

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Uusiutuvan energian koulutus
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Jarno Härkönen

KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJEIDEN KEHITTÄMINEN
MOBIILISÄHKÖVARASTOILLE

Opinnäytetyö
Toukokuu 2020

	<p>OPINNÄYTETYÖ Toukokuu 2020 Uusiutuvan energian koulutus Ylempi ammattikorkeakoulututkinto</p> <p>Tikkarinne 9 80200 JOENSUU +358 13 260 600</p>
<p>Tekijä(t) Jarno Härkönen</p>	
<p>Nimeke Käyttö- ja huolto-ohjeiden kehittäminen mobiilisähkövarastoille</p> <p>Toimeksiantaja Karelia-ammattikorkeakoulu</p>	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehdyttää lukija käyttö- ja huolto-ohjeiden luomiseen vaikuttaviin tekijöihin. Ohjeistusta luodessa siirrettäville sähkövarastoille tulee kiinnittää huomiota suunnitteluvaiheessa useisiin asioihin muun muassa käytettävyyteen ja käyttäjäpsykologiaan. Käyttäjän toimintaa tarkasteltiin myös käyttöskenaarioiden ja käyttäjän mahdollisten rajoitteiden vaikutusten kautta ohjeistuksen suunnitteluun.</p> <p>Opinnäytetyö oli tutkimuksellinen kehittämistyö, jossa käytettiin pohjana dokumenttiaineistoja analyseineen. Aineistojen avulla luotiin tietopohja ohjeistusten luomiselle. Tarkoituksena oli hyödyntää myös kvalitatiivista tutkimusmenetelmää käyttäjäkokemuksen osalta. Käyttäjäkokemuksen arvioiminen jätettiin kuitenkin toteuttamatta hankkeen viivästymisen takia.</p> <p>Opinnäytetyön perusteella, tarvitaan lisää tutkimustietoa ja käytännön kokemusta, etenkin siirrettävien sähkövarastojen osalta. Tämä tukee laitteistojen turvallista käyttöä ja kuljettamista. Myös lainsäädäntö tulee kehittymään ja yhdentymään sähkövarastojen yleistyessä.</p>	
<p>Kieli suomi</p>	<p>Sivuja 43 Liitteet 2 Liitesivumäärä 2</p>
<p>Asiasanat sähkövarasto, huolto-ohje, käyttöohje, käytettävyys, akku, suunnittelu, ohje, testaus, käyttäjä</p>	

 <p>Karelia UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>	<p>THESIS May 2020 Degree Programme in Renewable Energy Master of Natural Resources</p> <p>Tikkarinne 9 80200 JOENSUU FINLAND + 358 13 260 600</p>
<p>Author Jarno Härkönen</p>	
<p>Title Development of operating and maintenance manuals for mobile electrical energy storages</p> <p>Commissioned by Karelia UAS</p>	
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to orientate the reader with the factors influencing the creation of operating and maintenance instructions. When creating instructions for portable electrical storages, several things should be considered in the design phase, e.g. usability and user psychology. User behavior was also examined through usage scenarios and the effects of any user limitations on the design of the guidance.</p> <p>The thesis was a research and development work based on documentary data and analyzes. The materials were used to create a knowledge base for creating instructions. The intention was also to utilize a qualitative research method in terms of user experience. However, the user experience assessment was not carried out, due to the delay of the project.</p> <p>Based on this thesis, especially in the case of portable electricity storage, more research information and practical experience is needed. This supports the safe use and transport of the equipment. Legislation will also evolve and integrate as electricity storages become more common.</p>	
<p>Language Finnish</p>	<p>Pages 43 Appendices 2 Pages of Appendices 2</p>
<p>Keywords electrical storage, service manual, operating manual, usability, battery, design, manual, testing, user</p>	

Sisältö

1	Johdanto	7
2	Opinnäytetyön taustaa, tavoitteet ja toteutus	8
2.1	Taustaa	8
2.2	Tavoitteet ja toteutus	8
3	Ohjeen käytettävyys.....	9
3.1	Käyttäjä.....	9
3.2	Käytettävyys ja käyttöskenaariot.....	10
3.3	Käyttäjä lähtökohtana	13
3.4	Käyttäjakeskeinen suunnittelu	14
3.5	Käyttäjän mahdollisia rajoitteita	15
3.6	Käyttäjäpsykologia.....	16
4	Mobiilisähkövarastot	18
4.1	Akusto.....	18
4.2	Mini-PMU	20
4.3	Käyttö ja kuljettaminen.....	21
4.4	Ympäristö ja säilytys	21
5	Ohjeistuksen suunnittelussa huomioitavat asiat	22
5.1	Haasteet	23
5.2	Turvallisuus.....	23
5.3	Piirrosmerkit.....	24
5.4	Värit	25
5.5	Standardit	26
6	Ohjeiden testaaminen	27
6.1	Testaamisen keinot.....	27
6.2	Palaute ja ohjeen kehittäminen.....	29
6.3	Oppiminen	29
7	Ohjeistuksen arviointi.....	30
8	Tulokset ja yhteenveto	36
9	Pohdinta.....	38
	Lähteet.....	42

Liitteet

Liite 1 Käytettävyyshaastattelu

Liite 2 Palautelomake

LYHENTEET

PMU	PowerManagmentUnit	(tehonhallintayksikkö)
BMS	BatteryManagmentSystem	(akunhallintayksikkö)
BMU	BatteryManagmentUnit	(akunhallintayksikkö)
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto	
ISO	International Organization for Standardization	(kansainvälinen standardisoimisjärjestö)
VAK	Vaarallisten aineiden kuljetus	
UPS	Uninterruptible Power Supply	(Keskeytyksetön virtalähde)
V2G	Vehicle to grid	(Ajoneuvosta verkkoon)
V2H	Vehicle to home	(Ajoenuvosta kotiin)

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä on tarkoituksena perehtyä käyttö- ja huolto-ohjeiden kehittämiseen vaikuttaviin tekijöihin, joita tulisi ottaa huomioon luodessa ohjeistusta siirrettäville sähkövarastoille. Ohjeiden tekemiseen vaikuttavia tekijöitä tarkastellaan niin käytettävyyden kuin teknologian asettamien haasteiden näkökulmista. Ohjeiden luomisessa kiinnitetään myös huomiota eri käyttäjäryhmien tarpeeseen ja osaamistasoon, jotta voidaan varmistua siitä, että ohjeistus on riittävän selkeä kaikkien käytettäväksi.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Karelia-ammattikorkeakoulun hallinnoima Mobiilisähkövarastoilla energiahuoltovarmuutta ja säätövoimaa uusiutuvalla energialle- hanke. Opinnäytetyössä käytyjen asioiden avulla on tarkoituksena luoda ohjeistus ja kehittää ohjeistusta, jonka avulla turvataan hankkeen kehittämisen sähkövaraston käyttö ja hyödyntäminen opetuskäytössä osana Sirkkalan Energiapuistoa, myös hankkeen päätyttyä.

Opinnäytetyössä perehdytään myös ohjeen kehittämiseen sekä niihin toimenpiteisiin, joiden avulla saadaan mitattua käyttäjiltä saatava palaute ja tehtyjen muutosten vaikutus. Ulkopuolelle opinnäytetyössä jäävät akustojen sekä muun laitteiston kierrättäminen elinkaaren loppupuolella. Opinnäytetyössä ei myöskään pureuduta kaikkiin teknologioihin, joita sähkönvarastoinnissa on käytössä, vaan teknologiaa ja sen vaikutusta ohjeen suunnitteluun käsitellään yleisellä tasolla tarkempaa rajausta tekemättä.

Ohjeita on tarkoituksena kehittää käyttäjäryhmiltä saadun palautteen myötä. Alkuperäisen suunnitelman mukaan käyttäjäpalaute oli tarkoitus poimia osaksi tätä opinnäytetyötä, mutta sähkövaraston toimituksen viivästymisen takia käyttäjäpalaute jätettiin käsittelemättä.

2 Opinnäytetyön taustaa, tavoitteet ja toteutus

2.1 Taustaa

Karelia-ammattikorkeakoulun hallinnoima Mobiilisähkövarastoilla energiahuoltovarmuutta ja säätövoimaa uusiutuvalla energialla -hanke käynnistyi vuoden 2017 alussa. Hankkeen tarkoituksena oli siirrettävien sähkövarastojen käytön pilotointi sekä demostrointi. Osa-alueina olivat energiahuoltovarmuuden parantamisen ja uusiutuvan energian varastoinnin lisäksi säätö- ja huippuvoiman tuotannon huomioiminen ja sähköistyvän liikkumisen edistäminen. (Karelia-ammattikorkeakoulu 2017.)

Hankkeessa tehtävillä toimilla on tarkoitus lisätä uusiutuvan energian tuotantoa sekä kehittää sähkövarastointiin ja muunnossähköautoihin liittyvää toimintaa hankkeen kattamalla alueella. Tärkeänä osa-alueena on myös energiahuollon kannalta heikkojen alueiden huoltovarmuuden parantaminen haja-asutusalueiden lisäksi toiminnan kannalta kriittisissä kohteissa. (Karelia-ammattikorkeakoulu 2017.)

Yhtenä hankkeen tehtävistä oli siirrettävän mobiilisähkövaraston kehittäminen, joka tulisi hankkeen päättymisen ja tehtyjen mittausten jälkeen sijoittumaan osaksi Karelia-ammattikorkeakoulun Sirkkalan Energiapuistoa, jossa sitä on tarkoitus muiden laitteiden ohella hyödyntää koulutuksessa sekä tutkimuksessa. Laitteisto on kehitetty useiden laitetoimittajien kanssa, joten kyseiselle kokonaisuudelle ei ole käyttö- tai huolto-ohjetta. Kyseinen ohje tulee tehdä laitevalmistajien dokumenttien pohjalta. Näin ollen tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda pohja, jonka avulla ohjeistukset on mahdollista kehittää siirrettäville sähkövarastoille.

2.2 Tavoitteet ja toteutus

Opinnäytteen tavoitteena on luoda tietopohja siirrettävien sähkövarastojen käyttö- ja huolto-ohjeistuksen luomiselle sekä kehittämiselle. Käyttö- ja huolto-ohjeiden luomista ja kehittämistä tarkastellaan aluksi käytettävyyden ja

käyttäjäpsykologian avulla. Ohjeistuksen luomisessa huomioidaan myös laitteiston asettamat tekniset vaatimukset, jonka jälkeen tarkoituksena on pohtia keinoja ohjeistuksen kehittämiseen sekä ohjeistuksen toiminnan testaamiseen. Ohjeiden on tarkoitus olla helposti ymmärrettäviä, mutta kuitenkin riittävän informatiivisia, jotta kaikki toimenpiteet niin käytön kuin huollon osalta saadaan suoritettua turvallisesti.

