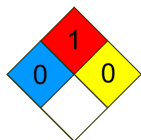


Litiumioniakut

Viimeksi päivitetty 18.08.2026



Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1272/2008 (ns. CLP-asetuksen) mukaiset varoitusmerkit

CAS-numero -

Indeksinumero -

EY-numero (EINECS-numero) -

YK-numero 3480 (litiumioni-akut (mukaan lukien litiumionipolymeeri-akut))

3481 (litiumioni-akut, jotka sisältyvät laitteeseen tai litiumioni-akut, jotka on pakattu laitteiden kanssa (mukaan lukien litiumionipolymeeri-akut))

3536 (litiumakut, lastinkuljetusyksikköön asennetut, litiumioniakut tai litiummetalliakut)

3556 (akkukäyttöinen ajoneuvo, litiumioniakku)

Molekyylikaava -

Synonyymit

englanti: lithium-ion battery, Li-ion battery

suomi: litiumioniakku, Li-ioniakku

ruotsi: litiumjonbatteri, litium-jon-batteri

saksa: Lithium-Ionen-Akkumulator, Lithium-Akkumulator, Lithiumionenakku, Lithiumionen-Akku, Lithiumionen-Sekundärbatterie

1. Aineen ominaisuudet, merkinnät ja käyttö

1.1 Aineen kuvaus

Litiumioniakut ovat turvallisia ja tehokkaita akkuja, joihin liittyy kuitenkin riskejä korkean energiatiheuden sekä palo- ja räjähdysvaaran takia. Nämä akut koostuvat yleensä useista yksittäisistä akkukenoista, jotka muodostavat yhdessä akkumoduulin. Kennot ovat tyypillisesti rakenteeltaan sylinterimäisiä, pussimaisia tai prismaattisia.

Litiumioniakku koostuu negatiivisesta ja positiivisesta elektrodista sekä elektrolyytistä, joka mahdollistaa litiumionien liikkumisen elektrodien välillä. Akun purkautuessa negatiivinen elektrodi toimii anodina ja positiivinen elektrodi katodina. Akkua ladattaessa elektrodien toiminta tapahtuu päinvastoin.

Erilaiset litiumoksidiyhdisteet toimivat litiumioniakkujen positiivisena elektrodina, joita on kehitetty ainakin toistakymmentä erilaista. Käytetyimmät litiumakkukemiat (katodit) ovat litiumnikkelimangaanikobolttioksidi (NMC), litiumnikkelikobolttialumiinioksidi (NCA), litiumrautafosfaatti (LFP), litiumkobolttioksidi (LCO) ja litiummangaanioksidi (LMO). Erilaisilla akkukemioilla saadaan eri tarkoituksiin soveltuvia ratkaisuja, kuten akkujen parempaa tehoa tai suorituskykyä.

Tyypillisesti litiumioniakuissa käytetään negatiivisena elektrodina (anodi) grafiittia (hiiltä) tai seosta litiumtitanaatin kanssa (LTO). Elektrolyytinä käytetään eniten litiumheksafluorofosfaattia, joka on liuotettu erilaisiin karbonaattiyhdisteisiin, kuten dimetyyli- tai dietyylikarbonaattiin. Nestemäisen elektrolyytin lisäksi akkuihin on kehitetty kiinteän elektrolyytin teknologiaa mm. polymeerisiä, geelimäisiä ja keraamisia elektrolyyttejä.

Akkuteknologian kehitys on vilkasta, joten yleisesti käytettyjen akkukemioiden koostumus voi muuttua nopeasti.

Alla olevassa taulukossa on kuvattu litiumioniakkujen mahdollisesti sisältämiä kemiallisia komponentteja.

Akkukomponentti	Kemikaali	Molekyylikaava	CAS-numero	EY-numero
-----------------	-----------	----------------	------------	-----------

Katodi	Litiumnikkelimangaanikobolttioksidi (NMC)	LiNiMnCoO ₂	346417-97-8	620-032-4
			179802-95-0	878-728-0
			193215-53-1	878-731-7
			193215-05-3	878-730-1
	Litiumnikkelikobolttialumiinioksidi (NCA)	LiNiCoAlO ₂	193215-96-2	881-347-2
		LiFePO ₄	182442-95-1	695-690-9
	Litiumrautafosfaatti (LFP)	LiCoO ₂	193214-24-3	803-110-4
	Litiumkobolttioksidi (LCO)	LiMn ₂ O ₄	15365-14-7	604-917-2
	Litiummangaanioksidi (LMO)		12190-79-3	235-362-0
			12057-17-9	601-724-5
Anodi	Grafiitit, kovahiilet			
	Litiumtitanaatti (LTO)	Li ₂ TiO ₃	12031-82-2	234-759-6
	Tinapohjaiset metalliseokset			
	Piipohjaiset metalliseokset			

