

Selvitys Li-akkujen turvallisuustekijöistä

Gaia Consulting

Antti Pitkämäki, Venla Kontiokari, Minna Päällysaho, Marika Bröckl, Tuomas Raivio

21.12.2017

Projektin rahoitus:



Raportin rakenne

1. Johdanto
 2. Li-akkujen vaaramekanismit
 3. Lainsäädäntökatsaus
 4. Kansainvälinen vertailu
 5. Riskitarkastelu
 6. Teollisuuden Li-akkujen volyymitarkastelu Suomessa
 7. Toimenpide-ehdotukset ja suositukset
- Liite 1: Yksittäisten riskiluokkien riskiarviot



Kuva: teollisuusakkuksi luokiteltavaa litiumioniakkua hyödyntävä sähköpolkupyörä

1. Johdanto

- Litiumioniakkujen (myöh. "Li-akut") perinteisiin lyijyakkuihin verrattuna moninkertainen energiatiheys sekä muut ominaisuudet lisäävät niihin liittyviä tulipaloriskejä
 - Li-akkuja on ollut käytössä jo 90-luvun alkupuolelta lähtien, ja nykyään ne ovat erittäin yleisiä erilaisissa käyttökohteissa
 - Uutena ilmiönä ovat teollisuusakuiksi luokiteltavat tavallisia kannettavia isommat Li-akut. Ko. akkujen määrät ja käyttövolyymit ovat kasvussa, ja kasvu on kiihtynyt vuoden 2016 lopulla
 - Li-akkujen määrien kasvaessa riskit kasvavat, mikä on olennaista akkujen soveltamisen, käytön, akkuvalmistuksen ja käytöstä poistettujen akkujen turvallisuusnäkökohtia koskien
 - Lainsäädännössä ja lupakäytännöissä ei tällä hetkellä ole esim. tunnistettu varastoinnin sähkökemiallisia riskejä vastaavalla tasolla kuin varastoinnin kemiallisia riskejä
- Tämän raportin taustalla olleen hankkeen tarkoituksena on selvittää Li-akkujen merkittävimmät riskit eri käyttökohteissa ja akkujen elinkaaren eri vaiheissa ja tuottaa viranomaisille ja viranomaisohjeistuksiin ehdotuksia turvallisuutta edistäviksi toimenpiteiksi
 - Hanke alkoi nimenomaan teollisuuden Li-akkujen tarkasteluna, mutta hankkeen edetessä aiheen laajentaminen myös kannettaviin Li-akkuihin katsottiin tarpeelliseksi paremman kokonais kuvan saamiseksi
- Hankkeen tulosten perusteella laaditaan kuluttajille ja teollisuudelle suunnatut Li-akkujen turvallisuusoppaat

- Tarkastelun kohteena olivat litiumioniteknologiaa hyödyntävät akut seuraavin rajauksin:
 - Elinkaaren osalta tarkastelu alkaa maahantuoduista kokonaisista akuista tai Suomessa valmistetuista akuista kokoamisprosessin jälkeen ja päättyy vaiheeseen, jossa käytöstä poistettu akku on siirtynyt akun purkavan ja kierrättävän laitoksen linjastolle käsiteltäväksi.
 - Muita elinkaaren vaiheita ovat käyttöön tulevien akkujen varastointi ja kuljetus, akkujen käyttö sekä akkujen käytöstä poistaminen (johon sisältyy keräys, kuljetus, varastointi ja kierrätykseen valmistelu).
 - Tarkastelua painotettiin teollisuusakuiksi¹ luokiteltaviin Li-akkuihin, sillä ne ovat uudenlainen yleistymässä oleva Li-akkujen tyyppi ja niihin kohdistuu kokonsa ja tehonsa vuoksi aiempaa suurempia riskejä. Painotus näkyy tarkastelussa seuraavasti:
 - Volyymit (markkinoille vuosittain tulevien akkujen määrät) arvioitiin vain teollisuusakkujen osalta
 - Logistiikkaan (kuljetukset ja varastointi) sekä käytettyjen akkujen jätehuoltoon liittyvät riskit arvioitiin vain teollisuusakkujen osalta
 - Sähköautojen ajovoima-akkujen toimijaketju on oma laaja aihepiirinsä, joka jätettiin tämän hankkeen tarkastelusta pois tarkastelun fokusoimiseksi muiden Li-akkujen käyttökohteiden riskeihin
 - Litiumioniteknologiaa hyödyntävät uudentyyppiset autojen käynnistysakut rajattiin myös tarkastelusta pois
 - Teollisuuskäyttöön tarkoitettuja ja siten teollisuusakuiksi luokiteltavia Li-akkuja mutta selkeästi kannettavien kaltaisia akkuja ei käsitelty erikseen (esim. vain ammattikäyttöön tehdyt nappiparistot).

- Litiumioniakku tarkoittaa mitä tahansa ladattavaa litiumioniteknologiaa hyödyntävää akkua¹
 - Litiumioniakku ei ole yksittäinen akkuteknologia, vaan litiumioniakkuja on monia erilaisia tyyppejä, jotka eroavat toisistaan käytetyn akkukemian eli käytettyjen raaka-aineiden osalta. Yhteistä niille kaikille on, että varaus siirtyy akun anodin ja katodin välillä litiumionina.
 - Yleisimpiä Li-akkutyyppejä ovat mm. litiumkobolttioksidi (LiCoO_2 ; LCO), litiummangaanioksidi (LiMn_2O_4 ; LMO) ja litiumtitanaatti ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$; LTO)
 - Käytetty kemia vaikuttaa muiden ominaisuuksien ohella akun turvallisuuteen. Usein turvallisuus kulkee käsi kädessä hinnan kanssa. Tämän hankkeen puitteissa ei kuitenkaan ole tehty tarkastelua akkukemian tasolla, koska samoja akkukemioita voidaan käyttää hyvin eri tarkoituksiin valmistetuissa akuissa eikä näitä siten voida eritellä tässä työssä käytetyn luokituksen mukaan
- Li-akuilla on huomattavasti suurempi energiatiheys kuin perinteisillä lyijyakuilla, mistä johtuen niitä käytetään käyttökohteissa, joissa akulta edellytetään paljon energiaa tilavuutta tai painoa kohden
 - Li-akut ovat erittäin yleisiä erilaisissa mobiililaitteissa kuten kännyköissä ja kannettavissa tietokoneissa
 - Li-akkujen käyttö ajovoima-akkuina mm. sähköautoissa ja sähköpolkupyörissä on uusi nopeasti kasvava käyttökohde Li-akuille
- Li-akut, kuten akut yleisesti, jaetaan kannettaviin akkuihin, teollisuusakkuihin ja autonakkuihin
 - Määritelmät on kuvattu lainsäädäntökatsauksessa sivulla 13

Esimerkkejä Li-akkujen hyvistä puolista:

- Suuri energiatiheys
- Vähäinen huollon tarve
- Nopea lataus

Esimerkkejä Li-akkujen huonoista puolista:

- Edellyttävät suoja mekanismeja riskien vähentämiseksi
- Toimivat huonosti pakkasessa
- Mm. sääntely edellyttää panostamista kuljetusten turvallisuuteen

2. Li-akkujen vaaramekanismit

Li-akkujen vaaramekanismit 1/4



- Li-akkuihin liittyviä riskejä ovat tulipalot, sähköiskut ja kemialliset riskit
- Tulipaloriski on selkeästi merkittävin riski¹
 - Tulipaloriski perustuu ”thermal runaway”-ilmiöön eli lämpökarkaamiseen. Lämpökarkaamisella viitataan akun sisältämien kemikaalien hajoamiseen, syttymiseen ja voimakkaaseen paloon lämpötilan noustessa. Esimerkiksi metallinen litium reagoi voimakkaasti palaen ilman kosteuden kanssa, ja alumiinioksidi voi palaa hyvin kuumasti. Metallioksidien sisältämä happi osallistuu paloon metallien pelkistyessä. Lämpötilaa voi nostaa ulkoinen lämmönlähde tai akussa tapahtuva sisäinen tai ulkoinen oikosulku.
 - Li-akkujen riskejä lämpökarkaamiselle ja syttymiselle lisää se, että Li-akuissa käytetyt elektrolyytit ovat palavia aineita toisin kuin esim. lyijyakuissa käytetyt elektrolyytit
 - Vaikka palo saataisiin sammutettua, kuumasta akusta tulevat höyrystyneet elektrolyyttikaasut voivat syttyä uudestaan päästessään hapen kanssa kosketuksiin
 - Lämpökarkaaminen voi aluksi koskettaa vain yhtä akun kennoa. Tilanteen edetessä syttyneen kennon tuottama lämpö voi sytyttää viereisiä kennoja tuleen.
 - Lämpökarkaamiselle altistavia tekijöitä on kuvattu seuraavalla kalvolla
 - Li-akkujen paloissa syntyy palokaasuja, jotka ovat erityisen vaarallisia. Myös kytevä palo voi aiheuttaa vaarallisia palokaasuja, vaikka varsinaista tulipaloa ei syttyisikään.
- Raportin tarkastelu on luonteeltaan pahimman tapauksen analyysi

¹Tämän vaaramekanismien kuvauksen lähteenä on käytetty li-akkujen valmistuksen asiantuntijan haastattelua sekä seur. lähteitä:

- http://batteryuniversity.com/learn/archive/lithium_ion_safety_concerns
- Lithium-Ion Batteries Hazard and Use Assessment, Final Report, 2011, Fire Protection Research Foundation, <http://www.nfpa.org/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Research-reports/Hazardous-materials/Lithium-ion-batteries-hazard-and-use-assessment>
- Naveen Kumar Vegi (2015), Lithium Ion batteries and fire accidents due to them (<https://www.linkedin.com/pulse/lithium-ion-batteries-fire-accidents-due-them-naveen-kumar-vegi>) (haettu: 29.6.2016))

Li-akkujen vaaramekanismit 2/4



- Ainakin seuraavat vaaramekanismit voivat joko aiheuttaa akun syttymisen tai lisätä syttymisen riskiä vaurioittamalla akkua:
 - Fyysiset vaaramekanismit kuten akun kolhminen, läpäisy vieraalla esineellä, tärinä ja painevaihtelut
 - Tulipalo tai muusta syystä johtuva erittäin kuuma lämpötila, joka aiheuttaa lämpökarkaamisen ja/tai sytyttää akun
 - Li-akut voivat olla merkittävä palokuorma
 - Ulkoinen oikosulku tai akun liiallinen kuormittaminen, joka kuumentaa akkua aiheuttaen lämpökarkaamisen
 - Akun lataaminen liian suureen jännitteeseen
 - Akun lataaminen pakkasella
 - Voi aiheuttaa litiumin saostumista li-metalliksi, mikä lisää oikosulku- ja lämpökarkaamismahdollisuutta
 - Valmistusvirheet, esim. akun elektrodien välisessä separaattorissa olevat sähköä johtavat epäpuhtaudet, jotka voivat aiheuttaa pahenevan sisäisen oikosulun
 - Ajan myötä tapahtuva akun vanheneminen
 - Kemiaalliset reaktiot alkavat heikentää akkuja heti niiden valmistumisen jälkeen
 - Tehon heikentymisen lisäksi akun turvallisuus heikentyy
 - Väärä säilytyslämpötila, etenkin liian kuumat lämpötilat, heikentävät (ts. vanhentavat) akkua
 - Liian kylmäkin voi olla haitallista akulle ja sen turvallisuudelle
 - Akun varauksen purkaminen kokonaan
 - Esim. talvisäilytys ilman ajoittaista akun lataamista

Li-akkujen vaaramekanismit 3/4



- Li-akkuihin liittyy mm. seuraavia teknisiä ratkaisuja, joilla riskejä voidaan vähentää:
 - Epäpuhtaudet minimoiva valmistusprosessi ja laaduntarkkailu
 - "Battery Management System": sähköinen järjestelmä, joka estää yllilataamisen tai akun varauksen liiallisen purkamisen (vakiovaruste laadukkaissa akuissa)
 - Erilaiset sulakkeet ja vastaavat liiallista virrankulkua rajoittavat järjestelmät
 - Riittävät suojat kolhuilta ja tärinältä (koskien sekä akun ulkokuorta että sisäistä kestävyyttä)
 - Varauskyvyltään vähäisempi mutta turvallisempi akkukemia
 - Isoissa akuissa sisäinen jäähdytysnestekierto tai tilojen jäähdytys
- Kemiallisen altistuksen riskit
 - Toisin kuin lyijyakuissa, ei li-akuissa ole yleensä merkittäviä määriä elektrolyyttiä nestemäisessä muodossa. Näin ollen akuista ei yleensä vaurioituneenakaan valu ulos merkittäviä määriä vaarallisia kemikaaleja.
 - Aineet ovat kuitenkin myrkyllisiä.
 - Erittäin halvoissa li-akuissa saattaa olla nestemäistä elektrolyyttiä, joka on huomattavasti vaarallisempaa kuin esim. lyijyakkujen rikkihappo.
 - Myös palamistuotteet ja savukaasut ovat vaarallisia

- Muut riskit
 - Akkujen paloon voi myös liittyä jonkinasteisia räjähdyksiä palokaasujen purkautuessa ulos
 - Akkujen osalta myös sähköiskuriski on mahdollinen. Sähköiskuriski katsotaan vähäiseksi alle 120 voltin akuissa¹, mikä ei kuitenkaan tarkoita, etteikö ko. riskiä tarvitsisi ollenkaan huomioida jännitteeltään alle 120 voltin akuissa. Sähköisku on mahdollinen seur. tilanteissa:
 - Vaurioituneiden akkujen varomaton käsittely
 - Sähköiskuriskeistä piittaamaton akkujen väärinkäyttö
 - Sähköturvallisuudeltaan puutteellisen tuotteen käyttö
- **Tässä riskitarkastelussa on tarkastelun kohteena ollut ensisijaisesti li-akkujen tulipaloriskit, sillä kirjallisuustietojen ja hankkeessa tehdyn tarkastelun perusteella tulipaloriskit ovat kemiallista altistusta ja sähköiskuvaaraa merkittävämpiä.**

1 IEC:n (International Electrotechnical Commission) raja-arvo jännitteelle, jota pienemmillä jännitteillä on vähäinen vaaraa aiheuttavan sähköiskun riski

3. Lainsäädäntökatsaus

Lainsäädäntökatsaus (1/7)

Johdanto lainsäädäntökatsaukseen



- Suomessa keskeisin litiumioniakkuja koskeva lainsäädäntö on Euroopan komission paristo- ja akkudirektiivi¹, komission asetukset² sekä kyseisen lainsäädännön kansallinen implementointi³.
- Akkuja ja paristoja koskevien direktiivien ja asetusten tavoitteena on yhdenmukaistaa kansalliset toimenpiteet, estää vaarallisten aineiden käyttöä paristoissa ja akuissa sekä edistää käytettyjen paristojen ja akkujen kierrätystä.
- Akku- ja paristodirektiivin mukaisesti paristot ja akut jaetaan seuraaviin luokkiin:
 - **Kannettavat paristot ja akut;** suljettua akku, paristo tai paristoakku jota voidaan kantaa käsin ja joka ei ole teollisuus- tai ajoneuvoakku/-paristo.
 - **Teollisuusparistot ja akut;** kaikki paristot ja akut, jotka ovat yksinomaan suunniteltu teollisuus- tai ammattikäyttöön sekä sähköajoneuvoissa virtalähteenä käytettävät paristot ja akut. Teollisuusakuiksi luetaan esimerkiksi pyörätuolien, sähköpyörien sekä aurinkopaneelien yhteydessä käytettävät akut, vaikka nämä olisivatkin kuluttajakäytössä.
 - **Ajoneuvojen akut ja paristot;** paristot ja akut, joita käytetään ajoneuvojen käynnistyksessä, valaistuksessa tai sytytyksessä.
- Akku- ja paristodirektiivin lisäksi akkujen kuljetukseen, käyttöön ja merkintöihin liittyy myös olennaisesti muuta lainsäädäntöä. Tässä katsauksessa lainsäädäntöä ja sen asettamia määräyksiä on käsitelty akkujen elinkaaren eri vaiheissa Suomessa.

¹ Paristo- ja akkudirektiivi (2006/ 66/EY) sekä Paristo- ja akkudirektiivin muutos (2013/56/EU)

² Komission asetus paristoista ja akuista (EU) N:o 1103/ 2010 ja N:o 493/ 2012.

³ Valtioneuvoston asetus paristoista ja akuista 520/ 2014

Lainsäädäntökatsaus (2/7)

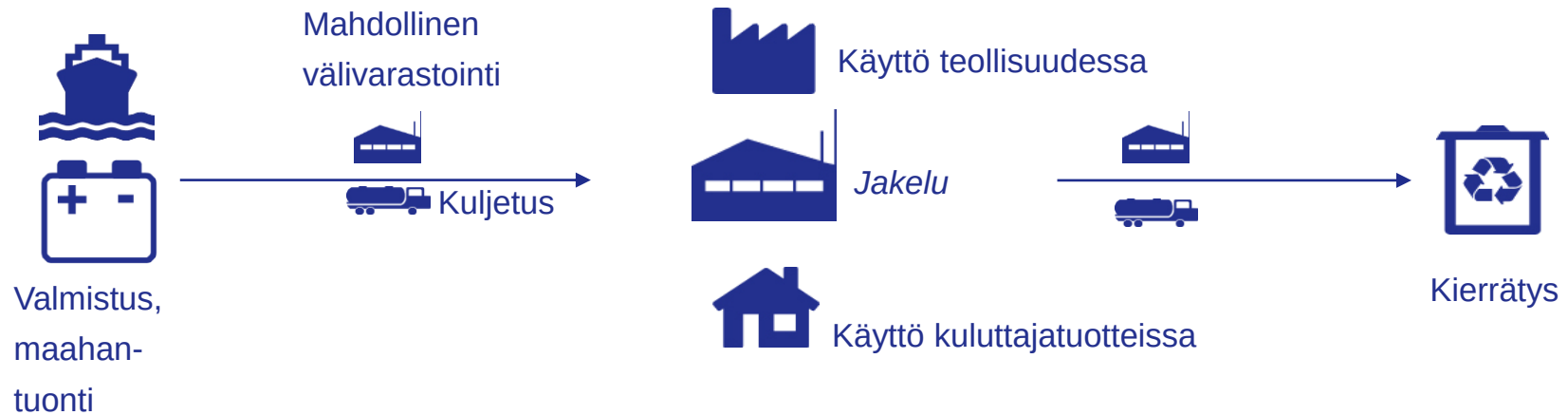
Lainsäädäntökatsauksen osa-alueet



1. Akkujen kuljetusta ja kuljetuksen
aikaista varastointia koskeva
lainsäädäntö

2. Akkujen varastointia
ja käyttöä koskeva
lainsäädäntö

3. Käytön jälkeistä kuljetusta
ja varastointia koskeva
lainsäädäntö



Lainsäädäntökatsaus (3/7)

1. Akkujen kuljetusta ja kuljetuksen aikaista varastointia koskeva lainsäädäntö

- Litiumioniakkujen kuljetus on VAK (vaarallisten aineiden kuljetus) -direktiivin¹ alaista. VAK-direktiivi on kansallisesti pantu käytäntöön VAK-lainsäädännössä sekä siihen liittyvissä Liikenteen turvallisuusvirasto TRAFI:n määräyksissä.² VAK- lainsäädännössä sekä TRAFIN viranomaismääräyksissä asetetaan tiettyjä ehtoja ja vaatimuksia siitä, kuinka litiumioniakkuja tulee kuljettaa ja varastoida kuljetustapahtuman aikana.
- Jokaisen kennon tai akun tyyppi on osoitettava täyttävän käsikirjan "Manual of Tests and Criteria"³ (Kokeet ja kriteerit) osan III, kohdan 38.3 kaikki koevaatimukset, jotta litiumioniakut voidaan hyväksyä kuljetettavaksi niille osoitettujen tuotenimikkeiden alla (UN UN3480 = litiumioniakut ja UN 3481 = litiumioniakut, jotka sisältyvät laitteeseen tai ovat pakattu laitteen kanssa). Näiden vaatimusten mukaisesti akuissa ja/ tai kennoissa tulee olla mm.
 - ylipainetta säätelevä laite (tai niiden tulee olla suunniteltu siten, että ne eivät repeä tavanomaisen kuljetustapahtuman aikana)
 - niiden tulee olla varustettu ulkoisten oikosulkujen estämiseksi
 - niiden tulee olla tehokkaasti varustettuja vaarallisen takavirran estämiseksi
 - Lisäksi kennojen ja akkujen valmistuksessa on noudatettava laatujärjestelmää.
- Litiumioniakuille, jotka ovat vahingoittuneita tai puutteellisia ja jotka eivät vastaa käsikirjan "Manual of Tests and Criteria" tyyppitestausvaatimuksia on asetettu VAK-lainsäädännössä erillisiä kuljetusvaatimuksia mm. pakkaamisen suhteen.

