



AKKUJÄRJESTELMIEN TUR- VALLISUUS

Esko Jouppi

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2019

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Sähkövoimatekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Sähkövoimatekniikka

JOUPPI, ESKO:
Akkujärjestelmien turvallisuus

Opinnäytetyö 21 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Marraskuu 2019

Yhä lisääntyvä sähkölaitteiden käyttö lisää erilaisten akkujärjestelmien suosiota kuluttajien keskuudessa. Esimerkiksi monet kodinkoneet ovat muuttuneet langattomiksi tehokkaiden akkujen seurauksena. Akkujen käyttö lisää käyttömukavuutta, mutta tuo myös haasteita turvallisuudelle. Opinnäytetyössä pohditaan akkujärjestelmien vaikutusta kuluttajan näkökulmasta turvallisuuteen.

Akkujärjestelmien yleistyminen on johtanut akkutekniikoiden kehittymiseen turvallisempaan suuntaan. Lyijy- ja alkaliakut ovat väistymässä tehokkaampien ja kevyempien litiumakkujen tieltä. Litiumakut tulee varustaa suojapiirillä, joka valvoo akun toimintoja, kuten latausta ja purkua. Suojapiirillä on suuri merkitys vika-tilanteissa, joissa kennostoa yritetään käyttää liian suurella virralla.

Yleistyvä pienvoimalakulttuuri luo omat haasteensa energianvarastoinnille. Esimerkiksi aurinkovoimalan tuottama sähkö on valmiiksi tasavirtaa, joka voidaan helposti varastoida akustoon. Akkujärjestelmien lataaminen voi kuitenkin tuottaa ikäviä yllätyksiä kennoston vikaantuessa. Suurta akkupaloa on hankala sammuttaa ja siitä syntyvät kaasut ovat myrkyllisiä.

Opetusmateriaalin tueksi luotu kokonaisuus käsittää akkutyyppien esittelyn, turvallisen käytön ja hävityksen sekä ajankohtaisia käyttöesimerkkejä. Aiheita käsitellään kerätyn materiaalin puitteissa painottuen nykyaikaisten litiumakkujen turvallisuuteen.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering
Electric Power Engineering

JOUPPI, ESKO:
Safe use of Battery Systems

Bachelor's thesis 21 pages, appendices 0 pages
November 2019

Increasing use of electrical devices is also increasing the popularity of rechargeable battery systems among consumers. Many home appliances have become wireless as a result of powerful batteries. The use of batteries increases comfort level but also affects safety. This thesis examines the safety of battery systems from the consumer's perspective.

The widespread availability and use of battery systems has led to the development of safer battery technology. Lead and alkaline batteries are being replaced by the more efficient and lighter lithium batteries. Lithium batteries should be equipped with a protective circuit that monitors battery functions such as charging and discharging. The protective circuit is important in fault situations when the cell is charged or discharged with overcurrent.

Also, small-scale power plant culture is creating challenges for energy storages. For example, a solar power plant generates direct current which can be easily stored in batteries. However, recharging battery systems may lead to unpleasant surprises if something goes wrong. It is difficult to extinguish a large battery fire and the gases it produces are very toxic.

This thesis was made to support teaching material. It includes an introduction to battery types, safe use and disposal manual, and real-life use examples. The topics are presented according to the collected material, which is mainly focused on modern lithium batteries.

Key words: direct current, rechargeable battery, safe use of batteries

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	AKKUTYYPIT	7
2.1	Yleistä	7
2.2	Alkaliakku	8
2.3	Litiumakku	9
2.4	Lyijyakku	10
2.5	Muut	12
3	TURVALLISUUS JA RISKIT	13
3.1	Lataaminen	13
3.2	Käyttäminen ja hankinta	14
3.3	Säilytys ja varastointi	15
3.4	Hävittäminen	15
4	AJANKOHTAISUUS	17
4.1	Yleistä	17
4.2	V2G ja V2H	17
4.3	Pienet energiavarastot	18
4.4	Suuret energiavarastot	19
5	POHDINTA	20
	LÄHTEET	21

LYHENTEET JA TERMIT

AGM	Absorbent Glass Mat
Ah	ampeeeritunti
BMS	Battery Management System, akun valvontajärjestelmä
C-arvo	Akun purku- ja latausnopeudesta kertova arvo
elektrolyytti	sähköä kuljettava väliaine
V2G	Vehicle-To-Grid, autosta verkkoon
V2H	Vehicle-To-Home, autosta kotiin
VRLA	Valve Regulated Lead Acid, suljettu lyijyakku
Wh	wattitunti

1 JOHDANTO

Tekniikan kehittyessä sähkölaitteet lisääntyvät, mutta niiden turvallisuudesta ei juuri puhuta. Kehitys on mennyt yhä enemmän langattomaan suuntaan, jolloin laitteesta löytyy akku. Langattomuus mahdollistaa monipuolisemmat käyttökohdet ja luo näin uusia innovaatiota akkutekniikkaan. Akustojen energiamäärät ovat kasvaneet ja materiaalit kehittyneet. Kilpailu akkujen nopeasta ja tehokkaasta latauksesta on käynnissä, joka mahdollistaisi esimerkiksi täyssähköautojen käyttäjämäärän kasvun.