Elektrolyytti-suola	Litiumheksafluorofosfaatti	LiPF_6	21324-40-3	244-334-7
	Litiumperkloraatti	LiClO_4	7791-03-9	232-237-2
	Litiumheksafluoroarsenaatti	LiAsF_6	29935-35-1	249-963-0
	Litiumtrifluorometaanisulfonaatti	LiCF_3SO_3	33454-82-9	251-528-5
	Litiumtetrafluoroboraatti	LiBF_4	14283-07-9	238-178-9
Liuotinaine	Dimetyylikarbonaatti (DMC)	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$	616-38-6	210-478-4
	Dietyylikarbonaatti (DEC)	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_3$	105-58-8	203-311-1
	Etyylimetyylikarbonaatti (EMC)	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3$	623-53-0	-
	Etyleenikarbonaatti (EC)	$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$	96-49-1	202-510-0
	Propyleenikarbonaatti (PC)	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$	108-32-7	203-572-1
	Ioniset nesteet	-	-	-
Sideaine	Polyvinyylideenifluoridi (PVDF)			
	Styreenibutadieenikumi (SBR)			
	Karboksimetyyliselluloosa (CMC)			
	Lasikuitu			

1.2 Yleisiä fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia

Litiumioniakkujen erilaiset koostumukset (akkukemiat) vaikuttavat suuresti niiden fysikaalis-kemiallisiin ominaisuuksiin, joita ei voi eritellä yksittäisten kemikaalien mukaan.

1.3 Reaktiivisuus

Litiumakkukennon vaurioituminen käynnistää kemiallisen hajoamisreaktion akkukemikaalien (elektrodit ja elektrolyytti) välillä, jolloin muodostuu lämpöä ja kaasuja, kuten eteeniä, hiilidioksidia ja -monoksidia sekä vetyä. Akkukennon vaurioituminen voi johtua mekaanisesta vauriosta, akun sisäisestä tai ulkoisesta oikosulusta, ylilataamisesta tai -purkamisesta ja ylikuumenemisesta. Lämpökarkaamisessa akkukotelosta voi purkautua vaaleaa savua, kipinöitä, suihkuamalla palava liekki tai palavia heitteitä. Vapautuva kuumuus voi käynnistää vastaavan reaktion yhdestä akkukennosta myös toisiin kennoihin.

Akun varaustaso vaikuttaa lämpökarkaamisen ja palon voimakkuuteen. Täyden varauksen omaava akku muodostaa lämpökarkaamisen aikana huomattavasti enemmän kaasua, jolloin palon todennäköisyys on suurempi kuin matalan varaustason akulla. Akun lataustason ollessa matala lämpökarkaamisreaktiossa muodostuu kaasuja, mutta ne eivät välttämättä syty palamaan, jonka vuoksi helposti syttyvien kaasujen leimahdusriski on kohonnut (ks. palo- ja räjähdysvaara).

Akuissa elektrolyyttinä tyypillisesti käytetty litiumheksafluorofosfaatti reagoi voimakkaasti veden kanssa muodostaen litiumhydroksidia, vetykaasua ja fluorivetyä.

1.4 Palo- ja räjähdysvaara

Litiumioniakun lämpökarkaamisessa muodostuu helposti syttyviä kaasuja, kuten vetyä ja erilaisia hiilivetyjä, kuten eteeniä ja propeenia. Suljetussa tilassa tai kerääntyessään nämä kaasut voivat syttyessään aiheuttaa räjähdysten. Liekkipalo pienentää syttyvien savukaasujen leimahdusriskiä. Syttyvien kaasujen muodostuminen akusta voi jatkua vielä sammutustyön jälkeen.

Kennon sisällä oleva elektrolyytineste on syttyvää ja muuttuu lämmön vaikutuksesta kaasumaiseksi. Palossa muodostuu myös myrkyllisiä palamistuotteita, kuten typen ja rikin oksideja, hiilimonoksidia ja fluorivetyä.

Reaktiot akkukennoissa	Lämpötila (°C)
Litiumsuolan hajoaminen ja reagoiminen liuottimen kanssa	>70
Anodi ja elektrolyytti reagoivat keskenään muodostaen vähäisesti lämpöä	90-130
Elektrolyytistä muodostuu orgaanisia kaasuja (esim. etyleeni, propyleeni)	90-230

Elektrolyytti höyrystyy muodostamalla kaasuja, jotka purkautuvat paineventtiin kautta.

120-220

Muodostuva paine ja kasvava lämpötila voi aiheuttaa akkupakkauksen repämisen sekä lämpökarkaamisen.

Lämpökarkaamisessa kaasut vapautuvat voimakkaasti ja voivat syttyä. Samalla akusta voi vapautua palavia heitteitä.

Elektrolyytti ja katodimetallit hajoavat muodostaen happea

200-300

1.5 Merkinnät

CLP-asetuksen ((EY) N:o 1272/2008) mukaiset varoitusmerkinnät. Seuraavassa on esitetty esimerkkejä valmistajan akkukemikaaleille antamista CLP-asetuksen (EY N:o 1272/2008) mukaisista varoitusmerkinnöistä (itseluokittelu):

Varoitusmerkit

NMC811 (katodi)

Huomiosana Vaara



Vaaralausekkeet

H317

Voi aiheuttaa allergisen ihoreaktion.

H334

Voi aiheuttaa hengitettynä allergia- tai astmaoireita tai hengitysvaikeuksia.

