

PeO:n LION-hanke ja litiumioniakkujen elinkaaren paloturvallisuus

DI Vesa Linja-aho 2024-10-31

Puhujasta

- DI Sähkötekniikasta ja elektroniikasta 2006 (TKK)
- Autoelektroniikan lehtori 2010–2020 @ Metropolia-amk
- Ryhmä- ja viestintäpäällikkö @ Sähköalan standardointijärjestö SESKO 9/2020–8/2021
- Vapaa sähköturvallisuusasiantuntija 9/2021–
- Teen työn ohessa väitöskirjaa Aalto-yliopistoon, *Electrical Safety of Emerging Technologies* (ohj. Jorma Kyyrä & Matti Lehtonen)
- SESKO SK 78 Sähköturvallisuus ja SK 21 Akut ja energiavarastot puheenjohtaja sekä SK 69 Sähköautot ja latausjärjestelmät sihteeri
- Julkaistua ammattikirjallisuutta:



Vertaisarvioituja artikkeleita

Linja-aho, V. (2024). Assessing the Electrical Risks in Electric Vehicle Repair: Results for use in Developing Safe Working Practices and Regulations. *IEEE Industry Applications Magazine*. <https://doi.org/10.1109/mias.2024.3387142>

Linja-aho, V. (2023). Perceived and Actual Fire Safety – Case of Hybrid and Electric Vehicle Fires in Finland 2015–2023. *WSEAS Transactions on Environment and Development*. <https://doi.org/10.37394/232015.2023.19.119>

Linja-aho, V. (2021). Kiinteistöjen sähköasennusten paloturvallisuus sähköautoja ladattaessa. *Pelastus- ja turvallisuustutkimuksen vuosikirja 2021*. http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_D/D1_2021.pdf

Linja-aho, V. (2020). Fatal electrical accidents in Finland 1980–2019 – trends and reducing measures. *International Journal of Occupational and Environmental Safety*, 4(2), 37–47. https://doi.org/10.24840/2184-0954_004.002_0004

Konferenssipapereita (IEEE Electrical Safety Workshop)

Linja-aho, V. (2024). Electric Vehicle Charging Safety – The State of Art, Best Practices and Regulatory Aspects.

Linja-aho, V. (2023). Advancing Electrical Safety Towards a Global Electrical Work Safety Standard. <https://doi.org/10.1109/ESW49992.2023.10188246>

LION-hanke

Pelastusopisto koordinoi, Palosuojelurahasto rahoittaa, 1.1.2024–31.12.2025. Tavoitteet:

1. Kartoittaa kansainväliset tiedonlähteet litiumioniakkujen palo- ja työturvallisuusriskienhallintaan liittyen sekä luoda yhteydet kansainväliseen asiantuntijaverkostoon vahvistaen suomalaista osaamista aiheen ympärillä.
2. Selvittää kansalliset litiumioniakkupaloihin tehdyt palo- ja työturvallisuusohjeistukset hyvinvointialueiden pelastustoimilta haastatteluin, muodostaen tilannekuvan tämänhetkisestä varautumistilanteesta.
3. Arvioida, mitkä ovat todennäköisimmät litiumioniakkujen kehityspolut seuraavan 10 vuoden aikana ja kuinka ne vaikuttavat litiumioniakkujen palo- ja työturvallisuuteen. Mitä uusia haasteita akuista on tulossa tulevaisuudessa, ja mihin hyvinvointialueiden pelastustoimen tulisi jo nyt varautua?
4. Kartoittaa palomiesten altistumisen litiumioniakkupaloissa, joiden perusteella muodostetaan suositus suositeltavimmista pelastustilanteessa käytettävistä suojavaarusteista (avoin, suljettu ja maanalaiset tilat).
5. Tuottaa **yhtenäiset ohjeet hyvinvointialueelle suositeltavimmista sammutustekniikoista ja -taktiikoista litiumioniakkupaloissa**, joista on mahdollisuus valita paras mahdollinen menetelmä eri tilanteiden vaatimusten mukaan (avoin, suljettu ja maanalaiset tilat).
6. Laatia turvaohjeistukset pelastustoimen näkökulmasta litiumioniakkujen **valmistuslinjalle, akkujen käsittelyyn kaivoskoneiden tuotantolinjalla ja kolarisähköautojen purkamiseen**. Lisäksi tarkastellaan ohjeiden yhtenäistämistä akkujen sijoittelusta kiinteistössä aurinkopaneelien energiavarastoina ja varastoitaessa suuria akkumääriä.
7. Laatia akkupaloissa altistumisesta ja siltä suojautumisen, sammutusmenetelmistä sekä **palo- ja työturvallisuusohjeista koulutusmateriaalit**.

Litiumioniakkujen vaaroja

- Lämpöryntäys ja tulipalo
 - Kaasuräjähdyks / deflagraatio
- Kemialliset vaarat
- Suurilla akuilla / akustoilla lisäksi
 - Valokaarivaara
- Ja jos jännite on $\gg 120$ V niin myös
 - Sähköiskuvaara

Litiumioniakkujen vaaroja

- Sähköisku- ja valokaarivaara riippuvat pääosin **jännitetasosta**
 - 48 V, 120 V, 400 V, 800 V vai 1600 V vai jotain muuta?
 - Suunnitteluratkaisuilla merkitystä (oikosulkuvirta, suojalaitteet, rakenne)
- Lyijy-, nikkelimetallihydridi- ja nikkelikadmiumakut eivät lämpöryntää
 - Lyijyakku voi kehittää vetyä mutta vaara on 160 vuotta vanha ja helppo hallita, pitkä kokemus ja rautalankastandardit ilmanvaihdon järjestämisestä
- Lämpöryntäys on **litiumioniakkujen** vaara numero yksi
 - Kaasuräjähdyks / deflagraatio
 - Vaikeasti sammutettava ja uudelleensyttyvä tulipalo
- Kemialliset vaarat
 - Koskevat lähinnä **kierrätystä** – ehjässä akussa kemikaalit ovat kotelossa
 - Vuotava elektrolyytti eri akkutyypeissä

Litiumioniakkupalo

- Syttyy **harvoin, hankala** sammuttaa!
- Vaarat kirjavia:
 - Purkautuvat kaasut, voivat syttyä aiheuttaen kaasuräjähdyksen
 - Lämpöryntäys ja tulipalo
 - Palokaasut myrkyllisiä – toki \approx kaikki palokaasut ovat.
- Mahdollista välttää **suunnitteluratkaisuilla**, mutta turvallinen suunnittelu ja toteutus maksaa, olipa kyseessä auto tai ydinvoimala.

Lyijyakustojen paloturvallisuus

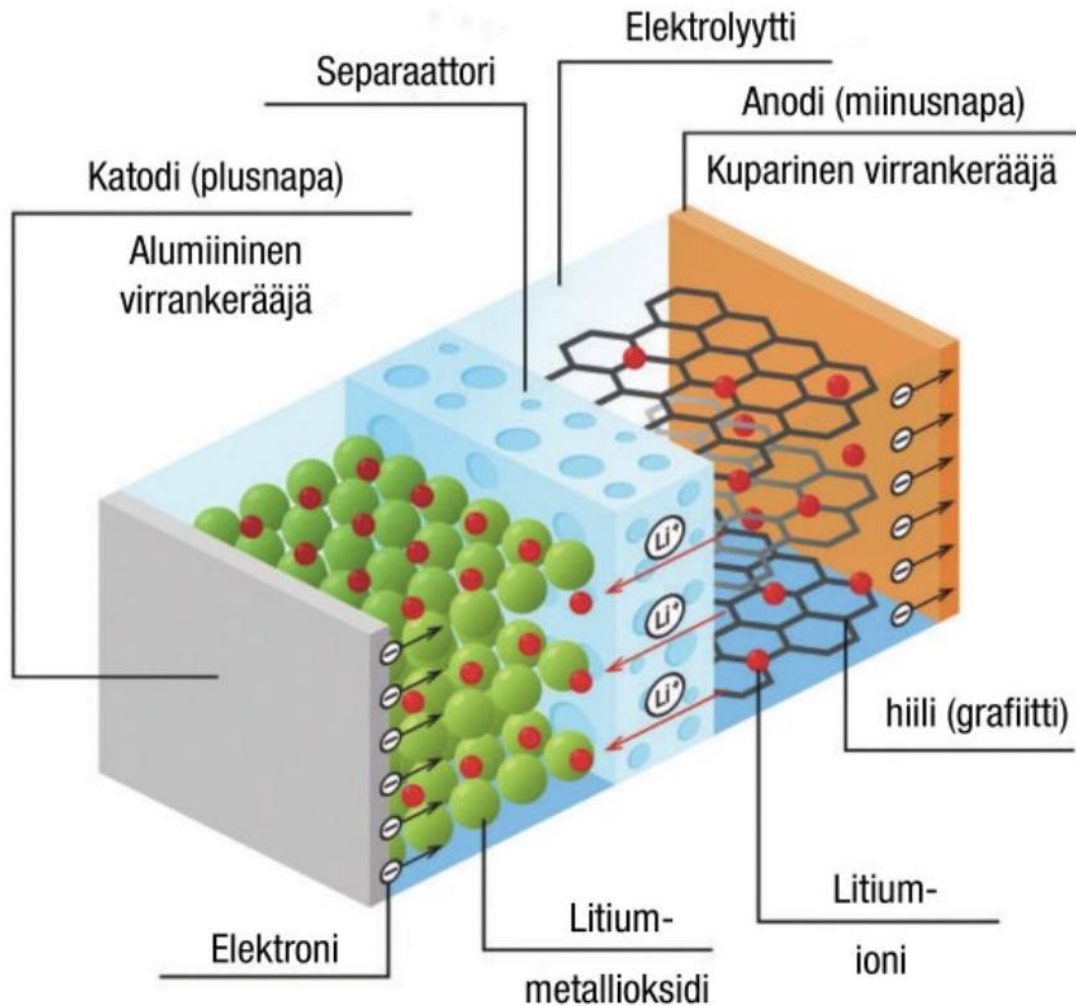
- Tuttua tekniikkaa, tulipalot harvinaisia
- Akusto on aina potentiaalinen syttymisenergian lähde, vaikka itse akku olisi paloturvallinen.
- Lyijyakku voi syttyä kennon sisäisen oikosulun seurauksena, mutta sammuu yleensä itsestään, mikäli tuote on suunniteltu oikein.
- Olennaista suunnittelussa on riittävä ilmanvaihto ja etäisyys palavaan materiaaliin

