriksnye batterier kan nævnes centrallagre til elcykler eller elbiler.

Ikke-udtjente litiumionbatterier: Batterier som ikke er fabriksnye og som ikke aktuelt er koblet til et anlæg eller system. Litiumionbatterierne kan være af forskellig art, størrelse og på forskellige stadier i batteriets levetid.

Et eksempel på en virksomhedstype med oplag af ikke-udtjente litiumionbatterier er virksomheder, hvis funktion er at udskifte bilbatterier med lav *SOC* med opladede bilbatterier

(med høj SOC), og hvor omdrejningspunktet er de bilbatterier, der oplagres på stedet, og ikke batterierne i bilerne på virksomheden.

Katode (herunder også katodematerialer): Den positive elektrode på batteriet. Materialet, som katoden opbygges af, benyttes ofte til at betegne den specifikke type litiumionbatteri. Eksempler på typer af litiumionbatterier er LFP (litium-jernfosfat), LNO (litium-nikkeloxid), LMO (litium-nikkel-manganoxid) og NMC (litium-nikkel-mangan-koboltoxid).

kW: Kilowatt. Enhed til angivelse af den effekt, som batteriet eller BESS'et kan levere eller optage. For meget store anlæg benyttes MW, som er det samme som 1.000 kW.

kWh: Kilowatttimer. Enhed til angivelse af energi (maksimalt energiindhold) i batterier eller BESS'er. For angivelser i ampere timer (Ah) og spænding (V) kan kWh bestemmes som $kWh = \frac{V \cdot Ah}{1000}$. For meget store anlæg benyttes MWh, som er det samme som 1.000 kWh.

Litiumionbatteri: Batteri baseret på litiumioner, der bevæger sig mellem anode og katode.

Membran: En adskillelse, som sikrer, at anode og katode ikke kan få kontakt til hinanden og derved kortslutte battericellen.

SOC: State of charge, dvs. opladningsgraden, som måles i procent.

Stranded energy: Den energi, der fortsat er til stede i et batteri, efter batteriet har været involveret i en brand.

Thermal Runaway: Den tilstand, hvor temperaturen i et litiumionbatteri (på celleniveau) øges på en selvforstærkende og ukontrolleret måde hen mod, at batteriet genererer mere varme, end det kan afgive.

Udtjente litiumionbatterier: Oplag af udtjente litiumionbatterier skal forstås som oplag af udtjente batterier, der ikke er koblet til et anlæg eller system. Begrebet omfatter også funktionsdygtige batterier, som er afleveret til genanvendelse/genvinding/genbrug samt fejlbehæftede batterier. De kan være af forskellig art, størrelse og på forskellige tidspunkter i batteriets levetid.

Der kan eksempelvis være tale om oplag af udtjente batterier på genbrugspladser, hos autoværksteder, hos modtagevirksomheder af udtjente batterier og hos virksomheder, som genanvender udtjente litiumionbatterier.

1.2 – Vejledningens anvendelsesområde

Denne vejledning formidler viden om, hvorvidt beredskabsloven kan finde anvendelse for litiumionbatterier anvendt på forskellig vis, f.eks. som oplag og i BESS. Dette indkredses i afsnit 1.8, hvor det angives, at beredskabsloven kun finder anvendelse for større oplag af litiumionbatterier, nærmere bestemt fabriksnye litiumionbatterier, udtjente og ikke-udtjente litiumionbatterier og BESS. Vejledningen omhandler ikke andre batterityper som f.eks. flow-batterier og litiummetalbatterier, da disse ikke vurderes omfattet af beredskabslovgivningen, se nærmere i afsnit 1.4 og 1.9.

I vejledningens kapitel 2, 3 og 4 angives vejledende grænseværdier for, hvad der betragtes som et større oplag af litiumionbatterier. Disse vejledende grænseværdier er bl.a. fastsat ud fra, hvad der er sammenligneligt med en "brandfarlig virksomhed" (eller et "brandfarlig oplag"), som er de

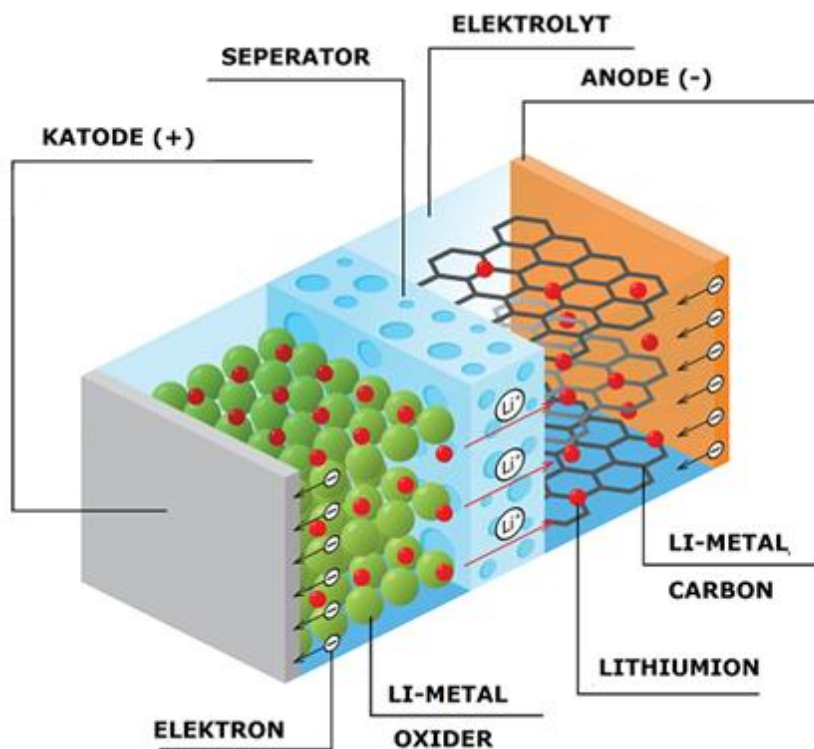
steder, hvor der i henhold til beredskabslovgivningen skal indhentes en godkendelse fra det kommunale redningsberedskab.

De oplag af litiumionbatterier, herunder BESS, der ikke stilles vilkår til med beredskabslovgivningen, vil i mange tilfælde være reguleret af byggelovgivningen (bygningsreglementet). Dette gælder dog ikke for oplag af litiumionbatterier, som placeres i det fri uden overdækning eller som midlertidigt oplagres i containere, idet byggelovgivningen (bygningsreglementet) kun gælder for bygninger og oplag af en vis varighed i containere. Disse vurderes dog ikke at udgøre en stor risiko.

1.3 - Hvad er et litiumionbatteri?

Et litiumionbatteri er et elektrokemisk batteri til oplagring af elektrisk energi. Disse typer batterier har en høj energitæthed, og i modsætning til de fleste litiummetalbatterier kan et litiumionbatteri genoplades. Litiumionbatterier dækker over en bred teknologi af batterier, som dog alle har det til fælles, at der anvendes litium på ionisk form i batteriet. Ofte er litiumionbatterier benævnt efter deres katodekemier, som kan have mange forskellige sammensætninger af f.eks. kobolt, mangan, jernfosfat og nikkel. De mest typiske katodekemier er Nikkel-Mangan-Kobolt (NMC) og Litium-Jernfosfat (LFP).

De p.t. mest almindelige litiumionbattericeller er opbygget med en anode, en katode, en separator/membran og en kemisk elektrolyt, dvs. en væske med et opløst litiumsalt i. Litium er således på ionisk form og ikke på metallisk form. Væsken er et organisk opløsningsmiddel, som kan være en brandfarlig væske.



Figur 1: Den mest almindelige opbygning af en litiumionbattericelle

Battericeller forekommer typisk som cylinderformede eller prismeformede eller som poser (engelsk: *pouches*). Det potentielle faremoment ved et batteri afhænger af den totale mængde involverede battericeller. Batteriet kan betegnes som et batterisystem, hvis det består af flere grupper battericeller i større moduler, evt. i reoler (engelsk: *racks*). Flere battericeller medfører større kapacitet, hvilket øger risikoen for, at en større mængde energi udledes i tilfælde af brand. Den konkrete udformning af et batteri/batterisystem har derfor indflydelse på systemets egenskaber i tilfælde af brand.

Risikoen for brand i litiumionbatterier – i kombination med den naturlige udvikling af teknologien – har medført flere afarter af batterierne. På nuværende tidspunkt undersøges anvendelsen af andre og mere stabile elektrolytter, og der forskes i teknikker, hvor risikoen for varmespredning fra celle til celle nedbringes i tilfælde af *thermal runaway* (f.eks. *single cell thermal runaway isolation*).

1.4 - Eksempler på andre typer batterier

Selvom litiumionbatteriet er en af de mest anvendte batteriteknologier, findes der mange andre energilagringssystemer med batterier. I det følgende er nævnt nogle af dem. Fælles for disse teknologier er, at de umiddelbart ingen større brandmæssige risici har og derfor er det ikke umiddelbart relevant at anvende beredskabslovens § 34, stk. 2, for oplag af disse typer batterier.

Flowbatterier

Flowbatteriet består af to beholdere, som hver især indeholder en flydende elektrolyt med hver sin elektriske ladning. Typisk anvendes metallet vanadium opløst i svovlsyre som elektrolyt. De to beholdere er forbundet til en elektrokemisk celle (også kaldet stak). Ved at lede de to elektrolytter gennem stakken sker der en udveksling af elektroner, hvorved der sker afladning eller opladning. Batteriets effekt er bestemt af stakkens størrelse, og kapaciteten bestemmes af beholdernes volumen og dermed mængden af elektrolyt.

Den energimæssige ulempe ved flowbatteriet er, at batteriet har en lav energitæthed i forhold til litiumionbatterier, hvilket også gør batteriet meget pladskrævende. Denne type batterier er anvendt i nogle typer BESS.

Solid-state-batterier

Disse batterier kan kaldes en videreudvikling af litiumionbatteriet og har derfor nogenlunde samme kemiske indhold. Det særlige ved solid state-batterierne er dog, at elektrolytten ikke er flydende men i en fast form bestående af et glasmateriale. Den faste elektrolyt betyder, at batteriet er mere stabilt i forhold til påvirkninger, og de brandmæssige risici vurderes derfor at være mindre. Desuden har batteriet en kortere ladetid og en forøget rækkevidde mellem opladningerne. Batteriet er stadigvæk under udvikling, men forventes især at få en stor fremtid i elbiler.

Aluminium-svovlbatterier

Som en del af udviklingen af batteriteknologien er der også blevet forsket i, hvordan der kan produceres ikke bare bedre, men også billigere batterier end litiumion-typen. En af disse typer er aluminium-svovlbatteriet, som anvender et af de mest almindelige metaller (aluminium) samt et restprodukt fra petrokemisk raffinering (svovl) som elektroder. Som elektrolyt anvendes en opløsning med smeltet salt, og der indgår således ingen brandfarlige komponenter i batteriet. Denne teknologi er også stadigvæk under udvikling, men forventes særligt at få anvendelse i mindre enheder til lagring af strøm fra sol- og vindenergi (f.eks. til husholdningsenheder) som led i den grønne omstilling.

1.5 – Thermal runaway i litiumionbatterier

Thermal runaway er den tilstand, hvor temperaturen i et litiumionbatteri (på celleniveau) øges på en selvforstærkende og ukontrolleret måde hen mod, at batteriet genererer mere varme, end det kan afgive. Tilstanden kan resultere i en kædereaktion med omkringliggende celler, hvilket kan medføre en større brand. *Thermal runaway* er årsagen til, at litiumionbatterier udgør en særlig brandfare.

Nogle af årsagerne til, at *thermal runaway* kan opstå, er:

- Forkert håndtering, f.eks. hvis battericellerne tabes, knuses eller gennembrydes.
- Ekstern varmepåvirkning fra en brand eller anden utilsigtet overophedning.
- Fabrikationsfejl på cellen/batteriet.
- Ekstern kortslutning, som sker i batterisystemets elektronik eller anden teknik tilknyttet batterisystemet.
- Fejl ved opladning/afladning.

De fleste litiumionbatterier vil generere gasser, herunder giftig og brandfarlig gas, hvis der sker *thermal runaway*. Der kan f.eks. blive produceret kuldioxid (CO₂), kvælstofoxider (NO_x), hydrogencyanid (HCN), hydrogenchlorid (HCl), kulmonooxid (CO) og hydrogenfluorid (HF). Det er dog CO, NO₂ og HCl, der er de primære gasser, der udledes, når der sker *thermal runaway* i et litiumionbatteri. CO er fundet at være den primære gas i længst tid i (brand)forløbet. [Gully et al., 2019]²

Hvis der sker en ophobning af brandfarlig gas, kan der være risiko for, at der er eksplosiv atmosfære på det sted, hvor litiumionbatterierne opbevares. Det kan forekomme, hvis litiumionbatterierne er placeret i en bygning eller container.

1.6 – Hvad er et BESS (Battery Energy Storage System)

Med den grønne omstillings behov for at oplagre sol- og vindenergi og forskyde forbruget til tidspunkter, hvor der ikke kan produceres vedvarende energi, har litiumionbatterier også fundet stor anvendelse. Ved at koble flere litiumionbatterier sammen til en større energilagringseenhed (BESS) kan fordelene ved den store energitæthed på celleniveau skaleres op. En sådan enhed kan både indrettes i en flytbar containerløsning, men kan også installeres med skalérbare enheder i et særskilt "batterirum" i en bygning eller udendørs (typisk under en overdækning). BESS findes i mange forskellige størrelser (kapaciteter), herunder i husholdningsstørrelser, så anlægget f.eks. kan lagre husstandens overskudsproduktion fra solceller. Denne vejlednings fokus er på større BESS.

