



## TOIMINTAOHJE 12/2022

### Sähköautopalo pysäköintilaitoksessa

Perustuu Joonatan Suosalon tekemään Helsingin pelastuslaitoksen ohjeeseen (13.10.2022)

#### 1. YLEISTÄ

Sähköauton palo poikkeaa tavanomaisen polttomoottorikäyttöisen auton palosta vain, jos tulipalo on päässyt sähköauton energiavarastoihin – eli akkuihin. Tämänhetkisen tiedon mukaan sähköautot eivät ole erityisen herkkiä syttymään verrattuna polttomoottorikäyttöisiin autoihin. Lisäksi niiden palotehon voidaan arvioida olevan jopa polttomoottorikäyttöisen auton paloa pienempi, koska palavien nesteiden määrä on pienempi. Sähköauton palotehoon vaikuttaa merkittävästi auton akuston latausaste (vrt. polttoaineen määrä).

Keskeiset ongelmat sähköauton akkupalossa liittyvät vaikeaan sammutettavuuteen ja kemiallisiin altisteisiin. Akkupalon palotapahtumaa kuvataan lämpökarkaamiseksi (thermal runaway). Lämpökarkaaminen käynnistyy akkukemiasta riippuen 80 – 120 asteessa. Tässä reaktiossa akku tuottaa palaessaan kaikkia palamiseen tarvittavia elementtejä, joten ainoa sammutuskeino on akkukennojen jäähdyttäminen. Eri testien perusteella vesi on todettu tehokkaimmaksi jäähdytteeksi.

Kaikki autopalot tuottavat elimistölle haitallisia palo- ja savukaasuja. Sähköautopaloissa näiden haitallisten pitoisuuksien on havaittu olevan polttomoottorikäyttöisen auton paloja suurempia. Näin ollen pelastushenkilöstön työturvallisuuteen ja altistumiseen tulee kiinnittää sähköautojen paloissa erityishuomioita. Kuitenkin tavanomaisessa tulipalossa normaalit suojautumistoimenpiteet riittävät. Tilanteen jälkeen on huolehdittava ”puhtaan paloaseman” periaatteiden noudattamisesta, jotta altistuminen minimoidaan.

#### 2. RESURSSIT

Sähköautopalo maanalaisessa tai maanpäällisessä pysäköintilaitoksessa saattaa sitoa pelastuslaitoksen resursseja useiksi tunneiksi. Siksi on keskeistä, että pelastustoiminnan johtaja huolehtii paikalla olevien resurssien riittävydestä etupainotteisesti.

Sähköauton akkupaloon tarvittava vesimäärä saattaa olla huomattavan suuri. Eri kokemusten perusteella tarvittava vesimäärä voi olla jopa yli 10 000 litraa. Tämän vuoksi pelastustoiminnan johtajan tulee varmistua vedensaannista riittävien lisävesiselvitysten avulla.

Akkupalo voi syttyä uudelleen jopa useita päiviä ensimmäisen sammutuksen jälkeen. Tämän vuoksi taktiikkaa valittaessa tulee miettiä, että pyritäänkö akkupalo jäähdyttämään pysäköintitilassa vai pyritäänkö palava ajoneuvo siirtämään ulkoilmaan.

Sammutustoiminta tulisi aloittaa vasta kun riittävät resurssit sammutukseen ovat valmiina (huomioiden lisäveden saatavuus ja suojaparitoiminta). Ensimmäisiä keskeisiä tehtäviä on huolehtia tilojen evakuoinnista ja rajaamisesta siten, että pelastuslaitos pystyisi keskittymään pelkästään palavan sähköauton jäähdytykseen ja sammutukseen.

### 3. TUNNISTAMINEN

Autopalossa tulisi varmistua palavan auton energiamuodosta. Sähköauton tunnistaa yleensä ulkoisista merkinnöistä (esim. EV) tai viimeistään tietokantojen avulla (esim. Crash Recovery System).

Sähköauton palossa tulee arvioida, onko palo sähköauton akustossa vai muualla autossa. Tilanteen tunnistamisessa voidaan hyödyntää erilaisia tietokantoja arvioidessa sitä, onko palo voinut vahingoittaa auton akkuja. Sähköautojen akut sijaitsevat yleensä hyvin suojattuina auton pohjassa.