Litiumioniakuston paloturvallisuus

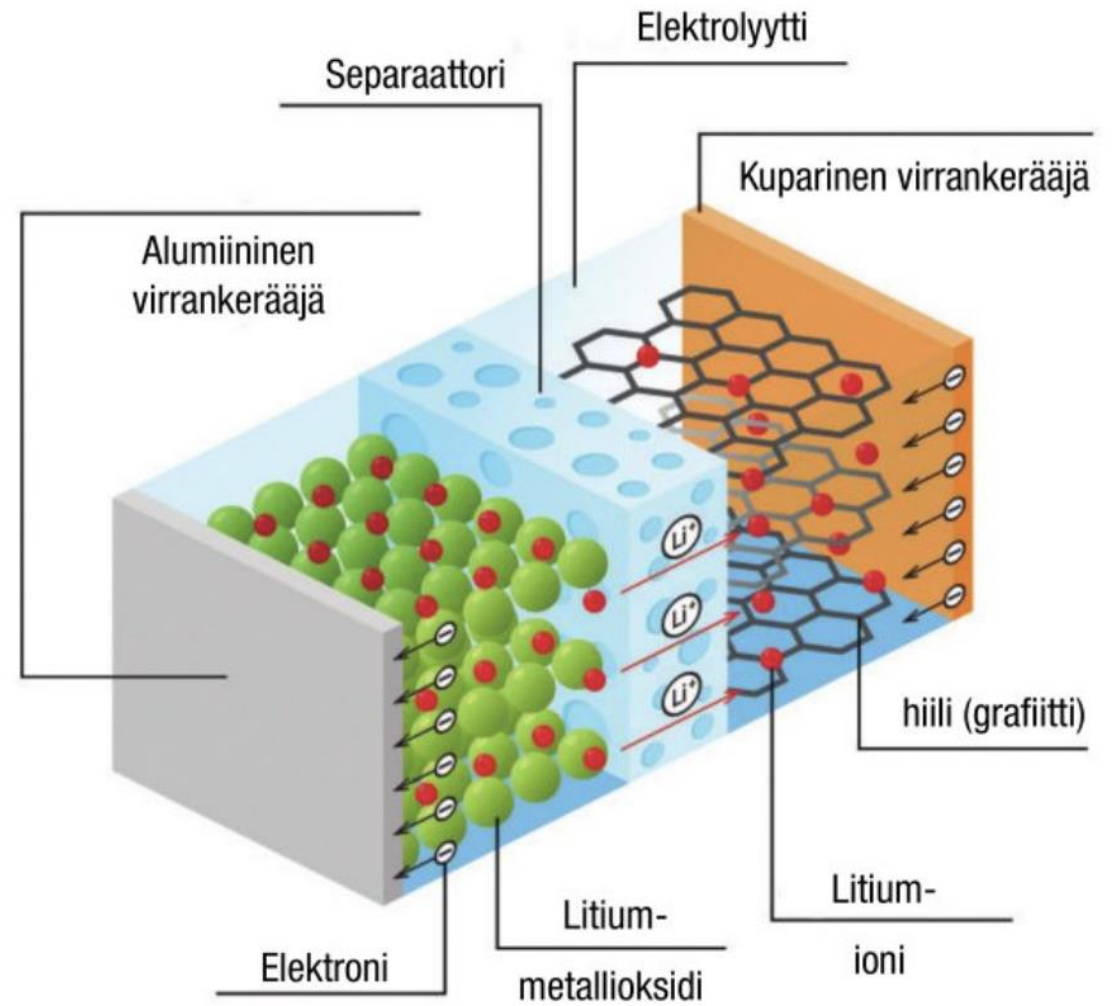
- riski = seuraukset x todennäköisyys
- On erittäin harvinaista, että litiumionikemmo syttyy palamaan. Kun se syttyy, sitä on vaikea sammuttaa ja mikäli akusto ja sijainti on väärin suunniteltu, palo voi aiheuttaa miljoonavahingot.
- Taloudelliset seikat ajavat yleensä tiiviiseen suunnitteluun: yhden kemmon lämpöryntäys etenee seuraaviin
- On merkitystä, onko kyseessä merikontti sähköasemalla vai onko energiavarasto sijoitettu kauppakeskukseen

Litiumioniakun kennorakenne

Purkaus



Lataus



Kennorakenteita (Korthauer s. 105)







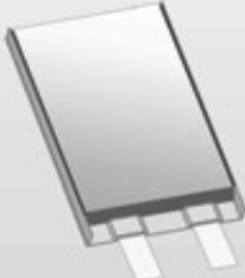

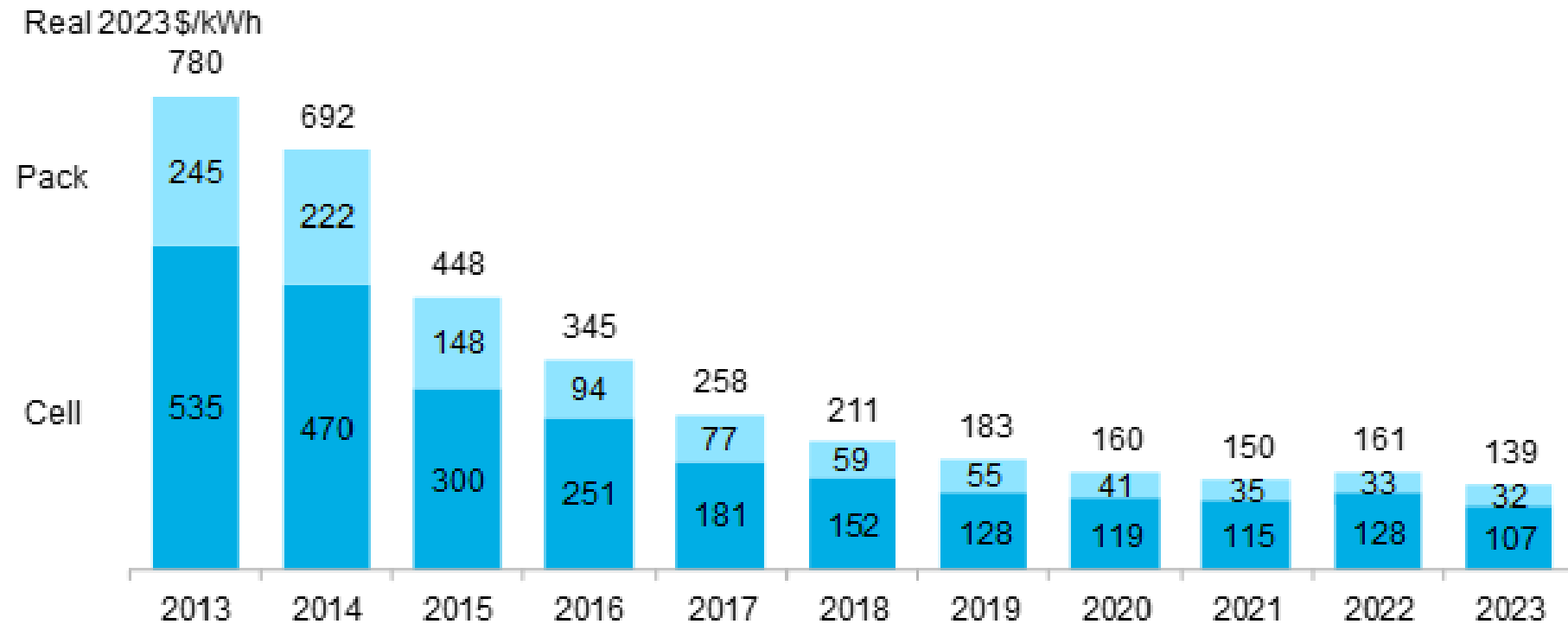
| | Cylindrical (hardcase) | Pouch cell (softpack) | Prismatic (hardcase) |
|--|--|---|---|
| Consumer  |  2 Ah |  1 Ah |  1 Ah |
| Automotive  |  6 Ah |  45 Ah |  60 Ah |

Figure 1: Volume-weighted average lithium-ion battery pack and cell price split, 2013-2023



Source: BloombergNEF. Historical prices have been updated to reflect real 2023 dollars. Weighted average survey value includes 303 data points from passenger cars, buses, commercial vehicles, and stationary storage.