1 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/ 68/ EY vaarallisten aineiden sisämaakuljetuksista

2 Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/ 1994), Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta (194/2002) sekä Liikenteen turvallisuusviraston (TRAFI) määräykset (https://www.trafi.fi/liikennejarjestelma/vaaralliset_aineet/vak_saadokset_ja_maaraykset)

3 (<http://www.unece.org/transport/areas-of-work/dangerous-goods/legal-instruments-and-recommendations/un-manual-of-tests-and-criteria.html>)

Lainsäädäntökatsaus (4/7)

1. Akkujen kuljetusta ja kuljetuksen aikaista varastointia koskeva lainsäädäntö

- Litiumioniakkujen varastoinnille ei ole annettu varsinaisia laissa esitettyjä erityisvaatimuksia mm. tehdas- ja varastoalueella silloin kun niiden varastointi, käsittely tai siirto ei liity kiinteästi kuljetustapahtumaan.^{1,2}
- VAK-lakia¹ kuitenkin sovelletaan vaarallisten aineiden kuljetukseen myös satama-alueella, lentopaikalla ja muissa terminaaleissa, jolloin VAK-lakia sovelletaan myös vaarallisten aineiden tilapäiseen säilytykseen.
- Toiminnanharjoittajan suuntaan selkeää yhtä valvontaviranomaista tilapäiselle säilytykselle ei ole, vaan lain mukaisesti valvontaa tekevät Trafi, Tulli, poliisi, rajavartiolaitos, Tukes, STUK, työsuojeluviranomaiset sekä AVI kukin toimialallaan.
- Vaarallisten aineiden tilapäistä säilytystä harjoittavat maantieliikenneterminaalit eivät kuulu turvallisuusviranomaisten valvontaan, ellei tiloissa tai alueella myös varastoida vaarallisia aineita. Tällöin terminaali on joko pelastuslaitoksen (vähäiset määrät) tai Tukesin valvonnan (laajamittainen varastointi) alaisuudessa.
- Sen sijaan satamilla ja ratapihoilla, joiden kautta kuljetetaan vaarallisia aineita tulee olla valvovan viranomaisen hyväksymä turvallisuusselvitys.

1 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/ 68/ EY vaarallisten aineiden sisämaakuljetuksista

2 Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/ 1994), Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta (194/2002) sekä Liikenteen turvallisuusviraston (TRAFI) määräykset (https://www.trafi.fi/liikennejarjestelma/vaaralliset_aineet/vak_saadokset_ja_maaraykset)

Lainsäädäntökatsaus (5/7)



2. Akkujen varastointia ja käyttöä koskeva lainsäädäntö

- Varastointi myymälöissä ja liikehuoneistoissa:
 - Akkujen tai akkuja sisältävien laitteiden varastointiin esimerkiksi myymälöissä ei ole olemassa varsinaista lainsäädäntöä.
 - Kuitenkin liikehuoneistoissa tai myymälöissä säilytettävien palavien nesteiden määrää on rajattu lainsäädännössä ja varastoinnista tulee myös tehdä ilmoitus pelastusviranomaisille. Lisäksi myymälähuoneistossa varastoitaville syttyville nesteille on asetettu tiettyjä erityisvaatimuksia mm. sammutuskaluston suhteen¹. Sen sijaan litiumioniakuille tai litiumioniakkuja sisältäville laitteille ei ole olemassa vastaavaa lainsäädäntöä.
- Teoriassa hyvin suuri määrä varastoituja Li-akkuja voisi saattaa ko. kohteen kemikaaliluvan piiriin niiden sisältämien vaarallisten aineiden määrän perusteella³, mutta tästä ei ole käytäntöä
- Tuoteturvallisuus:
 - Kuluttajaturvallisuuslain mukaisesti toiminnanharjoittajan on varmistauduttava siitä, että kulutustavarasta tai kuluttajapalvelusta ei aiheudu vaaraa kenenkään terveydelle tai omaisuudelle.
 - Sähköturvallisuuslain² mukaisesti myös sähkölaitteen markkinoille saattajan on osoitettava, että sähkölaitteista ei aiheudu vaaraa kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle. Kuluttajille suunnattuja tuotteita tai niiden turvallisuutta ei kuitenkaan testata ennakkoon viranomaisen puolesta. Valmistajan velvollisuuteen kuuluu mm. huolehtia siitä, että tuote täyttää kaikki sitä koskevat direktiivin vaatimukset sekä laadittava tuotetta koskevat tekniset asiakirjat sekä EU:n vaatimustenmukaisuusvakuutus. Maahantuojaan velvollisuutena sen sijaan on varmistaa, että tuotteeseen liitetään käyttöohjeet ja turvallisuustiedot.
 - Eri teollisuuden alojen sovelluksissa on omia erityismääräyksiä koskien mm. tuoteturvallisuutta. Esimerkiksi terveyden huollon laitteisiin liittyy lainsäädäntöä, joka asettaa hyvin tarkat määräykset laitteiden tuoteturvallisuudelle. Myös laivaliikenteessä on hyvin tiukat määräykset ja standardit käytettävien akkujen turvallisuuskriteereistä.
 - Litiumioniakuissa on melkein aina BMS (Battery Management System) – järjestelmä, jonka tarkoituksena on mm. tasata akkujen jännitteitä. BMS- järjestelmille ei kuitenkaan ole yhtenäistä standardia tai vaatimuksia.

1 Laki vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin turvallisuudesta (390/2005)

2 sähköturvallisuuslaki (1135/ 2016)

3 Viranomaishaastattelu. Ks. myös tämän raportin kansainvälinen vertailu Ruotsin osalta, sivu 28

Lainsäädäntökatsaus (6/7)

3. Käytön jälkeistä kuljetusta ja varastointia koskeva lainsäädäntö (1/2)

- Litiumioniakut ja paristot ovat tuottajavastuun alaisia, eli akkujen maahantuoja tai valmistaja ovat velvollisia järjestämään markkinoille saattamiensa tuotteiden jätehuollon kustannuksellaan. Tuotteiden jakelijoille lainsäädäntö asettaa vastaanottovelvoitteen eli kannettavia paristoja ja akkuja myyvien jakelijoiden tulee ottaa vastaan käytetyt paristot ja akut käyttäjiltä maksutta. Kannettavien paristojen ja akkujen palautus liikkeeseen ei sisällä ostopakkoa uudesta tuotteesta. Tuottajavastuu perustuu jätelakiin (646/2011) ja valtioneuvoston asetukseen paristoista ja akuista (520/2014).
- Teollisuusparistojen ja akkujen tuottajien tulee itse hoitaa tuottajavastuunsa, sillä näille tuotteille ei ole olemassa omaa tuottajayhteisöä. Teollisuusparistojen- ja akkujen tuottajat ja käyttäjät voivat tehdä sopimuksia, joissa sovitaan rahoitusjärjestelmistä.¹
- Suomessa teollisuuslitiumioniakuille ei ole olemassa varsinaista kierrätysjärjestelmää, mutta esimerkiksi sähköpyörien myyjät joutuvat tuottajavastuun mukaisesti ottamaan vastaan käytettyjä akkuja, jolloin käytetyt ja mahdollisesti vioittuneita akkuja saatetaan varastoida myymälöissä. Lainsäädäntö ei aseta velvoitteita tällaisten akkujen ja paristojen varastoinnille. Autojen litiumioniakuille on kehitetty tuottajavastuujärjestelmä ja lisäksi suurille kuluttajatuotteiden li-ion akkujen tuottajavastuujärjestelmälle on käynnissä pilotti.

¹ Paristo- ja akkudirektiivi (2006/ 66/EY) sekä Paristo- ja akkudirektiivin muutos (2013/56/EU)

1Komission asetus paristoista ja akuista (EU) N:o 1103/ 2010 ja N:o 493/ 2012.

1 Valtioneuvoston asetus paristoista ja akuista 520/ 2014

Lainsäädäntökatsaus (7/7)



3. Käytön jälkeistä kuljetusta ja varastointia koskeva lainsäädäntö (2/2)

- Kansainvälisiä käytöstä poistettujen akkujen siirtoja koskevat ADR-säännökset VAK-laissa määrätään erityismääräyksiä vioittuneiden tai vahingoittuneiden litiumioniakkujen kuljetuksesta. Kuitenkin, litiumionikennot ja – akut ja tai tällaisia kennoja ja akkuja sisältävät laitteet, joita kuljetetaan hävitettäväksi tai kierrätykseen pakattuina yhdessä muiden ei-litiumakkujen kanssa tai ilman niitä, saa pakata kohdan 4.1.4.1 pakkaustavan P909 mukaisesti, jossa on lievemmat vaatimukset kuin yksittäisten vahingoittuneiden akkujen kuljetusvaatimukset
- Kuljetuksen aikaiset varastointitapahtumat ovat VAK-lainsäädännön piirissä.
- Käytöstä poistetuille akuille, jotka varastoidaan esimerkiksi jätehuolto-operaattorin toimesta ei ole varsinaista lainsäädäntöä koskien litiumioniakkujen varastointia. Käytöstä poistettujen akkujen käsittelijöillä ja/ tai varastoijilla (esim. kierrätystermiinali) tulee olla ympäristölainsäädännön mukainen lupa käsitellä akkuja. Ympäristöluvassa voi olla esitetty erityismääräyksiä mm. siitä kuinka suuria määriä akkuja toiminnanharjoittaja saa kerralla varastoida ja mikä on vuotuinen suurin sallittu akkujen käsittelymäärä. Lisäksi ympäristöluvassa saattaa olla määräyksiä siitä, kuinka ja millaisissa tiloissa akkuja saa varastoida.
- Jätelainsäädännön mukaisessa jäteluokituksessa litiumioniakut kuuluvat luokkaan 160605 ”Muut paristot ja akut”. Kyseinen jäteluokka on luokiteltu tavanomaiseksi jätteeksi. Kuitenkin esimerkiksi eri jäteyhtiöiden oppaissa myös litiumioniakut ovat luokiteltu vaaralliseksi jätteeksi.

- Sekä kuluttajaturvallisuuslaki että sähköturvallisuuslaki edellyttävät sitä, että tuotteista ei aiheudu vaaraa. Toisaalta akkudirektiivi ei sisällä vaatimuksia akkujen käytön aikaiseen turvallisuuteen, ts. akut itsessään eivät edellytä turvallisuuteen liittyen CE-merkintää. Näin ollen akkujen turvallisuuteen liittyen ei ole täsmällisiä vaatimuksia, mikä voi lisätä mahdollisuutta, että turvallisuudeltaan riittämättömiä tuotteita päätyy Suomen markkinoille.
 - Kuluttajat voivat tilata EU:n ulkopuolelta tuotteita, joissa ei ole otettu Suomen tai EU:n turvallisuusvaatimuksia ollenkaan huomioon, mikä on oma riskitekijänsä
- Litiumioniakkujen kuljetukseen ja kuljetukseen liittyvään varastointiin on VAK-direktiivin mukaisia vaatimuksia, mutta muuta varastointia koskien ei ole varsinaista sääntelyä
 - Näin ollen Li-akkujen varastointiin esim. myymälöissä tai liikehuoneistossa ei ole suoria turvallisuusvaatimuksia.
 - Li-akut vertautuvat vaaraominaisuuksiltaan periaatteessa helposti syttyviin nesteisiin, sillä myös ne sisältävät paljon energiaa pienessä tilassa. Palavien nesteiden säilytystä koskien on turvallisuusvaatimuksia, mutta suurienkaan varastoitujen Li-akkumäärien riskejä (oikosulut, lämpökarkaaminen ja tulipalot) ei huomioida vastaavalla tavalla.
 - Käytettyjen akkujen varastointia koskien ei myöskään ole erillisiä turvallisuusvaatimuksia.
 - Ko. materiaalia koskee tuottajavastuu. Teollisuusakuiksi luokiteltaville Li-akuille ei kuitenkaan ole jätehuoltoa keskitetysti järjestävää tuottajayhteisöä, jolloin ko. materiaalia voi päätyä varastoiduksi esim. myymälöihin kuluttajien palautettuja käytettyjä akkuja.

4. Kansainvälinen vertailu

Tausta / työn tarkoitus



- Kansainvälisen vertailun tarkoitus oli selvittää, miten Li-akkujen elinkaareen liittyvien riskien tunnistaminen sekä sen pohjalta sääntely ja ohjeistukset on tehty kahdessa valitussa EU-maassa (Saksa ja Ruotsi). Vertailussa keskityttiin erityisesti varastointiin, sillä varastoinnista aiheutuvat riskit oli alustavasti tunnistettu vähiten säännellyksi osa-alueeksi akkujen elinkaarta.
- Tietoa vertailumaista haettiin kansallisten (ja Saksan osalta alueellisten) viranomaisten internetsivuilta, asiantuntijoilta kuten viranomaisedustajilta, kansallisesta lainsäädännöstä sekä ammattijulkaisuista.

- Valtiollisessa lainsäädännössä ei ole yksityiskohtaisia määräyksiä koskien li-akkujen varastointia
- Li-akkujen varastoinnissa ja kuljetusta varten valmistelussa tulee noudattaa Saksan vaarallisista aineista annettua lakia (Gefahrstoffverordnung)
 - Kyseinen laki sekä työsuojelulaki (Arbeitsschutzgesetz) ja laitosturvallisuuslaki (Betriebssicherheitsverordnung) vaativat toiminnanharjoittajaa tekemään riskinarvioinnin li-akkujen varastoinnista tapauskohtaisesti aiheutuvien riskien tunnistamiseksi. Tunnistetut riskit tulee hallita asianmukaisilla ja riittävillä suojaustoimilla.
 - Lakia tarkemmalla tasolla riskinarvioinnista ja suojaustoimista kerrotaan teknisissä vaarallisten aineiden säännöstoissa (mm. nro 510 - vaarallisten aineiden varastointi liikuteltavissa säiliöissä, nro. 400 - riskinarviointi vaarallisten aineiden kanssa työskentelystä). Säännöt mainitsevat tietolähteitä, joita voi käyttää riskinarvioinnissa mikäli riittävää vaaratietoa, kuten käyttöturvatiedotteita, ei ole saatavilla.
 - Mikään em. laeista ja säännöstoista ei kuitenkaan suoraan kerro li-akkujen turvallisuusriskeistä tai spesifisesti niiden hallintaan sopivista suojauskeinoista. Yleisellä tasolla määrätään mm. että varastointiin saa käyttää vain siihen sallittuja paikkoja, sammutuslaitteistojen tulee olla riittäviä ja että tarvittaessa tulee noudattaa riittäviä suojaetäisyyksiä. Ainevuoto, joka voi aiheuttaa palo- tai räjähdysvaaran, tulee mahdollisuuksien mukaan tehdä vaarattomiksi vuotopaikalla. Paloja ja räjähdysten leviäminen tulee estää mahdollisimman hyvin.
 - Teknisten suojauskeinojen toimivuus ja tehokkuus on testattava säännöllisesti, vähintään kolmen vuoden välein.

Saksa - Ei-sitovat ohjeet



Yleisiä ohjeita li-akkujen varastointiin

- Saksan vakuutusyhtiöiden liiton julkaisu¹ antaa neuvoja vahinkojen ehkäisemiseksi Li-akkujen varastoinnissa tuotanto- ja varastoalueilla. Julkaisun on koonnut vakuutus-, sähköteollisuus-, autoteollisuus-, logistiikka ja kierrätys- sekä sammutuslaitteistojen aloja edustanut projektiryhmä. Ohje ei sido vakuutusyhtiöitä vaan tapauskohtaisesti voidaan hyväksyä muitakin suojauskeinoja.
- Itävaltalaisen riskiasiantuntijan ammattijulkaisu² käsittelee laajasti litiumia sisältävien akkujen ja patterien riskejä, suojauskeinoja, turvallisuusohjeita, palontorjuntaa, kuljettamista sekä kierrätystä.
- Mikäli Li-akkuja käsitellään asianmukaisesti, ne ovat varsin turvallisia.
- Vain UN 38.3:n mukaan testattuja kennoja ja akkuja saa varastoida. Testissä tarkastellaan mm. iskua, ulkoista oikosulkua, yllilatausta ja tehostettua/pakotettua latauksen purkaamista. Prototyyppejä saa varastoida poikkeustapauksissa ja ainoastaan, mikäli niistä on tehty riskinarviointi.¹
- Erityisesti tuotantotiloissa akkujen määrä tulee rajoittaa minimiin (päivätarve)^{1, 2} sekä varmistaa, että sopiva sammutuskalusto (esim. paloposti tai käsisammutin) sijaitsee lähellä¹.
- Li-akkujen varastoinnin ja käsittelyn suositellaan tapahtuvan palonkestävästi eristetyillä alueilla tai riittävän suojaetäisyyden päässä. Vahinkokokemusten perusteella käytetään kansainvälisesti seuraavaa standardia: 90 minuutin palonkestävyys tai 20 m suojaetäisyys. Vähimmäisvaatimuksena pidetään 2,5 metrin suojaetäisyyksiä palo-osaston sisällä sekä lisäksi organisatorisia ja teknisiä suojauskeinoja. Latausalueilla 2,5 metrin suojaetäisyys edesauttaa palon leviämisen ehkäisemistä. Lisäksi suojaustasoa voidaan parantaa käyttämällä yksittäisten akkujen tai tuotantoerien eristystä esim. palosuojatun kontin tai turvakaapin avulla. Koska palon syynä on usein väärä käsittely eikä niinkään tekninen vika, organisatoriset toimet, kuten työntekijöiden kouluttaminen ja riittävien käyttöohjeiden saatavilla olon varmistaminen, ovat hyviä keinoja ehkäistä vahinkojen syntyä. Vahingoittuneet tai vialliset akut tulee poistaa välittömästi ja hävittää asianmukaisesti. Mahdollisesti rikkoutuneet akut tulee aina arvioida asiantuntijan toimesta. Rikkinäisiksi todettujen akkujen lataus tulee purkaa hallitusti ja sitä tulee säilyttää useita päiviä valvonnan alla. Mieluiten tulee olla yhteydessä akun valmistajaan.²

¹ Publikation der deutschen Versicherer (GDV e. V.) zur Schadenverhütung – Lithium-Batterien. VdS 3103 : 2016-05 (02)

2 Dr. Michael Buser, Risk Experts Risiko Engineering GmbH & Dr. Jochen Mähliß, Batteryuniversity GmbH. Lithiumbatterien - Brandgefahren und Sicherheitsrisiken. Effektive Schadenverhütung und wirksame Brandbekämpfung. Version 1 – April 2016

Saksa - Ei-sitovat ohjeet



Ohjeet eritehoisten akkujen varastointiin

- Akkujen vaarapotentiaalin määrää tuotesuunnittelu sekä akun tai akkujärjestelmän teho. Turvallisuusohjeita on tämän vuoksi annettu kolmelle eritehoiselle akkukategorialle. ^{1, 2}
- Yleiset turvallisuusohjeet ¹: Valmistajan ohjeiden ja teknisten laitedokumenttien noudattaminen. Napojen suojaaminen käyttämällä esim. napasuojuksia. Akkujen suojaaminen mekaaniselta vahingoittumiselta ja korkeilta lämpötiloilta. Tiloissa, joissa ei ole automaattista sammutuslaitteistoa vähintään 2,5 metrin rakenteellinen tai avaruudellinen suojaetäisyys muihin palaviin materiaaleihin. Kaikkien vahingoittuneiden ja viallisten akkujen välitön poistaminen varasto- ja tuotantoalueilta sekä välivarastointi turvallisen etäisyyden päässä tai erillisessä palosuojatussa tilassa.

Li-ion akkujen teho ^{1, 2}	Akkujen käyttö ^{1, 2}	Turvallisuusohjeet
Pienehkö: ≤100 Wh per akku	Yksikennoiset akut ja pienakut (tietokoneet, multimedia, pienenlektroniikka, pientyökalut jne.)	Yleiset turvallisuusohjeet (ks. yllä) ¹ Valmistajan ohjeiden ja turvallisuussertifiointien noudattaminen. ²
Keskisuuri: >100 Wh per akku ja ≤12 kg bruttona per akku	Sähköpyörät ja -skootterit, suuret puutarhakoneet, erilaiset pienajoneuvot sekä pienehkön tehon kennot/ akut seuraavissa määrissä: >7m3 tai >6 Euro-lavaa	Rakenteellinen tai avaruudellinen etäisyys muihin tiloihin vähintään 5 m. ¹ Rakenteellinen tai tilallinen riittävä etäisyys tai palonkestävä eristys (esim. suojakaappi). ² Sekavarastoinnin välttäminen. ^{1, 2} Palonilmaisimen hälytys valvomoon tai vastaavaan aina miehitettyyn paikkaan. ^{1, 2} Sopivien sammutusaineiden huomiointi. ¹
Suuri: >100 Wh per akku ja/tai >12 kg bruttona per akku	Sähköautot, sähköverkosta riippumattomat suurlaitteet sekä keskisuuren tehon kennot kytkettynä tai seuraavissa määrissä: > 60 m2 varastointiala ja/tai >3 m varastointikorkeus	Ei ole tarpeeksi varmoja tietoja riittävien suojatoimien asettamiseksi. Tapauskohtainen arviointi vakuuttajan kanssa. Mahdollisia suojauskeinoja ovat erottelu ja määrien rajoitus, palonkestävästi erotetut tilat tai suojaetäisyys (vähintään 5 m) sekä automaattiset sammutuslaitteistot. ¹ Tapauskohtainen arviointi ja räätälöityjen ratkaisujen valinta tilanteen mukaan. Minimivaatimuksena keskisuuren tehon akkujen vaatimukset. ²

¹ Publikation der deutschen Versicherer (GDV e. V.) zur Schadenverhütung – Lithium-Batterien. VdS 3103 : 2016-05 (02)

Saksa - Ei-sitovat ohjeet



Ohjeet palontorjunnasta palokokeiden tulosten perusteella 1/2

- Koska akkutyyppejä on monia ja alan kehitys on jatkuvaa, yleistettäviä ohjeistuksia ei voida toistaiseksi antaa. Toimiva suojauskonsepti vaatii täten tapauskohtaisen sopimisen vakuuttajan kanssa. Kokonaisvaltainen palosuojauskonsepti on aina tarpeen riittävän suojan aikaansaamiseksi.

