

Juho Tuovinen

ORGANISAATION AKKUTURVALLISUUDEN NYKYTILANTEEN SELVITTÄMINEN

Opinnäytetyö

Liiketalouden ammattikorkeakoulututkinto

Tradenomikoulutus, turvallisuusala

2026



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Tradenomi (AMK)
Tekijä/Tekijät	Juho Tuovinen
Työn nimi	Organisaation akkaturvallisuuden nykytilanteen selvittäminen
Toimeksiantaja	Service Oy
Vuosi	2026
Sivut	55 sivua, liitteitä 4 sivua
Työn ohjaaja(t)	Minna Salminen

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajaorganisaatio halusi selvittää oman akkaturvallisuuden nykytilanteen ja tätä kautta mahdolliset turvallisuuden kehityskohteet. Akkulaitteiden lisääntyminen arjessa niin kotona kuin työpaikoillakin on johtanut siihen, että akut ja akkulaitteet tulisi ottaa huomioon osaksi normaalia ja jokapäiväistä riskienhallintaa. Pronto-tietokannan tilastointeja tarkastellessa voidaan todeta, että esimerkiksi pienelektroniikan akkujen ja laturien aiheuttamien palojen määrä on kaksinkertaistunut viidessä vuodessa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada havainnointimenetelmää käyttäen selville, kuinka akkuja ladataan, säilytetään ja varastoidaan tällä hetkellä. Lisäksi työssä selvitetään vastaavatko organisaation nykyiset käytännöt yleisiä akkaturvallisuuden ohjeistuksia. Tutkimuksessa käsitellään myös akkujen tunnistamista, eli kuinka työntekijät voivat tunnistaa erilaisia akkuja sekä millaisia riskejä akkuihin ja akkulaitteisiin liittyy.

Tutkimuksen teoriaosuudessa käsiteltiin akkujen luokittelua, eri akkutyyppejä, niiden tunnistamista sekä riskejä, joita akkuihin ja akkulaitteisiin liittyy. Lisäksi teoriaosuudessa käsiteltiin nykyisiä viranomaisten antamia ohjeita, suosituksia sekä muita lakeja ja asetuksia, joita turvallisuudessa on otettava huomioon.

Tutkimuksen toteuttaminen onnistui asetettujen tavoitteiden mukaisesti ja tuloksista voidaan tarkastella, mitä turvallisuutta kehittäviä toimenpiteitä organisaatiossa voidaan vielä tehdä. Teoreettiseen viitekehykseen ja tutkimuksessa havaittuihin seikkoihin perustuen voitiin todeta, että akkaturvallisuutta voidaan kehittää lisäämällä ohjeistuksia, kiinnittämällä huomiota latausturvallisuuteen sekä akkujen ja akkulaitteiden säilyttämiseen ja varastointiin.

Opinnäytetyöstä toimeksiantajan lisäksi voivat hyötyä myös muut organisaatiot, kotitaloudet tai muut yksilöt, jotka haluavat kiinnittää huomiota akkaturvallisuuteen ja kehittää sitä. Työhön on kerätty teoretietoja, vaatimuksia, asetuksia ja suosituksia eri viranomaislähteistä sekä muista asiantuntijaorganisaatioista, joiden tuottamat tiedot perustuvat lainsäädäntöön tai viranomaisohjeisiin.

Asiasanat: akkaturvallisuus, riskienhallinta, akkupalo, latausturvallisuus

Degree title	Bachelor of Business Administration
Author(s)	Juho Tuovinen
Thesis title	Determining the current state of the organization's battery safety
Commissioned by	Servica Oy
Time	2026
Pages	55 pages, 4 pages of appendices
Supervisor	Minna Salminen

ABSTRACT

The commissioning organization of this thesis wanted to determine the current state of its battery safety and identify possible areas for safety improvements. The increasing use of battery-powered devices in everyday life, both at home and in workplaces, has led to a situation where batteries and battery-operated devices should be considered as part of normal and everyday risk management. For example, statistics from the Pronto database show that the number of fires caused by small electronic device batteries and chargers has doubled over past five years.

The aim of this thesis was to use observation method to determine how batteries are currently being charged, handled and kept in storage. In addition, the study examines whether the organization's current practices correspond with general battery safety guidelines. The research also addresses identification batteries. This refers to how employees can recognize different types of batteries and what kind of risks are associated with batteries and battery-powered devices.

Theoretical part of the thesis discusses battery classification, battery types and their identification as well as the risks associated with batteries and battery-powered devices. In addition, the theoretical section reviews current guidelines and recommendations issued by authorities, as well as other legislation and regulations that must be considered in safety management.

The thesis was carried out according to the objectives that were set. The results make it possible to examine what additional measures can be implemented within the organization. Based on theoretical framework and the observations made during the thesis, it was concluded that battery safety can be improved by increasing guidance and instructions, paying attention to charging safety and improving the storage of batteries and battery-powered devices.

In addition to the commissioning organization, this thesis may also benefit other organizations, households or individuals who wish to improve and develop their battery safety. The thesis compiles theoretical information, requirements, regulations and recommendations from various governmental sources and other expert organizations, whose information is based on legislation or official guidelines.

Keywords: battery safety, risk-management, battery-related fire, charging safety

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	YLEISTÄ AKUISTA	8
2.1	Onnettomuus- ja vaaratilannetilastointia	9
2.2	Akkujen luokittelu	10
2.2.1	Lyijyakut	11
2.2.2	Nikkelikadmiumakku (NiCd).....	12
2.2.3	Nikkelimetallihydridiakku (NiMH).....	13
2.2.4	Li-ion-akut.....	13
2.3	Akkujen tunnistaminen	14
2.4	Akkuihin liittyvät riskit.....	16
3	TURVALLISUUDEN LAILLINEN PERUSTA.....	18
3.1	Akkuturvallisuus	21
3.1.1	Turvallinen käyttäminen	21
3.1.2	Säilytys ja varastointi	22
3.1.3	Paloturvallisuus	23
3.1.4	Akkujen lataaminen	24
3.1.5	Käytöstä poistaminen, kierrättäminen sekä vialliset akut	27
3.2	Trukkien latausturvallisuus	28
3.3	Sähköautojen latausturvallisuus	29
4	TOIMEKSIANTAJA	30
4.1	Organisaation tausta ja toiminta	31
4.2	Toiminnan yhteys teoriaan.....	31
5	TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO	32
5.1	Kvalitatiivinen tapaustutkimus.....	32
5.2	Tutkimusaineiston kerääminen	33
5.3	Tutkimuksen toteuttaminen.....	35

6	TUTKIMUKSEN TULOKSET	37
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	43
7.1	Keskeisten tulosten yhteenveto	43
7.2	Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys.....	46
8	LOPUKSI.....	48
	LÄHTEET	51

LIITTEET

Liite 1. Akkaturvallisuuden tarkastuslista

Liite 2. Tarkastuslistan luokittelut

1 JOHDANTO

Akkulaitteiden ja akkujen määrä yleistyy kotitalouksissa ja työpaikoilla joka vuosi. Pelastustoimen Pronto-tietokannan mukaan ajoneuvojen ajoakku tai niiden laturit ovat vuosien 2020–2025 välisenä aikana aiheuttaneet yhteensä 288 paloa. Pienelektroniikan akku tai laturi aiheutti 128 paloa vuonna 2025, kun palojen määrä vuonna 2020 oli 62. Tilastoa tarkastelemalla voidaan todeta, että esimerkiksi pienelektroniikan akkupalojen määrä on kaksinkertaistunut viidessä vuodessa. (Pronto s.a.)

Litiumioniakkupaloista yli puolet on syntynyt valvomattoman lataamisen seurauksena (Rytkönen & Mikkonen 2024). Yleinen käytäntö onkin, että esimerkiksi puhelin ladataan yöllä tai akkuporakone laitetaan varastoon latautumaan seuraavaa käyttöä varten. Tällöin latauksen aikana syntyviä vikoja tai muita ongelmia ei ehdi havaita ajoissa. Vaikka akkupalojen määrä on suhteellisen pieni laitteiden lukumäärään verrattuna, ei paloriskiä voida jättää huomioitta. Akkulaitteiden turvallisuus on syytä ottaa tarkastelun kohteeksi osaksi normaalia riskienhallintaa niin yrityksissä kuin eri organisaatioissa ja kotitalouksissakin.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Pohjois-Savon hyvinvointialueella toimiva Servica Oy, joka haluaa selvittää akkulaitteiden sekä akkaturvallisuuden nykytilanteen organisaatiossa ja tätä kautta kehittää organisaationsa turvallisuutta. Tutkimuksen tavoitteena on saada selville, kuinka akkuja ladataan, säilytetään ja varastoidaan tällä hetkellä ja vastaavatko käytännöt yleisiä akkaturvallisuuden ohjeistuksia. Lisäksi tutkimuksessa selvitetään, kuinka työntekijät voivat tunnistaa akut ja niihin liittyvät riskit. Tutkimuksessa pyritään saamaan selville konkreettista tietoa organisaation akkaturvallisuuden nykytilanteesta. Lopputuotoksena syntyy dokumentti, jonka kautta esille nousevat kehityskohdeet, joiden pohjalta organisaatio pystyy tarvittaessa luomaan uudet ohjeistukset ja käytännöt.

Tutkimusmenetelmä

Tämä tutkimus tehdään tapaustutkimuksena ja menetelmänä käytetään havainnointia, joka on strukturoitu tarkastuslistan avulla. Aineiston analysointi tehdään sisällönanalyysinä.

Laadullinen sisällönanalyysi ja teemoittelu muistuttavat paljon toisiaan. Sisällönanalyysin tavoitteena on tarkastella, millaisia aiheita, ilmiöitä ja teemoja tutkimusaineistossa nousee esiin. (Vuori 2021.) Aiheita tässä tutkimuksessa ovat tarkastuslistan pohjalta esimerkiksi yleinen akkujen turvallisuus, paloturvallisuus ja varastointi. Sisällönanalyysillä saadaan systemaattinen ja selkeä kuva akkaturvallisuuden nykytilanteesta organisaatiossa.

Havainnointia tehdessäni ja tutkimusaineistoa kerätessäni olin vielä suorittamassa opintojen syventävää harjoittelua organisaatiossa eli olin työntekijänä. Tämän perusteella voidaan puhua osallisesta havainnoinnista. Osallisessa havainnoinnissa on tyypillistä, että tutkimuksen kohteena on se organisaatio, jossa tutkija työskentelee. Havainnointimenetelmän etuna on se, että tutkijana pääsen reaaliaikaisesti seuraamaan todellista tilannetta ja tieto nykytilanteesta saadaan heti. (Puusa & Juuti 2020, luku 8: Havainnointi organisaatiotutkimuksessa.)

Suunnitelmallisen ja systemaattisen havainnoinnin kautta aineiston luotettavuutta voidaan vahvistaa. Kun havainnointia tehdään systemaattisesti, sitä voidaan myös analysoida uskottavasti ja järjestelmällisesti. (Puusa & Juuti 2020, luku 8: Havainnointi organisaatiotutkimuksessa.)

Tutkimusongelma

Tutkimusongelmaksi muodostui kysymys, säilytetäänkö ja varastoidaanko akkuja yleisten ohjeistusten ja asetusten mukaan, sekä se, kuinka akkuja ladataan ja käsitellään yrityksen tiloissa. Näihin kysymyksiin vastaamalla saadaan selville akkaturvallisuuden nykytilanne organisaation toiminnassa ja sen pohjalta organisaatio pystyy kehittämään omaa toimintaansa sekä ohjeistuksiaan turvallisuuden parantamiseksi.

Tutkimuksen rajaus

Tämä opinnäytetyö keskittyy käytönaikaiseen toimintaan. Tällä tarkoitetaan aikaa, kun akku tai laite on saapunut toimittajalta tai asiakkaalta Servicalle ja sitä käsitellään, säilytetään ja varastoidaan organisaation tiloissa. Käsitteystä rajataan pois ulkoisen toimittajan toimitus sekä akkujen loppukäsittely kierrättämävaiheessa.

Työn tarkoituksena ei ole keskittyä akkujen kemiallisiin ja teknologisiin seikkoihin, vaikka näitä aiheita saatetaankin hieman ottaa esille. Tässä tutkimuksessa ei myöskään tarkastella tai oteta kantaa organisaation turvallisuuskulttuuriin. Turvallisuuskulttuuri muodostuu useista erilaisista tekijöistä, joita pelkän havainnoinnin perusteella ei voida arvioida luotettavasti. Paasosen (2019) mukaan turvallisuuskulttuuri koostuu muun muassa arvoista, opituista tavoista sekä käytännöistä ja perinteistä, jotka opetetaan uusille työntekijöille. Paasonen tiivistää turvallisuuskulttuurin käsitteen siihen, kuinka organisaatiossa toimivat kykenevät ja kuinka he tahtovat ymmärtää turvallisuuden.

Työn teoriaosuus

Tämän työn teoriaosuus koostuu kahdesta osiosta. Ensimmäisessä osiossa käsitellään akkuja yleisesti, eli sitä, millaisia eri akkutyyppisiä on olemassa, miten ne luokitellaan ja erotetaan toisistaan sekä millaisia riskejä akkuihin liittyy. Toisessa osiossa perehdytään enemmän lakeihin, viranomaisten laatimiin ohjeisiin ja asetuksiin, jotka koskevat akkujen turvallisuutta.

2 YLEISTÄ AKUISTA

Tässä osiossa käydään läpi yleisimpiä työpaikoissa ja arjessa käytössä olevia akkutyyppisiä sekä hieman niiden soveltuvuuksia ja ominaisuuksia. Osion tarkoituksena on antaa peruskäsitys siitä, millaisia eri akkuja on olemassa, mihin niitä voidaan käyttää sekä miten niitä luokitellaan ja tunnistetaan.

Akut ja paristot saattavat mennä helposti arkikielessä sekaisin. Teknisesti akun ja pariston ero on se, että akku on suunniteltu uudelleen ladattavaksi.

Molemmat ovat sähkökemiallisia energialähteitä, jotka koostuvat yhdestä tai useammasta kennosta eli sähköparista. Vaikka joitakin paristoja voidaan ladata uudelleen, se ei tee niistä akkuja, sillä tällaista paristoa voidaan ladata vain muutamia kertoja; paristoja ei ole suunniteltu uudelleen ladattaviksi, toisin kuin akkuja. (Linja-aho 2022, 8.)

2.1 Onnettomuus- ja vaaratilannetilastointia

Tähän osioon on koottu tilastotietoa akkupalojen aiheuttamista onnettomuuksista tai vaaroista. Tilastojen hakemiseen on käytetty pelastustoimen resurssi- ja tilastointijärjestelmä Prontoa.

Tietokannan mukaan vuodesta 2020 alkuvuoteen 2026 asti vahingot rakennuspaloissa ja rakennuspalovaaroissa käsittelevään tilastointiin on kirjattu yhteensä 478 tehtävää, joissa palo tai sen vaara on lähtenyt pienelektroniikan akusta tai sen laturista. Suurimpana onnettomuuden tai vaaran aiheuttajana on ollut koneen tai laitteen vika. Yhteensä kaikissa kirjatuissa tapauksissa on sattunut 94 henkilövahinkoa. Tuhoutuneen omaisuuden arvo on ollut noin 16 900 000 euroa ja uhattuna olleen omaisuuden arvo on ollut yhteensä 94 396 589 euroa. (Pronto s.a.)

Omaisuusvahingot	
Tuhoutuneen omaisuuden arvo (euroa) (ei maasto-/kasvustovahingot)	16 874 004
	16 874 004
Uhatun omaisuuden arvo (euroa)	94 396 589
	94 396 589

Kuva 1. Omaisuusvahinkojen arvo euroina (Pronto s.a.)

Suurin osa rakennuspaloista tai rakennuspalovaaroista on aiheutunut asuinrakennuksessa. Näitä on tilastoitu 291 kappaletta. Liikerakennuksissa tapauksia on 31 kappaletta, hoitoalan rakennuksissa 28, teollisuusrakennuksissa 32 ja varastorakennuksissa 21 tapauksia. Opetusrakennuksiin kirjattuja tapauksia on 14 kappaletta. (Pronto s.a.)

Vuonna 2025 pienelektroniikan akuista tai latureista aiheutui yhteensä 12 paloa väärän käytön vuoksi. Laitteiden viat, häiriöt sekä huollon laiminlyönnit aiheuttivat 40 paloa. Eniten paloja aiheutti sähkölaitteen tai laitteen asennuksen vika, häiriö tai huollon laiminlyönti. Näistä paloja syntyi 65 kappaletta. Vuosien 2020-2026 välisenä aikana tulipalon aiheuttaneet koneen tai laitteen energialähteen tilastoinnissa, pienelektroniikan akut tai laturit (luokitus 2009) ovat aiheuttaneet yhteensä 527 paloa. Näistä tapauksista arviolta 86 oli sellaisia, joissa rakennus tai sen osa jouduttiin tyhjentämään tai henkilöturvallisuuden takia olisi pitänyt tyhjentää. (Pronto s.a.)