H350

Saattaa aiheuttaa syöpää (mainitaan altistumisreitti, jos on kiistatta osoitettu, että vaara ei voi aiheutua muiden altistumisreittien kautta).

H372

Vahingoittaa elimiä (tai mainitaan kaikki tiedetyt kohde-elimet) pitkäaikaisessa tai toistuvassa altistumisessa (mainitaan altistumisreitti, jos on kiistatta osoitettu, että vaara ei voi aiheutua muiden altistumisreittien kautta).

Litiumheksafluorofosfaatti (elektrolyytti)

Huomiosana Vaara



Vaaralausekkeet

H301

Myrkyllistä nieltynä.

H314

Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa.

H318

Vaurioittaa vakavasti silmiä.

H372

Vahingoittaa elimiä (tai mainitaan kaikki tiedetyt kohde-elimet) pitkäaikaisessa tai toistuvassa altistumisessa (mainitaan altistumisreitti, jos on kiistatta osoitettu, että vaara ei voi aiheutua muiden altistumisreittien kautta).

Turvalausekkeet

Ennaltaehkäisyyn, pelastustoimenpiteisiin, varastointiin ja jätteiden käsittelyyn liittyvät turvalausekkeet valitaan aineen vaaraluokituksen ja käyttötapojen perusteella.

Kuljetusluokitus ja -merkinnät

Kuljetusluokitus ja -merkinnät määräytyvät kansainvälisten ja kansallisten kuljetusmääräysten mukaan.

YK-numero:

3480 (litiumioni-akut (mukaan lukien litiumionipolymeeri-akut))



3481 (litiumioni-akut, jotka sisältyvät laitteeseen tai litiumioni-akut, jotka on pakattu laitteiden kanssa (mukaan lukien litiumionipolymeeri-akut))



Kuljetusluokka:

maantiekuljetus: 9

merikuljetus: 9

Pakkausryhmä:

II

Varoituslipuke:

9

Vaaran tunnusnumero:

-

YK-numero:

3536 (litiumakut, lastinkuljetusyksikköön asennetut, litiumioniakut tai litiummetalliakut)



3556 (akkukäyttöinen ajoneuvo, litiumioniakku)

Kuljetusluokka:

maantiekuljetus: 9

merikuljetus: 9

Pakkausryhmä:

-

Varoituslipuke:

9

Vaaran tunnusnumero:

-

1.6 Raja-arvoja

Akuutin altistumisen raja-arvot

Litiumakkujen lämpökarkaamisessa vapautuu erilaisia myrkyllisiä kaasuja, kuten fluorivetyä, hiilimonoksidia, kloorivetyä ja syaanivetyä.

AEGL-arvot (Acute exposure guideline levels, USA)	AEGL 1	AEGL 2	AEGL3
Fluorivety	1,0 ppm (0,8 mg/m ³) /10 min	95 ppm (79 mg/m ³) /10 min	170 ppm (140 mg/m ³) /10 min
	1,0 ppm (0,8 mg/m ³) /30 min	34 ppm (28 mg/m ³) /30 min	62 ppm (51 mg/m ³) /30 min
Hiilimonoksidi	ei määriteltävissä	420 ppm (490 mg/m ³) /10 min	1700 ppm (2000 mg/m ³) /10 min
		150 ppm (170 mg/m ³) /30 min	600 ppm (700 mg/m ³) /30 min
Kloorivety	1,8 ppm (2,7 mg/m ³) /10 min	100 ppm (150 mg/m ³) /10 min	620 ppm (940 mg/m ³) /10 min
	1,8 ppm (2,7 mg/m ³) /30 min	43 ppm (65 mg/m ³) /30 min	210 ppm (320 mg/m ³) /30 min
Syaanivety	2,5 ppm (2,8 mg/m ³) /10 min	17 ppm (19 mg/m ³) /10 min	27 ppm (30 mg/m ³) /10 min
	2,5 ppm (2,8 mg/m ³) /30 min	10 ppm (11 mg/m ³) /30 min	21 ppm (23 mg/m ³) /30 min

Akuutin altistumisen raja-arvojen määritelmät on esitetty käyttäjän oppaassa (kappale 1.6).

Työhygieeniset raja-arvot

HTP-arvot (työpaikan ilman haitalliseksi tunnettu pitoisuus) Litiumioniakuille ei ole asetettu HTP-arvoa, mutta lämpökarkaamisessa vapautuu kaasuja, kuten fluorivetyä, hiilimonoksidia, kloorivetyä ja syaanivetyä sekä akkukemiasta riippuen erilaisia metalleja (Al, Co, Mn, Ni), joille on asetettu HTP-arvot.

