



BATTERISYSTEMER I BOLIGER

Brann- og elsikkerhetsveileder

Versjon 3 / 06.2023

Dette dokumentet omhandler installasjon av batterilagringssystemer i bolig. Hensikten med veilederen er å oppnå en sikker installasjon gjennom valg av løsning og batterisystem. Veiledningen er utarbeidet i et samarbeid mellom Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Forsvarets forskningsinstitutt (FFI), Drammensregionens brannvesen IKS (DRBV), Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) og Nelfo.

RISE Fire Research har bidratt med å vurdere brannenergien ved brann i batterisystemer i boliger og gjennomført branntester til versjon 3 på sine laboratorier i Trondheim.

Anbefalingene gitt i denne veilederen gjelder for nett-tilknyttede Li-ionbatterisystemer i småhus, men kan også være et nyttig verktøy i arbeidet med mer komplekse batteriinstallasjoner i større bygg. Definisjonen på småhus inkluderer eneboliger, to-til firemannsboliger, rekkehus, kjedehus og terrassehuse til og med tre etasjer.¹

Målgruppen er de som prosjekterer og bygger batterisystemer i parallell med nettet for lagring av solstrøm eller som energilager for å kutte effekttopper.

For brannvesenet er det utviklet en egen veileder [som kan finnes her](#).

I påvente av et mer detaljorientert regelverk på området, er veilederen ment å bistå med anbefalinger i vurderingen av risiko og sikkerhetstiltak. Prosessen er beskrevet steg for steg i en logisk rekkefølge med fokus på de vanligste problemstillingene. Vedlagt veilederen ligger Nelfo Dokumentasjon for Batteriinstallasjoner. Dokumentasjonspakken består av sjekklister for risikovurdering og sluttkontroll, FDV-dokumentasjon, samsvarserklæring og en digital informasjonsfolder som kan gis til sluttbruker.

Et kort sammendrag av de viktigste anbefalingene gitt i denne veilederen

- Velg et batteri med en kompatibel BMS og god dokumentasjon på sikkerhetstesting fra en anerkjent leverandør
- Plasser batterisystemet på et sted med minst mulig personopphold og i en egen branncelle (med brannmotstand minst EI30), fortrinnsvis ute eller i eksterne bygg
- Monter batterisystemet på ikke-brennbart materiale med en orientering som hensyntar åpningene for ventilering av gasser
- Ha god ventilasjon direkte ut til friluft (hvis plassering inne)
- Ha røykvarsling og CO-detektering i nærheten av batterisystemet
- Merk bygget og rommet batterisystemet står i
- Begrens kapasiteten på et batterisystem tilknyttet en bolig til 15 kWh

¹ Definisjonen er hentet fra NS 3457-3:2013

Innhold

1. Bakgrunn	4
2. Fakta	5
2.1 Li-ionbatterier	5
2.2 BMS - System for overvåkning av batteritilstand	6
3. Kundesamtale	7
4. Prosjektering	8
4.1 Regelverk	8
4.2 Konfigurasjon	10
4.3 Meldeplikt	11
4.4 Risikovurdering	11
4.5 Plassering	11
4.6 Brannsikringstiltak	13
4.7 Frakobling	14
4.8 Beskyttelse mot elektrisk sjokk	14
4.9 Beskyttelse mot kortslutningsstrømmer	14
4.10 Vern	15
4.11 Tilrettelegging for innsats for brannvesen	16
5. Valg av utstyr og installasjon	17
5.1 Valg av batterisystem	17
5.2 Installasjon	18
5.3 Transport	19
6. Vedlikehold	19
7. Utskifting av batterier	20
8. Dokumentasjon og merking	21

1. Bakgrunn

Med svingninger og differensiering i strømpris, endringer i nettleiestrukturen, utrulling av smarthusløsninger og installasjon av lokale solcelleanlegg, er det forventet at batterilagring vil bli en viktig del av fremtidens kraftsystem. Med batterilagring menes både energilagringssystemer installert i bygninger og fremtidig bruk av elbiler som lokale energilagringssystemer; Vehicle-to-grid (V2G) og Vehicle-to-home (V2H). Dette er teknologi som tar i bruk bidireksjonale ladere som ikke bare kan lade elbilen, men også gjøre det mulig å sende energi fra bilen tilbake til nettet eller installasjonen hjemme.

Elektrifiseringen av transport, designforbedringer og skalafordeler har drevet prisen på Li-ionbatterier ned de siste årene. Ifølge en rapport fra Bloomberg New Energy Finance (BNEF) publisert i slutten av 2022 har prisen på li-ionbatteripakker (et gjennomsnitt av ulike bruksområder) sunket fra 732 \$/kWh i 2013 til 151 \$/kWh i 2022. Fra 2021 til 2022 økte prisen imidlertid fra 141 \$/kWh til 151 \$/kWh som første økning i prisen på over 10 år. BNEF forventer at prisen øker til 152 \$/kWh i 2023 før den reduseres igjen fra 2024 til i underkant av 100 \$/kWh i 2026.²

Det finnes i dag gode løsninger og metoder for sikker installasjon av batterier i nødstrømsystemer og UPS-er basert på lang erfaring, men dette gjelder hovedsakelig bly-syre batterier. Egenskapene til bly-syrebatterier og Li-ionbatterier er sammenlignet nedenfor.³

Bly-syrebatterer	Li-ionbatterier
<ul style="list-style-type: none">▪ Har lav energitetthet (30-35 Wh/kg)▪ Tåler ikke langvarig høy belastning	<ul style="list-style-type: none">▪ Har høy energitetthet (150-250 Wh/kg)▪ Tåler langvarig høy belastning▪ Tåler hyppige opp- og utladninger

Disse egenskapene viser at Li-ionbatterier egner seg bedre for lagring av solstrøm og for kutting av effekttopper, og har ført til at denne teknologien også brukes mye innen forbrukerelektronikk og elektriske kjøretøy.

Utfordringene er imidlertid at dersom for eksempel en intern kortslutning skulle oppstå, vil all elektrokjemisk energi frigis som varme. Samtidig antennes materialene i batteriet og det utvikles både giftige og brennbare gasser. En slik situasjon med ukontrollert temperaturøkning refereres til som en termisk hendelse i denne veilederen.

Det kan være flere årsaker til en termisk hendelse. Dette kan være intern produksjonsfeil, mekanisk skade, og/eller belastning utenfor det som angitt i batteriets datablad. Situasjonen er krevende å håndtere fordi en termisk hendelse ikke så lett lar seg slukke. Li-ionbatterier er i tillegg svært følsomme for dyputlading og med påfølgende oppladning vil dette kunne føre til en ustabil situasjon med utvikling av varme og gasser. Det er derfor svært viktig å bygge barrierer rundt batterisystemer, så konsekvensene av en slik hendelse minimeres og blir håndterbare.

Like fullt er det slik at sannsynligheten for en uønsket hendelse knyttet til Li-ionbatterier er svært liten. Tar man i betraktning antall batterier av denne typen som produseres på verdensbasis, og ser det i forhold til rapporterte hendelser knyttet til denne typen batterier, er sannsynligheten for en termisk hendelse svært lav. Per million produserte batterier er det bare noen få som vil forårsake en termisk hendelse. **Behandles batteriet korrekt, utgjør det ikke noen større risiko enn annet elektrisk utstyr som oppbevares og brukes i husstanden.**

Selv om sannsynligheten er lav kan konsekvensene av en termisk hendelse imidlertid være store, spesielt når det involverer større batterisystemer.

