



Korkeajänniteajoneuvojen ja akkujen käsittelyohjeistus Copart Suomi Oy:lle

Jonas Silfverberg

OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2026

Autotekniikan AMK tutkinto
Korjaamotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Autotekniikan AMK tutkinto
Korjaamotekniikka

SILFVERBERG, JONAS

Korkeajänniteajoneuvojen ja akkujen käsittelyohjeistus Copart Suomi Oy:lle

Opinnäytetyö 35 sivua
Maaliskuu 2026

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Copart Suomi Oy:lle yhtenäinen prosessiohje korkeajänniteajoneuvojen ja niiden ajovoima-akkujen turvalliseen käsittelyyn. Yritykselle saapuu pääosin vahingoittuneita ajoneuvoja, joiden virheellinen käsittely voi aiheuttaa lisävahinkoja sekä merkittäviä työturvallisuusriskejä.

Työ toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä yhteistyössä yrityksen sähköajoneuvoammattilaisten kanssa. Kehittämistyössä hyödynnettiin viranomaisohjeituksia, lainsäädäntöä sekä alan yleisiä toimintamalleja. Työn tuloksena laadittiin prosessikaavio ja siihen perustuva ohjeistus, joka määrittelee korkeajänniteajoneuvojen vastaanoton, arvioinnin ja jatkokäsittelyn eri tilanteissa. Lisäksi työssä tehtiin alustava selvitys vahinkoajoneuvoista irrotettujen ajovoima-akkujen mahdollisesta erillään myynnistä sekä siihen liittyvistä lainsäädännöllisistä reunaehdoista.

Laadittu ohje yhtenäistää toimintatavat kaikilla toimipisteillä, parantaa työturvallisuutta ja tukee uuden henkilöstön perehdytystä. Prosessi mahdollistaa myös poikkeuksellisessa tai kriittisessä tilassa olevien ajoneuvojen hallitun ja turvallisen käsittelyn.

Asiasanat: korkeajänniteajoneuvo, ajovoima-akku, vahinkoajoneuvo, sähkötyöturvallisuus, prosessikehitys

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Bachelor of Engineering in Automotive Engineering
Automotive Workshop Engineering

SILFVERBERG, JONAS

Handling Guidelines for High-Voltage Vehicles and Batteries for Copart Suomi Oy

Bachelor's thesis 35 pages

March 2026

The objective of this thesis was to develop a standardized process guideline for Copart Suomi Oy for the safe handling of high-voltage vehicles and their traction batteries. The company primarily receives damaged vehicles, and improper handling may result in additional damage as well as significant occupational safety risks.

The thesis was carried out as a practice-based project in collaboration with the company's electric vehicle specialists. The development work utilized official authority guidelines, legislation, and established industry practices. As a result of the study, a process chart and a corresponding guideline were developed, defining the procedures for receiving, assessing, and further processing high-voltage vehicles in various situations. In addition, a preliminary study was conducted on the potential separate sale of traction batteries removed from damaged vehicles, as well as the related legislative constraints.

The developed guideline standardizes operating procedures across all company locations, improves occupational safety, and supports the onboarding of new personnel. The process also enables controlled and safe handling of vehicles in exceptional or critical conditions.

Key words: high-voltage vehicle, traction battery, damaged vehicle, electrical safety, process development

TEKOÄLYN KÄYTTÖ OPINNÄYTTEESSÄ

Opinnäytteessäni on käytetty tekoälysovelluksia:

- Ei
 Kyllä

Ilmoitukseni mukaan olen käyttänyt opinnäytteessäni opinnäytetyöprosessin aikana seuraavia tekoälysovelluksia:

Tekoälysovellusten nimet ja versiot:

Käyttötarkoitus:

Osiot, joissa tekoälyä on käytetty:

Olen tietoinen siitä, että olen täysin vastuussa koko opinnäytteeni sisällöstä, mukaan lukien osat, joissa on hyödynnetty tekoälyä, ja hyväksyn vastuun mahdollisista eettisten ohjeiden rikkomuksista.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	KORKEAJÄNNITEAJONEUVOJEN KÄSITTELYN TAUSTATEKIJÄT .	8
	2.1 Korkeajänniteajoneuvojen erityispiirteet.....	8
	2.2 Eri sähkö- ja hybridiajoneuvotyypit.....	9
	2.3 Korkeajännitejärjestelmiin liittyvät riskit	10
	2.4 Korkeajänniteajoneuvojen käsittelyn peruseriaatteet	10
	2.5 Jännitteettömäksi tekeminen.....	11
3	VIRANOMAISVAATIMUKSET JA SÄÄNTELY	12
	3.1 Lainsäädäntö korkeajänniteajoneuvojen käsittelyssä.....	12
	3.1.1 Ajoneuvo- ja sähköturvallisuuslaki.....	12
	3.1.2 Jätelaki ja tuottajavastuu	13
	3.1.3 Ajoneuvon jäteasema ja jatkokäsittely.....	13
	3.1.4 Korkeajänniteakkujen käsittely vauriotilanteissa.....	14
	3.2 Viranomaisten rooli ja ohjeistus.....	15
	3.3 Säätelyn vaikutus käytännön toimintaan	16
4	KORKEAJÄNNITEAJONEUVOJEN KÄSITTELYPROSESSI	17
	4.1 Ajoneuvon vastaanotto.....	17
	4.2 Ajoneuvon tilan arviointi	18
	4.3 Ajoneuvon käsittely ja siirtäminen	20
	4.4 Ajoneuvojen varastointi	22
	4.5 Karanteeni.....	22
	4.6 Korkeajänniteakun irrotus	23
5	PROSESSIKAAVION MUODOSTAMINEN	25
	5.1 Lähtötiedot ja aineistot	25
	5.2 Prosessikaavion tietosisällön rajaus.....	26
	5.3 Prosessikaavio työkaluna.....	26
	5.4 Prosessikaavion rajatut osa-alueet	26
	5.5 Selvitys irrallisten ajovoima-akkujen realisoinnista.....	27
6	TULOKSET	29
7	POHDINTA	30
	7.1 Tulosten arviointi.....	30
	7.2 Työn luotettavuus ja rajaukset	31
	7.3 Jatkokehitysmahdollisuudet	31
8	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET.....	35

LYHENTEET JA TERMIT

TAMK	Tampereen ammattikorkeakoulu
op	opintopiste
HV	High Voltage / korkeajännite
V	Voltti

1 JOHDANTO

Sähkö- ja hybridi ajoneuvojen määrän kasvu muuttaa merkittävästi vahinkoajoneuvojen käsittelyyn liittyviä käytäntöjä. Korkeajännitejärjestelmillä varustetut ajoneuvot poikkeavat perinteisistä polttomoottoriajoneuvoista erityisesti turvallisuusriskien ja käsittelyyn liittyvien vaatimusten osalta. Ajoneuvojen vaurioituminen, epäselvä tekninen tila tai akustoon kohdistuvat vauriot voivat aiheuttaa vakavia vaaratilanteita, mikä korostaa systemaattisen ja ennakoivan käsittelymallin merkitystä.

Vahinkoajoneuvojen käsittelyssä voidaan kohdata tilanteita, joissa korkeajänniteajoneuvojen kunto ja turvallisuus on arvioitava ennen tavanomaisia jatkotoimenpiteitä kuten ajoneuvojen pesua ja valokuvaamista. Ilman selkeästi määriteltyä käsittelyprosessia toiminta voi perustua yksittäisiin tulkintoihin tai kokemukseen, mikä lisää riskejä ja vaikeuttaa turvallisen toiminnan varmistamista. Yhteinen käsittelyprosessi kaikilla Copart Suomi Oy:n toimipisteillä tukee riskienhallintaa, henkilöstön turvallisuutta, uuden henkilöstön perehdyttämistä sekä päätöksentekoa erilaisissa poikkeavissa tilanteissa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää Copart Suomi Oy:lle selkeä ja visuaalinen prosessikaavio korkeajänniteajoneuvojen ja niiden akkujen käsittelyä varten. Työssä tarkastellaan ajoneuvojen käsittelyä niiden vastaanotosta aina luovutukseen saakka sekä tehdään alustava selvitys vaurioajoneuvojen irrallisten korkeajänniteakkujen mahdollisesta realisoinnista viranomaisvaatimusten näkökulmasta. Työ ei käsittele yksityiskohtaisia teknisiä huolto-ohjeita, eikä ajoneuvojen tai akkujen tieliikennekuljetusta vaan keskittyy turvalliseen ja hallittuun käsittelyprosessiin.