Erilaisia litiumionikennoja

- Nikkelimangaanikobolttioksidi (NMC)
 - Suosittu sähköautoissa, erinomainen energiatiheys ja ominaisenergia
- Litiumrautafosfaatti (LFP)
 - Korkea lämpöryntäyslämpötila, pidetään turvallisena
 - Korkea syklikesto
 - Matala kennojännite → enemmän liitoksia
- Litiumtitanaatti (LTO)
 - Anodin grafiitti korvataan litiumtitanaatilla
 - Erittäin paloturvallinen
 - Katodimateriaalina edelleen NMC tjsp.
 - Sopii nopeasti ladattaviin laitteisiin tai laitteisiin joissa vaaditaan erittäin turvallista kennoa ja hinta ei ole ongelma (esim. ihmisen sisään tai iholle asennettava tekniikka ym. lääkinällinen tekniikka)
 - Vielä matalampi kennojännite

Kennoista kootaan akku

- Kennoja voidaan kytkeä sarjaan jolloin akun jännite kasvaa ja rinnan jolloin akun virranantokyky kasvaa.
- Esimerkiksi sähköpyörän akussa 5p13s on aina viisi kennoa rinnan ja näitä viiden kennon rinnankytkentöjä on sarjassa 13 kappaletta. Kennoja on yhteensä $5 \times 13 = 65$ kpl.
 - Akun nimellisjännite on $13 \times 3,7 \text{ V} \approx 48 \text{ V}$
- Suuremmat akut kootaan yleensä kenno \rightarrow moduuli \rightarrow akku. Moduulit voivat sijaita samassa akkukotelossa tai eri paikoissa.



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Expanded_lithium_ion_polymer_battery_from_an_Apple_iPhone_3GS.jpg



Akkukotelon kansi



Korkeajännitejohtosarja



Korkeajänniteliittimet

Ohjauselektronikka



Akkukennot

Akkumoduulit

Akkukotelo



Akkukotelon pohja



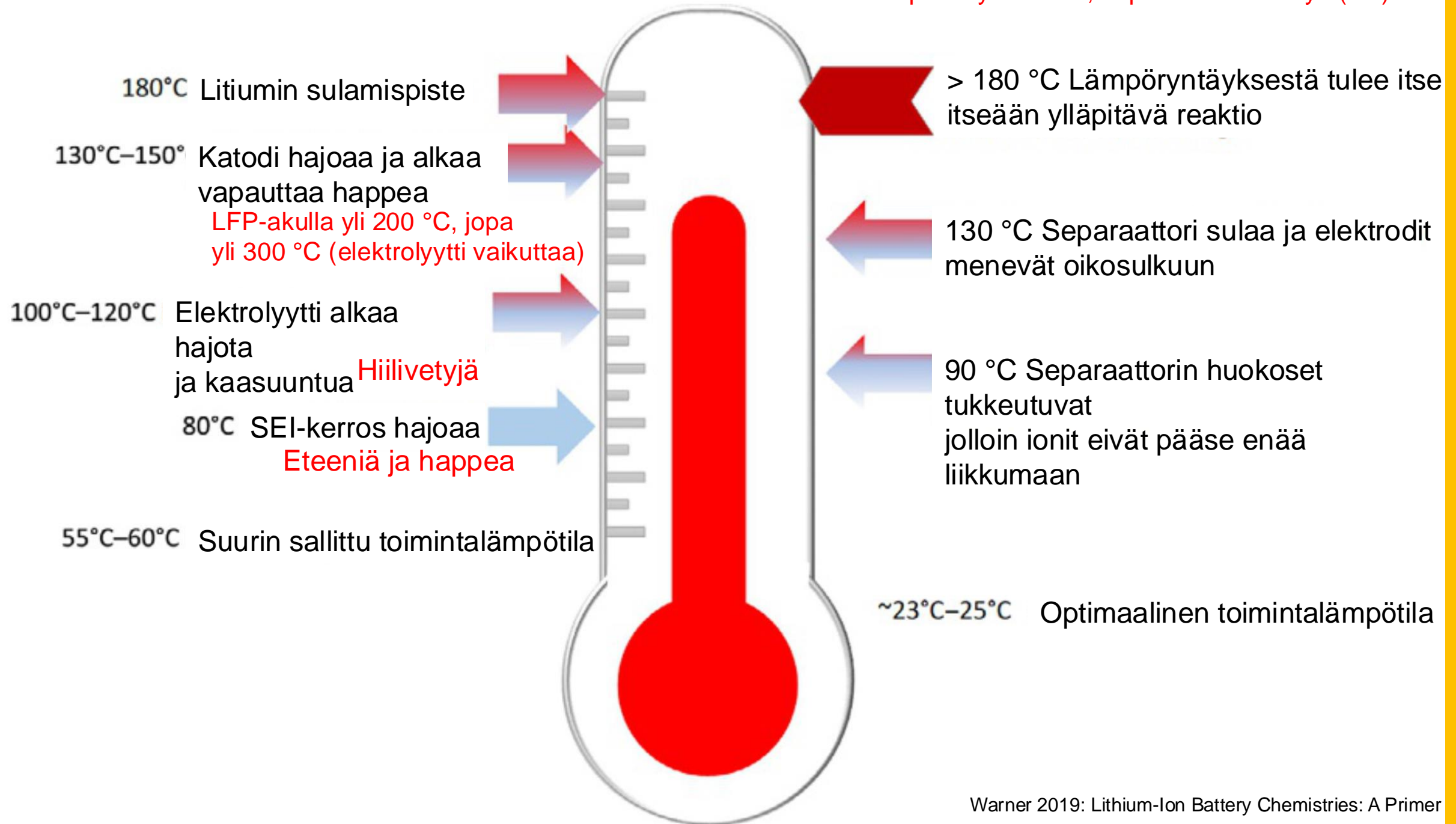
Jäähdytysjärjestelmä

Kuva: Daimlerin pressikuva suomennettuna

Lämpöryntäys (thermal runaway)

- Kennon ylikuumenemisesta ja/tai mekaanisesta vaurioitumisesta käynnistyvä sarja reaktioita, jotka ruokkivat lämmön nousua entisestään ja lopulta seurauksena voi olla itse itseään ylläpitävä tulipalo.
- Haastavimpia ovat monikennoiset akut (esim. sähköpyörä), jossa tapahtuma voi kestää kymmeniä minuutteja (lämpöpropagaatio kennosta kennoon) ja joissa pieni tila on suunnitteluvaatimus
- Energiavarastoissa on yleensä tilaa riittävästi ja mekaaniset rasitukset ovat harvinaisia.

