Litiumioniakut

Viimeksi päivitetty 28.09.2026







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 koostuvat yleensä useista yksittäisistä akkukennoista, jotka muodostavat yhdessä akkumoduulin. Kennot ovat tyypillisesti muodoltaan lieriöitä, pusseja tai särmiöitä.

Akkua käytettäessä litiumionit liikkuvat negatiiviselta anodilta positiiviselle katodille ja elektronit kulkevat ulkoisen piirin kautta tuottaen sähköenergiaa. Ladattaessa litiumakkua litiumionit ja elektronit pakotetaan liikkumaan positiiviselta katodilta kohti negatiivista anodia, jolloin energia varastoituu anodin rakenteeseen.

Litiumakkujen katodeiksi on kehitetty ainakin toistakymmentä erilaista litiumoksidiyhdistettä. Litiumakkujen katodien kemikaaleina käytetään eniten litiumnikkelimangaanikobolttioksidia (NMC), litiumnikkelikobolttialumiinioksidia (NCA), litiumrautafosfaattia (LFP), litiumkobolttioksidia (LCO) ja litiummangaanioksidia (LMO). Erilaisilla akkukemioilla saadaan eri tarkoituksiin soveltuvia ratkaisuja, kuten akkujen parempaa tehoa tai suorituskykyä.

Tyypillisesti litiumioniakuissa käytetään anodeissa grafiittia (hiiltä) tai grafiitin ja litiumtitanaatin (LTO) seosta. Elektrolyyttinä käytetään esimerkiksi 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. NMC-akuissa on vaihteleva määrä nikkeliä, mangaania ja kobolttia. Esimerkiksi NMC811 sisältää nikkeliä, mangaania ja kobolttia suhteessa 8:1:1. Vastaavasti myös NCA-akkujen metallien määrissä on vaihtelua.

Akkukomponentti	Kemikaali	Molekyylikaava	CAS-numero	EY-numero

Katodi	Litiumnikkelimangaanikobolttioksidi (NMC)	$LiNi_xMn_yCo_zO_2$		
	NMC3:3:3		346417-97-8	620-032-4
	NMC8:1:1		179802-95-0	878-728-0
	NMC5:3:2		193215-53-1	878-731-7
	NMC6:2:2		193215-05-3	878-730-1
	NMC4:4:2	$LiNi_xCo_yAl_zO_2$	193215-96-2	881-347-2
	Litiumnikkelikobolttialumiinioksidi (NCA)			
	NCA80:15:5			
	NCA88:11:1	$LiFePO_4$	193214-24-3	803-110-4
	Litiumrautafosfaatti (LFP)	$LiCoO_2$	177997-13-6	700-042-6
	Litiumkobolttioksidi (LCO)	$LiMn_2O_4$	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)	$Li_4Ti_5O_{12}$	12031-95-7	619-916-2
	Tinapohjaiset metalliseokset			
	Piipohjaiset metalliseokset			

Elektrolyytti	Litiumheksafluorofosfaatti	$LiPF_6$	21324-40-3	244-334-7
	Litiumperkloraatti	$LiClO_4$	7791-03-9	232-237-2
	Litiumheksafluoroarsenaatti	$LiAsF_6$		
	Litiumtrifluorometaanisulfonaatti	$LiCF_3SO_3$	29935-35-1	249-963-0
	Litiumtetrafluoroboraatti	$LiBF_4$	33454-82-9	251-528-5
	Per- ja polyfluoratut alkyyliyhdisteet (PFAS)			
	Litium bis(trifluorometaanisulfonyyli)imidi	$LiC_2F_6NO_4S_2$	14283-07-9	238-178-9
	Litium bis(pentafluoroetaanisulfonyyli)imidi	$LiC_4F_{10}NO_4S_2$	90076-65-6	415-300-0
			132843-44-8	686-525-1
Liuotinaine	Dimetyylikarbonaatti (DMC)	$C_3H_6O_3$	616-38-6	210-478-4
	Dietyylikarbonaatti (DEC)	$C_5H_{10}O_3$	105-58-8	203-311-1
	Etyylimetyylikarbonaatti (EMC)	$C_4H_8O_3$		
	Etyleenikarbonaatti (EC)	$C_3H_4O_3$	623-53-0	-
	Propyleenikarbonaatti (PC)	$C_4H_6O_3$	96-49-1	202-510-0
	Ioniset nesteet			
			108-32-7	203-572-1