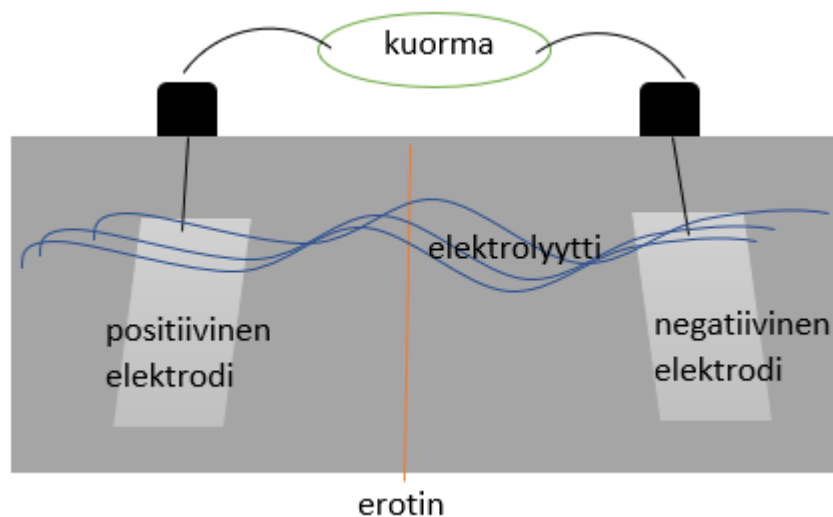
Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda tietopaketti kirjallisuuslähteiden avulla tasasähköstä ja sen turvallisuudesta, jota voisi käyttää esimerkiksi opetuksen tukena. Aihe on varsin ajankohtainen, sillä katukuvassa yleistyvät sähköpotkulaudat ja -polkupyörät käyttävät varsin kookkaita ja tehokkaita akkuja, jotta vaaditut teho- ja energiaominaisuudet pystytään täyttämään. Suurikokoiset akut voivat aiheuttaa onnettomuustilanteessa lisävahinkoa käyttäjän lisäksi apua antamaan tulleelle henkilölle. Myös lisääntynyt sähkön pientuotanto tuo omat haasteensa sähkön kulutukseen ja varastointiin.

Opinnäytetyössä käsitellään akkujärjestelmiä, vaikka muitakin tasavirtalähteitä on olemassa. Käyttöön liittyviä mahdollisia vaaranpaikkoja on tuotu ilmi ja esitelty, miten niitä voitaisiin välttää. Alussa käsitellään kattavasti yleisimpiä akkutekniikoita ja niiden käyttöä. Niistä siirrytään turvalliseen käyttämiseen ja lopuksi keskitytään ajankohtaisiin käyttötarkoituksiin.

2 AKKUTYYPIT

2.1 Yleistä

Akku on laite, joka varastoi energiaa sähkökemialliseen muotoon. Akku eroaa paristosta siten, että se voidaan ladata useita kertoja uudelleen, kun taas paristo vain luovuttaa energiaa, mutta ei ole ladattavissa. Molemmat koostuvat kahdesta elektrodista, elektrolyytistä, joka johtaa ioneja ja erottimesta, jolla elektrodit eristetään toisistaan. Rakenteen periaate esitetty kuvassa 1.



KUVA 1. Akun rakenne

Varausta purkaessa positiivisen elektrodin pelkistymisreaktio ja negatiivisen elektrodin hapettumisreaktio elektrolyytin kuljettaessa elektroneja ylläpitää jännitettä elektrodien välillä. Helpoin tapa erottaa akku paristosta, on tarkistaa, löytyykö pakkauksesta kapasiteettiarvoa, joka on ilmoitettu ampeeri- tai milliampeeritunteina. Kennojen sarjakytkenällä saadaan nostettua jännitettä, esimerkiksi 12 voltisessa lyijyakussa on kuusi kennoa sarjassa. (Ahoranta 2016, 306, 314)

C-arvo on oleellinen osa akkutekniikoita. Se on suhteellinen arvo akun kapasiteettiin nähden, joka ilmoittaa lataus- ja purkunopeuden akulle. Esimerkiksi 10 Ah akku, jonka purkamisen C-arvo on yksi, voidaan purkaa 10 A virralla tunnissa. Vastaavasti arvolla 5C virta on 50 A ja aika 12 minuuttia tai arvolla C/2 virta viisi ampeeria ja aika kaksi tuntia. (Merus Power 2019, 28)