Kun lämpötila yli 200 °C, vapautuu fluorivetyä (HF)

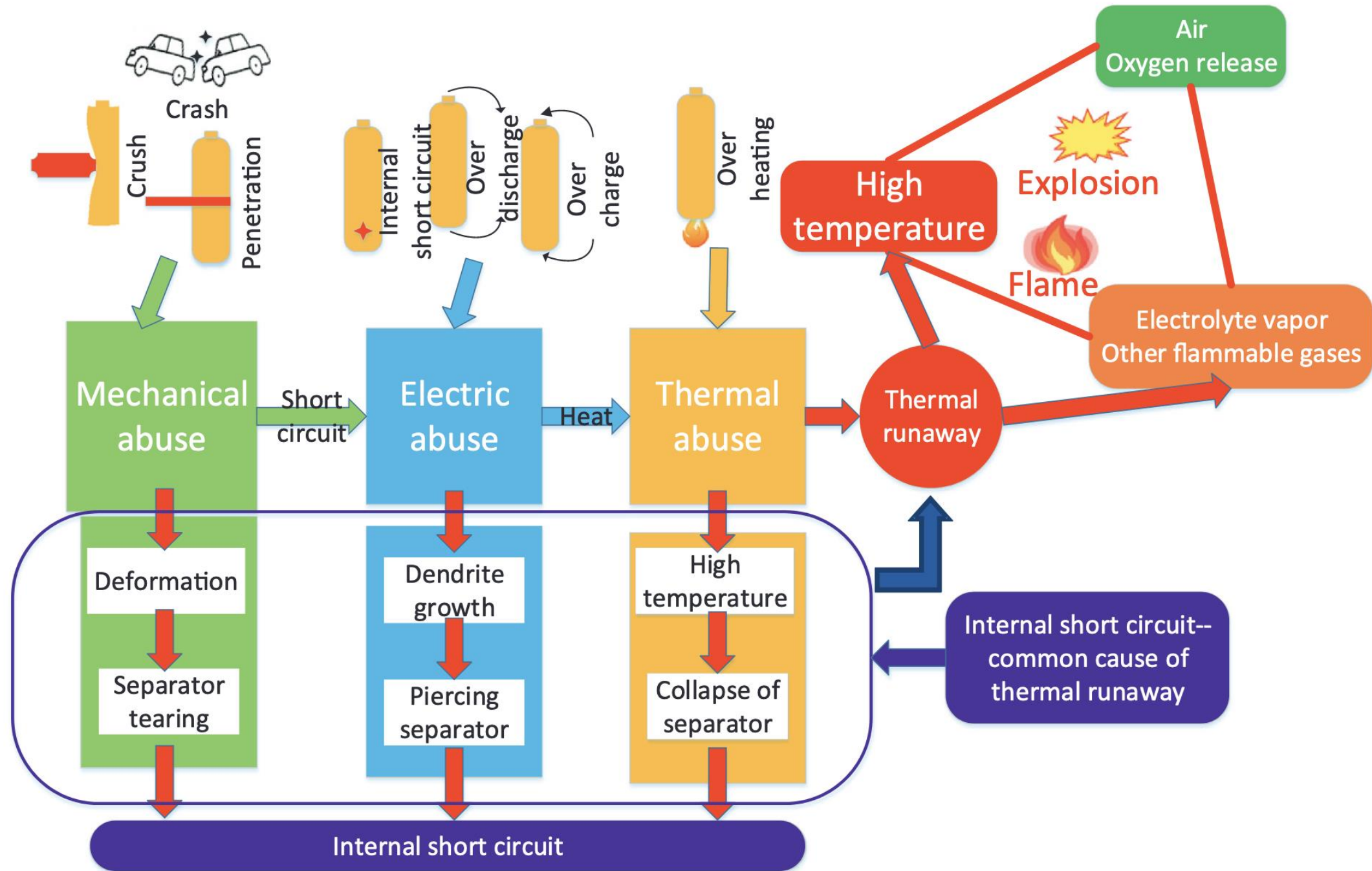


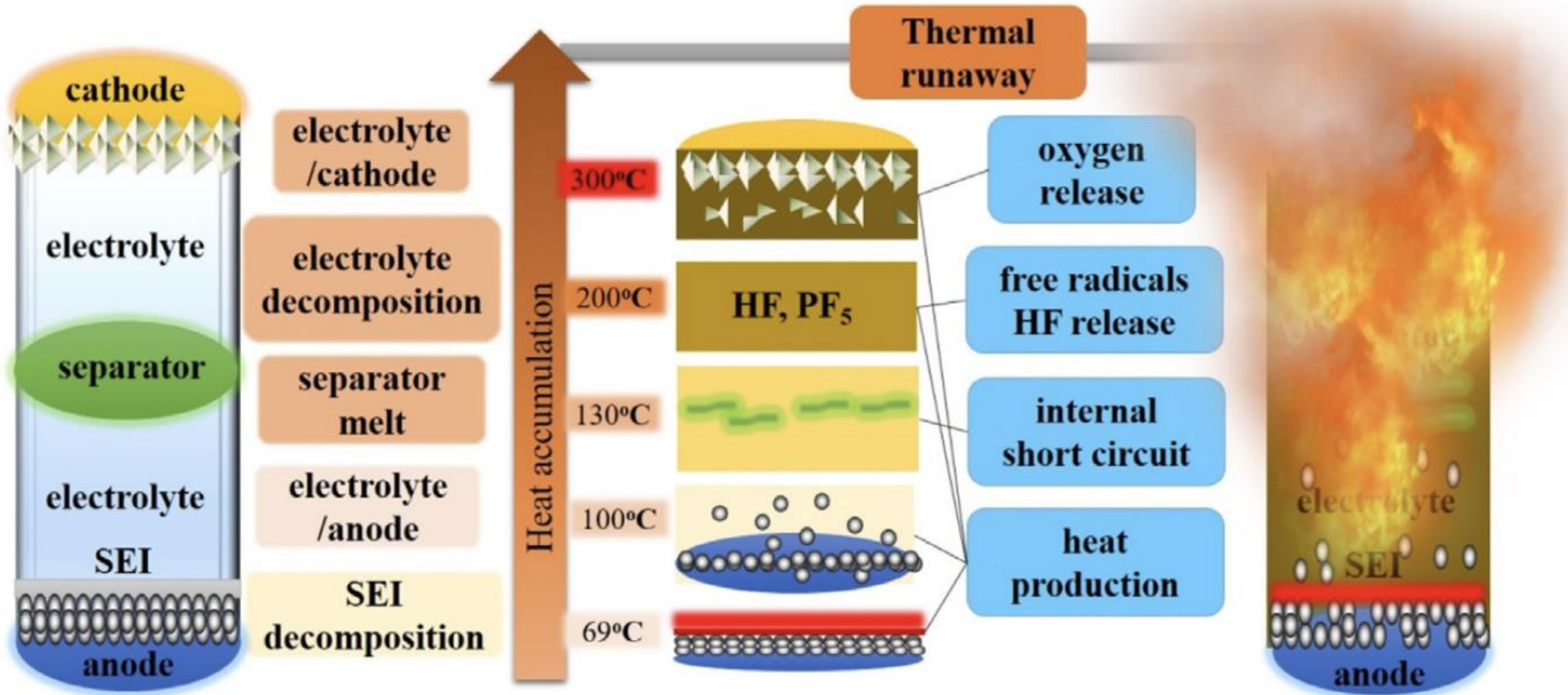
Perusteellinen ”kotiläksy”

Wang ym. (2019): A review of lithium ion battery failure mechanisms and fire prevention strategies, Progress in Energy and Combustion Science,

<https://doi.org/10.1016/j.pecs.2019.03.002> .

Yksi haaste akkututkimuksissa on kennojen kirjavuus (katodimateriaali, elektrolyytti, lisäaineet, separaattori...) – ja jopa samalla kennomallilla voi puhkaisukokeessa olla ensimmäisellä kerralla reaktiona tussahdus savua ja toisella kerralla 2-metrinen liekki.





Kuinka paljon tapahtuu Suomessa?

- Suomessa ei toistaiseksi akkuenergiavarastojen paloja – toisaalta suuria energiavarastojakin on \approx kymmeniä, pian satoja.
- Pienten litiumioniakkujen aiheuttamia pelastustehtäviä vuosittain kymmeniä, ja tähän päälle tulevat vielä vakuutusyhtiöiden korvaamat (muutamia satoja vuosittain).
 - Määrä on vähäinen, kun otetaan huomioon, että litiumioniakkuja on Suomessa arviolta kymmeniä miljoonia.
- Paikallisakustoihin liittyvät rakennuspalot yleensä aurinkosähköjärjestelmistä / niiden akustoista. Myös muutamia varavoima-akkupaloja.

Tapauksia Suomesta: rakennuspallo

- 2021: Sähkötilassa akkukennosto syttynyt palamaan. Runsasta tummaa savua oven tiivisteiden välistä myös toiseen tilaan. Alkusammutusta ei yritetty, koska savunmuodostus oli niin runsasta, että ei ollut turvallista mennä tilaan. Pelastuslaitos tiedusteli tilan, paloasu ja paineilmalaitte suojaustasona. Runsaasti tummaa savua, tiedustelutuloksena että palo on sammunut itsestään. Savutuuletus toimenpiteenä.
- 2017: Vesitornissa olevan tukiaseman akusto syttynyt palamaan. Vesilaitos saanut tornista vikahälytyksen, jota lähteneet tarkistamaan ja soittaneet 112. Akuston metallisen suojakaapin ovi oli lentänyt palon/räjähdyksen voimasta auki. Akusto oli sulanut kokonaan. Palo ei levinnyt kopin ulkopuolelle. Alkusammutusta ei yritetty, koska savukaasuja oli koko tila täynnä. Akusto paloi pienellä liekillä jonka pelastuslaitos sammutti nestesammuttimella.