Det er meget almindeligt, at BESS er tilkoblet elnettet på enten 400 V eller 10 kV niveau og kan udveksle strøm hermed. Men det forventes også, at BESS i højere grad fremover vil fungere som en mobil generator i et lokalt elnet, et såkaldt *microgrid*. Dette er allerede set anvendt ved koncerter samt på byggepladser.

² Gully, B., Mjøs, N., Sverud, T., Helgesen, H., Huser, A., Skogtved, J., Frithiof, N., Kostopoulos, D., and Haugom, G. (2019). MARITIME BATTERY SAFETY JOINT DEVELOPMENT PROJECT: Technical Reference for Li-ion Battery Explosion Risk and Fire Suppression. Technical report, DNV GL AS Maritime, Høvik, Norway. Document No.: 1144K9G7-12.

Ved anvendelsen af litiumionbatterier i et BESS medfølger de samme brandmæssige udfordringer med f.eks. *thermal runaway*. Selvom cellerne generelt er bedre emballeret og beskyttet mod fysiske påvirkninger i et BESS, er cellerne til gengæld koblet til en energikilde og oplades og aflades jævnligt med de risici, dette medfører. Se nærmere i afsnit 1.5.

Ligesom med brugen af enkeltbatterier kan et BESS også være opbygget med andre batterityper end litiumionbatterier, f.eks. flowbatterier. Sådanne BESS kan derfor have væsentlig mindre eller ingen brandmæssige risici. Inden etablering bør det derfor indledningsvis afklares, hvilken batteritype der anvendes i et BESS, før det er muligt at vurdere, hvordan et eller flere BESS bør brandsikres. Denne vejledning omhandler dog alene brandsikring af (større oplag af) litiumionbatterier.

1.7 – Særlige faremomenter ved brand i litiumionbatterier

I tilfælde af brand i et større oplag af litiumionbatterier eller et større BESS med litiumionbatterier vil brandbelastningen typisk indeholde mere energi sammenlignet med et tilsvarende oplag eller anlæg af samme volumen. Det hænger sammen med, at ud over emballeringen af battericeller og -pakker vil selve indholdet af elektrolyt, anode og separator ligeledes kunne bidrage til en brand. Hvor stor brandbelastningen er, afhænger især af batteriets kemiske sammensætning.

Ud over en stor brandbelastning er der flere faremomenter, man bør være opmærksom på ved en brand i litiumionbatterier. Det gælder eksempelvis:

- Elektrisk spænding

Der kan være risiko for elektrisk stød, hvis der er sket skade på de elektriske komponenter, eller der er opstået en brand i batteriet i et BESS.

Der er risiko for højspænding, hvis et BESS er tilsluttet elnettet på 10 kV niveau.

- *Stranded energy* i forbindelse med en brand

Begrebet dækker over den energi, der fortsat er til stede i et batteri, efter at batteriet har været involveret i en brand. Energi kan være svær at aflade fra et batteri, fordi systemet kan være beskadiget eller udgøre en fare for dem, der skal aflade et batteri efter en brand.

Stranded energy kan føre til en genantændelse af branden.

- Genantændelse

Genantændelse kan ske som følge af f.eks. *stranded energy*, ved afladning og ved håndtering, og der kan ske genantændelse flere timer og endda dage efter, at branden i første omgang har været slukket.

- Udslyngning af fragmenter

Den enkelte battericelle kan udslynge fragmenter som følge af et overtryk i battericellen f.eks. som følge af *thermal runaway*. Cylindriske battericeller vil kunne udslynge fragmenter fra cellens metalkappe, mens battericeller i poser (*pouches*) ikke vil have tilsvarende risiko.

- Brandfarlige og giftige gasser

De fleste litiumionbatterier vil generere gasser, herunder giftig og brandfarlig gas, hvis der sker *thermal runaway*. Der kan f.eks. blive produceret kuldioxid (CO₂), kvælstofoxider (NO_x), hydrogencyanid (HCN), hydrogenchlorid (HCl), kulmonoxid (CO) og hydrogenfluorid (HF). Det er dog CO, NO₂ og HCl, der er de primære gasser, som udledes, når der sker *thermal runaway* i et litiumionbatteri. CO er fundet at være den primære gas i længst tid i (brand)forløbet. [Gully et al., 2019]³ Hvis der sker en ophobning af brandfarlig gas, kan der være risiko for, at der er eksplosiv atmosfære på det sted, hvor litiumionbatterierne opbevares. Det kan forekomme, hvis litiumionbatterierne er placeret i en bygning eller container. Det vurderes dog, at der kun er tale om et kort tidsinterval, inden gasserne vil blive antændt som følge af udviklingen af *thermal runaway*, og der vil være tale om et brandforløb.

- Brandfarlig væske

Udflydning af elektrolyt, hvor opløsningsmidlet kan være en brandfarlig væske fra et litiumionbatteri, er en teoretisk mulighed, som vil afhænge meget af batteriets og battericellernes størrelse og opbygning. I de fleste tilfælde vil der ikke kunne ske en egentlig udflydning af opløsningsmidlet, fordi der kun er små mængder opløsningsmiddel i hver enkelt celle. Det er derfor ikke et faremoment, der bør tages særligt hensyn til.

1.8 - Anvendelse af beredskabslovgivningen - litiumionbatterier

De følgende afsnit er vejledning om, hvornår beredskabslovgivningen (BL) kan anvendes i forskellige situationer, hvor der indgår litiumionbatterier, se også figur 2.

Parkering af elbiler/hybridbiler i bygninger

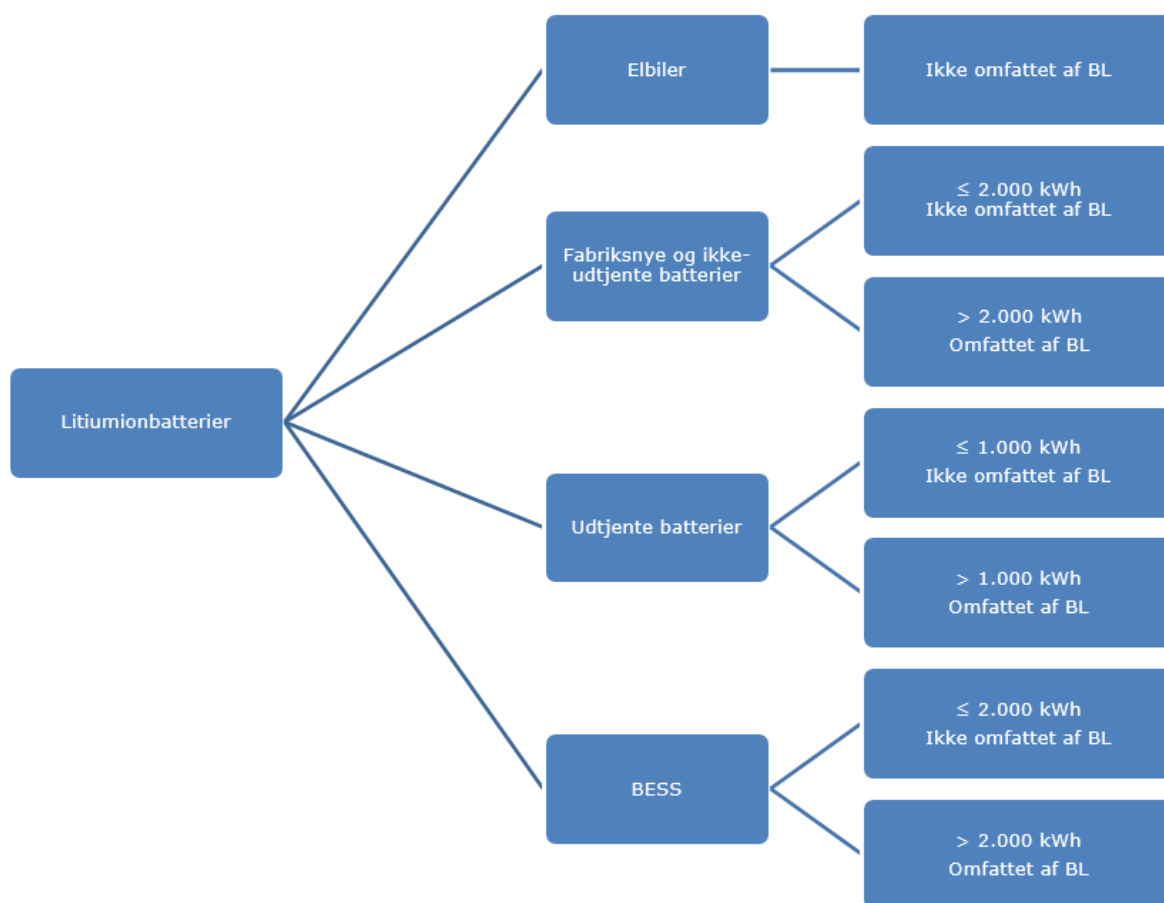
Beredskabsstyrelsen vurderer, at beredskabslovgivningen, herunder beredskabslovens § 34, stk. 2, ikke kan anvendes til at fastsætte brandmæssige krav til bygninger, hvor der sker parkering af elbiler/hybridbiler, herunder parkeringshuse, parkeringskældre samt underjordiske automatiske parkeringsanlæg.

De brandmæssige overvejelser i forhold til disse bygninger med parkerede elbiler/hybridbiler er derfor alene forankret i bygningsreglementet, som hører under Social- og Boligstyrelsen.

I forhold til redningsberedskabets indsats i elbiler/hybridbiler henvises til Beredskabsstyrelsens temahæfte om brand i el- og hybridbiler⁴.

³ Gully, B., Mjøs, N., Sverud, T., Helgesen, H., Huser, A., Skogtved, J., Frithiof, N., Kostopoulos, D., and Haugom, G. (2019). MARITIME BATTERY SAFETY JOINT DEVELOPMENT PROJECT: Technical Reference for Li-ion Battery Explosion Risk and Fire Suppression. Technical report, DNV GL AS Maritime, Høvik, Norway. Document No.: 1144K9G7-12.

⁴ <https://www.brs.dk/da/redningsberedskab-myndighed/viden2-data-og-dokumentation/lithium-ion-bibliotek/tema-brand-i-el-og-hybridbiler/artikel-nr.-1083/>



Figur 2: Beredskabslovgivningens anvendelse ved litiumionbatterier

Parkering af elbiler i det fri

Beredskabsstyrelsen vurderer, at det kommunale redningsberedskab ikke kan anvende beredskabslovgivningen, herunder beredskabslovens § 34, stk. 2, til at fastsætte brandmæssige krav til traditionelle parkeringsarealer i det fri, hvor der bl.a. parkeres elbiler/hybridbiler.

I forhold til indsats i elbiler/hybridbiler henvises til Beredskabsstyrelsens temahæfte om brand i el- og hybridbiler⁴. I forhold til håndtering af skadede elbiler henvises til SKAD's (Køretøjsopbygger- og Autoskadebranchen i Danmark) guideline for skadede elbiler⁵.

Oplag af nye litiumionbatterier

Beredskabsstyrelsen vurderer, at beredskabslovgivningen, nærmere bestemt beredskabslovens § 34, stk. 2, kan anvendes, når der er tale om et større oplag af batterier. Der henvises til vejlednings kapitel 2, som handler om brandsikring af større oplag af fabriksnye og ikke-udtjente litiumionbatterier. I kapitel 2 er også angivet en værdi for, hvornår et oplag af litiumionbatterier bør betragtes som et større oplag.

⁵ <https://www.skad.dk/om-skad/vejledninger/1684-guideline-skadede-elbiler>

Oplag af udtjente batterier

Beredskabsstyrelsen vurderer, at beredskabslovgivningen, nærmere bestemt beredskabslovens § 34, stk. 2, kan anvendes, når der er tale om et større oplag af udtjente batterier. Der henvises til vejledningens kapitel 3, som handler om brandsikring af større oplag af udtjente litiumionbatterier.

Energilagringssystemer baseret på batterier (BESS/Battery Energy Storage Systems)

Beredskabslovgivningen, nærmere bestemt beredskabslovens § 34, stk. 2, kan anvendes af det kommunale redningsberedskab til at fastsætte vilkår om brandsikringstiltag til større BESS. Der henvises til vejledningens kapitel 4, som handler om brandsikring af større BESS med litiumionbatterier.

1.9 - Anvendelse af beredskabslovgivningen - andre batterier end litiumionbatterier

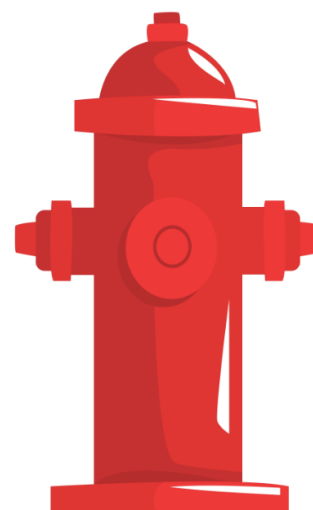
Årsagen til, at beredskabslovgivningen finder anvendelse for visse oplag af litiumionbatterier, er, at litiumionbatterier har et iboende faremoment i relation til brand.

Netop dette er årsagen til, at beredskabslovgivningen ikke finder anvendelse for de fleste andre typer batterier. Som eksempel herpå kan nævnes flowbatterier og litiummetalbatterier.

1.10 - Vandforsyning

I forbindelse med redningsberedskabets indsats ved brand i større oplag af litiumionbatterier eller større BESS med litiumionbatterier kan der være behov for en stor mængde vand.

Større oplag af litiumionbatterier kan være afskærmet af ydre emballage som f.eks. paller, papkasser og krympefolie og indre emballage/batteriets beklædning. Store BESS kan være afskærmet med et ydre kabinet eller lign. samt være tilbageholdt af yderligere metal- og/eller plastikbeklædning. Dette kan medføre, at vand i større eller mindre grad blokeres fra at nå branden, hvilket betyder, at der kan være behov for en stor mængde vand for at få fjernet varmen fra branden.