2.2 Alkaliakku

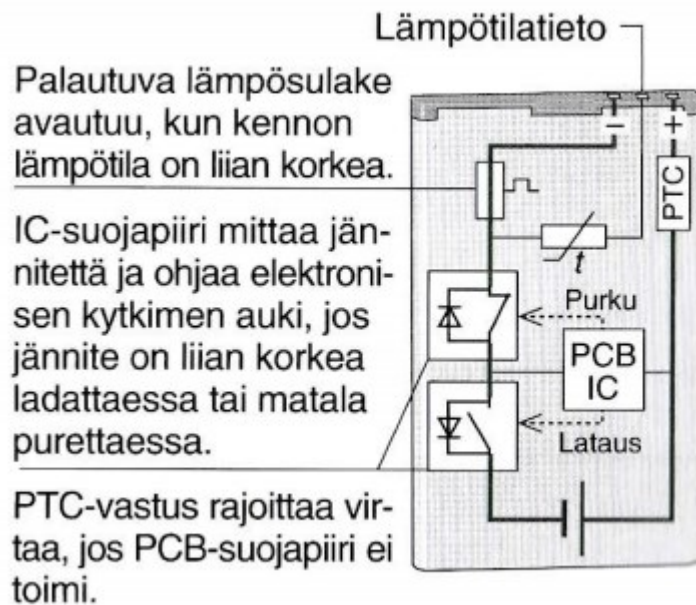
Alkaliakkuihin luokitellaan akkutyyppit, joiden elektrolyytinä käytetään emäksistä liuosta. Tällaisia ovat esimerkiksi nikkeli-kadmiumakut ja nikkeli-metallihydridiakut. Nikkeli-kadmiumakun elektrodit ovat nikkelihydroksidia ja kadmiumia, elektrolyytinä yleensä kaliumhydroksidiliuos. Sen hyviä puolia ovat pitkä kestoikä, pieni sisäinen resistanssi, jolloin saavutetaan suuri virranantokyky (10C) sekä laaja käyttölämpötila-alue. Huonoja puolia ovat muisti-ilmiö ja elektrodina käytettävä kadmium, joka on myrkyllistä ongelmajätettä. Nikkeli-kadmiumakun energiatiheys on noin 50 Wh/kg. (Motiva 2019)

Muisti-ilmiöllä tarkoitetaan kapasiteetin pienenemistä, jos akkua puretaan ja ladataan toistuvasti samalla sähkömäärällä. Tällöin akun materiaalit alkavat kiteytyä ja kapasiteetti pienenee aktiivisten reaktioiden vähentyessä. Muisti-ilmiö voidaan välttää, kun akun kapasiteetti käytetään usein kokonaan ja ladataan tämän jälkeen täyteen. Vaikka kuluttajakäyttöä on rajoitettu (direktiivi 2006/66/EY) kadmiumin myrkyllisyyden takia, käytetään niitä vieläkin joissain korkeaa lämmönkestoa tarvitsevilla hätä- tai hälytysjärjestelmissä. (Motiva 2019; Ahoranta 2016, 315)

Nikkeli-metallihydroksidiakut koostuvat myös nikkelihydroksidista ja kaliumhydroksidiliuoksesta, mutta toisena elektrodina on metallihydridi. Tällä akkusovelluksella saadaan hieman enemmän kapasiteettia ja energiatheyttä (noin 60 Wh/kg), mutta käyttöikä ja lämpötilan kesto sekä virranantokyky ovat huonompia. Nikkeli-metallihydridiakkuja täytyy ladata säännöllisesti täyden kapasiteetin säilyttämiseksi ja niitä on käytetty matkapuhelimissa, kannettavissa tietokoneissa ja joissakin hybridiautoissa. Akkuteknologian kehittyessä alkaliakut ovat väistymässä ja ne on korvattu jo lähes kokonaan litiumakuilla. (Motiva 2019)

2.3 Litiumakku

Litiumakun idea sai alkunsa pienen ja kevyen akun tarpeesta kannettaviin sähkölaitteisiin. Se on nykyään käytetyin akkutyyppejä, sillä ne omaavat suuren energiatihedyyden (100 - 200 Wh/kg) kokoonsa nähden. Lisäksi niissä on suuri kennojännite (jopa neljä voltia), tasainen purkauskäyrä ja suuri virranantokyky (25C) sekä itsepurkautuminen on hyvin vähäistä. Suurin etu on muisti-ilmiön puuttuminen, eli akkua voidaan purkaa ja ladata osittain, mutta litiumakku vaatii aina turvapiirin (BMS) suojaamaan kennostoa (kuva 2). (Jacobi 2003, 401,405; Ahoranta 2016, 316)



KUVA 2. Litiumakun suojapiiri (Ahoranta 2016, 316)

Suojapiiri koostuu piirilevystä (PCB, Printed Circuit Board), jolle on liitetty mikropiiri (IC, Integrated Circuit), jonka elektroniset komponentit valvovat akun käyttöä. Sen tehtävänä on valvoa lataamista ja purkamista, sillä liiallinen lämpö voi aiheuttaa akun räjähtämisen. Turvallisuuden lisäämiseksi turvapiirin kanssa sarjaan on lisätty PTC-vastus sekä lämpösulake, joiden tehtävänä on suojella akkua, jos turvapiiri ei toimi oikein. PTC-vastuksen (Positive Temperature Coefficient) toiminta perustuu resistanssin voimakkaaseen kasvuun virran kasvaessa, jolloin vikatilanteissa virran kasvua saadaan rajoitettua. (Ahoranta 2016, 316)