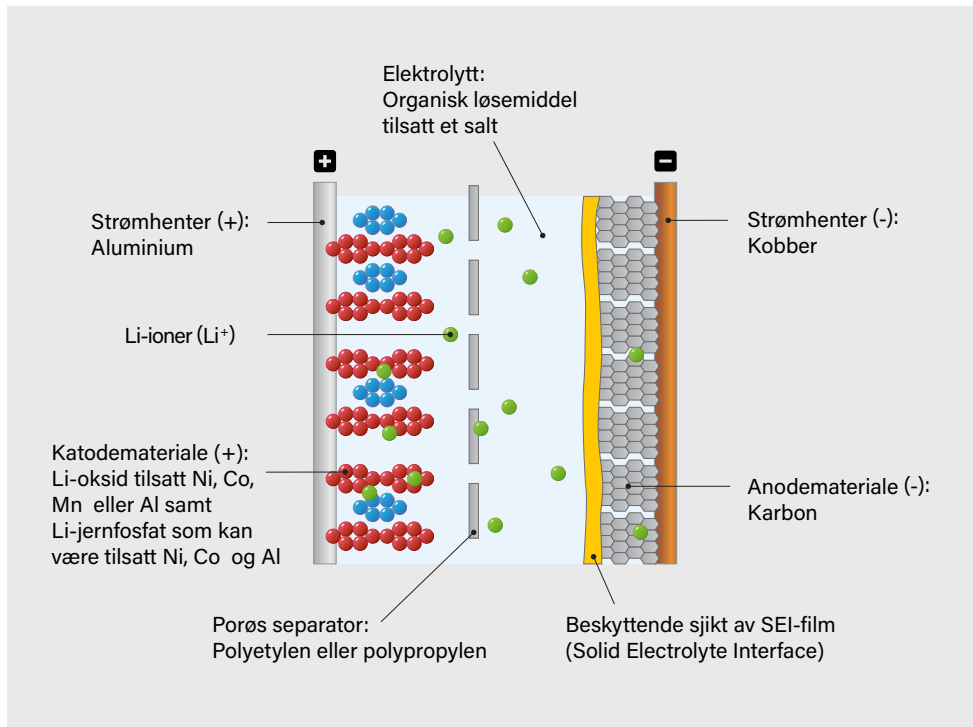
² <https://about.bnef.com/blog/lithium-ion-battery-pack-prices-rise-for-first-time-to-an-average-of-151-kwh/>

³ Tallverdiene er hentet fra Energy storage seminar 09.09.20 av Shmuel De-Leon

2. Fakta

2.1 Li-ionbatterier

Li-ionbatterier er en samlebetegnelse for ladbare batterier som inneholder en litium-forbindelse. Felles for dem alle er at litium-ioner er de indre ladningsbærerne i batteriet, mens de kjemiske sammensetningene kan variere i de ulike typene.



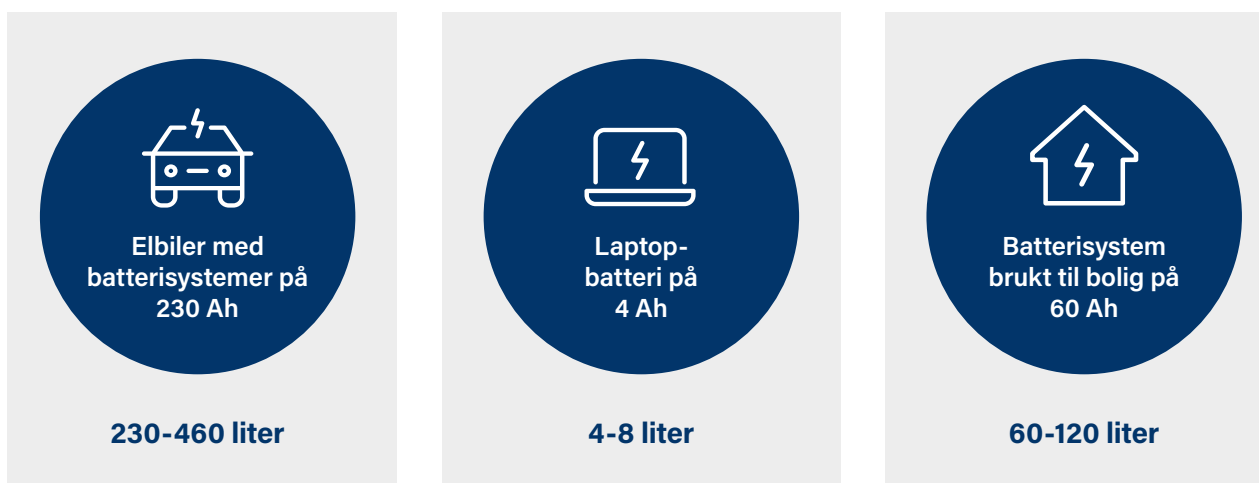
Tverrsnitt av Li-ionbatteri

Som alle andre batterier, består et Li-ionbatteri av to elektroder, kalt anode og katode. Batteriet har også en flytende elektrolytt, som Li-ionene beveger seg gjennom. Elektrolytten består av et organisk løsemiddel tilsatt et salt, og er svært brannfarlig. For å hindre kortslutning mellom elektrodene er batteriet utstyrt med en innebygd porøs separator. Utfordringen er imidlertid at ved temperaturer rundt 150 °C, vil separatoren kunne smelte. Dersom dette skjer, kommer elektrodene i kontakt med hverandre og det oppstår en intern kortslutning. Dette kan igjen føre til en termisk hendelse i batteriet med ukontrollert utvikling av varme.

Ved en termisk hendelse kan et Li-ionbatteri utvikle brennbare gasser som karbonmonoksid/kullos (CO), hydrogen (H₂) og metan (CH₄). I tillegg vil det også kunne utvikles svært giftige gasser som for eksempel hydrogenfluorid (HF). Den eksakte sammensetningen av gassen som utvikles er avhengig av flere faktorer; type Li-ionbatteri, ladegrad og når i forløpet av den termiske hendelsen gassene utvikles. Mengden gass som utvikles vil også variere, men den vil stort sett ligge innenfor 1-3 liter per ampere time (Ah) ved 26 grader og 3,7 volt avhengig av ladegrad og batterkjemi.⁴

⁴ Tallene er hentet fra følgende forskningsrapport: <https://www.dsb.no/rapporter-og-evalueringer/avgassing-fra-litium-ion-batterier-i-hjemmet/>

Tre eksempler på utvikling av giftige og brennbare gasser ved en termisk hendelse:



For å redusere sannsynligheten for at et Li-ionbatteri revner og fragmenterer, er batteriene utrustet med en ventil eller en annen type svekkelse som åpnes når det innvendige trykket overstiger en viss verdi. Overtrykk kan dermed håndteres, men gassene frigjøres til omgivelsene og kan skape en eksplosiv atmosfære.

2.2 BMS - System for overvåkning av batteritilstand

I motsetning til andre ladbare enheter er batterisystemer kontinuerlig tilkoblet, da de er en del av den elektriske installasjonen. Det er derfor viktig å bygge gode sikkerhetssystemer rundt batteriene. Battery management system (BMS) er batteriets «hjerne» og overvåker batteriets tilstand til enhver tid. Standardene IEC 62619 og IEC 62485-5 har deler som beskriver BMS og krav til testing av denne.