HTP (2025) (työpaikan ilman haitalliseksi tunnettu pitoisuus)	HTP 15 min	HTP 8 h	Huomautus
Fluorivety	3 ppm (2,5 mg/m ³) (iho)	1,8 ppm (1,5 mg/m ³) (iho)	(iho): imeytyy ihon kautta
Hiilimonoksidi (sitova raja-arvo)	100 ppm (117 mg/m ³)	20 ppm (23 mg/m ³)	Huomautus (melu): voimistaa melun haitallisia kuulovaikutuksia
Kloorivety	5 ppm (7,6 mg/m ³)	-	-
Syaanivety	5 mg/m ³ (iho)	1 mg/m ³ (iho)	(iho): imeytyy ihon kautta
Nikkeli metalli ja yhdisteet (sitova raja-arvo)	-	0,05 mg/m ³ Ni, hengittyvä jae 0,01 mg/m ³ Ni alveolijae	Iho- ja hengitystieherkistyminen
Mangaani ja sen epäorgaaniset yhdisteet	-	0,2 mg/m ³ Mn, hengittyvä jae 0,02 mg/m ³ Mn alveolijae	-
Koboltti ja sen epäorgaaniset yhdisteet	-	0,02 mg/m ³ Co	-

Alumiini ja sen niukkaliukoiset yhdisteet	-	1 mg/m ³ Al	-
--	---	------------------------	---

Alumiini, liukoiset yhdisteet

0,1 mg/m³ Al

Raja-arvojen määritelmät on esitetty käyttäjän oppaassa (kappale 1.6).

1.7 Käyttö

Litiumioniakkuja käytetään uudelleenladattavina virtalähteinä monissa akkukäyttöisissä laitteissa, kuten puhelimissa, kannettavissa tietokoneissa, työkaluissa ja kulkuneuvojen sähkömoottoreissa. Näiden lisäksi suurempia litiumioniakustoja käytetään sähköenergian varastointiin.

2. Terveysvaara

2.1 Välittömät vaikutukset

Litiumioniakkujen akuutit terveysvaarat liittyvät akkujen lämpökarkaamisessa muodostuviin myrkyllisiin kaasuihin, joita ovat mm. fluorivety, hiilimonoksidi, kloorivety ja syaanivety. Kyseiset kaasut voivat aiheuttaa hengenvaarallisen myrkytyksen, jonka oireina voivat olla muun muassa pahoinvointi, erilaiset sydän- ja keskushermosto-oireet, tajuttomuus, hengityslama ja kuolema.

Akkupalossa vapautuvista kaasuista voi muodostua kosteuden vaikutuksesta myös ärsyttäviä ja syövyttäviä yhdisteitä, kuten fluorivetyhappoa, fosforihappoa ja suolahappoa.

Akkujen sisältämä elektrolyyttineste voi vaurioittaa vakavasti ihoa ja silmiä.

Akkupalossa muodostuvat kaasut voivat aiheuttaa suljetussa tilassa hapen puutteen tai syttyä räjähdysten omaisesti ja aiheuttaa laaja-alaisia palo- ja räjähdysvammoja.

Korkeajänniteakkujen käsittelyssä tulee huomioida sähköiskun aiheuttamat terveysvaarat.

Akkupalossa vapautuvan päästön tyyppi	Esimerkkiyhdisteitä	Terveysvaikutukset
--	---------------------	--------------------

Myrkylliset kaasut	Hiilimonoksidi, fluorivety, kloorivety	Pahoinvointi, sydän- ja keskushermosto-oireet, tajuttomuus, hengityslama ja kuolema
Syttyvät ja happea syrjäyttävät kaasut	Vety, metaani, eteeni, propeen	Palo- ja räjähdysvammat, hapen puute
Ärsyttävät kaasut	Kloorivety, akroleeni, formaldehydi, typen ja rikin oksidit ja muut VOC-yhdisteet	Silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytysoireet
Syövyttävät yhdisteet	Fluorivetyhappo, fosforihappo, suolahappo, litiumhydroksidi	Silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytys- ja syövytysoireet, keuhkopöhö
Hiukkaspäästöt	Savu ja noki (PAH-yhdisteet), metallit (esim. Al, Ni, Mn, Co, Li)	Vaikutukset hengitysteiden toimintakykyyn, ihoherkistyminen, syöpä- ja lisääntymisterveysvaarat

2.2 Toistuvan altistumisen vaikutukset

Akkupaloissa vapautuu myös mahdollisesti ihoa herkistäviä sekä syöpä- ja lisääntymisvaarallisia yhdisteitä, kuten raskasmetalleja ja PAH-yhdisteitä.

3. Vaikutukset ympäristöön

Litiumioniakkujen sisältämiä kemikaaleja voi joutua ympäristöön kiinteiden jätteiden ja jätevesien mukana, joita syntyy akkujen valmistuksessa, kierrätyksessä ja akkupalossa sekä sen sammutuksessa.

Litiumioniakkuja ei ole luokiteltu ympäristölle vaaralliseksi, mutta monet akkupalossa vapautuvat yhdisteet ovat ympäristölle vaarallisia. Akkupalon sammutuksesta muodostuva jätevesi on neutraalia, mutta se voi muuttua emäksiseksi, jos sammutusvesi on kosketuksissa akkukemikaalien kanssa. Akkukemikaalien kanssa kosketuksissa ollut jätevesi lisää ympäristölle haitallisten raskasmetallien, orgaanisten ja epäorgaanisten fluoriyhdisteiden (PFAS) ja fluoridin määrää jätevedessä huomattavasti. Esimerkiksi litium-, koboltti-, nikkeli- ja mangaanioksidien pitoisuudet voivat selvästi ylittää jäteveden raja-arvot.