Litiumakkuja on olemassa kahta rakennetyyppiä: litiumioniakku (Li-ion), jossa litiumsuolaliuos toimii elektrolyytinä ja litiumpolymeeriakku (LiPo), jossa on kiinteä, geelimäinen elektrolyytti. Lisäksi positiivinen elektrodi määrittää akkutyypin nimen: yleisimpiä ovat litiumkobolttioksidi LCO (LiCoO_2), litiummangaanioksidi LMO (LiMn_2O_4), litiumrautafosfaatti LFP (LiFePO_4) sekä litiumnikkelioksidi LNO (LiNiO_2). Toiminta perustuu litiumatomin liikkumiseen toisistaan erotettujen elektrodien välillä. Täydessä akussa atomi on kiinnittynyt huokoiseen grafiittiin negatiivisessa elektrodissa ja purkaessa siirtyy positiivisen elektrodin litiummetallioksiidiin. Ladattaessa litiumatomi varautuu uudelleen positiivisella elektrodilla ja siirtyy elektrolyytin välityksellä negatiiviseen elektrodin. Elektrodien materiaalilla on suuri vaikutus akun ominaisuuksiin ja kehitystyö turvallisempaan ja monikäyttöisempään akkuun on käynnissä. (Ahoranta 2016, 316-317)

Litiumakku vaatii sille suunnitellun latauslaitteen, jolla sitä ladataan vaiheittain eri suuruisilla virroilla. Normaali latausaika on noin kolme tuntia. Jos akkua ladataan erillisessä latauslaitteessa (esimerkiksi akkutyökalut), kennostoa jäähdytetään tarvittaessa. Tämän vuoksi litiumakussa on kolmas napa, jolla kennoston lämpötilatieto saadaan latauslaitteelle. Alaiset lämpötilat pienentävät kapasiteettia ja liitinjännitettä. (Ahoranta 2016, 317)

Litiumakkujen C-arvot ovat purkutilanteissa suuria. Latauksessa käytetään yleensä arvoa 1C, jolloin akkua ladataan nimellisvirralla. Litium-titanaattiakku kykenee jatkuvaan 5C lataukseen ja 10C purkuun, mutta sen kennojännite on muita pienempi (2,4 V). Purettaessa litium-rautafosfaattiakku voidaan yhdestä kennoista ottaa kahden sekunnin pulssina jopa 40 ampeeria virtaa. Akun materiaaleista johtuvat teho-ominaisuudet vaikuttavat myös hintaan, tehokkaammasta akusta joutuu maksamaan enemmän. (Merus Power 2019, 88)

2.4 Lyijyakku

Lyijyakku on vanha, mutta edelleen toimiva keksintö. Se koostuu huokoisesta lyijylevystä (Pb) ja lyijyoksidista (PbO_2), elektrolyytinä on veden (akkuvesi) ja rikkihapon (H_2SO_4) liuos, jossa varausta kuljettavat ionit syntyvät. Akkuvesi on ionipuhdistettua vettä, jolloin se ei johda sähköä ja tuo epäpuhtauksia kennostoon.

Purkaessa elektrodit reagoivat rikkihapon kanssa muodostaen lyijysulfaattia (PbSO_4), vettä ja sähköenergiaa. Elektrodit ovat erotettu levyllä tai matolla, jonka ionit pystyvät läpäisemään. (Ahoranta 2016, 320-321)

Lyijyakun materiaalikustannukset ovat alhaiset, mutta energiatiheys on pieni (30 Wh/kg). Lyijy on painava alkuaine, joten lyijyakut eivät sovellu kannettaviin käyttösovelluksiin. Suuren kapasiteetin lyijyaku soveltuu pyörätuoleihin, sähkötrukkeihin ja muihin materiaalinkäsittelykoneisiin, joissa tarvitaan matalaa painopistettä. Lyijyakkua käytetään myös autoissa käynnistysakkuna, sillä siitä saadaan hetkellisesti suurta virtaa starttimoottorille. Toinen yleinen käyttökohde on aurinko- ja varavoimajärjestelmät, joissa tila ei aseta rajoitteita, sillä purettaessa jatkuvalla virralla lyijyakusta saadaan suuri energiamäärä. Esimerkiksi syväpurkausakut ovat kehitetty kestäämään syviä lataus- ja purkausjaksoja, joissa akun purkaussyvyys on suuri. Syväpurkauksella tarkoitetaan tilaa, jossa akun ilmoitetusta kapasiteetista on käytetty 80%. (Motiva 2019; Ahoranta 2016, 320,322)

Perinteiset lyijyakut ovat olleet avoimia ja kennoihin on tarvittaessa lisätty akkuvettä kannessa olevien korkkien kautta. Nykyään kuluttajatuotteiden rakenne on muuttunut pääosin suljetuksi (VRLA) ja valmiiksi hapotetuksi, jolloin käyttäjän täytyy huolehtia vain akun käytöstä. Pitkään käyttämättä olevan akun lyijysulfaatti kiteytyy ja akku menettää kapasiteettiaan sekä virranantokykyä. Suljetut akut voivat olla nestetäytteisiä, geeliakkuja (hyttelöakkuja) tai AGM-akkuja. Geeliakkujen elektrolyytinä on piillä saostettu rikkihappogeeli, jolla akun sisältö saadaan kiinteäksi. AGM-akussa akkuhappo on imeytetty lasikuitumattoon. (Motiva 2019; Ahoranta 2016, 320-321)

Lyijyakkua voidaan ladata tasavirtalaturilla tai älylaturilla. Lataaminen älylaturilla on kuitenkin turvallisempaa, sillä akun tullessa täyteen, laturi siirtyy ylläpitolataukseen, joka kattaa itsestään purkautumisen. Lisäksi latauslaitteen äly tarkastaa akun kunnon ja määrittää sopivat asetukset lataamiselle. Tasavirtalaturi voi ”keittää” akun pilalle akun unohtuessa lataukseen. (Ahoranta 2016, 321-322)