2.2 Akkujen luokittelu

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (2025) mukaan, akut jaetaan viiteen eri luokkaan:

- 1) Kannettavat akut ja paristot
- 2) Kevyen liikkumisvälineen akut
- 3) Käynnistys-, valaistus- ja sytytysakut tai ajoneuvojen akut
- 4) Teollisuusakut tai -paristot
- 5) Sähköajoneuvojen ajovoima-akut

Kannettavat akut ja paristot ovat suljettuja ja painavat enintään 5 kg. Näitä akkuja ei erityisesti olla suunniteltu teollisuuskäyttöön, eivätkä ne ole sähköajoneuvojen ajovoima-akkuja, ajoneuvoakkuja tai kevyen liikkumisvälineen akkuja. Kevyen liikkumisvälineen akuiksi taas katsotaan sellaiset akut, jotka ovat suljettuja ja painavat enintään 25 kg. Nämä akut tuottavat sähköenergiaa pyörillä kulkevaa ajoneuvoa varten. Voimanlähteenä voi olla joko ihmisen tuottama voima tai sähkömoottorin ja ihmisen voiman yhdistelmä. Tähän luokitteluun hyväksytään mukaan L-luokan tyyppihyväksytyt ajoneuvot. (Akut ja paristot s.a.) L-luokan ajoneuvoja ovat esimerkiksi mopot, moottoripyörät, kevyt nelipyörä sekä kolmi- ja nelipyöräiset ajoneuvot (Ajoneuvolaki 1090/2002, 11.–13. §).

Kolmannen luokan akut on suunniteltu erityisesti käynnistämistä, sytytystä tai valaistuksia varten. Näitä akkuja voidaan myös käyttää vara- tai lisäenergian-

lähteenä ajoneuvoissa sekä muissa koneissa ja liikkumisvälineissä. Teollisuusakut ja -paristot on suunniteltu erityisesti teollisuuskäyttöä varten. Akku on tarkoitettu teolliseen käyttöön sen jälkeen, kun se on valmisteltu käyttötarkoituksen muutosta varten tai kun käyttötarkoitus on jo muutettu. Lisäksi mikä muu tahansa akku tai paristo, jonka paino on yli 5 kg ja joka ei ole sähköajoneuvon ajovoima-akku, ajoneuvon akku tai kevyen liikkumisvälineen akku, luokitellaan teollisuusakuksi. (Akut ja paristot s.a.) Yksinkertaisemmin selitettynä teollisuusakulla tarkoitetaan ammattikäyttöön suunniteltua akkua. Näitä akkuja voidaan käyttää esimerkiksi sähkötrukkien ajovoima-akkuna. (Pitkämäki ym. 2018.)

Sähköajoneuvon ajovoima-akuksi katsotaan sellaiset akut, jotka painavat yli 25 kg tai on suunniteltu erityisesti tuottamaan sähköllä ajovoimaa L-luokan hybridi- tai sähköajoneuvoihin. Joissakin tapauksissa akut tai paristot saattavat kuulua useampaan eri ryhmään. Tällöin niiden katsotaan kuuluvan luokkaan, johon vaatimuksia sovelletaan tiukimmin. (Akut ja paristot s.a.)

2.2.1 Lyijyakut

Lyijyaku on kehitetty vuonna 1859 ja sitä voidaan käyttää useassa eri tarkoituksessa. Usein lyijyakkua käytetään ajoneuvojen tai moottorin käynnistämiseen, mutta sitä voidaan myös käyttää esimerkiksi varavoima-akkuna. Lyijyakut ovat painavia ja hinnaltaan halvempia kuin vaikkapa litiumioniakut, ja niitä pidetään paloturvallisina; ainut palava osa on muovinen kuori. (Linja-Aho 2022, 18.)

Lyijyakut voidaan jakaa kolmeen pääkäyttötyyppiin: ajoneuvokäyttöiset akkuihin eli SLI-akkuihin tai käynnistysakkuihin, käyttövoima-akkuihin, kuten syväpurkausakkuihin, sekä kiinteisiin, paikallaan oleviin akkuihin eli UPS (Uninterruptible power supplies) -akkuihin (BatteryUniversity 2021). Suljetut, huoltopaikat akut mahdollistavat akun käyttämisen missä tahansa asennossa, eikä akussa ole nesteen vuotovaaraa (BatteryUniversity 2021). Täysin huoltovapaista akkuja käytetään usein esimerkiksi trukeissa ja muissa ajoneuvoissa. Niin sanotuissa tavallisissa lyijyakuissa elektrolyytti on usein nestemäisessä

muodossa. Akku on siis pidettävä pystyssä, ettei neste pääse vuotamaan. (Mikkolainen & Koivisto 2008, 164.)

EFB-akku voidaan pitää perinteisen lyijyhappoakun jatkokehityksenä. Näitä voidaan käyttää esimerkiksi autoissa, joissa on yksinkertainen ja automaattinen start-stop-järjestelmä. Akut soveltuvat myös autoihin, joissa tätä järjestelmää ei ole. Silloin akun avulla ylläpidetään muita ajoteknisiä vaatimuksia. Lisäksi akku soveltuu sellaisiin autoihin, joissa on paljon erilaisia varusteita. (Varta-Automotive s.a.)

AGM-akku on käynnistysakku, joka soveltuu hyvin esimerkiksi moottoripyöriin sekä mikrohybridiautoihin, joissa käytetään start-stop-järjestelmää (BatteryUniversity 2021). AGM-akut ja geeliakut ovat rakenteeltaan muuten samantaisia, mutta AGM-akuissa käytetään elektrolyytin imeyttämiseksi lasikuitumattoa (Yleiselektronikka s.a.). Hyytelö- eli geeliakussa akkukennojen sisällä oleva elektrolyytti on hyytelömäisessä muodossa. Jotkin geeliakut voidaan valmistaa myös siten, että akkukennojen sisältä löytyviin erottimiin imeytetään elektrolyytit. (Juhala ym. 2008, 286.) Käyttötarkoitukseltaan nämä eroavat toisistaan siten, että geeliakku säilyttää käyttökapasiteetin paremmin kuin AGM-akku, mutta käyttöikänsä lopussa suorituskyky heikkenee merkittävästi. AGM-akun käyttöikä heikkenee vähitellen ja tasaisemmin. (BatteryUniversity 2021.)

2.2.2 Nikkelikadmiumakku (NiCd)

Nikkelikadmiumakut olivat 1990-luvun alkupuolelle asti suosittu akkutyyppejä kuluttajaelektronikassa, ja niissä yksi kenno tuottaa 1,2 V:n jännitteen. Akut ovat nykyään erittäin harvinaisia, sillä RoHS-direktiivi astui voimaan 2000-luvun alussa. Direktiivin tarkoituksena on rajoittaa haitallisten aineiden käyttöä. Tätä akkutyyppejä käytetään enää vain niin sanotuissa erikoissovelluksissa, kuten lentokoneiden akkujärjestelmissä. (Linja-Aho 2022, 18.)

2.2.3 Nikkelimetallihydridiakku (NiMH)

1990-luvulla nikkelimetallihydridiakut syrjäyttivät nikkelikadiumakut. Akku-tyyppi on erittäin paloturvallinen, sillä kennot eivät vaurioidu pienestä yllätaamisesta ja akussa on vesipohjainen elektrolyytti, kuten lyijyakussakin. Tätä akkutyyppeä käytetään vielä usein sellaisissa laitteissa, jotka on alun perin suunniteltu tavallisten paristojen käytettäväksi, mutta niissä halutaankin käyttää ladataavaa akkua. NiMH-kennon jännite on 1,2 V, joka on tarpeeksi lähellä tavallisen 1,5 V:n pariston jännitettä. Litiumioniakun kennojännite on 3,7 V ja siksi se ei sovellu tähän tarkoitukseen. (Linja-aho 2022, 19.)

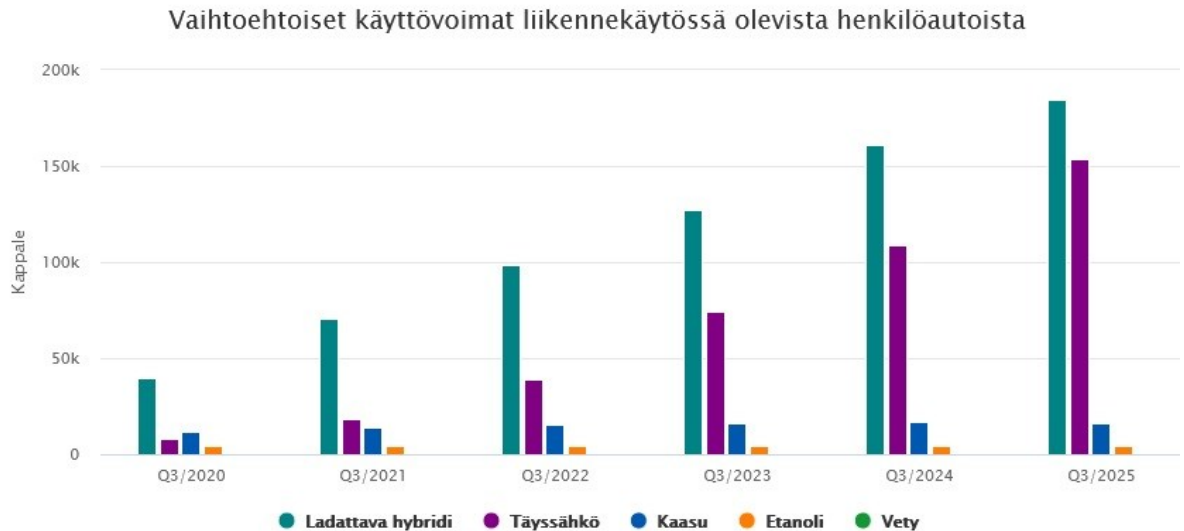
2.2.4 Li-ion-akut

Litiumioniakkujen suosio on kasvanut, koska niissä on erittäin hyvä kyky sitoa ja luovuttaa energiaa suhteessa akun painoon. Tämän lisäksi akut ovat varsin turvallisia oikein käytettyinä ja hinnat ovat laskeneet kysynnän noustessa ja tuotantotekniikan kehittyessä. (Rytkönen ym. 2025a, 21.)

Litiumioniakut voidaan jaotella primääri- ja sekundääriakkuihin. Primääriakkuja ei voida ladata uudelleen, kun taas sekundääriakkuja pystytään lataamaan. (Hassinen 2022, 17.) Arkikielessä litiumioniakkuja saatetaan usein pitää yhtenä ja samana akkuna. Näin ei kuitenkaan ole. Litiumioniakku ei ole vain yksittäinen akkutekniikka, vaan niitä on montaa erilaista; riippuen akkujen akkukemiasta, eli litiumioniakkutyypistä, ominaisuudet vaihtelevat paljon. Puhekielessä usein sekoitetaan myös litiumioniakku ja litiumakku keskenään. Näiden akkujen välinen ero tulee siitä, että litiumioniakussa litium on ionimuodossa eikä metallina, kuten litiumakussa. (Linja-Aho 2022, 19–21.)

Sanalla akkukemia tarkoitetaan akussa käytetyn elektrolyytin ja katodin metallioksidin yhdistelmää. Käytettävä yhdistelmä vaikuttaa suuresti paloturvallisuuteen ja riskeihin, sillä mitä suurempi energiatiheys on, sitä suuremmat ovat myös riskit paloturvallisuuden kannalta. Akkukemioiden ominaisuudet vaikuttavat myös siihen, kuinka paljon energiaa akkuun voidaan varastoida. (Hassinen 2021, 12.)

Litiumioniakkuja käytetään monissa eri laitteissa sekä sovelluksissa. Esimerkiksi täyssähköautojen määrä on noussut joistain tuhansista yli 150 tuhanteen viidessä vuodessa (kuva 2). Traficom (2025) ennusteen mukaan täyssähköisten ajoneuvojen määrä ohittaa ladattavien hybridien määrän vuoden kuluttua.



Kuva 2. Vaihtoehtoiset käyttövoimat liikenteessä (Traficom 2025)

Pienissä henkilökohtaisissa laitteissa litiumioniakkuja käytetään paljon esimerkiksi tietokoneissa, työkaluissa, puhelimissa ja radio-ohjattavissa laitteissa. Näiden laitteiden paloturvallisuusriskiä pidetään suurempina kuin esimerkiksi sähköautojen, sillä akkujen kolhiintuminen aiheuttaa mahdollista lämpökarkaimista ja tulipaloja. Pienet laitteet ovat alttiimpia laitteen pudottamiselle, jolloin akku saattaa vaurioitua. Muita kohteita, joissa litiumioniakkuja usein käytetään, ovat muun muassa sähköiset polkupyörät, -potkulaudat ja -skootterit. (Rytkönen ym. 2025a, 21.)

2.3 Akkujen tunnistaminen

Akkuja voidaan tunnistaa usealla eri tavalla. Yksi tapa on tunnistaa ne niiden etikettien ja muiden merkintöjen avulla. Akkuihin täytyy merkitä muun muassa niiden tuotenumero, mallitunniste sekä erä- ja sarjanumero. Merkinnoista täytyy löytyä myös rekisteröity tuotenimi tai -tavaramerkki, valmistajan nimi sekä kannettavista akuista ja paristoista täytyy löytyä kapasiteettimerkintä. (Akut ja

paristot s.a.) Valtioneuvoston asetuksen paristoista ja akuista (520/2014 14. §) mukaan tuottajan on myös huolehdittava siitä, että akkuihin ja paristoihin merkitään niiden erilliskierrätys sekä raskasmetallisisältö.

Akkuja tunnistettaessa voidaan myös tarkkailla niiden muotoja sekä painoa. Litiumioniakkuja valmistetaan monessa eri muodossa, mutta yleisimmin käytetään sylinterimäistä (kuva 3), prismaattisia ja pussimaisia kennoja (Rytkönen ym. 2025b).



Kuva 3. ”Sylinterimäinen” Nitecore li-ion -akkuparisto

Litiumioniakkuihin tehtäviä merkintöjä ovat esimerkiksi pakkauksen tai akun YK-numerot, joita ovat UN3480 ja UN3481. Lisäksi akkuihin tai pakkauksiin voidaan kirjata lithium, Li-ion tai pelkkä Li. Markkinoilla on olemassa myös litium-rautasulfaattiakkuja, joita voidaan merkitä esimerkiksi LiFePO₄, LFP tai LiPO merkinnöillä. (Litiumioniakkujen vaarat s.a.)

Lyijyakut ovat rakenteeltaan yksinkertaisia ja neliskanttisen muotoisia ja ovat usein kokonsa nähden varsin painavia. Esimerkiksi geeliakun voi tunnistaa muun muassa näistä huomioista tai merkinnästä ”gel” (kuva 4). Kun puhutaan lyijyakkujen painosta, esimerkiksi sähkötrukeissa käytettävät lyijyakut ovat niin painavia, että lisäpainojen asettaminen trukkeihin kaatumisen ehkäisemiseksi ei aina ole tarpeellista. (Linja-aho 2022, 18.)



Kuva 4. Geeliakku, jonka etiketistä erottaa merkinnän ”GEL”

Lyijyakkuihin tehtäviä muita merkintöjä voivat olla esimerkiksi nimellisvirta (V), purkausaikaa vastaava varauskyky (esimerkiksi Ah/ 20 h) sekä kylmäkäynnistysvirta (A). Nämä merkinnät ovat DIN-normin mukaisia merkintöjä, jotka ilmoitetaan akussa. (Juhala ym. 2008, 281.)

2.4 Akkuihin liittyvät riskit

Akkuihin ja akkuenergiavarastoihin liittyy useita turvallisuusriskejä, kuten esimerkiksi valokaaren mahdollisuus, lämpöreaktiot, tulipalot, kemialliset vaarat ja räjähdysvaara (Linja-Aho ym. 2024, 46).

Litiumioniakkujen palot kehittyvät hyvin nopeasti ja siksi ne usein muistuttavatkin räjähdystä. Litiumioniakun räjähdysvaaran aiheuttaa akun viallinen kenno tai puutteellinen suunnittelu, esimerkiksi painepurkuventtiilin puuttuminen. Tapaukset ovat kuitenkin harvinaisia. Litiumionikennosta purkautuvat kaasut saattavat kuitenkin aiheuttaa räjähdysvaaran, mikäli säilytystilan ilmanvaihto ei ole riittävä. Suljetussa tilassa syntyvät kaasut saattavat syttyä ja näin aiheuttaa kaasuräjähdyksen. Tämä riski on olemassa varsinkin sellaisissa kohteissa, joissa on akkuenergiavarastoja. (Linja-Aho ym. 2024, 46.)