Litiumakkupalossa muodostuu myös myrkyllisiä kaasuja, kuten fluorivetyä, kloorivetyä ja syaanivetyä, joista voi muodostua kosteuden kanssa ympäristöön erilaisia happoja. Palossa muodostuu myös emäksisiä litiumyhdisteitä, kuten litiumhydroksidia. Hapan tai emäksinen ympäristö on haitallista kasvillisuudelle ja vesieliöille.

4. Toiminta onnettomuustilanteissa

Pelastustoimi: TOKEVA Ohje T9b (Litiumioniakut)

Varmista oma turvallisuutesi ennen kuin ryhdyt pelastustoimiin: käytä henkilönsuojaimia äläkä pelasta yksin.

Vaara-alueen arviointi

	Sisätila, pieni akku (esim. puhelin, käsityökalu tai kannettava tietokone, kapasiteetti alle 0,2 kWh)	Sisätila, keskikokoinen akku (esim. sähköpotkulauta tai –pyörä, kapasiteetti n. 0,2–1,0 kWh)	Ulkotila tai katos, suuri akku (esim. sähköauton akku, kapasiteetti <30–300 kWh)	Ulkotila, erittäin suuri akusto (energiavarastokontti n. 300–3000 kWh TAI energiakenttä, akkutehdas, varastohalli, yli 3000 kWh)
Välitön vaara, vaaraetäisyys palavasta akusta	Välitön vaara koko tila, roiskeita ja palavia heitteitä jopa useita metrejä, myös leimahdus- tai räjähdysvaara	Välitön vaara koko tila, roiskeita ja palavia heitteitä jopa useita metrejä, myös leimahdus- tai räjähdysvaara	Välitön vaara vähintään 25 m kaikkiin suuntiin	Välitön vaara vähintään 50–100 m kaikkiin suuntiin, energiakentillä vähintään 100–300 m
Altistuminen	Savukaasuja koko tilassa, altistuminen vähäistä, jos poistutaan välittömästi	Savukaasuja koko tilassa, altistuminen vähäistä, jos poistutaan välittömästi	Saattaa aiheuttaa altistuneille oireita jopa 100–350 m etäisyydellä tuulen alapuolella	Saattaa aiheuttaa altistuneille oireita jopa 600 m etäisyydellä tuulen alapuolella, energiakentillä jopa 3000 m

4.1 Palo ja räjähdys

Tyhjennä vaara-alue ihmisistä ja estä alueelle pääsy. Pysy tuulen yläpuolella.

Käytä henkilönsuojaimina paloasua ja paineilmahengityslaitetta. Vaativissa olosuhteissa toimittaessa, erityisesti suljetuissa tiloissa, voidaan palopuvun kanssa käyttää lämpöä kestävää kemikaalisuojapukua ja aktiivihiliväliasua.

Litiumioniakkupalossa yksittäisen kennon sisällä tapahtuu reaktio, joka kiihtyy lämmön vaikutuksesta ja tuottaa lisää energiaa ja lämpöä. Kennon sisällä oleva elektrolyytti on syttyvää ja muuttuu lämmön vaikutuksesta kaasumaiseksi.

Palokaasut voivat purkautua räjähdysmäisesti, erityisesti suljetussa tilassa voi kertyä räjähdyskelpoinen seos. Näkyvien liekkien sammutus ei katkaise akun sisällä tapahtuvaa reaktiota, mutta reaktio voidaan rauhoittaa estämällä lämmön siirtyminen akun sisällä kennosta toiseen jäähdyttämällä.

Siirrä vaaraa aiheuttavat akut tai kennot ulos turvalliseen paikkaan ja upota veteen, jos mahdollista. Jos siirtäminen ja veteen upottaminen ei ole mahdollista, jäähdytä mahdollisuuksien mukaan akkujen tai kennojen pakkauksia valelemalla niiden kuumenevaa tai palavaa osaa vedellä. Lisäksi akuista mahdollisesti lähteneet kuumat heitteet voivat aiheuttaa sekundäärisen palon osuessaan palavaan materiaaliin.

Jos lämpökarkaamista ei saada estettyä tai sammutustyö ei ole mahdollista syttyvien savukaasujen leimahdusvaaran vuoksi, suojele ympärillä olevia rakenteita/rakennuksia tai muita akkuja ja estä palon leviäminen. Liekkipalo pienentää syttyvien savukaasujen leimahdusriskiä.

Akut voivat syttyä itsestään ja myös sammutuksen/jäähdytyksen jälkeen uudelleen, joten sammutuksen jälkivartioinnista tulee huolehtia.

Korkeajänniteakkujen käsittelyssä tulee huomioida sähköiskun vaara.

Palossa ja lämpökarkaamisessa muodostuu sammutusveteen liukenevia haitallisia yhdisteitä, muun muassa fluori- ja fosforiyhdisteitä sekä raskasmetalleja. Kerää mahdollisuuksien mukaan akkukemikaalien kanssa kosketuksissa ollut sammutusvesi talteen ja estä pääsy viemäriin tai ympäristöön. Erityisesti isompien litiumioniakustojen sammuttamisessa tulee huomioida sammutusvesien hallinta ja ottaa huomioon pohjavesialueet. Huolehdi ympäristövahinkojen torjunnasta ja ilmoita mahdollisesta vahingosta ympäristöviranomaiselle.