De fleste forhold som kan føre til en oppvarming av batteriet, forhindres ved at BMS-en holder batteriet innenfor sikre grenser når det gjelder spenning, strøm, lademønster og temperatur. Det vil si at om BMS-en registrerer verdier utenfor det normale driftsområdet vil den iverksette tiltak.

Eksempler på tiltak kan være å koble ut strømtilførselen og varsle hvis det registreres feil, eller å øke ventilasjonen om det registreres en høyere temperatur enn vanlig. En robust BMS vil redusere risikoen for en termisk hendelse.

3. Kundesamtale

For å sikre at anlegget er egnet til forutsatt bruk (jf. forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (fel) §16) og ivaretar kundens forventninger er det viktig med en innledende samtale. En slik samtale bør avklare følgende:

Hva skal batteriet brukes til?

- Effektutjevning?
- Reservekraft/nødstrøm?
- Lagre egenprodusert solstrøm?
 - Finnes det et eksisterende solcelleanlegg? Hva er i såfall kapasiteten?
 - Skal det installeres solcelleanlegg sammen med batterisystemet?
 - Skal det installeres solcelleanlegg i fremtiden?
 - Skal batterisystemet levere energi tilbake til nett?
 - Har batterisystemet en hybridinverter koblet til?

Hva er den økonomiske rammen på prosjektet?

- Hvor stor kapasitet skal batteriet ha?
- Hvilke krav stiller en evt. forsikring til batterisystemet?

Anbefalt plassering

Det kan være nyttig å kombinere kundesamtalen med en felles befaring for å kartlegge:

Tilstanden på det elektriske anlegget batteriet skal kobles til

- Har anlegget overspenningsvern?

Hvor det er gunstig å plassere batteriet

Hvilke materialer underlaget/omgivelsene består av

Muligheter for ventilasjon

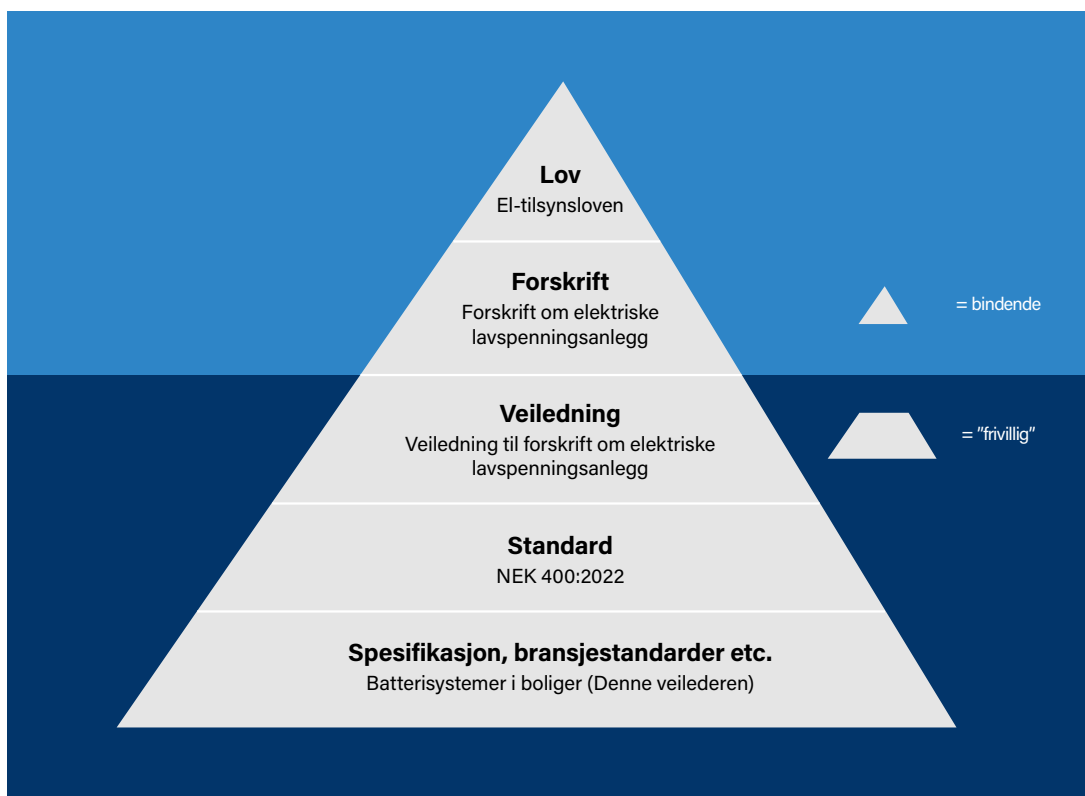
Muligheter for rømningsveier

Mer utfyllende punkter finnes i risikovurderingen som ligger vedlagt denne veilederen.

4. Prosjektering

4.1 Regelverk

Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (El-tilsynsloven) med tilhørende forskrifter regulerer hvordan elektriske anlegg skal prosjekteres, utføres, kontrolleres, driftes og vedlikeholdes i Norge. Fel beskriver mer utfyllende hvilke sikkerhetskrav som skal ivaretas og henviser til standarden NEK 400:2022 som metode for utførelse. Dette systemet er illustrert i figuren nedenfor.



Som figuren viser, er det kun lover og forskrifter som er juridisk bindende reguleringer. Det er frivillig å følge spesifikasjoner, standarder og veiledninger. Velger man å avvike fra disse, må tilsvarende sikkerhetsnivå kunne dokumenteres og begrunnes. Myndighetene angir derfor at kombinasjonen fel, veiledning til fel og NEK 400:2022 til sammen spesifiserer minimumskravet for elsikkerhet i lavspenningsinstallasjoner.

Batteriinstallasjoner er i NEK400:2022 å anse som spesielle installasjoner. Standarden har derfor et eget kapittel som stiller spesielle krav til denne typen installasjoner. Sammen med produsentens anvisninger, og de generelle delene av NEK 400, er det denne delstandard, NEK400-8-806-Batteriinstallasjoner, som vil være hovedgrunnlaget for prosjekteringen. I 806 vises det til IEC 62485-5 (engelsk) og NEK486 (norsk) for li-ionbatterier.

Hvem kan gjøre hva?

Følgende tekst er hentet fra veiledning til fek §6: Annet ledd åpner for at personer med fagbrev som i seg selv ikke kvalifiserer for å kunne arbeide med bygging og vedlikehold av elektriske anlegg, likevel kan utføre visse oppgaver på anlegget. Forutsetningen er at utdanningen inneholder enkelte fag innen elektrofaget, og at oppgavene som skal utføres ligger innenfor fagene de har fått opplæring i. I tillegg er det et vilkår at de også har fått opplæring i samsvar med kravene som fremgår av forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg.

I bestemmelsens femte ledd åpnes det for at ufaglærte kan utføre mindre arbeid på et elektrisk anlegg. Med mindre arbeid menes

- tilkobling/skifting av topolde plugger til og med 25 A, med og uten jording,
- tilkobling/skifting av topolde skjøtekontakter og apparatkontakter til og med 16 A, med og uten jording,
- tilkobling og reparasjon av bordlamper/lampetter og lignende med bevegelige ledninger, herunder også ledningsbrytere,
- tilkobling/skifting av belysningsutstyr opphengt i takkrok eller lignende, og som normalt ikke betraktes som en del av den faste installasjonen, tilkoblet med kroneklemme eller plugg/stikkontakt,
- montering og skifting av varmeovner som leveres med bevegelig ledning og plugg,
- utskifting av dekklokk for brytere, stikkontakter og koblingsbokser.