Litiumioniakkujen lämpökarkaamisella (thermal runaway) tarkoitetaan reaktioiden sarjaa, jossa kennojen sisäinen lämpötila ja paine kasvavat, joka taas johtaa kennon repeytymiseen ja tulipaloon. Kennosta purkautuva kaasu saa palon näyttämään liekkisuihkulta. Liekkisuihkun syntymiseen vaikuttaa kuitenkin akun varaustaso. Mikäli varaustaso on alhainen, liekkipaloa ei välttämättä edes synny. (Hassinen 2022, 11.) Syitä palon syttymiselle on useita. Esimerkiksi, kun litiumioniakulla varustettu laite tai itse akku putoaa, kennojen sisäinen rakenne saattaa rikkoontua tai muuttua. Myös ylilataaminen voi aiheuttaa akun vikaantumisen ja lämpökarkaamisen. Lämpötilan liiallinen nousu saattaa myös laukaista paloreaktion, kun akkukemian ominaislämpötila saavutetaan. (Hassinen 2022, 11.)

Koska litiumioniakku palaa ilman ulkoista happea, palon sammuttaminen on äärimmäisen vaikeaa. Palon sammuttaminen ei onnistu vain tukahduttamalla, vaan paloa pyritään hallitsemaan jäähdyttämällä akkua. Palon uudelleen syttymisriski on jopa 72 tuntia. (Kannisto & Perttula 2023.)

Litiumioniakuissa on myös sähköiskun vaara. Tämä riski syntyy, mikäli vaurioitunutta akkua käsitellään huolimattomasti, akkuja käytetään yleisesti väärin tai käytetään muutoin turvallisuudeltaan puutteellisia tuotteita. Vaaran katsotaan olevan vähäinen alle 120 voltin akuissa, mutta sähköiskun vaaraa pienemmiskään akuissa ei voida jättää ilman huomiota. (Pitkämäki ym. 2018.)

Myös pitkään tyhjänä olleet akut ovat turvallisuusriski, eikä niitä suositella ”elvytettävän”. Akkujen käyttöohjeistuksissa saatetaan mainita, ettei akkua saa varastoidessa päästää täysin tyhjentyneeseen ja välilatausta suositellaan pitkän säilytyksen aikana. Tämän vuoksi laitteen mukana tulevat ohjeet kannattaa lukea tarkkaan ja ennen kaikkea noudattaa mukana tulevia ohjeita. (Litiumioniakkujen elinkaari hankinnasta hävittämiseen s.a.)

Lyijyakkujen haitallisia ominaisuuksia ovat niin ikään oikosulun vaara, lyijyn myrkyllisyys, elektrolyytin syövytys ja räjähdyskaasujen muodostuminen (Mikkolainen & Koivisto 2008, 162). Paloturvallisuuden osalta niitä pidetään lähtökohtaisesti turvallisina, koska akut sisältävät vesipohjaista elektrolyyttiä ja

muovikotelo on ainut palava osa. Akun sytyttäminen tai syttyminen itsessään on siksi harvinaista ja haastavaa. Täytyy kuitenkin muistaa, että akku voi toimia syttymislähteenä. Palo saattaa saada alkunsa esimerkiksi johdotuksista tai palo voi syttyä jossain toisessa järjestelmän osassa. Tulipalo saattaa syttyä myös esimerkiksi huonolla ilmanvaihdolla varustetussa säilytystilassa, mikäli akun vetykaasut saavat kipinän ja pääsevät syttymään. (Linja-Aho ym. 2024, 46.)

Lyijyakkujen kanssa toimiessa on syytä tunnistaa myös niiden kemialliset riskit. Akuista saattaa syntyä vetyä myös silloin, kun latausta jatketaan akun ollessa jo täynnä tai akkua ladataan liian suurella virralla. Tästä syystä myös ilmanvaihdon merkitys korostuu tiloissa, jossa akkuja ladataan. Latauksen aikana syntyvät kaasut ovat erittäin herkästi syttyviä. (Linja-Aho ym. 2024, 17.)

Kemialliset riskit voivat syntyä myös huoltotoimenpiteen aikana, kun esimerkiksi rikkihappoon kaadetaan vettä. Tällöin vähäisen vesimäärän lämpötila kohoaa niin paljon, että syntyy höyryä. Rikkihappo on erittäin syövyttävä aine ja höyrystyessään vesi aiheuttaa helposti roiskeita. Tästä syystä huoltotoimenpiteitä tehtäessä on syytä muistaa kaataa aina rikkihappoa veteen – ei vettä rikkihappoon. (Juhala ym. 2005, 283–284.)

3 TURVALLISUUDEN LAILLINEN PERUSTA

Tässä luvussa tarkastellaan akkuihin liittyviä ohjeita sekä lakeja ja asetuksia, jotka vaikuttavat turvallisuuteen. Myös erilaiset standardit ohjaavat toimintaa. Luvussa käsitellään myös trukkien ja sähköautojen turvallista lataamista ja säilyttämistä. Esimerkiksi uusien sähkötrukkien vaikutusta ei voida unohtaa puhuttaessa akkaturvallisuudesta, sillä trukkien akut luokitellaan teollisuusakuiksi ja niiden virtakapasiteetti on suuri. Vertailun vuoksi mainittakoon, että teollisuusakkujen kapasiteettia mitataan kilowattitunneissa, kun taas tavallinen paristo mitataan milliampeeritunteina (Pan 2025).

Vammaispalvelulain pykälät (675/2023, 28. §, 29. § sekä 32. §) ohjaavat esimerkiksi liikkumisvälineisiin tarjottavan tuen määräytymistä. Näihin välineisiin

kuuluvat muun muassa sähköpyörätuolit, joiden huoltaminen ja uudelleen luovuttaminen asiakkaille kuuluvat Servican palveluihin. Koska viallisten tuotteiden päätyminen asiakkaalle voi vaarantaa heidän turvallisuutensa, täytyy organisaatiossa pystyä tunnistamaan myös akkujen vaarat ja riskit sekä käsitellä akkuja ohjeiden, asetusten ja lakien mukaisesti laadun varmistamiseksi.

Akkulaitteiden yleistymisen myötä työympäristössä on syytä ottaa normaaliin riskitarkasteluun ja riskienhallintaan mukaan akkaturvallisuuden tarkastelu (Työturvallisuuskeskus 2025). Riski tarkoittaa SFS-ISO 31000 -standardin mukaan epävarmuuden vaikutusta organisaation tai yrityksen tavoitteisiin. Riskienhallinta taas on koordinoitua toimintaa tai prosessi (kuva 5), jossa ensin tunnistetaan riski, sen jälkeen tehdään riskianalyysi ja arvioidaan riskien merkitys. Merkityksen arvioinnin jälkeen riski käsitellään sekä laaditaan tehtävät toimenpiteet ja valvontamenetelmät. Riskin arviointi ei suinkaan pääty tähän, vaan se on jatkuva prosessi. Havaitut riskit arvioidaan uudelleen tarvittaessa tai määräajoin. Riskienhallinnassa on tärkeä ottaa huomioon myös sidosryhmät, sillä oikeanlainen sekä ajantasainen viestintä ja tiedonvaihto auttavat myös sidosryhmiä ymmärtämään työympäristön riskitekijöitä. (SFS-ISO 31000:2018, 14–15.)

Riskienhallintaprosessi



Kuva 5. Yksinkertaistettu malli riskienhallintaprosessista, joka perustuu SFS-ISO 31000 -standardiin.

Työturvallisuuslain tarkoitus on työympäristön, -olosuhteiden ja työntekijöiden työkyvyn turvaaminen ja ylläpitäminen sekä vaarojen ja tapaturmien ennaltaehkäiseminen. Tällä lailla pyritään siis suojaamaan työntekijöiden henkinen ja

fyysinen terveys työympäristössä. (Työturvallisuuslaki 378/2022, 1. luku, 1. §.) Laki määrittää myös työnantajan velvollisuuden opastaa ja ohjeistaa työntekijää. Työnantajan on huolehdittava siitä, että työntekijä perehdytetään työhön, hänellä on riittävät tiedot työn vaaroista ja haittatekijöistä ja että työntekijän ammatillinen taito ja työkokemus vastaavat suoritettavan työn vaatimuksia. Työntekijän osaamista on tarvittaessa täydennettävä ohjeistuksilla ja opastuksilla. (Työturvallisuuslaki 738/2002 14. §.)

Työnantajalla on useita työntekijöitä koskevia velvollisuuksia. Työnantajan täytyy esimerkiksi varmistua työympäristön turvallisuudesta; jo työtiloja suunniteltaessa on otettava huomioon työsuojelun tuomat vaatimukset. Työympäristö ja työn suorittaminen on suunniteltava terveelliseksi ja turvalliseksi. Työpaikan rakenteet, työ- ja tuotantomenetelmät, työtilat, koneet ja välineet sekä muut laitteet ovat kaikki osa työympäristöä, joka työnantajan on arvioitava. Työssä käytettävät vaaralliset aineet ovat myös osa työympäristöä. (Työsuojelu.fi 2024.)

Pelastuslaki (379/2011) säättää rakennuksen omistajalle, haltijalle ja toiminnan harjoittajalle paloturvallisuuden perustan. Lain toisessa luvussa määritetään yleiset velvollisuudet, jotka koskettavat kaikkia – yksityishenkilöitä, työnantajaa sekä työntekijää. Esimerkiksi yleinen ilmoitusvelvollisuus säädetään seuraavasti:

jokainen, joka huomaa tai saa tietää tulipalon syttyneen tai muun onnettomuuden tapahtuneen tai uhkaavan eikä voi heti sammuttaa paloa tai torjua vaaraa, on velvollinen viipymättä ilmoittamaan siitä vaarassa oleville, tekemään hätäilmoituksen sekä ryhtymään kykynsä mukaan pelastustoimenpiteisiin (Pelastuslaki 379/2011, 2. luku 3. §).

Yleisiä velvollisuuksia ovat myös huolehtimisvelvollisuus ja varovaisuus tulen käsittelyssä. Huolehtimisvelvollisuus tarkoittaa, että tulipalon, onnettomuuden tai muun vaaran välttämiseksi meistä jokaisen on toimittava huolellisesti. Pelastuslain 2. luvun 4. § säättää myös, että ”jokaisen on mahdollisuuksiensa mukaan valvottava, että hänen määräysvaltansa piirissä noudatetaan tulipalon ja muun onnettomuuden ehkäisemiseksi ja henkilöturvallisuuden varmistamiseksi annettuja säännöksiä ja määräyksiä”.

3.1 Akkaturvallisuus

Akkaturvallisuuden osiossa käsitellään akkujen turvallista käyttämistä, säilytystä ja varastointia, sekä niihin liittyviä keskeisiä turvallisuusnäkökulmia. Lisäksi tarkastellaan paloturvallisuutta, akkujen oikeaoppista lataamista sekä käytöstä poistamiseen, kierrätykseen ja viallisten akkujen käsittelyyn liittyviä ohjeita ja riskejä.

3.1.1 Turvallinen käyttäminen

Turvallinen ja oikeanlainen akkujen käyttäminen luo turvallisuuden perustan. Kuten tilastointiosiosta voidaan todeta, esimerkiksi väärän käytön vuoksi alkaneita paloja on kirjattu 12 kappaletta. Suurin palojen aiheuttaja vuonna 2025 olivat laitteiden viat, häiriöt sekä huollon laiminlyönnit.

Ennen akkujen käyttöä on hyvä tarkistaa niiden ulkoinen kunto. Jos akku on kolhiintunut tai muuten vaurioitunut, sitä ei tule käyttää, koska kolhut voivat aiheuttaa muun muassa paloturvallisuusriskejä. Laitetta tai akkua otettaessa käyttöön on tärkeä lukea ja tutustua käyttöohjeisiin ja ennen kaikkea noudattaa ohjeita. (Litiumioniakkujen elinkaari hankinnasta hävittämiseen s.a.)

Etenkin litiumioniakkujen kohdalla on tärkeää, että suositaan markkinoilta löytyviä luotettavia ja tunnettuja valmistajia, kauppvoja sekä myyjiä. Tuotteiden tilaamista tulisi välttää sellaisista verkkokaupoista, jotka sijaitsevat EU:n ulkopuolelta. Tällä tavalla voidaan vähentää riskiä tuoteväärännöksien ostamiseen. (Litiumioniakkujen elinkaari hankinnasta hävittämiseen s.a.)

Turvalliseen käsittelyyn liittyy vahvasti myös työntekijöiden osaaminen ja kokemus. Työnantajan on tärkeä varmistua siitä, että työntekijät, jotka akkuja käsittelevät, osaavat tehdä sen turvallisesti. Esimerkiksi lyijyakkuja käsiteltäessä on tärkeää irrottaa ensin maadoitettu johto ja kytkeä se takaisin vasta viimeisenä. Johtoja ei saa irrottaa tai kiinnittää silloin, kun jokin sähköä kuluttava järjestelmä on päällä. Kun maadoitettu johto irrotetaan ensimmäisenä, ehkäistään johtoliitosten kipinäointi ja estetään se, että esimerkiksi irrotustyökalu aiheuttaisi oikosulun. (Juhala ym. 2008, 287.)

3.1.2 Säilytys ja varastointi

Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (685/2015) säättää ilmoitusvelvollisuuden vaarallisten kemikaalien teollisesta säilyttämisestä sekä niistä ilmoittamisesta. Yleisesti ilmoitusvelvollisuutta Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle tai pelastustoimelle akkujen varastoisesta ei ole. Poikkeus syntyy, mikäli säilytetään akkukemikaalien perusteella erittäin suuria määriä akkuja. Määrä on puhuttaessa jopa tonneja. (Pitkämäki ym. 2018.)

Koska akkuihin liittyy monia erilaisia vaaroja, pienten määrienkin varastointiin on syytä kiinnittää huomiota. Vaarana on esimerkiksi lämpökarkaamisen aiheuttama palo, joka leviää lähellä olevaan muuhun palokuormaan ja sitä kautta kiinteistön rakenteisiin. Akkuja varastoitaessa on suositeltavaa, että säilytys tapahtuisi omassa palo-osastoidussa tilassa ja alue on selkeästi merkitty sekä rajattu. Säilyttämisessä voidaan käyttää apuna esimerkiksi paloturva-kaappeja (kuva 6).



Kuva 6. Latauskaappi sähköpolkupyörien akuille

Varastointi on syytä pitää erillään muusta palokuormasta palon leviämisen ehkäisemiseksi. Merkittävää määrää syttyviä kaasuja tai nesteitä sekä muita

vaaralliseksi luokiteltavia kemikaaleja ei tulisi säilyttää samassa palo-osastossa akkuvaraston kanssa. (Litiumioniakkujen elinkaari s.a.) Akut ja paristot on hyvä irrottaa, mikäli laitetta ei käytetä, sillä irrottaminen vähentää riskiä oikosululle (Pitkämäki ym. 2018). Lisäksi säilytyksessä varastoitujen akkujen osalta on tärkeää suojata niiden navat (kuva 7).



Kuva 7. Uusien geeliakkujen säilytyshylly ja ohjeistus säilytykseen

Tällä ehkäistään vahingon mahdollisuus muun muassa oikosuluille. Varastointitilan tulisi olla viileä sekä kuiva, eikä akkuja pidä altistaa suoralle auringonvalolle tai muille sääolosuhteille, kuten kosteudelle, kylmyydelle tai vedelle. Akkujen varaustaso pitkäaikais säilytyksessä suositellaan pidettäväksi 30 ja 60 prosentin välillä. (Työturvallisuuskeskus s.a.)

3.1.3 Paloturvallisuus

Paloturvallisuutta käsitellään hieman jokaisessa osa-alueessa, joten tähän osioon on koottu yleisiä huomioita paloturvallisen säilyttämisen ja varastoimisen osalta.

Pelastuslain (379/2011) 3. luku koskee toiminnan harjoittajan, rakennuksen omistajan ja haltian velvollisuuksia palo- ja poistumisturvallisuudelle. Luvun pykälissä käsitellään muun muassa uloskäytäviä, pelastusteitä, palovaroitti-

mia, palo- ja poistumisturvallisuutta ja laitteiden kunnossapitoa. Koska rakennuksen omistaja, toiminnanharjoittaja sekä haltija ovat vastuussa siitä, että tulipalon syttyessä poistuminen on turvallista (9. §), on syytä tarkastella myös latauspisteiden asettelua. Latauspisteitä ei tulisi asettaa siten, että ne mahdollisessa palotilanteessa estävät turvallisen poistumisen. Esimerkiksi, jos käytössä on kuvan kuusi mukaisia latauskaappeja, niitä ei tulisi sijoittaa poistumisreitien varrelle.