Olemassa olevien suojauskeinojen, kuten sammutuslaitteistojen, riittävyys tulee aina arvioida tapauskohtaisesti. Lisäksi tulee aina tarkastella rakenteellisia ja organisatorisia reunaehtoja.

Akkujen laitesuunnittelu ja pakkaukset vaikuttavat merkittävästi palokuormaan ja edelleen palon kehittymiseen.

Mikäli paloa saadaan torjuttua ensimmäisillä minuuteilla, on hyvin todennäköistä, että se saadaan hallintaan. Nopea ja kohdennettu sammutus sekä jäähdytys vedellä voi olla toimiva ratkaisu. Sprinkleri- tai vesisumutuslaitteiston mitoituksessa ja sijoittamisessa tulee ottaa huomioon suojattavan kohteen riskialttius.

Tehtyjen palokokeiden valossa ei voida ottaa kantaa siihen, riittääkö laitospalokunta korvaamaan sprinklerilaitteiston.

Saksa - Ei-sitovat ohjeet



Ohjeet palontorjunnasta palokokeiden tulosten perusteella 2/2

- Vesi on hyvä sammutusaine, koska se viilentää tehokkaasti ja li-akkujen paloissa juuri suuri lämpöenergia aiheuttaa haasteita. Lisäksi vettä on yleensä parhaiten ja nopeimmin saatavilla. Vesi sitoo myös mahdollisesti vapautuvia haitallisia palokaasuja. Vedellä sammuttaminen tyhjentää hitaasti kaikki vaurioituneet kennot. Vettä tarvitaan kuitenkin suuria määriä – enemmän kuin tavanomaisissa paloissa. Tavanomaiset kattosprinklerit eivät usein anna riittävää suojaa, koska vesi ei pääse viilentämään kaikkia päällekkäin varastoituja akkuja. Nopeasti laukeava ja paljon vettä käyttävä sprinkleri- tai vesisuihkutuslaitteisto tarjoaa tehokkaan suojan. Vesisumutuslaitteisto on vielä tehokkaampi ja voi lisäksi ehkäistä uudelleensyttymistä. Palo-osastojen tulee olla mahdollisimman pieniä, jotta sammutus on kohdistettua ja vesivahingot jäävät mahdollisimman rajallisiksi. Vettä käytettäessä mahdollinen vedyn muodostus tulee ottaa huomioon. Vakuutusyhtiöt (Saksan vakuutusyhtiöiden liitto sekä FM Global) ovat päätyneet palokokeissaan siihen, että vedellä sammutus on näiden reunaehtoien puitteissa toimivaa.

Tukahduttavat sammutusaineet (hiekkä, CO₂, N₂) eivät viilennä eivätkä välttämättä tukahduta riittävästi, sillä akuissa voi olla paloa ruokkivia yhdisteitä.

Joissain tapauksissa sammutusvesiin lisätyt lisäaineet (mm. Ca-suolat, geelinmuodostajat) ovat olleet hyödyllisiä, mutta toistaiseksi niiden hyödyistä suhteessa sammutusvaahtoon tai veteen ei ole riittävää näyttöä ja ne ovat melko kalliita. Luokan D erikoissammutusainetta sisältävät käsisammuttimet ovat osoittautuneet toimiviksi pienten palonalkujen sammuttamiseen.

Riittävän kattava palonilmaisinjärjestelmä on ehdottomasti tarpeen. Paloissa mahdollisesti muodostuvien yhdisteiden huomioon ottaminen on erittäin suositeltavaa. Tapauskohtainen riskinarviointi ja räätälöidyt ratkaisut ovat toistaiseksi paras mahdollinen keino suojautumiseen. Palon vuoksi haitallisilla aineilla (esim. PAH, HF, raskasmetallit) pilaantuneen varastorakennuksen jatkokäytössä tulee huomioida mahdolliset terveysriskit.

Akkuja koskevat viranomaismääräykset ja lainsäädäntö

Myndigheten för samhällsskydd (MSB), Naturvårdsverket (NV) och Elsäkerhetsverkets (Elsäk) vastaavat yhdessä akkuihin liittyvästä sääntelystä ja valvonnasta. Seuraavaksi on listattu akuille relevantti lainsäädäntö ja säädökset.

Lagen om skydd mot olyckor (MSB)

Lain tavoitteena on ehkäistä onnettomuuksia sekä huolehtia siitä, että onnettomuuksista otettaisiin pelastustoimen kehittämiseksi. Mitään erityisesti litiumakkuihin kohdistuvaa säännöstöä ei varsinaisesti ole laadittu. Paloturvallisuusmääräykset ovat laadultaan yleisiä ja kattavat samalla akut. Rakennuksen omistajan tai käyttäjän tulee huolehtia siitä että käytettävissä on tarvittavat sammutus- sekä muut turva- ja pelastuslaitteistot. Omistajan ja käyttäjän vastuulla on myös ryhtyä sellaisiin toimiin joilla ehkäistään tulipalojen ja muiden vaarojen syntymistä tai joilla rajoitetaan niiden aiheuttamia vaurioita.

Seveso (MSB)

Seveso- säädöksiä tavoitteena on ehkäistä ja rajoittaa kemikaalionnettomuuksien seurauksia ihmisille ja ympäristölle. Sevesossa on sekä matala että korkea vaatimustaso. Litiumakkujen koostumuksesta riippuen on mahdollista että myös kohteet (anläggningar), joissa akkuja varastoidaan, ovat säädösten piirissä niiden sisältämistä kemikaaleista johtuen. Kohteet, joissa varastoidaan yli 50 tonnia Li akkuja (LiCoO₂) ovat alhaisemman vaatimustason piirissä. Litiummetalliakut ovat korkeamman vaatimustason piirissä silloin kun määrä ylittää 100 tonnia.

Kuljetus (MSB)

Kuljetettavat litiumakut ovat VAK lainsäädännön piirissä. Kuljetukseen kuuluu myös välivarastointi, mikäli se on osa kuljetusketjua. Pohjana ovat kansainväliset säädökset, eli YK:n suositukset luokitteluille, pakkausmetodeille, merkintävaatimuksille sekä kuljetusdokumenteille. Nämä on siirretty maa-, ilma-, rautatie- sekä meriliikennettä koskeviin säädöksiin. Yleinen vaatimus akkujen testauksesta sekä siitä että niiden tulee täyttää YK:n testimanaalissa listatut kriteerit 38.4 koskevat myös Ruotsia.

Yksityiskohtaiset tieliikenteen säädökset ovat ADR-S (MSBFS 2016:8) ja rautateiden vastaavat ovat RID-S (2016:9).

Transportstyrelsen (TS) on vastuussa meri- ja lentoliikenteen vastaavista säädöksistä: LFS 2007:23, TSFS 2016:64 ja TSFS 2015:66.

Akkuja koskevat viranomais määräykset ja lainsäädäntö

Jätteiden käsittely (NV)

Akkuja valmistavat tai myyvät yritykset määrittellään tuottajiksi ja heillä on tuottajavastuu. Tuottajavastuuseen kuuluu huolehtia siitä, että käyttäjät pääsevät eroon käytetyistä akuista kun niistä on tullut jätettä tai ne ovat elinkaarensa päässä. Tuottajien vastuulla on varmistaa, että kunnissa on toimiva keräysjärjestelmä. Laitteistoja, joissa on sisäänrakennettu akku koskee kaksi eri säädöstä: Förordningen om producentansvar för elutrustning (SFS 2014:1075) sekä Förordningen om producentansvar för batterier (SFS 2008:834)).

Sähköturvallisuuskysymykset (Elsäk)

Elsäkerhetsverket vastaa sähköturvallisuuteen liittyvistä säännöistä (Regler om elsäkerhet och elektromagnetisk kompatibilitet eli EMC) ja ne koskevat myös akkuja. Elsäkerhetsverket tutkii/valvoo myynnissä olevia akkuja ja akkuja sisältäviä laitteita sekä sähkölaitteistoja, joiden osana on akkuja tai joissa käytetään akkuja.

Tuotteita tai varaosia, joiden jännite on välillä 50V ja 1000V (vaihtovirta) tai välillä 75V ja 1500V (tasavirta), koskevat tuotesäännöt ELSÄK-FS 2016:1 sekä sähkömateriaaleja koskeva säädös Förordning (1993:1068). Kyseiset säädökset sisältävät pääosan pienjännitedirektiivistä (Low Voltage Directive, LVD). EU:n pienjännitedirektiivin 2014/35/EU tarkoituksena on varmistaa, että Euroopan unionin markkinoilla olevat sähkölaitteet ovat turvallisia.

Mikäli akku on kiinteä osa laitteistoa, on mahdollista että akkua koskee myös sektorikohtainen lainsäädäntö. Akun ollessa kiinteä osa laitetta, sitä koskee maskindirektivet ja sitä kautta Arbetsmiljöverketin säädökset. Elsäkerhetsverketillä on lisäksi tuotesäännöstöä, joka kattaa EU direktiivit ATEXD, EMCD och TD (Leksakers elektriska egenskaper). Tuoteturvallisuuslainsäädäntö eli Produktsäkerhetslagen on myös voimassa tietyin edellytyksin ja vaikuttaa siten akkujen turvallisuuteen.

Akkuja saattaa tietyissä tapauksissa koskea myös vahvavirtasäädökset ELSÄK-FS 2008:1, 2008:2 ja 2008:3 silloin kun akku on osa sähköjärjestelmää. Akkujen osalta on lisäksi voimassa säädöksiä, jotka edellyttävät sähköasennus pätevyyden, mikäli akku liitetään osaksi sähköjärjestelmää.

Havaintoja Ruotsista

- Ruotsissa akkujen ja paristojen kierrätystä hoitaa palveluyhtiö El-Kretsen, jonka piirissä on noin 800 yritystä. Keräyspisteitä on noin 1000. El-Kretsenillä ei ole yhteistä järjestelmää teollisuusakkujen keräystä ja käsittelyä varten. Tarkkoja volyymitietoa teollisuusakuiksi luokiteltavien Li-akkujen määrästä Ruotsissa ei ole saatavilla. El-Kretsen on voittoa tuottamaton yritys.
- Akkuvarastoille ei vielä ole merkintästandardeja. Sähköturvallisuudesta vastaavat viranomaiset (Elsäkerhetsverket englanniksi National Electrical Safety Board) suunnittelevat päivittävänsä ohjeistuksia. Viranomaiset ovat sitä mieltä että sähköasennuksiin liittyvät säännöt ja ohjeet ovat akkujen osalta varsin riittävät.
- Viranomaisilla on meneillään hanke, jossa pohditaan akkujen turvallisuusriskejä sekä tarvetta mm. varastointiin liittyville ohjeille.
- Ruotsissa on tehty useita tutkimuksia joissa on saatu lisätietoa Li-akkujen paloturvallisuudesta ja erityisesti sammutusmekanismeista¹. Sammutukseen liittyviä suosituksia on näiden perusteella annettu. Viimeisin käytännön testeihin perustuva tieto on, että sammutus runsaalla vedellä on toimivin ratkaisu.

Yhteenveto kansainvälisestä vertailusta



- Varastoinnin osalta sekä Saksassa että Ruotsissa on vastaava tilanne kuin Suomessa – varastoinnin sähkökemiallisia riskejä ei ole tunnistettu sääntelyn tasolla, eikä varastointia logistiikkaa lukuun ottamatta ole suoria vaatimuksia (lukuun ottamatta mahdollisia Seveso-vaatimuksia hyvin suurten määrien osalta)
- Toisaalta molemmissa maissa on ymmärretty, että Li-akkujen varastointiin liittyy turvallisuusriskejä, vaikka turvallisuusnäkökohtia ei ole vielä viety sääntelyyn
- Saksassa ollaan Ruotsia pidemmällä etenkin vakuutusalan aktiivisuuden johdosta – Saksassa tuotetut ei-sitovat Li-akkujen varastoinnin turvallisuusohjeet¹ ovat käyttökelpoisia laajemminkin
 - Myös itävaltalaisen riskiasiantuntijan Li-akkujen riskejä ja turvallisuusohjeita käsittelevä julkaisu² sisältää arvokasta myös muualla hyödynnettävissä olevaa materiaalia

¹ Publikation der deutschen Versicherer (GDV e. V.) zur Schadenverhütung – Lithium-Batterien. VdS 3103 : 2016-05 (02)

² Dr. Michael Buser, Risk Experts Risiko Engineering GmbH & Dr. Jochen Mähliß, Batteryuniversity GmbH. Lithiumbatterien - Brandgefahren und Sicherheitsrisiken. Effektive Schadenverhütung und wirksame Brandbekämpfung. Version 1 – April 2016

5. Riskitarkastelu

- Li-akkujen riskit arvioitiin käyttäen potentiaalisten ongelmien analyysia, johon sisältyy arvioitavina osatekijöinä riskin todennäköisyys, aiheutuva vaara, kohteen/ympäristön haavoittuvuus ja suojaustoimet tyypillisissä käyttöpaikoissa (tarkempi kuvaus sivuilla 36-42)
 - Em. osatekijöiden perusteella muodostettiin eri akkutyypeille riskiprofiilit asiantuntija-arvioina toimenpiteiden ja suositusten kohdentamiseksi
- Niiltä osin kuin hankittiin tietoja volyymeista, arvioitiin yhteiskunnallinen riski, joka perustuu arvioituun riskiprofiiliin ja akkujen tai niitä sisältävien tuotteiden vuosittain markkinoille tulevaan määrään (volyymit) ja määrien kehitykseen
 - Yhteiskunnallisen riskin muodostuminen on kuvattu tarkemmin sivulla 43
- Riskinarvioinnin lähtötietoina käytettiin kirjallisten lähteiden¹ lisäksi akkukentän eri toimijoiden haastatteluja²
 - Tuloksia pyrittiin verifioimaan hankkeen työpajassa, joka kuitenkin jäi odotettua suppeammaksi³

¹ Lähteet on esitetty viittauksin muualla raportissa. Myös Gaian aiempien akkuihin liittyvien hankkeiden tietoja hyödynnettiin soveltuvin osin.

² Tahoja seuraavilta sektoreilta haastateltiin: akunvalmistus, jätehuolto (useita haastatteluja), lääketeollisuus, sairaanhoito, lääketieteellisten laitteiden maahantuonti ja huolto, rakennusala, sähkönvarastointi, sähköpolkupyörien valmistus/maahantuonti, VAK, laitevuokraus, laivatoiminnan toimittaja, aurinkosähköjärjestelmien toimitus

³ Työpajaan osallistui asiantuntijoita Tukesista, Liikenne- ja viestintäministeriöstä, Trafista ja vakuutusosalta

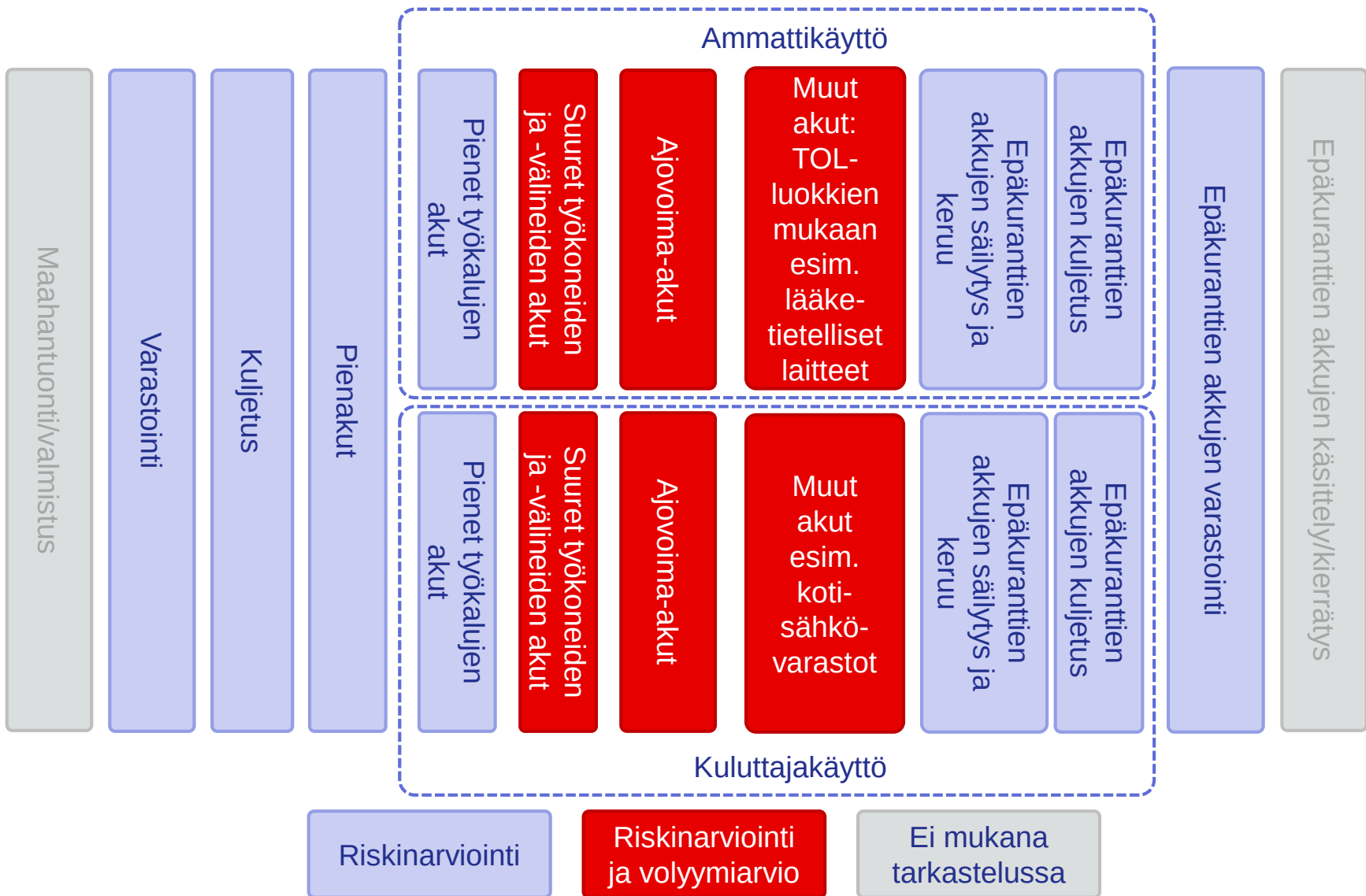
Akkujen luokittelu riskitarkastelua varten



- Akut jaettiin riskitarkastelua varten tarkasteluluokkiin seuraavalla kalvolla kuvatun mukaisesti
- Jaottelu perustuu seuraaviin muuttujiin:
 - Akun koko (mobiililaitteissa käytettävät pienakut, käsityökalujen akut, suuret työkoneiden akut ja ajovoima-akut sekä muut teollisuusakut toimialaluokitusten (TOL) mukaisesti)
 - Muiden kuin logistiikan (kuljetus ja varastointi) ja epäkuranttien akkujen varastoinnin sekä mobiililaitteiden osalta tarkastelu jaettiin kuluttajakäyttöön ja ammattikäyttöön
 - Ko. jaottelun perusteena oli se, arvioitiinko ko. akkujen riskit ko. tarkasteluluokassa eroavan merkittävästi kuluttaja- ja ammattikäytössä. Esim. pienakkujen riskit olivat niin samanlaiset molemmilla käyttäjäryhmillä, että tarkastelu yhdistettiin.
 - Hankkeessa tehty akkujen volyyymiarvio tuotti olennaista taustatietoa tarkasteluluokkien muodostamiseen ja tarkastelun kohdistamiseen
 - Volyymiarvio kosketi hankkeen alkuperäisten rajausten mukaisesti ainoastaan teollisuusakuiksi luokiteltavia Li-akkuja
 - Pienet Li-akut ovat tällä hetkellä huomattavan yleisiä