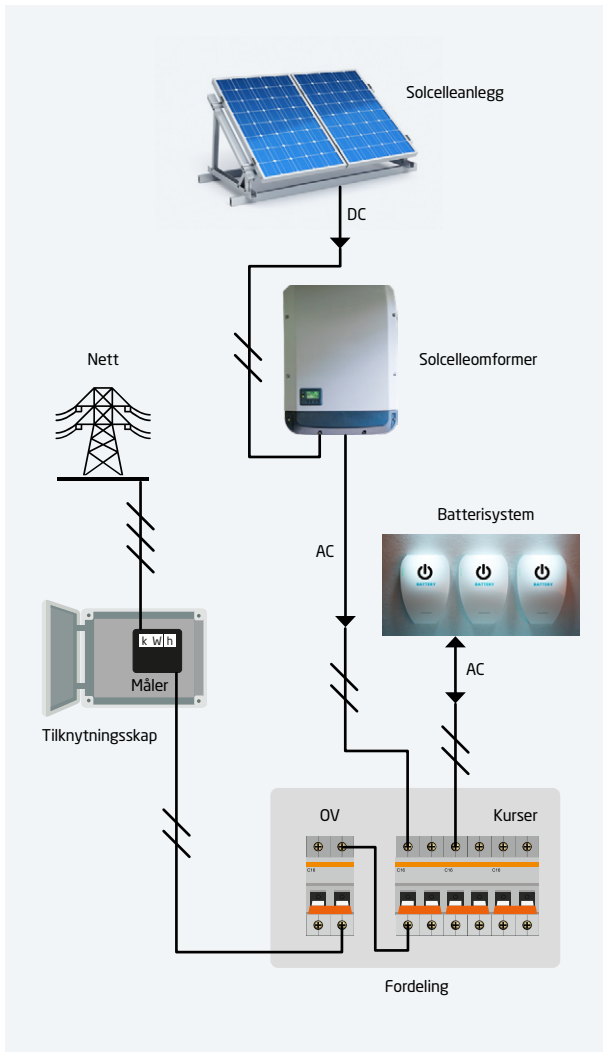
Også arbeid på lavvoltsanlegg (under 50 volt) kan utføres/monteres av ufaglærte dersom alle de følgende vilkårene er oppfylt:

- effekten ikke overstiger 200 VA,
- monterings- og bruksanvisning følges nøye,
- hele anlegget er lett tilgjengelig for visuell inspeksjon og kontroll, og
- tilkøpling til 230 V-nettet utføres av registrert virksomhet, dersom tilkøplingen ikke er forutsatt gjort over transformator med sertifisert plugg/stikkontakt.

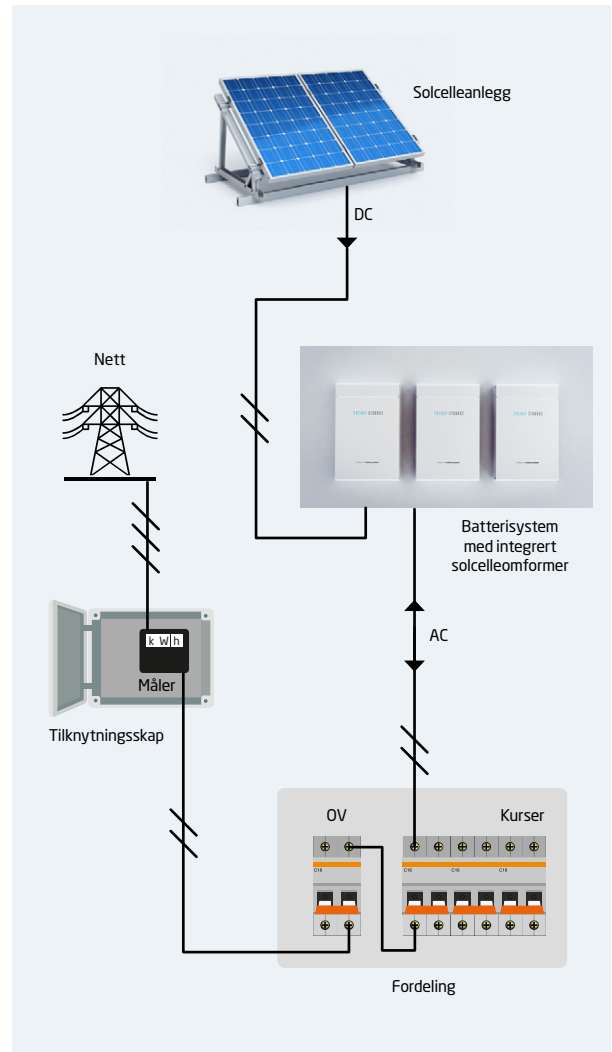
4.2 Konfigurasjon

Installasjon og prosjektering vil avhenge av om batteriet skal installeres som i a), b) eller c).

a) I kombinasjon med et allerede eksisterende solcelleanlegg: batteriet på AC-siden og koblet via tavle som i figuren under



b) Samtidig med nytt solcelleanlegg: batteriet på DC-siden som vist i figuren under



c) Uten at det er noe solcelleanlegg tilknyttet (batteriet vil kobles som vist i figur b, bare uten solcelledelen)

I TN-systemer med flere strømkilder er det viktig å sikre forankring av N-leder under alle driftsmodi. Forankring av N-leder til samme punkt i installasjonene hindrer EMC problemer og vagabonderende strømmer i installasjonen. Når flere strømkilder er tilkoblet forskjellige fordelinger i installasjonen, skal N-leder føres ubrutt fra underfordeling til hovedfordeling.

Eksempel: Hvis ett batteri tilkobles i tilknytningsskapet og solcelleanlegget tilkobles i fordelingen, skal det være en ubrutt N-leder fra fordelingen til tilknytningsskapet.

4.3 Meldeplikt

I forkant av detalj-prosjektering må rammeverket rundt batteriinstallasjonen avklares, da batteriet kan påvirke både sikkerheten i boligen og kapasiteten i distribusjonsnettet. Fel §14 Melding, åpner for at myndighetene kan kreve melding når elektriske anlegg etableres eller endres. I praksis har kravet kun blitt håndhevet ved nyinstallasjon og ved endring av anleggets overbelastningsvern (OV). Hensikten er å motta informasjon om nye tilsynsobjekter og få oversikt over eventuelle endringer i etterspurt kapasitet. Et batterisystem som skal driftes i parallell med det allmenne strømmettet kan påvirke energiflyt og sikkerheten i overordnet nett.

Installasjonen er derfor meldingspliktig, og skal meldes til lokalt nettselskap. Vurder også om brannvesenet og/eller Byggesak i kommunen bør kontaktes.

4.4 Risikovurdering

Fel krever at valg av løsninger for batterisystemet skal være basert på en risikovurdering. Arbeid på et elektrisk anlegg skal ikke påbegynnes før en risikovurdering er gjennomført. Risikovurdering er en av dokumentene som inngår i Nelfos Dokumentasjonspakke for batteriinstallasjoner.

4.5 Plassering

Mindre batterisystemer i boliger og større batterisystem i næringsbygg reguleres i dag av det samme regelverket. Produsentens anvisninger skal følges, men utenom det stiller ikke regelverket spesifikke krav til plassering av batterisystemet. Li-ionbatterier avgir brennbare og giftige gasser ved brann, uavhengig av om den oppstår i batteriet eller som følge av brann i bygget. Det er med bakgrunn i dette svært viktig å vurdere plasseringen av batterisystemet.