Palon jälkeen tulee huolehtia tehokkaasta tuulettamisesta myrkyllisten kaasujen poistamiseksi, etenkin jos kyseessä on suljettu ympäristö.

Puhdista saastuneet varusteet huolellisesti tai vaihda ne puhtaisiin.

4.2 Vuoto ja valuma

Alueen puhdistaminen

Akkupalon jälkeen on varmistettava, milloin on turvallista palata tilaan.

Jälkitoimet riippuvat aina palon laajuudesta. Tulipalossa palaa myös muuta materiaalia, joka saattaa lisätä ihmisten altistumista haitallisille yhdisteille. Koska jokaisen palon laajuus on erilainen, tiloissa voi joutua tekemään erikokoisia raivaus-, puhdistus- tai jälkisaneraustöitä.

Litiumioniakkupalossa syntyville terveydelle haitallisille yhdisteille voi altistua myös palon päätyttyä. Yhdisteet voivat kulkeutua huomattavia etäisyyksiä myös sisätiloissa. Savu, noki ja niihin sitoutuneet kemialliset yhdisteet säilyvät paloalueen pinnoilla. Lisäksi haitalliset yhdisteet voivat sisätiloissa siirtyä ilmanvaihdon mukana rakennuksen muihin osiin ja imeytyä talon rakenteisiin.

Akkupalon jälkeen kaikki sisätilat tulee tuulettaa huolellisesti ja akkukennojen uudelleen syttymisen mahdollisuus huomioida. Tilojen välitöntä turvallisuutta palon jälkeen voi arvioida esimerkiksi lämpökameralla, monikaasumittareilla tai kaasuilmaisinputkilla (esim. häkä, fluorivety, kloorivety, typen oksidit, rikkiyhdisteet, happi, ym.). Lisäksi tilojen puhtautta voidaan mitata tarkasti ilmanäytteillä ja pintapyyhintäkeräyksillä.

Akkupalopaikan puhdistamisessa tulee suojainten valintaan vaikuttaa monitoroidut myrkyllisten aineiden määrät. Käytä kemikaaleilta ja mekaanisilta vaaroilta suojaavia käsineitä (EN ISO 374-1: tyyppi A tai B, EN 388). Käytä hengityksen- ja päänsuojainta. Suositeltava suojain on TH3-luokan puhallinsuojain ABEKP3-suodattimella, jonka kasvo-osa on varustettu teollisuuskypärähyväksynnällä (TH3, EN 12941). Tämä henkilönsuojain suojaa hengityksen lisäksi kasvot ja pää. Käytä tyyppin 5 kemikaalinsuojapukua (EN ISO 13982-1). Jos raivauskohde on märkä, käytä tyyppin 3 kemikaalinsuojapukua (EN 14605). Käytä laajemman palon raivauksessa turvajalkineiksi soveltuvia luokan S5-turvasaappaita (EN ISO 20345).

Jos akkupalo on laaja-alainen tai se tapahtuu ahtaissa tiloissa, voi olla tarve käyttää vielä tehokkaampaa suojausta.

4.3 Ensiapu

Altistuneen henkilön puhdistaminen vähentää tilanteessa ensi- ja jatkohoitohenkilöstön altistumista. Ennen hoitotoimien aloittamista ja jatkohoitoon kuljettamista, riisu saastuneet vaatteet sekä puhdista iho ja hiukset.

Tilanteen mukaan hoitohenkilöstö voi käyttää henkilönsuojaimia. Käytä kertakäyttöisiä nitrilikäsineitä tai tarvittaessa paksumpia/kaksinkertaisia nitrilikäsineitä. Hoidettaessa potilasta käytä kemikaalisuojakäsineitä (EN ISO 374-1: tyyppi A tai B). Pelastettaessa potilasta käytä lisäksi mekaanisilta vaaroilta suojaavia käsineitä (EN 388). Käytä puolinaamaria (EN 140) ABEKP3-suodattimilla ja tiiviitä suojalaseja (EN 166 tai EN ISO 16321-1) tai kokonaamaria (EN 136) ABEKP3-suodattimilla, kokonaamari suojaa myös kasvot. Tarvittaessa suojaa koko keho, esimerkiksi potilasta siirrettäessä, tyyppin 4 (EN 14605) tai 5 kemikaalinsuojapuvulla (EN ISO 13982-1).

Hengitysteitse tapahtunut altistuminen

Siirrä akusta muodostuneille palokaasuille altistunut henkilö raittiiseen ilmaan ja aseta lepoon puoli-istuvaan asentoon. Jos henkilöllä on hengitysvaikeuksia, anna hänelle mahdollisuuksien mukaan lisähappea. Jos hengitys on pysähtynyt, avusta hengitystä palkeella. Jos sydän on pysähtynyt, anna painantaelvytystä. Käytä mahdollisuuksien mukaan apuna defibrillaattoria. Toimita altistunut ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Roiskeet silmään

Huuhtele silmää haalealla juoksevalla vedellä vähintään 15 minuuttia pitäen silmäluomia auki huuhtelun aikana. Estä huuhteluveden valuminen puhtaaseen silmään. Tämän jälkeen toimita potilas ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten. Jatka huuhtelua matkalla hoitopaikkaan.