2.5 Muut

Suola-akku on sovellus korkean lämpötilan akusta. Hyvin eristetty kennosto pidetään vähällä energialla 300 – 400 -asteisena, jotta elektrolyyttinä toimiva esimerkiksi natriumkloridiyhdiste pysyy sulana. Koska raaka-aineet ovat edullisia ja akulla on hyvä energiatiheys (90 Wh/kg), ovat sähköautovalmistajat kiinnostuneita hyödyntämään sitä autoissaan. (Motiva 2019)

Virtausakuissa reagoivat materiaalit voidaan säilyttää erillään akusta ja tarvittaessa kierrättää akkuun energian saamiseksi. Tätä akkutyyppiä on kehitetty tehokkaammaksi ja turvallisemmaksi reagoivilla materiaaleilla. Erityisesti uusiutuvista energialähteistä saatava sähkö voitaisiin varastoida tällaisiin akkuihin edullisesti. (Motiva 2019, Hänninen 2018)

3 TURVALLISUUS JA RISKIT

3.1 Lataaminen

Lataaminen on suurin turvallisuutta vaarantava vaihe akkujen käytössä. Siinä tulee aina noudattaa valmistajan ohjeita ja käyttää mukana toimitettua tai suositeltua latauslaitetta. Vioittunutta latauslaitetta ei saa käyttää. Yleismallisten latauslaitteiden kanssa tulee olla tarkkana, että käyttää oikeaa latausjännitetasoa. Akun lataamista tulisi myös valvoa ja lataaminen tulee välittömästi keskeyttää, jos havaitsee epätavallisia muutoksia. Esimerkiksi pullistuminen ja voimakas lämpiäminen ovat tällaisia. Lisäksi akkua tulisi ladata tasaisella palamattomalla alustalla etäällä palamattomasta materiaalista tuuletetussa tilassa latauksesta aiheutuvien kaasujen poistamiseksi. Lataustilasta olisi hyvä löytyä palovaroitin ja alkusammutuskalustoa. Kesällä lataaminen onnistuu varjossa ulkonakin, mutta elohopean painuessa nollan alapuolelle täytyy siirtyä lämpimämpään tilaan. Vaikka akku hieman lämpeneekin latauksessa, kylmä akku voi vaurioitua ja käyttöikä lyhenee. (Tukes 2019)

Mikäli akku on ollut pitkään käyttämättä ja tyhjentynyt, tulee latauksessa noudattaa äärimmäistä varovaisuutta. Ensimmäisenä kannattaa tarkastaa akun tyyppi, ulkoiset vauriot ja päättää, onko lataamisessa järkeä. Jos kyseessä on avonainen lyijyakku, voi kannen korkeista suojaruuvareissa tarkastaa lyijylevyjen kunnon ja elektrolyytin määrän. Mikäli rikkihappoa roiskuu iholle tai silmiin, on se välittömästi huuhdeltava runsaalla vedellä ja hakeuduttava lääkäriin. Yleensä pitkään tyhjentyneenä ollut akku on menettänyt suuren osan kapasiteetistaan, joten uuden hankinta on järkevää. (Tukes 2019)

Yleistyneet sähköpotkulaudat ja -polkupyörät ovat usein varustettu suurella Li-ion-akulla. Myös matkapuhelimissa ja muissa kannettavissa laitteissa akut ovat suurentuneet. Suurella akulla saadaan enemmän kapasiteettia, joka vaikuttaa toimintamatkaan. Li-ion-akun lataaminen nopeasti tyhjästä täyteen tuottaa paljon lämpöenergiaa, joka pahimmassa tapauksessa syttyy tuleen. Materiaalivalinnoilla on saatu lisättyä lämmönkestoa, jolloin palon uhkaa on saatu pienennettyä.

Paloa sammuttaessa laturin verkkojohto irrotetaan, jos se on turvallisesti mahdollista ja sammutukseen käytetään vettä, sillä se jäähdyttää akkua. Tukahduttavat sammutusvälineet eivät jäähdytä akkua, joten se voi syttyä uudelleen palaamaan. Palanut akku tai laite on siirrettävä mahdollisuuksien mukaan turvallisempaan paikkaan, jossa uusi palo ei ole vaaraksi. Akkupalosta tulevat kaasut ovat myrkyllisiä! (Tukes 2019)

3.2 Käyttäminen ja hankinta

Akkujen käytössä tulee myös noudattaa laitteen valmistajan ohjeita. Akkukäytöissä kannattaa käyttää tunnettujen eurooppalaisten valmistajien tuotteita, jotka ovat testattuja ja varustettu selkeillä merkinnöillä. Vaikka halvempi hinta houkuttaisi, kannattaa sijoittaa alkuperäislaatuiseen ja samanlaiseen akkuun, joka tuotteessa on ollut uutena. Tunnetut merkit ovat laadukkaampia, pidempi ikäisiä ja sisältävät esimerkiksi Li-ion-akussa vaadittavan toimivan suojapiirin. Houkuttavan halpoja merkkiakkuja kannattaa varoa. (Tukes 2019)

Sähköturvallisuuslain 56 momentin mukaan vaarallisena tasajännitteenä pidetään yli 120 voltin jännitetasoa. Näin ollen maallikko saa suorittaa itsenäisesti rajan alittavien kuluttajalaitteiden sähkötöitä. Työskennellessä tulee kuitenkin noudattaa äärimmäistä varovaisuutta oikosulkujen tai muiden kytkentähäiriöiden takia. Akun tai muun sähkölähteen napoja ei saa tietoisesti koskaan oikosulkea. Akkua liittäessä tulee varmistaa liittimien puhtaus ja hyvä kontakti, sillä huono liitos voi ajansaatossa kipinöidä ja aiheuttaa vaaratilanteita.