2 KORKEAJÄNNITEAJONEUVOJEN KÄSITTELYN TAUSTATEKIJÄT

Korkeajänniteajoneuvojen, joita tästä lähtien kutsutaan tässä työssä myös HV-ajoneuvoiksi, käsittely perustuu sähkö- ja työturvallisuutta koskevaan sääntelyyn, standardeihin sekä yleisiin vakiintuneisiin käytäntöihin. Toisin kuin perinteiset polttomootoriajoneuvot, HV-ajoneuvot sisältävät jännitteisiä komponentteja ja energiavarastoja, jotka voivat aiheuttaa vakavia turvallisuusriskejä myös silloin, kun ajoneuvo ei ole käytössä.

HV-ajoneuvojen turvallinen käsittely edellyttää ymmärrystä korkeajännitejärjestelmien rakenteesta, niihin liittyvistä riskeistä sekä peruseriaateista, joilla riskejä hallitaan ajoneuvon koko käsittelyketjun ajan.

2.1 Korkeajänniteajoneuvojen erityispiirteet

Korkeajänniteajoneuvoilla tarkoitetaan ajoneuvoja, joissa käyttövoimana tai osana voimansiirtoa käytetään korkeajännitteistä sähköjärjestelmää. Sähköajoneuvoissa matalajännitteellä tarkoitetaan alle 60 V tasajännitettä ja 30 V vaihtojännitettä, ja tätä suurempia ajovoimajärjestelmän jännitteitä kutsutaan ajoneuvotekniikassa korkeajännitteiksi (SFS 6002:2025, 68). Tällaisia ajoneuvoja ovat esimerkiksi täyssähköajoneuvot sekä ladattavat ja ei-ladattavat hybridiajoneuvot.

HV-ajoneuvojen keskeinen erityispiirre on ajoneuvon integroidun energiavaraston, eli korkeajänniteakun, suuri energiasisältö. Vaurioituneet tai vikaantuneet litiumioniakut voivat olla vaarallisia ja syttyä ennakoimattomasti, minkä vuoksi ne aiheuttavat merkittäviä turvallisuusriskejä (Pelastusopisto 2023, 22). Tämän vuoksi ajoneuvon ulkoinen tila tai näkyvät vauriot eivät yksinään riitä arvioimaan järjestelmän turvallisuutta (Auto- ja vakuutusalan VAAKA-työvaliokunta 2022, 1).

Lisäksi HV-ajoneuvojen rakenteet, kuten korkeajännitejärjestelmän kaapelointi, tehoelektronikka ja akuston sijoittelu ajoneuvon rakenteisiin, poikkeavat merkittävästi perinteisistä ajoneuvoista. Korkeajännitekaapelit merkitään oranssilla vä-

rillä, jos ne eivät ole suojarakenteiden sisällä (UNECE R100, 12). Nämä rakenteelliset ratkaisut vaikuttavat ajoneuvon käsittelyyn, siirtämiseen, varastointiin ja purkutoimenpiteisiin sekä edellyttävät erityistä osaamista ja varovaisuutta koko käsittelyprosessin ajan (Auto- ja vakuutusalan VAAKA-työvaliokunta 2022, 2).

2.2 Eri sähkö- ja hybridiajoneuvotyypit

Sähkö- ja hybridiajoneuvot voidaan jakaa käyttövoiman ja voimansiirtoratkaisun perusteella useisiin päätyyppeihin. Keskeisimmät ajoneuvotyypit ovat täyssähköajoneuvot (BEV), täyshybridit (HEV), ladattavat hybridiajoneuvot (PHEV) sekä kevythybridit (MHEV). (Bosch Automotive Handbook 2022, 996–1010.)

Täyssähköajoneuvossa (BEV) ajoneuvon liike tuotetaan yksinomaan sähkömoottorilla, ja energia varastoidaan korkeajänniteakkuun. Polttomoottoria ei ole lainkaan, ja ajoneuvo ladataan ulkoisesta sähköverkosta. Täyshybridiajoneuvossa (HEV) ajoneuvon käyttövoima tuotetaan sekä polttomoottorilla että yhdellä tai useammalla sähkömoottorilla. Sähköenergia tuotetaan ajon aikana esimerkiksi jarrutusenergian talteenoton avulla, eikä ajoneuvoa ladata ulkoisesti. (Bosch Automotive Handbook 2022, 996; 1010.)

Ladattava hybridiajoneuvo (PHEV) on täyshybridin laajennus, jossa korkeajänniteakku voidaan ladata myös ulkoisesta sähköverkosta. Suuremman akuston ansiosta ajoneuvoa voidaan käyttää pelkällä sähköllä lyhyitä matkoja ennen polttomoottorin kytkeytymistä. (Bosch Automotive Handbook 2022, 996.)

Kevythybridissä (MHEV) sähköjärjestelmä on tyypillisesti matalajännitteinen (esim. 48 V), eikä ajoneuvo kykene liikkumaan pelkällä sähköllä. Sähkömoottori toimii polttomoottorin tukena esimerkiksi kiihdytyksissä ja energian talteenotossa. (Bosch Automotive Handbook 2022, 1010.)

Hybridiajoneuvoja voidaan luokitella myös rakenteen perusteella sen mukaan, miten polttomoottori ja sähkömoottori on kytketty voimansiirtoon. Rinnakkaishybridissä molemmat voimanlähteet voivat tuottaa vetovoimaa samanaikaisesti, kun taas sarjahybridissä polttomoottorilla ei ole mekaanista yhteyttä pyöriin, vaan se

toimii generaattorina tuottaen sähköenergiaa ajomoottorille ja akulle (Bosch Automotive Handbook 2022, 998, 1003–1005). Näistä (MHEV) ei luokitella korkeajännitteiseksi ajoneuvoksi, joten sille ei myöskään tarvitse tehdä erillistä HV-tarkastusta.

2.3 Korkeajännitejärjestelmiin liittyvät riskit

HV-ajoneuvoihin liittyvät riskit eroavat luonteeltaan perinteisten ajoneuvojen riskeistä ja voivat toteutuessaan aiheuttaa vakavaa vaaraa henkilöstölle ja ympäristölle. Merkittävimpiä riskejä ovat sähköiskun vaara ja valokaaren syntyminen korkeajännitejärjestelmissä sekä korkeajänniteakun kemialliset ja lämpöön liittyvät riskit, kuten lämpökarkaaminen ja siihen liittyvä palovaara (Bosch Automotive Handbook 2022, 1611; Pelastusopisto 2025, 33).

Sähköiskun vaara liittyy tilanteisiin, joissa henkilö joutuu kosketuksiin jännitteisten osien kanssa joko suoraan tai epäsuorasti esimerkiksi vaurioituneiden kaapeleiden, liittimien tai akuston kautta, jolloin sähkövirta voi kulkea ihmiskehon läpi ja aiheuttaa vakavan vaaratilanteen (SFS 6002:2025, 68). Valokaari voi syntyä vikatilanteessa, kuten oikosulussa, ja se voi palaa pitkään sekä aiheuttaa merkittävän tulipalovaaran ja vaaratilanteita ympäristölle (SFS 6002:2025, 66–67).

Korkeajänniteakkuun liittyy riski lämpöryntäyksestä, jossa akku voi vaurioitua kuumentua hallitsemattomasti ja syttyä palamaan (Bosch Automotive Handbook 2022, 1611). Akkujen sisältämät kemikaalit voivat aiheuttaa terveydelle haitallisia kaasuja erityisesti vaurio- ja palotilanteissa (Pelastusopisto 2025, 33). Näiden riskien vuoksi akkujen käsittelyssä on huomioitava paloturvallisuus, sähköturvallisuus sekä työntekijöiden altistuminen haitallisille aineille, mikä korostaa ennakoivaa riskinarviointia ja turvallisia toimintatapoja (Pelastusopisto 2025, 33).

2.4 Korkeajänniteajoneuvojen käsittelyn perusperiaatteet

HV-ajoneuvojen käsittely perustuu siihen, että ajoneuvon korkeajännitejärjestelmän tila ja mahdolliset vauriot tunnistetaan ennen toimenpiteitä. Vaaratilanteet ja

tarve tehdä ajoneuvo jännitteettömäksi syntyvät ensisijaisesti silloin, kun korkeajännitejärjestelmän komponentit ovat vaurioituneet, niiden eheydestä ei ole varmuutta tai järjestelmän tila on muutoin epäselvä (Auto- ja vakuutusalan VAAKA-työvaliokunta 2022, 1). Tällaisissa tilanteissa käsittely edellyttää korostettua varovaisuutta ja lisäarviointia, sillä järjestelmään voi liittyä paloturvallisuus-, sähköturvallisuus- ja kemiallisia riskejä, jotka voivat realisoitua myös viiveellä (Pelastusopisto 2025, 33).