Kiinteät akustot harvinaisia tulipaloissa

- Pronto-kirjauksia rakennuspaloista, joissa mainitaan akusto, on vain muutamia (1–3) vuodessa. Tyypillisin tapaus on mökin aurinkosähköjärjestelmä.

Tapausesimerkki: Arizona, huhtikuu 2019

- Kuuluisin onnettomuus, mm. neljän loukkaantuneen pelastajan takia.
- Kontista automaattinen palohälytys. (2 MWh järjestelmä)
- Pelastajien saapuessa paikalle sieltä tuli valkoista savua.
- Tarkkailtiin useita tunteja.
- Kun savun tulo lakkasi, ryhmä päätti avata kontin oven.
- Kolmen minuutin kuluttua oven avaamisesta tapahtui humahdus, joka vahingoitti neljää pelastajaa. Myös yksi paikalla ollut poliisi vietiin sairaalaan tarkkailtavaksi.
- Palon juurisyy oli kennossa tapahtunut lämpöryntäys. Itse lämpöryntäyksen syytä ei tiedetä (todennäköisesti viallinen akkukenno).



Tapausesimerkki: Peking, huhtikuu 2021

- 25 MWh energiavarasto oli sijoitettu kauppakeskuksen katolle.
- Paloa sammutettaessa tapahtui räjähdys, joka johti kahden palomiehen kuolemaan.
- Tutkintaraportin mukaan ennen tulipaloa järjestelmässä oli tehty vianetsintätyötä.
- Räjähdyksen tarkka syy ei selvinnyt tutkinnassa.

Tapauseesimerkki: Australia, heinäkuu 2021

- Kyseessä oli Teslan 300 MW:n ja 450 MWh Megapack-järjestelmä, joka koostuu 3 megawatin yksiköistä, jotka on rakennettu valmiiksi merikontteihin.
- Yksi konteista syttyi, ja aiheutti kolme päivää kestäneen tulipalon.
- Palonsyöntutkinnan mukaan palo aiheutui mitä todennäköisimmin jäähdytysnestevuodosta, joka aiheutti oikosulun.
- Onnettomuuteen myötävaikutti se, että kyseinen Megapack-yksikkö oli kytketty huoltotilaan, jolloin sen turvajärjestelmät eivät olleet käytössä eikä viasta saatu ajoissa hälytystä.

Akkuja ja pattereita sisältänyt rekan perävaunu paloi Ylivieskassa – Pelastuslaitos muistuttaa ihmisiä noudattamaan vaaratiedotteen ohjeita

Palosta levisi terveydelle haitallista savua ympäristöön. Vaaratiedote koski Ylivieskan Lunkikankaan ja Hamarin aluetta.

Kuuntele juttu 3:37



Rekan perävaunu paloi Ylivieskan Koskipuhdon alueella sijaitsevan Nordec Oy:n tontilla. Kuva: Juha Kemppainen / Yle

ROOSA SARAJÄRVI, PEKKA LOUKKOLA

21.9.2023 14:15 · Päivitetty 21.9.2023 19:37

Jaa

Kotiroskiksesta jäteautoon päätynyt akku ja kaiutin olivat aiheuttanut tulipalon

Kuuntele



Tällä viikolla saimme muistutuksen siitä, että teippeamattomat akut ja paristot ovat suuri paloturvallisuusriski väärin lajiteltuna. Kotiroskiksesta jäteautoon päätyneet kaiutin ja puhelimen akku olivat nimittäin aiheuttanut tulipalon jäteautossa. Onneksi kuljettajamme huomasi auton perästä nousevan savun ja sai pelastettua tilanteen ajoissa.

[Etusivu](#) / [Paikalliset](#)

Jäteauton kuorma syttyi palamaan Pertunmaalla, auto säästy – Jätteet purettiin tien viereen sammutettavaksi

Tiina Knaappila

17.1.2022 16:50 | Päivitetty 18.1.2022 10:42

Kotimaa | Oulu

Oulun kauppakeskuspalon syy selvisi: Paristonkeräyslaatikko syttyi tuleen

Paristonkeräyslaatikossa olleiden paristojen oikosulusta syttyi tulipalo maanantaina K-Citymarketissa Oulussa.



Käytetyt paristot ja akut tulisi jättää keräysastioihin navat teipattuina. KUVA: PIHLA LOULA / HS

Pihla Loula HS

12.3. 20:30 | Päivitetty 12.3. 22:34

KAKKURIN K-Citymarketissa maanantaina iltapäivällä syttynyt tulipalo sai alkunsa paristonkeräyslaatikossa olleiden paristojen oikosulusta, tiedottaa Pohjois-Pohjanmaan pelastuslaitos.



UUTISET | [ARKISTO](#)

Sähkökärpäslätkä sytytti todennäköisesti jäteauton kuorman palamaan Tapulintiellä – palo on sammutettu eikä vahinkoja juurikaan tullut

Markus Puolakanaho

22.06.2022



Lapecon jäteasemalla Sodankylässä syttyi tulipalo, syynä ehkä sähkölaitteen akku

Henkilökunta sammutti palon. Jätehallissa palanut jätekaasa siirrettiin asfaltoidulle kentälle, jossa varmistettiin, ettei jätteisiin jäänyt palopesäkkeitä.



Sähkölaitteiden akkuja ja paristoja ei saa laittaa poltettavaan sekajätteeseen, Lapeco muistuttaa. Kuvituskuva. Kuva: Vesa Toppari / Yle

MARJUKKA TALVITIE

27.9.2022 16:09

Jaa

Muutama nosto

- Murskaimen magneettierottimen läpi oli kulkenut jotain syttyvää, luultavimmin akku, joka oli syttynyt palamaan. Paikalla olleet henkilöt yrittivät ottaa käyttöön noin 15 m päässä ollutta pikapalopostia. **Tämä ei onnistunut, koska he eivät osanneet kytkeä sitä toimintaan.** Löytyi jauhesammutin, jonka avulla saatiin paloa rajoitettua mutta ei sammutettua kokonaan.
- Elektroniikkaromua sisältävä kontti syttynyt palamaan. Kontti paloi ja savutti voimakkaasti pelastuslaitoksen saapuessa paikalle.

Muutama nosto

- Kaatopaikkajätteeseen heitetty sähköpotkulauta sytytti roska-auton kuormatilaan pienen palonalun. Akku mennyt oikosulkuun mekaanisen puristuksen vuoksi ja aiheuttanut lämpöpurkautumisen, sytyttäen ympärillä olevan roskamateriaalin palamaan.
- Asukas oli kuullut keittiöstä pamauksen ja havainnut savua tulevan tiskipöydän alakaapista. Aukaistessaan kaapin hän oli havainnut liekkejä tulevan muovisesta patterien säilytysastiasta. Hän siirsi pyyhkeen avulla astian vessan lavuaariin ja sammutti palon vedellä. Palovaroitin reagoi savuun, kun astiaa siirrettiin. Astiassa oli AA-, C- ja nappiparistoja. Paristojen napoja ei ollut teipattu.

Muutama nosto

- Kauppakeskuksesta tuli automaattisen paloilmoittimen kautta hälytys. Paikan päällä selvisi, että puhelinkorjaamossa oli ollut pieni palonalku: asiakas oli tuonut puhelimen korjaamoon, jossa työntekijä irrotti akun puhelimesta ja jätti akun pöydälle. Noin 10 minuuttia tämän jälkeen akku syttyi palamaan. Työntekijä pudotti akun lattialle ja potkaisi sen lattialla eteenpäin.
- Liiketilän lattialla pahvilaatikossa n. 100 kpl erilaisia, eri muotoisia, eri kokoisia ja eri kuntoisia akkuja ja yksi puhelin. Palokunta otti laatikon sisältöineen mukaan jätti sen paloaseman takapihalle avarahkoon paikkaan koska sitä ei uskaltanut jättää liiketilaan ilmeisen uudelleensyttymisvaaran takia.

Pari sanaa sähköautojen akuista

- Latauslaitteiden keuhnoista sähköasennuksista ja/tai kunnossapidon laiminlyönnistä syttyvä palo on todennäköisempi kuin akkupalo.
- Sähköautojen, etenkin henkilöautojen akut ovat poikkeuksellinen tuote: tilaa on käytössä erittäin rajoitetusti, joten kennot on pakko pakata tiiviisti mikä lisää lämpöpropagaation todennäköisyyttä.
- Paras tapa varautua sähköauton akkupaloon on huolehtia peruspaloturvallisuudesta (paloilmaisimet, savunpoisto...)