Vakuutusyhtiöt voivat joskus antaa ohjeistuksia paloturvallisuuteen liittyen suurta määrää akkuja säilytettäessä. Jos akkuja on suuri määrä esimerkiksi hyllyvarastoissa, kattosprinklerin sammutusteho ei välttämättä riitä akkupalon ja akkujen jäähdyttämiseen. Tällöin suositellaan hyllykohtaisia sprinklereitä. (Litiumioniakkujen elinkaari s.a.) Omasta vakuutusyhtiöstä on siis suositeltavaa kysyä paloturvallisuuteen liittyviä lisäohjeita, mikäli jokin askarruttaa.

Yleisesti ottaen paras tila akkujen säilyttämiseen olisi oma palo-osastoitu alueensa. Mikäli tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, on tärkeä varmistua siitä, että akkujen varastointi- ja lataustilassa on riittävä ilmanvaihto, alkusammutuskalustoa sekä palovaroitin tai -ilmoitin. Myös muun ympäröivän palokuorman huomioiminen on erittäin tärkeässä osassa säilytystiloja kartoitettaessa. (Litiumioniakkujen elinkaari s.a.)

3.1.4 Akkujen lataaminen

Lataaminen ja sitä seuraavat tunnit ovat kriittisessä osassa laitteen tai akun turvallisessa käytössä. Siksi on tärkeää tutustua huolellisesti käyttöohjeisiin ja käyttää vain valmistajan hyväksymää laturia. (Litiumioniakkujen turvallinen käyttäminen s.a.) Esimerkiksi litiumioniakkujen ylilataaminen saattaa vaurioittaa akun kennoja, joka puolestaan voi johtaa lämpökarkaamiseen ja tulipaloon (Linja-Aho 2022, 59).

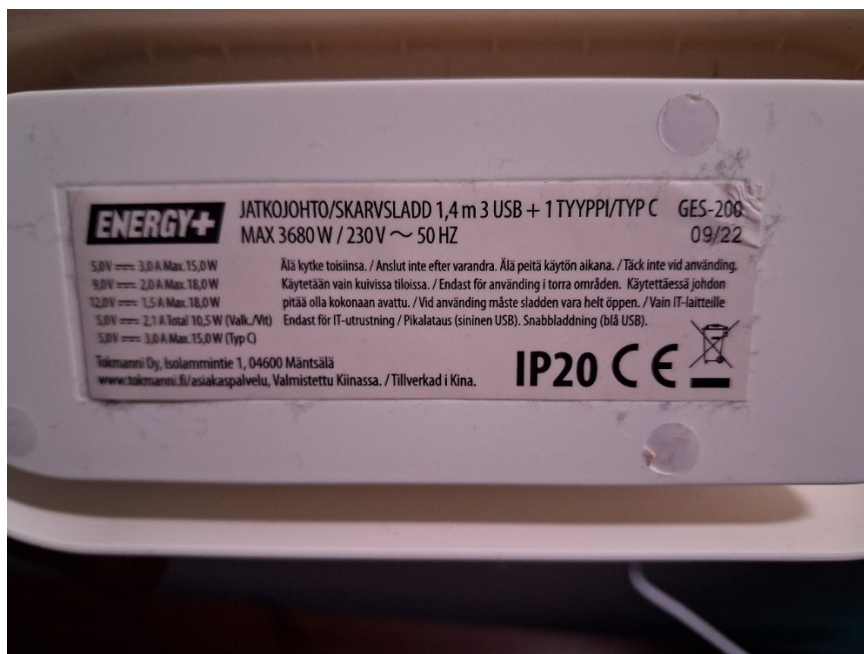
Usein oletetaan, että akkukäyttöisen laitteen voi ladata millä tahansa laturilla. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa, sillä varsinkin modernit laitteet perustuvat tarkasti ennalta määriteltyihin jännitteisiin ja latausprotokolliin. Yhden uni-

versaalin laturin toimiminen edellyttäisi, että laturi toimii yksi yhteen litiumioniakkujen ja niiden kennojen kanssa. Litiumioniakut käyttävät eri akkukemioita, joten jokaisella elektrodi- ja kemiallisella yhdisteellä on omat jänniterajat ja jännitealueensa. Kun käytetään valmistajien suosittamia latureita, voidaan varmistaa oikeanlainen latausprotokolla. Yhteensopimattomat laturit ja akut saattavat aiheuttaa ylilatautumista, akut voivat purkautua liikaa tai ladata akkua liian suurella virralla, mikä voi johtaa akun vikaantumiseen. Myös heikkolaatuiset tai vääränlaiset lataustavat voivat aiheuttaa akun tai laitteen ylikuumenemisen, ylilatautumisen ja purkautumisen, joka pahimmassa tapauksessa voi johtaa tulipaloon. Paras tapa välttää nämä riskit ovat käyttää standardoituja, korkealaatuisia sekä valmistajien omia latausvälineitä. (UL Research Institutes 2022.)

Litiumioniakkuja ladattaessa tulee huomioida myös ympäröivä palokuorma. Etenkään akkujen yläpuolelle ei tulisi laittaa muuta palokuormaa, eikä ladattavan akun vieressä ole hyvä säilyttää muita akkuja lämpökarkaamisriskin vuoksi. Lisäksi ladattavan alustan on oltava palamaton. (Pitkämäki ym. 2018.) Latauksen tulisi aina olla valvottua, eli kotoa tai työpaikalta poistuttaessa ei akkuja saisi jättää latautumaan. Akkuja ei tulisi ladata myöskään nukkuessa tai siten, että akku latautuu varastossa tai eri huoneessa, kuin missä itse ollaan. Tällöin latauksen aikana syntyviin häiriöihin ei keretä reagoida ajoissa. (Litiumioniakkujen turvallinen käyttäminen s.a.)

Usein latauksen tai sähkölaitteiden kytkemisen apuna käytetään jatkojohtoja, mutta myös tässä piilee omat riskinsä, jotka voivat vaarantaa kodin tai työpaikan turvallisuuden. Kun johtoja käytetään oikein, voidaan ehkäistä ylikuormituksen, sähköiskujen ja tulipalon vaaraa. (Turva 2025.) Ladattaessa akkuja, laitteita tai akkuparistoja tulee muistaa, että jatkojohto soveltuu vain tilapäiskäyttöön. Tällä tarkoitetaan sitä, että johdolla ei voida korvata kiinteää pistorasiasta. Kun jatkojohtoa ei enää tarvita, tulisi se irrottaa pistorasiasta. (Kodin sähköturvallisuus s.a.)

Ennen latauksen aloittamista on tärkeä tarkistaa jatkojohdon sallittu kuormituksen kestävyys, joka usein löytyy jatkojohdon pohjasta (kuva 8).



Kuva 8. Jatkojohto, jonka pohjasta löytyvät käyttörajoitukset ja turvallisuusopastus

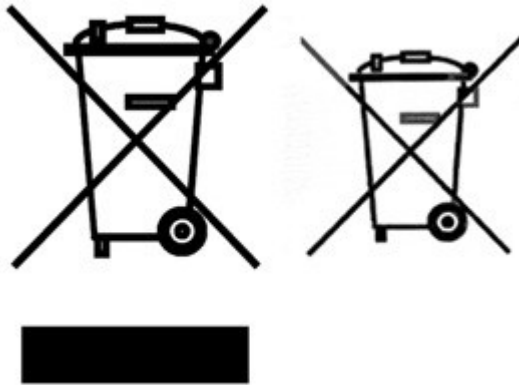
Latauksen aikana on hyvä varmistua myös siitä, ettei jatko- tai latausjohto jää puristuksiin esimerkiksi huoneen ovien väliin, koska tämä voi vaurioittaa johtoa tai sen suojakuorta. Jatkojohtoa ei myöskään saa sijoittaa siten, että se pääsisi kuumentumaan tai pölyttymään, sillä nämä lisäävät riskiä mahdolliselle tulipalolle. (Turva 2025.)

Jatkojohtoja ei myöskään saa ketjuttaa toisiinsa ja käytettäessä johtokelaa tulisi kela vetää kokonaan auki, mikäli ladataan suuritehoisia laitteita tai johtoon kytketään esimerkiksi lämmittimiä. Tällä varmistutaan siitä, ettei johto pääse ylikuumentumaan kelassa. Ylikuumentumisen vaaraa aiheutetaan myös silloin, jos moniosaisiin jatkojohtoihin kytketään liian suuritehoisia sähkölaitteita. Muun muassa jotkin työkalut, moottorilla varustetut sähkölaitteet ja lämmittimet voivat aiheuttaa sulakkeiden palamista tai johtojen ylikuormitusta, mikäli niitä kytketään moniosaisiin jatkojohtoihin. (Kodin sähköturvallisuus s.a.)

Myös lyijyakkujen lataamiseen liittyy omia riskitekijöitä. Varsinkin latauksen loppuvaiheessa akusta vapautuva, ilman sekoittuva happi ja vety aiheuttavat räjähdysriskin kaasun. Siksi akun lähellä ei saa irrottaa tai kytkeä jännitteellisiä johtoja tai käsitellä avotulta. Jännitteellisten johtojen irrotus tai kytkentä saattavat aiheuttaa kipinöitä, joka yhdessä räjähdysriskin kaasun kanssa aiheuttaa palovaaran. (Juhala ym. 2005, 284.)

3.1.5 Käytöstä poistaminen, kierrättäminen sekä vialliset akut

Akkujen ja paristojen käytöstä poistamisen on myös tapahduttava turvallisesti. Väärin lajitellut ja kierrätetyt akut ja paristot voivat aiheuttaa tulipalon myöhemminkin, esimerkiksi vasta kaatopaikalla. Usein käytetään tuottajavastuuseen liittyen erilliskierrätysmerkintää (kuva 9), josta kuluttaja voi päätellä akun tai pariston kuuluvan erilliskierrätykseen, ei sekajätteeseen.



Kuva 9. Erilliskierrätysmerkki (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto s.a.)

Koska lyijyakut, nikkeli-kadmiumakut sekä elohopeaa sisältävät paristot ovat vaarallista jätettä, näiden merkitsemiseen käytetään tarvittaessa Pd-, Cd-, sekä Hg-merkintöjä. Nämä merkinnät kertovat akun tai pariston sisältämistä raskasmetalleista. (Tukes 2019.)

Kun puhutaan akkujen ja paristojen aiheuttamien tulipalojen vaarasta, on syytä tarkkailla esimerkiksi akun fyysisiä vaurioita, mahdollisia hajuja tai käryjä, selkeästi tavallista korkeampaa lämpötilaa, ääniä, kuten tärinää tai sihinää, sekä vuotoja. Mikäli kyseessä on esimerkiksi litiumioniakku, se on aina vietävä kierrätyspisteeseen, joka on erikoistunut tämän akkutyypin kierrätykseen. (Akkuturvallisuus s.a.)

On kyse sitten akusta tai paristosta, käytöstä poistettaessa niiden virtanavat täytyy peittää, esimerkiksi käyttämällä virtaa johtamatonta teippiä. Peittämättö-

mät navat voivat aiheuttaa oikosulun, joka puolestaan voi johtaa tulipalon syntymiseen. Jos akun tai pariston kuori on vaurioitunut tai niissä havaitaan vuotoja, kierrätykseen viedessä ne on hyvä pakata pussiin. (Paristokierrätys s.a.)

Käytöstä poistettujen tai vikaantuneiden akkujen ja paristojen on oltava selkeästi erillään muista akuista ja paristoista, eikä niitä tulisi laittaa muun palokuorman lähelle. Akkuihin on hyvä lisätä selkeät merkinnät, jotta kaikki tietävät niiden olevan käytöstä poistettavia tai vikaantuneita. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää hyvin merkittyjä ja asianmukaista keräysastiaa (kuva 10). Varsinkin litiumioniakkuja tulisi säilyttää vain pienissä määrissä kerrallaan niiden lämpökarkaamisriskin vuoksi. (Pitkämäki ym. 2018.)



Kuva 10. Lyijyakkujen keräysastia

3.2 Trukkien latausturvallisuus

Koska trukit käyttävät isoja sekä paljon energiaa varaavia teollisuusakkuja, myös näiden akkujen latausturvallisuus on syytä ottaa huomioon. Esimerkiksi latauspisteiden sijoittelu on suuressa merkityksessä turvallisuuden kannalta. Latauspisteiden olisi hyvä sijaita omassa palo-osastoidussa tilassa, joka on suunniteltu juuri trukkiakkujen lataamiseen. Tilan ilmanvaihdon on oltava sellainen, ettei latauksessa syntyvä vety pääse kertymään tilaan (Occupational

Safety and Health Administration s.a.). Jos sijoittaminen omaan palo-osastoon ei ole mahdollista, latauspiste sijoitetaan siten, ettei se ole samassa osiossa tuotantoalueen kanssa, jossa käsitellään tai säilytetään vaarallisia aineita tai muita palavia nesteitä. Pelastustöiden helpottamiseksi etenkin litiumioniakuilla varustettujen trukkien latauspisteet pitää asentaa uloskäyntiovien läheisyyteen. (LähiTapiola s.a.)

Latauspisteen sijoittamisessa on syytä ottaa huomioon myös ympäröivä palokuorma sekä latauspisteen seinän materiaali. Mikäli latauspaikan seinästä löytyy palavaa materiaalia, tulee seinä eristää palamattomalla materiaalilla. Lisäksi latauspisteen ja muun palokuorman erottamiseksi jätetään vähintään kaksi metriä tilaa ja varmistetaan, ettei yläpuolella välittömässä läheisyydessä ole esimerkiksi tikaskaapelihyllyjä. (LähiTapiola s.a.)

Latauspisteet täytyy merkitä esimerkiksi kylteillä ja lattiaan laitettavilla tarroilla ja pisteille sijoitetaan vettä tai muita neutralointiaineita mahdollisesti vuotaneiden nesteiden huuhteluun ja neutraloimiseen. Neutralointiaineina voi käyttää esimerkiksi natriumkarbonaattia. Lisäksi latauspisteet täytyy suojata mahdollisilta trukkien törmäyksiltä. (Occupational Safety and Health Administration s.a.)

Latauspisteille tulee sijoittaa vähintään jauhe- tai vaahtosammutin sekä silmänhuuhtelupullo (Occupational Safety and Health Administration s.a.). Näiden lisäksi vakuutusyhtiö LähiTapiola vaatii, että mikäli käytetään litiumioniakkuja, latauspisteiltä on löydyttävä pikapaloposti, palopainike ja kohdesavunpoisto. Lataustilan pinta-ala ei saa ylittää 50 neliometriä, jos käytössä ei ole sprinklereitä. Vedensaantitiheyden on oltava 12,5 mm/minuutti, mikäli sprinklerilaitteisto vaaditaan. (LähiTapiola s.a.)

3.3 Sähköautojen latausturvallisuus

Tässä osiossa käsitellään lyhyesti latauspisteiden sijoittamista sekä vaatimuksia, koska täyssähköautot yleistyvät vauhdilla (kuva 2) ja usein työpaikoillakin pystytään päivän aikana lataamaan autoa. Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja

ohjausjärjestelmillä (733/2020) säätää tarkemmin latauspisteiden vaatimuksista ja valmiuksista.

Sähköautojen latauspiste suositellaan sijoitettavaksi ulkoalueelle. Mikäli piste sijoitetaan sisätiloihin, suositellaan paikaksi maantasokerrosta. Pelastuslaitoksen sähköautojen ja latauspisteiden työryhmä suosittelee sisätiloihin sijoitettua latauspistettä maantasokerrokseen ja kerroksissa ulos- ja sisäänajoreittien läheisyyteen helpottamaan mahdollista sähköauton hinaamista. Esimerkiksi matalat kerroskorkeudet sekä jyrkät ajoluiskat hankaloittavat hinaamista. Lisäksi työryhmä suosittelee vähintään 10 metrin suojaetäisyyttä sellaisiin tiloihin, jotka luokitellaan räjähdysvaarallisiksi. Sama suojaetäisyys pätee myös palavien nesteiden säilytysastioille ja säilytystiloihin. (Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2022.)

Latauspisteet täytyy huomioida pelastuslaitoksille laadituissa dokumenteissa sekä kiinteistön opasteissa. Virransyötön turvakytkimen ja katkaisukytkimen sijainneista täytyy olla tieto automaattisen paloilmoitinlaitteiston paikantamiskaavioissa sekä kiinteistön omissa kohdekorteissa. Pelastuslaitokselle täytyy laatia latauspisteistä erillinen ohje, joka täytyy laittaa ennalta yhdessä pelastuslaitoksen kanssa määritettyyn paikkaan selkeästi näkyville, mikäli automaattista sammutusjärjestelmää ei ole. (Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2022.)