Opinnäytetyön lopuksi pohditaan sähkövarastoinnin tulevaisuutta ja sitä, kuinka se tulee vaikuttamaan ohjeistuksen suunnitteluun. Opinnäytetyön rajaus on hattu pitää riittävän selkeänä, jotta ohjeistuksen kannalta tärkeisiin asioihin keskitytään riittävällä tarkkuudella. Rajauksessa ulkopuolelle on jätetty ohjeistusta koskevat lait sekä asetukset, jotka itsessään ovat erittäin laaja osa-alue käsiteltäväksi. Myös eri teknologioiden vertaaminen on jätetty opinnäytetyön ulkopuolelle, joten käytettyä teknologiaa käsitellään vain yleisellä tasolla.

3 Ohjeen käytettävyys

3.1 Käyttäjä

Tekniikan kehittämisen perusta muodostuu käyttäjän ja käyttäjän päämäärien mukaan. Uutta teknologiaa tuotetaan kuitenkin markkinoille sellaisella vauhdilla, jossa käyttäjä ja käyttäjän päämäärät saattavat jäädä vähemmälle huomiolle. Käyttäjän huomioimatta jättämisellä on kaksi mahdollista seurausta, jotka ovat alikäyttö ja virheellinen kohdistaminen. Alikäyttö on riskinä tilanteessa, jossa käyttäjällä ei ole tietoa tai taitoa hyödyntää laitetta optimaalisella tavalla. Vastavasti virheellinen kohdistaminen syntyy tilanteessa, jossa käyttäjällä ei ole tarvetta laitteelle tai ominaisuudelle. (Oulasvirta 2011, 45 & 47.)

Antti Oulasvirran mainitsemaa alikäyttöä ja virheellistä kohdistamista voitaisiin välttää huomioimalla enemmän suunnittelijan ja käyttäjän välisiä eroja toiminnassa, joihin Irmeli Sinkkonen ja muut ovat kiinnittäneet enemmän huomiota. Samalla tulisi suunnittelussa huomioida myös Irmeli Sinkkosen mainitsemat virheelliset tavat toimia. Suunnittelijan ja käyttäjän tapa toimia eroaa kokemuksen ja

opitun tiedon myötä suuresti. Eroavaisuuksista johtuen myös tavoissa toimia käyttäjänä, on suuria eroja. Nämä erot käytettävyydessä tulisi ottaa huomioon suunnittelussa tai viimeistään kehitysvaiheessa. Suunnittelijalla olisi hyvä olla mahdollisuus tarkastella käyttäjän tapaa toimia ja käyttää laitetta omalla tavallaan. Tarkastelun tarkoituksena olisi löytää ja poistaa mahdollisia virheellisiä tapoja toimia. (Sinkkonen, Kuoppala, Parkkinen & Vastamäki. 2006, 21.)

Tilanteessa, jossa suunnittelija ymmärtäisi ohjeen käyttäjää, olisi suunnittelijan syytä muistaa osa-alueet, joiden avulla käyttäjää voidaan ymmärtää, kuten Irmeli Sinkkonen ja muut mainitsevat. Käyttäjän ymmärtämisen keinot voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen: testaamiseen ja analysointiin. Testaamisella tarkoitetaan erilaisia ja eri tasoisia käytettävyydestestejä, joita käyttäjät suorittavat. Tulosten perusteella suunnittelijalla on mahdollista kehittää tuotetta vastaamaan enemmän käyttäjän tapoja toimia. Käyttäjät toimivat pääsääntöisesti joko suunnitelman tai tilanteen mukaan. (Sinkkonen ym. 2006, 21.)

3.2 Käytettävyys ja käyttöskenaariot

Käytettävyys on yksi tuotteen laadullisista ominaisuuksista. Käytettävyyden suunnittelu koostuu eri teorioista sekä tavoista, joiden tarkoituksena on parantaa käyttäjän ja käytettävän käyttöliittymän välistä vuorovaikutusta. Vuorovaikutusta voidaan parantaa tekemällä käytöstä tehokkaampaa ja käyttäjäystävällisempää. (Sinkkonen ym. 2006, 11.)

Käytettävyyden laadullisia ominaisuuksia arvioitaessa on mahdollista käyttää käytettävyyden määrittelyyn useita eri tapoja, kuten Irmeli Sinkkonen ja muut ovat maininneet. Käytetyimmät niistä ovat Jakob Nielsenin ja ISO-standardin määritelmät. Vaikka määritelmät ovat erittäin hyödyllisiä käytettävyyden määrittelyyn, eivät ne koskaan pysty pureutumaan kaikkiin käytettävyyttä koskeviin ongelmiin. Käytettävyys koostuu käyttötilanteen opittavuudesta, virheettömyydestä, muistettavuudesta, tehokkuudesta ja miellyttävyydestä Jakob Nielsenin mukaan. ISO-standardi huomioi edellä mainittujen lisäksi myös tuottavuuden. (Sinkkonen ym. 2006, 11.)

Nykyisin laitteet ja koneet toimivat lähes itsestään, on niitä kuitenkin ohjattava joissain määrin käyttäjän toimesta. Laitteen käyttäminen onnistuu vaivattomasti, kun laitteen käyttöliittymä sekä ohjeistus on selkeä ja helposti ymmärrettävissä. (Kuutti 2003, 13.) ”Laitteista on kuitenkin hyötyä vain, jos osaamme käyttää niitä” (Saariluoma 2004, 7.) Jos laitteen käytettävyydessä on ongelmia ja niitä ei onnistuta havaitsemaan ajoissa, voi onnettomuusriski kasvaa huomattavasti. Tämän vuoksi käytettävyyttä ei pidä aliarvioida. Käytettävyydessä on kyse vuorovaikutuksesta, jolloin laajojen ja moniulotteisten ongelmien havaitseminen voi olla haastavaa. Ohjeen käytettävyydellä voidaan tarkoittaa sitä, kuinka vaivattomasti käyttäjä kykenee löytämään haluamansa asian ja suorittamaan halutun toimenpiteen ohjeen avulla. Ollakseen hyvin käytettävä, ohjeen tulee olla selkeä ja helposti ymmärrettävä. Voidaan siis puhua eräänlaisesta vuorovaikutuksesta, joka ohjeen ja käyttäjän välille muodostuu. (Kuutti 2003, 13.) ”Myös aivan tavallisella ovelta tai vaikkapa hanalla on käyttöliittymä, jonka yksi ominaisuus on käytettävyyttä” (Kuutti 2003, 13.)

Wille Kuutin mainitsemien käytettävyysongelmien paikantaminen on tärkeää, samalla on kuitenkin muistettava, että käytettävyyttä muodostuu eri osa-alueista, joita ovat muun muassa opittavuus, muistettavuus, tehokkuus, pieni virhealttius ja miellyttävyys. (Kuutti 2003, 13.) Käytettävyydeltään huonojakin käyttöliittymiä on mahdollista parantaa pienillä muutoksilla, joiden avulla käyttämisestä tulee sujuvampaa. Hyvä käytettävyyttä on myös tärkeä osa fyysistä turvallisuutta. Hyvin tehtyä ohjetta on helppo käyttää ja tulkita. Huonosti käytettävä ohje lisää käyttäjän turhautumista, josta seuraa usein virhealttiutta, jonka seurauksena työtapa-turmariski kasvaa. (Kuutti 2003, 16.)

Käytettävyyttä voidaan arvioida myös heuristisesti. Tällöin käytettävyyttä arvioidaan sääntöjen ja ohjeistuksen avulla, jota hyvän käyttöliittymän tulisi noudattaa. Sääntökokoelmia on monen laajuisia. Ongelmaksi kuitenkin laajemmissa epäkäytännöllisissä useakohtaisissa kokoelmissa muodostuu inhimillinen käsitys- ja muistikyky, jotka rajoittavat toimintaa. (Kuutti 2003, 46–47.)

Käytettävyyttä arvioitaessa on muistettava, ettei Wille Kuutin mainitsemia sääntöjä ja ohjeistuksia tule olla liikaa arvioinnissa mukana, vaan olisi sen sijaan

yleensä käytettävä tiivistettyjä sääntökokoelmia, jotka muodostuvat vain noin kymmenestä säännöstä. Oikein tehtynä arvioinnin avulla on mahdollista havaita yleisimmät ja vakavimmat käytettävyysongelmat. (Kuutti 2003, 47.)

Yksittäin arvioija kykenee löytämään arviolta 35 % käytettävyysongelmista. Käytettäessä useita eri arvioita, käytettävyysongelmien löytymisprosentti kasvaa, koska arvioijat kiinnittävät huomioita eri asioihin. Viiden arvioijan avulla on mahdollista löytää arviolta kolme neljäsosaa kaikista käytettävyysongelmista, joita käyttöliittymällä mahdollisesti on. Käytettävyysongelmien löytöprosentti ei kasva yhtä suuresti, vaikka arvioijien määrää kasvatettaisiin viidestä ylöspäin. (Kuutti 2003, 48.)

Kun suoritetaan arvoinnit Wille Kuutin mainitseamalla arvioijalla tai arvioijilla, saadaan muodostettua lista käytettävyysongelmista. Arviointi antaa arvion ongelman vakavuudesta, mutta ei ota kantaa siihen, kuinka ongelma mahdollisesti tullaan korjaamaan. Kokematon käyttäjä kykenee havaitsemaan keskimäärin vain 22 % kaikista ongelmista, kun vastaavasti asiantuntijan havaintojen lukumäärä on lähes kaksinkertainen. (Kuutti 2003, 49.)

Tilanteessa, jossa Wille Kuutin mainitseman arvioinnin tekeminen on suunnitelman mukaan liian myöhäistä arvioida käytettävyyttä, voidaan käytettävyyttä arvioida Pertti Saariluoman mainitsemien käyttöskenaarioiden avulla. Käyttöskenaariot luovat mahdollisuuden huomioida käyttäjäpsykologia käytettävyydessä jo suunnitteluvaiheessa. Käyttöskenaarioilla pyritään kuvaamaan käyttöympäristön asettamat psykologiset vaatimukset. Näin voidaan jo varhaisessa vaiheessa luoda ratkaisuja mahdollisiin käytettävyyden ongelmiin. (Saariluoma 2004, 156.)

Käytettävyyttä suunniteltaessa ei pidä unohtaa yksityiskohtia, koska niistä käytettävyydessä on pohjimmiltaan kyse. Pienillä ongelmilla käytettävyydessä voidaan laskea käyttötehokkuutta huomattavasti. Vaikka tekniikkaa olisikin mahdollista muuttaa, se ei tarkoita sitä, että käyttäjät muuttavat käyttäytymistään. Tämän vuoksi on tärkeää tietää, miten käyttäjät toimivat. (Saariluoma 2004, 163.)

Käyttäjän kokemaa käytettävyyttä pohtiessa ei pidä unohtaa Pertti Saariluoman mainitsemia yksityiskohtia ja käytettävyyden mittarointia Antti Oulasvirran mukaan. Käytettävyyttä on myös mahdollista mitata erilaisilla mittareilla, jolloin tarkkaillaan määrää tai mahdollisesti laatua. Mittareiden avulla voidaan kehittää käytettävyyttä systemaattisesti, koska mittareita on mahdollista muuttaa projektin edetessä. (Oulasvirta 2011, 2.)