Akkupalon tyypillisiä tunnusmerkkejä ovat:

- Sarja poksahduksia (yksittäisen akkukennon kuori pettää akun paisumisen johdosta)
- Akkujen turpoaminen
- Valkoinen höyry/savu auton akuista
- Akkujen lämpötilan nousu (lämpökameralla mitaten)

### 4. SAMMUTTAMINEN

Vesi on korkean lämmönsitomiskykynsä ansiosta tehokkain sammute akkupalon jäähdytykseen ja sammuttamiseen. Haaste akkupalossa tulee siitä, että vesi tulisi saada suoraan akkuihin, jotka ovat hyvin koteloituja. Osassa sähköautoja on olemassa erillinen sammutusaukko (esim. Renault), jonka tulppa sulaa pois lämpökarkaamisen käynnistyttyä akuissa. Mikäli sammutusaukkoa ei ole, niin vesivirta tulisi suunnata siihen kohtaan sähköauton akkuja, mistä purkautuu valkoista savua/höyryä tai liekkejä.

Sähköautojen akkupalossa tulee varautua pitkäkestoiseen jäähdyttämiseen ja sammuttamiseen. Tämän vuoksi tiloihin tulee järjestää riittävä savunpoisto pelastuslaitoksen kalustolla tai kiinteistön omilla järjestelmillä. Pitkäkestoinen akkujen jäähdytys tulisi pyrkiä tekemään ilmapirtauksen yläpuolelta, jotta vähennetään pelastushenkilöstön altistumista haitallisille palo- ja savukaasuille.

Akkujen palaessa täytyy tiedostaa, että liekkipalon sammuttaminen ei pysäytä akkujen lämpökarkaimista. Lämpökarkaaminen on kemiallinen tapahtuma yksittäisessä akkukennossa, jossa muodostuu itsessään kaikkea palamiseen tarvittavia elementtejä (myös happea). Liekkipalossa osa haitallisista kemikaaleista palaa pois, joten liekkipaloa ei tulisikaan sammuttaa ennen kuin kaikki sammuttamiseen tarvittavat resurssit ovat käytettävissä.

Akkujen sammuttamisessa tulee hyödyntää lämpökameraa, jolla tarkkaillaan akkujen läheisten rakenteiden lämpötilaa ja sen kehitystä sammutustyön edetessä. Jäähdytyksen helpottamiseksi autoa voidaan kallistaa esimerkiksi erilaisten tunkkien avulla, jotta vesi saadaan mahdollisimman tehokkaasti akkuihin.

Eri polttokokeiden perusteella voidaan arvioida, että kokonaisuudessaan akkupalon sammutukseen ja jäähdytykseen tarvittava vesimäärä on vähintään useita tuhansia litroja. Akkujen jäähdyttämistä tulisikin pyrkiä jatkamaan niin kauan, kunnes akkujen lämpötila on saatu lämpökameran perusteella laskettua reilusti alle 80 asteen (esim. ympäröivän ulkoilman lämpöiseksi). Tämän jälkeen tulee siirtyä jälkivartiointivaiheeseen, jossa varmistutaan siitä, että akkujen lämpötila ei pääse nousemaan uudelleen.



Akkupalon jäähdytykseen ja sammutukseen käytetty sammutusvesi luokitellaan ongelmajätteeksi. Veden saastumisasteeseen vaikuttaa se, että onko sammutusvesi päässyt kosketuksiin akkukemikaalien kanssa. Mikäli auto/akku upotetaan veden alle sammutuskonttiin, niin silloin saastuneet vedet tulee toimittaa asianmukaiseen jälkikäsittelyyn veden pH-arvon ja kemikaalipäästöjen johdosta. Mikäli sähköauton akkupalon sammutukseen käytettyä vettä pääsee viemäriverkkoon, tulee jätevedenpuhdistamolle ilmoittaa asiasta.

## 5. AJONEUVON SIIRTO

Sähköauton akkupalossa ensisijainen sammutuskeino pysäköintilaitoksessa on akkujen jäähdyttäminen palotilassa. Mikäli tämä ei jostain syystä ole mahdollista tai henkilöturvallisuus huomioiden järkevää, tulee palanut/palava ajoneuvo pyrkiä siirtämään pois pysäköintilaitoksesta.