4 TOIMEKSIANTAJA

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Kuopion kaupungille ja Pohjois-Savon hyvinvointialueelle monipuolisia tukipalveluita tuottava Servica Oy. Idea opinnäytetyölle syntyi, kun organisaatiossa suunniteltiin skenaariota poistumisharjoitukselle. Kohdeyrityksen toiminnassa käytetään ja säilytetään erilaisia akkuja sekä akkulaitteita, kuten esimerkiksi työkaluja, sähköavusteisia apuvälineitä ja trukkeja. Joissakin organisaation toimipisteissä on myös mahdollista ladata sähköpyörän akkua työpäivän aikana.

Työ tilattiin, koska organisaatiossa halutaan selvittää akkaturvallisuuden nykytilanne ja sitä kautta kehittää turvallisuutta. Yrityksen toiminta on laajaa ja tärkeää Pohjois-Savon hyvinvointialueella huoltovarmuuden takaamiseksi ja toimintaa harjoitetaan yhteiskunnallisesti merkittävässä kohteissa, esimerkiksi sairaaloissa, kouluissa ja palvelukodeissa.

Työn aihe on ajankohtainen yritykselle ja syntyneitä tuotosta voidaan osittain hyödyntää arjessa kotonakin. Akkulaitteiden ja akkujen määrä on kasvussa, joten turvallisuus on syytä pitää mielessä kotona ja työpaikalla.

4.1 Organisaation tausta ja toiminta

Servican toiminta alkoi vuonna 2012 ja tällöin Suomessa ei vielä ollut muualla yhtä laajaa sairaanhoitopiirin ja kaupungin yhteistä tukipalveluorganisaatiota. Vuonna 2019 toiminta laajeni koskemaan koko Itä-Suomea. Palveluita tarjottiin kaupunkikonsernin yhtiöille, kunnille, kuntayhtymille, koulutusyhtymille ja sairaanhoitopiirille. 2023 toiminta laajeni maantieteellisesti koko Pohjois-Savon alueelle. Omistajia uudistuksen jälkeen oli 34, joista suurimpia ovat Kuopion kaupunki sekä Pohjois-Savon hyvinvointialue. (Servica Oy s.a.)

Tällä hetkellä yritys työllistää noin 1 750 työntekijää koko Pohjois-Savon hyvinvointialueella ja tuotettavia palveluita ovat laitoshuollon palvelut, ruokapalvelut, tekniset palvelut, materiaalogistiikan palvelut, välinehuollon palvelut sekä kuljetuspalvelut. Hyvinvointialue käyttää laajasti yrityksen tuottamia palveluita ja on ylivoimaisesti suurin asiakas. Pohjois-Savon hyvinvointialueelle tuotetaan suurimpina palveluina ruoka-, laitoshuollon sekä logistiikan palveluita. (Servica Oy s.a.)

4.2 Toiminnan yhteys teoriaan

Koska Servican toiminta kohdistuu laajalti hyvinvointialueen tukipalveluihin ja toimintaa harjoitetaan muun muassa sairaaloissa ja palvelukodeissa, myös vammaispalvelulaki (675/2023) ohjaa toimintaa. Laki velvoittaa palveluntarjo-

ajaa tuottamaan laadukkaita ja riittäviä palveluita, jotta itsenäinen elämä, yhdenvertaisuus ja vammaisten asukkaiden yhteiskuntaan osallistaminen on mahdollista. (Vammaispalvelulaki 675/2023.)

Yhtenä palveluiden osa-alueena on apuvälinehuollon palvelut, johon esimerkiksi sähköpyörätuolit toimitetaan huoltoon ja odottamaan jatkotoimitusta asiakkaalta seuraavalle. Jotta asiakkaalle voidaan tarjota mahdollisimman laadukkaat ja turvalliset tuotteet, täytyy yrityksen toiminnassa ottaa huomioon muun muassa näiden laitteiden akkujen turvallisuus. Lisäksi toiminnassa käytetään paljon erilaisia sähkötyökaluja, joiden turvallisuus täytyy huomioida palveluita tuotettaessa. Koska työtä tehdään yhteiskunnallisesti tärkeissä kohteissa, kuten sairaaloissa ja hoivalaitoksissa, turvallisuuden merkitys korostuu myös tämän kautta.

5 TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO

Tässä osiossa perehdytään tarkemmin opinnäytetyössä käytettyyn tutkimus-, tiedonkeruu- sekä tulosten analysointimenetelmään.

5.1 Kvalitatiivinen tapaustutkimus

Opinnäytetyössä päämenetelmänä käytetään tapaustutkimusta. Suomen kielessä tapaustutkimuksella tarkoitetaan yleensä tarkasti rajattua ja konkreettista tutkimusmenetelmää. Tapaustutkimus ei ole yksittäinen menetelmä, vaan se yhdistää erilaisia menetelmiä ja aineistoja tutkimuskohteen tarkasteluun. Tämän takia tapaustutkimusta on perustellumpaa kuvata tutkimusstrategiana tai -tapana, jonka puitteissa voidaan hyödyntää muita menetelmiä sekä aineistoja. (Laine ym. 2015, 9.)

Tapaustutkimuksessa tutkimuksen kohteena voi olla yksittäinen ilmiö tai jokin tietty tapahtumien kulku. Tarkastelun kohteena voi olla pieni määrä tapahtumia tai jopa yksittäinen tapaus. Menetelmänä tapaustutkimus on tarkkapiirteinen sekä perusteellinen kuvaus ilmiöstä, jota tutkitaan. (Laine ym. 2015, 9.)

Usein tutkijalla on ennakkokäsitys tai tunne siitä, että tutkittava tapaus on jollain tavalla merkityksellinen. Varsinainen ja lopullinen merkitys selviää kuitenkin usein vasta tutkimusprosessin edetessä (Laine ym. 2015, 10.)

5.2 Tutkimusaineiston kerääminen

Tämän opinnäytetyön tutkimusaineisto on hankittu käyttämällä strukturoitua havainnointia. Havainnoinnin tueksi laadittiin tarkastuslista (liite 1). Tarkastuslistan pohjalta saatu tutkimustieto jäsenellään ja analysoidaan käyttämällä sisällönanalyysiä.

Havainnointi aineistonkeruun menetelmänä

Opinnäytetyössä tutkimusaineisto päädyttiin keräämään havainnoimalla ja tekemällä havainnoinnin muistiinpanot tarkastuslistaan. Tähän päädyttiin, koska tämän menetelmän avulla saadaan konkreettinen tieto reaaliaikaisesti. Toisena havainnoinnin vahvuutena on sen kokonaisvaltainen soveltuvuus, sillä saatu tutkimustieto voidaan suoraan yhdistää asiayhteyteen. Havainnointia tekemällä voidaan todentaa, kuinka organisaation dokumenttien kirjaukset ja muut ohjeet toteutuvat käytännössä. (Puusa & Juuti 2020, luku 8: Havainnointi organisaatiotutkimuksessa.) Menetelmänä havainnointi on monipuolinen, sillä sitä voidaan käyttää sellaisenaan tai tukemaan toista aineistonkeruumenetelmää, esimerkiksi haastattelua (Puusa & Juuti 2020, luku 8: Havainnointi organisaatiotutkimuksessa: havainnoinnin muodot).

Tutkijan rooli vaikuttaa siihen, mitä havainnoinnin muotoa käytetään. Jos havainnointia tehdään esimerkiksi omalla työpaikalla, puhutaan osallisesta havainnoista. Osallisessa havainnoinnissa tyypillinen piirre on, että tutkija on osa organisaatiota jonkin pysyvän tehtävän kautta tai on työntekijänä organisaatiossa, jossa tutkimusta tehdään. (Puusa & Juuti 2020, luku 8: Havainnointi organisaatiotutkimuksessa: havainnoinnin muodot.)

Jos havainnoinnissa saatuja tutkimustuloksia halutaan analysoida uskottavasti ja järjestelmällisesti, aineiston keräämisestä täytyy tehdä systemaattista ja

suunnitelmallista. Näiden lisäksi on olennaista, että tutkimusraportissa kuvataan tutkijan suhde tutkittavaan kohteeseen. (Puusa & Juuti 2020, luku 8: Havainnointi organisaatiotutkimuksessa: havainnoinnin muodot.)

Koska havainnoinnin tarkastelun kohteena ovat tavallisesti jonkin yhteisön tai organisaation jokapäiväiset toimintatavat, tutkijan tehtävä on kuvata saadut tutkimustulokset siten, että lukijalle välittyy sekä käytännön kokemuksen taso että siitä tehdyt tulkinnat ja laajemmat johtopäätökset ymmärrettävästi. Aineisto voidaan luokitella eri kokonaisuuksiin, jotka helpottavat lukijaa saamaan yleisen tason kuvaa tutkittavasta ilmiöstä, eivätkä esille nouse vain yksittäiset tapaukset. (Puusa & Juuti 2020, luku 8: Havainnointi organisaatiotutkimuksessa: havainnointiaineiston analyysi ja tulkinta.)

Sisällönanalyysi

Tuomi ja Sarajärvi tiivistävät sisällönanalyysin menetelmäksi, jonka tavoitteena on erilaisten dokumenttien sisällön sanallinen kuvaaminen (Tuomi & Sarajärvi 2018. Luku 4.4.1 sisällön analyysi ja sisällön erittely). Menetelmänä sitä voidaan hyödyntää lähes kaikissa laadullisen tutkimuksen lähestymistavoissa ja sitä pidetäänkin yhtenä laadullisten tutkimusten perusanalyysimenetelmänä. Sisällönanalyysiä voidaan käyttää itsenäisesti, mutta se soveltuu myös laajempien teoreettisten kokonaisuuksien analysoimiseen. Tällöin se voidaan yhdistää toisiin analyysimenetelmiin. Jos menetelmällä tarkoitetaan väljiä teoreettisia kehyksiä, esimerkiksi nähtyjen, kirjoitettujen tai kuultujen sisältöjen analyysiä, voidaan periaatteessa sanoa, että useimmat muilla nimillä tunnetut laadullisen tutkimuksen analysointimenetelmät perustuvat sisällön analyysiin. (Tuomi & Sarajärvi 2018, luku 4; Laadullisen aineiston analyysi: sisällönanalyysi.)

Koska sisällönanalyysin käyttö menetelmänä on erittäin laajaa, sitä voidaan käyttää strukturoitujen ja strukturoimattomien dokumenttien analysoimiseen. Tässä opinnäytetyössä analysoidaan tarkastuslistaa, jonka avulla tutkimustuloksia kerättiin. Käytettävän menetelmän avulla voidaan analysoida objektiiv-

sesti ja systemaattisesti saatuja tuloksia. Käsitteenä dokumentti taas on ymmärrettävä laajasti ilman tarkkoja teoreettisia kehyksiä, mikäli käytetään sisällönanalyysiä. Dokumenteiksi voidaan katsoa lähes kaikki materiaalit, jotka on tehty kirjalliseen muotoon, esimerkiksi puheet, artikkelit, raportit ja kirjat.

Vaikka menetelmän tarkoituksena on saada yleisessä muodossa oleva ja tiivistetty kuvaus tutkittavasta aiheesta, Grönforsin & Vilkan (2011) mukaan, sisällönanalyysimenetelmällä koottu aineisto ei sellaisenaan tuota tuloksia. Saatuja tuloksia voidaan vain hyödyntää ja jäsentää johtopäätöksiä varten. (Tuomi & Sarajärvi 2018. Luku 4.4: sisällönanalyysi.)

5.3 Tutkimuksen toteuttaminen

Tämän luvun tarkoituksena on esittää, kuinka tutkimus toteutettiin käytännössä. Tutkimusmenetelmänä käytettiin vain yhtä menetelmää, joka oli havainnointi. Menetelmän valintaan vaikutti kaksi asiaa: organisaation halukkuus toteuttaa opinnäytetyö tällä menetelmällä, koska muita opinnäytetöitä toteutettiin jo esimerkiksi haastatteluilla, sekä havainnoinnin käytännönläheisyys. Havainnoinnin aikana tehtyjen muistiinpanojen pohjalta muodostettiin vastaukset tutkimusongelmaan ja tutkimuskysymyksiin.

Tutkimus toteutettiin Kuopiossa Servican omissa tiloissa, joten tutkimuslupaa ei vielä tässä vaiheessa tarvittu. Työn edetessä tutkimukseen haluttiin lisätä tilastoitua tietoa akkupaloista ja tätä varten tehtiin tutkimuslupa- ja käyttäjätunnushakemus Pronto-tietokantaan, jonka tilastointia käytettiin tukemaan opinnäytetyön teoriaa ja tutkimustuloksia.

Havainnointi

Havainnointi on menetelmänä käytännönläheinen ja reaaliaikaisesti kuvan antava menetelmä, jonka avulla saadaan selville, kuinka nykyisiä ohjeita noudatetaan käytännössä sekä mitä voidaan mahdollisesti vielä turvallisuuden osalta organisaatiossa parantaa.

Tutkimus aloitettiin etsimällä tietoa jo olemassa olevista asetuksista ja ohjeista. Löydettyjen tietojen pohjalta laadittiin tarkastuslista, jossa pyrittiin ottamaan huomioon yleinen akkaturvallisuus, paloturvallisuus, varastoinnin käytännöt sekä latausturvallisuus. Tarkastuslistaan on tehty myös kohta, jossa voidaan varmistaa työntekijöiden perehdytys ja osaaminen sekä palo- tai vika-tilanteiden varalta harjoittelu. Näitä ei tutkimuksessa kuitenkaan hyödynnetty, sillä havainnoinnin lisäksi ei tehty työntekijöiden haastatteluita. Tämä lisäys tehtiin listaan niin sanotusti optiona, jos tutkimuksessa olisi tarvinnut vielä tehdä haastatteluita. Lisäksi tehtyä tarkastuslistaa voidaan hyödyntää organisaatiossa myös jatkossa, mikäli näin halutaan. Myös muut organisaatiot tai tahot voivat ottaa listasta mallia oman organisaation akkaturvallisuuden tason selvittämiseksi.

Ennen havainnointien toteuttamista tarkastuslista (liite 1) käytiin läpi organisaation ohjaajan, turvallisuuspäällikön kanssa. Tarkoituksena oli saada tarkastuslistasta mahdollisimman kattava sekä käytännönläheinen.

Koska opinnäytetyön aihe konkretisoitui vasta harjoittelujakson kahdella viimeisellä viikoilla, havainnointia kerettiin tehdä vain kahdessa toimipisteessä. Harjoittelujakso ja tutkimus toteutettiin pääasiassa etänä Oulun ja Kuopion välisen maantieteellisen etäisyyden vuoksi, joka osaltaan lisäsi haasteita käydä muissa toimipisteissä. Tästä syystä tehdyn tutkimuksen perusteella ei voida tehdä johtopäätöksiä koko organisaation turvallisuuskulttuurista. Tutkimus antaa kuitenkin viitteitä ja suuntaa, mitä turvallisuuden osalta voidaan vielä kehittää ja mitä asioita organisaation täytyy akkulaitteiden turvallisuuden osalta huomioida.

Ensimmäisessä kohteessa havainnointia tehtiin niin sanotun toimistoajan ulkopuolella. Tällä saatiin akkaturvallisuuden osalta tärkeää tietoa siitä, miten akkuja ja akkulaitteita säilytetään ja jätetäänkö niitä esimerkiksi lataukseen työajan ulkopuoliseksi ajaksi. Tämä on merkittävää tietoa turvallisuuden kannalta, sillä yli puolet akkupaloista on syntynyt valvomattoman lataamisen aikana (Rytkönen & Mikkonen 2024.). Lisäksi Pronto-tietokannan vuoden 2025 tulipalon aiheuttaneet koneet ja laitteet -listauksessa ja syttymissyyn sanallisissa kuvauksissa voidaan havaita useita kohteita (kuva 11), joissa latauksessa ollut

työkalun akku tai esimerkiksi puhelimen akku on syttynyt palamaan. Syttymissyitä on kuvailtu esimerkiksi seuraavasti: ”*latauksen aikana akku syttynyt palamaan, latauksessa oleva akku syttynyt, akkutyökalun syttyminen, akkulaturi kiinni akussa ja ylikuumeneminen tai oikosulku.*” (Pronto s.a.).

Matkapuhelimen akku syttyi palamaan. Puhelin oli saanut voimakkaan iskun, jonka johdosta akku meni mahdollisesti oikosulkuun.
Akun/akkujen syttyminen säilytysastiassa tuntemattomasta syystä.
Palo syttynyt palojälkien perusteella toimistohuoneen perällä olevan välilöven vierestä. ...
Latauksessa oleva akku syttynyt.
Pöydällä oli jatkojohto katkaisijalla. Jatkojohdossa oli kiinni erinäisiä laitteita, ...
Litium akussa tapahtunut jonkinlainen häiriö mikä saanut akun palamaan / pokahtelemaan
Ilmeisesti skuutin akusta syttynyt ja levinnyt nopeasti koko huoneistoon.
Latauksessa ollut puhelin alkoi savuttamaan ja syttyi.
Akku syttynyt itsestään.