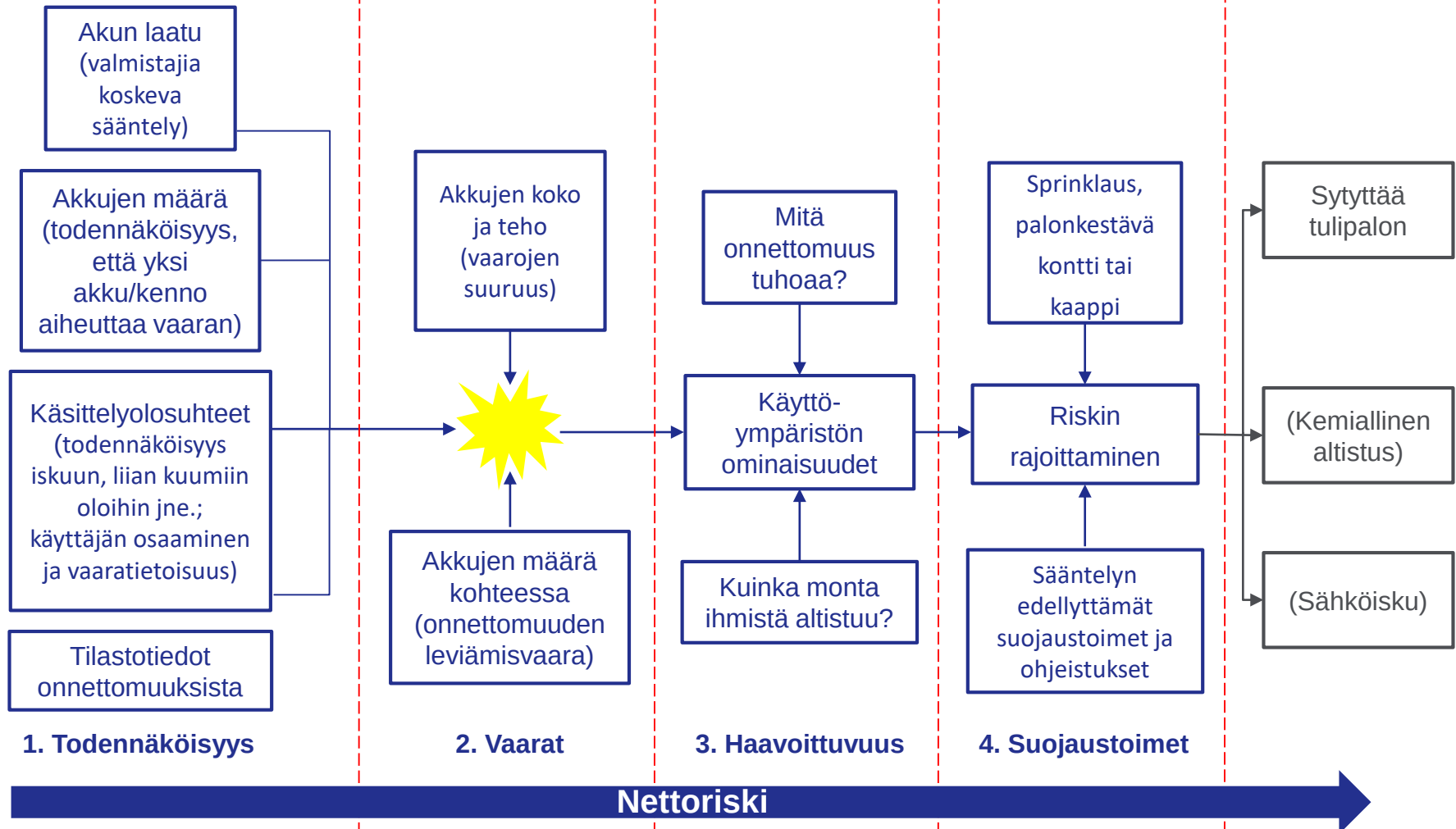
Akkujen luokittelu

Riskinarvioinnissa käytetyt akku- tai toimintoluokat



Riskinarviointikehikko

Yksittäisen akun tai akkuryhmän nettoriski riippuu seuraavasta neljästä osatekijästä



Riskin osatekijöiden sisällöt

1. Todennäköisyys – aiheuttaako akku tai akkuryhmä vaaran?

Analyysissä käytettyjä todennäköisyyteen vaikuttavia tekijöitä:

- Akun laatu ja tyyppi
 - Valmistajia koskeva sääntely, kuten akkuvalmistajien käyttämät standardit, vaikuttavat akkujen laatuun ja sitä kautta niiden riskialttiuteen.
 - Tuoteluokassaan edullisimpien akkujen tai akuilla toimivien laitteiden laatu voi olla keho: esim. halvimmissa sähköpyörissä ei välttämättä ole toimivaa BMS-järjestelmää².
 - Akku voi olla myös tuoteväärennös, josta puuttuu turvatekniikkaa². Kuluttajien on mahdollista tilata akkuja myös EU:n ulkopuolelta. Koska EU-säädökset eivät välttämättä päde kuluttajaverkkokaupoissa, vaarojen todennäköisyys kasvaa merkittävästi.
- Käsittely- ja käyttöolosuhteet
 - Mahdollisuus putoamiseen, iskuun tms.
 - Mahdollisuus altistua liian kuumalle tai kylmälle lämpötilalle
- Akkujen määrä
 - Mitä suurempi määrä akkuja on samassa paikassa, sitä todennäköisempää on, että ainakin yksi akku aiheuttaa vaaran
- Onnettomuustilastoja hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan

¹ Publikation der deutschen Versicherer (GDV e. V.) zur Schadenverhütung – Lithium-Batterien. VdS 3103 : 2016-05 (02)

² Dr. Michael Buser, Risk Experts Risiko Engineering GmbH & Dr. Jochen Mähliß, Batteryuniversity GmbH. Lithiumbatterien - Brandgefahren und Sicherheitsrisiken. Effektive Schadenverhütung und wirksame Brandbekämpfung. Version 1 – April 2016

Riskin osatekijöiden sisällöt



2. Vaarat - mitä vaaroja yksittäiset akut ja akkuryhmät aiheuttavat?

- Akkujen vaaramekanismit on kuvattu sivulla 34-37
- Akkujen aiheuttamat vaarat voidaan jakaa kemiallisiin, sähkökemiallisiin ja sähköisiin vaaroihin.
- Akun tai akuston koko ja teho sekä yhtäaikaaisesti varastoitujen akkujen määrä vaikuttavat vaarojen suuruuteen:
 - Kemiallisten vaarojen suuruus kasvaa haitallisten aineiden määrän mukaan. Siten mahdollisesta ainevuodosta tai tulipalojen savukaasujen haitallisista pitoisuuksista aiheutuva vaara on sitä suurempi, mitä isompi akku on kyseessä.
 - Sähkökemiallisten vaarojen suuruus kasvaa akun koon ja tehon mukaan. Siten suurimmat vaarat liittyvät erityisesti suuriin akkuihin sekä suuriin yhtäaikaisesti varastoituihin akkumääriin. Mitä isompi akku on tai mitä enemmän akkuja on yhdessä kohteessa, sitä vaikeampi palo on sammuttaa ja sitä todennäköisemmin palo leviää.
 - Sähköiset vaarat riippuvat akun tai akuston jännitetasosta, ei niinkään kapasiteetista. Vaara ei kasva yhtäaikaisesti varastoitujen akkujen määrän mukaan.

Riskin osatekijöiden sisällöt



3. Haavoittuvuus – mitä akun vaarat voivat aiheuttaa?

- Akun vaarat aiheuttavat vaaraa ihmisille, omaisuudelle ja mahdollisesti ympäristölle
 - Ihmisen haavoittuvuutta määrittelevät altistuvien ihmisen määrä, seurausten vakavuus, sekä ihmisten kyky väistää vaaraa (evakuoitua) sekä välillisesti omaisuuden haavoittuvuus tulipalon kautta.
 - Omaisuuden haavoittuvuutta määrittelevät tulipalon leviämisen- ja etenemismahdollisuudet. Tähän vaikuttavat akun sijainti käytössä ja latauksessa, ympäristön palokuorma ja akun valvottavuus (vaaran havaitseminen ennen leviämistä).
 - Luontoympäristön haavoittuvuus jätetään tässä työssä vähemmälle huomiolle vähäisen haavoittuvuuden vuoksi.
- Kemiallisille riskeille (lukuun ottamatta savukaasuja) ja sähköiskulle altistuu tyypillisesti lähinnä yksi tai muutama henkilö
- Tulipalolle voi altistua useita henkilöitä ja paljon rakennusmassaa
 - Esim. hoitolaitosolosuhteissa evakuoitavuus on erittäin huono
 - Kodeissa evakuoitavuus on huono mm. nukkumisen ja mahdollisen huonon liikkuvuuden (vanhukset, lapset) takia.
 - Työpaikoilla evakuoitavuus on keskimäärin parempi, koska työpaikoilla ei nukuta ja ihmisillä on kohtuullisen hyvä liikkuvuus

Riskin osatekijöiden sisällöt



4. Suojaustoimet – miten vaaran syntyä tai leviämistä voidaan estää?

- Turvalliset toimintatavat akun vaaran leviämisen estämiseksi
 - Tietoisuus akkujen vaaroista käytön suunnittelussa; akkujen käyttöohjeet ja varoitukset, yleinen tietoisuus
 - Mahdollisuudet huomata tapahtuva vaara ajoissa
 - Oikeat toimintatavat ja tieto niistä
 - Sääntelyn olemassaolo ja sen noudattaminen
- Tekniset ja organisatoriset järjestelyt levinneen vaaran havaitsemiseksi ja estämiseksi (lähinnä palo)
 - Passiiviset: palosuojaus (kaapit, kontit, palo-osastointi, käsisammuttimet tms.), napasuojukset
 - Aktiiviset: palovaroitin, automaattiset sammutusjärjestelmät (esim. sprinklaus)
 - Organisatoriset: käsittelykoulutus, alkusammutuskoulutus, toimintaohjeet, evakuointisuunnitelmat yms.
 - Sijoittamisen sääntely ja ohjeistus ja sen noudattaminen
- Sääntelyn edellyttämät suojastoimet ja ohjeistukset:
 - Akuissa pitää tuoteturvallisuuslainsäädännön mukaisesti olla mukana aina käyttöohjeet sekä toimintaohjeet vaaratilanteissa. Litiumioniakkujen käyttöohjeet vaihtelevat kuitenkin suuresti eri laitetoimittajien välillä ja osa ohjeistuksista saattaa olla hyvinkin vaikeaselkoisia. Teollisuussovelluksissa on yleensä huomattavasti tiukemmat standardit.
 - Kuluttajaturvallisuuslain mukaisesti tuotteiden tulisi olla aina turvallisia käyttää eivätkä ne saa aiheuttaa vaaraa käyttäjille. Kuluttajalaitteita ei kuitenkaan tarvitse testata ennakoon.
 - Esimerkiksi terveyden huollon laitteisiin liittyy lainsäädäntöä, joka asettaa hyvin tarkat määräykset laitteiden tuoteturvallisuudelle. Myös laivaliikenteessä on hyvin tiukat määräykset ja standardit käytettävien akkujen turvallisuuskriteereistä ja mahdollisista redundanssijärjestelyistä.*

* Laivojen osalta laivojen luokittelulaitokset kuten Lloyds tai DNV paras lähde kriteereille ja suojastoimille.

Akun riskiprofiili



- Tässä työssä **yksittäisen akun tai akkuryhmän riskiprofiili** muodostuu em. neljästä tekijästä:
 - Todennäköisyys; vaara; haavoittuvuus; suojaustoimet
- Yksittäisten akkujen tai akkuryhmien riskiprofiilin osatekijät on luokiteltu kolmeen kategoriaan:
 - Vihreä: riskin osatekijä on merkityksetön tai tasolla, joka on yhteiskunnallisesti tai käyttäjäryhmässä ja sen sidosryhmissä hyväksyttävä.
 - Keltainen: riskin osatekijä poikkeaa hieman yhteiskunnallisesti hyväksyttävästä tasosta
 - Punainen: riskin osatekijä poikkeaa merkittävästi yhteiskunnallisesti hyväksyttävästi tasosta
- Seuraavalla kalvolla on kuvattu kunkin osatekijän osalta vihreää, keltaista ja punaista tasoa kuvailevat akkujen ja niiden käyttöympäristön ominaisuudet
 - Kuvailu ja arvio akkuryhmien tasosta ovat subjektiivisia ja ne perustuvat hankkeen tiedonhankintaan
 - Tarkastelussa ei ole menty akkukemioiden tasalle vaan pyritty lähinnä pahimman tapauksen arviointiin
- Tarkoituksena on tunnistaa merkittävimmät riskikohteet tarkasteltujen kohteiden joukosta

Arvioinnissa käytetty riskin osatekijöiden luokittelu

Todennäköisyys	Vaarat	Haavoittuvuus	Suojaustoimet
Akkujen laatu on korkea, käyttöolot eivät altista vaarallisille olosuhteille ja/tai tilastotieto tukee tätä tietoa	- Akut ovat pieniä (≤ 100 Wh per akku^{1, 2}) - ja/tai yhtäaikaaisesti varastoitujen akkujen määrä on pieni (≤ 7 m³ tai ≤ 6 Euro-lavaa^{1, 2})	Ympäristö ei ole kovin haavoittuvainen – henkilömäärä on pieni ja koostuu pääasiassa koulutetusta henkilökunnasta, joka tuntee akkuihin liittyvät vaarat. Omaisuusvaarat pieniä.	Suojaustoimet ovat kattavat ja rajoittavat vaaroja tehokkaasti.
Akkujen laatu on kohtalainen mutta ei välttämättä standardoitu, käyttöolot voivat ajoittain altistaa vahingoittumiselle ja/tai tilastotieto tukee tätä tietoa	- Akut ovat keskikokoisia (esim. > 100 Wh per akku ja ≤ 12 kg bruttona per akku^{1, 2}) - ja/tai yhtäaikaaisesti varastoitujen akkujen määrä on kohtalainen (> 7 m³ tai > 6 Euro-lavaa^{1, 2})	Ympäristö on haavoittuvuudeltaan keskitasoa – ei nukkuvia, vammautuneita tai muuten hitaasti reagoivia ja/tai vaikeasti evakuoitavia ihmisiä, mutta ei myöskään jatkuvaa valvontaa tai koulutettua henkilökuntaa, joka tuntisi akkuihin liittyvät vaarat. Omaisuusvaarat keskisuuria	Suojaustoimet voivat hidastaa onnettomuuden leviämistä tai nopeuttaa reagointia siihen, mutta eivät rajoita vaaroja tehokkaasti.
Akuissa ei välttämättä ole riittävää suojauselektroniikkaa, käyttöolot altistavat vaarallisille olosuhteille ja/tai tilastotieto tukee tätä tietoa	- Akut ovat suuria (esim. > 100 wh per akku ja/tai > 12 kg bruttona per akku^{1, 2}) - ja/tai yhtäaikaisesti varastoitujen akkujen määrä on suuri (> 60 m² varastointialaa ja/tai > 3 m varastointikorkeus^{1, 2}) - ja/tai akun jännite on riittävä aiheuttamaan ihmiselle suuren sähköiskun vaaran (yli 120 voltia tasajännitettä³)	Ympäristö on haavoittuvainen – samassa tilassa on nukkuvia, vammautuneita tai muuten hitaasti reagoivia ja/tai vaikeasti evakuoitavia ihmisiä. Omaisuusvaarat suuria.	Suojaustoimia ei ole tai ne ovat heikkoja rajoittamaan vaaroja.

¹ Publikation der deutschen Versicherer (GDV e. V.) zur Schadenverhütung – Lithium-Batterien. VdS 3103 : 2016-05 (02)

² Dr. Michael Buser, Risk Experts Risiko Engineering GmbH & Dr. Jochen Mähliß, Batteryuniversity GmbH. Lithiumbatterien - Brandgefahren und Sicherheitsrisiken. Effektive Schadenverhütung und wirksame Brandbekämpfung. Version 1 – April 2016

³ IEC:n (International Electrotechnical Commission) raja-arvo jännitteelle, jota pienemmillä jännitteillä on vähäinen vaaraa aiheuttavan sähköiskun riski

Yhteiskunnallinen riski

Yhteiskunnallinen riski muodostuu akun tai akkuryhmän riskiprofiilista ja volyymistä



Korkea volyymi	Ei merkittävä, seuraa tarvittaessa riskiprofiilia	Merkittävä, kohdista välittömiä hallintatoimia
Matala volyymi, voimakas kasvu	Ei merkittävä, seuraa tarvittaessa riskiprofiilia	Merkittävä, kohdista soveltuvia ennakoivia toimia
Matala volyymi, ei kasvua	Ei merkittävä	Seuraa tarvittaessa riskiprofiilia ja volyymiennusteita
	Matala riskiprofiili	Korkea riskiprofiili

- Yksittäisten riskiluokkien arviot on esitetty liitteessä 1
- Seuraavalla kalvolla on esitetty graafinen yhteenveto tarkasteltujen akkuluokkien riskien merkittävydestä osatekijöittäin
 - Tarkastelu koskee vain teollisuusakkuja kuljetusten, varastoinnin ja epäkuranttien akkujen osalta
 - Kannettavia akkuja sisältävät akkuryhmät on merkitty yhteenvetoon erikseen, muut tarkastellut akkuluokat koskevat teollisuusakuiksi luokiteltavia akkuja
- Ainoastaan kuluttajatuotteissa käytettävät ajovoima-akut ("kotitalouksien ajovoima-akut") nousivat riskitodennäköisyydeltään merkittävälle tasolle. Yhdistettynä kohtalaiseen vaaran tasoon sekä suureen haavoittuvuuteen ja heikkoihin suojaustoimiin arvioidaan ko. akkuryhmän riskiprofiili korkeaksi. Yhdistettynä tunnettuihin markkinoille tuleviin ko. akkuja sisältävien tuotteiden määriin ja määrien kehitykseen, arvioidaan kuluttajatuotteiden ajovoima-akkujen riski yhteiskunnallisesti merkittäväksi tällä hetkellä ja lähitulevaisuudessa
 - Käytöstä poistuneiden ko. tuotteiden ja akkujen turvallisen jätehuollon järjestäminen tulevaisuudessa on myös olennaista
- Vastaavaa yhteiskunnallista merkittävyyttä ei muiden akkuryhmien osalta tunnistettu, mutta niihin liittyen tehtiin muita olennaisia riskeihin liittyviä havaintoja
 - Muut olennaisimmat havainnot koskivat sähkövarastoja, logistiikkaa, akkujen varastointia sekä käytöstä poistettuja akkuja. Yhteenveto havainnoista on esitetty seuraavilla kalvoilla.

	Toden- näköisyys	Vaarat	Haavoit- tuvuus	Suojaus- toimet
Kotitalouksien suurten työkoneiden ja –välineiden akut				
Ammattikäytön suurten työkoneiden ja -välineiden akut				
Kotitalouksien ajovoima-akut				
Ammattikäytön ajovoima-akut				
Kotitalouksien sähkövarastot ja muut isot li-akut				
Ammattikäyttö: energiavarastot				
Ammattikäyttö: lääketieteelliset laitteet				
Akkujen varastointi (valmistaja tai maahantuoja): ehjät akut				
Epäkuranttien akkujen säilytys ja keruu - ammattikäyttö				
Epäkuranttien akkujen säilytys ja keruu - kotitalouskäyttö				
Akkujen kuljetus – ammatti- ja kotitalouskäyttö (ehjät akut)				
Akkujen kuljetus – ammatti- ja kotitalouskäyttö (epäkurantit)				
Epäkuranttien akkujen varastointi ennen kierrättämistä (jätteenkäsittelytoimijalla)				
Kotitalouksien pienten työvälineiden akut (esim. porakoneet)*				
Ammattikäytön pienten työvälineiden akut (esim. porakoneet)*				
Kotitalouksien ja ammattikäytön pienakut (esim. kännyköissä, tietokoneissa)*				

**Tähdellä merkityt akkuryhmät sisältävät kannettaviksi luokiteltavia akkuja. Muiden akkuryhmien osalta tarkastelu koskee teollisuusakkuja.*

Paksunnetulla tekstillä on merkitty ne akkuryhmät, jotka tarkastelun perusteella edellyttävät huomiota.