3.3 Käyttäjä lähtökohtana

Ohjeen suunnittelussa voidaan huomioida käyttäjän aikaisemmin käyttämien ohjeiden käytettävyys, kuten Wille Kuutti mainitsee. Kun ohjeista tehdään samankaltaisia, paranee käyttäjän tehokkuus ohjeen hyödyntämiselle. Tällöin voidaan puhua intuitiivisesta käyttöliittymästä, jota käyttäjä kykenee hyödyntämään aikaisempien kokemusten sekä intuition avulla. (Kuutti 2003, 13.) Käytettävyyttä ei kuitenkaan pidä laskea pelkän intuitiivisen tehokkuuden varaan, koska kyseessä on yksilöllinen kokemus, joka vaihtelee suuresti käyttäjän aikaisempien käyttökokemusten mukaan. ”Jokin asia voi olla yhdelle intuitiivinen ja toiselle täysin epäintuitiivinen” (Kuutti 2003, 13.)

Wille Kuutin mainitseman intuitiivisen toiminnan lisäksi on käyttäjän toimintaa mahdollista ennustaa sisällönpsykologian avulla, kuten Pertti Saariluoma kertoo. Ennustaminen tapahtuu analysoimalla käyttäjän mentaalisten representaatioiden tietosisältöjen kautta. Tietosisältö muodostuu omasta käsityksestämme ympäröivästä maailmastamme. Käyttäjä pyrkii käyttämään laitetta omien tietojen avulla. Tilanteessa, jossa käyttäjä ei hallitse laitetta tai hänellä ei ole tarvittavia tietoja laitteen hallintaan, voi hän käyttää laitetta väärin. Käytettävyyden kannalta olisikin syytä huomioida tulevan käyttäjän mahdolliset tiedot, olettamukset, tarpeet sekä ajatukset, joiden pohjalta tuleva käyttäjä mahdollisesti toimii. (Saariluoma 2004, 111–112.)

Pertti Saariluoma, kuten myös Wille Kuuttikin, mainitsevat käytettävyyden muodostuvan monista eri osa-alueista. Päästäksemme mahdollisimman hyvään käytettävyyteen, on lopullinen käyttäjä tunnettava jo suunnitteluvaiheessa.

Käyttäjäkeskeistä suunnittelua voidaan toteuttaa monella eri tasolla. Helpoin tapa on perehtyä käyttäjän luona, tulevassa käyttöympäristössä sitä, mihin käyttäjän on tarkoitus laitetta käyttää. On myös mahdollista kerätä käyttäjästä tietoja sekä hyödyntää tarkkoja toimintamalleja, joista tarvittava tieto saadaan jalostettua. Käyttäjän mallintaminen on kuitenkin erittäin haastavaa ja jopa lähes mahdotonta. (Kuutti 2003, 117.)

Käyttäjän tapaan toimia ja käyttäytyä vaikuttavat tekijät voidaan jakaa seitsemään osa-alueeseen. Pohjan käyttäytymiselle muodostaa käyttäjän synnynnäinen luonne, jota seuraa kulttuurilliset vaikutteet. Tapaamme toimia vaikuttavat myös suuresti oppimamme tiedot ja taidot, mahdollisuudet ja rajoitteet, määräytyt tehtävät ja asetetut tavoitteet sekä tilanne, jossa toiminta tapahtuu. (Sinkkonen ym. 2006, 17.)

3.4 Käyttäjäkeskeinen suunnittelu

Käytettävyyttä voidaan parantaa vuorovaikutussuunnittelulla Pertti Saariluoman mukaan. Suunnittelussa keskitytään käyttäjän ja käyttöliittymän väliseen vuorovaikutukseen. Yhtenä vaihtoehtona on myös selvittää käytettävyytutkimuksen avulla käyttöliittymän käytettävyyssominaisuuksia. Tutkimuksen perimmäisenä tarkoituksena on parantaa käyttäjän kokemaa käytettävyyttä. (Saariluoma 2004, 11.)

Keskeisinä osa-alueina suunnittelussa ovat myös käyttökontekstin analysointi, tarpeiden tunnistaminen, vaatimusten määrittely sekä käyttäjän kanssa suoritettava iteratiivinen arviointi. (Oulasvirta 2011, 102.) Apuna käyttäjäkeskeiseen suunnitteluun voidaan käyttää standardia ISO13407, josta löytyy määriteltynä käyttäjäkeskeistä suunnittelua koskeva prosessi. Prosessin tarkoituksena on aloittaa suunnittelu tarpeen tunnistamisesta. Kun tarvittava tunnistus on tehty, voidaan siirtyä käyttökontekstiin, käyttäjän mahdollisiin vaatimuksiin. Kuten monet muut asiat, myös käyttöympäristö vaikuttavat suuresti käytettävyyteen, tästä syystä sitä ei voida jättää huomioimatta. (Oulasvirta 2011, 108.)

Käyttäjäkeskeisessä suunnittelussa tuodaan suunnittelijalle Antti Oulasvirran mukaan intuitiota tarkempaa tietoa käyttäjän mahdollisista tavoista toimia tai vastavasti rajoitteista. Koottu tieto toimii hyvänä pohjana suunnittelulle. (Oulasvirta 2011, 106.) Käyttäjäkeskeisessä suunnittelussa käytetään hyödyksi käyttäjistä aikaisemmin kerättyä tietoa. On myös mahdollista ottaa käyttäjä mukaan suunnitteluun. Käyttäjäkeskeisen suunnittelun historia ulottuu vuoteen 1960. Jokainen käyttäjä ja käyttäjäryhmä asettaa ohjeen suunnittelulle omat haasteensa. Kun käyttäjä saa käytettäväkseen uuden laitteen, toimii hän jossakin tilanteissa kuin pieni lapsi. Käyttäjä kokeilee eri toimintoja ja tarkkailee, mitä niistä mahdollisesti tapahtuu. (Kuutti 2003, 66.)

Aloittaessa suunnittelua kannattaa huomioida kaikki ohjeen mahdolliset käyttäjät. Näin saadaan ohjeen käytettävyyttä parannettua, koska tiedetään jo käyttäjien lähtökohdat ja mahdolliset rajoitteet. Käyttötapauksien avulla voidaan ohjeen suunnittelussa keskittyä pelkästään käyttäjän ja käyttötarpeiden huomioimiseen. Käyttötapauksien avulla tapahtuva käyttäjän mallintaminen on huomattavasti kevyempi menetelmä muihin tapoihin verrattuna. Käyttötapauksia tutkitaan yksittäisinä toimintoina, joita käyttäjä laitteella haluaa suorittaa. Käyttötapaukset voidaan pilkkoa myös pienempiin osiin, kuten Wille Kuutti mainitsee, jolloin toiminnon hahmottaminen askel askeleelta on helpompaa. Käyttötapauksia voidaan havainnollistaa perinteisen tekstin ohella yksinkertaisilla kuvilla sekä kaavioilla. Käyttötapauksia on mahdollista kerätä huomattava määrä. Tästä syystä niitä on pyrittävä priorisoimaan. Priorisoinnin syynä on rajalliset resurssit ja halu keskittyä vain tiettyyn osa-alueeseen. Priorisoinnissa tarkastellaan käyttötapauksia kriittisyyden mukaan ja pyritään näin karsimaan turhia osa-alueita pois. (Kuutti 2003, 132–134.)

3.5 Käyttäjän mahdollisia rajoitteita

Useiden eri henkilöiden toimiessa käyttäjinä, on huomioitava käyttäjän mahdolliset kyvyt ja rajoitteet. Käyttäjän fyysiset ominaisuudet muodostavat yhden osa-alueen. Fyysiset ominaisuudet ovat kuitenkin kehittyneet ihmiselle evoluution tuloksena. (Kuutti 2003, 22.) Kapasiteettirajoitteet ovat ihmiselle biologisia, joten

niitä ei voida ohittaa käytettävyyssuunnittelussa ilman, että unohtamisesta muodostuisi jonkin tasoista riskiä käyttäjälle (Saariluoma 2004, 93). Käyttöohjetta suunnitellessa pitää huomioida käyttäjän näköaistin asettamat mahdolliset rajoitteet. Myös ihmisen tarkkaavaisuudella ja havaintokyvyllä on omat rajoitteensa. Ihminen kykenee suodattamaan niin alitajuntaisesti kuin tietoisesti ympärillä tapahtuvaa ja lukemaansa. ”Aistiärsykkeiden alitajuntaiseen suodattamiseen viitataan usein ärsykekyynnyksenä ja tarkkaavaisuus mielletään enemmän tietoiseksi toiminnaksi.” (Kuutti 2003, 35.)

Tarkkaavaisuudessa on Wille Kuutin mukaan kyse tietoisesta toiminnasta, joten sitä on mahdollista joissakin tilanteissa hallita keskittymällä. Keskittyminen kuitenkin vaatii lisähuomiota muilta alueilta, jolloin tarkkaavaisuus kyseisillä alueilla heikkenee tilapäisesti. Tarkkaavaisuus ja ärsykekyynnykset ovat hyvin riippuvaisia käyttäjän henkisestä tilasta. Motivoitunut käyttäjä huomioi etenkin kiinnostuksen kohteensa hyvin. Kun vastaavasti epämotivoitunut, väsynyt, sairas tai stressaantunut käyttäjä jättää asiat huomioimatta, eikä reagoi ärsykkeisiin läheskään samalla tavalla. Myös muisti toimii käyttäjää rajoittavana tekijänä, joka on syytä huomioida käyttöohjeen käytettävyydessä. Yleensä puhutaan kahdesta eri muistista, joita ovat pitkäkestoinen muisti ja lyhytkestoinen muisti. Muisteista käytetään myös nimityksiä säiliömuisti sekä työmuisti. (Kuutti 2003, 36.)

Säiliömuisti on muistikapasiteetiltaan suurempi kuin työmuisti, mutta vastaavasti sinne tiedon oppiminen on huomattavasti hitaampaa kuin työmuistiin. Myös aistiärsykkeet hyödyntävät työmuistia ja näin ollen vievät kapasiteettia muulta muistamiselta. Esimerkiksi tilanteessa, jossa käyttäjä kokee ulkopuolelta tulevan ärsyksen, voi käyttäjä unohtaa, mitä oli juuri tekemässä. Työmuistin kapasiteetti vaihtelee kolmesta seitsemään asiaan, mutta on kuitenkin jokaiselle käyttäjälle hyvin yksilöllinen. (Kuutti 2003, 36–37.)