HV-ajoneuvojen käsittelyssä jännitteettömyys ei ole oletusarvo, vaan ennen työskentelyä on arvioitava sähköiset riskit, tunnistettava kohde ja todettava käyttöjännitteen poissaolo ennen työn aloittamista (SFS 6002:2025, 19, 35). Tämän vuoksi HV-ajoneuvojen turvallinen käsittely edellyttää selkeitä toimintamalleja, ajoneuvomallikohtaisten ohjeiden noudattamista sekä henkilöstön osaamista erityisesti tilanteissa, joissa korkeajännitejärjestelmä on vaurioitunut tai sen kunnosta ei ole varmuutta (Auto- ja vakuutusalan VAAKA-työvaliokunta 2022, 1–2; SFS 6002:2025, 79).

2.5 Jännitteettömäksi tekeminen

Korkeajänniteajoneuvoissa käytetään järjestelmiä, joilla ajoneuvon korkeajännitepiiri voidaan erottaa huolto- ja tarkastustilanteissa. Yksi keskeinen toteutustapa on huoltoerotin, jolla korkeajänniteakku voidaan erottaa muusta järjestelmästä. (SAE International 2015, 19.)

Sähkötyöturvallisuuden näkökulmasta keskeistä on, että työkohde erotetaan kaikista energialähteistä ja jännitteettömyys todetaan luotettavasti ennen työskentelyn aloittamista (SFS 6002:2025, 33).

Korkeajännitejärjestelmissä käytetään lisäksi teknisiä ratkaisuja, kuten automaattisia katkaisutoimintoja ja järjestelmätason erotusmenetelmiä, joiden tarkoituksena on vähentää altistumista vaaralliselle jännitteelle (SAE International 2015, 19–21). Järjestelmän erottamisesta huolimatta korkeajännite voi kuitenkin edelleen olla läsnä akun sisällä, minkä vuoksi jännitteettömyys on aina varmistettava erikseen ennen käsittelyä (SAE International 2015, 20; SFS 6002:2025, 33).

3 VIRANOMAISVAATIMUKSET JA SÄÄNTELY

3.1 Lainsäädäntö korkeajänniteajoneuvojen käsittelyssä

Vaurioituneiden ajoneuvojen käsittelyssä sovelletaan sekä kansallista että Euroopan unionin lainsäädäntöä. Sääntely koskee erityisesti ajoneuvon turvallisuutta, sen mahdollista muuttumista jätteeksi, käytöstä poistettujen ajoneuvojen käsittelyä sekä korkeajänniteakkujen elinkaaren aikaista hallintaa.

Lainsäädäntö muodostaa kokonaisuuden, jossa ajoneuvon käsittely määräytyy sen tilan mukaan. Keskeistä on erottaa toisistaan ajoneuvot, jotka poistuvat lopullisesti käytöstä jätteinä, ja ajoneuvot, jotka korjataan ja palautetaan takaisin liikennekäyttöön.

3.1.1 Ajoneuvo- ja sähköturvallisuuslaki

Ajoneuvojen turvallisuutta ja rakennetta koskee ajoneuvolaki (82/2021), joka asettaa vaatimuksia ajoneuvon hyväksynnälle, rakenteelle ja kunnolle (Ajoneuvolaki 82/2021, 7 §). Lain mukaisesti ajoneuvon tulee täyttää sille asetetut vaatimukset ennen käyttöönottoa, ja erityisesti vaurioituneiden ajoneuvojen osalta korostuu ajoneuvon kunnan ja vaatimustenmukaisuuden arviointi ennen sen palauttamista liikennekäyttöön.

Sähkö- ja hybridiajoneuvojen käsittelyyn liittyy lisäksi sähköturvallisuuslainsäädäntö. Sähköturvallisuuslain mukaan sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, korjattava, huollettava ja käytettävä siten, ettei niistä aiheudu vaaraa hengelle, terveydelle tai omaisuudelle, ja sähkötöitä tai käyttötöitä tekevän henkilön tulee olla tehtävään ja sen sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin perehtynyt tai opastettu (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 6 §, 54 §). Korkeajännitejärjestelmiin kohdistuvat korjaus- ja huoltotyöt kuuluvat lain tarkoittaman sähkötyön piiriin, ja tieliikennekäyttöön soveltuvan sähköajoneuvon voimajärjestelmän sähkötoissa edellytetään lisäksi perehtyneisyyttä kyseisen ajoneuvomallin

sähköjärjestelmään ja sähkön vaaroihin (Sätköturvallisuuslaki 1135/2016, 53 §, 55 §).

3.1.2 Jätelaki ja tuottajavastuu

Jätelaki (646/2011) säätelee ajoneuvon muuttumista jätteeksi sekä sen jälkeistä käsittelyä. Lain mukaan jätteellä tarkoitetaan ainetta tai esinettä, jonka haltija on poistanut käytöstä, aikoo poistaa käytöstä tai on velvollinen poistamaan käytöstä (Jätelaki 646/2011, 5 §). Ajoneuvo voidaan tulkita jätelainsäädännön tarkoittamaksi jätteeksi esimerkiksi silloin, kun se poistetaan käytöstä lopullisesti tai sitä ei enää ole tarkoituksenmukaista korjata.

Käytöstä poistettavat ajoneuvot kuuluvat tuottajavastuun piiriin, jonka mukaan valmistajat ja maahantuojat vastaavat markkinoille saattamiensa tuotteiden jätetuollon järjestämisestä niiden käytöstä poistamisen jälkeen. Suomessa tuottajavastuuta toteutetaan pääasiassa tuottajayhteisöjen kautta, jotka hoitavat tuotteiden keräyksen, kuljetuksen, käsittelyn ja kierrätyksen sekä näihin liittyvän raportoinnin viranomaisille (Jätelaki 646/2011, 47 §). Tuottajayhteisöt ovat tuottajien perustamia organisaatioita, jotka vastaavat lakisääteisten velvoitteiden käytännön toteuttamisesta.

Ajoneuvojen osalta Suomessa toimii yksi hyväksytty tuottajayhteisö, Suomen Autokierrätys Oy, joka organisoii romuajoneuvojen sekä sähkö- ja hybridiajoneuvojen ajovoima-akkujen kierrätysjärjestelmän. Akkujen ja paristojen osalta tuottajavastuuta hoidetaan lisäksi kolmen muun tuottajayhteisöjen kautta, kuten Akkukierrätys Pb Oy, ERP Finland ry ja Recser Oy, joiden vastuut jakautuvat akkutyypin ja kemioiden mukaan. (Lupa- ja valvontavirasto n.d.)

3.1.3 Ajoneuvon jäteasema ja jatkokäsittely

Tuottajavastuun soveltumisen kannalta on tärkeää määrittää, milloin ajoneuvo katsotaan jätteeksi. Kuten jo todettu, jätelain mukaan jätteellä tarkoitetaan ainetta

tai esinettä, jonka haltija on poistanut käytöstä, aikoo poistaa käytöstä tai on velvollinen poistamaan käytöstä (Jätelaki 646/2011, 5 §). Läheskään kaikki vahingoittuneet ajoneuvot eivät kuitenkaan täytä tätä määritelmää. Vakuutusyhtiö voi lunastaa ajoneuvon, jos sen korjaaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa, mutta lunastus ei tarkoita, että ajoneuvo olisi jätettä. Suuri osa lunastetuista ajoneuvoista myydään edelleen korjattaviksi tai varaosiksi, vaikka ne olisi vauriopoistettu liikenteestä. Copartin toiminnassa käsitellään sekä lunastettuja että lunastamattomia vahinkoajoneuvoja, sekä myös muita käytettyjä ajoneuvoja. Ajoneuvo joka tapauksessa siirtyy tuottajavastuun piiriin vasta silloin, kun se poistetaan lopullisesti käytöstä.

Ajoneuvolain mukaan rekisteristä tai liikennekäytöstä poistettu ajoneuvo on hyväksyttävä rekisteröintikatsastuksessa ennen sen ottamista uudelleen liikennekäyttöön, jolloin ajoneuvon kunto ja vaatimustenmukaisuus tarkastetaan (Ajoneuvolaki 82/2021, 134 §). Rekisterissä liikennekäytössä säilyneiden vaurioituneiden ajoneuvojen osalta vastaavaa yksiselitteistä menettelyä ei kuitenkaan aina ole, vaikka ajoneuvon tulisi samanlailla täyttää liikenneturvallisuuden vaatimukset ennen käyttöönottoa. Tämän vuoksi Copartin toiminnassa sovelletaan myyntiehtoja ja asiantuntijavalvontaa, joilla varmistetaan ajoneuvojen turvallinen palautuminen käyttöön myös silloin, kun ajoneuvoa ei ole poistettu rekisteristä. Ostaja sitoutuu korjaamaan ajoneuvon valmistajan ohjeiden mukaisesti ja toimittamaan korjausta koskevat selvitykset ennen ajoneuvon käyttöönottoa, eikä ajoneuvoa saa ottaa liikennekäyttöön ennen kuin korjaus on dokumentoitu ja Copartin toimesta hyväksytty (Copart Suomi Oy, n.d.).