Ihokosketus

Huuhtele altistunut alue välittömästi runsaalla vedellä ja riisu savukaasujen likaama vaatetus. Pesussa avustavan henkilön tulee käyttää suojakäsineitä ja tarvittaessa muitakin edellä mainittuja henkilönsuojaimia. Toimita potilas ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Lisäohjeita saa tarvittaessa yleisestä hätänumerosta puh. 112 ja Myrkytystietokeskuksesta puh. 0800 147 111.

4.4 Lääketieteellinen hoito

Akkujen lämpökarkaamisessa vapautuu myrkyllisiä palokaasuja, kuten fluorivetyä, hiilimonoksidia, kloorivetyä, syaanivetyä sekä rikin ja typen oksideja. Myrkyllisistä kaasuista voi muodostua kosteuden kanssa syövyttäviä happoja, joten on varauduttava ihon, silmien ja hengitysteiden oireiden hoitoon (mm. fluorivetyhappo, fosforihappo ja suolahappo). Lisäksi akkupalo voi aiheuttaa suljetuissa tiloissa palokaasujen räjähdysmäisen syttymisen, joten hoidossa tulee varautua vakavien palo- ja räjähdysvammojen hoitoon.

Altistuneelle potilaalle annetaan happea sekä hoidetaan oireenmukaisesti huomioiden muun muassa metabolinen asidoosi.

Laimealle fluorivedylle tai fluorivetyhapolle altistumisen oireet, kuten sydämen rytmihäiriöt, iho- ja hengitystieoireet voivat ilmaantua tuntien viiveellä. Hoidossa tulee käyttää kalsiumglukonaattivalmisteita tilanteen mukaan paikallisesti/systeemisesti.

Syanidimyrkytyksessä annetaan antidootihoitona ensisijaisesti hydroksikobalamiinivalmistetta, jota tulee käyttää vain oireisille potilaille.

Kurkunpään turvotusta voidaan hoitaa adrenaliini-inhalaatioaerosolilla. Jos nielun-kurkunpään turvotus alkaa vaikeuttaa hengitystä, potilas tulee ajoissa intuboida. Intubaatio voi olla tarpeen myös potilaille, joiden bronkospasmi ei laukea lääkityksellä.

Alempien hengitysteiden ahtautumista, keuhkoputkien supistelua ja yskää voidaan lievittää inhaloitavilla beeta-2-selektiivisillä sympatomimeeteillä (esim. salbutamoli tai terbutaliini).

Hengitysteitse suurille pitoisuuksille altistuneelle potilaalle annetaan keuhkopöhön ehkäisemiseksi kortikosteroidi-inhalaatioaerosolia (beklometasoni, budesonidi tai flutikasoni). Hoitoa jatketaan neljän päivän ajan. Viidentenä päivänä hoito lopetetaan, jos keuhkolöydöksiä ei ole. Muutoin jatketaan toipumiseen asti. Erittäin voimakkaan altistumisen jälkeen voidaan harkita systeemisteroidia, esim. metyyliiprednisoloni 40–80 mg neljä kertaa suoneen.

4.5 Altistumisen arviointi biologisista näytteistä

Litiumioniakkujen lämpökarkaamisessa vapautuville kaasuille (mm. fluorivety, hiilimonoksidi, syanidit ja PAH-yhdisteet) ja metalleille (mm. alumiini, koboltti, nikkeli) altistumista on mahdollista arvioida virtsa- tai verinäytteistä, mutta spesifiä biomarkkeria altistumiselle ei ole. Näyte tulee ottaa mahdollisimman pian altistumisen jälkeen, mielellään 4 tunnin kuluessa.

Altistumisen arviointiin biologisista näytteistä liittyviä ohjeita on esitetty käyttäjän oppaassa (kappale 4.5).

4.6 Jätteiden käsittely

Käytetyt/ehjät litiumioniakut (< 5 kg) tulee kierrättää toimittamalla ne paristo- ja akkukeräyspisteille akun navat teipattuna. Keskisuuret (< 50 kg) akut tulee toimittaa jälleenmyyjille tai alueelliselle keräyspisteelle. Suuret teollisuusakut tulee kierrättää maahantuojaan tai tuottajan ohjeiden mukaisesti. Sähköajoneuvojen ajovoima-akkuja kierrättävät automerkkihuollot ja Suomen Autokierrätys. Laitteet, joista akkua ei voi poistaa kierrätetään sähkö- ja elektroniikkalaiteromuna (SER).

Vahingoittuneen (esim. pullistuma, rikkouma) tai palaneen akun tapauksessa ota yhteyttä jälleenmyyjään tai vaarallisten jätteiden käsittelyyn erikoituneeseen toimijaan. Vuotavat akut pakataan muovipussiin.