Basert på vurderingen fra RISE Fire Research, risikovurdering, veiledninger og erfaringsutveksling med andre land, samt standarden NEK IEC 62619:2022 anbefales det sterkt at batterier plasseres ute eller i egne brannceller med brannmotstand minst EI30, fortrinnsvis i eksterne bygg som bod eller garasje.⁵ En branncelle vil være en viktig barriere for å begrense eventuell varmepåvirkning både fra batteriet til omgivelsene og motsatt.

NEK IEC 62619:2022 er en produktstandard og stiller sikkerhetskrav til sekundære Li-ionbatterier i industrielle anvendelser, men deler av den vil allikevel kunne være relevante i denne sammenhengen og det anbefales derfor å bruke batterisystemer som er i samsvar med denne.

Ved plassering ute må dette være i samsvar med produsentens anbefalinger. Ofte er det benyttet en form for ekstra kapsling som beskyttelse mot det norske klimaet og dets temperatursvingninger, vind og snø.

⁵ Notat: Vurdering av brannbelastning ved brann i batterisystemer i boliger (Prosjektnummer: 20559), RISE Fire Research (2020)

Hvis eksterne bygg eller ute ikke er et alternativ, er en annen mulighet rom som er egne brannceller (med brannmotstand minst EI30) og har sporadisk personopphold:

- I teknisk rom sammen med elektriske fordelinger og andre tekniske installasjoner. Ved gjennomføringer i tekniske rom, skal ikke brannklassen forringes, så gjennomføringer må ha samme klasse som rommet. I byggeforskriften er kriteriene som legges til grunn for branncelleinndeling følgende:

- at rom har forskjellig bruk som gir ulik sannsynlighet for brann
- at rom har ulik brannenergi

Vurderingen i en konkret sak må derfor ta utgangspunkt i det ovenforstående. Et batteri kan eksempelvis medføre en annen risiko og økt brannenergi slik at det tilser at det bør plasseres i tekniske rom/egen branncelle⁶.

- Garasje/kjeller
- Bod



Batteriinstallasjoner skal ikke plasseres i:

- Rømningsveier (for eksempel trapper og ganger)
- Ved utgangsdør (en termisk hendelse skal ikke hindre folk i å komme ut)
- Oppholdsrom (spesielt soverom, stue og kjøkken)



⁶ Krav til branncellebegrensende bygningsdeler fremkommer av TEK17 § 11-8 og er avhengig av byggverkets brannklasse og type rom/bruksområde. Mer info om EI30 og brannmotstand kan finnes i innledningen til § 11 i TEK17.

4.6 Brannsikringstiltak

Mye av brannsikringen ligger inne i BMS-en. I denne delen av veilederen er det derfor fokusert på eksterne tiltak for å forebygge og begrense konsekvensene av en eventuell termisk hendelse. Det anbefales å:

- Sørge for at batteriet er montert på en ikke-brennbare flate, og at avstander og luftgap til omgivelsene er i samsvar med produsentens anvisninger (både ved montering på vegg og gulv)
- Sørge for at veggen/gulvet batterisystemet er montert på tåler vektbelastningen
- Unngå brennbart materiale mellom batterisystemet og taket
- Montere en beskyttelseskapsling rundt batterisystemet hvis det er spesielt utsatt for mekanisk skade (f.eks. fra bil hvis batterisystemet monteres i en garasje)
- Ta hensyn til åpningene for ventilering av gasser ved plassering av batterisystemet. Et eksempel kan være i et rom hvor det er en lettvegg og en betongvegg; da vil det være anbefalt at batteriet plasseres og orienteres så åpningene for ventilering av gasser peker mot veggen med høyest brannmotstand som i dette tilfellet da vil være betong.⁷
- Plassere batterisystemet i et kontrollert klima som tilfredsstiller produsentens krav til temperatur (normalt rundt 10°C - 30°C) og luftfuktighet. Batterier skal ikke lades i temperaturer lavere enn 0°C, dette fordi de i motsetning til elbatterier ikke har eget varmesystem som starter opp når temperaturen nærmer seg 0°C.
- Sørge for at det er mulig å utføre vedlikehold, service og tilsyn på batterisystemet der det er montert
- Sørge for at døren holdes lukket hvis batterisystemer plasseres inne i rom.
- Ha temperaturstyrt ventilasjon i rommet hvor batterisystemet monteres slik at luftutskiftningen starter ved en eventuell termisk hendelse. Det anbefales å ha luftinntak nede ved gulvet og luftutslipp direkte ut til friluft opp under taket.

Når det gjelder styrke på ventilasjonsraten kan man basere seg på ulike kilder, men det er ingen krav. Det anbefales å ha så god ventilasjon som mulig i rommet. Her er noen referanser til ventilasjonskrav i andre sammenhenger:

1. TEK 17 §13-2 Ventilasjon i boligbygning krever minimum 0,7 m³ friskluft per time per m² gulvareal for rom som ikke er beregnet for varig opphold. For et 4 m² rom er det 2,8 m³/h (tilsvarer 3,4 ACH (air changes per hour))
2. UL9540A:2019 Funksjonskrav for batterirom i boligbygning krever at «The concentration of flammable gas does not exceed 25% LFL (Lower Flammable Limit) in air for the smallest specified room installation size.»
3. DNV Regelverk for skip 2022, del 6, kapittel 2 krever minst 6 ACH (seksjon 2.3.1.8) når en celle brenner (som vil si 114 ACH hvis alle celler brenner i en 11kWh-modul) og begrenser energiinnholdet for celler som er involvert i thermal runaway til 11 kWh (seksjon 4.1.2.7)

Varsling



Det anbefales på det sterkeste å ha røykvarsling i rommet hvor batteriinstallasjonen er montert⁸. Røykvarsleren må være av optisk type og tilfredsstille kravene i VTEK17. Dette inkluderer blant annet at alarmstyrken må være minst 60 desibel i oppholds- og soverom når mellomliggende dører er lukket. Røykvarsleren bør seriekobles med andre varslere i bygget. Videre anbefales det å også ha en CO-detektor som er i tråd med anbefalingene i [rapporten RISE Fire Research](#) har utført på oppdrag fra DSB.

Om det skal skje noe utover lydsignalet når alarmen utløses, bestemmes av installasjonens bruker/eier. Mulige oppkoblinger kan være til eiers telefon, alarmselskap, brannvesen, eller service på anlegget. Det viktigste er at det varsles tidlig.

⁷ Dette kom tydelig frem av testingen gjort av RISE FR.

⁸ Dette kom tydelig frem etter testingen gjort av RISE Fire Research. Den største målte varmebelastningen i testingen var på veggarealet direkte eksponert for jetflamme, som var kraftigst ut fra åpningene ment for ventilering av gasser. Belastningen på sideveggene er derfor avhengig av avstand til og retning på åpningene for ventilering av gasser ut fra batteriet.

4.7 Frakobling

Batterisystemer skal kunne frakobles enhver kurs de er tilkoblet. Frakoblingsutstyret skal koble ut alle spenningsatte ledere. Dette utstyret skal være egnet for likestrøm og gi tilstrekkelig separasjonsavstand i samsvar med relevant standard (avhengig av hva slags utstyr som velges). Ved utkobling skal ikke batteriet kortsluttes eller jordes.

4.8 Beskyttelse mot elektrisk sjokk

I hver del av en batteriinstallasjon skal én eller flere beskyttelsesmetoder anvendes for å ivareta beskyttelse mot elektrisk sjokk.