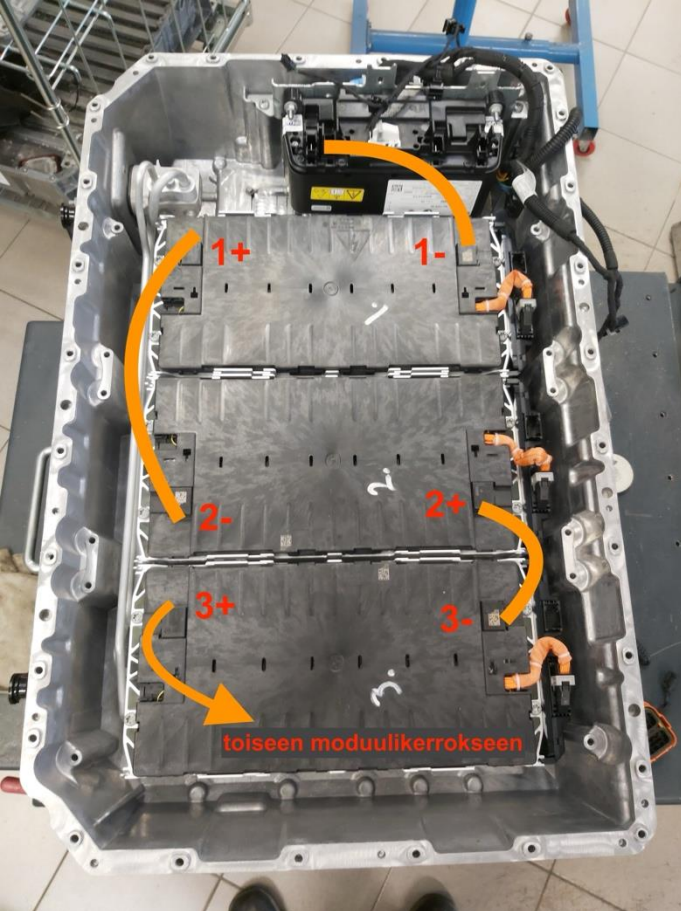


| Vuosi | Henkilöauto | Pakettiauto | Kuorma- auto | Bussi |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-----------------|--------|
| 2015 | 1 303 | 155 | 197 | 53 |
| 2016 | 1 320 | 150 | 205 | 57 |
| 2017 | 1 242 | 146 | 209 | 44 |
| 2018 | 1 296 | 143 | 247 | 51 |
| 2019 | 1 275 | 161 | 236 | 48 |
| 2020 | 1 239 | 148 | 204 | 31 |
| 2021 | 1 214 | 165 | 248 | 31 |
| 2022 | 1 174 | 144 | 263 | 40 |
| Tulipaloja | 10 063 | 1212 | 1809 | 355 |
| Vuosikeskiarvo | 1258 | 152 | 226 | 44 |
| Autoja (2019) | 2 720 307 | 330 671 | 95 141 | 12 577 |
| Tulipaloa per 10000 ajoneuvoa | 4.6 | 4.6 | 23.8 | 35.3 |

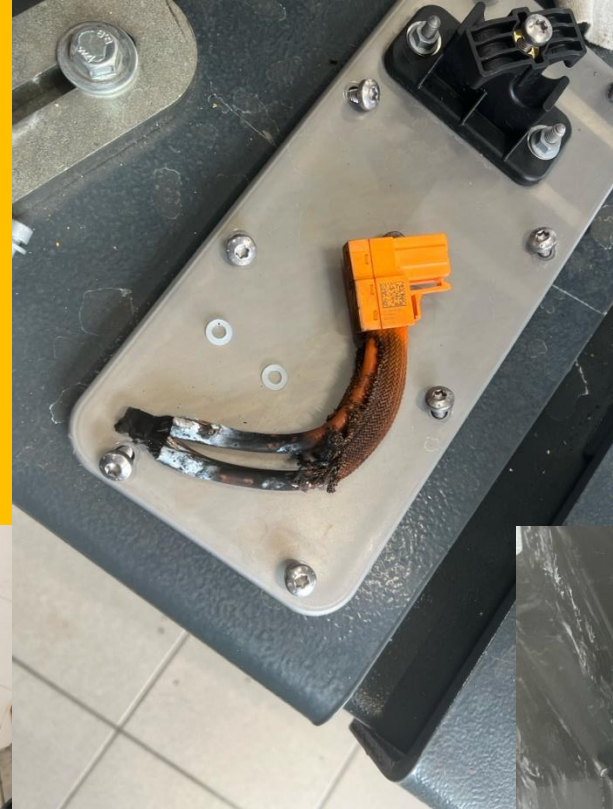
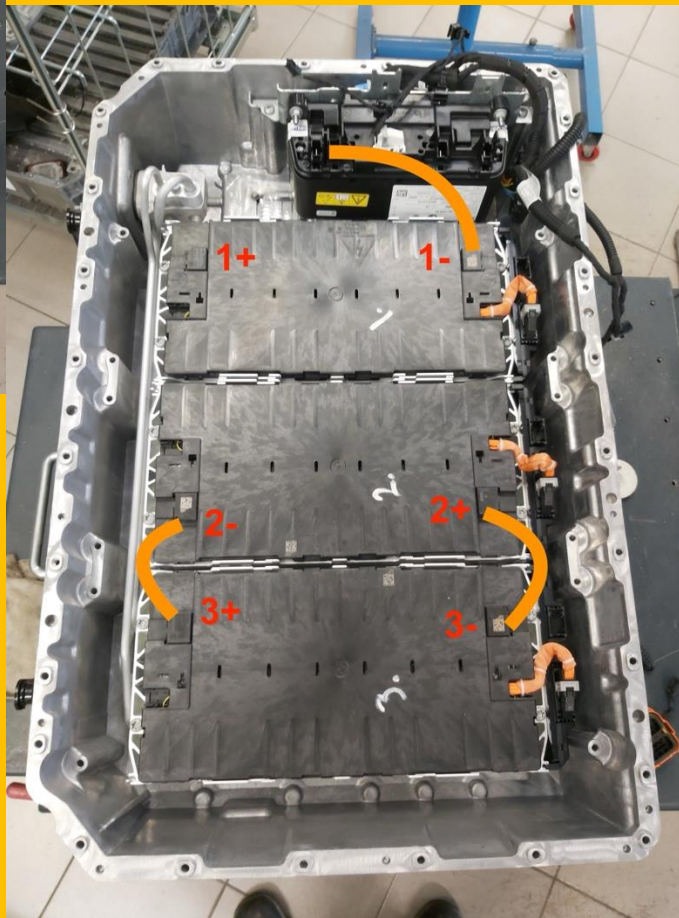
| Vuosi | Paloja yhteensä | Täyssähkö | Lataushybridi | Hybridi | Muu |
|-------|-----------------|-----------|---------------|------------|------------------|
| 2015 | 2 | 0 (614) | 0 (1017) | 1 (14055) | 1 (hybridibussi) |
| 2016 | 3 | 0 (844) | 0 (2437) | 2 (19250) | 1 (konttilukki) |
| 2017 | 0 | 0 (1449) | 0 (5719) | 0 (28519) | |
| 2018 | 3 | 1 (2404) | 1 (13095) | 1 (41696) | |
| 2019 | 3 | 1 (4661) | 0 (24704) | 2 (58632) | |
| 2020 | 4 | 0 (9697) | 2 (45621) | 2 (77357) | |
| 2021 | 6 | 1 (22921) | 1 (76990) | 4 (105465) | |
| 2022 | 4 | 0 (44889) | 3 (104039) | 1 (131174) | |
| 2023 | 19 | 6 (83765) | 10 (135090) | 1 (152338) | 2 bussia |