3.1.4 Korkeajänniteakkujen käsittely vauriotilanteissa

Euroopan unionin akkuasetus (EU) 2023/1542 säätelee akkujen valmistusta, käyttöä ja kierrätystä sekä jäteakkujen käsittelyä. Asetus asettaa vaatimuksia muun muassa akkujen turvallisuudelle, tietojen saatavuudelle ja kierrätykselle sekä edellyttää akkujen elinkaaren aikaista seurantaa. Vaatimuksia otetaan käyttöön vaiheittain, ja ne sisältävät muun muassa akkujen merkintöjä, QR-koodeihin perustuvaa tunnistamista sekä digitaalisen akkupassin käyttöönoton (EU 2023/1542, art. 13).

Käytännön toiminnassa sääntely näkyy erityisesti vaurioituneiden sähkö- ja hybridiajoneuvojen siirrossa, kuljetuksessa ja varastoinnissa. Ajoneuvon tekninen kunto sekä korkeajännitejärjestelmän ja ajovoima-akun mahdolliset vauriot on huomioitava kaikissa käsittelyvaiheissa, ja vaurioituneisiin ajoneuvoihin voi liittyä myös vaarallisten aineiden kuljetusta koskevan sääntelyn soveltamista.

3.2 Viranomaisten rooli ja ohjeistus

Sähkö- ja hybridiajoneuvojen käsittelyä ohjaa Suomessa usean viranomaisen muodostama kokonaisuus. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) vastaa sähköturvallisuuden valvonnasta ja ohjaa sähkötöihin liittyvien vaatimusten soveltamista. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom puolestaan vastaa ajoneuvoihin liittyvästä sääntelystä, ajoneuvojen hyväksynnästä sekä rekisteröinti- ja katsastusjärjestelmästä. Näiden viranomaisten toimivalta määrittää puitteet, joissa sähköajoneuvojen käsittelyä koskevaa toimintaa harjoitetaan.

Viranomaisohjaus toteutuu käytännössä standardien ja ohjeistusten kautta. Sähkötöiden turvallista toteuttamista ohjataan SFS 6002 -standardin avulla, jonka noudattaminen katsotaan tavaksi täyttää sähköturvallisuuslain vaatimukset (SFS 6002:2025, s. 6–7). Standardin kansallinen liite U täydentää tätä kokonaisuutta esittämällä sähköajoneuvoihin kohdistuvia töitä koskevia erityisiä turvallisuusperiaatteita (SFS 6002:2025, s. 68).

Toimialakohtaiset ohjeistukset tarkentavat viranomaisvaatimusten soveltamista käytännössä. Auto- ja vakuutusalan VAAKA-työvaliokunnan julkaisema ohjeistus on suunnattu erityisesti ajoneuvojen ostajille ja muille toimijoille, jotka käsittelevät sähkö- ja hybridiajoneuvoja ilman sähköalan erityispätevyyttä. Ohjeistus kokoaa keskeisiä turvallisuusperiaatteita ja korostaa korkeajännitekomponenttien käsittelyyn liittyviä riskejä. Lisäksi siinä painotetaan ajoneuvon kunnan ja akuston tilan huolellista arviointia sekä valmistajan ohjeiden noudattamista käsittelytilanteissa, tämänkaltaisesta ohjeistuksesta on hyötyä myös alan ammattilaisille. (Auto- ja vakuutusalan VAAKA-työvaliokunta 2022, s. 1.)

3.3 Sääntelyn vaikutus käytännön toimintaan

Edellä esitetty lainsäädäntö, viranomaisvaatimukset ja toimialan ohjeistus ohjaavat suoraan sähkö- ja hybridiajoneuvojen käytännön käsittelyä. Korkeajänniteajoneuvojen ajovoima-akun ja muiden HV-komponenttien käsittely katsotaan sähkötyöksi, jolloin työssä on noudatettava sähköturvallisuuslainsäädäntöä sekä sähkötyöturvallisuusstandardia SFS 6002. Käytännössä tämä tarkoittaa, että ajoneuvon kunto, mahdolliset akustovauriot sekä korkeajännitejärjestelmän tila on arvioitava ennen käsittelytoimenpiteitä ja työ on suoritettava turvallisilla työmenetelmillä noudattaen. Sähkötyötä tekevän henkilön tulee lisäksi olla tehtävään ja sen sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin perehtynyt sekä riittävän ammattitaitoinen, eikä pelkkä standardin tunteminen yksinään ole riittävää turvallisen työskentelyn varmistamiseksi (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 54 §).

Sääntely vaikuttaa lisäksi vaurioituneiden ajoneuvojen siirtoon, kuljetukseen ja varastointiin. Mikäli ajovoima-akussa tai korkeajännitejärjestelmässä epäillään vaurioita, ajoneuvon käsittelyssä on huomioitava turvallinen säilytys sekä mahdollisesti vaarallisten aineiden kuljetusta koskevat vaatimukset. Näiden turvallisuus- ja sääntelyvaatimusten perusteella sähkö- ja hybridiajoneuvojen käsittely edellyttää systemaattista toimintamallia, jota kuvataan tarkemmin seuraavassa luvussa esiteltävässä käsittelyprosessissa.

4 KORKEAJÄNNITEAJONEUVOJEN KÄSITTELYPROSESSI

Tässä luvussa kuvataan HV-ajoneuvojen käsittelyprosessi Copartilla ajoneuvon vastaanotosta aina jatkokäsittelyyn saakka. Prosessi perustuu aikaisemmissa luvuissa esitettyihin sääntelyihin ja peruseriaatteisiin, joissa korostuvat HV-järjestelmän käsittelyn turvallisuus, tilan tunnistaminen ja riskien hallinta.

Kuvattu prosessi esittää toimintamallin ja päätöksenteon vaiheet yleisellä tasolla. Opinnäytetyönä laadittu prosessikaavio ei ole yksityiskohtainen työohje, vaan Copartilla HV-ajoneuvojen käsittelyä ohjaava prosessikuvaus.

4.1 Ajoneuvon vastaanotto

Ajoneuvot saapuvat Copartin toimipisteelle yleensä vakuutusyhtiöiden lunastamina vahinkoajoneuvoina. Ajoneuvo on kirjattu Copartin logistiikkajärjestelmään usein jo ennen sen saapumista toimipisteelle. Kun ajoneuvo kirjataan järjestelmään, sen teknisiä tietoja voidaan hakea Traficomien rekisteristä. Näiden tietojen perusteella voidaan mm. tunnistaa, onko kyseessä HV-ajoneuvo.

Vastaanoton alkuvaiheessa ajoneuvon tiedot tarkistetaan ja niitä täydennetään Copartin toiminnanohjausjärjestelmään. Tätä vaihetta hoitavat työntekijät, joita Copartin toiminnassa kutsutaan esikäsittelijöiksi. He vastaanottavat ajoneuvot järjestelmään niiden saapuessa toimipisteelle, tarkistavat ajoneuvon perustiedot ja täydentävät tarvittaessa lisätietoja järjestelmään. Samalla tunnistetaan, edellyttääkö ajoneuvo erityistä käsittelyä, kuten HV-ajoneuvoille tehtävää tarkastusta.

Jos ajoneuvo tunnistetaan HV-ajoneuvoksi, sen korkeajännitejärjestelmän tila tarkistetaan ennen jatkokäsittelyä. Tarkastuksella varmistetaan, ettei ajovoimakassa tai muissa HV-komponenteissa ole vaurioita, jotka edellyttäisivät erityisiä turvallisuustoimenpiteitä. Mikäli HV-järjestelmä todetaan ehjäksi, ajoneuvoa ei tarvitse tehdä jännitteettömäksi, ja sitä voidaan käsitellä kuvaamisen ja myyntiin

valmistelun osalta kuten tavallista polttomoottoriajoneuvoa. HV-tarkastus tehdään aina jokaiseen HV-ajoneuvoon, ja HV-tarkastuksen suorittaa aina siihen erikseen perehdytetty henkilöstö.

Kaikkien ajoneuvojen käsittely oletusarvoisesti sisältää ajoneuvon pesemisen, lisätietojen dokumentoinnin, valokuvaamisen sekä ajoneuvon asettamisen myyntiin Copartin järjestelmään.

4.2 Ajoneuvon tilan arviointi

Jokaisen korkeajänniteajoneuvon tila on arvioitava ennen käsittelyä. Arviointi aloitetaan visuaalisella tarkastuksella, jossa tunnistetaan korkeajännitejärjestelmään kohdistuneet vauriot. Erityistä huomiota kiinnitetään ajovoima-akkuun, korkeajännitekaapelointiin ja liitäntöihin. Näkyvät vauriot, kuten akuston mekaaninen muodonmuutos, vuotojäljet tai vaurioitunut kaapelointi, viittaavat kohonneeseen turvallisuusriskiin, jolloin ajoneuvo siirretään karanteeniin ennen jatkotoimenpiteitä. Karanteenimenettely käsitellään kohdassa 4.5.