Taustaa havaituille riskeille



- Li-akkuteknologia on yleisesti ottaen turvallista, kun huomioidaan, kuinka yleisiä Li-akut ovat ja kuinka vähän niihin liittyviä onnettomuuksia on tapahtunut niiden yleistyttyä 90-luvun alusta lähtien
 - Modernien Li-akkujen riskitilanteisiin johtuvien vikojen mahdollisuus eli vikatiheys on vähemmän kuin yksi kymmenestä miljoonasta¹
- Toisaalta mikään Li-akku ei ole täysin riskitön, koska riskiä on aina, kun on paljon energiaa pienessä tilassa
- Riskiä voidaan merkittävästi vähentää suoja mekanismeilla
- Luotettavien brändien akuissa on hyvät suoja mekanismit, mutta halvat akut voivat olla erityinen riski – niissä voi olla merkittäviä suoja mekanismien puutteita, ja jopa tärkeä Battery Management System voi puuttua kokonaan
- Halpa-akkujen käyttö kuluttajatuotteiden ajovoima-akkuina muodostuu tällöin erityiseksi riskiksi

Kuluttajatuotteiden ajovoima-akut ja työkalujen suuret li-akut 1/2



- Kuluttajatuotteissa ajovoima-akkuina käytettävät li-akut ovat yleistymässä
 - Esim. sähköpolkupyörät ja ns. leijulaudat
- Ko. tuotteet ja akut on tunnistettu hankkeessa käytetyn luokittelun mukaiseksi merkittäväksi yhteiskunnalliseksi riskiksi
 - Tilanne on osaltaan seurausta paineesta saada ko. tuotteiden hinta riittävän alas, ja tätä on tehty turvallisuuden kustannuksella
 - Ts. riittäviä suoja mekanismeja voi puuttua
 - Akkujen käyttö altistaa ne kolhuille
 - Akkuja saatetaan käyttää riskejä lisäävällä tavalla (akun päästäminen tyhjäksi talvisäilytyksen aikana, lataamisen valvomatta jättäminen, lataaminen pakkasella, ajoittainen säilyttäminen kuumassa)
 - Akut ovat kooltaan erityisen ”haastavia”; liian suuria, että palotilanteessa ne voisi helposti siirtää turvallisempaan paikkaan, mutta toisaalta niin pieniä, että niitä usein säilytetään sisätiloissa.
 - Myös sammutus on ongelma tämän kokoluokan tuotteilla; syttyminen johtaa helposti palon leviämiseen
 - Akut itsessään eivät edellytä turvallisuuteen liittyen CE-merkintää eikä tuotteille ole ennakkovalvontaa

Kuluttajatuotteiden ajovoima-akut ja työkalujen suuret li-akut 2/2



- Riski syntyy siis erityisesti laitteiden käsittelystä ja ympäristön haavoittuvuudesta yhdistettynä mahdollisiin laadullisesti heikkoihin halpoihin tuotteisiin, joiden suojausmekanismit ovat puutteelliset
- Riskit liittyvät yleensä latausvaiheeseen tai täyteen ladattuihin akkuihin
 - Lataustilanteessa akkuun syötetään energiaa akun sisältämää jännitettä suuremmalla jännitteellä, mikä tekee latauksesta selkeästi eniten riskejä sisältävän vaiheen
 - Juuri ladatussa ja hieman vaurioituneessa akussa voi alkaa tapahtua ketjureaktioita, jotka sytyttävät akun tunteja latauksen jälkeen
- Riskinä myös vanhojen käytöstä poistettujen akkujen säilytys kotona
 - Pelkkä säilytys ei välttämättä ole suuri riski; riskinä vanhentuneen akun toiminnan myöhempi ”kokeilu”
- Kuluttajatuotteissa riskit kulminoituvat nimenomaan tuotteissa, joissa käytetään ajovoima-akkuja, mutta myös suurten työkalujen (esim. sähköiset pensasleikkurit yms.) osalta tulisi vastaavat riskit huomioida

- Ammattimaiset sähkövarastointijärjestelmät
 - Ko. järjestelmät ovat toistaiseksi vielä harvinaisia, mutta niiden määrä tulee lisääntymään
 - Ko. akkujen yhteiskunnallisia riskejä ei arvioida tällä hetkellä merkittäväksi. Niiden riskiä vähentää:
 - Akkujen laatu
 - Käytetty akkukemia suomessa toteutetuissa hankkeissa on laadullisesti- ja turvallisuusnäkökodista katsottuna hyvä
 - Käyttöolosuhteet eivät altista akkuja riskejä lisääville vaurioille
 - Henkilökunta valvoo järjestelmiä
 - Ympäristö ei ole erityisen haavoittuva
 - Sähkövarastojen osalta tilanne voi kuitenkin muuttua
 - Näiden sijoittelua ei oikeastaan rajoita mikään sääntely, mikä voi tulevaisuudessa aiheuttaa riskejä, kun herkän haavoittuvuuden ympäristö yhdistyy valvonnan puuttumiseen ja kompromisseihin akkujen laadussa

Sähkövarastot 2/2

- Kotisähkövarastot
 - Vielä hyvin harvinaisia, mutta tulevat oletettavasti ajan myötä yleistymään
 - Riskiä toistaiseksi vielä hankala arvioida, mutta joitain havaintoja voidaan tehdä:
 - Käyttöolosuhteet eivät altista akkuja riskejä lisääville vaurioille vastaavalla tavalla kuten kuluttajatuotteiden ajovoima-akkujen käyttöolosuhteet
 - Toisaalta akut ovat erityisen tehokkaita
 - Riittävät suojaimekanismit ovat olennaisia turvallisuuden kannalta



*Kuva: Youniconin Li-akusto
(lähde: <http://www.younicos.com>)*

Akkujen kuljetukset: uudet teollisuusakuiksi luokiteltavat Li-akut



- Li-akkujen lisääntyessä lisääntyvät myös kuljetusten riskit
 - Li-akut ovat VAK-säännösten piirissä, mikä edellyttää riittäviä merkintöjä ja merkintöjen huomioimista logistiikassa - tämä vähentää riskejä
 - Kuljettaminen on varsin turvallista, jos akut ovat merkitty ja pakattu asianmukaisesti
 - Halvat heikkolaatuiset akut voivat olla kuitenkin kuljetuksissa riski niiden yhdistyessä heikkotasoiseen pakkaamiseen ja/tai puutteellisiin merkintöihin
 - Teollisuuden li-akkuja sisältävien tuotteiden yleistymisen voi lisätä riskejä merkittävästi mikäli riittävien merkintöjen tärkeyttä ei ymmärretä
 - Alle 100 Wh:n li-akut tarvitsee merkitä vain lipukkeella, eikä akkujen määrää huomioida - mahdollinen riskejä lisäävä tekijä
- Li-akkujen lentokuljetuksissa on erityisesti rajoituksia

- Varastointi
 - Uusia akkuja ja niitä sisältäviä tuotteita varastoidaan terminaaleissa logistiikan yhteydessä, minkä lisäksi akkuja on varastoituna niitä myyvissä liikkeissä
 - Varastokeskittymiä vähentää logistiikan optimointi ja pyrkimys minimoimaan varastoitavien tuotteiden määrä
 - Uusien, oikein pakattujen ja merkittyjen akkujen ja tuotteiden varastoinnin ei arvioida olevan merkittävä riski
 - Riskiä vähentää tehtaiden käytäntö ladata akut täyden sijasta 30-50% varausasteeseen
 - Halvat heikkolaatuiset akut voivat olla kuitenkin myös varastoinnissa riski niiden yhdistyessä heikkotasoiseen pakkaamiseen ja/tai puutteellisiin merkintöihin
 - Suomesta ei tunneta li-akkujen logistiikassa tapahtuneita tulipaloja
- Akkujen kolhiintuminen logistiikan yhteydessä voi aiheuttaa toimijaketjussa eteenpäin siirtyvää riskiä
- Pakettien noutopisteet (kaupan kassat, kivijalkaliikkeet yms.) ovat yksi riskilähde, sillä tietoisuutta pakettien li-akuista ei välttämättä ole

Käytöstä poistetut teollisuusakuiksi luokiteltavat Li-akut

1/2



- Käytöstä poistuneiden teollisuuden li-akkujen kierrätysketju on oma olennainen kokonaisuus li-akkujen elinkaaren turvallisuudessa, mutta kierrätys ja jätehuolto on vielä varsin uutta teollisten li-akkujen osalta
 - Akkuja ei alustavien tietojen mukaan ole vielä palautunut kierrätettäväksi merkittäviä määriä
 - Kierrätettävien akkujen osalta riskiä vähentää yleisesti ottaen se, että ne eivät keskimäärin ole kovin suureen varausasteeseen ladattuja
 - Toisaalta riskiä lisää se, että kyseessä on vanhentuneet, heikentyneet ja mahdollisesti vaurioituneet akut
- Kuluttajatuotteiden osalta riskiä vähentää se, että nykyiset akku, SER yms. -jätteistä vastaavat tuottajayhteisöt ovat tiedostaneet isojen li-akkujen turvallisen kierrätyksen tärkeyden ja alkaneet pilotoimaan isoja li-akkuja sisältävien käytöstä poistuneiden kuluttajatuotteiden vastaanottoa
 - Akut pakataan asianmukaisesti navat suojattuna erillisiin metallisiin keräyskaappeihin, jotka ovat tiloissa, josta mahdollinen palo ei pääsisi leviämään (ts. ulkona). Sisällä olevien keräyskaappien osalta kokeillaan paloturvallisempaa mallia.
 - Akkujen ja laitteiden vastaanotto on valvottua ja henkilökunta koulutettua
 - Turvallisuus pyritään huomioimaan kuljetuksissa (mm. akkujen pakkaaminen, napojen peittäminen, tyyppihyväksytyjen pakkausten käyttäminen)
 - Toisaalta kyseessä on vain pilotti - tiedossa ei ole vielä miten keräys toteutetaan jatkossa

Käytöstä poistetut teollisuusakuiksi luokiteltavat Li-akut

2/2



- Kuluttajatuotteiden isojen li-akkujen kierrätyksessä voi silti edelleen olla riskejä
 - Tuotteiden myyjien ja kauppojen tulee ottaa käytöstä poistuneet akut/tuotteet vastaan - tähän liittyy riskejä, mikäli akkujen vaaroja ei tiedosteta
 - Li-akun väärä lajittelu voi aiheuttaa riskin
- Riskit ovat oletettavasti ammattikäytön akkujen osalta huomattavasti vähäisempiä kuin kuluttajatuotteiden
 - Tämä perustuu siihen, että akut ovat huolto-organisaatioiden tai muutoin huollon piirissä ja niiden sijainti tiedetään. Jätehuolto voidaan hoitaa B2B-periaatteella tuottajayhteisöjen sijaan.
 - Poikkeukset ovat kuitenkin mahdollisia yksittäisten toimijoiden osalta. Toisaalta Li-akkujen ja niitä sisältävien tuotteiden kallis hinta osaltaan vaikuttaa siihen, että keskimäärin niitä hankkivat yritykset joilla on myös järjestetty laitteille organisoitu huolto.
- Käytöstä on poistunut vasta niin vähän teollisuuden li-akkuja, että käytöstä poistuneiden akkujen kuljetusten riskeistä ei ole vielä tarkkaa kuvaa

Muita havaintoja

- Ammattikäytön ajovoima-akut ja työkoneiden akut
 - Ko. akut ovat toistaiseksi vielä suhteellisen harvinaisia
 - Ko. akkujen yhteiskunnallisia riskejä ei arvioida merkittäväksi. Niiden riskiä vähentää:
 - Akkujen kohtalainen laatu
 - Akut ovat huolto-organisaatioiden piirissä ja niiden sijainti tiedetään
 - Ympäristö ei ole yleensä kovin haavoittuva
- Muita riskejä
 - Tee-se-itse-henkilöiden kokeilut; mikään ei estä käyttämästä halvimpia (ja vähiten turvallisia) akkuja
 - Akkujen kunnostus uusiokäyttöön, uudelleenkennotus, akkujen uusiokäyttö, esim. käytöstä poistettujen ajovoima-akkujen hyödyntäminen sähkövarastoinnissa



Kuva: <http://www.gsyuasa-lp.com>

6. Teollisuuden li-akkujen volyymitarkastelu Suomessa

Mikä on teollisuusakku?



- "Teollisuusakku" on akkudirektiivistä¹ tuleva nimitys akulle, joka täyttää jonkin seuraavista ehdoista:
 - Se on suunniteltu yksinomaan teollisuus- tai ammattikäyttöön
 - Sitä käytetään sähköisen kulkuneuvon ajovoima-akkuna
- Näin ollen kaikki teollisuusakuiksi luokiteltavat akut eivät ole teollisessa käytössä, kuten esim. kuluttajatuotteiden ajovoima-akut
- Käytännössä teollisuusakut ovat yleensä kannettavia akkuja selkeästi suurempia ja painoltaan muutamista kiloista kymmeniin kiloihin, sillä yleensä niiden käyttökohteet edellyttävät akuilta suurta kapasiteettia
 - Ammatti- tai teollisuuskäytössä olevat kannettavat akut luokitellaan kannettaviksi akuiksi, jos samoja akkuja käytetään myös kuluttajatuotteissa. Ainoastaan nimenomaan ammatti- ja teollisuuskäyttöön suunnitellut kannettavat akut luokitellaan teollisuusakuiksi.
- Tämän hankkeen volyymitarkastelu tehtiin ammatti- ja teollisuuskäyttöön tarkoitettujen Li-akkujen osalta jakamalla tarkastelu toimiala- eli TOL-luokkien mukaisesti
 - Näin pystyttiin tunnistamaan ne toimialat, jotka olivat olennaisia teollisuuden Li-akkujen riskitarkastelun osalta

Volyymitarkastelun menetelmät:



- Volyymitarkastelun tavoitteena oli tunnistaa merkittävimmät litiumioniakkuja käsittelevät ja varastoivat toimialat sekä pyrkiä karkeasti arvioimaan toimialakohtaiset litiumioniakkuvolyymit.
- Volyymitarkastelu perustuu osittain Gaian aiemmissa hankkeissa¹ tehtyihin alan oleellisten toimijoiden haastatteluihin sekä aikaisempiin kirjallisuuskatsauksiin. Tämän selvityksen tiedot perustuvat lisäksi kirjallisuuskatsaukseen, päivitettyihin tullin ja liikenteen turvallisuusvirasto TRAFI:n tilastoihin sekä valikoituihin puhelinhaastatteluihin eri toimialoille.
- Volyymiselvitys rajattiin koskemaan ajovoima-akkuja, suuria teollisuuskäytössä olevia akkuja sekä kuluttajakäytössä olevat paristo- ja akkudirektiivin² mukaan teollisuusakuiksi luokiteltavat akut.
- Tarkastelu keskittyy pääsääntöisesti suuriin (ei kannettaviin) teollisuuskäytössä oleviin akkuihin sekä kuluttajakäytössä oleviin akkuihin, jotka ovat akku- ja paristodirektiivin mukaisesti luokiteltu teollisuusakuiksi. Lisäksi tarkastelussa on huomioitu ajoneuvojen ajovoima-akut.
- Työssä esitetyt volyymit ovat suuntaa antavia. Litiumioniakkujen määrien arviointi on haasteellista, koska laitteiden mukana tulleita litiumioniakkuja ei tilastoida.

1 Gaian tekemät aikaisemmat selvityshankkeet Teknologiateollisuus Ry:lle sekä Sähköturvallisuuden edistämiskeskus STEK ry:lle.

2 Paristo- ja akkudirektiivi (2006/66/EY). Paristo- ja akkudirektiivin mukaisesti tietyt kuluttajatuotteissa käytettävät akut, kuten esimerkiksi sähköpyörien akut luokitellaan teollisuusakuiksi.

- Litiumioniakkujen määrä Suomessa on kasvussa mm. sähkön varastoinnin tuomien mahdollisuuksien sekä mm. päästöttömien työkonien tarpeen lisääntyessä. Lisäksi tietyt litiumioniakkuteknologiat tuovat uusia mahdollisuuksia (esim. pikalataus), joita perinteisemmillä akkuteknologioilla ei voida saavuttaa. Lisäksi litiumioniakkujen määrä kasvaa mm. kuluttajille suunnatuissa sähköavusteisissa kulkuvälineissä.
- Suomessa litiumioniakkuja on alkanut näkyä tietyillä aloilla, kuten esimerkiksi trukien ja muiden kuormaajien ajovoima-akkuina ja sähkövarastopilotteina. Litiumioniakkuteknologian yleistymisestä kertoo myös Valmet Automotiven akkutehdas¹. Tästä huolimatta, monissa teollisuuden käyttämissä sovelluksissa lyijyakku on vielä vallitseva akkuteknologia mm. seuraavien syiden johdosta:
 - Lyijyakut ovat edelleen hankintahinnaltaan kilpailukykyisempiä litiumioniakkuihin verrattuina. Litiumioniakkujen hintojen on ennustettu alenevan merkittävästi tulevaisuudessa. Kuitenkin myös lyijyakkujen hinnat alenevat², jolloin litiumioniakkujen hinnat eivät välttämättä halpene merkittävästi suhteessa lyijyakkuihin
 - Monessa teollisuuskohteessa akuilla varustetut laitteet altistuvat hyvin erilaisille olosuhteille, kuten tärinälle, iskuille, korkeille lämpötiloille sekä lämpötilojen muutoksille, jonka vuoksi **akkujen toimintavarmuus ja turvallisuus** korostuvat tärkeinä tekijänä.
 - Teollisuussovelluksissa akkujen painolla ei ole välttämättä kovin suurta merkitystä, ainakaan akuissa, joita käytetään stationäärisissä kohteissa, jolloin litiumioniakkujen keveys ei välttämättä tuo merkittävää hyötyä.
- Globaaleiden markkinaennusteiden mukaisesti litiumioniakkujen määrä tulee kasvamaan erityisesti ajovoima-akkuina sekä sähkön varastoinnissa (kts. seuraava sivu).

¹ Valmet Automotive, uutinen julkaistu 25.09.2017 (<http://www.valmet-automotive.com/automotive/bulletin.nsf/pbic/20170925011>)

² Irena, 2017. Battery Storage Cost Reduction to 2030: A Deep Dive, luettavissa:
https://costing.irena.org/media/11341/2017_Kairies_Battery_Cost_and_Performance_01.pdf

TOL –luokituksen mukaiset potentiaaliset tarkasteluluokat

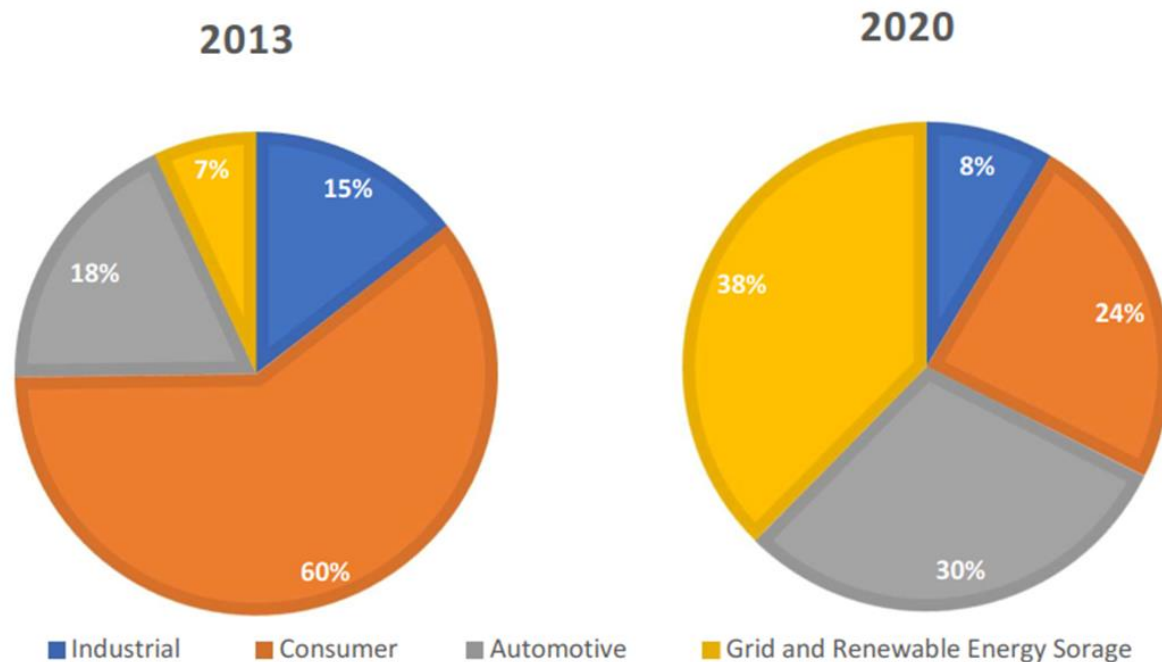


TOL – luokka (TOL 2008)	Kommentit
A. Maatalous, metsätalous ja kalatalous	Ammattikäyttöön tarkoitetut moottorisahat ja muut mahdolliset akkukäyttöiset raskaat työkalut → käsitellään ammattikäytön pienten työkalujen sekä suurten työkoneiden ja –välineiden yhteydessä Pyörökuormaajat ja muut mahdolliset ajoneuvot → käsitellään ajovoima-akkujen yhteydessä
B. Kaivostoiminta ja louhinta	Potentiaallinen (maan alla toimivat lastaajat, kuormurit) → käsitellään ajovoima-akkujen yhteydessä
C. Teollisuus	Akkujen kokoonpano ja valmistus, muut mahdolliset kohteet joita ei ole vielä tunnistettu Tavaran siirto → käsitellään ajovoima-akkujen yhteydessä
D. Sähkö- kaasu- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta	Energian varastointi, hajautetut sähköverkot → Ammattikäytön energiavarastot käsitellään omana luokkana. Kotitalouksien sähkövarastot käsitellään luokassa ”Kotitalouksien sähkövarastot ja muut isot Li-akut”
E. Vesihuolto, viemäri- ja jätevesihuolto, jätehuolto ja muu ympäristön puhtaanapito	Jätehuolto (siivouslaitteet) → käsitellään ajovoima-akkujen yhteydessä
F. Rakentaminen	Akkukäyttöiset työkalut (mm. hitsauslaitteet, porat, moottorisahat) → käsitellään ammattikäytön pienten työkalujen sekä suurten työkoneiden ja –välineiden yhteydessä Henkilönosturit → käsitellään ajovoima-akkujen yhteydessä
G: Tukku- ja vähittäiskauppa, moottori-ajoneuvojen ja moottoripyörien korjaus	Tavaran siirto (mm. trukit) → käsitellään ajovoima-akkujen yhteydessä
H: Kuljetus ja varastointi	Akkukäyttöiset lastaus- ja siirtolaitteet → käsitellään ajovoima-akkujen yhteydessä
J: Informaatio ja viestintä	Telemastojen tukiasemat ja konesalit potentiaalisia kohteita → Harvinaisia Suomessa vielä, ei käsitellä erikseen
Q: Terveys- ja sosiaalipalvelut	Lääketieteelliset laitteet → Käsitellään omana luokkana

Volyymitarkastelu

Globaalit markkinaennusteet

- Alla on esitetty kaikkien, myös kannettavien litiumioniakkujen osuudet markkinoilla sekä tulevaisuuden kehityssuunta. Tällä hetkellä volyymiltään suurimmat litiumioniakkujen määrät ovat kuluttajaelektroniikkatuotteissa (mm. matkapuhelimet, tietokoneet ja muu elektroniikka). Litiumioniakut ovat kuitenkin alkaneet yleistymään ajovoima-akkuina ajoneuvoissa, polkupyörissä sekä globaalisti esimerkiksi sähkön varastoinnissa ja ennusteiden mukaan litiumioniakkujen määrä tulee kasvamaan juuri näillä sovellusalueilla. Frost & Sullivanin (2014) ennusteen mukaan teollisuuskäytössä olevien litiumioniakkujen osuus verrattuna muihin sovellusalueisiin ei tule kasvamaan tulevaisuudessa.