Palaneen auton hinaus tulee suorittaa hinausautolla. Sähköauton akkupalossa on huomioitavaa, että palo on voinut mahdollisesti vahingoittaa auton sähköjärjestelmää siten, että auton renkaat ovat lukossa (tai palaneet). Tällöin tulee varautua erillisten siirtoalustojen käyttöön.

Kun palo on saatu sammumaan ja ympäröiviin tiloihin on saatu riittävä tuuletus käyntiin, voidaan ulkopuolinen hinausautoyrittäjä päästää palotilaan pelastuslaitoksen valvonnassa. Ennen siirtoon ryhtymistä tulee määrittää paikka, johon palanut sähköauto siirretään jälkivartiointiin. Siirtopaikan tulisi olla sellainen, jossa sivullisille ei aiheudu palo- ja savukaasuista vaaraa, eikä palo voi levitä muihin autoihin tai rakennuksiin. Lisäksi paikassa tulisi huomioida mahdollisten sammutusvesien keräys.

## 6. TYÖTURVALLISUUS

Sähköauton akkupalosta vapautuu huomattava määrä haitallisia ja syöpää aiheuttavia yhdisteitä. Suojaustasona sähköautopaloissa tulee tiedustelussa ja sammutuksen alkuvaiheessa käyttää tavanomaista paloasua ja paineilmalaitetta. Lähestyminen sähköautopaloon tulee pyrkiä tekemään ilmavirtauksen yläpuolelta.

Altistumisen vähentämiseksi tulee palotilaan pyrkiä järjestämään tilanteen alkuvaiheessa riittävä savunpoisto. Jäähdytystä ja sammutusta voidaan tehdä pitkäaikaisestikin palotilassa paloasun kanssa, mikäli se pystytään suorittamaan ilmavirran yläpuolelta.

Mikäli joudutaan työskentelemään pitkiä aikoja (useita paineilmapulloja per hlö) palo- ja savukaasujen seassa, tulee käyttää kaasutiivistä kemikaalisuojapukua ja paineilmalaitetta. Kemikaalisuojapuvun kanssa tulee huomioida sen heikompi palonkesto, paloasuun verrattuna. Akkupalo voi aiheuttaa myös kuumia metallihteitä autosta, mikä tulee huomioida turvallisessa jäähdytys- ja sammutustoiminnassa.

Sähköauton palossa tulee noudattaa autovalmistajan ohjeita sammutus- ja pelastustoiminnasta. Joissain automalleissa valmistaja suosittelee pelastussilmukan (rescue loop) katkaisua. Katkaisusilmukalla saadaan auton korkeajännitejärjestelmän virransyöttö akuista katkaistua. Auton käsittelyssä tulee kuitenkin lähtökohtaisesti toimia siten kuin kaikki korkeajännitekomponentit olisivat jännitteellisiä. Työturvallisuuden varmistamiseksi auton latauspiste on myös syytä tehdä jännitteettömäksi.



## 7. TEHTÄVÄN PÄÄTTÄMINEN

Mikäli sähköauto on sammutettu pysäköintilaitoksessa, tulee sitä jälkivartioida vähintään tunnin ajan auton sammuttamisen jälkeen. Sammutuksen katsotaan onnistuneen, kun akuston lämpötila on saatu laskettua reilusti alle 80 asteen. Lisäksi akun lämpötila ei saa nousta, eikä akusta saa purkautua savua tai kipinöitä. Jälkivartioinnin ajan tilassa tulee olla jatkuva sammutusvalmius ja akuston lämpötilaa tulee seurata aktiivisesti lämpökameralla.

Jälkivartioinnin jälkeen auto voidaan luovuttaa hinausyrittäjälle pysäköintilasta poissiirtoa varten. Pelastustoiminnan johtajan tulee varmistua siitä, että auto siirretään tiloista pois ennen kuin jälkivartiointi päätetään. Erikseen määritellyssä paikassa, johon auto siirretään, jälkivartiointia tulisi suorittaa vähintään vuorokauden ajan (esim. kiertovartiointi tunnin välein). Paikka tulisi olla sellainen, että siellä ei ole leviämiskaavaa, mikäli akusto syttyy uudelleen palamaan.

Palotila voidaan luovuttaa käyttäjälle sen jälkeen, kun tila on puhdistettu asianmukaisesti. Huomionarvoista on se, että savu- ja palokaasut sekä sammutusvesi sisältävät haitallisia yhdisteitä, joten tilojen asianmukaisesta puhdistuksesta tulee varmistua.