Mikäli visuaalisessa tarkastuksessa ei havaita vaurioita korkeajännitejärjestelmässä, ajoneuvon tila varmistetaan diagnostiikan avulla. Diagnostiikkalaitteella luetaan ajoneuvon tallentamat vikakoodit ja mittausravot, joiden perusteella voidaan tunnistaa akuston ja korkeajännitejärjestelmän poikkeava toiminta. Tällaisia ovat esimerkiksi akun poikkeavat lämpötilat, lämpötilahistorian häiriöt sekä eristysresistanssin alenemiseen viittaavat vikailmoitukset.

Yksi vakavimmista litiumioniakkuun liittyvistä ilmiöistä on lämpöryntäys (thermal runaway). Lämpöryntäyksessä kennon sisäiset eksotermiset reaktiot käynnistyvät ja kiihtyvät hallitsemattomasti, jolloin reaktio tuottaa enemmän lämpöä kuin mitä akku pystyy poistamaan. Tämän seurauksena kennon lämpötila nousee nopeasti, elektrolyytti ja muut rakenteet hajoavat ja muodostavat palavia kaasuja, mikä voi johtaa kennon syttymiseen ja palon leviämiseen akustossa. (Pelastusopisto 2023, 8; Bosch Automotive Handbook 2022, 1610–1611.)

Diagnostiikassa voidaan havaita viitteitä eristysviasta, joka ilmenee korkeajännitejärjestelmän eristysresistanssin alenemisena ajoneuvon runkoon nähden. Eristysvika voi johtua esimerkiksi vaurioituneesta kaapeloinnista, kosteudesta tai akuston sisäisestä viasta. Eristysresistanssin pienentyminen lisää sähköiskun riskiä ja voi johtaa järjestelmän suojoitointojen aktivoitumiseen, kuten vikailmoituksiin tai ajoneuvon tehon rajoittamiseen. Korkeajännitejärjestelmän eristysresistanssille on asetettu vähimmäisvaatimukset, ja sen alittuminen voidaan havaita ajoneuvon eristysvalvontajärjestelmällä. (UNECE R100, 5.1.3.)

Mikäli ajoneuvon diagnostiikkaa ei voida lukea esimerkiksi sähköjärjestelmän tai rakenteellisten vaurioiden vuoksi, ajoneuvon tila arvioidaan visuaalisen tarkastelun ja muun saatavilla olevan tiedon perusteella. Tällöin arvioinnissa korostuu vaurioiden laajuuden ja sijainnin merkitys korkeajännitejärjestelmän kannalta.

Jos ajoneuvossa havaitaan vain vähäisiä vaurioita eikä korkeajännitejärjestelmän komponenteissa ole viitteitä vaurioista, ajoneuvo voidaan tehdä jännitteettömäksi irrottamalla huoltoerotin, jonka jälkeen se siirretään normaaliin käsittelyyn.

Mikäli ajoneuvo on vaurioitunut eikä diagnostiikka ole käytettävissä, akuston tila arvioidaan lämpökameralla. Lämpökameralla voidaan havaita akuston poikkeava lämpeneminen, joka voi viitata kennoaurioon tai alkavaan lämpöryntäykseen. Jos akuston lämpötila on ympäristöä korkeampi tai lämpötila nousee tarkkailun aikana, ajoneuvo siirretään karanteeniin.

Jos akuston lämpötila vastaa ympäristön lämpötilaa eikä vaurioiden perusteella ole viitteitä korkeajännitejärjestelmän vaurioitumisesta, ajoneuvo voidaan tehdä jännitteettömäksi huoltoerotin irrottamalla ja siirtää normaaliin käsittelyyn. Samalla arvioidaan, voidaanko ajoneuvo käsitellä ja pestä turvallisesti sähköturvallisuuden näkökulmasta. Mikäli ajoneuvon diagnostiikka pystytään lukemaan, vikakoodit on mahdollista tallentaa ajoneuvon tietoihin myöhempää luovutusta tai jatkoselvitystä varten.

4.3 Ajoneuvon käsittely ja siirtäminen

HV-ajoneuvojen käsittely ja siirtäminen edellyttävät erityistä huolellisuutta, koska ajovoima-akku sijaitsee usein ajoneuvon pohjarakenteessa. Copartilla ajoneuvoja siirretään pääasiassa pyöräkuormaajalla trukkipiikkejä käyttäen (kuva 1), jolloin nostokuorma kohdistuu tyypillisesti ajoneuvon pohjaan tai akseliston rakenteisiin. Korkeajänniteajoneuvoissa tämä voi tarkoittaa kuormituksen kohdistumista suoraan akustoon tai sen suojarakenteisiin.



Kuva 1. Pyöräkone ja trukkipiikit (Kuva: Jonas Silfverberg).

Akuston mekaaninen vaurioituminen voi heikentää kennorakennetta ja lisätä sisäisen oikosulun riskiä, mikä voi johtaa akuston toimintahäiriöön tai pahimmillaan lämpöryntäykseen. Tämän vuoksi nostotapa on valittava siten, ettei kuormitus kohdistu akustoon.

HV-ajoneuvojen siirtämisessä voidaan hyödyntää hinauskalustoa sekä erilaisia pyöräkoneeseen kiinnitettäviä nostotyökaluja, joiden avulla ajoneuvo voidaan


nostaa sivulta ilman, että kuormitus kohdistuu alustan pohjarakenteisiin. Tarvittaessa voidaan käyttää myös pyöränostinta, jolla etu- tai takapyörät nostetaan irti maasta. Kuvia näistä ei ole opinnäytetyössä esitetty, koska käytetyt nostomenetelmät ja kalustoratkaisut perustuvat osin yrityksen omiin, ei-julkisiin toimintamalleihin.

Edellä kuvatut menetelmät eivät kuitenkaan ole kaikissa tilanteissa toteutettavissa, koska ajoneuvoja varastoidaan usein tiiviisti riveihin, jolloin niiden sivuilla ei ole riittävästi tilaa ilman muiden ajoneuvojen siirtämistä.

Copartin prosessiohjeessa ajoneuvon siirtämistä koskevat periaatteet (kuva 2). Prosessiohjeessa mainitut järjestelmät ”Topi” ja ”Memo” ovat Copartin toiminnanohjausjärjestelmiä, joihin kirjataan ajoneuvon käsittelyyn liittyvät rajoitteet, kuten nostokelvottomuus ja erityiset käsittelyohjeet.

Ajoneuvon siirtäminen nostamalla

- Ajoneuvon **nostokelvottomuus** on merkittävä erikseen sen tuulilasiin, takalasiin ja vasempaan sivuikkunaan, samoin Topissa memoon. (Diat 28,29)
- Mikäli ajoneuvon pohjassa alin osa on kardaniakseli, sivuhelmat, akusto tai muu korkeajännitekomponentti, ajoneuvoa ei saa nostaa sivusta.
- Mikäli akku tai jokin muu korkeajännitekomponentti on alin osa, sitä ei saa nostaa myöskään edestä tai takaa.
- HV-ajoneuvojen osalta nostettavuus on aina varmistettava mallikohtaisesti.
- Mikäli ajoneuvon vauriot kohdistuvat alustarakenteisiin, nostettavuus on varmistettava erikseen ajoneuvomallista riippumatta.
- Jos ajoneuvoa ei voida nostaa, on käytettävä hinausautoa tai siirrettävä ajoneuvoa pyöräkuormaajan haarukoilla ja mahdollisesti dollyilla.



Kuva 2. Ajoneuvon siirtäminen nostamalla (Copart Suomi Oy, 2026).

Prosessiohjeen mukaan ajoneuvon nostettavuus on aina varmistettava mallikohtaisesti ennen siirtämistä. Tämä tarkoittaa, että ajoneuvon rakenteet, korkeajännitekomponenttien sijainti sekä mahdolliset vauriot on arvioitava ennen noston suorittamista. Mikäli ajoneuvon pohjarakenteessa sijaitsee ajovoima-akku tai muu korkeajännitekomponentti, ajoneuvoa ei voida nostaa tavanomaisilla nostopisteillä.

Lisäksi korivaurioituneissa ajoneuvoissa rakenteelliset muutokset voivat siirtää tai heikentää alkuperäisiä nostopisteitä, jolloin nostokuorma voi kohdistua suunnittelemattomasti ajoneuvon kriittisiin rakenteisiin. Tällöin ajoneuvon nostaminen edellyttää tapauskohtaista arviointia tai vaihtoehtoisten siirtomenetelmien käyttöä.