For meget store oplag eller meget store BESS kan der være behov for særskilt vandforsyning, jf. § 14 i dimensioneringsbekendtgørelsen (bekendtgørelse nr. 1085 af 25. oktober 2019 om risikobaseret dimensionering af det kommunale redningsberedskab).

Om karakteren af de konkrete forhold er sådan, at der kan pålægges pligt til etablering af særskilte vandforsyningssteder beror på et fagligt og konkret skøn. Heri skal (bl.a.) indgå på den ene side, at kommunalbestyrelsen i medfør af beredskabslovens § 15 har pligt til at sikre tilstrækkelig vandforsyning til redningsberedskabets arbejde (brandslukning) og på den anden side, at forholdene angående en konkret bygning eller et konkret grundareal er af en særlig risikopræget karakter, eksempelvis ved at der er en særlig stor risiko for brandes opståen, udvikling eller spredning til omkringliggende ejendomme m.v., og at risikoen herved om nødvendigt begrundes en yderligere særskilt vandforsyning.

1.11 - Snitflade til byggelovgivningen (bygningsreglementet)

Byggeloven og det tilhørende bygningsreglement gælder for alt byggeri, herunder containere, halvtage og overdækninger.

De brandsikringstiltag, som redningsberedskabet fastsætter vilkår om i medfør af beredskabslovens § 34, stk. 2, skal anses som en overbygning til bygningsreglementets brandkrav. Det skyldes, at det grundlæggende niveau fastsat i bygningsreglementet i nogle tilfælde skal suppleres med ekstra tiltag for at imødegå de særlige risici, som findes på brand- og eksplosionsfarlige virksomheder og andre bygninger og arealer med tilsvarende faremomenter. Byggelovgivningen (bygningsreglementet) og beredskabslovgivningen skal begge være opfyldt. Hvis der er forskel i de to lovgivningers krav til det samme forhold, skal det strengeste krav følges.

I byggelovgivningen findes krav om, at der i nogle tilfælde skal benyttes en certificeret brandrådgiver. Der er ikke et tilsvarende krav i beredskabslovgivningen, og derfor er der heller ikke krav om, at den samme certificerede brandrådgiver, som benyttes til udarbejdelse af dokumentation for de brandmæssige forhold i byggesagen efter byggelovgivningen, skal bruges som rådgiver i den brandtekniske sag efter beredskabslovgivningen.

1.12 - Snitflade til Sikkerhedsstyrelsens regler (elsikkerhed)

Sikkerhedsstyrelsen har ansvaret for teknisk sikkerhed i Danmark, hvilket bl.a. omfatter elektriske installationer og elektriske anlæg herunder elforsyningsanlæg.

Sikkerhedsstyrelsen er ansvarlig myndighed for elsikkerhedsloven. Loven gælder for elektriske anlæg og elektriske installationer, ligesom loven gælder for elektrisk materiel.

Med hjemmel i elsikkerhedsloven har Sikkerhedsstyrelsen udstedt en række bekendtgørelser.

Installationsbekendtgørelsen indeholder bestemmelser for elektriske installationer til og med 1000 Volt a.c. (vekselstrøm) og 1500 V d.c. (jævnstrøm). Bekendtgørelsen indeholder de generelle sikkerhedskrav og henviser til den europæiske standardserie for elektriske installationer HD 60364, som indeholder de specifikke krav.

Sikkerhedsstyrelsen er ansvarlig myndighed for de eltekniske sikkerhedskrav til infrastruktur til opladning af elkøretøjer. I forbindelse med opladning af elbiler er Sikkerhedsstyrelsen myndighed frem til elkøretøjets ladesstik.

Et batterilager BESS (Battery Energy Storage System) er ligeledes omfattet af Sikkerhedsstyrelsens tekniske bestemmelser, herunder krav til den elektriske installation. Det er vigtigt, at de batterier der anvendes, er egnet og beregnet til den pågældende anvendelse og anvendes i henhold til fabrikantens anvisning.

Batterier integreret i produkter og separate batterier er som udgangspunkt Sikkerhedsstyrelsens myndighedsområde. Batterier, der er monteret af fabrikanten og leveret sammen med et køretøj fx en elbil, er omfattet af køretøjets typegodkendelse.

1.13 – Snitflade til risikobekendtgørelsen

Litiumionbatterier er i sig selv ikke omfattet af bekendtgørelse om kontrol med risikoen for større uheld med farlige stoffer (risikobekendtgørelsen).

Litiumionbatterier kan dog blive omfattet af risikobekendtgørelsen, hvis der er tale om en virksomhed, der neddelser udtjente litiumionbatterier i en sådan grad, at der er oplag af mineraler o.lign., som i sammenhæng med risikobekendtgørelsen betragtes som farlige stoffer.

1.14 - Brandsyn

Af bilaget til brandsynsbekendtgørelsen, dvs. bekendtgørelse nr. 2341 af 9. december 2021 om brandsyn, fremgår det, at det kommunale redningsberedskab skal foretage brandsyn på objekter, som de har fastsat vilkår til i medfør af beredskabslovens § 34, stk. 2, jf. brandsynskategori 16. Der skal således foretages brandsyn, hvis der er stillet vilkår til større oplag af litiumionbatterier og større BESS. Der er derfor vigtigt, at afgørelsen (og vilkår heri) fra det kommunale redningsberedskab er tydelig, så det er klart både for redningsberedskabet og virksomheden, hvad der skal påses ved brandsynet.

For nærmere information og vejledning om brandsyn henvises til Beredskabsstyrelsens hjemmeside om brandsyn⁶.

1.15 – Virksomhedens oplysninger til det kommunale redningsberedskab

Når en virksomhed e.l. ønsker at etablere et større oplag af litiumionbatterier eller opstille et større BESS, bør virksomheden kontakte det kommunale redningsberedskab for at høre, om der vil blive fastsat brandmæssige vilkår til oplaget. For at redningsberedskabet indledningsvist kan vurdere, om man vil fastsætte vilkår eller ej, er det nødvendigt, at følgende som minimum oplyses:

- Oplysning om hvilken type batteri, der er tale om (bekræftelse på, at der er tale om litiumionbatterier).
- Oplysning om størrelsen i kWh for et oplag (samlet set) eller et BESS.
- Beskrivelse af hvor oplaget placeres/BESS ønskes opstillet (i bygning, i container, under overdækning eller i det fri).
- Oplysning om oplaget er midlertidigt eller permanent placeret (med permanent placeret menes også, at der jævnligt henstilles oplag af litiumionbatterier midlertidigt på det pågældende sted). Hvis oplaget er midlertidigt placeret, skal dette uddybes, så vilkårene, der fastsættes, er proportionelle med tidsintervallet.

I de tilfælde, hvor redningsberedskabet vil fastsætte vilkår til oplaget af litiumionbatterier, er der behov for, at virksomheden indsender en række oplysninger til det kommunale redningsberedskab. Årsagen til dette er, at det kommunale redningsberedskab skal have et tilstrækkeligt oplyst grundlag til at forholde sig til for at kunne fastsætte de brandmæssige vilkår til det pågældende oplag af litiumionbatterier eller BESS.

De oplysninger, der som minimum er behov for ud over ovennævnte, er:

- Oplysning om ved hvilket spændingsniveau BESS sluttes til elnettet (højspænding?).
- Oplysning om SOC for fabriksnye og ikke-udtjente litiumionbatterier.
- Beskrivelse af hvor oplaget placeres/BESS opstilles (i bygning, i container, under overdækning eller i det fri).
- Oversigt over oplagets/BESS' placering i forhold til omgivelserne (afstand til skel, afstand til omkringliggende bygninger og oplag på samme grund).

⁶ <https://www.brs.dk/da/redningsberedskab-myndighed/brandtekniske2-regler-og-brandsyn/brandsyn/>

- Oplysning om brandtekniske installationer.
- Oplysning om tiltag til at sikre forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder f.eks. adgang og brandveje, brandtekniske installationer og forslag til indsatsplan.
- Drifts-, kontrol- og vedligeholdelsesplan.

Derudover for bygninger:

- Oplysninger om rummets brandmæssige adskillelser, sikring mod brandspredning, indvendige og udvendige overflader samt konstruktive forhold.
- Oplysninger om flugtveje og indtrængningsveje.

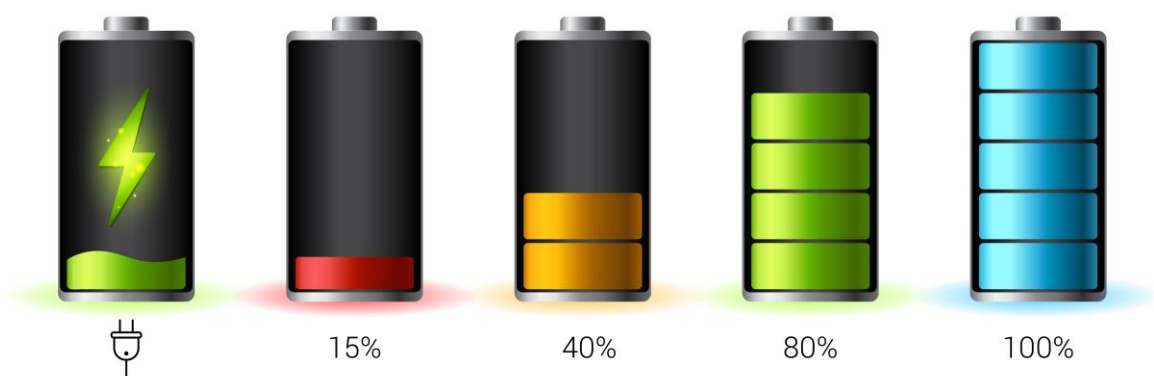
Kapitel 2 - Oplag af fabriksnye og ikke-udtjente litiumionbatterier

2.1 - Større oplag af fabriksnye og ikke-udtjente litiumionbatterier

Som tidligere angivet i denne vejledning kan redningsberedskabet anvende beredskabslovens § 34, stk. 2 til at fastsætte vilkår om brandsikringstiltag for større oplag af litiumionbatterier.

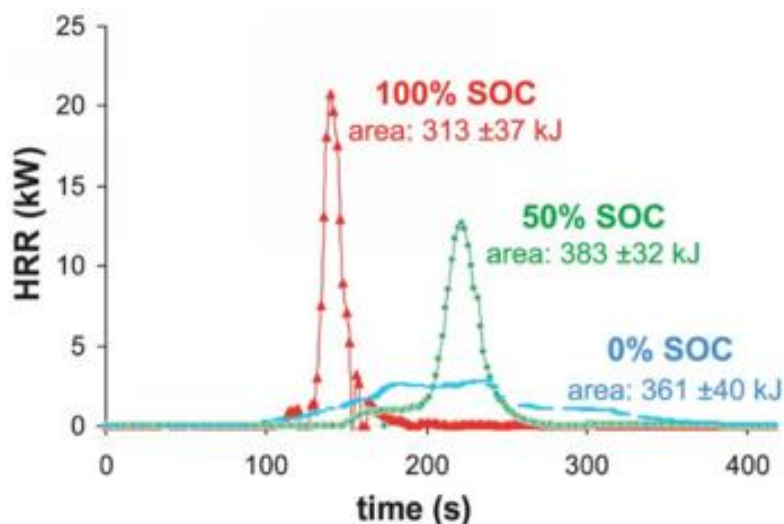
Hvilke krav og omfanget af det enkelte krav til oplaget af litiumionbatterier afhænger bl.a. af:

- Det samlede oplags størrelse (kapacitet).
- Oplagets placering (bygning eller container).
- Øvrig anvendelse af rummet eller containeren.
- Bygningens øvrige anvendelse.
- Eventuelle brandtekniske installationer.
- Batteriernes ladningsgrad (*SOC*).



Noget litteratur angiver, at litiumionbatterier med en *SOC* på mellem 50 % og 95 % medfører en forøget risiko ved håndtering, da risikoen ved svigt angives som værende proportional med *SOC*. Anbefalingen er derfor, at batterier, som ikke er i brug, oplagres med lavest mulig *SOC*, hvor det er muligt.

Brandbelastningen og brandeffekten er også afhængig af SOC. Et eksempel på sammenhæng mellem brandeffekten og SOC ses i figur 3 [Ribi re et al., 2012⁷].



Figur 3: Sammenhæng mellem brandeffekt og SOC

Fabriksnye batterier skal overholde særlige specifikationer, og emballeringen formodes at være original og ensartet. Sandsynligheden for, at der sker et uheld med fabriksnye batterier, vurderes derfor som udgangspunkt mindre end for eksempel ikke-udtjente og udtjente batterier, hvorfor der kan være en forskel i de brandmæssige tiltag, der fastsættes vilkår om.

Beredskabsstyrelsen vurderer, at der er tale om større oplag af litiumionbatterier, n r oplagets samlede kapacitet overstiger **2.000 kWh**.

Leverandører angiver ofte både ydeevnen (som regel en værdi i kW) og kapaciteten (som regel en værdi i kWh). Begge værdier kan have en relevans for vurdering af risiko, men Beredskabsstyrelsen har i dette kapitel valgt at fokusere på kapaciteten, da denne værdi siger mest om den samlede mængde energi, der kan være til stede i batteriet/batterierne, og dermed også om potentialet for en større brand.

De almindelige brandmæssige principper for at holde objekter adskilt – dvs. afstand eller brandsektionering – kan bevirke, at oplag ikke betragtes som et større oplag, selvom der samlet set kan være en stor mængde fordelt ud på mange små oplag.