Kuva: Vuonna 2013 suurimmat litiumioniakkuvolyymit ovat selvästi kuluttajatuotteissa. Ennusteiden mukaan erityisesti sähköautojen ja energiavarastojen yleistyminen tulee pienentämään kuluttajatuotteiden osuutta vuoteen 2020 mennessä¹

- Litiumioniakkujen odotetaan kasvavan Suomessa eniten nimenomaan **sähköisen liikenteen lisääntyessä**. Suomessa sähköajoneuvojen ensirekisteröinnit ovat kasvaneet erityisesti vuodesta 2014 eteenpäin. Sähköajoneuvojen yleistymiseen tulevaisuudessa vaikuttavat muun muassa hinta, latauspisteverkoston kehittyminen sekä ajoneuvojen toimintamatkan pidentyminen.
- Lisäksi liikenteen sähköistyminen näkyy erityisesti kuluttajille suunnatuissa liikennevälineissä kuten **sähköavusteisissa polkupyörissä**. Lisäksi vuoden 2016 alusta voimaan astunut lakimuutos sallii sähköpotkulautojen, **leijulautojen** sekä muiden kevyiden sähköajoneuvojen käytön liikenteessä, jonka vuoksi kyseisten laitteiden lisääntyminen on ollut Suomessa voimakasta.
- Lisäksi kuluttajakäyttöön suunnatuissa tuotteissa litiumioniakkuja on alkanut esiintyä mm. puutarhatyökaluissa kuten ruohonleikkureissa, pensasleikkureissa sekä moottorisahoissa. Kotisähkövarastojen osalta lyijyakut ovat selvästi vallitseva teknologia. Naps Solar System esitteli ensimmäisen Suomessa myytävän kotisähkövaraston keväällä 2017¹.

1 Naps Solar System, nettisivut: <http://www.napssolar.com/fi/ensiesittelyssa-naps-kotiakku>

2 Valmet Automotive, uutinen julkaistu 25.09.2017 (<http://www.valmet-automotive.com/automotive/bulletin.nsf/pbic/20170925011>)

- Ajovoima-akkuja käytetään useilla TOL-luokkien mukaisilla toimialoilla. Olennaisimpia mm. teollisuus; kuljetus ja varastointi; tukku- ja vähittäiskauppa; maatalous, metsätalous ja kalatalous
 - Teollisuuskäytössä litiumioniakut ovat alkaneet lisääntyä erityisesti erilaisten työkoneiden, kuten **trukkien ja pienkuormaajien ajovoima-akkuina**. Lisäksi satamien lastinkäsittelyssä litiumioniakkuteknologiaa hyödynnetään Suomessa ja lastinkäsittelyssä litiumioniakkuteknologian odotetaan kasvavan maltillisesti. Ajovoima-akkujen yleistymisestä kertoo myös se, että Suomeen on syksyn 2017 aikana valmistumassa ajovoima-akkujen valmistukseen erikoistuva akkutehdas¹, joka alkaa valmistaa sarjatuotantoja litiumioniakkuja pieniin maansiirtokoneisiin.
- Energian varastointi ja hajautetut sähköverkot (TOL: Sähkö- kaasu- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta)
 - Suomessa litiumioniakkuteknologian käyttö **suurissa sähkövarastoissa** on nykyisin pilotointiasteella. Tällä hetkellä akkuvarastoja on Suomessa muutama, mutta niiden määrän ennakoidaan kasvavan. Suomessa sähköön varastoinnin kehittymistä hidastaa toistaiseksi sähkövarastoinnin kannalta epäedullinen lainsäädäntö.
- Lääketieteelliset laitteet (TOL: terveys- ja sosiaalipalvelut)
 - Tunnistettuja käyttökohteita ovat muun muassa sairaaloissa käytettävät **lääketieteelliset laitteet**, kuten esimerkiksi potilasmonitorit, kuvantamislaitteet, lääkeseinät ja defibrillaattorit. Lisäksi litiumioniakkuteknologian yleistymisen on alkanut näkyä uusina sovelluskohteina keskikokoisissa työkaluissa, kuten hitsauslaitteistoissa ja moottorisahoissa.
- Telemastojen tukiasemat ja konesalit (TOL: informaatio ja viestintä)
 - Monissa stationäärisissä kohteissa (kuten esimerkiksi tukiasemien ja konesalien varavoima) litiumioniakkujen käyttö ei ole vielä Suomessa merkittävää, vaikka globaalisti li-ion teknologian käytön odotetaan kasvavan myös näissä sovelluksissa.
- Lisäksi akkukäyttöiset laitteet tulevat todennäköisesti lisääntymään käyttökohteissa, joissa pakokaasut tuottavat ongelmia, kuten esimerkiksi kaivosteollisuudessa. Myös vesiliikenteessä litiumioniakkujen käytön odotetaan kasvavan tulevaisuudessa. Tällä hetkellä Suomessa on yksi vuonna 2017 käyttöön otettu litiumioniakkuteknologiaan perustuva hybridilautta.

Volyymiarvio Suomessa vuonna 2016 ja 2021

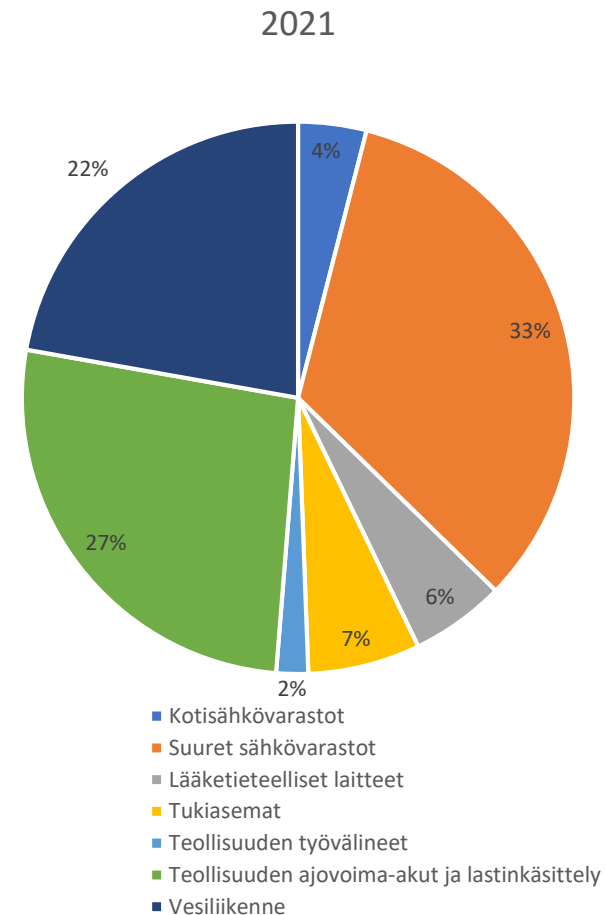
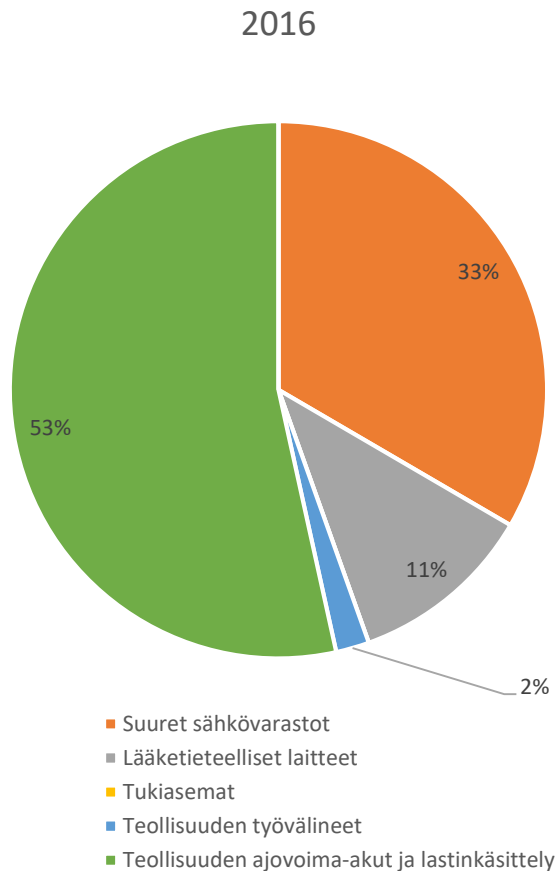
Markkinoille tulleiden/ tulevien akkujen määrä



Tarkasteluluo kka	Selite	2016	2021
Autojen ajovoima- akut	Sähköajoneuvojen akut, tiedot perustuvat Trafín tilastoihin sekä VTT:n tekemään ennusteeseen sähköautojen määrän kasvusta	100- 500 t/a	> 500 t/a
Kuluttajapuolen akut	Sisältää kuluttajille suunnattujen tuotteiden ajovoima-akut (sähköpolkupyörät, leijulaudat sekä kotisähkövarastot). Arvio perustuu tullin tilastoihin, markkinaennusteisiin sekä haastattelutietoihin.	<100 t/a	100-500 t/a
Ammattikäytön akut	Sisältää ammattikäytössä olevat ajovoima-akut, sähkön varastoinnissa käytetyt akut, lääketieteelliset laitteet, isot työkalut sekä mm. telemastojen akut. Arviot perustuvat pääasiassa saatuihin haastattelutietoihin, markkinaennusteisiin ja muuhun kirjallisuuteen sekä saatavilla oleviin tilastoihin.	<100 t/a	100-500 t/a

Volyymiselvitys

Vuosittain markkinoille tulevien litiumioniakkujen arvioitu jakautuminen eri teollisuuden sovelluskohteisiin vuosina 2016 ja 2021



- Vahvimmin litiumioniakkuteknologian volyymien kasvu näkyy sähköisien sekä sähköavusteisten liikennevälineiden kasvun myötä.
- Suomessa teollisuuskäytössä olevien litiumioniakkujen käyttö ei ole vielä kovin yleistä, mutta teknologian käyttöönotto näkyy kuitenkin laajenevan uudentyyppisiin sovelluskohteisiin, kuten suuriin työkaluihin ja lastinkäsittelyyn. Lisäksi litiumioniakkuteknologiaa pilotoidaan erilaisissa sovelluskohteissa, jonka vuoksi on odotettavaa teknologian lisääntyvän tulevaisuudessa eri aloilla.
- Hinta, toimintavarmuus sekä turvallisuus ovat monelle teolliselle toimijalle päätöksenteon kannalta tärkeimpiä tekijöitä, joiden vuoksi lyijyakkuteknologia on vielä huomattavasti yleisempää. Litiumioniakkuteknologioiden kehityksen, käyttökokemusten ja toimintavarmuuden lisääntyessä sekä hinnan litiumakkuteknologian hinnan laskiessa on kuitenkin odotettavissa, että litiumioniakkujen käyttö tulee kasvamaan monilla sovellusalueilla.
- Litiumioniakkujen tilastointi on kuitenkin osittain puutteellista, joka vuoksi toistaiseksi volyymitietoihin liittyy paljon epävarmuustekijöitä. Työssä on kuitenkin onnistuttu tunnistamaan merkittävimmät teolliset toimijat, joiden haastattelujen avulla on pystytty kartoittamaan merkittävimmät käyttökohteet sekä näkemyksiä litiumioniakkuteknologian kehityksestä eri sovelluskohteissa.

7. Toimenpide-ehdotukset ja suositukset

- Osana tätä hanketta tuotettiin havaintoihin perustuen toimenpide-ehdotuksia ja suosituksia Li-akkujen turvallisuuden parantamiseksi
 - Toimenpide-ehdotukset kohdistettiin riskeiltään merkittävimpään havaittuun akkuryhmään eli kuluttajatuotteiden ajovoima-akkuihin
 - Muihin akkuryhmiin liittyen tuotettiin suosituksia niihin liittyvien merkittävimpien riskihavaintojen osalta
 - Toimenpidesuosituksukset perustuvat haastatteluihin¹, kirjallisuuskatsaukseen², hankkeen työpajaan³ ja asiantuntijatyöhön
- Toimenpide-ehdotuksiin liittyen on suunnitteilla kuluttajille ja ammattitoimijoille suunnitellut oppaat
 - Ko. työn yhteydessä toimenpidesuosituksia täsmennetään



Kuva: <https://www.lithiumion-batteries.com/>

¹ Akunvalmistuksen ja akkualan asiantuntijan haastattelu, VAK-kuljetusten asiantuntijan haastattelu, akkujen jätehuollon asiantuntijahaastattelu

² Lähteitä:
http://batteryuniversity.com/learn/article/bu_304b_making_lithium_ion_safe
<https://ehs.mit.edu/site/sites/default/files/documents/Lithium%20Battery%20Safety%20Guidance.pdf>
https://cameochemicals.noaa.gov/erg_guides/en/Guide_147.pdf
https://vds.de/fileadmin/vds_publicationen/vds_3103_web.pdf
https://www.riskexperts.at/fileadmin/downloads/Publikationen/Lithiumbatterien_Sicherheitsratgeber_BUSER_Maehliiss_2016.pdf

³ Työpajaan osallistui asiantuntijoita Tukesista, Liikenne- ja viestintäministeriöstä, Trafista ja vakuutusosalta

Kuluttajatuotteiden ajovoima-akkujen turvallisuuden parantaminen 1/3



- Viranomaisten/yhteiskunnan mahdollisuudet vaikuttaa
 - Tukes tekee pistokokeenomaisia tarkastuksia, mutta tuotteita ei voi altistaa systemaattisille ennakkotarkastuksille
 - Tukes yrittää osaltaan vaikuttaa siihen, että tulevaisuudessa akkudirektiivi huomioisi akkujen turvallisuusnäkökohdat ja edellyttäisi akuilta turvallisuuden osalta CE-merkintää
 - Akkudirektiivin lisäksi EU-tason toimenpide olisi EU:n ulkopuolisiin verkkokauppoihin liittyvä markkinavalvonta
 - **Em. seikat huomioiden ensisijainen toimenpide turvallisuuden lisäämiseksi on lisätä kuluttajien tietoisuutta ko. akkujen riskeistä ja turvallisuutta lisäävistä menettelytavoista**
 - Litiumioniakkuja on nykyään kaikkialla, mutta kuluttajatuotteiden ajovoima-akkuihin tai muihin teollisuusakuiksi luokiteltaviin akkuihin liittyy suurempia riskejä, mistä kuluttajien tulisi olla tietoisia
- Suositukset kuluttajille: tuotteen hankinta
 - Tärkein toimenpide on ostaa vain laadukkaita tuotteita, joiden suojausmekanismeissa ei ole tehty vaarallisia kompromisseja. Toisaalta ei voida olettaa, että kuluttajien pitäisi itse pystyä arvioimaan tuotteen tai akun vaarallisuus. Seuraavilla toimenpiteillä voi edistää todennäköisyyttä, että ostettava tuote on laadukas ja siten turvallinen:
 - Tuotteen myyjältä kannattaa kysyä tuotteen turvallisuudesta ja mm. varmistaa, että akussa tai tuotteessa on Battery Management System
 - Suosi vain tunnettuja ja luotettavia brändejä
 - Suosi vain tunnettuja ja luotettavia kauppia/kauppaketjuja/myyjiä (myös Suomessa voi olla maahantuojia, jotka keskittyvät halpatuotteisiin vailla panostusta brändinsä vaalimiseen – Ko. tuotteiden osalta kannattaa olla varovainen)
 - Vältä tuotteiden tilaamista EU:n ulkopuolisista verkkokaupoista
 - Varo tuoteväärännöksiä (mahdollisia etenkin verkkokaupoissa); esimerkiksi ylihalpoja merkkiakkuja tuskin on olemassa
 - Em. suositukset koskevat laitteiden lisäksi mm. tarvikeakkuja

Kuluttajatuotteiden ajovoima-akkujen turvallisuuden parantaminen 2/3



- Suositukset kuluttajille: toimiminen ajovoima-akkuja ja niitä sisältävien tuotteiden suhteen
 - On tärkeää ymmärtää, että alkanut Li-akkupalo tarkoittaa helposti koko huoneiston tai talon palamista
 - Laitteen mukana tulevia ohjeita tulee noudattaa
 - Lataaminen
 - Tasapainoskoottereita, sähköpolkupyöriä yms. ei tulisi ladata valvomattomana yön yli
 - Mikäli akku tai laite on selkeästi kuumentunut, irrota/sammuta laturi, jos sen voi tehdä turvallisesti
 - Lataaminen kestää n. 2-4 tuntia. Sinä aikana laitteita tulisi pitää silmällä. Mikäli akuissa tapahtuu sisäinen oikosulku, on tilanteeseen näin huomattavasti nopeampi reagoida.
 - Ladattavan akun tai laitteen lähetyvillä ei tulisi olla palokuormaa (mm. alustan tulisi olla palamaton eikä yläpuolella pitäisi roikkua mitään palavaa)
 - Tilassa, jossa ladataan, tulisi olla palovaroitin sekä alkusammutuskalustoa
 - Akkuja ei saa ladata pakkasessa
 - Akkuja ei tulisi päästää kokonaan tyhjiksi (esim. talvisäilytyksen aikana tulisi akkua ajoittain ladata)
 - Lataamiseen tulee käyttää vain tuotteeseen tarkoitettua ja hyväksyttyä sopivaa laturia
 - Lataus on eniten riskejä sisältävä vaihe, mutta paloja on syttynyt myös tunteja latauksen jälkeen. Tämä osaltaan korostaa sen tärkeyttä, että hankitaan lähtökohtaisesti mahdollisimman turvallisia laitteita, joita käytetään ja säilytetään oikein (ks. seur. sivu)

Kuluttajatuotteiden ajovoima-akkujen turvallisuuden parantaminen 3/3



- Suositukset kuluttajille (jatkuu)
 - Laitteen käyttäminen ja säilyttäminen
 - Akkua tai laitetta ei tulisi kolhia tarpeettomasti
 - Mikäli akussa näkyy vaurioita, akku on pullistunut tai laturi on vaurioitunut, ei laitetta tulisi missään tapauksessa käyttää
 - Laitetta ei tulisi säilyttää liian kuumassa tai kylmässä
 - Kuten latauksen yhteydessä, ei laitetta tulisi myöskään säilyttää siten, että sen lähetyvillä on palokuormaa
 - Mikäli alkanutta paloa ei saa palosammuttimella sammumaan nopeasti ja/tai mikäli palo muodostaa voimakkaasti savua (Li-akkujen palon savukaasut ovat erityisen myrkyllisiä), tulee tila evakuoida välittömästi ja soittaa 112:een
 - Hankkeen myötä tehtävissä oppaissa kuvataan tarkemmin sopivat palosammuttimet ja toimintatavat
 - Käytöstä poistettu laite tai akku tulee toimittaa asianmukaiseen kierrätykseen
- Suosituksia taloyhtiöille
 - Ei ole suositeltavaa, että ko. laitteita/akkuja ladataan taloyhtiön yleisissä tiloissa, sillä silloin ne eivät ole valvonnan piirissä
 - Esim. sähköpolkupyörien akku on yleensä irrotettavissa latausta varten, jolloin sen voi ladata huoneistossa.
 - Mikäli lataus kuitenkin sallitaan yleisissä tiloissa, tulee paloturvallisuus huomioida. Tällöin tilat tulisi varustaa palovaroittimella, jonka kuuluvuus varmistetaan talossa ja alkusammutuskalostulolla (jopa sprinklaus voi tulla kysymykseen). Tämän lisäksi tulisi latauksen olla mahdollista ainoastaan siten, että ladattavien akkujen/laitteiden lähetyvillä ei ole palokuormaa. Tilan tulisi olla oma palo-osastonsa tai jonkinlainen palosuojattu tila (palokaappi tms, ei esm. häkkikomeron kanssa samassa yhteydessä).
 - Taloyhtiön tulisi kehottaa asukkaita olemaan lataamasta laitteita/akkuja ulkona pakkasella
- Maahantuoja ja kotimaisten laitevalmistajien olisi hyvä harkita sitoutumista riittävään turvallisuustasoon
 - Tätä varten tulisi harkita jonkinlaisen vapaaehtoisen merkinnän kehittämistä. Ko. toiminta voisi tuoda kilpailuetua vastuullisille toimijoille. Esim. Saksassa on vastaava järjestelmä käytössä.