3.6 Käyttäjäpsykologia

Käyttäjäpsykologia perehtyy ihmiseen käyttäjänä, kuten Antti Oulasvirta kertoo. Erona kognitiiviseen ergonomiaan on käyttäjäpsykologiassa käytettävä koko psykologian käsite- ja teoriapohja. (Oulasvirta 2011, 46.) ”Psykologia tarkastelee

ihmistä erilaisissa rooleissa” (Oulasvirta 2011, 46). Käyttäjän ja laitteen välistä vuorovaikutusta voidaan tutkia käyttäjäpsykologian avulla. Käyttäjäpsykologiassa keskitytään ihmisen piirteisiin ja tapoihin toimia, joita ilmenee, kun ihminen käyttää konetta. Tapojen pohjalta luodaan ihmiskuva siitä, miten käyttäjä mahdollisesti tulee toimimaan. (Saariluoma 2004, 17.)

Käyttäjäpsykologian avulla pyritään tuomaan psykologiasta tutut lainalaisuudet suunnitteluun (Saariluoma 2004, 163). Käyttäjäpsykologiassa on ensisijaisesti kyseessä käytettävyyssuunnittelun pohjan luominen. Suunnittelijat luovat pohjan pohtien käytettävyyttä yleensä omasta näkökulmasta, miten he itse toimisivat käyttäjänä vastaavassa tilanteessa. Tämän oletuksen pohjalta suunnittelijat luovat oletuksen siitä, kuinka muutkin käyttäisivät laitetta. Kyseinen tapa ei kuitenkaan ole yhteensopiva psykologian perusmetodien kanssa. (Saariluoma 2004, 29.) Pertti Saariluoman Ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutus -kirjassa mainitun käyttäjäpsykologian lisäksi käytettävyyttä voidaan tutkia sisällönpsykologian avulla. Sisällönpsykologiaa voidaan tarkastella kolmen eri näkökulman kautta, joita ovat: mieltäminen, refleksiivinen ajattelu ja oppiminen. (Saariluoma 2004, 112.) Käytettävyyttä on mahdollista tarkastella myös ajatteluprosessin kautta. Tarkasteltaessa verrataan viestinnän ja ajatussisältöjen samankaltaisuutta. Kokonaisuus on kuitenkin pidettävä mielessä tarkasteltaessa käytettävyyttä sisällönpsykologian avulla. Tarkastelua on tehtävä myös käyttäjän ja koneen vuorovaikutuksen ulkopuolella tapahtuviin asioihin. (Saariluoma 2004, 123–124.)

Suunnittelijat yleensä aiheen asiantuntijoita, joten he sokaistuvat omalle osaamiselleen ja eivät täten kykene hahmottamaan peruskäyttäjän mahdollisesti kokeimia vaikeuksia käytettävyydessä. Suunnittelijan olisikin syytä tutkia käytettävyyttä aivan eri näkökulmasta, kun siitä mistä hän on sitä tottunut tarkastelemaan. Käytettävyyttä voidaan tulkita myös kognitiivisen psykologian avulla. Tärkeää on tarkastelussa kiinnittää huomiota käyttäjän tiedonkäsittelyn kapasiteettiin, joka on rajallinen. Tilanteessa, jossa raja ylitetään, käyttäjän kyky prosessoida hidastuu tai pysähtyy. (Saariluoma 2004, 92.)

4 Mobiilisähkövarastot

4.1 Akusto

Akuston avulla varmistetaan laitteiston toiminta ja sähkön saanti tilanteissa, joissa sähköverkkoa ei ole käytettävissä. Akuston elinikää on mahdollista pidentää, kun asianmukaisista huoltotoimenpiteistä huolehditaan ajallaan. Huoltamisen lisäksi on akusto sijoitettava tilaan, jossa ympäristön aiheuttamat vaikutukset eivät pääse rasittamaan akustoa. Tilan, jossa akusto sijaitsee, tulisi olla myös turvallinen ja huolto ystävällinen. (Sähköinfo Oy 2016a.)

Akustoa koskevien ohjeiden suunnittelussa voidaan käyttää apuna akkuja ja akkuasennuksia koskevaa standardia SFS-EN IEC 62485-2:2018. Standardista löytyy useita eri suojausmenetelmiä sekä toimenpiteitä, joiden avulla pyritään varmistamaan akkujen turvallinen toiminta. Akku muodostuu kennoista, joita akussa on kaksi tai useampi. Kenno puolestaan koostuu positiivisista ja negatiivisista elektrodeista ja elektrolyyteistä. (SESKO ry 2018a.) Sähkövarastojen huoltotöitä tehdessä työskennellään akustojen läheisyydessä, mikä tulee ottaa huomioon huolto-ohjeen suunnittelussa. Huoltotöihin osallistuvien on oltava päteviä ja koulutuksen saaneita. Annetussa koulutuksessa on otettava huomioon kaikki, mahdolliset erityistoiminnot, joita akustossa on. (SESKO ry 2018a.)

Tilanteessa, jossa akustoa kuormitetaan tai varataan, ei akkua saa kytkeä päälle tai pois. Akustolle tehtäessä huoltotöitä, on yli 120V (DC) akustossa oltava mahdollisuus erottaa akusto pienempiin osiin, joiden jännite voi enintään olla 120V (DC). Huoltotöissä on suositeltavaa käyttää eristettyjä työkaluja. Ennen huoltotoimenpiteiden aloittamista on pystyttävä varmistumaan siitä, ettei akuston ja telineen tai akuston ja kotelon välillä ole jännitettä. (SESKO ry 2018a.) Kun akustossa tehdään huoltotöitä, on töitä tekevällä huoltomiehellä oltava käytössä ESD-jalkineet. (SESKO ry 2018a.) Huoltotöissä käytettävien työkalujen tulisi olla eristettyjä jännitetyökaluja sekä korjaus- ja huoltotöitä tulisi tehdä vain riittävän pätevyyden omaava henkilö (Sähköinfo Oy 2016b).

Akuston jännitteen ylittäessä 60V (DC) on tilassa oltava vaarallinen jännite varoitusmerkki (SESKO ry 2018a). Turvallisen toiminnan takia akkujen kuntoa on syytä tarkkailla. Tarkastettavia asioita ovat akuston lämpötila, yksittäisten kennojen jännitteet, akuston puhtaus sekä kennojen ja kaapeleiden kytkentöjen asianmukaisuus. (SESKO ry 2018a.) Akkujen turvallinen käyttö tapahtuu valmistajan määrittelemien raja-arvojen sisällä. Oikein käytettynä akuston käyttö on turvallista ja riski akuston vioittumiselle tai ennenaikaiselle vanhenemiselle pienenee. (SESKO ry 2018b.)

Muista akustoista poiketen litiumakustot ovat enimmäkseen huoltovapaita (Sähköinfo Oy 2016b). Litiumakkujen etuna, huoltovapauden lisäksi, on myös keveys ja suuri energiatiheys. Ongelmana on kuitenkin akuston hallintajärjestelmän BMS:n monimutkaisuus, jonka on kyettävä tarkkailemaan jokaista kennoa turvallisen toiminnan takaamiseksi. (Sähköinfo Oy 2016c.) Akustojen kunto on mahdollista selvittää yksinkertaisella kuormituskokeella. Luotettava kuormituskokeesta saadaan purkamalla akuston kapasiteettia 20 %. Yli 50 % varauksen purkamista akustossa tulisi välttää, liiallisen kuormituksen ja akuston rasittumisen takia. (Sähköinfo Oy 2016b.)

Kokeen aikaan akustosta mitataan virta- ja jännitearvoja mahdollisuuksien mukaan. Valmistajasta riippuen arvoja voi olla mahdollista mitata jopa kennotasolla. Mittauksien aikana on mahdollista tarkastaa liitosten kunto lämpökameralla tai mittaamalla mahdollisista jännitehäviöistä. (Sähköinfo Oy 2016b.)

Akuston turvallisuuteen vaikuttaa suurena tekijänä akuston kemiallinen rakenne. Li-akut ovat yleistyneet suuren energiatiheiden avulla kohteissa, joissa akustolta vaaditaan pienessä tilassa suurta energiatheyttä. Etuina Li-akuissa ovat myös vähäinen huollontarve sekä mahdollisuus ladata akusto nopeasti. Ongelmina käytön yleistymiselle ovat suojamekanismien laajuus, kuljetus sekä joillakin akkukemioilla huono toimivuus kylmissä olosuhteissa. (Gaia Consulting 2017.)

Etenkin Li-akustoihin liittyy huomattavana riskinä erilaiset tulipalon ja sähköiskun riskit. Akuston palaminen ja riski tulipalolle syntyy mahdollisen vaurioituneen akuston akkukemikaalien lämpökarkaamisesta. Akuston paloa sammutettaessa

on muistettava mahdollisuus akuston uudelleen syttymiselle. Akuston syttymisen riskiä kasvattavat akuston fyysiset vauriot, tulipalo tai akuston lämpeneminen ulkoisesta lämmönlähteestä johtuen. (Gaia Consulting 2017.) ”Li-akut voivat olla merkittävä palokuorma.” (Gaia Consulting 2017).

Myös akuston käyttö voi aiheuttaa mahdollisia tilanteita, joissa akusto voi syttyä palamaan tai vaurioitua. Riskit kasvavat, kun akustoa varataan yli akuston normaalien arvojen tai akusto kuormitetaan liikaa. Myös mahdollinen oikosulku ja valmistusvirheet kasvattavat riskiä akuston syttymiselle. Syttymisen ja tulipalon aiheuttamaa riskiä voidaan pienentää passiivisen palosuojauksen avulla, johon kuuluvat esimerkiksi kontit ja käsisammuttimet. Akuston aiheuttamat vaaratekijät voidaan karkeasti jakaa kolmeen ryhmään, jotka ovat sähköiset, sähkökemikaaliset ja kemialliset. Sähkövaraston ja akuston turvallisuutta voidaan lisätä monilla eri toimenpiteillä, kuten etävalvonnan, palovaroittimien ja jäähdytysjärjestelmän avulla. (Gaia Consulting 2017.)

4.2 Mini-PMU

Mini-PMU:lla tarkoitetaan laitteistoa tai laitteiston osaa, jonka tehtävänä on hallita ja ohjata energiavirtoja halutulla tavalla. PMU:n tarkoituksena on siten hallita akuston energiatasoa, lataamalla ja purkamalla. Kun sähköverkkoa ei ole saatavilla on Mini-PMU:n avulla mahdollista syöttää erillistä saarrekettä ja näin turvata sähkön saanti myös katkojen aikana. (Nocart Oy 2018b.) Mini-PMU muuntaa siis akuston tasavirtasähkön laitteissa tai verkossa tarvittavaan vaihtovirran muotoon. Laitteisto voi toimia joko kokonaan erillään verkosta, jolloin toimintaa kutsutaan Off-grid toiminnoksi tai olemassaolevan sähköverkon rinnalla parantaen sähkönlaatua ja sähkön toimitusvarmuutta. (Nocart Oy 2018c.)

Mini-PMU:lla on kolme sähköistä rajapintaa, joiden kautta sähkö kulkee. Rajapinnat ovat verkko-, akku- sekä saarekerajapinta. Mini-PMU tarkkailee akuston toimintaa akuston BMS yksiköltä saadun tiedon avulla. BMS:ltä saadaan yksityiskohtaiset jännitetiedot, tieto akuston varaustasosta, häiriötiedot sekä monet muut kuormituksen aikaiset virtatiedot. (Nocart Oy 2018b.)