2.2 - Eksempler på større oplag af fabriksnye og ikke-udtjente litiumionbatterier

Nedenstående er eksempler på steder, hvor Beredskabsstyrelsen vurderer, at redningsberedskabet kan anvende beredskabslovens § 34, stk. 2, til at fastsætte vilkår til et større oplag af litiumionbatterier, dvs. hvor der forventes at være et oplag af litiumionbatterier med en samlet kapacitet på

⁷ Ribi re, P., Grugeon, S., Morcrette, M., Boyanov, S., Laruelle, S., and Marlair, G. (2012). Investigation on the fire-induced hazards of li-ion battery cells by fire calorimetry. *Energy Environ. Sci.*, 5(1):5271–5280.

mere end **2.000 kWh**:

- Centrallagre, dvs. lagre, der opbevarer og sender forbrugerprodukter med litiumionbatterier eller løse litiumionbatterier til (stor)butikker.
- Centrallagre med bilbatterier og evt. større bilværksteder med bilbatterier.
- Centrallagre med cykelbatterier, herunder lagre hos større producenter af elcykler med et større oplag af cykelbatterier (svarende til mere end ca. 4.000 stk. cykelbatterier med en kapacitet på 500 Wh/0,5 kWh).

Det skal dog understreges, at der altid skal foretages en konkret vurdering af forholdene i den enkelte sag.

Ovenstående eksempler er også aktuelle, selvom et oplag af litiumionbatterier er midlertidigt placeret. I brandstrategien for disse oplag kan dette forhold (midlertidig placering) inddrages. Dog vil det afhænge af, hvor lang tid et oplag ønskes placeret det pågældende sted, og om der jævnlige og midlertidigt placeres oplag af litiumionbatterier. Sidstnævnte tilfælde betragtes som værende et "permanent" placeret oplag.

2.3 – Eksempler på oplag, der ikke betragtes som et større oplag

Nedenstående er eksempler på steder, hvor Beredskabsstyrelsen vurderer, at der ikke vil oplagres litiumionbatterier med en samlet kapacitet på mere end 2.000 kWh, og hvor redningsberedskabet derfor ikke bør anvende beredskabslovens § 34, stk. 2, til at fastsætte vilkår.

- Steder med litiumionbatterier, som indgår i produkter som f.eks. mobiltelefoner, computere og elværktøj m.v.
- Butikker med produkter med litiumionbatterier, f.eks. byggemarkeder med elværktøj med litiumionbatterier og elektronikbutikker med computere og mobiltelefoner med litiumionbatterier.
- Cykelhandlere, som forhandler elcykler, og som oplagrer nye og udtjente batterier.
- Værksteder med oplag af litiumionbatterier til elbiler eller hybridbiler (idet det antages, at der maksimalt opbevares ca. 20 bilbatterier med en kapacitet på ca. 100 kWh).

2.4 - Forebyggende tiltag

Beredskabslovens § 34, stk. 2, angiver bl.a., at **bygninger og grundarealer skal indrettes og benyttes på en sådan måde, at risikoen for brandfare formindskes mest muligt**. Det betyder, at brandsikringen af oplag af litiumionbatterier bl.a. skal bestå af forebyggende tiltag for at minimere risikoen for, at en brand opstår.

Regler for bl.a. produktsikkerhed og transport af farligt gods sikrer på forhånd, at litiumionbatterierne som produkter lever op til bestemte specifikationer. Det har stor betydning for brandsikkerheden. Det betyder, at vilkår efter beredskabslovgivningen om brandforebyggende tiltag primært vil være rettet mod den daglige drift.

Placering

Litiumionbatterier bør placeres i stueplan i bygninger eller i en container. Rummet/containeren bør så vidt muligt alene anvendes til opbevaring af litiumionbatterier.

Ordensregler

For at tilgodese hensynet om at minimere sandsynligheden for at en brand opstår, er det vigtigt, at virksomheden har opstillet nogle hensigtsmæssige ordensregler, og selvfølgelig at disse efterleves.

Det kunne f.eks. være relevant med ordensregler, der tilgodeser følgende:

- At litiumionbatterierne håndteres korrekt, så battericellerne ikke tabes, knuses eller gennembrydes.
- At oplaget af litiumionbatterier ikke er placeret nær aktiviteter, der kan give en ekstern varmepåvirkning, dvs. at oplaget ikke udsættes for en utilsigtet overophedning.
- At det sikres, at litiumionbatterierne fra producentens side har en passende opladningsgrad og spænding, samt at der ikke er fabrikationsfejl på cellen/batteriet.
- At der løbende foretages egenkontrol af de brandmæssige tiltag, så det sikres, at de fungerer efter hensigten.

Derudover er det vigtigt, at "almindelige" ordensregler, som er kendt fra de tekniske forskrifter, opfyldes. Det gælder f.eks. ordensregler, der relateres til risikoen for brandspredning (f.eks. at branddøre er afmærket med skilte, og at branddøre kan lukke efter hensigten), og som relateres til at begrænse omfanget af en brand (f.eks. at personalet har kendskab til procedurer i tilfælde af brand, samt at funktionen af brandtekniske installationer kontrolleres og sikres).

Det bør desuden sikres, at der er en passende mindsteafstand mellem oplaget af litiumionbatterier og andet brændbart oplag (se eksempelvis punkt 3.11.8 i de tekniske forskrifter for brandfarlige og brændbare væske, hvor det fremgår, at brændbare stoffer og materialer, der opbevares i det fri i mængder, som ikke er omfattet af beredskabslovgivningen, skal placeres i en afstand af mindst 10 m fra rummet med oplaget/ydervægsåbninger til rummet med oplaget).

Drift, kontrol og vedligeholdelse

Som inspiration til de vilkår, som det kommunale redningsberedskab bør overveje at fastsætte i forhold til drift, kontrol og vedligeholdelse, henvises f.eks. til punkterne 3.9.18 – 3.9.20 i de tekniske forskrifter for brændbare faste stoffer og den tilhørende vejledningstekst.

2.5 – Afhjælpende tiltag

Som også angivet under afsnit 2.3 angiver beredskabslovens § 34, stk. 2, bl.a., at **bygninger**



og grundarealer skal indrettes og benyttes på en sådan måde, at risikoen for brandfare formindskes mest muligt. Denne sætning betyder også, at konsekvenserne som følge af, at en brand er opstået, skal minimeres, hvorfor brandsikringen i forbindelse med et oplag af litiumionbatterier også skal bestå af afhjælpende tiltag.

Brandmæssige adskillelser, flugtvejsforhold og konstruktive forhold

Et større oplag af litiumionbatterier bør sikres med forsvarlige brandmæssige adskillelser, flugtveje samt konstruktioner, som kendes fra Beredskabsstyrelsens bekendtgørelser på det brandtekniske område (tekniske forskrifter). For eksempler på relevante vilkår henvises f.eks. til afsnit 3.7.2 (brandsektionsadskillelse), dele af afsnit 3.7.3 (om flugtveje) samt 3.7.4 (om konstruktive forhold) og afsnit i de tekniske forskrifter for brandfarlige og brændbare væsker.

Sikring mod brandsmitte via placering og afstande

Et rum (eller en container) med oplag af litiumionbatterier skal placeres med en forsvarlig afstand til omgivelserne, så risikoen for brandspredning fra rummet til omkringliggende skel samt bygninger og oplag på samme grund (og vice versa) minimeres.

Af nedenstående skema fremgår vejledende afstande til naboskel samt vej- og stimidte. Der er dog flere parametre, der kan bevirke, at afstanden bør øges eller kan mindskes. Det gælder f.eks. klassifikation af ydervæggens overflade, klassifikationen af en bygnings ydervæg, oplagets størrelse, evt. brandtekniske installationer og bemanning/overvågning af virksamheden (i forhold til hvor hurtigt en brand vil blive opdaget).

Figur 4: Vejledningen mindsteafstande til naboskel samt vej- og stimidte

Placering af større oplag af fabriksnye og ikke-udtjente litiumionbatterier	Vejledende mindsteafstande til naboskel samt vej- og stimidte*
I bygning	2,5 m**
I container	5 m

*Dog mindst 2,5 m til sti- og vejskel.

**Forudsat at udvendige vægoverflader svarer til beklædning klasse K₁ 10 B-s1,d0 [klasse 1 beklædning].

Udgangspunktet er, at et rum med oplag af litiumionbatterier bør have en afstand på mindst 2,5 m til skel, forudsat at ydervæggens udvendige beklædning er mindst beklædning klasse K₁ 10 B-s1,d0 [klasse 1 beklædning].

For afstanden mellem et rum med oplag af litiumionbatterier og andre bygninger eller oplag, bør der tages udgangspunkt i "sumreglen", dvs. at en indbyrdes afstand mellem to objekter er fastlagt (som mindst) summen af de afstande, de to objekter hver især skal have til naboskel. Se eksempelvis punkt 3.8.7 i de tekniske forskrifter for brandfarlige og brændbare væsker.

Brandslukningsmateriel

Hvis der er risiko for, at der kan opstå en initialbrand i f.eks. andet oplag eller en truck i det rum, hvor der skal opbevares et større oplag af litiumionbatterier, bør der opsættes enten passende brandslukningsmateriel eller vandfyldte slangevinder (som betragtes som en brandteknisk installation).



Forslag til relevante vilkår til brandslukningsmateriel og vandfyldte slangevinder findes f.eks. i punkterne 3.6.2 – 3.6.6 og 3.9.21 (hvad angår brandslukningsmateriel) samt punkterne 2.12.2 – 2.12.5, 2.12.11, 2.12.12, 2.14.26 og 2.14.28 – 2.14.30 (hvad angår vandfyldte slangevinder) i de tekniske forskrifter for brændbare faste stoffer.

Brandtekniske installationer

Slukningsanlæg

I indsatsmæssige sammenhæng kan der være behov for store mængder vand for, at redningsberedskabet kan køle en brand i litiumionbatterier effektivt. Afhængig af hvordan redningsberedskabets mulighed for påføring af vand på en brand i et oplag af litiumionbatterier er, kan et slukningsanlæg være nødvendigt. Er der allerede et slukningsanlæg i det rum/lager, hvor der også ønskes oplag af litiumionbatterier, skal det sikres, at slukningsanlægget er dimensioneret til denne nye varegruppe. Der vil være behov for at få en akkrediteret virksomhed til at komme med en udtalelse.

Oplag af litiumionbatterier i en bygning

Der er flere forhold, der gør sig gældende i forhold til, om det vurderes nødvendigt at etablere et slukningsanlæg i et rum med oplag af litiumionbatterier. Eksempler på forhold, som har betydning for, hvor vidt det vurderes nødvendigt med et slukningsanlæg eller ej, kan være,

- hvor i bygningen er rummet med oplaget placeret (for f.eks. at kunne vurdere, om der skal foretages slukning i højden, eller om der skal tages højde for, at oplaget placeres på mange forskellige pallepladser rundt om i lageret),
- hvordan er indsatsmulighederne for redningsberedskabet (ved f.eks. at se på om der er en eller flere døre fra det fri, om der er brandveje i umiddelbar nærhed af rummet og hvordan indtrængningsvejene er inde i rummet) og
- hvad eventuelle tilstødende rum bliver anvendt til (for f.eks. at vurdere om der i forbindelse med en indsats kan være behov for personredning).

Hvis redningsberedskabet stiller vilkår om et slukningsanlæg, skal det sikres, at anlægget projekteres med en tilstrækkelig brandslukkende kapacitet. Af vilkårene bør det bl.a. fremgå, at anlægget skal projekteres og installeres af en kvalificeret virksomhed, således at det sikres, at vandydelsen er tilstrækkelig/anlægget er egnet til slukning. Der bør derudover fastsættes krav til både installation og den løbende drift, kontrol og vedligeholdelse. For nærmere formulering af vilkår henvises f.eks. til punkterne 3.7.1 og 3.7.2, dele af 3.7.6 (dog ikke det pågældende areal), 3.7.7 – 3.7.9, 3.9.22 – 3.9.24 i de tekniske forskrifter for brændbare faste stoffer.

Oplag af litiumionbatterier i en container

Udgangspunktet er, at det ikke vurderes nødvendigt at etablere et automatisk slukningsanlæg, hvis et oplag af litiumionbatterier opstilles i en (eller flere) containere. Årsagen er, at containerne bør være opstillet forsvarligt i forhold til andre bygninger og oplag. Afhængigt af størrelsen på oplaget og de konkrete forhold, hvor containeren/containererne opstilles, kan der være behov for en alternativ løsning til et automatisk slukningsanlæg. Alternativet kan være en løsning, hvor containeren forsynes med en anordning, der sikrer redningsberedskabets mulighed for at tilslutte vand (til sprinklerhoveder i containeren) på sikker afstand, og derved bekæmpe en brand i oplaget af litiumionbatterier. Ved denne løsning skal rørets indløb placeres i det fri og anbringes i en højde på 0,5 – 1,0 m over terræn og forsynes med kobling iht. DS 752, der kan anvendes af redningsberedskabet til tilkobling af slukningsmateriel. Koblingen skal være forsynet med et slugdæksel.

Lige som for andre brandtekniske installationer er det også her vigtigt, at anlægget projekteres med en tilstrækkelig brandslukkende kapacitet. Af vilkårene bør det bl.a. fremgå, at anlægget skal projekteres og installeres af en kvalificeret virksomhed, således at det sikres, at vandydelsen er tilstrækkelig/anlægget er egnet til slukning. Der bør derudover fastsættes krav til både installation og den løbende drift, kontrol og vedligeholdelse. For nærmere formulering af vilkår henvises f.eks. til punkterne 3.7.1 og 3.7.2, 3.7.7 – 3.7.9, 3.9.22 – 3.9.24 i de tekniske forskrifter for brændbare faste stoffer.

Brandventilation (røgudluftning)

Idet der er en risiko for ophobning af brandgasser ved brand i et oplag af litiumionbatterier, kan brandventilation (eller røgudluftning, hvis der er etableret et slukningsanlæg) være hensigtsmæssigt for at kunne udlufts brandgasserne.