4.4 Ajoneuvojen varastointi

HV-ajoneuvoja varastoidaan Copartin toimipisteillä erillisellä alueella, joka on tarkoitettu korkeajänniteajoneuvojen käsittelyyn ja säilytykseen. Ajoneuvojen erottaminen muista ajoneuvoista mahdollistaa niiden hallitun käsittelyn ja vähentää riskiä, että ajoneuvoihin kohdistuu toimenpiteitä ilman korkeajännitejärjestelmien huomioimista.

Erillisellä alueella voidaan suorittaa myös alustava HV-tarkastus silloin, kun ajoneuvon kunto voidaan arvioida ilman nostamista. Tarkastuksessa pyritään tunnistamaan erityisesti ajovoima-akkuun ja korkeajännitekomponentteihin kohdistuneet vauriot.

Mikäli akuston kuntoa ei voida arvioida luotettavasti maatasolta, ajoneuvo siirretään tarkempaa tarkastusta varten nosturille. Tällainen tilanne voi syntyä esimerkiksi silloin, kun ajoneuvon pyöräntuenta on vaurioitunut ja ajoneuvon pohjaraakenne on osittain maata vasten, jolloin akuston rakenteita ei voida tarkastella riittävällä tarkkuudella.

4.5 Karanteeni


Ajoneuvo voidaan asettaa karanteeniin, jos sen tilaa ei voida todeta luotettavasti tai jos akustoon liittyy kohonnut paloriski. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi akuston kohonnut tai nouseva lämpötila, akusta havaittavat poikkeavat äänet sekä akuston turpoaminen. Nämä ilmiöt voivat viitata akuston sisäisiin vaurioihin ja lämpöryntäyksen riskiin.

Karanteenialueella ajoneuvo eristetään muusta palokuormasta ja sen tilaa seurataan tarvittaessa pidemmän ajan. Seuranta voi kestää useita päiviä tai viikkoja ajoneuvon kunnosta riippuen. Ajoneuvon ympärille jätetään vähintään viiden metrin suojaetäisyys muuhun palokuormaan (kuva 3).

HV-ajoneuvon säilyttäminen ja karanteeni alue

- Sähkö- ja hybridiajoneuvot otetaan vastaan, tarkastetaan ja säilytetään niille varatulla alueella. Alue tulee olla rajattu lippusiimoin ja varoituskyltein, ja sen on oltava vähintään 10 metrin päässä lähimmästä rakennuksesta.
- Tarvittaessa HV-ajoneuvoja siirretään STV:n pyynnöstä, hän valvoo ja ohjeistaa siirtoon (Dia 5).
- Tarvittaessa ajoneuvoa säilytetään myös karanteenialueella. Karanteeniin siirrosta ilmoitus aina toimipisteen sähkötyöturvallisuudesta vastaavalle henkilölle (STV).

Karanteeni on alue, jossa säilytetään epävakaassa tilassa olevaa ajoneuvoa tai sen korkeajänniteakku. Tällä alueella ei saa olla palokuormaa alle 5 metrin etäisyydellä. Alue merkitään lippusiimoin ja varoituskyltein, ajoneuvoon tai sen akkuun koskeminen ilman karanteeniin asettajan lupaa, on ehdottomasti kielletty.



Kuva 3. Karanteenialue (Copart Suomi Oy, 2026).

Lisäksi karanteenialueella varmistetaan, ettei ajoneuvon yläpuolella ole rakenteita tai kasvillisuutta, jotka voisivat syttyä mahdollisessa palotilanteessa. Alue merkitään selkeästi ja sinne pääsy rajoitetaan.

4.6 Korkeajänniteakun irrotus

HV-ajoneuvojen käsittelyssä korkeajänniteakku irrotetaan vain tilanteissa, joissa se on turvallisuuden kannalta tarpeellista ja irrotus voidaan toteuttaa turvallisesti. Pääsääntöisesti ajoneuvo käsitellään aina akku paikallaan, eikä akun irrotus kuulu normaaliin käsittelyprosessiin. Akku voidaan kuitenkin irrottaa myös asiakkaan tilauksesta, esimerkiksi vakuutusyhtiön tai todennäköisemmin ajoneuvon valmistajan tahdosta tutkia HV-vahinkoajoneuvoa tarkemmin.

Joissakin harvinaisissa tapauksissa vaarallinen akku ei ole turvallisesti irrotettava edes karanteenin jälkeen, jolloin ajoneuvo joudutaan toimittamaan kierrätykseen kokonaisena (kuva 4).



Kuva 4. Akun irrotus (Copart Suomi Oy, 2026).

Prosessikaaviossa todetaan lisäksi, että jos akku päätetään irrottaa, työ suoritetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti ja sen tekee korkeajännitejärjestelmiin koulutettu henkilöstö. Ennen irrotusta toimenpiteestä tehdään työskentelysuunnitelma, jonka mukaan voidaan etukäteen todeta työn olevan turvallista.

5 PROSESSIKAAVION MUODOSTAMINEN

Tämä luku kuvaa, miten opinnäytetyössä esitettyä korkeajänniteajoneuvojen käsittelyprosessia kuvaava prosessikaavio muodostettiin. Prosessikaavio laadittiin analysoimalla Copart Suomi Oy:n nykyisiä toimintatapoja sekä keskustelemalla sähköajoneuvojen käsittelyyn perehtyneiden asiantuntijoiden kanssa. Lisäksi prosessin muodostamisessa huomioitiin työssä aiemmin esitetyt turvallisuusperiaatteet, viranomaisvaatimukset ja toimialan ohjeistukset.

Prosessikaavion tarkoituksena on kuvata korkeajänniteajoneuvojen käsittelyyn liittyvät keskeiset päätöksentekovaiheet ja toimintaperiaatteet selkeänä kokonaisuutena. Kaavio ei ole yksityiskohtainen työohje, vaan sen tavoitteena on havainnollistaa käsittelyprosessin päävaiheet ja niiden välinen looginen eteneminen.

5.1 Lähtötiedot ja aineistot

Prosessikaavion muodostamisen lähtötietoina käytettiin Copart Suomi Oy:n nykyisiä toimintatapoja sekä yrityksen sisäisiä käsittelyprosesseja, jotka liittyvät vahinkoajoneuvojen vastaanottoon ja käsittelyyn. Lisäksi prosessin muodostamisessa hyödynnettiin keskusteluja Copartin sähköajoneuvoihin perehtyneen henkilöstön kanssa.

Taustatietona käytettiin myös toimialan ohjeistuksia ja kirjallisuutta, jotka käsittelevät korkeajänniteajoneuvojen turvallista käsittelyä ja niihin liittyviä riskejä. Näiden lähteiden avulla varmistettiin, että prosessikaaviossa huomioidaan keskeiset turvallisuusnäkökohdat, kuten korkeajännitejärjestelmän tilan arviointi, akkuvaurioiden tunnistaminen sekä mahdolliset karanteenimenettelyt.

Prosessikaavio perustuu siten sekä käytännön työssä havaittuihin toimintamalleihin, että kirjallisuudessa esitettyihin turvallisuusperiaatteisiin.

5.2 Prosessikaavion tietosisällön rajaus

Prosessikaavio laadittiin kuvaamaan korkeajänniteajoneuvojen käsittelyprosessin päävaiheet ajoneuvon vastaanotosta luovutukseen.

Opinnäytetyössä esitetty kaavio on rajattu yleiselle tasolle, eikä sitä esitetä kokonaisuudessaan julkisesti, koska se sisältää toimeksiantajan sisäisiä toimintaohjeita. Rajauksen tavoitteena on kuvata käsittelyprosessin periaatteet ilman, että yrityksen toimintaan liittyviä yksityiskohtia tai liikesalaisuuksia tuodaan esiin.

Työssä ei käsitellä korkeajänniteajoneuvojen huoltotöitä tai akkujen kuljetukseen liittyviä yksityiskohtaisia vaatimuksia, vaan tarkastelu rajautuu ajoneuvojen turvalliseen käsittelyyn Copartin toimipisteellä.

5.3 Prosessikaavio työkaluna

Prosessikaavion tarkoituksena on ohjata korkeajänniteajoneuvojen käsittelyä siten, että työvaiheet etenevät johdonmukaisesti ja turvallisuus huomioidaan koko prosessin ajan.

Prosessikaaviota hyödynnetään erityisesti henkilöstön perehdytyksessä sekä tukena päivittäisessä työssä, jolloin se auttaa tunnistamaan oikeat toimintatavat eri tilanteissa ja vähentää virheellisen käsittelyn riskiä.

5.4 Prosessikaavion rajatut osa-alueet

Prosessikaavio sisältää todellisuudessa enemmän toimintaperiaatteita ja työmenetelmiä kuin tässä opinnäytetyössä esitetään. Näihin kuuluvat esimerkiksi korkeajännitetöihin liittyvät henkilösuojaimet, työn aikainen vastuunjako, jännitetyöhön liittyvät menettelyt sekä ajoneuvojen käsittelyyn liittyvät sisäiset merkintäkäytännöt.