Følgende beskyttelsesmetoder er normalt benyttet i batteriinstallasjoner:

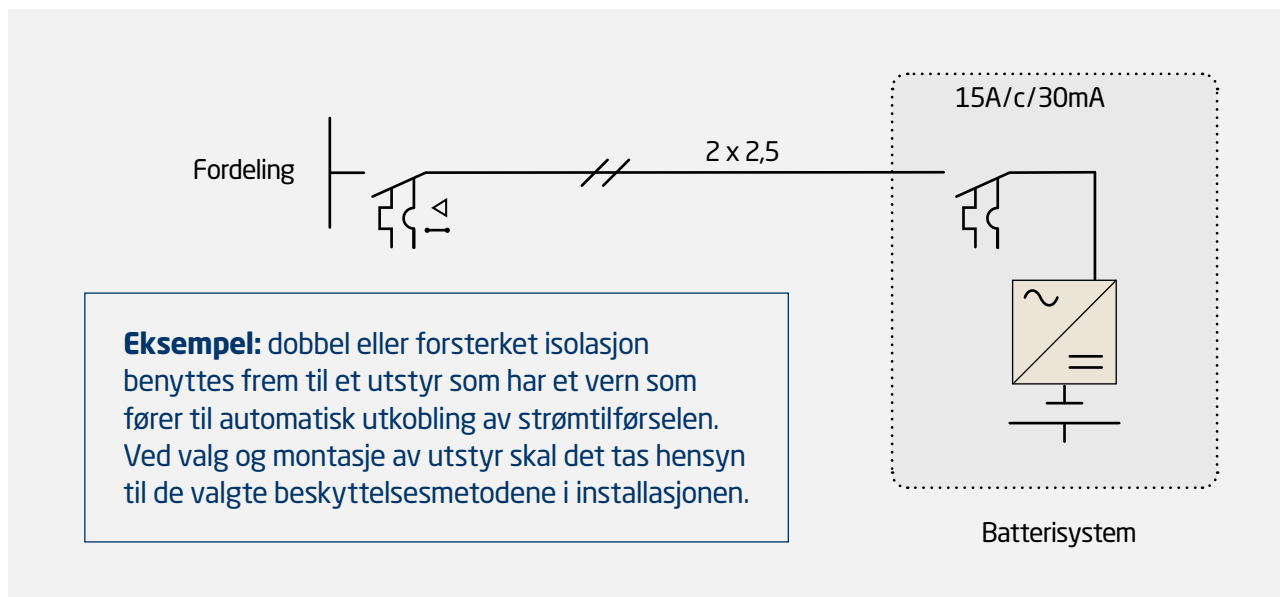
1. Automatisk utkobling av strømtilførselen

Batteribraketter eller batterikapslinger av metall skal tilkobles en beskyttelsesleder eller anordnes med en utjevningsforbindelse for beskyttelsesformål til hovedutjevningsforbindelsen for installasjonen

2. Dobbel eller forsterket isolasjon

Batteribraketter eller batterikapslinger av metall skal være isolert fra selve batteriet

De to tiltakene er likeverdige, men kan benyttes serielt på en kurs.



4.9 Beskyttelse mot kortslutningsstrømmer

Sammenlignet med bly-syrebatterier har Li-ionbatterier lavere intern motstand og raskere intern mas-setranportrate. Dermed har Li-ionbatterier markant høyere kortslutningsstrømmer på batteriet (DC-siden) ved samme batterispenning og kapasitet.

Ved fastsettelse av forventet kortslutningsstrøm, skal det tas hensyn til batterisystemets bidrag til toppverdien av feilstrømmene på AC-siden⁹. På DC-siden, vil kortslutningsstrømmen være gitt av hvor kortslutningen opptrer og BMS-en sin funksjon. Den største kortslutningsstrømmen i systemet vil kunne oppstå mellom batteriet og BMS-en.

⁹ Beregning av batteribidrag til kortslutningsstrømmer/feilstrømmer: NEK IEC 61660-(1-2)

4.10 Vern

I samsvar med NEK400:2022 skal alle lavspenningsinstallasjoner som ikke er en integrert del av forsyningsnettet, være beskyttet av overspenningsvern. Batteriinstallasjoner i boliger er tilknyttet et fordelingsnett via et tilknytningspunkt og er dermed ikke en integrert del av nettet. I tillegg sier delstandard 806 at batterisystemer skal beskyttes mot overspenninger på en slik måte at batteripolene ikke blir påtrykt en vekselspenning hvor effektivverdien \geq batterienes maksimale tillatte ladespenning.

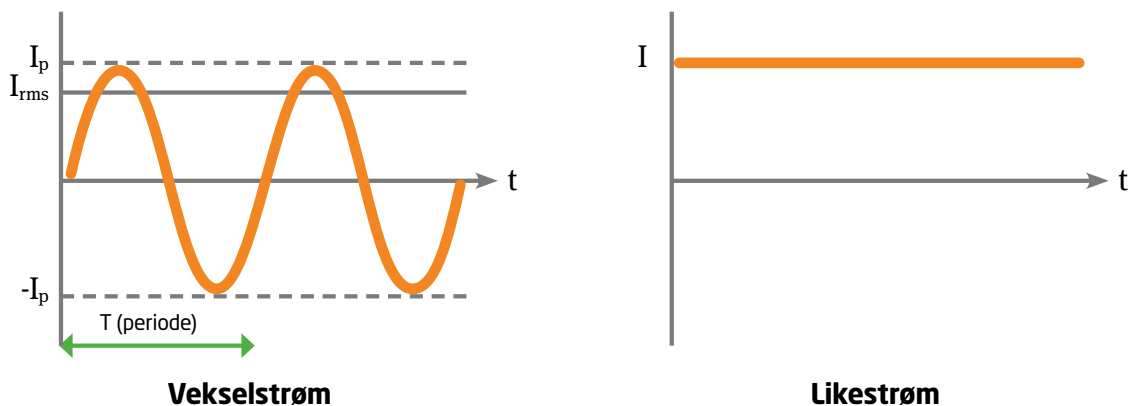
Ledningssystemet som er tilkoblet et batteri, skal beskyttes av et overstrømsvern. Ledningssystemet mellom overstrømsvernet og selve batteriet skal være jord- og kortslutningssikkert forlagt i samsvar med NEK 40552, avsnitt 521.14.

Det anbefales også på det sterkeste at batteriinstallasjonen beskyttes av en type b jordfeilbryter, og at det vurderes å benytte lysbuevern.

Det er viktig at vern som beskytter DC-kretser, er egnet til dette.

Spesielle hensyn i likestrøminstallasjoner

Et batterisystem skiller seg teknisk fra andre mer vanlige elektroinstallasjoner ved at det i hovedsak er komponenter med likestrøm og -spenning. Som i alle andre elektroinstallasjoner, kan en lysbue oppstå dersom den elektriske forbindelsen i en kobling ikke er god nok. I en DC-installasjon vil en slik lysbue opptre mye kraftigere enn i en AC-installasjon med samme spenningsnivå. Dette er fordi en vekselstrøm endrer sin polaritet i sykluser, og dermed svinger rundt 0 A som vist i Figur 4.



Figur 4. Vekselstrøm og likestrøm

I Norge har vi en nettfrekvens på 50 Hz, noe som vil si at strømmen gjennomgår 50 svingninger i løpet av ett sekund. Som figuren viser er verdien til strømmen 0 A to ganger i løpet av en periode (en svingning, T, i figuren).