Hvorvidt redningsberedskabet bør fastsætte krav om et brandventilationsanlæg, afhænger bl.a. af størrelsen på oplaget, størrelsen på oplagsrummet, samt om oplagsrummet er placeret på en måde, så der kan sikres god ventilation direkte fra det fri. Hvis oplaget af nye litiumionbatterier opbevares i et rum/lager med andet brændbart oplag, kan der tages udgangspunkt i Beredskabsstyrelsens vejledning nr. 17 om naturlig brandventilation og røgudluftning i bygninger omfattet af beredskabslovgivningen.

Detektering

Det kan være hensigtsmæssigt, at der etableres anlæg el.lign., så der kan ske detektering i et rum eller i en container med oplag af litiumionbatterier. For oplag af fabriksnye batterier vil detektering sjældent være et tiltag, der bør fastsættes. For store lagre med mange typer oplag, herunder fabriksnye batterier, vil der ofte være detektering i form af et automatisk brandalarmeringsanlæg (ABA-anlæg) eller et slukningsanlæg, som begge vil give en tidlig alarmering. For større oplag af ikke-udtjente batterier, som evt. lades, bør der etableres detektering.

Detektering skal medvirke til, at der tidligt i et hændelsesforløb kan ske alarmering om, at der er en afvigelse fra normalbilledet.

Detektering har i øvrigt således betydning både for, hvor hurtigt redningsberedskabet kan påbegynde sin indsats (idet branden konstateres hurtigere i forløbet), og hvor vidt redningsberedskabets indsatsmuligheder betragtes som forsvarlige. Derudover er detektering også hensigtsmæssigt, hvis der i umiddelbar nærhed af et rum med større oplag af litiumionbatterier er personophold. På den måde vil personerne hurtigere kunne evakuere(s).

Hvorvidt redningsberedskabet bør fastsætte krav om detektering, afhænger bl.a. af oplagets størrelse og oplagsrummets dimensioner.

Idet det er CO, NO₂ og HCl, der er de primære giftige gasser, som udledes, når der sker *thermal runaway* i et litiumionbatteri, er det derfor disse gasser, der bør tages i betragtning i forbindelse med detektering. Gasserne kan være tungere end den omsluttende luft, hvorfor der også bør detekteres ved gulv. Detektering bør foretages ved optisk detektering, idet det ikke er muligt at detektere på et enkelt stof. Afhængig af de konkrete forhold kan ordinære optiske røgdetektorer være fornødent til at give en tidlig detektering. [Gully et al., 2019]⁸

Hvad angår detektering er det altid yderst vigtigt, at der etableres en plan for korrigerende handlinger ved alarm fra detekteringen. Eksempler på korrigerende handlinger kan være, at ventilationsanlægget aktiveres, og at der sker alarmering til f.eks. redningsberedskabet og/eller leverandør (service).

2.6 - Sikring af forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder

Beredskabslovens § 34, stk. 2, angiver, at **bygninger og grundarealer skal indrettes og benyttes på en sådan måde, at forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder sikres bedst muligt.**

Forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder hænger naturligt sammen med de tiltag, der er etableret for at minimere konsekvenserne som følge af, at en brand er opstået.

Adgang og brandveje

Med adgang menes der, at der er adgang fra en offentlig vej til grundarealet/matriklen, hvor bygningen eller containeren med oplaget af litiumionbatterier er placeret. Med brandvej menes tilkørselsveje (dvs. vej til fremføring af redningsberedskabets køretøjer), brandredningsarealer, vendepladser, friarealer m.v.

I tilfælde af brand er det først og fremmest vigtigt, at redningsberedskabet har uhindret adgang til oplaget af litiumionbatterier. Dernæst skal området indrettes, så redningsberedskabets køretøjer, udstyr og personel kan indsættes hurtigt og effektivt. Adgang og brandveje bør aftales nærmere med redningsberedskabet.

For nærmere vejledning om udformning af brandvejene, vendepladser, svingarealer, friarealer og spærring ved adgang til virksomheden henvises til vejledningen til brændbare faste stoffer, nærmere bestemt s. 13 og 14 i *vejledningen om bekendtgørelsen og kapitel 1 – generelle bestemmelser*.

⁸ Gully, B., Mjøs, N., Sverud, T., Helgesen, H., Huser, A., Skogtved, J., Frithiof, N., Kostopoulos, D., and Haugom, G. (2019). MARITIME BATTERY SAFETY JOINT DEVELOPMENT PROJECT: Technical Reference for Li-ion Battery Explosion Risk and Fire Suppression. Technical report, DNV GL AS Maritime, Høvik, Norway. Document No.: 1144K9G7-12.

Ud over vilkår om etablering af adgang og brandveje til redningsberedskabet bør der også fastsættes ordensregler, der kan relateres til adgang og brandveje. Et eksempel på en ordensregel kan være, at adgang og brandveje skal være frie og ryddelige i hele deres bredde, herunder være ryddet for sne og is.

Redningsberedskabet skal have uhindret adgang til brandvejene. Hvis der i brandvejen opsættes spærringer i form af bomme, porte el.lign., skal disse kunne åbnes af redningsberedskabet. Eventuel aflåsning af disse afspærringer må kun ske med en af redningsberedskabet godkendt løsning. Af hensyn til at kunne påbegynde en hurtig rednings- og slukningsindsats bør der kun være én hindring, som skal låses op af redningsberedskabet, for at det kan få sine køretøjer ind på virksomhedens område.

I de fleste tilfælde er kravene til adgang og brandveje også opfyldt i medfør af kravene i bygningsreglementet.

Skiltning

For at redningsberedskabet bliver bevidste om, at der er en særlig risiko i et rum eller i en container med større oplag af litiumionbatterier, bør der opsættes skilte på døre til rum/container med større oplag af litiumionbatterier. På skiltet skal der stå "litiumionbatterier", og skiltet skal udføres som sikkerhedsskilte, udført i overensstemmelse med bekendtgørelse om sikkerhedsskiltning og anden form for signalgivning.

Indtrængningsveje til og i bygningen

For at redningsberedskabet kan foretage en effektiv og forsvarlig indsats, bør et rum med oplag af litiumionbatterier placeres i stueetagen, og rummet bør placeres ved mindst én ydervæg, så der kan etableres en dør direkte til det fri. På den måde vil redningsberedskabet have direkte adgang fra det fri. Det anbefales således, at oplag af litiumionbatterier ikke placeres i f.eks. en kælder.

For at redningsberedskabet kan foretage en forsvarlig rednings- og slukningsindsats, er det vigtigt, at der er gode indtrængningsveje ind til rummet med oplaget af litiumionbatterier og ikke mindst inde i selve rummet. Der skal være et passende antal døre, som redningsberedskabet skal/kan anvende som vej ind til det pågældende rum, og disse døre skal have en passende bredde. Det samme gør sig gældende for indtrængningsvejene i selve rummet. Indtrængningsvejene må i øvrigt ikke være for lange.

Forslag til relevante vilkår til indtrængningsveje findes eksempelvis i afsnit 3.7.3 i de tekniske forskrifter for brandfarlige og brændbare væsker. Derudover bør der også fastsættes ordensregler, der kan relateres til indtrængningsveje.

Plan for redningsberedskabets indsats

Det kan være relevant at stille vilkår om, at der skal udarbejdes en plan for redningsberedskabets indsats i samarbejde med redningsberedskabet. Formålet med planen er, at redningsberedskabets indsatsleder vil have nemmere ved at organisere rednings- og slukningsarbejdet.

Placeres et oplag af nye litiumionbatterier i en stor lagerbygning sammen med andet brændbart oplag, kan behovet for planen være mindre relevant, hvis litiumionbatterierne kun udgør en mindre del af det samlede oplagsvolumen. Omvendt kan planen være betydningsfuld, hvis

litiumionbatterierne f.eks. udgør en væsentlig del af det samlede oplag eller hvis bygningen indeholder flere brandtekniske installationer.

2.7 Opsummering

Nedenstående skema giver et overblik over de brandsikringstiltag, der bør etableres (markeret med X) og brandsikringstiltag, som bør overvejes etableret (markeret med (X)), når der ønskes etableret et større oplag af nye litiumionbatterier. Brandsikringstiltagene er således også de vilkår, som det kommunale redningsberedskabet bør fastsætte/bør overveje at fastsætte efter beredskabslovens § 34, stk. 2.

Figur 5: Oversigt over brandsikringstiltag for større oplag af fabriksnye og ikke-udtjente litiumionbatterier

Oplag af nye litiumionbatterier	Brandsikringstiltag	Bør etableres eller bør overvejes
Forebyggende tiltag	Placering (afstand)	X
	Ordensregler	X
	Drift-, kontrol og vedligeholdelse, herunder DKV-plan	X
Afhjælpende tiltag	Sikring mod brandsmitte via adskillelser	X Alene for oplag i en bygning
	Flugtvejsforhold	X Alene for oplag i en bygning
	Konstruktive forhold	X Alene for oplag i en bygning
	Placering (afstand)	X
	Brandslukningsmateriel - Håndildslukkere - Vandfyldte slangevinder	(X) (X)
	Brandtekniske installationer: - Slukningsanlæg - Brand og røgventilation, og - detektering	(X) (X) (X)
Forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder	Adgang og brandveje	X
	Skiltning	X
	Indtrængningsveje	X

		Alene for oplag i en bygning
	Plan for redningsberedskabets indsats	(X)
Særskilt vandforsyning , jf. § 14 i bekendtgørelse nr. 1.085 af 10. oktober 2019 om risikobaseret dimensionering af det kommunale redningsberedskab		(X)

Kapitel 3 - Oplag af udtjente litiumionbatterier

3.1 – Større oplag af udtjente litiumionbatterier

Hvorvidt redningsberedskabet bør anvende § 34, stk. 2 til at fastsætte brandmæssige vilkår afhænger bl.a. af:

- Det samlede oplags størrelse.
- Batteriernes ladningsgrad (SOC).
- Oplagets placering (bygning, container eller det fri).
- Øvrig anvendelse af rummet eller containeren.
- Bygningens øvrig anvendelse.
- Eventuelle brandtekniske installationer.



Et oplag af udtjente batterier må som udgangspunkt antages at være forbundet med højere risiko end et oplag af nye batterier. Dette hænger bl.a. sammen med, at det ikke længere kan garanteres, at batteriets specifikationer er overholdt, at batteriet kan være beskadiget, at emballagen (hvis nogen) kan være uoriginal, og at virksomheden, som håndterer de udtjente batterier, måske ikke har det fulde produktkendskab.

Der kan på virksomheder, som håndterer udtjente batterier, foretages en komplet afladning af batterierne, som efterfølges af en (tilsigtet) kortslutning. I disse tilfælde vurderes farepotentialet at være nedbragt i sådan en grad, at de afladene og kortsluttede batterier ikke skal tælles med i opgørelsen af et oplag.

Beredskabsstyrelsen vurderer, at der er tale om større oplag af udtjente litiumionbatterier, når oplagets samlede kapacitet overstiger **1.000 kWh**.

Leverandører angiver ofte både ydeevnen (som regel en værdi i kW) og kapaciteten (som regel en værdi i kWh) for litiumionbatterier. Beredskabsstyrelsen har i dette kapitel valgt at fokusere på kapaciteten for de udtjente batterier (når man har denne viden), da denne værdi siger mest om den samlede mængde energi, der kan være til stede i batteriet/batterierne, og dermed også om potentialet for en større brand. Dog er Beredskabsstyrelsen opmærksom på, at der også findes

flere steder, hvor man ikke har viden om litiumionbatteriernes kapacitet. Derfor er der i dette kapitel angivet en omregningsfaktor, se nedenfor, så en omtrentlig kapacitet kan findes ud fra batteriernes vægt.

I de tilfælde, hvor kapaciteten af et udtjent batteri ikke kendes i kWh, kan der foretages en overslagsmæssig omregning ud fra vægten af batteriet. 1 kg batteri svarer ca. til en kapacitet på 0,26 kWh⁹. Dette er en konservativ omregning ud fra en overordnet betragtning af litiumionbatterier. I takt med at batterierne udvikles og får en større effektivitet, kan der blive behov for at ændre omregningsfaktoren.

De almindelige brandmæssige principper for at holde objekter adskilt – dvs. afstand eller brandsektionering - kan bevirke, at oplag ikke betragtes som et større oplag, selvom der samlet set kan være en stor mængde fordelt ud på mange små oplag.

3.2 - Eksempler på større oplag af udtjente litiumionbatterier

Nedenstående er eksempler på steder, hvor Beredskabsstyrelsen vurderer, at redningsberedskabet kan anvende beredskabslovens § 34, stk. 2, til at fastsætte vilkår til et større oplag af udtjente litiumionbatterier, dvs. hvor der forventes at være et oplag af litiumionbatterier med en samlet kapacitet på mere end **1.000 kWh**:

- Virksomheder, der er modtagere af udtjente litiumionbatterier fra f.eks. genbrugspladser, cykelhandlere eller bilværksteder.
- Værksteder med større oplag af litiumionbatterier fra elbiler/hybridbiler (hvor der f.eks. opbevares mere end ca. 10 udtjente bilbatterier á 100 kWh).

Det skal dog understreges, at der altid skal foretages en konkret vurdering af forholdene i den enkelte sag.

Ovenstående eksempler er også aktuelle, selvom et oplag af litiumionbatterier er midlertidigt placeret. I brandstrategien for disse oplag kan dette forhold (midlertidig placering) inddrages. Dog vil det afhænge af, hvor lang tid et oplag ønskes placeret det pågældende sted, og om der jævnligt og midlertidigt placeres oplag af litiumionbatterier. Sidstnævnte tilfælde betragtes som værende et "permanent" placeret oplag.

3.3 – Eksempler på oplag, der ikke betragtes som et større oplag

Nedenstående er eksempler på steder, hvor Beredskabsstyrelsen vurderer, at der ikke vil oplagres litiumionbatterier med en samlet kapacitet på mere end 1.000 kWh, og hvor redningsberedskabet derfor ikke bør anvende beredskabslovens § 34, stk. 2, til at fastsætte vilkår.