SFS-EN IEC 62485-2:2018 määrittää ehtoja paikallisille akkukäytöille, kuten esimerkiksi suojaukselle. Vaikka akkujen kotelointi on muuttunut tukevammaksi tiukentuneiden rasiustestien myötä, on varavoiimakäyttöön tarkoitettu akusto sijoitettava esimerkiksi erilliseen akkuhuoneeseen. Tällöin tila on suojattu ulkoiselta häiriöltä ja ylimääräiset ohikulkijat eivät pääse tekemään ilkivaltaa. Akustotilan sähkötyöt on tehtävä voimassa olevien standardien mukaan. Uudisrakennuksessa akkutila kannattaa suunnitella siten, että laajennukset ovat tarpeen vaatiessa helposti tehtävissä. Suuremmat akkujärjestelmät on järkevää sijoittaa ulkoaluille.

3.3 Säilytys ja varastointi

Lyijyakkua tulee säilyttää kansi ylöspäin viileässä paloturvallisessa tilassa, joka on varustettu palovaroittimella. Vaikka akut ovat pääosin suljettuja, voi kyljellään olevasta akusta valua elektrolyyttiä maahan ylipaineventtiilin kautta. Mikäli näin on käynyt, akkua ei saa yrittää avata lisätäkseen vettä. Akku tulee ladata säännöllisesti toimintakunnon säilyttämiseksi. Liiallinen lämpö säilytystilassa haihduttaa akusta nesteitä ja heikentää elinikää. Tyhjän akun jäätyminen vaurioittaa myös akkua. (Varta 2019)

Litiumakkujen muodot vaihtelevat eikä niillä ole selkeää ylä- tai alapuolta, joten niiden säilytysasennolla ei ole merkitystä. Litiumakulla itsestään purkautuminen on hyvin vähäistä, joten täytenä säilytykseen laitetun akun lataamista ei tarvitse huolehtia usein. Tietysti säilytysajan pitkeytyessä on akku välillä ladata. Jos laitteessa on virtakytkin, voidaan akkua säilyttää kiinni laitteessa. Litiumakut voidaan säilyttää normaalissa huoneenlämmössä.

3.4 Hävittäminen

Akut ovat ongelmajätettä eikä niitä tule hävittää normaalin sekäjätteen mukana. Akkuja myyvät liikkeet ovat velvoitettuja ottamaan vastaan käytöstä poistettuja akkuja. Erikoisakuille on maahantuojan järjestettävä keräyspaikka. Pienempiä sauvamallisia akkuja voi palauttaa myös kaupoissa sijaitseviin keräyspisteisiin navat peitettynä oikosulkujen ja kipinäohtien välttämiseksi. SER-pisteeseen voi toimittaa laitteen, jossa on kiinteä akku tai laitteen akkuineen, vaikka akun pystyisikin irrottamaan. (Tukes 2019)

Kierrättäminen on kannattavaa, sillä akuista pystytään keräämään uusiokäyttöön materiaaleja. Yhä lisääntyvä käyttö aiheuttaa akkumateriaalin kulutuksen kasvua, joten kierrätys on hyvä keino vähentää uuden materiaalin tarvetta. Akkujen purkamisia ei saa tehdä itse, sillä kokematon henkilö voi saada aikaan vahinkoa itselleen ja ympäristölle.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/66/EY velvoittaa jäsenvaltiot käyttämään parasta mahdollista tekniikkaa varmistaakseen tehokkaan ja turvallisen kierrätyksen. Akkujen käsittelystä on säädetty, että käsittelytilan tulee olla katettu sekä pinnoitettu tarkoitukseen sopivalle materiaalilla. Käsittelyyn tulee sisältyä vähintään nesteiden ja happojen poisto. Direktiivillä on myös kielletty haitallisten rakasmetallien käyttöä akuissa ja paristoissa.

4 AJANKOHTAISUUS

4.1 Yleistä

Tällä hetkellä maailmalla kehitys on menossa yhä enemmän sähköiseen suuntaan. Isot autonvalmistajat suunnittelevat uusia sähköautokonsepteja ja kilpailevat toisiaan vastaan toimintamatkassa. Toisaalta, on olemassa myös ihmisiä, jotka pyrkivät omavaraiseen asumiseen esimerkiksi tuottamalla osan sähköstään itse. Sähkön tuottaminen kannattavasti aurinkopaneeleilla vaatii aurinkoisia pilvettäpäiviä, joten pimeään aikaan tuotto on hyvin vähäistä. Mikäli haluaa pitää valoja päällä tai ladata älylaitteitaan, voi energiaa ottaa esimerkiksi akustosta tai generaattorista, jos taloudessa ei ole sähköliittymää.