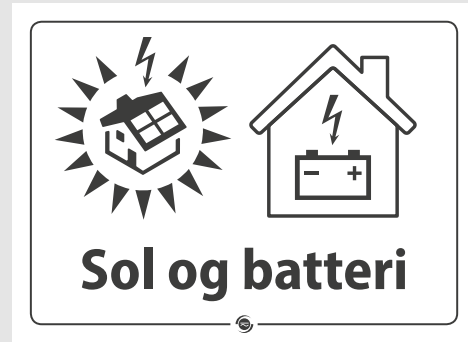
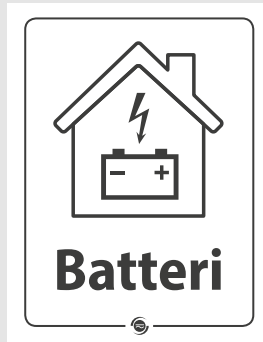
Spenningen følger strømmen og svinger dermed også gjennom 0 V to ganger i løpet av en periode. Med andre ord vil både strøm og spenning ha verdien 0 V hele 100 ganger per sekund. Likestrøm (vist i figuren til høyre) har derimot aldri verdien 0 fordi polariteten er den samme gjennom hele perioden. Middelverdien av likestrøm er derfor betydelig høyere enn for vekselstrøm, som gir utslag i styrken på lysbuen.

På grunn av disse sterke lysbuene, som potensielt kan starte en brann eller være til skade for mennesker, er det spesielt viktig å sikre god kontakt i alle koblingspunkter i DC-delen av en batteriinstallasjon.

4.11 Tilrettelegging for innsats for brannvesen

Bygg med batteri- installasjoner

Bygg med batteriinstallasjoner skal merkes. Merkene kan lastes ned gratis for medlemmer på Nelfo sine nettsider.



Batterierom

Videre skal også batterierom merkes iht. NEK400-8-806. Hvis spenningen er høyere enn 60 V DC, skal batterierommet merkes med «farlig spenning».



Følgende skal også merkes jf. fel §32:

- Alle frakoblingsbrytere
- Fordelingen og tilknytningsskap (merkes med forsyning fra to kilder)
- Tilførselskursen
 - Det skal tydelig fremkomme for brannvesenet hvor man kobler fra og om solceller er direkte koblet til batteriet.



Eksempel på merking av bygg med batteriinstallasjoner.



Eksempel på merking av batterierom.

5. Valg av utstyr og installasjon

5.1 Valg av batterisystem

Det finnes flere typer Li-ionbatterier på markedet med forskjellige egenskaper med tanke på ytelse og sikkerhet. Ulik batterikjemi kan gi ulik starttemperatur for en termisk hendelse, men forløpet er omtrent likt når et batteri først har antent uavhengig batterikjemi. Sikkerhetskravene beskrevet i denne veilederen gjelder derfor for alle typer Li-ionbatterier. Det viktigste er å velge et batterisystem fra en anerkjent leverandør, som er dokumentert i samsvar med gjeldende krav og forskrifter. Produktstandarden NEK EN 62619:2022 er mye brukt i bransjen for å sørge for at batteriene er tilstrekkelig testet.

Det er meget viktig at det er samsvar mellom batteriet og BMS-en. De kommersielt tilgjengelige alternativene i dag, leveres normalt med BMS-en integrert i batterisystemet.

Nye og brukte batterier

En del produsenter tilbyr brukte batterier i sine batterisystemer. Å lage batterisystemer med brukte batterier krever høy kompetanse på området. Når battericellene skal brukes på nytt må de måles og testes slik at de er internt tilpasset hverandre. Hvis brukte batterier skal benyttes er det derfor viktig med en dokumentasjon på batterienes helse fra en anerkjent produsent/leverandør.

Hvor stor kapasitet?

Den økonomiske rammen og formålet til batterisystemet vil være avgjørende faktorer for bestemmelse av størrelsen på batterisystemet.

De kommersielt tilgjengelige Li-ionbatterisystemene har i dag en kapasitet på mellom 5 og 25 kWh. Kapasiteten vil påvirkes av bruksmønsteret; hurtigere opp- og utladning vil redusere den reelle kapasiteten og levetiden på batterisystemet som følge av interne tap. Derfor er det viktig å vurdere den nominelle kapasiteten opp mot det aktuelle bruksmønsteret.

På bakgrunn av vurderingen fra RISE Fire Research, en mulig gassutvikling på 60-120 liter for en kapasitet mellom 4 og 14 kWh og veiledninger i andre land, anbefales det på det sterkeste å begrense kapasiteten til et batterisystem tilknyttet en bolig til 15 kWh.

Hvis man velger å gå over denne anbefalingen for et batterisystem i en bolig bør ytterligere tiltak vurderes, som f.eks egne containere eller andre ekstra barrierer. I motsetning til et batterisystem i en elbil (som ofte er mye større enn 15 kWh) er ikke boligbatterier like robuste og gjennomtestet. Sikkerhetssystemene fungerer på en annen måte, fordi bruken også er annerledes. De er beregnet for bruk ute og har f.eks sitt eget varmesystem som til enhver tid holder batteriene unna minusgrader. Boligbatterier eller hjemmebatterier er laget for å stå inne og har ikke de samme mekanismene da de ikke er utsatt for de samme påkjenningene. Testene gjort av RISE Fire Research viser dessuten at mengden giftig og brennbar gass øker med batterikapasiteten og kan akkumuleres selv ved høy ventilasjonsrate. Å begrense kapasiteten til 15 kWh vil derfor være et effektivt og risikoreduserende tiltak.

5.2 Installasjon

HMS

Det skal gjennomføres en risikovurdering ved batteriinstallasjoner. Sørg for at HMS-rutinene er dekkende for det aktuelle batteriprojektet, både med tanke på mulige hendelser og ergonomi.

De kommersielt tilgjengelige batterisystemene veier i dag mellom 100 og 140 kg. Det anbefales derfor å være minst to stykker når dette skal håndteres. Det er også viktig å benytte personlig verneutstyr som for eksempel vernebriller, vernesko, vernehansker og utvise generell forsiktighet. Batterisystemene er tunge og kommer de i ubalanse kan dette medføre store skader, både på personell, selve batteriene og nærliggende områder. Alt dette vil bli ivarettatt av god risikovurdering i forkant.

Arbeid under spenning (AUS) bør så langt som mulig unngås da det kan fremkalle farer knyttet til høye DC-kortslutningsstrømmer. I forkant av AUS skal eventuell eksplosjon- og brannfare i omgivelse elimineres. Det er viktig at personell som skal arbeide under spenning, f.eks. med kontakter eller skadede kabler som kan føre til at lysbuer oppstår, har tilstrekkelig opplæring i dette. Det skal benyttes anerkjente arbeidsmetoder basert på risikonivået og relevante prosedyrer i samsvar med NEK EN 50110-1. Egnert verktøy bør velges etter spenningsnivå¹⁰.

Hvis en termisk hendelse oppstår, skal brannvesenet varsles på nødnummer 110 umiddelbart. Personer i bygget skal evakueres og det skal holdes sikker avstand fra batterisystemet for å unngå eksponering for giftig røyk og gass. Sørg for å være tilgjengelig og informere innsatsleder best mulig ved ankomst.

Kabler

Kabler skal være i samsvar med produsentens anvisninger og NEK400:2022 når det gjelder strømføringsevne og korreksjonsfaktorer. Det anbefales også å benytte halogenfrie kabler, grunnet utvikling av gass under en eventuell brann. DC-kabler mellom batteri og inverter bør være så korte som mulig og føres ved siden av hverandre for å begrense spenningsfall og elektromagnetisk støy.