Lisätietoja litiumioniakkujen turvallisesta kierrättämisestä paristokierrätys ja autokierrätys.

5. Käsittely ja varastointi

Työntekijät tulee perehdyttää akkukäyttöisten laitteiden turvalliseen käsittelyyn. Arvioi mekaanisten vaurioiden riskit, esimerkiksi putoaminen, lämpötilanvaihtelut, akun käyttö- ja latausympäristö ja varastoinnin olosuhteet. Akkujen käsittelyssä tulee huomioida sähköturvallisuus. Korkeajänniteakkujen käsittelyyn tarvitaan erillinen koulutus.

Lataa akkuja vain laitteeseen tarkoitettulla laturilla ja niille tarkoitettulla latauspaikalla. Älä jätä akkuja latautumaan ilman vartiointia, esimerkiksi yön tai viikonlopun yli.

Akkupaloihin voi varautua henkilönsuojaimilla. Poistuttaessa sisätiloista voidaan käyttää suodattavaa hengityksensuojainta, koko- tai puolinaamaria (EN 136 tai EN 140) tai pakohuppua (EN 403, EN 14387) suodattimella ABEKP3 (CO). Korkeaajänniteakkujen käsittelyssä suojakäsineiden ja turvakengien tulee suojata sähköiskuilta.

Akkujen varastoimista suositellaan omassa palo-osastossa tai muun varastointitilan yhteydessä selkeästi rajatulla alueella (esim. omassa palosuojatussa kaapissa, erillään palokuormasta). Samassa palo-osastossa akkujen tai akkuvaraston kanssa ei tulisi varastoida vaarallisia kemikaaleja, ei etenkään syttyviksi luokiteltuja nesteitä tai kaasuja.

Käytetyt ja vialliset akut on säilytettävä erillään käytössä olevista tai uusista akuista (esim. erillinen kierrätysastia tai -kontti). Tällä vähennetään lämpökarkaamisen leviämisen vaaraa viallisista akuista käytössä oleviin tai käyttämättömiin.

EU:n akkuasetus velvoittaa toimijoita tuomaan markkinoille testattuja järjestelmiä ja toimittamaan niiden mukana ohjeet, miten toimitaan akuston häiriötilanteissa (EU asetus 2023/1542), laki jätelain muuttamisesta 799/2025.

Lisätietoja litiumioniakkujen turvallisesta käsittelystä työympäristön riskienhallinnan malliratkaisut, akkuopas, litiumioniakkujen elinkaari ja turvallinen käyttäminen.

6. Kuljetusmääräyksiä

Pakkaus ja kollien merkinnät on tehtävä kuljetusmääräyksissä annettujen yksityiskohtaisten ohjeiden mukaisesti.

Varmista, tuleeko pakkaukseen tai kolliin merkitä aineen YK-numero ja sen eteen kirjaimet "UN" (UN 3480/3481/3536/3556). Pakkaus tai kolli on varustettava myös kyseisen aineen varoituslipukkeella (varoituslipuke 9).

7. Kirjallisuus

Akkuopas – opas turvalliseen käsittelyyn. akkuopas.fi, Kaupan liitto ry, Recser Oy, STEK ry, Tukes, 2025

Akkuturvallisuus – Akkuturvallisuus työpaikalla. akkuturvallisuus.fi, Työturvallisuuskeskus ry 2025.

Euroopan kemikaalivirasto (ECHA), substance fact sheets and registration dossiers, 2026.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1272/2008 (CLP-asetus).

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 2023/1542 (Akkuasetus).

GESTIS Substance Database. Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance (IFA), 2026.

Litiumioniakkujen elinkaari. <https://tukes.fi/litiumioniakkujen-elinkaari>. Tukes, 2025.

Litiumioniakkujen turvallinen käyttäminen. <https://tukes.fi/litiumioniakkujen-turvallinen-kayttaminen>. Tukes, 2025.

Litiumakkupaloissa altistuminen, toiminta ja suojautuminen. Hankkeen loppuraportti. ISBN 978-952-391-252-6. Työterveyslaitos 2026.

Mikkonen ym. Litiumioniakkujen paloturvallisuus teollisuudessa. Pelastusopisto 2025.

Paristojen ja akkujen kierrättäminen. Paristokierratys.fi, Recser Oy, 2026.

Rytkönen ym. Litiumioniakkujen elinkaaren paloturvallisuus- ja varautumisohjeet -hanke. Loppuraportti, Pelastusopisto 2025.

Rytkönen ym. Litiumioniakkupalojen operatiivisen toiminnan suositukset: Pelastustoimen suositukset. Pelastusopisto 2025.

Suomen autokierrätys. autokierratys.fi, 2026.

TOKEVA 2024 -ohjeisto. (versio: 1.2.0) Pelastusopisto 2024.

Työympäristön riskienhallinnan MalliratkaisutTM Akkupalot: altistuminen, toiminta ja suojautuminen. Työterveyslaitos 2026.

Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä (VAK-haku). Traficom, Liikenne ja viestintävirasto, 2026.

Tämä turvallisuusohje on tehty Työsuojelurahaston tuella.