4.2 V2G ja V2H

V2G (Vehicle-To-Grid) ja V2H (Vehicle-To-Home) ovat tekniikoita, joilla sähköauton akustoa voidaan pitää energiavarastona. Erityisesti V2G:lla pyritään helpottamaan ruuhka-ajan kulutuspiikkejä, sillä sähköautot ovat suurimman osan ajastaan käyttämättä. Akustojen koot ovat suurentuneet, joten potentiaalista energiaa olisi reilusti käytettävissä. V2H on vastaava yhden talouden varavoimakäyttöön suunniteltu sovellus. Tällöin sähkökatkon aikana voitaisiin välttämättömät sähkölaitteet pitää päällä tai kalliimman sähkön aikana käyttää autosta saatavaa energiaa.

Ajatuksena V2G idea kuulostaa hyvältä, mutta toteutuksessa on vielä mietittävää. Ensinnäkin akkuteknologian täytyy kehittää tarkoitukseen toimiva akku, joka kestää taajaa lataus-purkusykliä. Nykysähköautoissa käytetty Li-ion-akku kestää joi-tain tuhansia syklejä, mutta päivittäinen syväpurkaus ja täyslataus kuluttaa akun nopeasti loppuun. Toiseksi latausjärjestelmä kaipaa yhdenmukaistamista kaksisuuntaiselle tehon siirrolle, joka vaatii valmistajien yhteistyötä. Latauslaitteita ja -kaapeleita on olemassa useita erilaisia, kuten myös akustoja. Kolmanneksi täytyisi ottaa käyttöön esimerkiksi pilvipohjainen ohjelmisto, jossa sähköautojen omistajat voisivat ilmoittaa autonsa käytöstä ja seurata latausta ja purkamista.

Myös jonkinlainen korvausmenettely olisi hyvä ottaa käyttöön, jos autonsa antaa energiavarastoksi, sillä akustojen vaihdot ovat kalliita ja isotöisiä operaatioita, joita ei voi suorittaa itse. (Motiva 2019)

Turvallisuuden näkökulmasta sähköautojen latauspisteen sijaitseminen autotalissa tai katoksessa on riski. Jos lataus aiheuttaa akuston syttymisen, voi koko omaisuus palaa ilmaan hetkessä. Hankalasti auton runkoon sijoitetut akkukennot ovat vaikeita sammuttaa kotikonstein, sillä ne tuottavat ongelmia myös palokunnalle. Kun autoihin aloitetaan asentamaan yhä suurempia akustoja, olisi palotilanteisiin hyvä keksiä toimiva sammutuskeino. Sähköauton akusto voi syttyä ilmiliekkeihin useita kertoja jäähdytyksestä huolimatta, sillä tietyn lämpötilan ylittyessä (thermal runaway) akun materiaalit alkavat kiihdyttää paloa.

4.3 Pienet energiavarastot

Energian varastointi on alkanut kiinnostaa enemmän yksityisiä kuluttajiaakin. Kuten jo aikaisemmin todettiin, laitteet ovat yhä enemmän sähköistyneet, joten nykyihminen on riippuvainen sähkön saannista. Matkapuhelin tai energiatehokkaat led-valot eivät kuluta paljoa, mutta esimerkiksi täyssähkölämmityksen varassa olevat talot ovat sähköstä hyvin riippuvaisia. Vaikka käytössä olisi maalämpöjärjestelmä, on omakotitalon vuotuinen sähkönkulutus tapauksesta riippuen silti 10 000 kWh luokkaa.

Koska toimivaa vaihtovirtavarastoa ei ole saatu kehitettyä, on tyydyttävä tasavirtavarastoon, akkuun. Monet valmistajat ovat huomanneet kuluttajan tarpeet ja ovatkin lanseeranneet omat tuotteensa kuluttajamarkkinoille. Esimerkiksi Helen Oy myy pientalokäyttöön suunnattua Sonnen Eco -nimistä viiden kilowattitunnin akustoa 10 vuoden takuulla. Tuotteen oletetuksi käyttöiäksi ilmoitetaan 20 vuotta. Varaston ulkonäkö on siisti ja siro, joten sitä ei tarvitse piilottaa. Perusmallia on mahdollista laajentaa kahden ja puolen kilowattitunnin lisäosilla aina 15 kilowattituntiin. Energiavarastoa myydään aurinkopaneelien tuottaman energian varastoksi, jolloin itsetuotettua sähköä voidaan käyttää tehokkaasti kaikkina vuorokauden aikoina. (Helen 2019)

Energiavarastot tuovat myös haasteensa turvallisuudelle. Keskellä huonetta sijaitseva varasto on merkittävä lisä palokuormalle. Akuston kytkentä tulee suorittaa ammattihenkilön toimesta ajantasaisia säädöksiä noudattaen ja siten, että se voidaan irrottaa tarvittaessa sähköpiiristä. Jos akusto syöttää esimerkiksi tiettyä pistorasiaryhmää, tulee ryhmän jännitteettömyydestä varmistua ennen sähkötöiden aloittamista.