- Genbrugspladser.
- Værksteder med oplag af litiumionbatterier fra elbiler/hybridbiler (hvor det forventes, at der kun er et oplag af få udtjente bilbatterier samtidig).

⁹ <https://batteryuniversity.com/article/bu-216-summary-table-of-litium-based-batteries>

3.4 – Forebyggende tiltag

Beredskabslovens § 34, stk. 2, angiver bl.a., at **bygninger og grundarealer skal indrettes og benyttes på en sådan måde, at risikoen for brandfare formindskes mest muligt**. Det betyder, at brandsikringen af oplag af udtjente litiumionbatterier bl.a. skal bestå af forebyggende tiltag for at minimere risikoen for, at en brand opstår.

Placering

Udtjente litiumionbatterier bør så vidt muligt placeres udendørs eller i containere. Dog kan det også være acceptabelt at placere dem i mindre énetages bygninger på maksimalt 600 m², hvis bygningen er udført af ubrændbare materialer. Rummet bør alene anvendes til opbevaring af udtjente og ubeskadigede batterier.

Det anbefales, at udtjente litiumionbatterier, der har synlige skader, kommer i karantæne, f.eks. i en container. Det samme gør sig gældende for fejlbehæftede litiumionbatterier.

”Karantæneområdet”, som bør placeres hensigtsmæssigt i forhold til omgivelserne, bør indeholde en begrænset mængde batterier. Batterierne bør være i karantæne i mindst en uge, inden de igen vurderes i forhold til, om der er sket yderligere deformationer. F.eks. kan øget tryk i celler ses ved, at celler ekspanderer. Hvis batterierne efter en uge vurderes at være stabile, kan de placeres sammen med andre udtjente og ubeskadigede batterier.

Ordensregler

For at tilgodese hensynet om at minimere sandsynligheden for at en brand opstår, er det vigtigt, at virksomheden har opstillet nogle hensigtsmæssige ordensregler, og selvfølgelig at disse efterleves.

Det kunne f.eks. være relevant med ordensregler, der tilgodeser følgende:

- At de udtjente litiumionbatterier ved modtagelse undersøges nærmere for tegn på, at de har været tabt, knust eller gennembrudt. Og at der er en plan for, hvordan batterierne skal håndteres videre, hvis de har et eller flere af disse tegn.
- At udtjente litiumionbatterier opbevares hensigtsmæssigt for at begrænse risikoen for, at en brand opstår og spredes til andre batterier. For små batteriers vedkommende kan det eksempelvis ske ved, at batterierne placeres i beholdere med ubrændbart granulat, uden at de enkelte batterier har kontakt med hinanden.
- At litiumionbatterierne håndteres korrekt, så battericellerne ikke tabes, knuses eller gennembrydes.
- At oplaget af litiumionbatterier ikke er placeret nær aktiviteter, der kan give en ekstern varmepåvirkning, dvs. at oplaget ikke udsættes for en utilsigtet overophedning.
- At der er en klar strategi for håndtering af forskellige opladningsgrader på batterierne, herunder en eventuel procedure for, om batterierne skal aflades og bagefter kortsluttes. Ordensreglen kan også omfatte et krav om, at der findes en instruks for, hvordan og hvor hurtigt de udtjente batterier aflades sikkerhedsmæssigt forsvarligt.

- At der løbende foretages egenkontrol af de brandmæssige tiltag, så det sikres, at de fungerer efter hensigten.

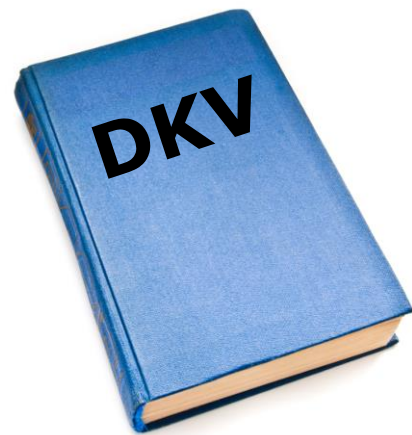
Derudover er det vigtigt, at "almindelige" ordensregler, som er kendt fra de tekniske forskrifter, opfyldes. Det gælder f.eks. ordensregler, som relateres til risikoen for brandspredning (f.eks. at branddøre er afmærket med skilte, og at branddøre kan lukke efter hensigten), og som relateres til at begrænse omfanget af en brand (f.eks. at personalet har kendskab til procedurer i tilfælde af brand, og at funktionen af brandtekniske installationer kontrolleres og sikres).

Det bør desuden sikres, at der er en passende mindsteafstand mellem oplaget af litiumionbatterier og andet brændbart oplag (se eksempelvis punkt 3.11.8 i de tekniske forskrifter for brandfarlige og brændbare væsker, hvor det fremgår, at brændbare stoffer og materialer, der opbevares i det fri i mængder, som ikke er omfattet af beredskabslovgivningen, skal placeres i en afstand af mindst 10 m fra oplaget).

Drift, kontrol og vedligeholdelse

Se nærmere i afsnittet "hvad er de brandmæssige faremomenter ved litiumionbatterier" i vejledningens indledning.

Som inspiration til de vilkår, som det kommunale redningsberedskab bør overveje at fastsætte i forhold til drift, kontrol og vedligeholdelse, henvises f.eks. til punkterne 3.9.18 – 3.9.20 i de tekniske forskrifter for brændbare faste stoffer og den tilhørende vejledningstekst.



3.5 – Afhjælpende tiltag

Beredskabslovens § 34, stk. 2, angiver bl.a., at **bygninger og grundarealer skal indrettes og benyttes på en sådan måde, at risikoen for brandfare formindskes mest muligt**. Denne sætning betyder også, at konsekvenserne som følge af, at en brand er opstået, skal minimeres, hvorfor brandsikringen i forbindelse med et oplag af udtjente litiumionbatterier også skal bestå af afhjælpende tiltag.

Brandmæssige adskillelser, flugtvejsforhold og konstruktive forhold

Et større oplag af udtjente litiumionbatterier bør sikres med forsvarlige brandmæssige adskillelser, flugtveje samt konstruktioner, som kendes fra Beredskabsstyrelsens bekendtgørelser på det brandtekniske område (de tekniske forskrifter). For eksempler på konkrete vilkår henvises f.eks. til afsnit 3.7.2 (brandsektionsadskillelse), dele af afsnit 3.7.3 (om flugtveje) samt 3.7.4 (om konstruktive forhold) i de tekniske forskrifter for brandfarlige og brændbare væsker.

Sikring mod brandsmitte via placering og afstande

Et rum, en container og et areal (lagerafsnit) i det fri med oplag af udtjente litiumionbatterier skal placeres med en forsvarlig afstand til omgivelserne, så risikoen for brandspredning fra oplaget med litiumionbatterier til omkringliggende skel samt bygninger og oplag på samme grund (og vice versa) minimeres.

Hvad der er en forsvarlig afstand, afhænger af, hvor stort oplaget af litiumionbatterier er. Hvad angår et rum med oplag af udtjente litiumionbatterier afhænger det også af ydervæggens brandmæssige klassifikation, herunder ydervæggens beklædning.

Af nedenstående skema fremgår vejledende afstande til naboskel samt vej- og stimidte. Der er dog flere parametre, der kan bevirke, at afstanden bør øges eller mindskes. Det gælder f.eks. klassifikation af ydervæggens overflade, klassifikationen af en bygnings ydervæg, oplagets størrelse, evt. brandtekniske installationer og bemanning/overvågning af virksomheden (i forhold til hvor hurtigt en brand vil blive opdaget).

Figur 6: Vejledende mindsteafstande til naboskel samt vej- og stimidte

Placering af oplag af udtjente litiumionbatterier	Vejledende mindsteafstande til naboskel samt vej- og stimidte*
Oplag i bygning	2,5 m**
Oplag i container	5 m
Oplag i "karantæneområde"	10 m

*Dog mindst 2,5 m til sti- og vejskel.

**Forudsat at udvendige vægoverflader svarer til beklædning klasse K₁ 10 B-s1,d0 [klasse 1 beklædning].

Udgangspunktet er, at et rum med oplag af udtjente litiumionbatterier bør have en afstand på mindst 2,5 m til skel, forudsat at ydervæggens udvendige beklædning er mindst beklædning klasse K₁ 10 B-s1,d0 [klasse 1 beklædning].

For afstanden mellem et rum med udtjente litiumionbatterier og andre bygninger eller oplag bør der tages udgangspunkt i "sumreglen", dvs. at en indbyrdes afstand mellem to objekter er fastlagt (som mindst) summen af de afstande, de to objekter hver især skal have til naboskel. Se eksempelvis punkt 3.8.7 i de tekniske forskrifter for brandfarlige og brændbare væsker.

Brandslukningsmateriel

Hvis der er risiko for, at der kan opstå en initialbrand i f.eks. andet oplag eller en truck i det rum, hvor der skal opbevares et større oplag af litiumionbatterier, bør der opsættes enten passende brandslukningsmateriel eller vandfyldte slangevinder (som betragtes som en brandteknisk installation).

Forslag til relevante vilkår til brandslukningsmateriel og vandfyldte slangevinder findes f.eks. i punkterne 3.6.2 – 3.6.6 og 3.9.21 (hvad angår brandslukningsmateriel) samt punkterne 2.12.2 –

2.12.5, 2.12.11, 2.12.12, 2.14.26 og 2.14.28 – 2.14.30 (hvad angår vandfyldte slangevinder) i de tekniske forskrifter for brændbare faste stoffer.

Brandtekniske installationer

Slukningsanlæg

I indsatsmæssige sammenhæng kan der være behov for store mængder vand for, at redningsberedskabet kan køle en brand i litiumionbatterier. Afhængig af hvordan redningsberedskabets mulighed for påføring af vand på en brand i et oplag af litiumionbatterier er, kan et slukningsanlæg være nødvendigt.

Oplag af udtjente litiumionbatterier i en bygning

Der er flere forhold, der gør sig gældende i forhold til, om det vurderes for nødvendigt, at der etableres et slukningsanlæg i et rum med et oplag af litiumionbatterier. Eksempler på forhold, som har betydning for, hvor vidt det vurderes nødvendigt med et slukningsanlæg eller ej, kan være:

- hvor i bygningen er rummet med oplaget placeret, (for f.eks. at kunne vurdere, om der skal foretages slukning i højden, eller om der skal tages højde for, at oplaget placeres på mange forskellige pallepladser rundt om i lageret)
- hvordan er indsatsmulighederne for redningsberedskabet (ved f.eks. at se på om der er en eller flere døre fra det fri, om der er brandveje i umiddelbar nærhed af rummet og hvordan indtrængningsvejene er inde i rummet), og
- hvad eventuelle tilstødende rum anvendt bliver til (for f.eks. at vurdere om der i forbindelse med en indsats kan være behov for personredning).

Hvis redningsberedskabet stiller vilkår om et slukningsanlæg, skal det sikres, at anlægget projekteres med en tilstrækkelig brandslukkende kapacitet. Af vilkårene bør det bl.a. fremgå, at anlægget skal projekteres og installeres af en kvalificeret virksomhed, således at det sikres, at vandydelsen er tilstrækkelig/anlægget er egnet til slukning. Der bør derudover fastsættes krav til både installation og den løbende drift, kontrol og vedligeholdelse. For nærmere formulering af vilkår henvises f.eks. til punkterne 3.7.1 og 3.7.2, dele af 3.7.6 (dog ikke det pågældende areal), 3.7.7 – 3.7.9, 3.9.22 – 3.9.24 i de tekniske forskrifter for brændbare faste stoffer.

Oplag af udtjente litiumionbatterier i en container

Udgangspunktet er, at det ikke vurderes nødvendigt at etablere et automatisk slukningsanlæg, hvis et oplag af udtjente litiumionbatterier etableres i en (eller flere) containere. Årsagen er, at containerne bør være opstillet forsvarligt i forhold til andre bygninger og oplag. Afhængigt af størrelsen på oplaget og de konkrete forhold, hvor containeren/containererne opstilles, kan der være behov for en alternativ løsning til et automatisk slukningsanlæg. Alternativet kan være en løsning, hvor containeren forsynes med en anordning, der sikrer redningsberedskabets mulighed for at tilslutte vand (til sprinklerhoveder i containeren) på sikker afstand og derved bekæmpe en brand i oplaget af litiumionbatterier. Ved denne løsning skal rørets indløb placeres i det fri og anbringes i en højde på 0,5 – 1,0 m over terræn og forsynes med kobling iht. DS 752, der kan anvendes af redningsberedskabet til tilkobling af slukningsmateriel. Koblungen skal være forsynet med et sluddæksel.

Ligesom for andre brandtekniske installationer er det også her vigtigt, at anlægget projekteres med en tilstrækkelig brandslukkende kapacitet. Af vilkårene bør det bl.a. fremgå, at anlægget skal projekteres og installeres af en kvalificeret virksomhed, således at det sikres, at vandydelsen er tilstrækkelig/anlægget er egnet til slukning. Der bør derudover fastsættes krav til både installation og den løbende drift, kontrol og vedligeholdelse. For nærmere formulering af vilkår henvises f.eks. til punkterne 3.7.1 og 3.7.2, 3.7.7 – 3.7.9, 3.9.22 – 3.9.24 i de tekniske forskrifter for brændbare faste stoffer.

Brandventilation (røgdudluftning)

Idet der er en risiko for ophobning af brandgasser ved brand i et oplag af litiumionbatterier, kan brandventilation (eller røgdudluftning, hvis der er etableret et slukningsanlæg) være hensigtsmæssigt for at kunne udlufte brandgasserne.