Sähköiset vaarat

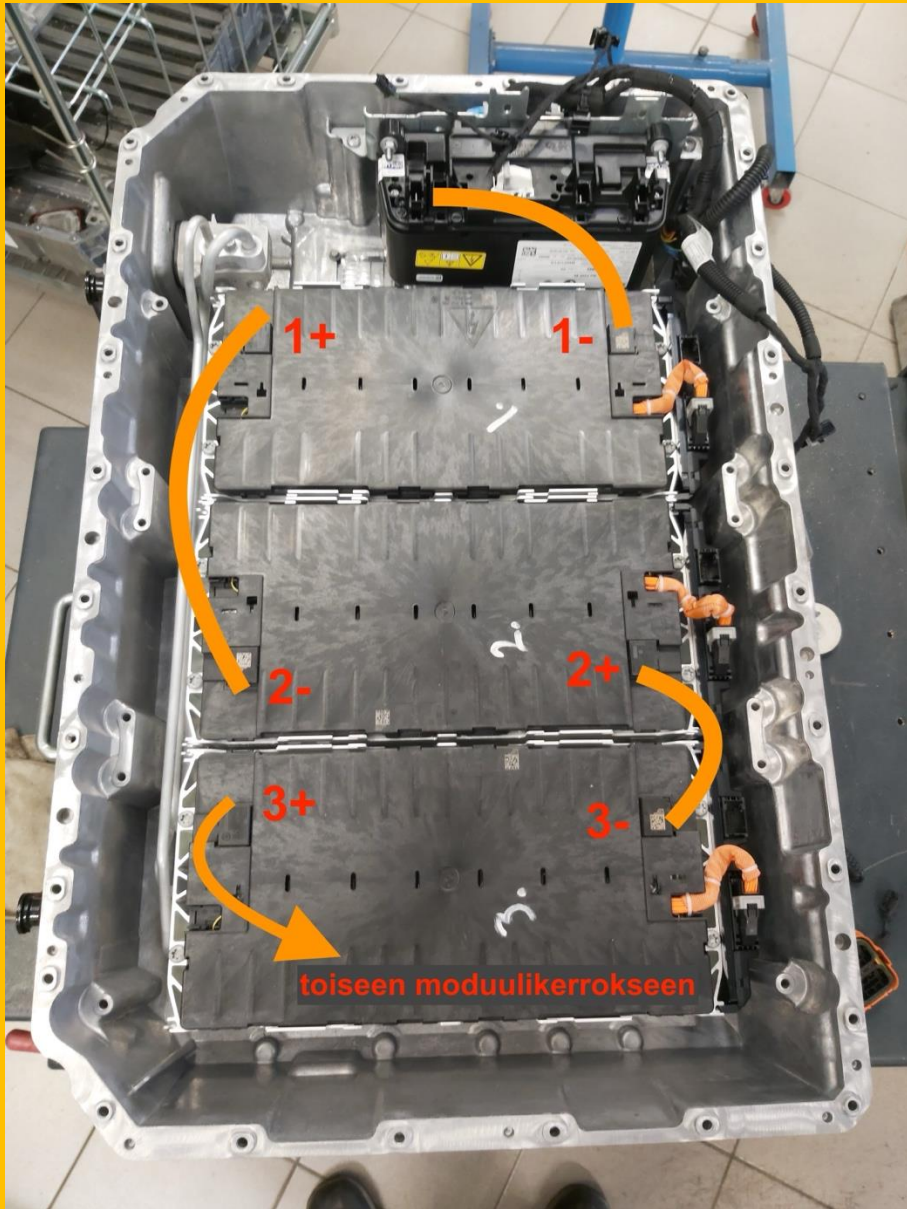
- Suomessa ei ole sattunut (viranomaisten tai allekirjoittaneen tietoon tulleita) sähköajoneuvojen akkuihin liittyviä varsinaisia sähkötapaturmia, kaikki ovat olleet palonalkuja tai tulipaloja.
 - Muutamia läheltä piti –tilanteita oikosuljettaessa vahingossa akkua, seurauksena kipinöintiä tai pieni tulipalonalku
- Paikallisakustojen kanssa tapahtuneet viranomaisten tietoon tulleet sähkötapaturmat ovat nekin voittopuolisesti valokaaritapaturmia.



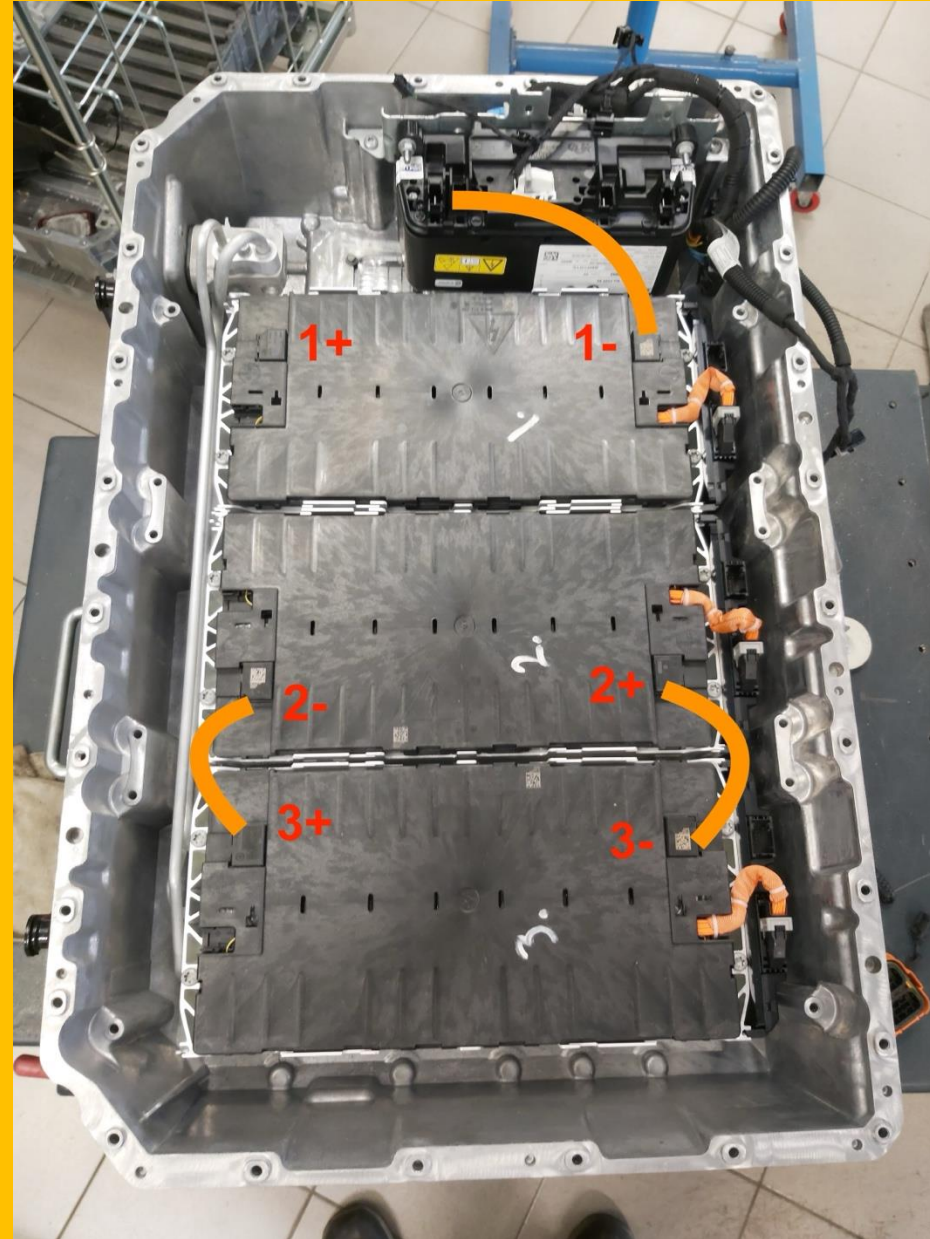
Läheltä piti –tilanne Suomesta:
kaksi 60 V moduulia kytkettiin
vahingossa silmukaksi → pieni
akkupalo, ei henkilövahinkoja.



Oikein



Väärin



Määräystiivistelmä

- SFS 6000-5-57: ”Li-ion kennoista rakennetun akun on täytettävä samat vaatimukset kuin kokonaiset akkutuotteet. Minimivaatimukset on annettu standardissa SFS-EN 62619.”
- 62619-standardin mukaan kennosta tai akusta saa tulla ”toimintasavu” pihalle, mutta se ei saa syttyä.
- Suurilla järjestelmillä (>> 100 kWh) Järjestelmävalmistajan ohjeet yleensä IEC/UL/NFPA-vaatimukset täyttäviä:
 - Vikatila tunnistetaan ja siitä annetaan hälytys
 - Palavien kaasujen kertyminen estetään
- SFS 6000-5-57 570.6.7 Valmistajan ohjeiden mukainen suojaus räjähdysvaaran pienentämiseksi toteutettava

7.3.1 General

The purpose of the test is to determine that an internal short-circuit within a cell will not result in fire of the entire battery system or fire propagating outside the battery system. This shall be demonstrated either at the cell level according to 7.3.2 internal short-circuit test or at the battery system level according to 7.3.3 propagation test.

To judge that an internal short between the positive and negative electrodes or substrate has occurred, it is acceptable to use a voltage drop of less than 50 mV if a high accuracy voltage meter with enough accuracy to detect the voltage drop is used, and the actual short-circuit location can be confirmed with an inspection of the internal short-circuit location on the sample after the test.

The applied pressure and the voltage behaviour shall be recorded, and the appearance of the short-circuit location shall be recorded by photograph or other means.

c) Acceptance criteria

No fire.

7.3.3 Propagation test (battery system)

a) Requirement

This test evaluates the ability of a battery system to withstand a single cell thermal runaway event so that a thermal runaway event does not result in the battery system fire.

b) Test

The battery system is fully charged and then left until the cells stabilize in an ambient temperature of $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. One cell in the battery system (hereafter target cell) is e.g. heated by laser until the cell enters into thermal runaway. After thermal runaway in the cell is initiated, the triggering source is turned off and battery system is observed for 8 h. See Annex B for an example test procedure by laser.