4.4 Suuret energiavarastot

Suuren kokoluokan energiavarastot ovat yleensä konttityylisiä ratkaisuja, jotka ovat sijoitettu kiinteistön ulkoalueille. Tällaisissa tapauksissa puhutaan Li-ion-akustoista, joihin voidaan varastoida useita megawattitunteja energiaa. Kontit sisältävät kaiken tarvittavan energian siirtoon ja varastointiin sekä ovat varustettu tulipalon ehkäisyjärjestelmällä. (Merus Power 2019, 14)

Tällaisten järjestelmien rakentaminen on taloudellisestikin kannattavaa, sillä myydystä sähköstä saa hyvän korvauksen. Lisäksi järjestelmää voidaan käyttää loistehon kompensointiin, jolloin ylimääräiseltä loistehomaksulta vältytään. Investoinnissa puhutaan kuitenkin miljoonista euroista, joten akuston käyttöikä täytyy saada venytettyä mahdollisimman pitkäksi takaisinmaksun takaamiseksi. Sähkön laadun parantuminen ja suuri varavoimareservi ovat järjestelmän etuja, mutta uuden teknologian monipuolinen hyödyntäminen luo haasteita, sillä litiumioniakkujen käyttöikää on vaikea arvioida. Akuston kapasiteetin päivittäinen kokonaisvaltainen käyttö nostaa tuottoa, mutta lyhentää käyttöikää. (Merus Power 2019)

5 POHDINTA

Jatkuvan kehityksen alla oleva akkuteollisuus ponnistelee löytääkseen turvallisempia, tehokkaampia ja halvempia materiaaleja, joilla tehtäisiin jonkinlainen läpimurto. Nykyakkujen tila on hyvä, sillä myrkyllisimpiä aineita on pystytty välttämään muilla ratkaisuilla. Lisäksi akut ovat tulleet kevyemmiksi ja pienemmiksi, joten käyttömahdollisuudet ovat rajattomat.

Litiumioniakut ovat tällä hetkellä suosituimpia tasaisen virranantokykynsä vuoksi, mutta lyijyakku ja sen sovellukset ovat yleisempiä autoteollisuudessa käynnistysakkuina. Erityisesti litium-rautafosfaattiakun suosiota nostaa suuri kennojännite, pitkäikäisyys ja turvallisuus. Akun materiaalit ovat myös myrkyttömiä ja halvempia, mutta painavampia kuin muissa litiumakuissa. Litiumakkujen suurin etu turvallisuuden kannalta on akun suojapiiri, jolla akun tilaa ja käyttöä valvotaan jatkuvasti.

Akkujen kierrättäminen on tärkeää, sillä kierrossa on edelleen myrkyllisiä aineita sisältäviä kennostoja. Oikeat käsittelymenetelmät ovat avain nopeaan ja tehokkaaseen kierrätykseen. Materiaalien keräys takaisin kiertoon vähentää hyödyttömän jätteen määrää ja laskee uuden materiaalin tarvetta.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda tietopaketti, jota voisi hyödyntää esimerkiksi opetuksessa. Akkujärjestelmistä löytyy paljon tietoa, mutta turvallisuus näkökulman kannalta valitettavan vähän. Eri lähteet toistavat paljon samoja asioita keskittyen litiumakkujen käyttöihin jättäen vanhemman tekniikan taka-alalle. Työssä on kuitenkin pyritty käsittelemään kattavasti erilaisia akkutyyppisiä mahdollisuuksien puitteissa.

LÄHTEET

Ahoranta, J. 2016. Sähkötekniikka. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 6.9.2006/66/EY
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN-FI/TXT/?uri=LEGIS-SUM:I21202&from=EN>

Helen. Älykäs sähkövarasto pientaloon. Esite. Luettu 12.10.2019.
<https://www.helen.fi/aurinko/kodit/sahkovarasto-pientaloon>

Hänninen, V. 2018. Virtausakku voi ratkaista uusiutuvan energian varastoinnin. ETN. Luettu 3.9.2019.
<http://etn.fi/index.php/13-news/8304-virtausakku-voi-ratkaista-uusiutuvan-energian-varastoinnin>

Jacobi, W. 2003. Lithium Batteries: The Lastest Variant of Portable Electrical Energy. Teoksessa Kiehne, H. A. Battery Technology Handbook. Second edition. Renningen-Malsheim: Expert Verlag GmbH.

Merus Power. Energiavarastot. Seminaariesitys 19.10.2019.

Motiva. Akut. Artikkel. Luettu 20.8.2019.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_vii-saasti/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/akut

SFS-EN IEC 62485-2. 2018. Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset. Osa 2: Paikallisakut. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 13.11.2019. Vaatii käyttöoikeuden.
<https://online-sfs-fi.libproxy.tuni.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CENELEC/ID2/6/717980.html.stx>

Säköturvallisuuslaki 1135/16.12.2016
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135#Lidp447126320>

Tukes. Litiumioniakkujen elinkaari hankinnasta hävittämiseen. Ohje. Luettu 12.9.2019. <https://tukes.fi/litiumioniakkujen-turvallinen-kayttaminen>

Varta. Akkujen huolto ja varastointi. Käyttöohje. Luettu 7.9.2019.
<https://www.varta-automotive.fi/fi-fi/varta-teknista-tietoa/akkujen-huolto-ja-varastointi/huolto>