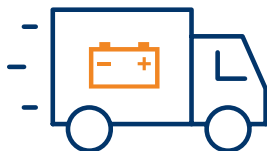
¹⁰ Brukerguide for fse og NEK EN 50110-1 er tilgjengelig i Nelfobutikken og gir praktiske råd til hvordan man skal oppfylle forskriftens krav og ivareta sikkerheten under arbeid på elektriske anlegg.

5.3 Transport

Li-ionbatterier er klassifisert som farlig gods ved transport, så ADR-bestemmelsene regulerer alle ledd i transporten¹¹.

Kravene til transportør av Li-ionbatterier avhenger av vekten på systemet som skal fraktes. Hvis samlet masse av batterisystemene uten emballasje:

Hvis samlet masse av batterisystemene uten emballasje > 333 kg, må sjåføren ha ADR kompetansebevis og kjøretøyet må faremerkes med oransje skilt



Hvis samlet masse av batterisystemene uten emballasje < 333 kg trenger ikke sjåføren ADR kompetansebevis, men leverandøren må utarbeide et fraktbrev iht. ADR og kravet til faremerking med oransje skilt av kjøretøyet faller bort

Det er leverandørens ansvar at pakking av batterisystemene er gjort i samsvar med ADR, men transportør og sjåfør skal allikevel sikre at det ikke er åpenbare mangler i dokumentasjon eller emballasje.

Det anbefales videre å beskytte batteriet mot støtskader under transport, fortrinnsvis med ikke-brennbart materiale.

Risikoen for en termisk hendelse henger sammen med ladestatus på batterisystemet. Dersom batterisystemene er pakket i henhold til FNs anbefalinger om transport av farlig gods (UN 3480 gjelder for Li-ionbatterier) er høyeste tillatte ladetilstand 30 %. Pakking etter UN 3480 bidrar dermed til å redusere sannsynligheten for mekaniske påkjenninger og konsekvensene av disse¹².

6. Vedlikehold

Vedlikehold på batteriinstallasjoner skal kun gjennomføres av fagpersoner med rett kompetanse og ikke bruker/eier av installasjonen. Det skal utarbeides instruksjoner for vedlikehold som beskriver prosedyrer, hyppighet og nødvendig utstyr. Sikre at alle AC- og DC-plugger er koblet fra strømkildene før vedlikeholdsarbeid påbegynnes.

Videre bør det spesifiseres hva som kreves av forbrukeren i FDV-dokumentasjonen. De fleste leverandører krever kun at forbrukeren tørker av batterisystemet med en klut, kontrollerer at omgivelsene er i samsvar med produsentens anbefalinger med tanke på støv, fukt og temperatur og følger med på om skjermen på batteriet viser feilmeldinger.

¹¹ ADR/RID: <https://www.dsb.no/veiledere-handboker-og-informasjonsmaterieell/adrrid-2019/>

¹² RISE-rapport 2019:98

7. Utskifting av batterier

Det er viktig at Li-ionbatterier kasseres på riktig måte og av sertifisert personell, da de inneholder giftige kjemiske stoffer som også er miljøskadelige. For mer informasjon kan du ta kontakt med en lokal gjenvinningsstasjon, et mottak for farlig avfall eller selskap som "Batteriretur AS".

De største kommersielt tilgjengelige batterisystemene i dag opererer med 10 års garanti ved en enkelt ladesyklus daglig (en oppladning/utladning om dagen). Nøyaktig hvor stor degraderingen av batteri er avhenger av flere faktorer og er fortsatt et lite undersøkt felt. Forventet levetid for større batteri på rundt 10 kWh og oppover blir ofte rapportert mellom 5-15 år. Elbiler leveres på sin side med batterigaranti på 8 år, med maksimalt 30 % degradering, altså en State of Health, SOH, på 70%. På samme måte varierer forventet levetid målt i antall sykluser fra 1 000 til hele 10 000. Stasjonære batteri, altså batteri tilknyttet bygninger eller annet fast installasjonssted, er enklere å drifte på en mer optimal måte enn elbilbatteri, noe som kan redusere degraderingen, og man er mindre avhengig av kapasiteten. Dette kan bidra til å forlenge levetiden, samtidig som disse er estimert til å kunne driftes ned til omtrent 60% SOH før de er betraktet som oppbrukt.

State of health (SoH), eller batteriets helsetilstand angir batteriets evne fra 0-100 % til å levere kapasitet sammenlignet med den nominelle kapasiteten til et tilsvarende nytt batteri. I transportsektoren og PC/mobil-industrien benyttes normalt 80 % SoH som kriterium. Ofte oppgis da en viss rekkevidde eller et visst antall utladninger før batteriet når 80 % SoH. I de nyeste telefonene får man en varslingsom å bytte ut batteriet hvis verdien på SoH er under 80 %.

I noen batterisystemer vil BMS-en informere når SoH når dette nivået (80 %). I andre tilfeller vil redusert kapasitet merkes av forbruker, på samme måte som man merker at en PC eller en telefon må byttes ut.

Ved demontering av brukte batterisystemer må det gjennomføres en risikoanalyse av alle ledd i prosessen inkludert transport. Ved demontering av skadde batterier er det egne retningslinjer for transport og behandling, fordi risikoen er større og spesialkompetanse på området er et krav.

8. Dokumentasjon og merking

Etter overtakelse er eier/ bruker ansvarlig for at sikkerheten i det elektriske anlegget opprettholdes og at dokumentasjonen oppbevares tilgjengelig. For alle nye elektriske installasjoner, samt for endringer av eksisterende installasjoner, har eier/ bruker krav på dokumentasjon som garanti for at myndighetskravene er oppfylt.

Dokumentasjon av en batteriinstallasjon inneholder normalt:

- Samsvarserklæring
- Rapport fra risikovurdering
- Drift- og vedlikeholdsmanual (FDV)
- Rapport fra Sluttkontroll
- Datablader på komponenter som inngår i installasjonen
- Enlinjeskjema

Det anbefales at dokumentasjonen oppbevares på et sikkert sted, f.eks i Boligmappa.

Følgende instruksjoner skal leveres med og være synlige i nærheten av batteriinstallasjonen:

- navn på installatør
- dato for idriftsetting
- sikkerhetsanbefalinger og instruksjoner for installasjon, drift og vedlikehold
- informasjon om avhending og gjenvinning

Hvis Nelfo Dokumentasjon for Batteriinstallasjoner benyttes er disse punktene dekket opp om Drift- og vedlikeholdsmanualen henges opp i nærheten av batteriinstallasjonen.

8.1 Vedlegg: Nelfo Dokumentasjon for Batteriinstallasjoner

Nelfo Dokumentasjon for Batteriinstallasjoner består av 4 skjemaer med tilhørende veiledning, og utgjør dermed minimumskravet til dokumentasjon av en batteriinstallasjon.

Last ned Nelfo Dokumentasjon for Batteriinstallasjoner

Du må ha brukerkonto på Min Nelfoside for å laste ned dokumentasjonen

8.2 Vedlegg: Digital folder til kunde

Denne digitale folderen kan leveres til eier/ bruker sammen med dokumentasjonen. Hensikten er å gi en enkel oversikt over hva dokumentasjonen inneholder, hva som er viktig å tenke på som eier/ bruker og hvordan man kan forberede seg til en eventuell feilsituasjon.

Last ned digital folder

Du må ha brukerkonto på Min Nelfoside for å laste ned folderen