Sideaine	Per- ja polyfluoratut alkyyliyhdisteet (PFAS) 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 (lämpökarkaaminen) akkukemikaalien (elektrodit ja elektrolyytti) välillä. Siinä muodostuu lämpöä ja helposti syttyviä sekä myrkyllisiä kaasuja, kuten erilaisia hiilivetyjä, hiilidioksidia ja hiilimonoksidia 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, pistoliekki tai palavia heitteitä. Yhdestä akkukennosta vapautuva kuumuus voi käynnistää vastaavan reaktion myös viereisissä kennoissa. Lämpökarkaamisen voimakkuus riippuu muun muassa akun varaustasosta. Reaktio voi olla luonteeltaan kiivas.

Akuissa elektrolyyttinä käytetty litiumheksafluorofosfaatti reagoi voimakkaasti veden kanssa muodostaen litiumhydroksidia, vetykaasua 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. eteeni, propeeni)	90-230

	Elektrolyytti höyrystyy muodostamalla kaasuja, jotka purkautuvat varoventtiilin kautta. Muodostuva paine ja kasvava lämpötila voivat aiheuttaa akkupakkauksen repämisen sekä lämpökarkaamisen. Lämpökarkaamisessa kaasut vapautuvat voimakkaasti ja voivat syttyä. Samalla akusta voi vapautua palavia heitteitä.	120-220
	Elektrolyytti ja katodimetallit hajoavat muodostaen happea	200-300

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 räjähdyksen tai humahduksen. Jos kaasuja kertyy ulkona esimerkiksi katoksen alle, syttymistä seuraa humahdus. Liekkipalo pienentää syttyvien savukaasujen humahdusriskiä. Syttyvien kaasujen muodostuminen akusta voi jatkua vielä sammutustyön jälkeen.

Akun varaustaso vaikuttaa lämpökarkaamisen ja palon voimakkuuteen. Täyteen ladattu 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 heti palamaan, minkä vuoksi helposti syttyvien kaasujen humahdusriski on kohonnut.

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

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

Esimerkki katodista: NMC811

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).

Esimerkki elektrolyytistä: Litiumheksafluorofosfaatti

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:	9A	
Vaaran tunnusnumero:	-	

YK-numero:	3536 (litiumakut, lastinkuljetusyksikköön asennetut, litiumioniakut tai litiummetalliakut) 3556 (akkukäyttöinen ajoneuvo, litiumioniakku)



Kuljetusluokka:	maantiekuljetus: 9
	merikuljetus: 9
Pakkausryhmä:	-
Varoituslipuke:	9A
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 150 ppm (170 mg/m^3) /30 min	1700 ppm (2000 mg/m^3) /10 min 600 ppm (700 mg/m^3) /30 min
Kloorivety	1,8 ppm (2,7 mg/m^3) /10 min 1,8 ppm (2,7 mg/m^3) /30 min	100 ppm (150 mg/m^3) /10 min 43 ppm (65 mg/m^3) /30 min	620 ppm (940 mg/m^3) /10 min 210 ppm (320 mg/m^3) /30 min
Syaanivety	2,5 ppm (2,8 mg/m^3) /10 min 2,5 ppm (2,8 mg/m^3) /30 min	17 ppm (19 mg/m^3) /10 min 10 ppm (11 mg/m^3) /30 min	27 ppm (30 mg/m^3) /10 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) 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 **Alumiini, liukoiset yhdisteet**	-	1 mg/m^3 Al 0,1 mg/m^3 Al	-

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

1.7 Käyttö

Litiumioniakkuja käytetään virtalähteinä monissa akkukäyttöisissä laitteissa, kuten puhelimissa, kannettavissa tietokoneissa, työkaluissa ja ajoneuvoissa. Näiden lisäksi suurempia litiumioniakustoja käytetään sähköenergian varastoimiseen.