Hvorvidt redningsberedskabet bør fastsætte krav om et brandventilationsanlæg, afhænger bl.a. af størrelsen på oplaget, størrelsen på oplagsrummet, samt om oplagsrummet er placeret på en måde, så der kan sikres god ventilation direkte fra det fri.

Detektering

Det kan være hensigtsmæssigt, at der etableres anlæg el.lign., så der kan ske detektering i et rum eller i en container med oplag af udtjente litiumionbatterier.

Detektering skal medvirke til, at der tidligt i et hændelsesforløb kan ske alarmering om, at der er afgang fra normalbilledet.

Detektering har i øvrigt betydning både for, hvor hurtigt redningsberedskabet kan påbegynde sin indsats (idet branden konstateres hurtigere i forløbet), og hvorvidt at redningsberedskabets indsatsmuligheder kan betragtes som forsvarlige. Derudover er detektering også hensigtsmæssigt, hvis der i umiddelbar nærhed af et rum med større oplag af udtjente litiumionbatterier er personophold. På den måde vil personerne hurtigere kunne evakuere(s).

Hvorvidt redningsberedskabet bør fastsætte krav om detektering, afhænger bl.a. af oplagets størrelse og oplagsrummets dimensioner.

Idet det er CO, NO₂ og HCl, der er de primære giftige gasser, der udledes, når der sker *thermal runaway* i et litiumionbatteri, er det derfor disse gasser, der bør tages i betragtning i forbindelse med detektering. Gasserne kan være tungere end den omsluttende luft, hvorfor der også bør detekteres ved gulv. Detektering bør foretages ved optisk detektering, idet det ikke er muligt at detektere på et enkelt stof. Afhængig af de konkrete forhold kan ordinære optiske røgdetektorer være fornødent til at give en tidlig detektering. [Gully et al., 2019]¹⁰

Hvad angår detektering er det altid yderst vigtigt, at der etableres en plan for korrigerende handlinger ved alarm fra detekteringen. Eksempler på korrigerende handlinger er, at

¹⁰ Gully, B., Mjøs, N., Sverud, T., Helgesen, H., Huser, A., Skogtved, J., Frithiof, N., Kostopoulos, D., and Haugom, G. (2019). MARITIME BATTERY SAFETY JOINT DEVELOPMENT PROJECT: Technical Reference for Li-ion Battery Explosion Risk and Fire Suppression. Technical report, DNV GL AS Maritime, Høvik, Norway. Document No.: 1144K9G7-12.

ventilationsanlægget aktiveres og at der sker alarmering til f.eks. redningsberedskabet og/eller leverandør (service).

3.6 - Sikring af forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder

Adgang og brandveje

Med adgang menes der, at der er adgang fra en offentlig vej til grundarealet/matriklen, hvor bygningen, containeren eller arealet med oplag af udtjente litiumionbatterier er placeret. Med brandvej menes tilkørselsveje (dvs. vej til fremføring af redningsberedskabets køretøjer), brandredningsarealer, vendepladser, friarealer m.v.

I tilfælde af brand er det først og fremmest vigtigt, at redningsberedskabet har uhindret adgang til grunden/matriklen med bygningen, containeren eller arealet med oplag af udtjente litiumionbatterier. Dernæst skal arealer ved (omkring) bygningen eller containeren indrettes, så redningsberedskabets køretøjer, udstyr og personel kan indsættes hurtigt og effektivt. Adgang og brandveje bør aftales nærmere med redningsberedskabet.

For nærmere vejledning om udformning af brandvejene, vendepladser, svingarealer, friarealer og spærring ved adgang til virksomheden henvises til vejledningen til brændbare faste stoffer, nærmere bestemt s. 13 og 14 i *vejledningen om bekendtgørelsen og kapitel 1 – generelle bestemmelser*.

Ud over vilkår om etablering af adgang og brandveje til redningsberedskabet, bør der også fastsættes ordensregler, der kan relateres til adgang og brandveje. Et eksempel på en ordensregel er, at adgang og brandveje skal være frie og ryddelige i hele deres bredde, herunder være ryddet for sne og is.

Redningsberedskabet skal have uhindret adgang til brandvejene. Hvis der i brandvejen opsættes spærringer i form af bomme, porte el.lign., skal disse kunne åbnes af redningsberedskabet. Eventuel aflåsning af disse afspærringer må kun ske med en af redningsberedskabet godkendt løsning. Af hensyn til at kunne påbegynde en hurtig rednings- og slukningsindsats bør der kun være én hindring, som skal låses op af redningsberedskabet, for at det kan få sine køretøjer ind på virksomhedens område.

I de fleste tilfælde er adgang og brandveje også opfyldt via kravene i bygningsreglementet.

Skiltning

For at redningsberedskabet bliver bevidste om, at der er en særlig risiko i et rum eller i en container med større oplag af udtjente litiumionbatterier, bør der opsættes skilte på døre til rum/container med større oplag af udtjente litiumionbatterier. På skiltet skal der stå "litiumionbatterier", og skiltet skal udføres som sikkerhedsskilte udført i overensstemmelse med bekendtgørelse om sikkerhedsskilte og anden form for signalgivning.

Indtrængningsveje til og i bygningen

Hvis et oplag af udtjente litiumionbatterier ønskes placeret i et rum i bygningen, bør rummet placeres ved mindst én ydervæg, så der kan etableres en dør direkte til (fra) det fri. På den måde vil redningsberedskabet i højere grad have forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder, når de

har direkte adgang fra det fri. Det anbefales, at oplag af udtjente litiumionbatterier ikke placeres i en kælder. Derudover er det vigtigt, at der er gode indtrængningsveje med en passende bredde og et passende antal døre (til indtrængning) til rummet med oplaget af udtjente batterier.

For containere til oplag af udtjente batterier kan være behov for at stille krav til, hvordan containeren opstilles, så indtrængningsvejen er bedst mulig – selvfølgelig under hensyntagen til omgivelserne (andre bygninger, oplag m.v.).

Forslag til relevante vilkår til indtrængningsveje findes eksempelvis i afsnit 3.7.3 i de tekniske forskrifter for brandfarlige og brændbare væsker. Derudover bør der også fastsættes ordensregler, der relateres til indtrængningsveje.

Plan for redningsberedskabets indsats

Det kan være relevant at stille vilkår om, at der skal udarbejdes en plan for redningsberedskabets indsats i samarbejde med redningsberedskabet. Formålet med planen er, at redningsberedskabets indsatsleder vil have nemmere ved at organisere rednings- og slukningsarbejdet. I forbindelse med brand i oplag af litiumionbatterier vil det eksempelvis være hensigtsmæssigt, at der i indsatsplanen angives oplysninger om kontaktperson(er) fra virksomheden, så redningsberedskabet kan blive assisteret med viden om det konkrete oplag. Derudover bør indsatsplanen angive basisinformationer til brug for redningsberedskabets håndtering af indsatsen. Det gælder f.eks. oplagets/oplagenes placering og særlige risici for de forskellige oplag og brandsikringstiltag.

En indsatsplan kan eksempelvis være nødvendig, hvis der på virksomheden er store oplag eller mange forskellige oplag, herunder flere oplag af udtjente litiumionbatterier, som der er behov for at få identificeret på forhånd.

3.7 Opsummering

Nedenstående skema giver et overblik over de brandsikringstiltag, der bør etableres (markeret med X) og brandsikringstiltag, som bør overvejes etableret (markeret med (X)), når der ønskes etableret et større oplag af udtjente litiumionbatterier. Brandsikringstiltagene er således også de vilkår, som det kommunale redningsberedskabet bør fastsætte/bør overveje at fastsætte efter beredskabslovens § 34, stk. 2.

Figur 7: Oversigt over brandsikringstiltag for større oplag af udtjente litiumionbatterier

Oplag af udtjente litiumionbatterier	Brandsikringstiltag	Bør etableres eller bør overvejes
Forebyggende tiltag	Placering (afstand)	X
	Ordensregler	X
	Drift-, kontrol og vedligeholdelse, herunder DKV-plan	X
Afhjælpende tiltag	Sikring mod brandsmitte via adskillelser	X Alene for oplag i en bygning
	Flugtvejsforhold	X Alene for oplag i en bygning
	Konstruktive forhold	X Alene for oplag i en bygning
	Placering (afstand)	X
	Brandslukningsmateriel - Håndildslukkere - Vandfyldte slangevinder	(X) (X)
	Brandtekniske installationer: - Slukningsanlæg - Brand og røgventilation, og - detektering	(X) (X) (X)
Forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder	Adgang og brandveje	X
	Skiltning	X
	Indtrængningsveje	X Alene for oplag i en bygning
	Plan for redningsberedskabets indsats	(X)
Særskilt vandforsyning , jf. § 14 i bekendtgørelse nr. 1.085 af 10. oktober 2019 om risikobaseret dimensionering af det kommunale redningsberedskab		(X)

Kapitel 4 – BESS (*Battery Energy Storage System*)

4.1 – Større BESS med litiumionbatterier

Som tidligere angivet i denne vejledning kan redningsberedskabet anvende beredskabslovens § 34, stk. 2 til at fastsætte vilkår om brandsikringstiltag for større BESS.

Hvilke krav og omfanget af det enkelte krav til et eller flere BESS afhænger af den samlede batterikapacitet, idet denne er proportionel med den brandmæssige risiko.



Beredskabsstyrelsen vurderer, at der er tale om større BESS, når systemets samlede kapacitet overstiger **2.000 kWh**.

Leverandører angiver ofte både ydeevnen (som regel en værdi i kW) og kapaciteten (som regel en værdi i kWh). Begge værdier kan have en relevans for vurdering af risiko, men Beredskabsstyrelsen har i dette kapitel valgt at fokusere på kapaciteten, da denne værdi siger mest om den samlede mængde energi, der kan være til stede i batteriet/batterierne, og dermed også om potentialet for en større brand.

De almindelige brandmæssige principper for at holde objekter adskilt – dvs. afstand eller brandsektionering – kan bevirke, at flere BESS ikke betragtes samlet set som et større BESS, selvom der samlet set kan være en stor mængde fordelt ud på mange små BESS.

4.2 - Eksempler på større BESS med litiumionbatterier

Nedenstående er eksempler på steder, hvor Beredskabsstyrelsen vurderer, at redningsberedskabet kan anvende beredskabslovens § 34, stk. 2, til at fastsætte vilkår til større BESS med litiumionbatterier, dvs. hvor Beredskabsstyrelsen forestiller sig, at der kunne være tale om et BESS med en kapacitet **mere end 2.000 kWh**:

- Store etageboligbyggerier (dvs. med mere end ca. 100 boliger).
- Store virksomheder, herunder kontorbyggerier/domiciler.
- Store virksomheder, hvor omdrejningspunktet er kritisk infrastruktur eller forsyningsvirksomheder (energiproducenter).
- Producenter og forhandlere af BESS.

Det skal dog understreges, at der altid skal foretages en konkret vurdering af forholdene i den enkelte sag.

Ovenstående eksempler er også aktuelle, selvom et BESS med litiumionbatterier er midlertidigt placeret. I brandstrategien for dette BESS kan dette forhold (midlertidig placering) inddrages, dog vil det afhænge af, hvor lang tid et BESS ønskes placeret på det pågældende sted, og om der jævnligt og midlertidigt placeres BESS med litiumionbatterier. Sidstnævnte tilfælde betragtes som værende et "permanent" placeret BESS.

4.3 – Eksempler på BESS, der ikke betragtes som et større BESS

Nedenstående er eksempler på steder, hvor Beredskabsstyrelsen vurderer, at der ikke er tale om et større BESS, dvs. et BESS med litiumionbatterier med en samlet kapacitet på mere end 2.000 kWh, og hvor redningsberedskabet derfor ikke bør anvende beredskabslovens § 34, stk. 2, til at fastsætte vilkår.

- BESS til private husstande (her vil der typisk være tale om et BESS med en maksimal kapacitet på ca. 20 kWh).
- BESS til mindre etageboligbyggerier (dvs. etageboligbyggerier med mindre end ca. 100 boliger).
- BESS til mindre og mellemstore virksomheder, herunder kontorbyggerier/domiciler.

4.4 – Forebyggende tiltag

Beredskabslovens § 34, stk. 2, angiver bl.a., at **bygninger og grundarealer skal indrettes og benyttes på en sådan måde, at risikoen for brandfare formindskes mest muligt**. Det betyder, at brandsikringen af BESS bl.a. skal bestå af forebyggende tiltag for at minimere risikoen for, at en brand opstår.

Placering

Når en virksomhed, en boligforening el.lign. har besluttet sig for at købe og etablere et (eller flere) BESS, bør der samtidig med overvejelserne om anlæggets størrelse ligeledes ske en vurdering af placering af anlægget. Placering af hovedafbryderen til et BESS bør også overvejes, så denne placeres i sikker afstand, så den kan tilgås i tilfælde af brand i et BESS.

Et BESS større end 2.000 kWh bør placeres i det fri eller i containere, og bør således ikke placeres i en bygning. Derfor er der i dette kapitel ikke angivet anbefalinger om f.eks. ventiler og konstruktive krav, som kan relateres til en bygning. Ved placering af BESS i det fri eller i containere er risikoen for, at en brand i BESS spredes til andre rum, lejligheder o.lign., nedbragt. Samtidig mindskes risikoen for, at røg fra en brand i et BESS, spredes til rum med følsom anvendelse, f.eks. personophold og overnatning.

Rent anlægsteknisk kan der være behov for at opstille flere containere med BESS op af hinanden. Der kan i disse tilfælde være behov for en indbyrdes afstand mellem grupper af containere med BESS af en vis størrelse (en øvre grænse). Dette afhænger af indsatsforholdene.

Ordensregler

For at tilgodese hensynet om at minimere sandsynligheden for at en brand opstår, er det vigtigt, at virksomheden, boligforeningen el.lign., som ønsker at opstille et større BESS, har opstillet nogle hensigtsmæssige ordensregler, samt at disse efterleves.