4.3 Käyttö ja kuljettaminen

Akkujen kuljettamisessa on tärkeää kiinnittää huomiota oikosulun vaaraan (SESKO ry 2018a). Akustoa tulisi suojata kuljetuksen ja siirtämisen aikana kolhuilta ja tärinältä. Litiumioniakkujen kuljettaminen on tarkasti säädeltyä. Kuljettaminen tapahtuu VAK-direktiivin vaikutuksen alaisena. (Gaia Consulting 2017.)

Mielestäni kuljetuksen aikana tapahtuvista muutoksista tulisi kerätä mittaustietoa. Akuston turvallista käyttöä varten tarkastelun kohteeksi kannattaisi valita akuston sisällä vaikuttavan lämpötilan ja ilmankosteuden lisäksi akuston kokema tärinä ja mahdolliset iskut. Suurimmat iskut tulevat kohdistumaan akustoon lastauksen ja purkamisen yhteydessä. Kuljetuksen päätyttyä mitatuista tiedoista on mahdollista päätellä, onko akusto joutunut normaalia suuremmalle rasitukselle kuljetuksen aikana sekä onko akusto mahdollisesti vaurioitunut.

4.4 Ympäristö ja säilytys

Akuston sijoituspaikkaa ja kotelointia miettiessä on otettava huomioon akuston suojaaminen ulkoisia haittoja vastaan, joita ovat esimerkiksi ilkivalta, tärinä ja tulipalon mahdollisuus. Myös ympäristö aiheuttaa omat vaatimuksensa suojaukselle. Akusto on pystyttävä suojaamaan lämpötilalta, kosteudelta sekä ilman saasteilta. (SESKO ry 2018a.)

Joidenkin Li-akkujen lataaminen pakkasella lisää mahdollista syttymisriskiä. Ympäristön lämpötila vaikuttaa suuresti akuston vanhenemiseen, liian kuumassa lämpötilassa tapahtuva akuston säilyttäminen vanhentaa akustoja laskettua nopeammin. Akustojen varastointiin ei tällä hetkellä ole yhdenmukaisia turvallisuusvaatimuksia. Sähkövarastojen yleistyessä on mahdollista että, etenkin kiinteistöjen sisälle asennettavia sähkövarastoja rakennettaessa tulisi huomioida palosastointi ja lisäksi paloviranomaisen hyväksyntä, kuten nykyisin öljylämmityksellä. (Gaia Consulting 2017.)

5 Ohjeistuksen suunnittelussa huomioitavat asiat

Wille Kuutin mielestä tekstin osuus ohjeessa on erittäin tärkeää. On kuitenkin muistettava, että lukeminen on vain sanojen tunnistamista. Tunnistamisen nopeutta on mahdollista häiritä muuttamalla sanojen kirjoitusasua tai kokoa toistuvasti. Myös isojen kirjaimien käyttäminen pienten sijaan vaikeuttaa sanojen tunnistamista. Vaikeutuminen perustuu opittuun tapaan tunnistaa pienellä kirjoitettuja sanoja. Vastaavasti, kun halutaan käyttää kirjaimia tunnisteina, kirjoitetaan ne isoilla, kuten esimerkiksi autojen rekisterinumerot. (Kuutti 2003, 29.)

Kyseinen laite, jolle ohjetta ollaan suunnittelemassa ja kehittämässä on aivan uusi, eikä vastaavia laitteita markkinoilla ole. Laitteen intuitiivinen käyttö on hyvin epätodennäköistä. Tästä syystä laitteelle tarvitaan hyvä ja selkeä ohjeistus sekä dokumentaatio, joiden avulla laitteen turvallinen käyttö sujuu ongelmitta. Ongelmia ilmetessä ne voidaan puolestaan ratkoa ohjeen avustuksella. Riskinä ohjeen suunnittelussa on, että käyttäjä jättää ohjeen kokonaan lukematta tai käyttää ohjetta vasta tilanteessa, jossa jokin on mennyt jo valmiiksi pieleen. Tällöin ohjetta selataan nopeasti ja pyritään löytämään keino, jolla tehty virhe voitaisiin kumota. Siispä ohjeen tulisi olla selkeä ja siitä tulisi löytää nopeasti etsittävä asia mahdollisessa ongelma tilanteessa. (Kuutti 2003, 65.)

Käytettävyyden kannalta ohjeen olisi hyvä olla niin sähköisessä kuin paperisessa muodossa. Sähköisessä muodossa olevasta ohjeesta tiedon hakeminen tapahtuu perinteistä ohjetta nopeammin hakutoimintojen avulla. Paperisia ohjeita olisi hyvä tehdä kaksi erilaista, joista toinen ohje on lyhyt ohje laitteen perustoimintojen käyttämiseen ja soveltuu aloittelijoille. Toinen ohje puolestaan olisi syytä olla kokeneemmille käyttäjille ja mahdolliseen vianetsintään tarkoitettu teos. (Kuutti 2003, 66.)

Käyttöohjetta suunniteltaessa on ohjeen osa-alueet jaettava sopiviin ja helposti hahmotettaviin kokonaisuuksiin. Sivunumerointia tulisi käyttää ohjeen ollessa yli kaksi sivua pitkä, kun ohjeistus saavuttaa yli neljä sivua, olisi suositeltavaa käyttää sisällysluetteloa. Ohjeiden käyttöä voidaan helpottaa sisällysluettelon lisäksi

käyttämällä hakemistoa, josta käyttäjän on mahdollista avainsanaa hyödyntämällä löytää haluttu sivu ja aihe. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b.)

5.1 Haasteet

ISO13407 toimii hyvänä apuna käytettävyyttä suunniteltaessa, mutta on kuitenkin syytä muistaa, että se toimii vain yleisellä tasolla. Tämän lisäksi tarvitaan tarkempia kuvauksia, joista on konkreettista apua käytettävyyden suunnittelussa. Käytettävyyden kehittäminen tapahtuu suurimmalta osin iteratiivisesti, joka muodostaa omat aikatauluhaasteet projekteille. Haasteena on myös käyttäjien osallistaminen käytettävyyden kehittämiseen projektin alusta alkaen. (Oulasvirta 2011, 109.)

Haasteena ohjeistuksen luomiselle voidaan pitää myös maallikkokäyttäjille rajoitettujen vianetsintä- ja korjaustehtävien valikoimista. Tehtävät tulisi valita siten, ettei mahdollisista tehtävistä muodostu haittaa käyttäjälle, sivullisille tai laitteelle. Käyttäjällä tulisi olla mahdollisuus etsiä vikaa vastaava tilanne ohjeistuksesta ja näin ollen löytää tehtävä korjaustoimenpide. Korjaus ja huoltotehtävät on kuitenkin valittava käyttäjäryhmän kykyjen mukaan. Tästä syystä ammattihenkilön ja maallikon suorittamien huolto- ja vianetsintätehtävien tulisi olla ohjeistuksessa riittävän erillään, jottei käyttäjällä ole mahdollisuutta sekoittaa niitä keskenään. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b.)

Laitteiston huoltoa helpottamaan olisi syytä tehdä lista mahdollisista vara- ja vaihto-osista, joita laitteen käytön aikana voidaan tarvita. Listasta tulisi löytyä jokaiselle osalle nimi, sarjanumero ja mahdollisesti osan valmistaja. Listaa tehdessä voidaan hyödyntää standardia IEC 81346. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b.)

5.2 Turvallisuus

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston mukaan ohjeistuksen tarkoituksena on opastaa käyttäjää laitteen oikeaoppiseen ja turvalliseen käyttöön. Enemmän onnettomuuksia ovatkin aiheuttaneet laitteiden käyttäminen ohjeiden vastaisesti kuin

esimerkiksi vaaralliset laitteet itsessään. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2016, 4.) Laitteen turvallinen käyttö voidaan taata, kun mahdolliset riskit ja vaaratekijät laitteen käytössä on tunnistettu ja niiden syntyminen on kyetty estämään ohjeistuksen avulla. Arvioitaessa laitteen käytöstä aiheutuvia riskejä, on syytä pohtia myös mahdollisesti myöhemmin ilmeneviä riskejä, joita laitteen elinkaaren loppupuolella voi syntyä. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2016, 7.)

Ohjeistuksen noudattamisen tulisi estää tai vähentää loukkaantumis- tai sairastumisriskiä. Tarkoituksena on myös ohjeistuksen avulla välttää käytettävänä laitteen tai tuotteen vaurioituminen ja mahdollinen virheellinen toiminta. Ohjeella ei kuitenkaan ole tarkoituksenmukaista korjata laite tai tuotteen suunnittelun virheitä ja puutteita tai mahdollisesti kokonaan puuttuvia turvajärjestelmiä. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b.) Käyttö- ja huolto-ohjeissa tulisi käyttäjälle antaa tietoa laitteen turvallisesta käyttämisestä sekä huoltamisesta. Tiedon tarkoituksena on pienentää käyttäjälle tai mahdollisesti jollekin toisen osapuolelle muodostuvan riskin määrää. Ohjeistuksen avulla käyttäjän tulisi kyetä tunnistamaan mahdolliset virheet laitteen käytössä ja näin ollen välttymään niiltä. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b.)

Ohjeistuksen tulisi auttaa käyttäjää toimimaan myös mahdollisissa poikkeus- ja hätätilanteissa. Ohjeistus luo pohjan tehtävistä toimenpiteistä, joita on tehtävä tilanteessa, joita voivat olla esimerkiksi sähkökatko tai jäähdytyslaitteiston toimintahäiriö, jolloin laite joudutaan käynnistämään uudelleen. On hyvin tärkeää, että käyttäjällä on myös tiedossa, kuinka laitteisto tulee sammuttaa oikeaoppisesti tulipalon syttyessä. Ohjeistuksessa olisi syytä ottaa huomioon myös toimiminen mahdollisessa sähkötapaturmassa, jolloin laitteen käyttäjä joutuu osaksi virtapiiriä. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b.)

5.3 Piirrosmerkit

Piirrosmerkkien avulla voidaan sujuvoittaa laitteen käyttöä. Hyvä piirrosmerkki on myös intuitiivinen, jolloin käyttäjä voi päätellä piirrosmerkin tarkoituksen ilman aikaisempaa käyttökokemusta. Riskinä kuitenkin on piirrosmerkkien väärä tulkinta. Piirrosmerkkien käyttö voi kuitenkin olla ohjeen tekemisen kannalta

suositeltavaa, koska piirrosmerkit ovat helpommin ymmärrettävissä kansainvälisesti. (Kuutti 2003, 98.)

Wille Kuutin huomioiden lisäksi piirrosmerkkien luomisessa ja suunnittelussa hyödynnetään ISO 3864 standardia, jossa määritellään merkkien ominaisuuksia, joiden avulla merkit ovat selkeitä, helposti tunnistettavia ja ymmärrettäviä. Ongelmana kuitenkin on piirrosmerkkien intuitiivinen tunnistettavuus, jossa voi ilmentyä ongelmia. Piirrosmerkkien tunnistamista voidaan helpottaa sijoittamalla piirrosmerkin yhteyteen teksti, jonka tarkoituksena on selventää merkin tarkoitusta. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012a.)