Sähkövarastojen turvallisuuden parantaminen 1/2



- Ammattikäytön sähkövarastot
 - Toimijat voivat seur. toimenpiteillä edistää turvallisuutta:
 - Etävalvonta
 - Palovaroittimet ja sammutusjärjestelmät
 - Mahdollisimman turvallinen akkukemia
 - BMS ja riittävät suojaimekanismit akuissa
 - Jäähdytysjärjestelmät/ilmastointi (estää ylikuumenemista)
 - Järjestelmän turvallinen sijoittaminen (ei siten, että tuli voisi levitä herkkiin kohteisiin)
 - Viranomaisten olisi hyvä pohtia seuraavia näkökulmia:
 - Akkuvarastojen sijoittelua ei suoraan rajoita mikään sääntely. Tästä huolimatta olisi hyvä mikäli toimijat voisivat saada viranomaisilta ohjeistusta maankäytön suunnitteluun, eli mm. sopiva suojaetäisyys sähkövarastolle ja muut sijoitteluun liittyvät seikat (herkkien kohteiden välttäminen)
 - Maankäytön suunnitteluun ja rakennuslupien myöntämiseen osallistuvien tahojen tiedottaminen: tietyn kapasiteetin (MWh) sähkövaraston sijoittaminen soveltuvalle kaava-alueelle riittävän etäälle ulkopuolisesta toiminnasta
 - Vaatimukset kohdesuojauksesta (akun tahallinen vahingoittaminen esim. ilkivalta tai terrorismi)
 - Mikäli sähkövarastoja aletaan tulevaisuudessa sijoittaa kiinteistöjen sisälle muiden toimintojen yhteyteen, tulisi harkita soveltuvia suojausvaatimuksia: Luvanvaraisuus, riittävä palo-osastointi, paloviranomaisen hyväksyntä (vrt. esim. öljylämmityslaitteistot)

Sähkövarastojen turvallisuuden parantaminen 2/2

- Kuluttajakäytössä olevat sähkövarastot eli ns. kotiakut
 - Luotettavat ja turvalliset tuotteet ovat avainasemassa ko. akkuryhmän osalta
 - Järjestelmän tulisi sisältää antureita tms. valvontaa, jotka reagoivat vaaratilanteeseen (järjestelmän automaattinen kytkeytyminen pois päältä, hälytys vaaratilanteessa)
 - Muutoin suositukset ovat vastaavia kuin edellä esitetyt suositukset koskien palokuormaa, palohälyttimiä ja palosammuttimia
 - Myös näiden akkujen osalta on palo-osastointi tärkeää, esim. rakentamismääräyskokoelmiin vastaava palosuojaus kuin pannuhuoneella



Kuva: https://www.tesla.com/fi_FI/powerwall

Logistiikan turvallisuuden parantaminen 1/2



- Kuljetukset (uudet teollisuusakuiksi luokiteltavat Li-akut)
 - Logistiikan osalta puutteelliset merkinnät lisäävät riskejä. Suureltaan Li-akkuja ja niitä sisältäviä tuotteita kuljettavat ja kuljetuttavat yritykset eivät aina muista, että Li-akut ovat VAK-säännösten alaisia luokiteltuja tuotteita.
 - Myös Suomen ulkopuolelta tilattujen tuotteiden kuljetuspakkauksissa voi olla puutteellisia merkintöjä
 - Näin ollen tietoisuuden lisääminen koko akkujen logistiikkaketjussa parantaisi turvallisuutta
 - Esim. tiedotus tai opas voisi olla hyvä tapa edistää turvallisuutta
 - Ensimmäinen vaihe voisi olla selvittää toimijoiden tietoisuutta Li-akkujen riskeistä ja turvallisista toimintatavoista
 - Opastusta tarvitaan myös siihen, kuinka toimia Li-akkujen palotilanteessa

Logistiikan turvallisuuden parantaminen 2/2



- Varastoinnin osalta suositellaan noudatettavaksi Saksassa kehitettyjä ohjeita, jotka on esitelty tämän raportin kansainvälisessä vertailussa sivuilla 25-29
- Muita huomioita:
 - Riittävän palo-osastoinnin lisäksi turvallisuutta voitaisiin parantaa hyllykohtaisilla sprinklereillä, joiden tarkoituksena on jäähdyttää viereisiä akkuja ettei yhden akun vikaantuminen johda koko lavan tai viereisien lavojen syttymiseen
 - Turvallisuutta parantavana suosituksena myös samassa palo-osastossa varastoitavien akkujen määrän rajoittaminen
- Pakettien noutopisteiden turvallisuus
 - Pakettien noutopisteitä voi olla kauppojen kassojen lisäksi esim. jopa kampaamoissa ja kukkakaupoissa, eivätkä ko. toimijat ole välttämättä ollenkaan tietoisia pakettien mahdollisesti sisältämistä Li-akuista tai niiden riskeistä
 - Myös ko. kohderyhmän tietoisuutta pakettien oikeista käsittelytavoista sekä niiden riskeistä ja riskeihin valmistautumisesta tulisi lisätä
 - Ko. tiloissa tulisi olla palovaroitin sekä mahdollisuus reagoida palonalkuun (alkusammutuskalusto, sammutusjärjestelmä)

Akkujen jätehuollon turvallisuuden parantaminen



- Epäkurantit (käytöstä poistetut) teollisuusakuiksi luokiteltavat Li-akut
 - On olennaista, että ko. akkujen kierrätyksen pilottihankkeen lisäksi Suomeen kehitetään turvallinen ja pysyvä kierrätysjärjestelmä ko. akuille
 - Siltä osin kuin ko. materiaali voi mennä nykyisten kierrätysjärjestelmien kautta (esim. sähkö- ja elektroniikkalaiteromuna (SER) laitteiden sisällä), tulee ko. järjestelmän toimijoiden olla tietoisia akkujen riskeistä ja oikeista toimintatavoista
 - Tämä on erityisen tärkeää kauppojen/myyjien (joilla on tietyin ehdoin jätehuoltolain mukainen vastuu ottaa vastaan käytöstä poistuneita sähkölaitteita) SER-vastaanoton osalta. Vaaroja ei välttämättä ymmärretä ko. kohteissa. Toimijoiden tulisi ymmärtää mm., että isoja Li-akkuja sisältävää SER:iä ei tulisi turhaan kolhia, minkä lisäksi ne pitäisi kerätä ja varastoida siten, että paloriski minimoidaan
 - Tietoisuutta tulisi tarvittaessa lisätä tiedotuksella tai oppailla
 - Ylipäättään akkuja sisältävän SER:n paloriskit pitäisi ymmärtää suunniteltaessa niiden keräystä kuluttajilta kierrätykseen

Liite 1: yksittäisten riskiluokkien riskiarviot

Kotitalouksien suurten työkoneiden ja -välineiden akut

Esim. ruohonleikkurit, moottorisahat

Todennäköisyys: Käyttöolot voivat aiheuttaa hieman kolhiintumista. Pitkät säilytysajat (esim. talvisäilytys käyttämättömänä) voivat aiheuttaa riskejä - mikäli akkuja ei ladata säännöllisesti ne voivat vioittua. Tyhjään akkuun sisältyy vähäinen energiamäärä, mutta riski kasvaa kun akkua myöhemmin ladataan. Altistuminen pakkaselle esim. puutarhavajassa ei ole hyväksi akuille. Yleensä tämän kokoluokan laitteita ei ole samassa paikassa suuria määriä.	
Vaarat: Akut ovat keskikokoisia (>100 Wh mutta ≤12 kg per akku). Yleensä tämän kokoluokan laitteita ei ole samassa paikassa suuria määriä.	
Haavoittuvuus: Ympäristö haavoittuvuudeltaan keskitasoa: yleensä puutarhavaja, autotalli tms. Laitteita ei säilytetä tai ladata yleisesti esim. sängyn vieressä. Toisaalta laitteet eivät tällöin ole valvotussa tilassa, jolloin vaaran havaitseminen voi olla hidasta.	
Suojaustoimet: Asuintaloissa pitäisi olla palovaroittimet ja alkusammutuskalustoa, mutta nämä tehoavat vain, mikäli palonalku huomataan riittävän ajoissa. Kaikissa tiloissa, joissa akkuja ladataan ja säilytetään, ei vaadita palovaroittimia – esimerkiksi puutarhavaja, autotalli tai varasto. Suojaustoimet voivat siten olla olemattomat. Sprinklausta ei näissä tiloissa yleensä ole. Vaaraa ei välttämättä tiedosteta, joten siihen ei osata varautua.	

Ammattikäytön suurten työkoneiden ja -välineiden akut

Esim. sirkkelit, varavoima-akut, siivouskoneet

Todennäköisyys: Akkujen laatu on yleensä vähintään kohtalainen. Käyttöolot eivät lähtökohtaisesti altista kolhiintumiselle laitteiden suurehkon koon takia. Ammattikäytössä olevia laitteita ei yleensä säilytetä pitkiä aikoja käyttämättömänä, mikä vähentää riskiä sille, että akku vaurioituu varastoinnin aikana liiallisesta purkautumisesta johtuen. Akut voivat ajoittain altistua epäedullisille lämpötiloille, mutta eivät todennäköisesti säännönmukaisesti. Esim. rakennus- tai siivousalan toimijan varastossa tämän kokoluokan laitteita voi olla samassa paikassa suurempiakin määriä.	
Vaarat: Akut ovat keskikokoisia (>100 Wh mutta ≤12 kg per akku). Laitteita voi olla samassa paikassa käytössä tai varastoituna useita.	
Haavoittuvuus: Ympäristö ei ole kovin haavoittuvainen – henkilömäärä on yleisesti pieni (esim. rakennustyömaat, siivoustilojen ollessa melko tyhjillään jne.). Toisaalta mikäli laitteita ei säilytetä valvotussa tilassa, vaaran havaitseminen voi olla hidasta.	
Suojaustoimet: Laitteiden käyttöön ja huoltoon on yleensä olemassa ohjeet. Suojaustoimia ei voitu arvioida tarkasti, mutta siivottavissa kohteissa ja ammattimaisten toimijoiden tiloissa on oletettavasti palohälyttimet ja ne voivat olla jopa sprinklattuja. Laitteiden säilytystilojen ja varastojen suojaustoimia ei voitu arvioida.	

Kotitalouksien ajovoima-akut

Esim. sähköpyörät, leijulaudat, päältä ajettavat laitteet

Todennäköisyys: Akun laatu voi olla keho, edullisimpien laitteiden akuissa ei välttämättä ole toimivaa BMS-järjestelmää¹ tai muita riittäviä suojausmekanismeja. Suora tilaaminen EU:n ulkopuolelta on mahdollista. Akkujen käyttötapo, siirtely ja varastointi altistaa ne kolhiintumiselle ja ilkivallalle. Käyttöohjeiden sisältö, laajuus ja selkeys vaihtelee eri valmistajien välillä². Käyttöohjeiden noudattaminen pienentää käytön aikaisia riskejä, mutta niiden noudattaminen saattaa olla hankalaa, käyttöohjeista ei pidetä tärkeinä tai niiden noudattaminen saattaa unohtua kuluttajilta. Leijulautoja käsittelevät usein lapset. Kerrostaloissa voi olla yhtäaikaaisesti useita akkuja. Suomessa ja maailmalla tunnetaan useita tapauksia, joissa leijulauta on aiheuttanut tulipalon³. Pitkään käyttämättä olevan (esimerkiksi talvisäilytettävän) laitteen ylityhjentymisen saattaa aiheuttaa vaaratilanteen kun sitä jälleen ladataan mikäli akku on päässyt tyhjäksi vahingoittumaan⁴. Lataaminen pakkasella vaurioittaa akkua, lisäten paloriskiä⁵. Määrät samassa tilassa ovat yleensä vähäisiä.

Vaarat: Sähköpyörien, leijulautojen akkujen ja muiden päältä ajettavien laitteiden akkujen energiamäärä on tyypillisesti > 100 Wh. Määrät samassa tilassa ovat yleensä vähäisiä.

Haavoittuvuus: Ympäristö on haavoittuvainen: Ajovoima-akkuja voidaan säilyttää ja ladata asunnoissa tai niihin kytkeytyvissä tiloissa. Lisäksi lataus voi tapahtua valvomattomissa tiloissa, joissa tulipalo saa levitä rauhassa. Tulipalo saattaa aiheuttaa vaaraa usealle asukkaalle. Ympäristön palokuorma voi olla merkittävä ja evakuoitavuus voi olla huono.

Suojaustoimet: Ohjeita käyttö-/latausohjeista ei aina lueta tai noudateta tai ne ovat epäselviä². Asuintaloissa pitäisi olla palovaroittimet ja alkusammutuskalustoa, mutta nämä tehoavat vain, mikäli palonalku huomataan riittävän ajoissa. Kaikissa tiloissa, joissa akkuja ladataan ja säilytetään, ei vaadita palovaroittimia – esimerkiksi pyörävarastoissa.

1 Lithium Batterien - Brandgefahren und Sicherheitsrisiken. Effektive Schadenverhütung und wirksame Brandbekämpfung. Fachaufsatz. V-2015-10-18-MBu Dr. Michael Buser, Risk Experts.

2 Kirjallisuuskatsaus tasapainoskoottareiden ja sähköpyörien käyttöohjeisiin.

3 <https://www.kiinteistolehti.fi/useita-koteja-palanut-tasapainolautojen-vuoksi/>

4 Akkualan ja akunvalmistuksen asiantuntijan haastattelu

5. Lithium-Ion Batteries Hazard and Use Assessment, Final Report, 2011, Fire Protection Research Foundation

Ammattikäytön ajovoima-akut

Esim. trukit, kuormaajat, henkilönostimet eri toimialoilla

Todennäköisyys: Ammattikäytössä olevien akkujen laatu on yleensä vähintään kohtalainen. Liikkuvat laitteet voivat altistua kolhiintumiselle. Akut ovat huollon piirissä ja säännöllisten latausten tarpeesta saatetaan olla paremmin tietoisia kuin kuluttajapuolella. Oletettavasti ko. akkuja ladataan joka tapauksessa melko säännöllisesti. Ammattikäytössä olevia laitteita ei yleensä säilytetä pitkiä aikoja käyttämättömänä. Varastossa tämän kokoluokan laitteita voi olla samassa paikassa useita.

Vaarat: Ajovoima-akkujen energiamäärä on tyypillisesti > 100 Wh ja yli 12 kg. Sähkökemiallinen vaara on siis suuri. Sähköiskun vaara on teoriassa mahdollinen vaurioituneiden akkujen tai laitteiden tapauksessa.

Haavoittuvuus: Ympäristö ei ole kovin haavoittuvainen – henkilömäärä on yleisesti pieni (esim. logistiikkavarasto, rakennustyömaa).

Suojaustoimet: Ammattimaisen toimijan varastot ja muut säilytystilat ovat usein kohtuullisesti suojattuja ja mahdollisesti jopa sprinklattuja. Laitteiden käyttöön, huoltoon ja pysäköintiin on yleensä olemassa ohjeet. Latauksessa oleva trucki tulee ainakin joissain oloissa merkitä räjähdysvaaralliseksi tilaksi (EX-tila)¹.

1. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/59461/ilmanvai.pdf?sequence=1>

2. http://cii-resource.com/cet/FBC-TUT8/Presentations/Pillot_Christophe.pdf

Kotitalouksien ”muut akut”

Esim. kotisähkövarastot

Todennäköisyys: Akkujen laatu on yleensä vähintään kohtalainen, mutta vaaran todennäköisyys riippuneen tuotteen hinnasta ja brändistä sekä siitä mitä akkukemialla ja suojausmekanismeja akuissa on käytetty. Tuotteet, joissa uudelleenkäytetään akkuja tai kennoja, voivat sisältää suuremman riskin ¹ . Käyttöolot eivät lähtökohtaisesti altista kolhiintumiselle eikä akku altistu korkeille tai alhaisille lämpötiloille tai suurille lämpötilaeroille. Yleensä tämän kokoluokan laitteita ei ole samassa paikassa useita.	
Vaarat: Akut ovat suuria (>100 Wh ja >12 kg per akku). Sähköiskun vaara on olemassa asennusten tai huoltojen yhteydessä etenkin mikäli akku on kiinni sähköverkossa. Yleensä tämän kokoluokan laitteita ei ole samassa paikassa suuria määriä.	
Haavoittuvuus: Ympäristö haavoittuvainen: laite voi sijaita asunnossa tai asuntoon kytkeytyvässä tilassa. Tulipalo saattaa aiheuttaa vaaraa usealle asukkaalle. Ympäristön palokuorma voi olla merkittävä ja evakuoitavuus saattaa olla huono. Laitteet voivat olla joko valvomattomassa tilassa ilman aktiivista valvontaa tai valvontaa on automatisoitu.	
Suojaustoimet: Asuintaloissa pitäisi olla palovaroittimet ja alkusammutuskalustoa, mutta perustason varusteet eivät välttämättä ole riittäviä tämän kokoluokan akun sammuttamiseen. Vaaraa ei välttämättä tiedosteta, joten siihen ei osata varautua. On vielä vaikeaa arvioida, millaisia suojaustoimia tullessaan käyttämään kotisähkövarastojen yleistyessä.	

Ammattikäytön ”muut akut”

1. Energian varastointi, hajautetut sähköverkot

Todennäköisyys: Akkujen laatu on yleensä hyvä, ja akuissa käytetään yleisesti suojausmekanismeja¹. Käytetty akkukemia suomessa toteutetuissa hankkeissa on laadullisesti- ja turvallisuuskäytännöistä katsottuna hyvä. Käyttöolot eivät lähtökohtaisesti altista kolhiintumiselle eikä akku altistu korkeille tai alhaisille lämpötiloille. Yli- tai alilataamisen todennäköisyys on pieni elektronisen valvonnan takia. Yleensä tämän kokoluokan akkuja on samassa paikassa useita- määrä voi olla hyvinkin suuri kohteesta riippuen.	
Vaarat: Akut ovat suuria (>100 Wh ja > 12 kg per akku). Kolhiintumisesta rikkoutunut akku voi vapauttaa kohtalaisen määrän haitallisia akkukemikaaleja jotka voivat syttyä tiettyjen olosuhteiden vallitessa (esim. kuuma kohde vieressä). Kolhiintuminen on kuitenkin epätodennäköistä. Sähköisku on mahdollinen etenkin huoltotoimenpiteissä tai varastoon johtavien kaapeleiden sähkötöissä. Ammattimaisessa käytössä tämän kokoluokan laitteita voi olla samassa paikassa useita joten energiamäärät ovat suuria.	
Haavoittuvuus: Ympäristö ei nykyisellään ole kovin haavoittuvainen: Nykyiset teollisen mittakaavan sähkön varastointiin tarkoitetut akut sijoitetaan erilliseen valvottuun tilaan (automaattivalvonta), jossa ihmisiä ei joudu vaaraan ja palon leviämisen vaara on pieni. Suomessa on tällä hetkellä vähän tämän tyyppisiä akkuja, joten on vaikeaa arvioida, millaisia turvallisuusratkaisuja jatkossa tullaan noudattamaan sähkövarastoinnin yleistyessä. On mahdollista, että akkujen käyttö lisääntyy myös liiketilojen tai asuinrakennusten yhteydessä¹ jolloin tila voi olla haavoittuvampi (kellarin pannuhuone tms.).	
Suojaustoimet: Ammattimaisessa sähkön varastoinnissa akkujen turvallisuusriskit huomioidaan ja akuissa on korkean tason suojausmekanismeja¹. Nykyisellään teollisen mittakaavan sähkön varastointiin tarkoitetut akut sijoitetaan joko erilliseen valvottuun tilaan, jossa on riittävä palonilmais- ja sammutusjärjestelmä. Esimerkiksi Siemensin konttiratkaisussa on sammutusjärjestelmä, joka reagoi, mikäli akkutilassa tapahtuu syttyminen. Energiavarastoissa on olemassa lukuisia erilaisia suojamekanismeja joilla riskejä vähennetään. Valitulla akkukemialla sekä valvonnalla on lisäksi suuri vaikutus. Sääntely ei rajoita varastojen sijoittelua, mistä johtuen energiavarastoja voi tulevaisuudessa tulla myös haavoittuvampiin ja heikommin valvottuihin kohteisiin.	

Ammattikäytön ”muut akut”

2. Lääketieteelliset laitteet

Todennäköisyys: Lääkintälaitteiden rakenteissa on huomioitu erityisesti turvallisuuskohdat myös akkujen osalta. Lääketieteelliset laitteet ovat lääkintälaitedirektiivin (93/ 42/ ECC) mukaisia, joka tarkoittaa sitä, että laite on olennaisten vaatimusten mukainen eikä vaaranna potilasta, käyttäjää tai muuta henkilöstöä. Olosuhteet, joissa laitteita käytetään eivät altista vaurioille. Pienimpien kannettavien laitteiden osalta lähinnä pudottaminen voi olla riski. Muut laitteet, kuten kuvantamislaitteet, potilasmonitorit, defibrillaattorit ja annostelijat, eivät normaalioloissa altistu mekaanisille vaurioille tai korkeille lämpötiloille. Monille laitteille /akuille on huoltosuunnitelma. Isompien laitteiden akut vaihdetaan toimittajan tai maahantuojan toimesta. Sairaaloissa on oma henkilökunta, joka huolehtii pienten akkujen vaihtamisesta sekä akkujen toimittamisesta joko maahantuojalle tai kierrätykseen ohjeiden mukaan keskitetysti. Navat suojataan varastoinnin ajaksi ohjeiden mukaan oikosulun estämiseksi, ainakin suurimmissa sairaaloissa.

Vaarat: Suurin osa akuista on 70 Wh eli pieniä (<100Wh). Suurimmat tiedossa olevat sairaalakäytön akut ovat 165Wh. Normaalisti akkuja sisältäviä laitteita on muutama samassa tilassa (potilashuone, teho osasto tai leikkaussali tms).

Haavoittuvuus: Ympäristö haavoittuvainen: Ihmismäärä kohteessa on merkittävä ja potilaiden mobiliteetti heikko. Sairaalan tai muun hoitolaitoksen evakuointi on vaikeaa. Toisaalta laitteita käytetään ja ladataan pääasiassa valvotusti laitteen kautta. Akkuja käytetään mm. varavoimana kriittisissä laitteissa, potilassiirroissa tai kun työn luonne on mobiili. Vahingon sattuessa yksittäisen potilaan henki voi olla vaarassa, mikäli kriittinen laite lakkaa toimimasta.