Kuva 11. Kuvakaappaus vuoden 2025 tilastoinnista ja esimerkkejä syttymissyiden sanallisista kuvauksista (Pronto 2025)

Toisen kohteen osalta havainnointi tehtiin keskellä työpäivää. Tämän kohteen havainnointikierrökseen aikaa kului noin 60 minuuttia. Rakennuksen ja toimipisteiden hajanaisuuden ja ajankäyttölistien syiden vuoksi kyseisen rakennuksen jokaisessa toimipisteessä ei tämän 60 minuutin sisällä keretty käydä, joten havainnointi kohdistui vain yhteen toimipisteeseen.

Sisällönanalyysi

Sisällönanalyysin tavoitteena oli muuttaa tarkastuslistassa esiintyvät aiheet, kuvat ja muistiinpanot sanallisiksi kuvauksiksi. Saatuja tuloksia luokiteltiin ja luokitteluja vertailtiin tutkimuksessa esiintyviin viranomaisten ja muiden organisaatioiden antamiin ohjeistuksiin, asetuksiin ja lakeihin. Analyysin tukena käytettiin liite 2 mukaista luokittelutapaa.

6 TUTKIMUKSEN TULOKSET

Tässä osiossa esitellään havainnoinnista saadut keskeiset tutkimustulokset. Tulokset kasattiin yhteen ja niille tehtiin luokittelut. Käytetyt luokittelut määritel-

tiin seuraavasti: yleinen turvallisuus, varastointi ja muu säilyttäminen, paloturvallisuus sekä latausturvallisuus (liite 2). Tähän luokittelumalliin päädyttiin, koska mallin perusteella on selkeämpää antaa yleiskuvaus tarkastelun kohteena olevasta osa-alueesta.

Tarkastuslistasta poiketen tuloksia analysoitaessa käytettiin kolmeportaista analysointiasteikkoa: kunnossa, osittain kunnossa/puutteita sekä ei kunnossa (kuva 12). Tämä jaottelu auttoi analysoidessa ymmärtämään turvallisuuden tasoa sekä sitä, mitkä asiat vaativat korjausta ja mitkä osa-alueet vaativat täysin uuden huomioinnin. Kaksiasteinen analysointi antaisi liian mustavalkoisen kuvan turvallisuuden nykytasosta. Analysoinnin apuna käytettiin tarkastuslistaan tehtyjä huomioita, kuvia sekä muita muistiinpanoja.

Yleinen turvallisuus	Kunnossa	Osittain kunnossa/puutteita	Ei kunnossa
1. Akkujen turvallisuusohjeet ovat nähtävillä			
2. Työntekijät ovat perehdytettyjä ja osaaminen varmistettu			
3. Akkujen kuoret ja latausjohdot ovat ehjät			
4. Pelastusohjeet ja yhteystiedot ovat nähtävillä			
5. Harjoitellaanko laitteiden vika / palotilanteita varten			

Kuva 12. Esimerkki tulosten analyysissä käytetystä taulukosta

Tutkimuksessa halutaan minimoida havainnointikohteiden tunnistetiedot, joten havainnointikohteita ei mainita niiden toiminimillään. Havainnointikohteista käytetään nimitystä kohde 1 ja kohde 2. Toimintamallista on sovittu yhdessä organisaation opinnäytetyön ohjaajan kanssa.

Yleinen akkaturvallisuus

Akkujen turvallisuusohjeistuksia oli havaittavissa hyvin kohde 1:ssä. Tästä voidaan hyvänä esimerkkinä katsoa kuvaa seitsemän, jossa näkyy säilytettävien akkujen oikeaoppinen napojen peittäminen. Kiinteistössä oli paristojen kierrätysastioita, joiden kylkiin oli kiinnitetty astiaan kuuluvat paristot tai akut. Kohde 2:n osalta yhdessä työpisteessä oli paristojenkierrätyslaatikko, jonne oli laji-

teltu paristoja peittämättä niiden napoja. Kyseisessä työpisteessä ei ollut ohjeistusta oikeaoppisesta kierrätykseen valmistelusta. Kohde 2:n yhtenä havaittuna kierrätyksen ongelmakohtana on kiinteistön yhteinen paristojen ja akkujen keräyspiste, jonne koko rakennuksen jäte kerätään. Tällöin ei voida vaikuttaa esimerkiksi siihen, jos muista osastoista, jotka eivät ole toimeksiantajan hallinnoimia, kierrätykseen päätyy akkuja tai paristoja, joiden napoja ei ole suojattu oikeaoppisesti.

Akkujen ulkokuoren ja latausjohtojen tarkastaminen olisi voinut kuulua useampaankin luokkaan, esimerkiksi latausturvallisuuteen tai paloturvallisuuteen. Se päätettiin kuitenkin laittaa osaksi yleistä turvallisuutta, koska osana yleistä turvallisuutta ne vaikuttavat kaikkiin turvallisuuden osa-alueisiin. Näiden osalta kummassakaan havainnointikohteessa ei havaittu puutteita. Käytössä olevat akut olivat ulkokuoreltaan ehjiä, eikä johdoissa havaittu vaurioita. Myös latureien osalta turvallisuus oli hyvällä tasolla, vikaantuneita latureita ei havaittu.

Työntekijöiden perehdytystä ja osaamista sekä onnettomuustilanteiden varalta harjoittelua ei voida havainnoidessa luotettavasti varmistaa. Mikäli opinnäytetyössä olisi käytetty myös haastatteluja havainnoinnin lisäksi, näiden osa-alueiden huomioon ottaminen olisi ollut tärkeässä osassa kokonaisturvallisuutta ajatellen. Yleisiä turvallisuusohjeita sekä akkaturvallisuuteen liittyvää ohjeistusta oli havaittavissa jonkin verran.

Varastointi ja muu säilyttäminen

Akkujen säilytystilat olivat pääasiassa hyvässä järjestyksessä molempien kohteiden osalta, mutta kummassakin kohteessa oli havaittavissa säilytys- tai latauspisteen välittömässä läheisyydessä muuta palokuormaa. Vaikka akuille oli selkeästi varattu oma lataustilansa, esimerkiksi metallinen palamaton hylly, latauspisteen yläpuoleiselle hyllylle tai esimerkiksi viereiselle puiselle pöydälle oli laitettu muuta palokuormaa.

Lämpötila sekä ilmanvaihto on todettu riittäväksi molempien kohteiden osalta. Soveltuva lämpötila on +5 – +20 astetta, eli normaali huoneenlämpö on riittävä. Havainnoinnin yhteydessä ei havaittu akkujen lataamista tai säilyttämistä

tämän lämpötila-asteikon ulkopuolella, lukuun ottamatta ulkona olleita paria sähköpyörää.

Varsinkin kohde 1:ssä akkujen ja paristojen säilytykseen sekä kierrättämiseen tarkoitettut paikat oli merkattu hyvin, esimerkiksi kyltein ja lattiaopastein. Kohde 2:ssa oli oma jätteenkierrätysalueensa, jossa oli keräysastiat erilaiselle akku- ja paristojätteelle. Näiden astioiden merkinnät olivat ohjeiden ja suositusten mukaiset. Paristojen ja akkujen muuta keräystä tapahtui havainnoinnin perusteella yhdessä muussakin työtilassa, jossa oli puutteita ohjeistusten näkyvyydessä, mikä aiheutti puutteellisen napojen suojaamisen.

Molempien kohteiden osalta voidaan havainnointien perusteella todeta, että eri akkutyyppjä ei säilytetty samoissa astioissa tai muutoin sekaisin keskenään. Esimerkiksi (kuva 10) mukaiseen kierrätykseen menevien akkujen astiaan kerättiin vain geeliakkuja, eikä muita akkutyyppjä keräysastian sisällä ollut havaittavissa.

Kierrätyksen ja poisheitettävien akkujen osalta molemmissa toimipisteissä toimitettiin pääasiassa jo olemassa olevien ohjeiden mukaisesti. Pois heitettävät akut ja paristot olivat pääasiassa erillään muista akuista ja navat oli pääasiassa suojattu asiallisesti. Havainnointikierröksellä löytyi yksi poikkeuskohde, jossa paristojen navat eivät olleet kierrätysastiassa suojattuna. Käytöstä poistettavat vialliset akut ja paristot olivat asianmukaisissa kierrätysastioissa. Kuten kaiken akkujen ja paristojen säilyttämisen osalta, myöskään poisheitettävien akkujen läheisyydessä ei tulisi säilyttää muuta palavaa materiaalia. Havainnointien aikana tehtiin kolme havaintoa siitä, että kierrätykseen lähtevien akkujen tai paristojen viereen kerättiin myös muuta jätettä.

Paloturvallisuus

Havainnointia tehdessä havaittiin muutama tapaus, joissa akkujen lataaminen tai säilyttäminen tapahtui poistumisreitien varrella. Teknisen paloturvallisuuden osalta molemmat kohteet olivat asiallisia sekä suositusten mukaisia. Akkujen lataukseen ja säilytykseen valituista tiloista löytyi aina vähintäänkin paloilmäisin sekä yksi sammutukseen soveltuva väline kuten palosammutin. Mikäli

sammutin ei ollut samassa tilassa, löytyi tilan välittömästä läheisyydestä pika-paloposti tai käsisammutin. Kohteista löytyi myös sprinklerilaitteistoa.

Sähköpolkupyörien akuille oli toisen kohteen osalta varattu oma latauskaappi, joka mahdollisessa onnettomuustilanteessa rajoittaa paloa ainakin hetkellisesti. Kohde 1:stä kuitenkin löytyi sähköpyöriä, joiden akku oli jätetty pyörään paikoilleen. Tämä ei ole suositeltavaa, sillä liialliselle lämmölle esimerkiksi ke-sällä altistuessaan litiumioniakku saattaa kuumentua liikaa, mikä on paloturvallisuusriski. Myöskään pakkasessa akkua ei suositella säilytettäväksi, koska kylmässä säilyttäminen lyhentää akun turvallista käyttöikä. (Litiumioniakkujen elinkaari hankinnasta hävittämiseen s.a.)

Latausturvallisuus

Latausturvallisuuden osalta molemmissa kohteissa oli puutteita. Kummassakin kohteessa oli havaittavissa, että jatkojohtoihin kytkettiin useampi sähkötyökalun akku latautumaan ja lataus jatkui, vaikka kohteessa ei ollut ketään enää paikalla tai töissä. Jatkojohtoihin kytkettiin myös esimerkiksi kannettavia tietokoneita sekä lyijyakkuja latureineen. Havainnoiteja suoritettaessa kohteista löytyi myös yksi robotti-imuri, joka jäi yöksi lataustelakkaan. Nämä ovat suoria paloturvallisuusriskejä, kuten muun muassa Pron-ton tilastointia tarkastele-malla voidaan todeta. Osa jatkojohdoista otettiin pois seinästä ja latauksesta päivän päätyttyä, mutta suurin osa jatkojohdoista ja latureista jätettiin kytke-tyksi verkkovirtaan. Jatkojohtoa käytettäessä täytyy muistaa, että se soveltuu vain tilapäiskäyttöä varten, eikä sillä tulisi korvata kiinteitä pistorasioita esimerkiksi ylikuumentumis- ja -kuormitusvaaran takia (kodin sähköturvallisuus s.a.).

Lisäksi molemmissa kohteissa latauspisteiden välittömässä läheisyydessä oli muuta palokuormaa, joka lisää mahdollisen palon leviämistä onnettomuusti-lanteessa. Vaikka lataaminen itsessään tapahtuu esimerkiksi palamattomalla hyllyllä, latausta suoritetaan siten, että pisteen ylä- sekä alapuolella tai vierei-sellä tasolla on muuta syttyvää materiaalia.

Trukkien latausturvallisuus

Trukkien latausturvallisuudessa havaittiin molempien kohteiden osalta puutteita. Latauspisteet eivät sijainneet omissa palo-osastoiduissa alueissaan ja osa latauspisteistä sijaitti suoraan varastoitavien tavaroiden vieressä. Säilytettävät tavarat ovat palokuormaa, jotka edistävät onnettomuustilanteessa tulipalon leviämistä. Lisäksi sammutustöiden helpottamisen varalle latauspisteiden olisi hyvä sijaita lähempänä uloskäytäviä, mutta ei kuitenkaan hätäpoistumisreiteillä.

Latauspisteiden merkitseminen oli kuitenkin toteutettu asiallisesti. Merkitsemisessä käytettiin apuna isoja kylttejä sekä joitain lattiaopasteita, jotka vastaavat olemassa olevia suosituksia. Latauspisteiden läheisyydestä löytyi myös alkusammutuskalustoa, kuten käsisammuttimia, jotka vastaavat suosituksia.

Kohteen 2 osalta havaittiin uusia litiumioniakuilla varustettuja trukkeja viisi kappaletta sekä hieman vanhempia lyijyakuilla toimivia trukkeja. Koska tarkastuslistassa ei erikseen ollut määritelty trukkiturvallisuutta omaksi osa-alueekseen, esimerkiksi lyijyakkujen latauspisteiden neutralisointiaineiden olemassaolosta ei ole havainnointimerkintöjä. Tämä olisi ollut tutkimuksen ja akkaturvallisuuden kannalta tärkeää ja oleellista tietoa.

Sähköautojen latausturvallisuus

Sähköautojen latausturvallisuus oli tehdyn havainnoinnin mukaan toteutettu asiallisesti. Kohde 1:ssä sähköautoja ladattiin parkkipaikalla ulkotiloissa sekä avonaisessa parkkihallissa. Koska parkkihalli on avoin, mahdollisessa onnettomuustilanteessa syntyvät palokaasut eivät kerry sisätiloihin. Hallissa havaittiin neljä sähköauton latauspistettä.

Sähköautoja ladattaessa latausjohtojen pituuteen on syytä kiinnittää huomiota, etteivät ne jää ajoradalle, kun lataus on suoritettu. Tämä saattaa altistaa johdot suoja-kuoren rikkoontumiseen. Tätä ongelmakohtaa ei suoraan ollut havaittu tutkimuksessa, mutta se on tärkeä seikka nostaa esille turvallisuutta ajattellessa ja kehittäessä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä luvussa käydään läpi tutkimuksen tulokset, joita peilataan tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää akkaturvallisuuden nykytilanne, eli kuinka akkuja ladataan, käsitellään ja varastoidaan sekä noudatetaanko olemassa olevia yleisiä akkaturvallisuuden ohjeistuksia ja asetuksia. Saaduista tuloksista laadittiin osioon selkeät ja konkreettiset suositukset akkaturvallisuuden kehittämiseksi.

Tutkimuksen luotettavuuden parantamiseksi havainnoinnin tulokset kirjattiin tarkastuslistaan (liite 1) ja tulokset analysoitiin käyttäen kahta eri luokittelumallia sekä sisällönanalyysiä.

7.1 Keskeisten tulosten yhteenveto

Trukkien latausturvallisuus olisi pitänyt sisällyttää tarkastuslistaan omaksi havainnoitavaksi osa-alueekseen, jotta analyysi olisi ollut tarkempi ja luotettavampi. Tämä havaittiin kuitenkin liian myöhään, ja tutkimustyö laajeni koskemaan trukkeja vasta myöhemmässä vaiheessa. Tämän vuoksi osa trukkien turvallisuuden havainnoinnista saattoi jäädä puutteelliseksi. Trukkien latausturvallisuudesta tehtiin silti joitakin muistiinpanoja havainnointikierrosten aikana, ja havainnointia tuettiin ottamalla valokuvia. Sähköautojen osalta havaittiin sama puute: niitä ei sisällytetty tarkastuslistaan, mikä olisi lisännyt aineiston luotettavuutta.

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että akkaturvallisuuden nykytila kohteissa vaihtelee ja nykyiset käytännöt vastaavat osittain voimassa olevia suosituksia ja ohjeistuksia. Esimerkiksi latausturvallisuus täytti joitakin osin nykyiset ohjeistukset, mutta kaikkia suosituksia ei ole noudatettu. Joissain tapauksissa käytännöt eivät olleet tarkoituksenmukaisia, kuten kannettavien tietokoneiden ja akkukäyttöisten työkalujen pitäminen jatkuvassa latauksessa, myös työaikojen ulkopuolella. Varastointiin ja säilytykseen liittyvät käytännöt olivat monilta osin toimivia, mutta turvallisuuden kehittäminen edellyttää uutta riskienarviointia sekä ohjeistusten ja käytäntöjen päivittämistä.