Turvallisuusmerkkien suunnittelussa on tunnistettava vaaratekijä, joka halutaan merkillä huomioida ja esittää. On kuitenkin järkevää selvittää ennen suunnittelun aloittamista, ettei vastaavaa merkkiä ole jo käytettävissä. Vastaavat merkit voidaan etsiä ISO 7010 tai ISO 20712-1 standardeista. Suunnittelussa tulee huomioida kohderyhmän taidot sekä kyky ymmärtää merkin tarkoitus. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012a.)

Turvallisuusmerkkien sanoman on oltava helposti ymmärrettävissä ja yhden merkin tulisi ilmoittaa tai varoittaa käyttäjää vain yhdestä asiasta. Näin ollen käyttäjä kykenee ymmärtämään merkin tarkoituksen sujuvammin. Standardin SFS-ISO 3864-3 liitteessä a on kerrottu merkkien suunnitteluun liittyviä asioita, joihin tulisi kiinnittää huomiota. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012a.) Ohjeissa käytettyjen piirrosmerkkien tulisi olla helposti havaittavia sekä ymmärrettäviä. Tilanteessa, jossa piirrosmerkkien ymmärtämisessä ilmenee ongelmia yksiselitteisessä ymmärtämisessä, on piirrosmerkin tarkoitusta selvennettävä. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b.)

5.4 Värit

Värejä käytettäessä on huomioitava värien erottuvuus taustasta ja kuvista. Myös useiden värien käyttämistä tekstissä tulisi välttää selkeyden takia. Tilanteessa, jossa tausta erottuu liikaa tekstistä, voi käyttäjällä olla vaikeuksia ymmärtää, mitä tekstissä tarkoitetaan. Ongelma johtuu käyttäjän kokemasta ärsytyskynnyksen

kuormituksesta, jonka taustakuva aiheuttaa. (Saariluoma 2004, 92.) Myös värISOkeat olisi syytä ottaa huomioon ohjeen käytettävyyttä suunnitellessa. Tutkimuksen mukaan 7 % miehistä ja 0,04 % naisista, kärsii jonkin asteisesta värISOkeudesta. Yleisin värISOkeus suomessa on puna-vihersokeus, jossa värit vihreä ja punainen sekoittuvat keskenään. (Kuutti 2003, 44.)

Ottaen huomioon Wille Kuutin mainitseman värISOkeuden sekä Pertti Saariluoman mainitseman ärsytyskynnyksen, tulisi silti ohjeen tekemiseen käyttää mahdollisimman selkeitä ja toisistaan erottuvia värejä. On syytä myös muistaa, että suurin värejä koskeva käytettävyyssongelma on liallinen ja epä johdonmukainen tapa käyttää värejä. Siispä kannattaa olla tarkkana etenkin värien käytössä tekstissä. Tekstin tulisi olla helposti luettavissa ja erotettavissa, tutkimuksen mukaan paras väriyhdistelmä tekstiksi on musta teksti valkoisella taustalla. Värien tehokas käyttäminen on haastavaa ja vaatii taitoa. Yleensä kannattaakin hyödyntää jo aikaisemmin hyväksi todettuja värejä tai tarkkaan harkita, mitä värejä tullaan mahdollisesti hyödyntämään ja miten ne vaikuttavat käyttäjään. (Kuutti 2003, 100–101.)

5.5 Standardit

Apuna ohjeistuksen laadintaa voidaan hyödyntää monia standardeja esimerkiksi standardi SFS-EN 82079-1, joka korvasi aikaisemman SFS-EN 62079 (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2016, 7). Standardissa SFS-EN 82079-1 määritellään käyttöohjeistuksen luomista koskevat periaatteet sekä tarkat vaatimukset. Ohjeistuksen tulisi kestää koko laitteen odotetun käyttöiän. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b.) Käyttöohjeesta ja laitteesta on löydettävä yksiselitteiset tunnisteet, joilla laite ja ohje voidaan yhdistää toisiinsa. Tunnisteina toimivat tiedot toimittajasta, tuotenimi sekä mahdolliset sarja- ja tyyppitunnisteet. Ohjeissa on mainittava julkaisupäivämäärä, kun ohjeistus ei ole laitteessa kiinteästi. Päivämäärän lisäksi olisi hyvä myös mainita mahdolliset muutos- tai versionumerot, jolloin viimeisimmän käytössäolevan ohjeen tunnistaminen on sujuvampaa. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b.)

Standardissa SFS-EN 82079-1 on määritelty, että käyttöohjeiden tulisi vastata käyttäjien esittämiin mahdollisiin kysymyksiin. Vastauksen tasoon vaikuttavat eri käyttäjäryhmä sekä se, mitä käyttäjän on laitteella lähtökohtaisesti tarkoitus tehdä. Käyttöohjeista on löydyttävä tarvittava tieto laitteen suojaamisesta sekä turvallisuudesta mahdollisen kuljetuksen tai laitteen varastoinnin aikana. Ohjeistus selvittää myös, mitä toimenpiteitä on tehtävä laitteen saattamiseen kuljetus- tai käyttökuntoon varastoinnin jälkeen. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b.) Sähköistöohjeistusta tehdessä on noudatettava standardia ISO 9241 (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b).

6 Ohjeiden testaaminen

6.1 Testaamisen keinot

Ohjeen testaamiseen voidaan soveltaa useita eri keinoja. Käytettävyyttä voidaan testata heuristisesti sekä erilaisilla käyttäjätesteillä. Testit eroavat toisistaan ja niillä on mahdollista paljastaa erilaisia käytettävyysongelmia. Sellaista testiä, jolla kaikki mahdolliset käytettävyysongelmat olisivat havaittavissa, ei ole vielä löydetty. Siispä yleensä tapana on koota eri testeistä kokonaisuus, jota hyödynnetään ongelmien löytämisessä. (Kuutti 2003, 69.)

Käyttäjien kokemaa käytettävyyttä voidaan arvioida karkeasti kahdella tavalla, joista toinen keskittyy tiedon hankkimiseen suoraan käyttäjältä ja toinen epäsuorasti. (Oulasvirta 2011, 110). Käyttäjätesteissä oleellinen ongelma on saadun tiedon luotettavuus ja testi olosuhteen luonnottomuus. Käyttäjä kykenee havaitsemaan tarkkailun ja ei välttämättä toimi samalla tavalla kuin itsenäisesti toimiessaan. Käyttäjätesti koostuvat kolmesta eri osa-alueesta, joita ovat: valmistelu, käyttäjätesti ja tulosten purkaminen havainnoiksi. (Kuutti 2003, 69–70.) Wille Kuutin ja Antti Oulasvirran mainitsemien testaamisen keinojen lisäksi käytettävyyttä voidaan selvittää myös erilaisilla käyttäjäkyselyillä. Kysely voi olla joko avoin tai suljettu kysely. Avoimessa kyselyssä tarkoituksena on aiheen perusteella kerätä kyselyyn osallistujalta vapaasti kokemuksia ja palautetta, kun

vastaavasti suljetussa kyselyssä on yleensä määritelty hyvin tarkasti kysymykset ja vastaukset kyselyn tekijän toimesta. (Saariluoma 2004, 43.)

Kuten muissa testauksissa, myös kyselyiden onnistumisessa on omat riskinsä. Riskinä on kysymyksien ja sanavalintojen muotoilu siten, että ne eivät olisi harhaanjohtavia tai epätarkoituksenmukaisia. Kysymyksien tulisi olla selkeitä ja helposti ymmärrettäviä. (Saariluoma 2004, 44.) Kyselyssä olisi syytä myös kartoittaa vastaajan lähtökohdat, jolloin tuloksien läpikäyminen helpottuu ja vastausten tarkkuus paranee. Riskinä kyselyssä on myös vastaamatta jättäminen, jolloin tulokset voivat vääristyä. Kyselystä on mahdotonta luoda täydellistä, mutta se on kustannustehokas tapa selvittää käytettävyyttä koskevia ongelmia nopeasti. (Saariluoma 2004, 45.)

Käyttäjien haastattelu on myös käyttäjäpsykologiaan kuuluva standardimenetelmä, jonka avulla voidaan käyttäjän kokemuksia kyselemällä ja keskustelemalla vapaamuotoisesti. Haastatteluja on strukturoituja ja strukturoimattomia. Strukturoidussa haastattelussa haastattelijalla on joukko ennakkoon tehtyjä kysymyksiä, joita hän esittää haastateltavalle johdonmukaisessa järjestyksessä. Kun taas strukturoimattomassa haastattelussa pääpaino on haastateltavalla, joka ohjaa haastattelua omien vastauksien avulla. (Saariluoma 2004, 17.) Haastatteluiden toteuttamisessa on myös omat haasteensa. Haastattelut ovat erittäin aikaavieviä ja työläitä toteuttaa sekä haastatteluiden toteuttaminen maksaa. Myös haastateltavien käyttäjien erityispiirteet voivat muodostaa ongelman. Haastattelu on kuitenkin joustava ja hyvä tapa kerätä tietoja, tilanteessa, jossa haastateltava on pääosassa. (Saariluoma 2004, 47.)

Haastattelujen lisäksi käytettävyyden arvioinnissa on myös hyvä joissakin tapauksissa hyödyntää asiantuntijalausuntoja, kuten Antti Oulasvirta kirjoittaa. Asiantuntijat arvioivat käytettävyyttä projektin prototyypivaiheessa, jolloin käydään keskeiset ominaisuudet tarkkaan läpi. Olisi suositeltavaa käyttää arvioinnin tekemiseen 3-4 asiantuntijaa, jolloin arvioinnista saataisiin mahdollisimman kattava. Arvioinnin tuloksena saadaan lista mahdollisista ongelmista, joita asiantuntijat ovat löytäneet. (Oulasvirta 2011, 111.)

6.2 Palaute ja ohjeen kehittäminen

Ohjeistuksen käytettävyyttä voidaan tutkia monilla eri tavoilla. Palautetta ja kehittämisideoita voidaan kerätä käyttäjiltä niin mielipidetutkimuksen, käytettävyydestauksen kuin mahdollisten valitusten tai huollon keräämien tietojen pohjalta. Tarkoituksena on käytettävyydestauksessa käyttöohjeiden kehittäminen, testaaminen sekä ymmärrettävyyden arvioiminen. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b.)

Palautetta voidaan kerätä myös ohjeistuksen toimivuudesta asiantuntijalausuntojen ja -arvioiden avulla. Asiantuntijalausuntojen tarkoituksena on tutkia käytettävyyttä ennaltamäärättyjen testikriteerien avulla. Testikriteerien lisäksi analysoidaan ohjeistuksen heikkouksia. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b.)