Suojaustoimet: Vahingon (kuten tulipalon) sattuessa sairaaloissa on olemassa sammutus- ja evakuointisuunnitelmat sekä tilat ovat sprinklattu. Verkkovirtaan kytketyt laitteet huolehtivat itse latauksesta ja lisäksi erikseen ladattavien akkujen latauslaitteissa on diagnostiikka, joka ilmaisee akun kunnon ja jättää viallisen akun lataamatta.¹

Akkujen varastointi (valmistaja tai maahantuoja)

Ehjät akut (uusia tai käytettyjä) sekä tuotteet, jotka sisältävät niitä

Todennäköisyys: Varastoitavien akkujen laatu (esim. käytetty suojauslektroniikka) voi vaihdella voimakkaasti eikä sitä näe päältä päin. Akut eivät oletusarvoisesti altistu kylmälle tai kuumalle. Tavaroiden siirtely esim. trukeilla altistaa kolhuille ja tippumisille. Toisaalta toimijoiden intresseissä on välttää akkujen vaurioitumista. Akut ja niitä sisältävät tuotteet ovat pakattuja, mikä suojaa niitä kolhuja vastaan. Vaaran todennäköisyyttä vähentää myös se, että akkuja säilytetään yleensä 30-50% latausasteessa eikä täytenä. Akkuja voi olla paljon samassa kohteessa, mikä lisää todennäköisyyttä yhden akun vioittumiselle. Li-akkuja sisältävät pakkaukset tulee merkitä, mutta merkinnöt saattavat usein olla puutteellisia ¹ .	
Vaarat: Riskit ovat sitä suuremmat, mitä kookkaampia ja tehokkaampia akkuja varastoidaan. Varastossa, jossa on suuri määrä akkuja, palon leviäminen on merkittävä riski, sillä akut toimivat palokuormana ja palo voi levitä akusta toiseen.	
Haavoittuvuus: Ympäristö ei ole kovin haavoittuvainen – henkilömäärä on tavallisesti pienehkö (esim. logistiikkakeskukset, varastohallit jne.). Työntekijät ovat pääasiassa koulutettuja ja tuntevat akkuihin liittyvät vaarat. Varastomäärästä ja varastoitavista tuotteista riippuen palokuorma voi olla merkittävä, mutta toisaalta tiloissa on yleensä järjestelmät vaarojen havaitsemiseksi.	
Suojaustoimet: Ammattimaisen toimijan varastot ovat usein kohtuullisesti suojattuja ja sprinklattuja. Osana logistiikkaketjua olevia varastohalleja koskee vähemmän tiukat paloturvallisuusmääräykset, mikä toisaalta lisää riskejä. Työntekijöille on olemassa ohjeet Li-akkumerkinnöillä varustettujen pakkausten käsittelymiseen.	

Epäkuranttien akkujen säilytys ja keruu - ammattikäyttö

Käytöstä poistetut teollisuusakut

Todennäköisyys: Varastoitavien akkujen laatu (esim. käytetty suojauslektroniikka) voi vaihdella voimakkaasti eikä sitä näe päältä päin. Osa akuista voi olla vaurioituneita ja niiden siirtely esim. trukeilla altistaa akkuja kolhuille ja tippumisille. Ko. akkuja ei oletettavasti ole samassa kohteessa kerralla suuria määriä.	
Vaarat: Vaurioituneet ja vialliset akut voivat aiheuttaa vaaroja, joita ehjät akut eivät aiheuta (lämpökarkaaminen). Mikäli energiamäärät ovat suuria, myös sähkökemialliset vaarat ovat suuret. Kemialliset ja sähköiset vaarat ovat merkittäviä, mikäli säilytettävät akut ovat suuria. Ko. akkuja ei oletettavasti ole samassa kohteessa kerralla suuria määriä.	
Haavoittuvuus: Ympäristö ei ole kovin haavoittuvainen – henkilömäärä on yleisesti pienehkö. Työntekijät ovat koulutettuja ja tuntevat akkuihin liittyvät vaarat. Varastomääristä ja varastoitavista tuotteista riippuen palokuorma voi olla merkittävä, mutta toisaalta tiloissa on yleensä järjestelmät vaarojen havaitsemiseksi. Oletettavasti on varauduttu mahdollisesti rikkoutuneiden akkujen aiheuttamiin riskeihin.	
Suojaustoimet: Varastointitilat ovat usein kohtuullisesti suojattuja ja sprinklattuja. Voidaan olettaa, että työntekijöitä on koulutettu akkujen käsittelemiseen ja vioittuneiden akkujen havainnointiin. Li-akut ovat usein huolto-organisaatioiden piirissä, jolloin tiedetään missä ne ovat. Niiden jätehuolto toimii B2B-periaatteella, eli esim. tuotteen toimittanut taho ottaa käytöstä poistettavat akut takaisin. Poikkeukset ovat kuitenkin mahdollisia yksittäisten toimijoiden osalta. Toisaalta Li-akkujen ja niitä sisältävien tuotteiden kallis hinta osaltaan vaikuttaa siihen, että keskimäärin niitä hankkivat yritykset joilla on myös järjestetty laitteille organisoitu huolto.	

Epäkuranttien akkujen säilytys ja keruu - kotitalouskäyttö



Käytöstä poistetut ajovoima-akut ja muut teollisuusakuiksi luokiteltavat akut sekä niitä sisältävät käytöstä poistetut tuotteet

Todennäköisyys: Akkujen laatu (esim. käytetty suojauselektroniikka) voi vaihdella voimakkaasti eikä sitä näe päältä päin. Osa akuista voi olla vaurioituneita, mikä nostaa vaaran realisoitumisen todennäköisyyttä. Akut voivat altistua epäedullisille lämpötiloille, jos niitä säilytetään esim. kylmässä varastossa. Akkuja ei oletettavasti ole kovin suurta määrää samassa kohteessa. Kotioloissa esim. lapset voivat päästä käsiksi käytöstä poistettuihin akkuihin tiedostamatta niihin liittyviä vaaroja. Ylipäätään varastoitu ja ”unohtunut” akku voi olla riskitekijä, mikäli sitä myöhemmin (esim. vuosien päästä) yritetään ladata, etenkin jos akku on suojauselektroniikaltaan heikotasoinen. Akut voi toimittaa laitteiden mukana SER-keräykseen, minkä lisäksi irrallisten Li-akkujen keräykselle toteutettiin pilottihanke vuonna 2017. Hankkeen loputtua ei ole vielä tiedossa miten keräys tullaan tulevaisuudessa järjestämään. Irralliset teollisuusakuiksi luokiteltavat Li-akut eivät sovellu nykyisiin akkujen keräysjärjestelmiin. Akut ovat merkittävä riskitekijä, mikäli keräystä ei järjestetä asianmukaisesti. Kauppojen velvollisuus vastaanottaa SER:iä voi olla riskitekijä, jos Li-akkujen vaaroihin ei varauduta.	
Vaarat: Vaurioituneet ja vialliset akut voivat aiheuttaa vaaroja, joita ehjät akut eivät aiheuta (lämpökarkaaminen). Akut eivät oletusarvoisesti ole suuria, mutta voivat olla keskitasoa (>100 Wh mutta ≤12 kg). Akkujen määrä samassa kohteessa ei oletusarvoisesti ole merkittävän suuri.	
Haavoittuvuus: Ympäristö voi olla haavoittuvainen: Käytöstä poistettuja akkuja voidaan säilyttää esim. kotona autotallissa tai varaston perällä ja pitkäänkin ns. poissa silmistä. Myös keräyspisteessä henkilömäärä voi olla kohtalainen (esim. SER-vastaanotto jälleenmyyjäliikkeessä). Tulipalo saattaa aiheuttaa vaaraa useille ihmisille. Ympäristön palokuorma voi olla merkittävä ja evakuoitavuus voi olla huono. Akkuihin liittyviä vaaroja ei tunneta kovinkaan hyvin.	
Suojaustoimet: Asuintaloissa pitäisi olla palovaroittimet ja alkusammutuskalustoa, mutta nämä tehoavat vain, mikäli palonalku huomataan riittävän ajoissa. Kaikissa tiloissa, joissa akkuja ladataan ja säilytetään, ei vaadita palovaroittimia – esimerkiksi puutarhavaja, autotalli tai varasto. SER-keräyspisteissä vaaroihin lienee varauduttu. Kauppojen SER-vastaanottoa koskevat kaupan suojaustoimet, mm. palohälyttimet ja sprinklaus.	

Akkujen kuljetus – ammatti- ja kotitalouskäyttö

Ehjat akut ja niitä sisältävät tuotteet

Todennäköisyys: Kuljetettavien akkujen laatu (esim. käytetty suojauselektroniikka) voi vaihdella voimakkaasti eikä sitä näe päältä päin, joten asiasta voi olla epätietoisuutta. Akut eivät oletusarvoisesti altistu kylmälle tai kuumalle. Liikenneonnettomuudet voivat vaurioittaa akkuja, mutta toisaalta kuljetuksissa tulee noudattaa VAK-lainsäädäntöä (mm. ADR, RID), jossa on erilaiset kuljetusmääräykset ehjille sekä vioittuneille litiumioniakuille. Akkuja kuljetetaan kerrallaan vaihtelevia määriä. Li-akkuja sisältävät pakkaukset tulee merkitä, mutta merkinnöt saattavat usein olla puutteellisia ¹ .	
Vaarat: Mikäli tehot/energiamäärät ovat suuria, myös vaarat (tulipaloriski) ovat suuret. Akkuja kuljetetaan kerrallaan vaihtelevia määriä. Toisaalta akut toimitetaan yleensä vain noin 30% latauksessa.	
Haavoittuvuus: Ympäristö ei ole kovin haavoittuvainen – henkilömäärä on yleisesti pienehkö. Kuljettaja ja lisäksi todennäköisesti lastaava/purkava henkilöstö on tietoinen akkuihin liittyvistä riskeistä. Onnettomuus ei oletusarvoisesti altista suurta ihmismäärää eikä esim. tulipalo kovin helposti leviä kuljetusyksiköstä sen ympäristöön. Mikäli vaaratilanne tapahtuu kuljetuksen aikana, hidastaa se vaaraan reagoimista.	
Suojaustoimet: Yleensä kuljettaja (ja lastaava/purkava henkilöstö) ovat saaneet asiantuntevaa opastusta. Litiumioniakkujen kuljetus on VAK-lainsäädännön alaista. Lainsäädännössä litiumioniakuille ja akkuja sisältäville laitteille on olemassa omat turvallisuusmääräykset.	

Akkujen kuljetus – ammatti- ja kotitalouskäyttö



Epäkurantit (rikkinäiset, toimimattomat, vialliset) teollisuusakuiksi luokiteltavat akut ja niitä sisältävät tuotteet

Todennäköisyys: Kuljetettavien akkujen laatu (esim. käytetty suojauselektroniikka) voi vaihdella voimakkaasti eikä sitä näe päältä päin, joten asiasta voi olla epätietoisuutta. Liikenneonnettomuudet voivat vaurioittaa akkuja, mutta toisaalta kuljetuksissa tulee noudattaa VAK-lainsäädäntöä (mm. ADR, RID), jossa on vioittuneille akuille erityiset kuljetusmääräykset erityisesti niiden pakkaamisen suhteen. Akkuja kuljetetaan usein kerralla vähintään kohtalaisia määriä.	
Vaarat: Vaurioituneet ja vialliset akut aiheuttavat ehjiä akkuja herkemmin riskejä (lämpökarkaaminen). Toisaalta riskiä pienentää se, että akut eivät oletettavasti ole varattu korkeaan varausasteeseen, ts. niissä on vähemmän energiaa. Mikäli tehot/energiamäärät ovat suuria, myös vaarat ovat suuret. Akkuja kuljetetaan usein kerralla vähintään kohtalaisia määriä.	
Haavoittuvuus: Ympäristö ei ole kovin haavoittuvainen – henkilömäärä on yleisesti pienehkö. Kuljettaja ja lisäksi todennäköisesti lastaava/purkava henkilöstö on tietoinen akkuihin liittyvistä riskeistä. Onnettomuus ei oletusarvoisesti altista suurta ihmismäärää eikä esim. tulipalo kovin helposti leviä kuljetusyksiköstä sen ympäristöön.	
Suojaustoimet: Yleensä kuljettaja (ja lastaava/purkava henkilöstö) ovat saaneet asiantuntevaa opastusta. ADR – direktiivin mukaisesti tulee vioittuneet tai vioittuneeksi epäiltyjen akkujen kuljettamisessa noudattaa erityisiä turvallisuusvaatimuksia.	

Epäkuranttien akkujen varastointi ennen kierrättämistä

Ammatti- ja kotitalouskäytöstä kerätyt teollisuuden Li-akut yhdessä

Todennäköisyys: Varastoitavien akkujen laatu (esim. käytetty suojauslektroniikka) voi vaihdella voimakkaasti eikä sitä näe päältä päin, joten asiasta voi olla epätietoisuutta. Osa akuista voi olla vaurioituneita ja kuljettaminen on voinut altistaa ne kolhuille ja tippumisille. Teollisuuden Li-akkuja ei ole vielä poistunut käytöstä merkittäviä määriä, mutta määrät tulevat kasvamaan.	
Vaarat: Vaurioituneet ja vialliset akut voivat aiheuttaa vaaroja, joita ehjät akut eivät aiheuta (vuodot, aineiden reagointi, lämmönkehitys jne.). Mikäli energiamäärät/tehot ovat suuria, myös vaarat ovat suuret. Kemialliset ja sähköiset vaarat ovat merkittäviä, mikäli säilytettävät akut ovat suuria. Teollisuuden Li-akkuja ei ole vielä poistunut käytöstä merkittäviä määriä, mutta määrät tulevat kasvamaan.	
Haavoittuvuus: Ympäristö ei ole kovin haavoittuvainen – henkilömäärä on yleisesti pienehkö (akkuja käsittelevän laitoksen varastointiin tarkoitetut tilat). Työntekijät ovat koulutettuja ja tuntevat akkuihin liittyvät vaarat. Varastomääristä ja varastoitavista tuotteista riippuen palokuorma voi olla merkittävä, mutta toisaalta tiloissa on yleensä järjestelmät vaarojen havaitsemiseksi. Oletettavasti on varauduttu mahdollisesti rikkoutuneiden akkujen aiheuttamiin riskeihin.	
Suojaustoimet: Jätealan toimijat ovat varautuneet akkujen riskeihin ja niistä aiheutuviin paloihin. Voidaan olettaa, että työntekijöitä on koulutettu akkujen käsittelemiseen ja vioittuneiden akkujen havainnointiin.	

Kotitalouksien pienten työvälineiden akut

Esim. akkuporakoneet

Todennäköisyys: Akkujen laatu (esim. käytetty suojauslektroniikka) voi vaihdella voimakkaasti eikä sitä näe päältä päin. Laatu riippune merkittävästi tuotteen hinnasta ja brändistä. Yleisesti kannettavan luonteensa vuoksi riski iskulle (tippuminen tms.) on melko suuri. Toisaalta todennäköisesti tippumisen mahdollisuus on huomioitu akun suunnittelussa lisäämällä iskunkestävyyttä (paksumpi kuori yms.). Saatetaan myös säilyttää pitkiä aikoja käyttämättömänä, mikä altistaa vanhenemisvaurioille ¹ . Altistuminen pakkaselle esim. puutarhavajassa ei ole hyväksi akuille. Akkuja tai akkukäyttöisiä laitteita voi olla useita samassa tilassa (esim. autotalli, varasto).	
Vaarat: Koko ja energiamäärä ovat pieniä (< 100 Wh). Akkuja tai akkukäyttöisiä laitteita voi olla kohtalainen määrä samassa tilassa (esim. autotalli, varasto), mutta ei todennäköisesti merkittäviä määriä.	
Haavoittuvuus: Ympäristö haavoittuvainen: Työkaluja ja niiden akkuja voidaan säilyttää ja ladata asunnoissa tai niihin kytkeytyvissä tiloissa. Lisäksi lataus tapahtuu usein valvomattomissa tiloissa, joissa tulipalo saa levitä rauhassa. Tulipalo saattaa aiheuttaa vaaraa usealle asukkaalle. Ympäristön palokuorma voi olla merkittävä ja evakuoitavuus on huono.	
Suojaustoimet: Asuintaloissa pitäisi olla palovaroittimet ja alkusammutuskalustoa, mutta nämä tehoavat vain, mikäli palonalku huomataan riittävän ajoissa. Kaikissa tiloissa, joissa akkuja ladataan ja säilytetään, ei vaadita palovaroittimia – esimerkiksi puutarhavaja, autotalli tai varasto. Suojaustoimet voivat siten olla olemattomat. Vaaraa ei välttämättä tiedosteta, joten siihen ei osata varautua.	

Ammattikäytön pienten työvälineiden akut

Esim. akkuporakoneet, mobiilit ohjauslaitteet

Todennäköisyys: Akkujen laatu (esim. käytetty suojauslektroniikka) on yleensä vähintään kohtalainen¹. Yleisesti kannettavan luonteensa vuoksi riski iskulle (tippuminen tms.) on melko suuri. Toisaalta todennäköisesti tippumisen mahdollisuus on huomioitu akun suunnittelussa lisäämällä iskunkestävyyttä (paksumpi kuori yms.). Ammattikäytössä olevia laitteita ei yleensä säilytetä pitkiä aikoja käyttämättömänä ja säännöllisten latausten tarpeesta saatetaan olla paremmin tietoisia kuin kuluttajapuolella. Akut voivat ajoittain altistua epäedullisille lämpötiloille. Esim. rakennus- ja remontointialan toimijan, huoltourakoitsijan tai vastaavan varastossa laitteita voi olla samassa paikassa suurempiakin määriä. Ammattimaisesti laitteita vuokraavat (ainakin suuret toimijat) ovat hyvin turvallisuustietoisia ja noudattavat säilytysohjeita.	
Vaarat: Koko ja energiamäärä ovat pieniä (< 100 Wh). Akkuja tai akkukäyttöisiä laitteita voi olla kohtalainen määrä samassa tilassa (esim. varasto).	
Haavoittuvuus: Ympäristö ei ole kovin haavoittuvainen – henkilömäärä on yleisesti pieni (esim. rakennustyömaat, työkaluvarastot). Käyttäjät ovat pääasiassa koulutettuja ja tuntevat akkuihin liittyvät vaarat paremmin kuin kuluttajat. Mikäli laitteita ei säilytetä valvotussa tilassa (esim. rakennustyömaalla), vaaran havaitseminen voi olla hidasta.	
Suojaustoimet: Ammattimaisen toimijan säilytystilat ovat usein kohtuullisesti suojattuja ja mahdollisesti jopa sprinklattuja. Rakennustyömailla suojaustoimia ei juuri ole, mutta niiden osalta vaarassa on lähinnä omaisuus, eivät ihmiset. Laitteiden käyttöön ja huoltoon on yleensä olemassa ohjeet ja perehdytys.	

Kotitalouksien ja ammattikäytön pienakut

Esim. kännykät, kannettavat tietokoneet, parranajokoneet

Todennäköisyys: Akkujen laatu (esim. käytetty suojauslektroniikka) sekä laturien laatu voi vaihdella voimakkaasti eikä sitä aina näe päältä päin. Laatu voi riippua merkittävästi tuotteen hinnasta ja brändistä. Akkujen tai laitteiden tilaaminen EU:n ulkopuolelta on mahdollista, jolloin ne voivat olla turvallisuudeltaan EU:ssa noudatettuja standardeja heikompia. Kannettavan luonteensa vuoksi riski iskulle (tippuminen tms.) sekä liian kuumalle ympäristölle (auton kojelauta kesällä, läppärin kuumentuminen sylissä tms.) on melko suuri. Pieniin koteloihin koteloidut akut ovat riski, koska pieneen koteloon asennettu akku voi vaurioitua. Laitteita käyttävät usein myös lapset. Akkujen tai niitä käyttäviä laitteita on usein samassa tilassa useita, sillä ko. akut ja tuotteet ovat hyvin yleisiä. Yleisyydestään huolimatta akkujen paloista raportoidaan vain harvoin, mikä viittaa vähäiseen yksittäisen akun riskiin.	
Vaarat: Koko ja energiamäärä ovat pieniä (< 100 Wh). Akkujen tai niitä käyttäviä laitteita on usein samassa tilassa useita.	
Haavoittuvuus: Kannettavan luonteensa vuoksi ympäristö voi olla mikä tahansa, myös ihmispaljous, lentokone tms. hyvin haavoittuvainen ympäristö. Esimerkiksi kotioiloissa akkuja voidaan säilyttää ja ladata sängyn vieressä. Tietoisuus akkuihin liittyvistä vaaroista, palokuorma, vaaran havaitsemisen taso sekä palon leviämismahdollisuus vaihtelevat kuitenkin huomattavasti ympäristöstä toiseen.	
Suojaustoimet: Vaaraa ei välttämättä tiedosteta, joten siihen ei osata varautua. Kunnollisia sammutusvälineitä ei välttämättä ole saatavilla, koska laitteet liikkuvat ihmisten mukana mitä monimaisimpiin paikkoihin. Työpaikoilla on yleensä tehty jonkinlainen pelastussuunnitelma, palovaroittimet tarkastetaan säännöllisesti ja osa tiloista saattaa olla sprinklattuja. Kotitalouksissa suojaustoimien taso on vaihtelevampi. Laitteiden mukana tulee aina olla mukana laitteen käyttöohjeet.	

Our Clients Make
the World Cleaner
and Safer.

www.gaia.fi