Koska akkujen määrä kasvaa arjessa nopeasti, organisaatioiden on tärkeää sisällyttää akkuturvallisuus osaksi normaalia riskienhallintaa. Jokaisen organisaation tulisi tehdä riskienarviointi ennen akkulaitteiden hankintaa tai käyttöön-ottoa. Arvioinnin tulisi kattaa koko akun elinkaari, ja siinä tulisi tunnistaa mahdolliset vaaratilanteet. Tässä yhteydessä elinkaarella tarkoitetaan laitteen tai akun hankkimista, varastointia, käytönaikaista toimintaa, mahdollista huoltoa sekä viimeisenä hävittämistä. (Akkuturvallisuus – arvioi riskit, s.a.).

Paloturvallisuus oli molemmissa kohteissa pääosin hyvällä tasolla. Esimerkiksi paloilmalaisimia, alkusammutusvälineitä ja pikapaloposteja oli hyvin saatavilla. Trukkien latauspisteiden sijoittelu aiheutti kuitenkin paloturvallisuusriskejä. Litiumioni-teollisuusakkujen mahdollinen palo on erityisen haastava hallita niiden koon ja kapasiteetin vuoksi (Teollisuuden litiumioniakut ja turvallisuus – opas 2019). Väärä sijoittelu altistaa muuta varastoitavaa materiaalia palova- hingoille ja saattaa vaikuttaa myös muun muassa vakuutus- ja korvausvastui- siin.

Havainnoinnissa esiin nousseet kehitystarpeet

Havainnoinnin perusteella akkuturvallisuuden kehittämiskohteet voidaan jakaa kolmeen kokonaisuuteen:

- Latausturvallisuus
- Ohjeiden määrä ja näkyvyys
- Akkujen säilytys ja varastointi

Latausturvallisuudessa suurimmat puutteet liittyivät valvomattomaan lataami- seen, suojaetäisyyksien noudattamiseen ja latauspisteiden ympäristön palo- kuormaan. Suomalaisten viranomaislähteiden suoria suojaetäisyys suosituksia ei tutkimusta varten löytynyt, mikä saattaa johtua esimerkiksi litiumioniakkupa- lojen arvaamattomasta käyttäytymisestä. Ulkomainen HDI Risk Consulting suosittelee esimerkiksi trukkiakkujen latauksessa, että muu palava materiaali pidetään vähintään 2,5 metrin etäisyydellä latauspisteestä ja akun ja laturin

välinen etäisyys on vähintään 1 metri (HDI Risk Consulting 2014). Suojaetäisyys vastaa vakuutusyhtiö LähiTapiolan suositusta vähintään 2 metrin etäisyydestä (LähiTapiola s.a.).

Näkyvien turvallisuusohjeistusten merkitys korostuu, koska käyttäjät luottavat usein valmistajien ratkaisuihin. Vaikka litiumioniakut ovat pääasiassa turvallisia, käyttäjillä tulee olla riittävät tiedot niiden turvallisesta käytöstä, käyttäytymisestä ja riskeistä (Teollisuuden litiumioniakut ja turvallisuus – opas 2019). Työturvallisuuslaki (738/2002) velvoittaa työnantajan huolehtimaan työpaikan, työmenetelmien ja -välineiden turvallisuudesta.

Konkreettiset suositukset turvallisuuden parantamiseksi

Tutkimuksen tulosten perusteella akkaturvallisuutta voidaan kehittää monella eri tavalla. Ensimmäisenä suosituksena on riskienarvioinnin päivittäminen, joka kattaa akkulaitteet ja akkujen elinkaaren vaiheet hankinnasta käyttöön ja varastointiin. Riskiarvioinnissa tulisi huomioida erityisesti trukit ja sähköautot, jotka eivät olleet alun perin mukana tarkastuslistassa, mutta joiden turvallisuuden liittyä merkittäviä vahinkoriskejä.

Toisena suosituksena on akkujen lataamiseen liittyvät tilajärjestelyt ja niiden yhdenmukaistaminen toimipisteiden välillä. Latauspisteiden sijoittelussa täytyisi kiinnittää huomiota siihen, ettei niiden lähetyvillä olevan palokuorman määrä aiheuta onnettomuustilanteessa mahdollisen palon leviämistä. Tämän lisäksi latauspisteille suositellaan lisättävän selkeät, näkyvät ohjeet tarpeettoman lataamisen välttämiseksi ja valvomattomasta lataamisesta. Kaikkiin tiloihin, joissa akkuja käsitellään, olisi hyvä lisätä selkeät ohjeet akkujen turvalliseen käyttämiseen, kierrättämiseen ja mahdollisissa onnettomuus- tai vaaratilanteissa toimimisen varalle.

Kolmantena suosituksena on säilyttämiseen ja varastointiin liittyvien käytäntöjen päivittäminen siten, että ne ovat ajantasaisia sekä vastaavat turvallisuusvaatimuksia. Akkuja ei tule säilyttää poistumisreiteillä tai niiden läheisyy-

dessä ja varsinkin trukkiakkuille suositellaan erillinen, palo-osastoidun varastointitilan käyttöönottoa. Kierrätettävien sekä mahdollisten vaurioituneiden akkujen turvallisuutta voidaan myös lisätä omalla palo-osastoidulla osiolla, sillä varsinkin rikkoontuneiden akkujen riskit ovat suurempia.

Koulutusten pitäminen ja työntekijöiden perehdyttäminen lisäävät turvallisuutta. Näiden tarkoituksena on ennen kaikkea varmistaa, että kaikki työntekijät ja myös ulkoiset sidosryhmät toimivat yhteisten turvallisuusohjeiden mukaisesti. Ohjeiden ja koulutusten sisällössä olisi hyvä huomioida oikeaoppinen käsittely, vaaratilanteiden tunnistaminen sekä mahdollinen alkusammutus tai paloa rajoittavat muut toimenpiteet.

Kun peilataan tutkimuskysymyksiä ehdotettuihin toimenpiteisiin, toimenpiteillä voidaan parantaa akkaturvallisuutta kokonaisvaltaisesti sekä vähentää onnettomuusriskejä. Lisäksi käytäntöjen päivittämisellä varmistetaan, että ne vastaavat lainsäädännön ja ohjeistusten vaatimuksia.

7.2 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys

Luotettavuus

Laadullinen tutkimus perustuu tutkijan avoimuuteen, subjektiviteettiin sekä siihen, että tutkija myöntää itse olevansa tutkimuksen keskeisin tutkimusväline. Kvalitatiivisen tutkimuksen tärkein luotettavuuden kriteeri on tutkija itse. Tämän vuoksi luotettavuuden arviointi kohdistuu koko tutkimusprosessiin. Muita luotettavuuden arvioinnin kriteerejä ovat uskottavuus, tutkimustulosten siirrettävyys, varmuus sekä vahvistuvuus. (Eskola & Suoranta 1998, luku 5; laadullisen tutkimuksen arviointi.)

Tässä opinnäytetyössä on esitetty valintaperusteet tutkimusmenetelmän sekä aineiston analysoinnin menetelmän käyttöön. Menetelmien käyttöä opinnäytetyössä kuvataan rehellisesti. Tutkimusprosessien tekeminen on avattu ja esiin on nostettu myös ongelmakohtia, joita tutkimusta tehdessä kohdattiin. Tehdyt päätökset on kuvailtu avoimesti ja perustellusti. Opinnäytetyön varsinaiseen

tekemiseen ja loppuun saattamiseen kului aikaa noin 4-5 kuukautta, joka vastaa keskimääräistä opinnäytetöiden suoritusaikaa (Opinnäytetyö 2021). Tutkimuksesta saadut tulokset on asetettu omiin luokitteluihin selkeämmän ja kokonaisvaltaisemman analysoinnin tehostamiseksi, mikä lisää työn luotettavuutta.

Tutkimuksessa lähteinä on käytetty pääasiallisesti eri viranomaislähteiden tai asiantuntijaorganisaatioiden laatimia asetuksia, ohjeistuksia, suosituksia tai tutkimuksia sekä muun muassa Pronto-tietokantaa. Joihinkin niin sanottuihin kaupallisiin lähteisiin on päädytty, koska tutkimukseen etsittyä selkeää teoriatietoa ei ole muualta löydetty tai ne ovat olleet maksumuurien takana. Nämä lähteet on kuitenkin pyritty pitämään minimissä luotettavuuden lisäämiseksi.

Koska tutkimuksessa päästiin tekemään havainnointia vain kahdessa toimipisteessä, koko organisaation turvallisuuskulttuurista ei voida tehdä johtopäätöksiä, eikä se anna täydellistä kuvaa koko organisaation akkaturvallisuudesta. Otantana havainnoinnin tekeminen vain kahdessa kohteessa on varsin vähäinen. Tutkimuksen pohjalta voidaan kuitenkin tarkastella asioita, joita akkaturvallisuudessa on otettava huomioon sekä kuinka turvallisuutta voidaan muidenkin toimipisteiden ja kohteiden osalta kehittää: tutkimuksen teoria sekä turvallisuushuomiot ovat siirrettävissä myös muihin kohteisiin.

Eettisyys

Tutkimus suoritettiin Servica Oy:n omissa tiloissa, joten havainnointien ja tutkimuksen tekemiseen ei tarvittu erillistä tutkimuslupaa. Tutkimuksessa esitettävät asiat ovat kaikki julkisia, joten toimeksiantajan ohjaajan kanssa sovittiin havainnointikohteiden tunnistetietojen peittämisestä. Tutkimuksen tarkoituksena on saada selville turvallisuuden nykytilanne; tarkoitus ei ole asettaa yksittäisiä henkilöitä tai organisaatiota mahdollisen negatiivisen arvioinnin tai palautteen kohteeksi.

Tutkimuslupaa haettiin Pronto-tietokantaan. Käyttäjätunnusta ja tutkimuslupaa varten pelastusopistolle lähetettiin heidän ohjeistuksensa mukainen hakemus.

Hakemuksessa kerrottiin muun muassa tutkimuksen tekijä sekä ohjaaja(t), tavoitteet, tutkimuksen kohde, tiedonkeruun menetelmä ja tietoturvallisuudesta huolehtiminen sekä kuinka kauan käyttäjätunnuksia tarvitaan.

Havainnoinnin tekemisestä ei erikseen informoitu etukäteen, koska tutkimuksessa ei tehty havainnoiteja työntekijöistä, henkilökunnasta tai muista henkilöistä. Kysyttäessä havainnointien aikana kerrottiin avoimesti, että havainnoidaan akkaturvallisuutta, havainnointia tehdään opinnäytetyötä varten eikä tutkimuksen tarkoituksena ole havainnoida työn tekemistä tai yksittäisiä työntekijöitä.

Opinnäytetyössä hyödynnettiin tekoälyä, mutta tutkimus on kokonaisuudessaan tutkijan itsensä tekemä ja analysoima. Tekoälyn käyttämisessä noudatettiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun laatimaa tekoälyohjetta. Opinnäytetyön tekemisessä käytettiin Microsoft CoPilot ja Chat GPT- ohjelmia, joita hyödynnettiin joidenkin dokumenttien tiivistämisessä ja oppimisen tukena sekä kielenhuollossa. Tekoälyohjelmia käytettiin myös kielenkääntämisen tukena. Tällä pyrittiin varmistamaan joidenkin englannista suomen kielelle käännettyjen lähteiden ymmärrettävyys sekä luotettavuus ja tätä kautta tiedon käytettävyys tutkimuksessa. Tekoälyohjelmia käytettiin myös abstraktin kielellisessä tarkastamisessa.

8 LOPUKSI

Opinnäytetyö eteni prosessina sujuvasti ja pääpiirteittäin tutkimussuunnitelmaa mukaillen. Opinnäytetyö saatiin valmiiksi asetettuun tavoiteaikaan mennessä, joka oli viimeistään toukokuussa 2026. Tutkimus osoittautui kuitenkin hieman laajemmaksi kuin alkuun suunniteltiin ja kaikkiin aiheisiin ei ajankäytöllisistä syistä päästy perehtymään syvällisesti. Työn tarkempi rajaaminen ja tätä kautta syvällisemmän tiedon saaminen olisi varmasti tuonut lisäarvoa tutkimukseen.

Kuten teoriassa aiemminkin mainittiin, opinnäytetyön lopullisen idean syntyminen vasta kahdella viimeisellä harjoittelujakson viikoilla johti siihen, että ha-

vainnointia kerettiin tehdä vain kahdessa kohteessa. Myös maantieteellinen sijainti Oulun ja Kuopion välillä rajoitti havainnointien tekemistä muissa kohteissa. Koska havainnoinnit täytyi saada tehtyä suhteellisen pikaisella aikataululla, laaditusta tarkastuslistasta jäi huomioitta trukkien ja sähköautojen turvallisuus omina osa-alueinaan. Näiden sisällyttäminen listaan olisi tehnyt havainnoinnista vielä sujuvampaa, luotettavampaa ja turvallisuutta ajatellen tarkempaa.

Tutkimustyötä olisi halutessa voitu laajentaa vielä siten, että käytettäisiin haastatteluja apuna tukemaan tutkimusta esimerkiksi seuraavilla kysymyksillä: kuinka työntekijät kokevat tämänhetkiset ohjeistukset ja käytännöt akkaturvallisuuden osalta sekä millaisen perehdytyksen he kokevat saaneensa akkaturvallisuuden osalta. Haastatteluja ei tässä tutkimuksessa käytetty, sillä organisaation toiveena oli toteuttaa opinnäytetyö käyttäen vaihtoehtoista menetelmää, sillä haastatteluja käytettiin jo muissa käynnissä olevissa opinnäytetöissä.

Tutkimuksen tulokset tarjosivat havainnoitavien kohteiden osalta kuvaa akkaturvallisuuden nykytasosta ja nosti esiin kehityskohteita, joiden pohjalta turvallisuutta voidaan edelleen kehittää. Lisäksi tutkimuksen tuloksia saatiin peilattua olemassa oleviin ohjeistuksiin ja suosituksiin.

Vaikka tutkimus ei juurikaan tuota uutta teoreettista tietoa, sen teoriaosuus on koottu käytännönläheisestä ja helposti omaksuttavasta näkökulmasta. Teoria pohjautuu viranomaislähteisiin ja asiantuntijaorganisaatioihin, ja sen tarkoituksena on tarjota selkeä kokonaisuus akkaturvallisuuden osa-alueesta. Näin ollen työn teoriaosuudesta voi olla hyötyä myös muille organisaatioille ja yksilöille, jotka ovat kiinnostuneita akkaturvallisuudesta ja turvallisuuden kehittämisestä.

Jatkotutkimusehdotukset

Akkaturvallisuus on osa-alueena erittäin laaja kokonaisuus ja tutkimusta tehdessä heräsi muutamia jatkotutkimusideoita. Kuten kappaleessa kahdeksan

todettiin, akkaturvallisuutta voidaan organisaatioissa tutkia myös tekemällä haastatteluja esimerkiksi siitä, miten työntekijät kokevat nykyiset käytännöt, ohjeet ja perehdytykset.

Akkaturvallisuutta koskevaa tutkimusta voidaan rajoittaa tarkemmin koskemaan vain tiettyjä akkuja, akkulaitteita tai akkutyyppejä. Osa-alueita voivat olla esimerkiksi trukkien latausturvallisuus tai sähköautot organisaatiossa. Myös toiminnallisia opinnäytetöitä pystyy aiheen tiimoilta tekemään. Näissä opinnäytetöissä voidaan esimerkiksi tehdä kokonaan uudet ohjeistukset, päivittää vanhat ohjeet tai päivittää riskienhallinnan prosessit koskemaan akkuja riippuen siitä, mitä osa-aluetta halutaan tarkastella. Osa-alueita tällaiselle työlle voivat olla esimerkiksi latausturvallisuus tai turvallinen säilyttäminen.

LÄHTEET

Ajoneuvolaki 1090/2002.

Akkuturvallisuus s.a. Pikaohje – vaurioitunut akku tai paristo. Työturvallisuuskeskus. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://akkuturvallisuus.fi/poista-kaytosta/> [viitattu 13.1.2026].

Akut ja paristot s.a. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahkolaitteet/sahkolaitteiden-vaatimuksia/akut-ja-paristot> [viitattu 2.12.2025].

Akkuturvallisuus - arvioi riskit s.a. Työturvallisuuskeskus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://akkuturvallisuus.fi/arvioi-riskit/> [viitattu 22.2.2026].

BatteryUniversity. 2021. How does the lead acid battery work? WWW-dokumentti. Päivitetty 21.10.2021. Saatavilla: <https://www.batteryuniversity.com/article/bu-201-how-does-the-lead-acid-battery-work/> [viitattu 10.1.2026].