Pelastushenkilöstön tulee noudattaa tilanteen purkamisessa ”puhtaan paloaseman” periaatteita. Sammutukseen käytetyt varusteet tulee laittaa itsesulaviin pesupusseihin ja henkilöstölle tulee vaihtaa puhtaat väli- ja paloasut. Pesupussit tulee kuljettaa pesuun pelastusyksikön miehistötiloista erillään.



## SÄHKÖAUTON TULIPALO RAJATUSSA TILASSA

SÄHKÖAUTON TULIPALO RAJATUSSA TILASSA

## 1. PELASTA

- Eristä alue ja pelasta vaarassa olevat
- Estä kulku pysäköintilaitokseen ja ympäröiviin tiloihin
- Yhteistyö poliisin ja kohteen järjestyksenvalvojen kanssa

## 2. SAMMUTA

- Suorita nopea palavan auton sammutus ilmapirtauksen "yläpuolelta"
- Varmista lisävesi ja suojapari sammutukseen
- Suojaustasona paloasu ja paineilmalaite

## 3. TUNNISTA

- Tunnista automalli ja käyttövoima, avaa tarvittavat tietokannat
- (Mikäli sähköauto palaa, tee latauspiste jännitteettömäksi)
- Katkaise pelastus-silmukka mikäli valmistaja suosittelee sitä

## 4. SAVUNPOISTO

- Järjestä savunpoisto tiloista
- Eristä alue johon savu poistetaan ulkoilmassa

## 5. ARVIOI TILANNE

- Arvioi, että onko palo päässyt akustoon (akkupalon merkit)
- Käytä apuna tietokantoja akuston sijainnin arviointiin
- Jos akkupalo -> varmista resurssien riittävyys (vähintään kolme sammutusparia, suojapari ja säiliöyksikkö)

## 6. JÄÄHDYTÄ

- Jäähdytä akustoa sammutusaukon tai savun purkautumissaukon kautta
- Suojaustasona paloasu ja paineilmalaite

## 7. TARKKAILE

- Arvioi lämpökameran avulla jäähdyttääkö sammutusvesi akustoa
- Muodostuuko akustosta vielä palon merkkejä

## 8. SAMMUTUSVESIEN TALTEENOTTO

- Akkukemikaalien kanssa kosketuksiin joutunut sammutusvesi luokitellaan ongelmajätteeksi
- Estä sammutusveden pääsy viemäriin mikäli mahdollista
- Ilmoita jätevedenpuhdistamolle mikäli sammutusvettä päässyt viemäriin

## 9. JÄRJESTÄ HINAUS

- Sammuttamisen jälkeen tilassa 1h jälkivartiointi ennen siirtoa
- Arvioi tilan korkeuden perusteella sopiva hinausauto
- Arvioi voiko hinausyrittäjä mennä tiloihin vai suoritetaanko pelastushenkilöstölle pikakoulutus hinausauton käytöstä
- Varmista sammutusvalmius myös hinauksen aikana

## 10. JÄLKIVARTIOINTI JA TILANTEEN PURKU

- Määritä paikka minne hinattu auto siirretään
- Auton jälkivartiointi paikassa, jossa ei leviämisaavaa, vähintään 24h
- Tilanteen jälkeen altistumisen vähentäminen "puhtaan paloaseman" periaatteiden mukaisesti

TULIPALO SÄHKÖAUTON AKUSTOSSA



## SÄHKÖAUTON TULIPALO ULKOILMASSA

SÄHKÖAUTON TULIPALO ULKOILMASSA

## 1. PELASTA

- Eristä paloalue ja pelasta vaarassa olevat
- Maantiellä/moottoritieellä harkitse liikenteen katkaisemista kokonaan

## 2. SAMMUTA

- Suorita nopea palavan auton sammutus ilmavirtauksen "yläpuolelta"
- Varmista lisävesi ja suojarahat sammutukseen
- Suojaustasona paloasu ja paineilmalaitte

## 3. TUNNISTA

- Tunnista automalli ja käyttövoima, avaa tarvittavat tietokannat
- (Mikäli sähköauto palaa, tee latauspiste jännitteettömäksi)
- Katkaise pelastus-silmukka mikäli valmistaja suosittelee sitä