Nämä osa-alueet on rajattu työn ulkopuolelle, koska ne sisältävät yrityksen sisäisiä turvallisuusohjeita ja toimintamalleja. Rajauksen tavoitteena on kuvata prosessin keskeiset vaiheet ja päätöksentekopisteet ilman yksityiskohtaisten toimintamallien esittämistä.

5.5 Selvitys irrallisten ajovoima-akkujen realisoinnista

Osana opinnäytetyötä tarkasteltiin mahdollisuutta realisoida vahinkoajoneuvoista irrotettuja korkeajänniteakkuja irrallisina tuotteina. Selvityksen tarkoituksena ei ollut muuttaa Copart Suomi Oy:n nykyistä toimintaa, vaan arvioida lainsäädännön ja viranomaisvaatimusten näkökulmasta, millä edellytyksillä tällainen toiminta voisi tulevaisuudessa olla mahdollista. Selvitys toteutettiin opinnäytetyön yhteydessä, ja sitä voidaan hyödyntää yrityksen sisäisenä taustamateriaalina mahdollisten tulevien toimintamallien arvioinnissa.

Selvityksessä keskityttiin ajovoima-akkujen jäteasemaan, tuottajavastuuseen sekä uudelleenkäyttöön liittyviin velvoitteisiin. Näitä tarkasteltiin voimassa olevan lainsäädännön perusteella sekä Lupa- ja valvontaviraston asiantuntijoiden kannottojen pohjalta.

Viranomaiskannan mukaan ajovoima-akku katsotaan jäteakkuksi, kun ajoneuvo poistetaan käytöstä tai romutetaan. Tällöin akku kuuluu tuottajavastuun piiriin ja se on luovutettava tuottajayhteisön järjestämään keräys- ja käsittelyjärjestelmään. Suomessa ajovoima-akkujen tuottajayhteisönä toimii Suomen Autokierrätys Oy, jolla on ensisijainen oikeus järjestää kyseisten jäteakkujen valtakunnallinen keräys ja käsittely.

Mikäli jäteakku saatetaan uudelleen markkinoille esimerkiksi uudelleenkäyttöä varten, toiminta katsotaan jätteenkäsittelyksi. Tällöin akku on valmistettava uudelleenkäyttöön tai käyttötarkoituksen muuttamiseen lainsäädännön mukaisesti, mikä voi edellyttää ympäristölupaa sekä yhteistyötä tuottajayhteisön kanssa. Tällaisessa tilanteessa toimijasta tulee uusi tuottaja, joka on velvollinen maksamaan markkinoille tuomiensa akkujen kierrätysmaksun. Kierrätysmaksu ja muut tuottajan velvollisuudet voi kuitata liittymällä tuottajayhteisöön.

Ajovoima-akku ei ole jätettä tilanteissa, joissa ajoneuvo korjataan takaisin liikennekäyttöön. Sen sijaan romutettavaksi toimitetun ajoneuvon akut katsotaan jätekuiksi ja ne on luovutettava tuottajayhteisön järjestelmään.

Copartin käsittelemistä lunastetuista ajoneuvoista merkittävä osa palautuu korjauksen kautta takaisin liikennekäyttöön, mikä korostaa ajoneuvojen ja niiden komponenttien käyttöiän pidentämisen merkitystä.

6 TULOKSET

Tämän opinnäytetyön keskeisenä tuloksena laadittiin Copart Suomi Oy:lle korkeajänniteajoneuvojen käsittelyä kuvaava prosessikaavio. Prosessikaavio kehitettiin yhteistyössä yrityksen asiantuntijoiden kanssa ja sitä tarkennettiin työn aikana useiden kommentointikierrosten perusteella. Työn valmistuessa kaavion viimeisin versio on toimitettu Copart Suomi Oy:n johdon tarkasteltavaksi.

Prosessikaavion lisäksi työssä laadittiin alustava selvitys ajovoima-akkujen realisoitumismahdollisuuksista irrallisina tuotteina. Selvityksessä tarkasteltiin erityisesti lainsäädännön asettamia reunaehtoja, viranomaiskannanottoja sekä käytännön toiminnan edellytyksiä.

Selvityksen perusteella ajoneuvosta peräisin oleva ajovoima-akku katsotaan jäteakuksi, kun ajoneuvo poistetaan käytöstä tai romutetaan. Tällöin akku kuuluu tuottajavastuun piiriin ja se on ohjattava tuottajayhteisön järjestelmään. Jäteakun saattaminen uudelleen markkinoille katsotaan jätteenkäsittelyksi, mikä edellyttää lainsäädännön mukaista käsittelyä sekä käytännössä yhteistyötä tuottajayhteisön kanssa. Tämä rajoittaa merkittävästi mahdollisuuksia myydä romuajoneuvoista peräisin olevia ajovoima-akkuja suoraan markkinoille, ilman tuottajayhteisön hyväksyntää.

Selvitystyössä tunnistettiin tilanteita, joissa ajoneuvo on vaurioitunut korjauskelpottomaksi, mutta ajovoima-akku olisi edelleen käyttökelpoinen. Nykyinen sääntely ohjaa tällaisissa tapauksissa akut usein suoraan kierrätysjärjestelmään, mikä voi rajoittaa akkujen uudelleenkäyttöä ja elinkaaren pidentämistä.

Suomessa valmistellaan uutta kiertotalouslainsäädäntöä, jonka tavoitteena on kehittää jäte- ja kiertotaloussääntelyä. Tuleva sääntely voi vaikuttaa myös ajoneuvoakkujen uudelleenkäyttöön ja niiden elinkaaren pidentämiseen.

Kokonaisuutena tarkasteltuna nykyinen sääntely ei kaikilta osin tue ajovoima-akkujen maksimaalista hyödyntämistä. Tämä korostaa tarvetta kehittää toimintamalleja ja lainsäädäntöä siten, että akkujen uudelleenkäyttö olisi nykyistä paremmin mahdollista.

7 POHDINTA

7.1 Tulosten arviointi

Työn keskeisenä tuloksena laadittu prosessikaavio muodostaa käytännönläheisen ja toimivan mallin korkeajänniteajoneuvojen käsittelyyn Copart Suomi Oy:ssä. Prosessi kattaa keskeiset työvaiheet ja vastaa tämänhetkisiä käytännön tilanteita.

Prosessikaavion vahvuutena on sen selkeys ja sovellettavuus käytännön työssä. Se tukee päätöksentekoa tilanteissa, joissa ajoneuvon kunto ja siihen liittyvät riskit on arvioitava nopeasti. Prosessin kehittäminen yhteistyössä käytännön toimijoiden kanssa parantaa sen vastaavuutta todellisiin työtilanteisiin.

Prosessikaavion rajoitteena on sen yleisluonteisuus. Se ei kata kaikkia yksittäisiä poikkeustilanteita, eikä sisällä kaikkia käytännön työssä tarvittavia yksityiskohtaisia menettelyjä. Lisäksi prosessin toimivuus riippuu henkilöstön osaamisesta ja kyvystä tunnistaa riskit oikein.

Ajovoima-akkujen realisointia koskeva selvitys osoittaa, että nykyinen lainsäädäntö rajoittaa merkittävästi jäteasemaan päätyvien akkujen hyödyntämistä. Jäteakut kuuluvat tuottajavastuun piiriin, eikä niiden saattaminen markkinoille ole mahdollista ilman tuottajayhteisön järjestelmän mukaisia menettelyjä.

Selvityksessä tunnistettiin myös tulkinnanvaraisia tilanteita erityisesti silloin, kun ajoneuvo ei ole vielä jätettä, mutta akku irrotetaan ja myydään erillisenä tuotteena. Näissä tapauksissa tuottajavastuun määräytyminen ei ole yksiselitteistä, ja toimintaan liittyy juridista epävarmuutta.

Kokonaisuutena voidaan todeta, että vaikka ajovoima-akkujen tekninen uudelleenkäyttö olisi monissa tapauksissa mahdollista, nykyinen sääntely ohjaa akkuja usein suoraan kierrätysjärjestelmään. Tämä rajoittaa akkujen käyttöiän hyödyntämistä ja korostaa sääntelyn merkitystä kiertotalouden toteutumisessa.

7.2 Työn luotettavuus ja rajaukset

Työn luotettavuutta tukee prosessikaavion kehittäminen yhteistyössä käytännön toimijoiden kanssa. Useat kommentointikierrokset paransivat prosessin vastavuutta todellisiin työtilanteisiin. Lisäksi työssä hyödynnettiin viranomaislähteitä sekä suoraa viranomaiskeskustelua ajovoima-akkujen käsittelyyn liittyvissä kysymyksissä.