6.3 Oppiminen

Puhuttaessa ohjeen käytettävyydestä on oppiminen hyvin tärkeässä asemassa. Oppimisella tarkoitetaan sitä, kun olemme keränneet pitkäkestoiseen muistiimme riittävästi tietoa selvittääksemme uudesta tehtävästä. Jos kuitenkin jostain syystä opeteltava asia ei tallennu pitkäkestoiseen muistiin, ei tässä tilanteessa voida puhua vielä oppimisesta. Oppiminen tapahtuu asteittain, joten asteet on syytä ottaa huomioon, kun mietitään oppimista käytettävyyden suunnittelussa. (Saariluoma 2004, 88.)

Pertti Saariluoman huomioiden lisäksi käyttäjän oppimista voidaan tehostaa jakamalla ohjeistus pieniin osa-alueisiin, joita tarkennetaan yksityiskohtaisilla vaiheilla. Vaiheiden ymmärrettävyyttä ja vaikutusta voidaan tehostaa käyttämällä ohjeistuksessa numerointia. Numeroitujen vaiheiden lisäksi käyttäjää voidaan kehoittaa tarkastelemaan kuvaa, jossa tehtävä, toiminta tai tapahtuma on esitetty. Käyttämällä kuvia voidaan lisätä käyttäjän ymmärrystä ohjetta kohtaan. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2012b.)

7 Ohjeistuksen arviointi

Kappaleessa on tarkoituksena arvioida, kuinka opinnäytetyön alussa läpi käytyä teoriaa on hyödynnetty siirrettävän mobiilisähkövaraston huolto- ja käyttöohjeistuksen luomisessa. Osiossa tarkastellaan myös, kuinka huolto- ja tarkastustoimenpiteet ovat ohjeeseen luotu ja kuinka helppo niitä on ymmärtää ja olisiko käytettävyydessä vielä parantamisen varaa.

Ohjeistuksen etusivulla mainitaan ohjeistuksen määritelmä, mikä ohjeistus on kyseessä sekä laite, jota kyseinen ohjeistus koskee. Etusivulla mainitaan myös, mones versio ohjeistuksesta on kyseessä sekä ohjeen edelliset versiot muutokseen ja muokkauksen tekijä nimikirjaimin (kuva 1). Ohjeistusta luodessa tekstin kirjoitusasu ja tyyli on pyritty pitämään yhdenmukaisena, näin voidaan helposti parantaa ohjeen tunnistettavuutta ja ymmärrettävyyttä, kuten kappaleessa viisi on tässä opinnäytetyössä käyty läpi.

MOBIILISÄHKÖVARASTON KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJE

VERSIO 0.3

VERSIOHISTORIA

Versionumero	Muokauspäivämäärä / nimikirjaimet	Muutos / huomioitavaa
0.1	20.09.2018 / JaHä	Luonnos
0.2	03.06.029 / JaHä	Tietoja tarkennettu
0.3	06.03.2020 / JaHä	Huolto-ohjetta tarkennettu

Kuva 1. Etusivu ja versiohistoria.

Etusivulla on pyritty korostamaan, mihin kyseinen ohjeistus on tarkoitettu sekä monesko versio ohjeistuksesta on kyseessä. Versionumerointi on haluttu pitää etusivulla, jotta mahdollisesti tulostettua versiota voidaan verrata sähköisenä saatavaan versioon ja näin ollen tunnistaa uusin versio. Sähköisen ohjeen luomisen taustalla olivat kappaleessa viisi mainittu hakutoimintojen nopeus perinteiseen paperiseen ohjeeseen verrattuna.

Ohjeistuksessa käytettäväksi väreiksi on valittu mobiilisähkövarasto- hankkeen käyttämät värit, jolloin värimaailma on yhtenevä kyseisen sähkövaraston sekä hankkeen muiden julkaisujen kanssa. Tekstien osalta päädyin käyttämään mustaa ja taustana valkoista. Värien valintaan vaikuttivat kappaleessa 5.4 mainitut selkeyteen ja havaittavuuteen vaikuttavat asiat. Ohjeistuksessa käytetään sisällysluetteloa, jonka tarkoituksena on nopeuttaa halutun osa-alueen löytämistä mahdollisessa ongelmatilanteessa heränneisiin kysymyksiin (kuva 2).

Sisällysluettelossa aiheet on jaoteltu tärkeimpiin kappaleisiin, käyttöön, huoltoon, vianetsintään ja korjaamiseen liittyvien aihealueiden mukaan. Pääkappaleiden lukumäärän vähäisyydellä voidaan helpottaa käyttäjän havainnointia ja halutun kappaleen löytämistä. Ohjeen ollessa yli neljä sivua pitkä, käytetään ohjeessa sivunumerointia helpottamaan tiedon löytämistä entisestään, kuten kappaleen viisi alussa on mainittu. Ohjeistuksen ollessa sähköisessä muodossa on käyttäjällä mahdollisuus hyödyntää sisällysluettelossa olevia linkkejä siirtyäkseen ohjeessa haluttuun osioon nopeasti ja vaivattomasti.



1.	Tietoja dokumentista s.2
2.	Käyttöohjeet s.3
3.	Huolto-ohjeet s.9
4.	Ongelmanratkaisu s.11
5.	Lisätietoja s.12
6.	Liitteet s.14

Kuva 2. Sisällysluettelo ja kappalejako.

Ohjeen alussa on käytetty kappale selventämään, mistä ohjeistuksessa on kyse ja mitä käyttäjän tulisi ottaa huomioon ohjetta sekä laitetta käyttäessään. Ohjeistuksessa olleet tehtävät päätettiin rajata kappaleessa 5.1 mainittujen käyttäjäryhmien ja kykyjen mukaan. Rajauksen tarkoituksena oli myös selventää käyttäjälle, se mihin ryhmään kukin käyttäjä kuuluu ja mitä toimenpiteitä kyseinen käyttäjäryhmä voi laitteelle suorittaa turvallisesti.

Ohjeistuksen tietoja dokumentista kappaleessa mainitaan myös ohjeistuksen liitteenä olevat tiedostot, kuten sulakelistaus, huolto-ohjelma sekä huoltoloki, johon huollon aikana havaittuja poikkeamia on tarkoitus kirjata. Käyttäjäryhmät on jaoteltu ohjeistuksessa selkeästi, kuten kuvassa 3 on nähtävillä.



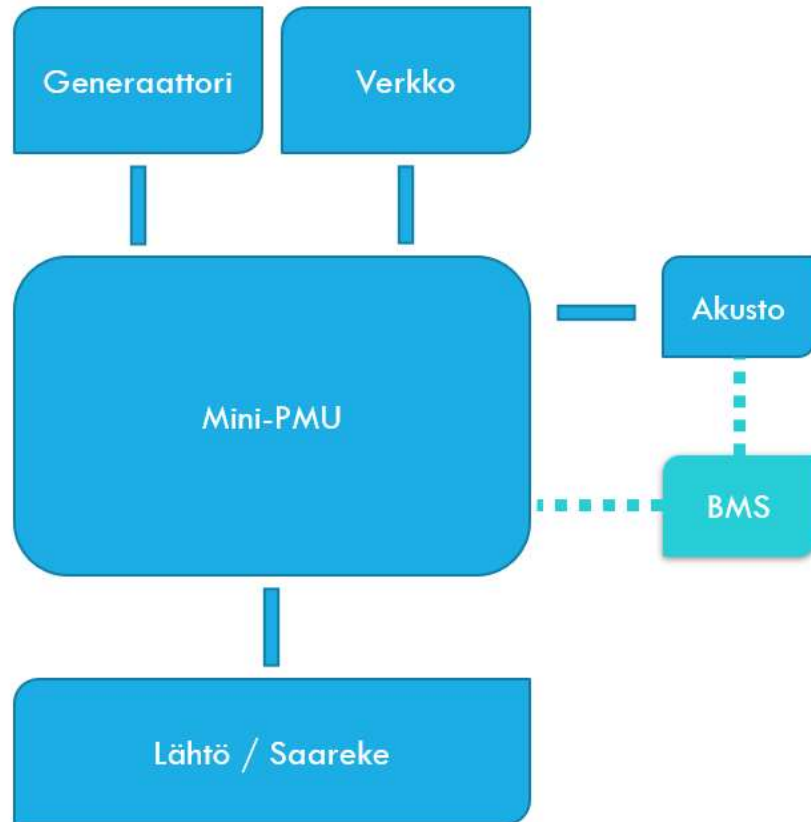
Kuva 3. Kuva käyttäjäryhmien jakamisesta.

Ohjeistuksessa käydään läpi myös laitteen käyttämiseen ja huoltamiseen liittyvät varoitusmerkit, jotka ovat esitetty aikaisemmin opinnäytetyössä kappaleessa 5.3. Varoitusmerkeissä on käytetty merkkejä, jotka käyttäjän on helppo tunnistaa ja jotka ovat yleisesti käytössä. Laitteiston huoltoa ja käyttöä koskevan turvallisuusosion päädyin kirjoittamaan ohjeeseen erillisenä kappaleena, jolloin käyttäjällä on mahdollista nopeasti tarkastaa laitteen käyttöön liittyviä huomioita mahdollisesti käytön aikana.

Osiossa käydään läpi kappaleessa 5.2 mainittuja mahdollisia onnettomuuksia ja kuinka niissä tulee toimia oikein, ettei mahdollista lisävahinkoa käyttäjälle tai laitteelle pääse muodostumaan. Toimenpiteitä ja huomioita tehostamaan olen käyttänyt kappaleessa 5.3 mainitun mukaisia merkkejä osana ohjeistusta. Osa-alueet ovat eroteltuna selkästi toisistaan, jotta käyttäjän on mahdollisimman helppo tulkita tiettyyn alueeseen liittyvät riskit ja kuinka hänen tulee toimia kyseisessä tilanteessa. Osiossa on huomioitu esimerkiksi kappaleessa 4.1 ja 4.4 mainittuja akuston vaaratekijöitä, huomioitavia asioita sekä kuinka käyttäjän on toimittava mahdollisen sähköpalon sattuessa tai akuston vaurioituessa kuljetuksen aikana.

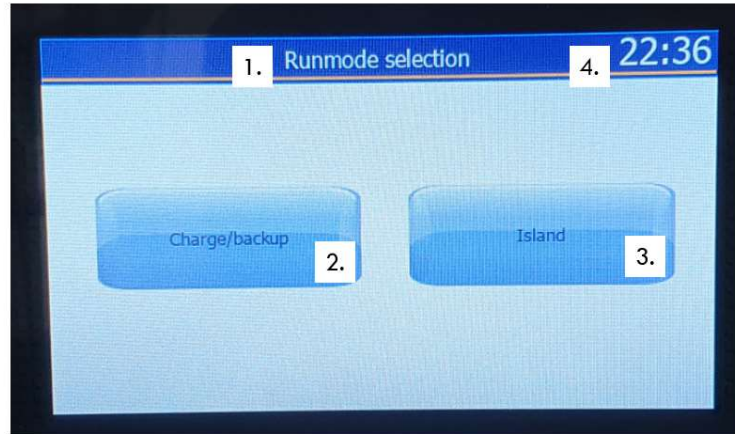
Ohjeistuksesta löytyy laitteiston toimintakaavio, jonka avulla käyttäjällä on mahdollisuus tulkita laitteen toimintaa ja siihen liittyviä osa-alueita. Kaavio on yksinkertaistettu malli ja siinä on nähtävillä laitteiston eri osa-alueet rajapintoihin.