## 4. ARVIOI TILANNE

- Arvioi, että onko palo päässyt akustoon (akkupalon merkit)
- Käytä apuna tietokantoja akuston sijainnin arviointiin
- Jos akkupalo -> varmista resurssien riittävyys (vähintään kolme sammutusparia, suojarahat ja säiliöyksikkö)

## 5. JÄÄHDYTÄ

- Jäähdytä akustoa sammutusaukon tai savun purkautumissaukon kautta
- Suojaustasona paloasu ja paineilmalaitte

## 6. TARKKAILE

- Arvioi lämpökameran avulla jäähdyttääkö sammutusvesi akustoa
- Muodostuuko akustosta vielä palon merkkejä

## 7. SAMMUTUSVESIEN TALTEENOTTO

- Akkukemikaalien kanssa kosketuksiin joutunut sammutusvesi luokitellaan ongelmajätteeksi
- Ilmoita jätevedenpuhdistamolle mikäli sammutusvettä päässyt luontoon

## 8. JÄRJESTÄ HINAUS

- Sammuttamisen jälkeen 1h jälkivartiointi ennen siirtoa
- Varmista sammutusvalmius myös hinauksen aikana

## 9. JÄLKIVARTIOINTI JA TILANTEEN PURKU

- Määritä paikka minne hinattu auto siirretään
- Auton jälkivartiointi paikassa jossa ei leviämiskaavaa, vähintään 24h
- Tilanteen jälkeen altistumisen vähentäminen "puhtaan paloaseman" periaatteiden mukaisesti

TULIPALO SÄHKÖAUTON AKUSTOSSA





## ERI SAMMUTUSMENETELMIEN HYVÄT JA HUONOT PUOLET

### Suihkuputkijäähdytys ulkokautta

- + löytyy kaikista palokunnista, rutiininomainen käyttö
- + jäähdytys saadaan nopeasti käyntiin
- + eri autovalmistajien yleisesti suosittu menetelmä
- ulkopuolinen jäähdytys hidasta riippuen akun rakenteesta
- suuri vedenkulutus
- vesiä ei saada kerättyä talteen (saastunutta mikäli päässyt kosketuksiin akkukemikaalien kanssa)

### Alustasprinkleri

- + akun jäähdytyksessä ei tarvitse altistaa sammuttajia haitallisille palo- ja savukaasuille
- + käyttö onnistuu yhden pelastusyksikön voimin
- ulkopuolinen jäähdytys hidasta riippuen akun rakenteesta
- vesiä ei saada kerättyä talteen (saastunutta mikäli päässyt kosketuksiin akkukemikaalien kanssa)

### Sammutuskontti

- + estää tehokkaasti palon leviämisen
- + sammutusvedet saadaan tehokkaasti talteen
- upotuksen jälkeen ehjätkin akkukennot oikosulkuvaarassa, palo voi syttyä vielä vesien poistamisen jälkeen
- vesi on erittäin saastunutta, käsittely erityislaitoksessa
- palon syttymissyyn selvittäminen vaikeaa/mahdotonta tapauksen jälkeen
- epäkäytännöllistä?

### Hallittu poltto

- + liekkipalossa osa haitallisista yhdisteistä palaa pois, ehkä ”ympäristöystävällisin” ratkaisu akkupalossa
- + ei sido henkilöstöä ja kalustoa kohtuuttomasti
- yleensä ei mahdollista pysäköintilaitoksessa tai tiheään rakennetussa taajamassa
- akkupaketin koosta riippuen hallittu poltto voi kestää jopa tunteja

### Jännitesuojattu pistosuihkuputki

- + jos tiedetään palon sijainti niin jäähdytysvaikutus saadaan suoraan palaviin akkukennoihin
- kallis erikoistyökalu
- jos ei tiedetä palon sijaintia akkupaketissa, niin riski levittää paloa ehjiin akkukennoihin
- autovalmistajien ohjeissa ei suositella akkupaketin mekaanista lävistystä

### Sammutuspeite

- + palon leviämistä saadaan hidastettua viereisiin autoihin
- kallis hankintahinta ja tulipalon jälkeisen huollon onnistuminen epävarmaa
- palaa puhki riittävän voimakkaassa palossa
- peitteen alle voi muodostua syttymis-/räjähtämiskelpoinen seos, riski sammuttajille
- akkupalo muodostaa palaessaan hapen, tukahduttamalla ei saada akkupaloa sammumaan