Nedenfor følger eksempler på nogle ordensregler, som kan være hensigtsmæssige, når der opstilles et BESS:

- At driftsvejledningen/brugervejledningen fra leverandøren af BESS kendes og følges.
- At en container med et BESS er dedikeret til anlægget og således ikke anvendes til andre formål, hvor en brand ville kunne opstå og spredes til BESS ved varmepåvirkning med kritisk temperaturstigning i BESS.
- At BESS opsættes, efterses og drives iht. en brugervejledning fra leverandøren. Opsætning, eftersyn og drift skal foretages af kvalificerede personer, dvs. personer, der har (og kan vise), at de har indgående kendskab til BESS.
- At der løbende foretages egenkontrol af de brandmæssige tiltag, så det sikres, at de fungerer efter hensigten.

Derudover er det vigtigt, at "almindelige" ordensregler, som er kendt fra de tekniske forskrifter, opfyldes. Det gælder f.eks. ordensregler, som relateres til risikoen for brandspredning (f.eks. hvad der placeres og hvilke aktiviteter, der er omkring et BESS), og som relateres til at begrænse omfanget af en brand (f.eks. at personalet har kendskab til procedurer i tilfælde af brand, og at funktionen af eventuelle brandtekniske installationer kontrolleres og sikres).



Drift, kontrol og vedligeholdelse

Som inspiration til de vilkår, som det kommunale redningsberedskab, kan overveje at fastsætte i forhold til drift, kontrol og vedligeholdelse, henvises f.eks. til punkterne 3.9.18 – 3.9.20 i de tekniske forskrifter for brændbare faste stoffer og den tilhørende vejledningstekst.

4.5 – Afhjælpende tiltag

Beredskabslovens § 34, stk. 2, angiver bl.a., at bygninger, grundarealer skal indrettes og benyttes på en sådan måde, at risikoen for brandfare formindskes mest muligt. Denne sætning betyder også, at konsekvenserne som følge af, at en brand er opstået, skal minimeres, hvorfor brandsikringen i forbindelse med opsætning af et BESS også skal bestå af afhjælpende tiltag.

Sikring mod brandsmitte via placering og afstande

En container eller en overdækning med et BESS skal placeres med en forsvarlig afstand til omgivelserne, så risikoen for brandspredning fra containeren/overdækningen til omkringliggende skel samt bygninger og oplag på samme grund (og vice versa) minimeres.

Af nedenstående skema fremgår vejledende afstande til naboskel samt vej- og stimidte. Der er dog flere parametre, der kan bevirke, at afstanden bør øges eller mindskes. Dette gælder f.eks. hvor stort og hvor mange BESS, der opstilles, evt. brandtekniske installationer og bemanning/overvågning af virksomheden (i forhold til hvor hurtigt en brand vil blive opdaget).

Figur 8: Vejledende mindsteafstande til naboskel samt vej- og stimidte

BESS	Kapacitet	Vejledende mindsteafstande til naboskel samt vej- og stimidte*
I container	> 2.000 kWh	10 m
I det fri	> 2.000 kWh	10 m

*Dog mindst 2,5 m til sti- og vejskel.

**Forudsat at udvendige vægoverflader svarer til beklædning klasse K₁ 10 B-s1,d0 [klasse 1 beklædning].

Hvad angår afstanden mellem et eller flere større BESS og andre bygninger/oplag, bør der tages udgangspunkt i "sumreglen", dvs. at en indbyrdes afstand mellem to objekter er fastlagt (som mindst) summen af de afstande, de to objekter hver især skal have til naboskel. Se eksempelvis punkt 3.8.7 i de tekniske forskrifter for brandfarlige og brændbare væsker.

Brandslukningsmateriel

Vilkår om brandslukningsmateriel stilles ikke for at kunne slukke en evt. brand i et BESS, men derimod for at kunne slukke de initialbrande, der måtte være til fare for oplaget. I de fleste tilfælde vil det ikke være nødvendigt med brandslukningsmateriel.

Forslag til relevante vilkår til brandslukningsmateriel findes f.eks. i punkterne 3.6.2 – 3.6.6 og 3.9.21 i de tekniske forskrifter for brændbare faste stoffer.



Brandtekniske installationer

Slukningsanlæg

I indsatsmæssige sammenhæng kan der være behov for store mængder vand, for at redningsberedskabet kan køle en brand i et BESS effektivt. Afhængig af hvordan redningsberedskabets mulighed for påføring af vand på en brand i et BESS er, kan et slukningsanlæg være nødvendigt.

Hvis ét eller flere BESS opstilles i en (eller flere) containere eller under en overdækning, vurderes det som udgangspunkt ikke nødvendigt at etablere et automatisk slukningsanlæg. Årsagen er, at containerne/overdækningen bør være opstillet forsvarligt i forhold til andre bygninger og oplag. Afhængigt af størrelsen på det/de pågældende BESS og de konkrete forhold, hvor containeren/overdækningen opstilles, kan der være behov for en alternativ løsning til et automatisk slukningsanlæg. Alternativet kan være en løsning, hvor containeren forsynes med en anordning, der sikrer redningsberedskabets mulighed for at tilslutte vand (til sprinklerhoveder i containeren) på sikker afstand, og derved bekæmpe en brand i oplaget af litiumionbatterier. Ved denne løsning skal rørets indløb placeres i det fri og anbringes i en højde på 0,5 – 1,0 m over terræn og forsynes med kobling iht. DS 752, der kan anvendes af redningsberedskabet til tilkobling af slukningsmateriel. Koblingen skal være forsynet med et sludæksel.

Ligesom for andre brandtekniske installationer er det også her vigtigt, at anlægget projekteres med en tilstrækkelig brandslukkende kapacitet. Af vilkårene bør det bl.a. fremgå, at anlægget skal projekteres og installeres af en kvalificeret virksomhed, således at det sikres, at vandydelsen er tilstrækkelig/anlægget er egnet til slukning. Der bør derudover fastsættes krav til både installation og den løbende drift, kontrol og vedligeholdelse. For nærmere formulering af vilkår henvises f.eks. til punkterne 3.7.1 og 3.7.2, 3.7.7 – 3.7.9, 3.9.22 – 3.9.24 i de tekniske forskrifter for brændbare faste stoffer.

Sikring mod eksplosion

Hvis et større BESS ønskes placeret indesluttet, dvs. i en container (idet større BESS ikke anbefales placeret i bygninger), bør ansøger på forhånd forholde sig til, om der kan ske en eksplosion som følge af TR (*Thermal Runaway*), og hvilke forebyggende og afhjælpende tiltag, der i givet fald er relevante. Eksempler på tiltag, der bør overvejes, er eksplosionsaflastning, mulighed for bortventilering af brændbare gasser samt procedure for, om redningsberedskabet skal åbne containeren (ind til et BESS) og i så fald, hvordan redningsberedskabet fortsat har forsvarlige indsatsmuligheder.

Detektering

Der bør etableres anlæg el.lign., så der kan ske detektering i en container med BESS.

Detekteringen skal medvirke til, at der tidligt i et hændelsesforløb kan ske alarmering om, at der er afvigelse fra normalbilledet.

Detektering har i øvrigt betydning både for, hvor hurtigt redningsberedskabet kan påbegynde sin indsats (idet branden konstateres hurtigere i forløbet), og hvorvidt redningsberedskabets indsatsmuligheder kan betragtes som forsvarlige. Derudover er detektering også hensigtsmæssigt, hvis der i umiddelbar nærhed af et BESS er personophold, som f.eks. boliger eller anden følsom anvendelse. På den måde vil personerne hurtigere kunne evakuere(s).

Idet det er CO, NO₂ og HCl, der er de primære giftige gasser, der udledes, når der sker *thermal runaway* i et litiumionbatteri, er det derfor disse gasser, der bør tages i betragtning i forbindelse med detektering. Gasserne kan være tungere end den omsluttende luft, hvorfor der også bør detekteres ved gulv. Detektering bør foretages ved optisk detektering, idet det ikke er muligt at detektere på et enkelt stof. Afhængig af de konkrete forhold kan ordinære optiske røgdetektorer være fornødent til at give en tidlig detektering. [Gully et al., 2019]¹¹

Hvad angår detektering er det vigtigt, at der etableres en plan for korrigerende handlinger ved alarm fra detekteringen. Eksempler på korrigerende handlinger er, at ventilationsanlægget aktiveres, og at der sker alarmering til f.eks. redningsberedskabet og/eller leverandør (service).

4.6 - Sikring af forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder

Beredskabslovens § 34, stk. 2, angiver, at **bygninger og grundarealer skal indrettes og benyttes på en sådan måde, at forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder sikres bedst muligt.**

Forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder hænger naturligt sammen med de tiltag, der er etableret for at minimere konsekvenserne som følge af, at en brand er opstået.

Rent anlægsteknisk kan der være behov for at opstille flere containere med BESS op af hinanden, men der kan være behov for en indbyrdes afstand mellem grupper af containere med BESS af en vis større (en øvre grænse). Dette afhænger af indsatsforholdene.

¹¹ Gully, B., Mjøs, N., Sverud, T., Helgesen, H., Huser, A., Skogtved, J., Frithiof, N., Kostopoulos, D., and Haugom, G. (2019). MARITIME BATTERY SAFETY JOINT DEVELOPMENT PROJECT: Technical Reference for Li-ion Battery Explosion Risk and Fire Suppression. Technical report, DNV GL AS Maritime, Høvik, Norway. Document No.: 1144K9G7-12.

Adgang og brandveje

Med adgang menes der, at der er adgang fra en offentlig vej til grundarealet/matriklen, hvor containeren/overdækningen med BESS er placeret. Med brandvej menes tilkørselsveje (dvs. vej til fremføring af redningsberedskabets køretøjer), brandredningsarealer, vendepladser, friarealer m.v.

I tilfælde af brand er det først og fremmest vigtigt, at redningsberedskabet har uhindret adgang til grunden/matriklen med containeren/overdækningen med BESS. Dernæst skal arealer ved (omkring) containeren/overdækningen indrettes, så redningsberedskabets køretøjer, udstyr og personel kan indsættes hurtigt og effektivt. Adgang og brandveje bør aftales nærmere med redningsberedskabet.

For nærmere vejledning om udformning af brandvejene, vendepladser, svingarealer, friarealer og spærring ved adgang til virksomheden henvises til vejledningen til brændbare faste stoffer, nærmere bestemt s. 13 og 14 i *vejledningen om bekendtgørelsen og kapitel 1 – generelle bestemmelser*.

Ud over vilkår om etablering af adgang og brandveje til redningsberedskabet bør der også fastsættes ordensregler, der kan relateres til adgang og brandveje. Et eksempel på en ordensregel kan være, at adgang og brandveje skal være frie og ryddelige i hele deres bredde, herunder være ryddet for sne og is.

Redningsberedskabet skal have uhindret adgang til brandvejene. Hvis der i brandvejen opsættes spærringer i form af bomme, porte el.lign., skal disse kunne åbnes af redningsberedskabet. Eventuel aflåsning af disse afspærringer må kun ske med en af redningsberedskabet godkendt løsning. Af hensyn til at kunne påbegynde en hurtig rednings- og slukningsindsats bør der kun være én hindring, som skal låses op af redningsberedskabet, for at det kan få sine køretøjer ind på virksomhedens område.

I de fleste tilfælde er adgang og brandveje også opfyldt via kravene i bygningsreglementet.

Skiltning

For at redningsberedskabet bliver bevidste om, at der er en særlig risiko i en container med BESS, bør der opsættes skilte på dør til container med BESS. På skiltet skal der stå "litiumionbatterier", og skiltet skal udføres som sikkerhedsskilte i overensstemmelse med bekendtgørelse om sikkerhedsskiltning og anden form for signalgivning.

Plan for redningsberedskabets indsats

For et eller flere større BESS er det som oftest relevant at fastsætte vilkår om, at der udarbejdes en plan for redningsberedskabets indsats i samarbejde med redningsberedskabet. Formålet med planen er, at redningsberedskabets indsatsleder vil have nemmere ved at organisere rednings- og slukningsarbejdet. I forbindelse med en brand i et eller flere større BESS vil det være hensigtsmæssigt, at der i planen angives oplysninger til kontaktperson(er)/ressourcepersoner, der kan assistere redningsberedskabet med viden om det konkrete BESS. Derudover bør planen til redningsberedskabet også angive basisinformationer som placering af BESS, særlige risici ved

BESS (f.eks. om, hvad redningsberedskabet bør/ikke bør foretages sig indledningsvis i indsatsen bl.a. i forhold til det elektriske system) og brandsikringstiltag.

4.6 Opsummering

Nedenstående skema giver et overblik over de brandsikringstiltag, der bør etableres (markeret med X) og brandsikringstiltag, som bør overvejes at etableres (markeret med (X)), når der ønskes opstillet et større BESS. Brandsikringstiltagene er således også de vilkår, som det kommunale redningsberedskabet bør fastsætte/bør overveje at fastsætte efter beredskabslovens § 34, stk. 2.

Figur 9: Oversigt over brandsikringstiltag for større BESS

BESS	Brandsikringstiltag	Bør etableres eller bør overvejes
Forebyggende tiltag	Placering (afstand)	X
	Ordensregler	X
	Drift-, kontrol og vedligeholdelse, herunder DKV-plan	X
Afhjælpende tiltag	Placering (afstand)	X
	Brandslukningsmateriel	(X)
	Brandtekniske installationer: <ul style="list-style-type: none"> - Slukningsanlæg, og - detektering 	(X) (X)
Forsvarlige rednings- og slukningsmuligheder	Adgang og brandveje	X
	Skiltning	X
	Plan for redningsberedskabets indsats	X
Særskilt vandforsyning , jf. § 14 i bekendtgørelse nr. 1.085 af 10. oktober 2019 om risikobaseret dimensionering af det kommunale redningsberedskab		(X)