Other methods than the laser to initiate thermal runaway in one cell are allowed. See Annex C.

The battery system may be modified to facilitate the thermal runaway of the target cell. The modification should be minimized and it shall not affect the thermal properties of the battery system.

The method used to initiate a thermal runaway in the target cell shall be described in the test report.

c) Acceptance criteria

No external fire from the battery system, no battery system case rupture.

If the battery system has no outer covering, the manufacturer shall specify the area for fire protection.

NOTE Fire or battery system case rupture caused by the target cell is acceptable because the first thermal runaway is intentionally made for the test purpose as a trigger.

Muista! Tuleva SFS 6002 -standardi

- Huom! Yksityiskohdat saattavat vielä muuttua lausuntokierroksella tulleen palautteen perusteella.
- Kokonaan uusi liite tasasähkön vaaroista, liite T.
- Autoalan liitettä U uusittu ja laajennettu.
- Uusi liite S valokaarisuojavarusteiden valinnasta.
- Lausuntokierros meneillään 8.11. asti, lisätietoa:
 - lausunto.sfs.fi
 - Allekirjoittaneelta (linjaaho@gmail.com)
 - SESKOn toimistolta (asiakaspalvelu@sesko.fi)

75 km/h Dekra



Paloturvallisuus – pohdittavaa

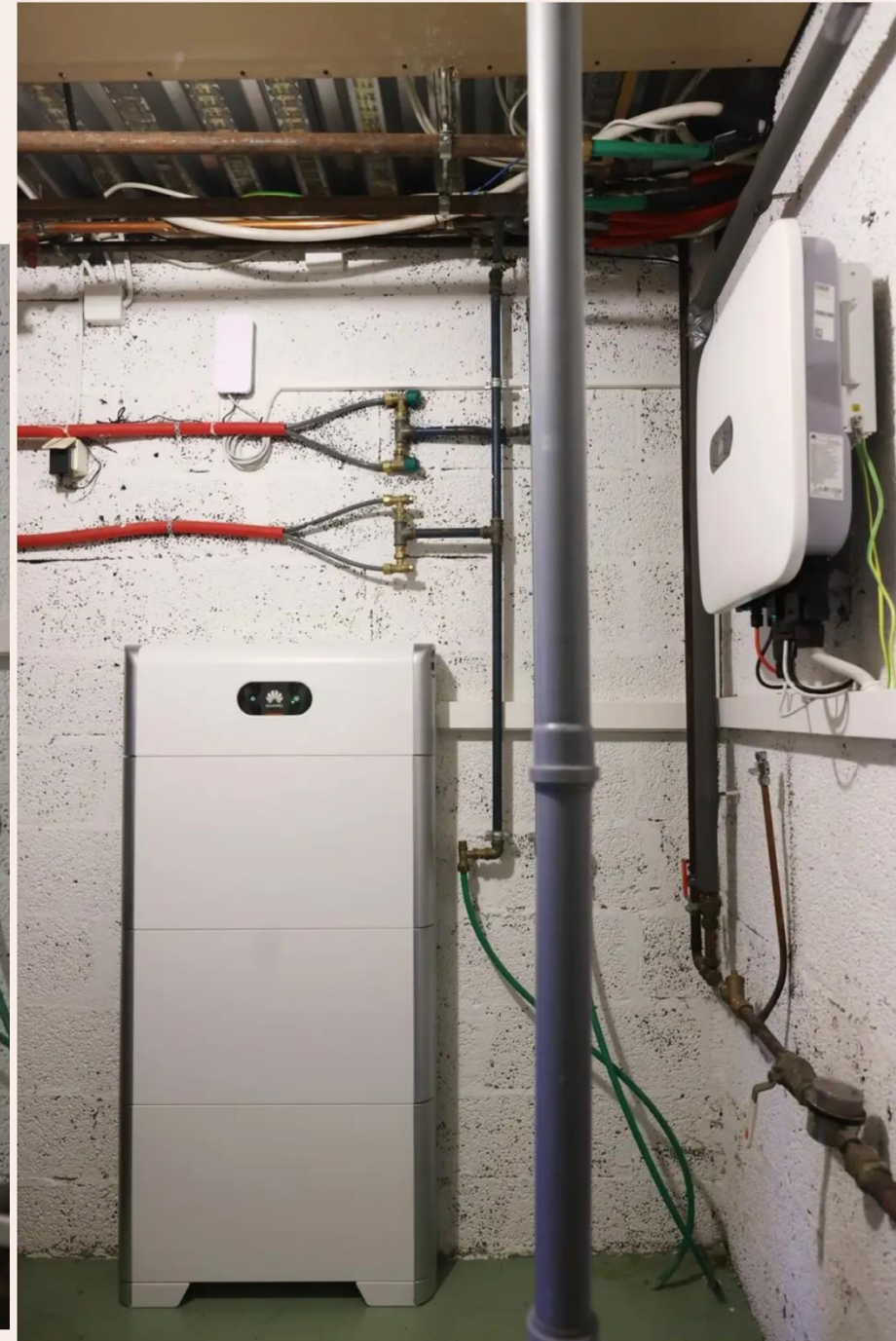
- Suurten kansainvälisten toimijoiden energiavarastot on lähtökohtaisesti suunniteltu turvallisiksi (IEC, UL)
- Sijoittamispaikassa tulisi miettiä etukäteen, mitä tapahtuu jos akku palaa
 - Omakotitalossa pannuhuoneeseen – mutta entäs jos sellaista ei ole?
- Jos tuotetta myydään Suomessa ja sen asentaminen on laillista, vaikea suitsia mitenkään (eikä tarvettakaan)
 - Pian kotiakkuja (\approx 10–15 kWh) rivitaloissa?
- Vaarallisimpia (seuraukset x todennäköisyys) ovat kehnolaatuiset keskikokoiset kannettavat akut (sähköpyörät ym.) väärässä käytössä
 - Sähköautojen akut laadukkaita vaikka hitaita sammuttaa
 - Isot energiavarastot sijoitetaan huolellisesti ja suunnitellaan ammattimaisesti

Tämä tuote lupaa satojen eurojen säästöä sähkölaskuun – ”Jäimme aika kauas lupauksista”

Energia | Akkukauppiat ottavat oikeuden käyttää asiakkaan akkuja sähköjärjestelmän tasapainottamiseen. Palvelun kannattavuutta kuluttajalle on vaikea laskea. Tutkija pitää joidenkin yhtiöiden lupauksia täysin epärealistisina.



Espoolainen Timo Raito hankki omakotitaloonsa syyskuun puolivälissä kotiakun. Se lataa sähköä silloin kun sähkö on halpaa ja purkaa sitä, kun sähkö on kallista. Elisa hallitsee akkua etäohjauksella. Kuva: Sami Kero / HS



Raidot rakennuttivat kotinsa 30 vuotta sitten. Öljykattila vaihtui noin kymmenen vuotta sitten maalämpöön. Pannuhuoneessa oli siksi hyvin tilaa akulle ja invertterille. Kuva: Sami Kero / HS

Tarvitaan yksinkertaisia ohjeita!

- Järjestelmissä on eroja, mutta peruseriaatteet kaikissa samat
- Olennaisten ohjeiden tulee mahtua yhdelle sivulle
- Ohjeet tulisi kierrättää riittävän laajalla lausuntokierroksella ja käsitellä perusteellisesti – myös päivittää säännöllisesti.



GENERAL PROCEDURES FOR HYBRID AND ELECTRIC VEHICLE FIRE SUPPRESSION

GENERAL

- Use standard vehicle firefighting equipment and tactics in accordance with department SOPs/SOGs.
- Hybrid and electric vehicles do not require special equipment for fire suppression/extinguishment.



Use Full PPE and SCBA

PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT

- All personnel should wear and utilize full PPE and SCBA as required at all vehicle fires.

EXTINGUISHING AGENTS

- Use water or other standard agents for vehicle fires.
- The use of water does not present an electrical hazard to firefighting personnel.
- If an HV battery catches fire, it will require a large, sustained volume of water.



Safe to Use Water

WARNINGS

- If using water to extinguish/suppress a high voltage battery, use a large volume of water. Using only a small amount could allow dangerous toxic gases to be released.
- If a Lithium Ion (Li-Ion) HV battery is involved in a fire, there is a possibility that it could reignite after extinguishment. If available, use thermal imaging to monitor the battery. Do not store a vehicle containing a damaged or burned Li-Ion HV battery in or within 50 feet of a structure or other vehicle until the battery can be discharged.

NOTE:

Because high voltage batteries are in protective cases, it is very difficult to get any extinguishing agent directly onto the burning cells. The application of large volumes of water may cool the high voltage battery sufficiently to prevent the propagation of fire to adjacent cells.