Eskola J. & Suoranta J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Osuuskunta vastapaino. E-kirja. Saatavissa: <https://www.ellibslibrary.com/fi/> [viitattu 25.2.2026].

Hassinen M. 2022. Uudet energiamuodot liikennevälineissä ja energiavarastoissa Sammutustaktiikka ja -tekniikka. Kuopio: Pelastusopisto. E-kirja. Saatavissa: https://info.smedu.fi/kirjasto/sarja_B/B2_2022.pdf [viitattu 10.1.2026].

HDI Risk Consulting 2014. Risk engineering guideline – battery charging. PDF-dokumentti. Saatavilla: https://www.hdi.global/globalassets/downloadcenter/ch_de/risk-consulting/en/reg_batterieladegeraete_eng_170814.pdf [viitattu 24.2.2026].

Juhala M., Lehtinen A., Suominen M., & Tammi K. 2005. Moottorialan sähköoppi. 8. uudistettu painos. Helsinki: Autoalan koulutuskeskus.

Kannisto H. & Perttula P. 2023. Sinullakin on repussasi tai työpaikallasi litiumioniakkuja – vähennä akkupalon vaaraa. Helsinki: Työterveyslaitos. Blogi. Päivitetty: 17.3.2023. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/ajankohtaista/blogi/sinullakin-on-repussasi-tai-tyopaikallasi-litiumioniakkuja-vahenna-akkupalon-vaaraa> [viitattu 24.2.2026].

Kodin sähköturvallisuus s.a. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/kodin-sahkoturvallisuus#jatkojohto> [viitattu 11.1.2026].

Laine M., Bamberg J. & Jokinen P. 2015. Tapaustutkimuksen taito. 3. painos. Helsinki: Gaudeamus. E-kirja. Saatavissa: <https://www.ellibslibrary.com/fi/> [viitattu 13.2.2026].

Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä (733/2020)

Linja-aho V. 2022. Litiumioniakkutekniikka. 1. painos. Helsinki: Suomen Autoteknillinen Liitto ry.

Linja-aho, V., Pänkäläinen, M., Turpeinen, T., Stenbäck, L.-M., & Orrberg, M. 2024. ST-käsikirja 42: Akkuenergiavarastot. Espoo: Sähköinfo Oy. E-kirja. Saatavissa: <https://severi-sahkoinfo-fi.ezproxy.xamk.fi/item/9339> [viitattu 8.12.2025].

Litiumioniakkujen elinkaari hankinnasta hävittämiseen s.a. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/litiumioniakkujen-elinkaari> [viitattu 6.1.2026].

Litiumioniakkujen turvallinen käyttäminen s.a. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/litiumioniakkujen-turvallinen-kayttaminen> [viitattu 6.1.2026].

Litiumioniakkujen vaarat s.a. Akkuopas – opas turvalliseen käsittelyyn. Kaupan Liitto ry, Recser Oy, STEK ry ja Tukes. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://akkuopas.fi/litiumioniakkujen-vaarat/> [viitattu 25.2.2026].

LähiTapiola s.a. Trukkien turvallinen lataaminen – ohje. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://core-public.editaprima.fi/lahitapiola/download/7039/10> [viitattu 4.1.2026].

Mikkolainen P. & Koivisto J.-P. 2008. Auto- ja kuljetusalan perusoppi 7 - sähkölaitteiden perusteet. Helsinki: Otava.

Occupational Safety and Health Administration s.a. Powered industrial trucks (forklift) eTool. Washington: U.S. Department of Labor. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.osha.gov/etools/powered-industrial-trucks/types-fundamentals/power-sources/electrical> [viitattu 16.1.2026].

Opinnäytetyö. 2021. Ammattikorkeakouluopinnot.fi. WWW-dokumentti. Päivitetty 15.4.2021. Saatavissa: <https://www.ammattikorkeakouluopinnot.fi/opinnaytetyo-8082> [viitattu 25.2.2026].

Paasonen J. 2019. Turvallisuuskulttuurista ja sen menetelmistä. Blogi. Päivitetty 31.10.2019. Saatavissa: <https://jyripaasonen.fi/turvallisuuskulttuurista-ja-sen-tutkimusmenetelmista/> [viitattu 10.1.2026].

Pan L. 2025. Understanding the differences between industrial and regular batteries. Large-Power. WWW-dokumentti. Päivitetty 21.4.2025. Saatavissa: <https://www.large-battery.com/blog/industrial-battery-vs-regular-battery/> [viitattu 4.1.2026].

Paristokierrätys s.a. Näin käsittelet paristoja ja akkuja turvallisesti. Paristokierrätys.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.paristokierratys.fi/nain-kierratat/turvallisuus/> [viitattu 13.1.2026].

Pelastuslaitoksen kumppanuusverkosto. 2022. Sähköajoneuvojen latauspisteet kiinteistöissä ja pelastustoiminnan edellytysten huomioiminen. Ohje toiminnanharjoittajalle. Sähköautot ja latauspisteet -työryhmä PDF-dokumentti. Saatavissa: https://pelastuslaitokset.fi/sites/default/files/2022-08/S%C3%A4hk%C3%B6autojen_latauspisteet_kiinteist%C3%B6ss%C3%A4_ja_pelastustoiminnan_edellytysten_huomioiminen.pdf [viitattu 16.1.2026].

Pelastuslaki 379/2011.

Pitkämäki A., Bröckl M. & Raivio T. 2018. Opas teollisuuden litiumioniakkujen turvalliseen käyttöön. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/documents/5470659/8237195/Opas+teollisuuden+litiumioniakkujen+turvalliseen+k%C3%A4ytt%C3%B6n/c5c7fefe-7979-4344-ba25-ba18a6f9f234/Opas+teollisuuden+litiumioniakkujen+turvalliseen+k%C3%A4ytt%C3%B6n.pdf> [viitattu 2.1.2026].

Puusa, A. & Juuti P. 2020. Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Helsinki: Gaudeamus. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/Record/kaakkuri.225650?sid=5186496287> [viitattu 26.11.2025].

Pronto s.a. Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto. Saatavissa: <https://prontonet.fi/> [viitattu 6.3.2026].

Rytkönen K. & Mikkonen J. 2024. Litiumioniakkupalot Suomessa. Pelastusopisto. Blogi. Saatavissa: <https://www.pelastusopisto.fi/blogi/litiumioniakkupalot-suomessa/> [viitattu 25.11.2025].

Rytkönen K., Mikkonen J., Laitinen J., Lassi U. & Mäkinen H. 2025a. Litiumioniakkujen elinkaaren paloturvallisuus- ja varautumisohjeet – hanke. Loppuraportti. Kuopio: Pelastusopisto. E-kirja. Saatavissa: https://info.smedu.fi/kirjasto/sarja_B/B12_2025.pdf [viitattu 14.1.2026].

Rytkönen K., Mikkonen J., Laitinen J., Hanhivaara A., Lankinen M., Jylhä M., Hassinen M., Lassi U., Linja-Aho V., Meurman K., Mäkinen H., Suosalo J. & Wennberg I. 2025b. Litiumioniakkupalojen operatiivisen toiminnan suositukset. Pelastustoimen suositukset. Pelastusopisto. PDF-dokumentti. Saatavissa <https://www.pelastusopisto.fi/wp-content/uploads/Litiumioniakkupalojen-operatiivisen-toiminnan-suositukset-Pelastustoimen-suositukset-11-2025.pdf> [viitattu 17.12.2025].

Servica Oy s.a. Servican matka. WWW-dokumentti. saatavissa: <https://www.servica.fi/meista/historiaa/> [viitattu 1.12.2025].

SFS-ISO 31000:2018. Riskienhallinta. Ohjeet.

Teollisuuden litiumioniakut ja turvallisuus – opas 2019. Gaia Consulting Oy. Päivitetty 8/2019. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/documents/5470659/6372809/Teollisuuden+akkuturvallisuusopas/68c21eee-cc0f-8184-bed4-aa71e83140b1/Teollisuuden+akkuturvallisuusopas.pdf> [viitattu 22.2.2026].

Traficom. 2025. Jo joka kahdeksas henkilöauto on ladattava hybridi tai täys-sähkö. WWW-dokumentti. Päivitetty 18.11.2025. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/jo-joka-kahdeksas-henkiloauto-ladattava-hybridi-tai-sahkoauto#:~:text=S%C3%A4hk%C3%B6bus-seja%20nelj%C3%A4nnes%20paikallisliiken-teest%C3%A4%20%2D%20kuorma%20dautot%20kulkevat%20dieselill%C3%A4,on%20nyt%201%20100%2C%20ja%20m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4%20on> [viitattu 14.1.2026].

Tuomi J. & Sarajärvi A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi. Uudistettu laitos. Tammi. E-kirja. Saatavissa: <https://www.ellibslibrary.com/fi/> [viitattu 10.2.2026].

Tukes. 2019. Tiedätkö, miten akkujen kierrätys toimii? Helsinki: Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Blogi. Päivitetty 5.7.2019. Saatavissa: <https://tukes.fi/-/blogi-tiedatko-miten-akkujen-kierratys-toimii-> [viitattu 13.1.2026].

Turva. 2025. Jatkojohdon turvallinen käyttö. WWW-dokumentti. Päivitetty 24.10.2025. Saatavissa: <https://www.turva.fi/henkilo/vakuutukset/kotivakuutus/jatkojohdon-turvallinen-kaytto/> [viitattu 11.1.2026].

Työturvallisuuskeskus. 2025. Akkaturvallisuuteen on syytä kiinnittää huomiota myös työpaikoilla. Päivitetty 16.10.2025. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ttk.fi/2025/10/16/akkaturvallisuuteen-on-syyta-kiinnittaa-huomiota-myos-tyopaikoilla/> [viitattu 4.1.2026].

Työturvallisuuskeskus s.a. Akkaturvallisuus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://akkaturvallisuus.fi/kayta-turvallisesti/> [viitattu 6.1.2026].

Työturvallisuuslaki 738/2002.

Työsuojelu.fi. 2024. Työnantajan vastuu. Lupa- ja valvontavirasto, työsuojeluosasto. WWW-dokumentti. Päivitetty 18.11.2024. Saatavissa: <https://tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/vastuut-tyosuojelussa/tyonantaja> [viitattu 4.1.2026].

UL Research Institutes. 2022. Universal chargers and safety. WWW-dokumentti. Päivitetty 28.3.2022. Saatavissa: <https://ul.org/research-updates/universal-chargers-and-safety/> [viitattu 11.1.2026].

Valtioneuvoston asetus paristoista ja akuista 520/2014.

Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta 685/2015.

Vammaispalvelulaki 675/2023.

Varta-Automotive s.a. EFB ja AGM. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.varta-automotive.com/fi-fi/knowledge/articles/article-details/efb-ja-agm> [viitattu 4.12.2025].

Vuori J. 2021. Laadullinen sisällönanalyysi. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/laadullinen-sisallanalyysi/> [viitattu 26.11.20205].

Yleiselektroniikka s.a. AGM-akku vai geeliakku – Mitä eroa on erilaisilla lyijyakuilla? Yeint. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.yeint.fi/uutiset/akkujen-erot?srsId=AfmBOor-grmJWs6ql39V6CWYHM9UawgBMOmu9NsR6Fymv7Snc-9d9UrEi> [viitattu 4.1.2026].

Akkuturvallisuuden tarkastuslista

Tarkastettava kohde:			
Tarkastaja:		Päiväys:	
HUOMION KOHDE	Kunnossa	Ei kunnossa	Huomioita
1. Akkujen turvallisuusohjeet ovat nähtävillä			
2. Työntekijät ovat perehdytettyjä ja osaaminen varmistettu			
3. Akkujen säilytystilat ovat siistit ja järjestyksessä			
4. Säilytysalueella ei ole lähellä muuta palavaa materiaalia			
5. Tiloissa on riittävä ilmanvaihto ja soveltuva lämpötila (+5° - +20°)			
6. Säilytystilat ovat selkeästi merkatut ja rajattu			
7. Eri akkutyyppejä ei säilytetä samassa kierrätysastiassa			
8. Akkujen navat ovat peitetty varastoidessa ja kierrätyksessä			
9. Akkujen kuoret ja latausjohdot ovat ehjiä			
10. Käytöstä poistetut akut ovat selkeästi erillään muista ja merkattuja			
11. Vialliset akut ovat merkattua ja säilytetään erillään muista.			
12. Sähköpyörien akkuja ladataan / säilötään paloturvallisessa akkukaapissa			
13. Pistorasiat / jatkojohdot eivät ole ylikuormitettuja			
14. Latauksessa olevia akkuja ei jätetä ilman valvontaa			
15. Akkuja ei ladata / säilytetä poistumisreittien varrella			
16. Lataus- / säilytystilassa on palovaroittimet / -ilmaisimet			

17. Lataus- / säilytystilassa on sprinklerijärjestelmä tai muu alkusammutusvälineistö			
18. Pelastusohjeet ja yhteystiedot ovat nähtävillä			
19. Harjoitellaanko laitteiden vika / palotilanteita varten?			

Havaittu akkutyyppi	Kyllä	Muuta / lukumäärä
Lyijyhappoakku		
EFB-akku		
AGM-akku		
Geeliakku		
Li-ion akku		

Muita huomioita:	

Liite 2/1.

Tarkastuslistan luokittelut

Yleinen turvallisuus	Varastointi ja muu säilyttäminen	Paloturvallisuus	Latausturvallisuus
1. Akkujen turvallisuusohjeet ovat nähtävillä 2. Työntekijät ovat perehdytettyjä ja osaaminen varmistettu 3. Akkujen kuoret ja latausjohdot ovat ehjiä 4. Pelastusohjeet ja yhteystiedot ovat nähtävillä 5. Harjoitellaanko laitteiden vika / palotilanteita varten?	1. Akkujen säilytystilat ovat siistit ja järjestyksessä 2. Säilytysalueella ei ole lähellä muuta palavaa materiaalia 3. Tiloissa on riittävä ilmanvaihto ja soveltuva lämpötila (+5° – +20°) 4. Säilytystilat ovat selkeästi merkatut ja rajattu 5. Eri akkutyyppejä ei säilytetä samassa kierrätysastiassa 6. Akkujen navat ovat peitetty varastoidessa ja kierrätyksessä 7. Käytöstä poistetut akut ovat selkeästi erillään muista ja merkattuja 8. Vialliset akut ovat merkattuja ja säilytetään erillään muista	1. Akkuja ei ladata / säilytetä poistumisreittien varrella 2. Lataus- / säilytystilassa on palovaroittimet / -ilmaisimet 3. Lataus- / säilytystilassa on sprinklerijärjestelmä tai muu alkusammutusvälineistö 4. Sähköpyörien akkuja ladataan / säilytetään paloturvallisessa akkukaapissa	1. Pistorasiat / jatkojohdot eivät ole ylikuormitettuja 2. Latauksessa olevia akkuja ei jätetä ilman valvontaa

Yleinen turvallisuus	Kunnossa	Osittain kunnossa/puutteita	Ei kunnossa
1. Akkujen turvallisuusohjeet ovat nähtävillä			
2. Työntekijät ovat perehdytettyjä ja osaaminen varmistettu			
3. Akkujen kuoret ja latausjohdot ovat ehjät			
4. Pelastusohjeet ja yhteystiedot ovat nähtävillä			
5. Harjoitellaanko laitteiden vika / palotilanteita varten			

Varastointi ja muu säilyttäminen	Kunnossa	Osittain kunnossa/puutteita	Ei kunnossa
Akkujen säilytysastiat ovat siistit ja järjestyksessä			
Säilytysalueella ei ole lähellä muuta palavaa materiaalia			
Tiloissa on riittävä ilmanvaihto			
Säilytystilat ovat selkeästi merkatut ja rajattu			
Eri akkutyyppejä ei säilytetä samassa kierrätysastiassa			
Akkujen navat ovat peitetty varastoidessa ja kierrätyksessä			
Käytöstä poistetut akut ovat selkeästi erillään muista ja ovat merkattuja			
Vialliset akut ovat merkattuja ja ne säilytetään erillään muista			

Paloturvallisuus	Kunnossa	Osittain kunnossa(puutteita	Ei kunnossa
Akkuja ei ladata / säilytetä poistumisreittien varrella			
Lataus- ja säilytystilassa on palovaroittimet / -ilmaisimet			
Lataus- / säilytystilassa on sprinklerijärjestelmä tai muu alkusammutusvälineistö			
Sähköpyörien akkuja ladataan/ säilytetään paloturvallisessa akkukaapissa			

Latausturvallisuus	Kunnossa	Osittain kunnossa/puutteita	Ei kunnossa
Pistorasiat / jatkojohdot eivät ole ylikuormitettuja			
Latauksessa olevia akkuja ei jätetä ilman valvontaa			