2. Terveysvaara

2.1 Välittömät vaikutukset

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

Akkupalossa muodostuvat kaasut voivat aiheuttaa suljetussa tilassa hapen puutteen tai syttyessään aiheuttaa palo- ja räjähdysvammoja.

Akkujen sisältämä emäksinen elektrolyyttineste voi vaurioittaa vakavasti ihoa ja silmiä.

Korkeajänniteakkujen käsittelyssä tulee huomioida sähköiskun aiheuttamat terveysvaarat.

Akkupalossa vapautuvan päästön tyyppi	**Esimerkkiyhdisteitä**	**Terveysvaikutukset**
Myrkylliset kaasut	Hiilimonoksidi, fluorivety, syaanivety, fosforyylifluoridi, fosforipentafluoridi	Sydän- ja keskushermosto-oireet, tajuttomuus, hengityslama ja kuolema
Syttyvät ja happea syrjäyttävät kaasut	Vety, metaani, eteeni, propeeni	Palo- ja räjähdysvammat, hapen puute
Ärsyttävät kaasut ja syövyttävät yhdisteet	Fluorivety, kloorivety, akroleiini, formaldehydi, typen ja rikin oksidit, VOC-yhdisteet, fluorivetyhappo, fosforihappo, suolahappo, litiumhydroksidi	Silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytys- sekä syöpymävauriot. Keuhkopöhö
Hiukkaspäästöt	Savu ja noki (PAH-yhdisteet), metallit (esim. Al, Ni, Mn, Co, Li)	Vaikutukset hengityselimistön 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 voi muuttua emäksiseksi, jos sammutusvesi on kosketuksissa akkukemikaalien kanssa. Akkukemikaalien kanssa kosketuksissa ollut sammutusvesi lisää ympäristölle haitallisten raskasmetallien, orgaanisten ja epäorgaanisten fluoriyhdisteiden (PFAS) ja fluoridin määrää sammutusjätevedessä huomattavasti.

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	Humahdus- ja räjähdysvaara koko tila, roiskeita ja palavia heitteitä jopa useita metrejä	Humahdus- ja räjähdysvaara koko tila, roiskeita ja palavia heitteitä jopa useita metrejä	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 tyypin 3 nestetiivistä kemikaalisuojapukua (EN 14116), jonka materiaali rajoittaa liekin leviämistä puvussa tai tyypin 1 kaasutiivistä kemikaalisuojapukua (EN 943-2:2019) ja aktiivihiiliväliasua (EN ISO 13982).

Näkyvien liekkien sammutus ei katkaise akun sisällä tapahtuvaa reaktiota, mutta lämmön siirtyminen akun sisällä kennosta toiseen voidaan estää jäähdyttämällä akkua vedellä.

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. Huomioi, että akuista mahdollisesti lähteneet kuumat heitteet voivat levittää paloa.

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

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

Korkeajänniteakkujen käsittelyssä tulee huomioida sähköiskun vaara.

Kerää akkukemikaalien kanssa kosketuksissa ollut jätesammutusvesi talteen ja estä pääsy viemäriin tai ympäristöön. Erityisesti isompien litiumioniakustojen sammuttamisessa tulee huomioida jätesammutusvesien hallinta ja ottaa huomioon pohjavesialueet. Ilmoita mahdollisesta vahingosta ympäristöviranomaiselle.