Työhön sisältyy kuitenkin rajoitteita. Prosessikaavio on yksinkertaistettu kuvaus käytännön toiminnasta, eikä se sisällä kaikkia yksityiskohtaisia työmenetelmiä. Lisäksi ajovoima-akkujen myyntiin liittyvä tarkastelu jäi osittain tulkinnanvaraiseksi, koska sääntely ei kaikilta osin ole yksiselitteistä.

7.3 Jatkokehitysmahdollisuudet

Prosessikaavio tarjoaa perustan korkeajänniteajoneuvojen käsittelyn kehittämiseksi, mutta sen toimivuus tulee varmistaa käytännön käytössä. Prosessin soveltaminen voi tuoda esiin uusia tilanteita, joiden perusteella sitä voidaan tarkentaa.

Keskeinen jatkokehityskohde liittyy ajovoima-akkujen kunnan arviointiin. Vaikka akkujen tilaa voidaan nykyisin arvioida esimerkiksi BMS-järjestelmän tuottamien tietojen, kuten varaustilan ja kuntoarvion perusteella, menetelmät eivät kaikissa tilanteissa anna riittävän luotettavaa kuvaa erityisesti vaurioituneen akun todellisesta kunnosta. Luotettavampien arviointimenetelmien kehittäminen voisi parantaa mahdollisuuksia tunnistaa käyttökelpoisia akkuja ja pidentää niiden elinkaarta.

Toinen merkittävä kehityssuunta on ajovoima-akkujen uudelleenkäyttö esimerkiksi energiavarastokäytössä. Tällä hetkellä tällainen toiminta on kuitenkin vahvasti sidoksissa lainsäädäntöön ja tuottajavastuun järjestelmään. Tuleva kiertoalainsäädäntö voi vaikuttaa merkittävästi näiden ratkaisujen toteuttamiseen.

Korkeajänniteajoneuvojen määrän kasvaessa myös niiden akkujen käsittelyyn liittyvät kysymykset korostuvat. Tässä työssä laadittu prosessikaavio tarjoaa Copart Suomi Oy:lle käytännön työkalun korkeajänniteajoneuvojen turvalliseen käsittelyyn. Työ osoittaa myös, että ajovoima-akkujen elinkaaren hallintaan liittyvät kysymykset ulottuvat yksittäistä toimijaa laajemmalle ja ovat sidoksissa sekä tekniisiin että lainsäädännöllisiin tekijöihin.

Selvitystyössä nousi esiin myös mahdollinen jatkoselvityksen kohde liittyen ajovoima-akkujen erillismyyntiin. Vaikka jäteasemaan päätyvät akut kuuluvat tuottajavastuun piiriin, jäi epäselväksi, miten tilanne muuttuu, jos akku irrotetaan ajoneuvosta ennen sen luokittelua jätteeksi.

On mahdollista, että ajovoima-akku voidaan tulkita ajoneuvon varaosaksi, eikä sitä ole sidottu ajoneuvon rekisteritasolla. Tämä herättää kysymyksen siitä, voisiko akkujen myynti olla mahdollista alkuperäiseen käyttötarkoitukseensa esimerkiksi myynti- ja valvontaehtojen avulla, vaikka ajoneuvon runko päätyisi kierrätykseen.

Tulkintaan liittyy kuitenkin merkittävää epävarmuutta, eikä asiasta ehditty saamaan työn aikana yksiselitteistä viranomaiskantaa. Selvitystyö jäi tältä osin keskeneräiseksi, koska asian tarkempi varmistaminen olisi edellyttänyt lisäselvityksiä ja viranomaiskeskustelujen jatkamista, mikä ei ollut mahdollista työn aikarajojen puitteissa. Aihe edellyttää jatkoselvitystä erityisesti tuottajavastuun, jäte-
luokituksen ja varaosamyynnin näkökulmasta.

8 YHTEENVETO

Sähkö- ja hybridiajoneuvojen yleistyminen on muuttanut vahingoittuneiden ajoneuvojen käsittelyä erityisesti korkeajännitejärjestelmien osalta. Ajovoima-akut ja muut korkeajännitekomponentit tuovat käsittelyyn riskejä, jotka edellyttävät järjestelmällistä arviointia ja yhtenäisiä toimintamalleja kaikissa työvaiheissa.

Työn tavoitteena oli kehittää Copart Suomi Oy:lle korkeajänniteajoneuvojen käsittelyä ohjaava prosessikaavio. Tavoite saavutettiin, ja työn tuloksena syntynyt prosessikaavio jäsentää keskeiset käsittelyvaiheet ja päätöksentekotilanteet, joissa ajoneuvon tekninen tila ja siihen liittyvät riskit arvioidaan. Prosessi tukee turvallista ja johdonmukaista toimintaa tilanteissa, joissa ajoneuvon kuntoa ei voida arvioida pelkästään ulkoisten havaintojen perusteella.

Työssä tarkasteltiin myös ajovoima-akkujen mahdollista realisointia irrallisina komponentteina. Selvityksen perusteella jäteasemaan päätyvien akkujen käsittely kuuluu tuottajavastuun piiriin, mikä käytännössä ohjaa akut kierrätysjärjestelmään. Samalla tunnistettiin tilanteita, joissa ajoneuvosta irrotetun ajovoima-akun asema jätteenä tai tuotteena on epäselvä.

Nykyinen sääntely ohjaa akkuja tehokkaasti materiaalikierrätykseen, mutta ei kaikilta osin mahdollista niiden mahdollisimman tehokasta uudelleenkäyttöä sellaisenaan. Tämä korostaa tarvetta kehittää lainsäädäntöä ja toimintamalleja siten, että akkujen elinkaaren pidentäminen ja uudelleenkäyttö voidaan huomioida nykyistä paremmin vahinkoajoneuvojen osalta.

Tulevaisuudessa akkujen jäljitettävyyttä parannetaan EU:n akkuasetuksen mukaisella digitaalisella akkupassilla. Tukesin mukaan sähköajoneuvojen ajovoima-akuille tulee olla QR-koodiin perustuva akkupassi 18.2.2027 alkaen. Akkupassi sisältää keskeisiä tietoja akusta, kuten sen koostumuksen, kapasiteetin, sisältämät kriittiset raaka-aineet sekä tietoja akun hiilijalanjäljestä ja kierrätettävyydestä. (Tukes, viitattu 19.3.2026.)

Akkupassi parantaa akkujen tunnistettavuutta ja mahdollistaa niiden teknisten ominaisuuksien luotettavamman arvioinnin myös ajoneuvosta irrotettuna. Tämä

voi madaltaa kynnystä akkujen uudelleenkäyttöön, koska akun kuntoa ja sovel-
tuvuutta voidaan arvioida ilman purkamista tai erillisiä testejä. Vaikka akkupassi
ei muuta akkujen lainsäädännöllistä asemaa, se voi käytännössä edistää akkujen
hallitumpaa uudelleenkäyttöä ja varaosamyyntiä.

LÄHTEET

Ajoneuvolaki 15.1.2021/82. <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2021/82>

Auto- ja vakuutusalan VAAKA-työvaliokunta. (2022). Tietoa hybridi- ja sähköautojen käsittelystä ostajalle. Haettu 3.3.2026. <https://akl.fi/wp-content/uploads/2023/11/Tietoa-sahko-ja-hybridiajoneuvojen-kasittelysta-ostajille.pdf>

Copart Suomi Oy. (ei pvm.). Huutokauppatermistö. Haettu 20.3.2026. <https://www.copart.fi/content/fi/fi-fl/support/faq-topics/common-terms>

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

Jätelaki 17.6.2011/646. <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2011/646>

Laki ajoneuvolain muuttamisesta 23.3.2023/493.

Lupa- ja valvontavirasto. (ei pvm.). Näin hoidat tuottajavastuun. Haettu 20.3.2026. <https://lvv.fi/ymparisto/nain-hoidat-tuottajavastuun>

Mikkonen, J. ym. (2025). Litiumioniakkujen paloturvallisuus teollisuudessa. Pelastusopisto. Haettu 20.3.2026. <https://www.pelastusopisto.fi/wp-content/uploads/Litiumioniakkujen-paloturvallisuus-teollisuusymparistossa-11-2025.pdf>

Robert Bosch GmbH. (2022). Automotive Handbook (11th ed.). Wiley.

SAE International. (2015.). SAE J2990 Hybrid & EV First and Second Responder Recommended Practice Overview. Haettu 20.3.2026. <https://wiki.unece.org/spaces/trans/pages/25265483/EVS+7th+session?preview=%2F25265483%2F25203976%2FEVS-07-22e.pdf>

SFS. (2025). SFS 6002:2025 Sähkötyöturvallisuus.

Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135. <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2016/1135>

Tukes. (ei pvm.). Akut ja paristot. Haettu 20.3.2026. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahkolaitteet/sahkolaitteiden-vaatimuksia/akut-ja-paristot>

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2022). UN Regulation No. 100 Rev.3.