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

Puhdista saastuneet varusteet huolellisesti tai vaihda ne puhtaisiin.

4.2 Alueen puhdistaminen

Jälkitoimet riippuvat aina palon laajuudesta. Tulipalossa palaa myös muuta materiaalia, josta muodostuu myös haitallisia yhdisteitä. Tarvittavien raivaus-, puhdistus- tai jälkisaneeraustöiden laajuus vaihtelee.

Litiumioniakkupalossa syntyville terveydelle haitallisille yhdisteille voi altistua myös palon päätyttyä. Savu, noki ja niihin sitoutuneet kemialliset yhdisteet säilyvät paloalueen pinnoilla. Kaasumaiset yhdisteet poistuvat tuulettamalla. Lisäksi haitalliset yhdisteet voivat sisätiloissa siirtyä ilmanvaihdon mukana rakennuksen muihin osiin ja imeytyä 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. hiilimonoksidi, fluorivety, kloorivety, typen oksidit, rikkiyhdisteet, happi, ym.).

Akkupalopaikan puhdistamisessa suojainten valintaan vaikuttaa arvioidut 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 pään. Käytä tyypin 5 kemikaalinsuojapukua (EN ISO 13982-1, pölytiivis). Jos raivauskohde on märkä, käytä tyypin 3 kemikaalinsuojapukua (EN 14605, nestetiivis). 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 ensihoitohenkilöstö voi käyttää henkilönsuojaimia. Käytä kemikaalisuojakäsineitä (EN ISO 374-1: tyyppi A tai B) ja tarvittaessa myös 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, tyypin 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. Mahdollisuuksien mukaan käytä defibrillaattoria. Toimita altistunut ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Roiskeet silmään

Huuhtele silmää haalealla juoksevalla vedellä vähintään 15 minuuttia pitäen silmäluomia auki huuhtelun aikana (poista piilolinssit, mikäli mahdollista). 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. Mahdollisen fluorivetyhapolle altistumisen takia välittömästi runsaan huuhtelun jälkeen ihoalueelle levitetään kalsiumglukonaattigeeliä ja hierotaan sitä ihoon. Hoito on annettava mahdollisimman nopeasti, koska fluoridi-ionit tunkeutuvat nopeasti syvälle kudoksiin. 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 (mm. fluorivetyhappo, fosforihappo ja suolahappo), joten on varauduttava ihon, silmien ja hengitysteiden syöpymävaurioiden hoitoon. Lisäksi akkupalo voi aiheuttaa suljetuissa tiloissa palokaasujen humahduksen, joten hoidossa tulee varautua vakavien palo- ja räjähdysvammojen hoitoon.

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

Syanidimyrkytyksessä annetaan antidoottihoitona ensisijaisesti hydroksikobalamiinivalmistetta, jota tulee käyttää vain oireisille potilaille erillisen ohjeen mukaan.

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 voidaan antaa keuhkopöhön ehkäisemiseksi inhaloitavia ja systeemisiä kortikosteroideja, vaikka näyttö niiden tehosta on epävarma.

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

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. Näytteet tulee ottaa mahdollisimman pian altistumisen jälkeen. Lisätietoja Työterveyslaitokselta (p. 030 4741 arkisin kello 8.30–15.00).

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 maahantuojan 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 erikoistuneeseen toimijaan. Vuotavat akut pakataan tiiviiseen muovipussiin.

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 tarkoitetulla laturilla ja niille tarkoitetulla 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). Korkeajänniteakkujen käsittelyssä suojakäsineiden ja turvakenkien 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.

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 9A).

7. Kirjallisuus

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

Akkuturvallisuus – Akkuturvallisuus työpaikalla. 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. Tukes, 2025.

Litiumioniakkujen turvallinen käyttäminen. 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. Paristokierrätys. 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. 2026.

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

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

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

Tämä turvallisuusohje on tehty Työsuojelurahaston tuella.