Kaavio on helposti tulkittava ja sen suunnittelussa ja toteutuksessa on huomioitu kappaleessa 3.5 aikaisemmin läpikäytyjä käyttäjän mahdollisia rajoitteita, esimerkiksi värien suhteen (kuva 4).



Kuva 4. Sähkövaraston toimintakaavio.

Käyttöpaneelin ohjeistuksessa on käytetty useita kuvia havainnollistamaan käyttäjälle paneelin mahdollisia toimintoja. Näin ollen käyttäjällä on saatavilla kappaleessa 3.2 mainittu, helposti ja selkeästi ymmärrettävä kokonaisuus toiminnan avuksi. Kuviin liitetyt tekstit on pyritty pitämään mahdollisimman selkeinä, jottei käyttäjälle tuoda liikaa tietoa kerralla. Kuvissa toiminnot on numeroitu ja jokaiselle numerolle löytyy kuvan alta taulukko, josta käyttäjällä on mahdollisuus tarkastaa kyseisen toiminnon vaikutus ja tarkoitus (kuva 5).



Numero	Toiminto / Selitys
1.	Ohjelman valintatila, jossa käyttäjällä on mahdollista valita laitteen toiminta.
2.	Lataus ja varavirtatoiminta, jossa sähkövarasto toimii osana sähköverkkoa.
3.	Saareke-tila, jossa sähkövarasto toimii ilman yhteyttä sähköverkkoon muodostaen oman saarekkeen.
4.	Laitteen kellonaika.

Kuva 5. Käyttöliittymän ohjeistus.

Huoltotoimepiteitä kuvattaessa olen pyrkinyt pilkkomaan toimenpiteen pienempiin askeliin, kuten kappaleessa 3.4 on kuvattu. Huoltotoimenpiteet on esitetty ohjeistuksessa yksityiskohtaisesti ja kuvia apuna käyttäen. Jokaisesta huoltotoimenpiteestä on numeroitu tehtävälista, jonka mukaan käyttäjän on helppo suorittaa mahdollinen huoltotoimenpide, kuitenkin huomioiden kappaleen 5.2 turvallisuustoimepiteet. Turvallisuudessa kannattaa kiinnittää erityistä huomiota esimerkiksi sähköturvallisuuteen sekä kappaleessa 4.1 mainittuihin paloturvallisuusriskeihin.

Käyttäjä voi suorittaa yksinkertaista vianetsintää ohjeistuksen lopussa olevan vianetsintäosion avulla. Osioon on ennalta määritetty yleisimpiä vikoja sekä mahdollisia ratkaisuja. Tehtävät toimenpiteet ovat rajattuna siten, että jokaisella käyttäjällä on mahdollisuus suorittaa ne ilman aikaisempaa kokemusta tai koulutusta. Haastavampaan vianetsintään ja korjaamiseen on saatavilla oma erillinen ohjeistus, jotta ohjeistus on voitu pitää selkeänä erillisenä dokumenttina, kuten kappaleessa 3.2 ja 5 on mainittu.

Ohjeistuksen käytettävyyttä ja käyttäjän kokemaa ei päästy arvioimaan sähkövaraston toimituksen viivästymisen johdosta eri käyttäjäryhmillä. Käytettävyyttä on tarkoitus arvioida kappaleessa 3.2 läpi käytyjen huomioiden pohjalta ja tunnistaa mahdolliset ongelmakohdat käytettävyyden arvioinnissa. Mahdollisten käytettävyysohjelmien löytäminen rajoittuu arviolta 35 %:iin kuten kappaleessa 3.2 on mainittu. Ohjeistuksen arviointia on tarkoitus suorittaa kolmen asiantuntijan toimesta, jotta mahdollisimman moni ohjeistuksen käytettävyysohmalla tullaan löytämään ennen ohjeistuksen julkaisua ja luovuttamista.

Ohjeistuksen toimivuutta testataan jatkuvasti ensimmäisen vuoden aikana ja ohjeistusta parannetaan saadun palautteen avulla käytettävyyden parantamiseksi kappaleessa 6.1 havaittujen huomioiden avulla, kuten strukturoitujen haastatteluiden ja muutamien asiantuntijalausuntojen avulla. Käyttäjän kokemusta arvioidessa huomioidaan ohjeistuksessa annetun tiedon määrä, jottei kappaleessa 3.6 läpikäyty tiedonkäsittelykapasiteetti pääse ylittymään ja vaikuttamaan ohjeen käytettävyyteen. Opinänäytetyön liitteessä yksi on nähtävillä haastattelulomake, jota käyttäjäkokemuksen arvioinnissa tullaan jatkossa hyödyntämään. Liitteenä kaksi olevan lomakkeen avulla on tarkoitus kerätä palautetta kaikilta sähkövaraston käyttäjiltä käytön aikana ilmenneistä ongelmista sekä huomioista, joiden avulla ohjeistuksen kehittäminen heidän mielestään tulisi suorittaa.

8 Tulokset ja yhteenveto

Ohjeistuksen suunnittelussa ja kehittämisessä tulisi ottaa enemmän huomioon käyttäjä ja käytettävyys. Käytettävyyteen ja käyttäjälähtöiseen suunnitteluun ei panosteta riittävästi, vaikka mahdolliset seuraukset voivat olla hyvinkin huomattavia tilanteessa, jossa käyttäjä käyttää laitetta väärin tai laitteen huolto on laiminlyöty. Ohjeistusta luodessa olisi syytä muistaa myös ohjeistuksen kehittämisen mukanaan tuomat edut, kuten käyttäjän käyttökokemuksen paraneminen. Parantunut käyttökokemus voi toimia mahdollisena ratkaisevana tekijänä käyttäjän tehdessä uuden laitteen valintaa.

Ohjeistusta suunniteltaessa olisi hyvä perehtyä tuleviin käyttäjäryhmiin tarkemmin, jotta heidän mahdolliset tarpeensa sekä rajoitteet otettaisiin huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Huomioimalla käyttäjä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, voidaan välttää monia ongelmia, jotka ovat riskinä huonosti suunnitellun ohjeistuksen seurauksena. Käytettävyyttä parantamalla voidaan riskejä pienentää tai poistaa ne jopa kokonaan.

Näin ollen laitteen käytöstä tulee turvallisempaa sekä joissakin tapauksissa tehokkaampaa. Laitteen tehokkaammalla käytöllä ja vähentyneillä tapaturmilla on taas suora vaikutus tuottavuuteen. Etsittäessä käytettävyyso ongelmia on mahdollisuuksien mukaan pyrittävä hyödyntämään asiantuntijoita käyttäjiltä kerätyn tiedon lisäksi. Asiantuntijoiden avulla voidaan kartoittaa myös sellaisia käytettävyyden riskikohtia, joita käyttäjät eivät välttämättä kykene tunnistamaan.

Ohjeiden ulkoasu tulisi ottaa huomioon myös suunnittelun aikana. Ohjeistuksen pitäisi olla selkeä ja helposti ymmärrettävä. Paras käytettävyys voidaan saavuttaa luomalla ohjeet eri käyttötarkoituksia varten. Käyttäjän on tällöin mahdollista hakea haluamansa tieto joko nopeasti pikaohjeesta tai mahdollisessa haastavammassa tilanteessa laitteen manuaalista.

Ohjeiden suunnittelussa tulisikin jakaa kokonaisuudet helpommin ymmärrettäviin osa-alueisiin. Käyttäjän ymmärtäessä ohjeistuksen, mahdolliset vaaratekijät voidaan välttää ja riskiä tapaturmalle pienentää. Ohjeistus antaa myös tarvittavan tiedon, kuinka tulee toimia, jos mahdollinen onnettomuus pääsee tapahtumaan ja näin ollen estämään mahdolliset lisävahingot. Standardit luovat pohjustuksen ohjeistuksien luomiselle ja näin helpottavat suunnittelijan työtä. Suunnittelijan on siis pidettävä huolta ammattitaidon ylläpitämisestä ja perehdyttävä standardeihin sekä niiden muutoksiin. Laitteessa käytetty teknologia luo omat haasteensa ohjeiden tekijälle. Ohjeiden tekijän on kyettävä tunnistamaan käytetyn teknologian aiheuttamat mahdolliset riskit sekä käyttöön liittyvät ominaisuudet ja haasteet.

Sähkövarastojen osalta suurimman haasteen ohjeistuksen luojalle muodostaa akusto. Ohjeistusta luodessa on huolehdittava käyttäjän turvallisesta toiminnasta ja ennakoitava riskejä, joihin käyttäjä saattaa törmätä laitteen koko elinkaaren

aikana. Etenkin akustojen paloturvallisuuteen ja mahdolliseen sähköiskun varaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Ohjeita tulisi testata jo mahdollisesti suunnitteluvaiheessa, jotta saatua palautetta voitaisiin hyödyntää mahdollisimman nopeasti ennen lopullisen ohjeen tekemistä. Keinoja ohjeiden testaamiseen on monia ja parhaan tuloksen saavuttamiseksi tulisikin käyttää eri testauskeinoja, jottei saatu tulos jäisi liian yksipuoliseksi. Eri testauksien avulla on mahdollista saavuttaa, huomattavasti helppokäyttöisempi ohjeistus, josta mahdolliset tulkin-tavirheet ja epäselvyydet on poistettu saadun palautteen avulla.

9 Pohdinta

Energiajärjestelmän ja -tuotannon monipuolistuessa sähköverkko kohtaa uudet haasteet. Sähköverkko voi vastata tuleviin haasteisiin niin sähkönsiirron kuin -varastoinnin avulla. Haasteen luovat tuulivoiman sekä aurinkovoiman tuotannonkasvu. Tuulivoiman tuotantokapasiteetin uskotaan tuplautuvan 2020-luvun aikana nykyisestä. (Pöyry Management Consultin Oy 2018, 6.) Sähkönvarastoinnin ohella kysyntäjousto nähdään mahdollisena ratkaisuna sähköverkon tasapainon ylläpitämiseen tulevaisuudessa. Kysyntäjouston yleistyminen kuluttajarajapinnassa edellyttää kuitenkin uusien palveluiden käyttöönottoa. (Pöyry Management Consultin Oy 2018, 9.)

Sähkönvarastoinnin ja akkuteknologian kehittämisen, katsotaan alkaneen Suomessa vuonna 2017. Kuten Suomessa, myös maailmalla on paljon erilaisia projekteja teknologian testaamiseen ja kehittämiseen. Suomessa olisi syytä panostaa tutkimuksen ohella koulutukseen sekä sähkövarastoihin ja akkuihin liittyvään liiketoimintaan. Esteenä kuitenkin nähdään edelleen akkujen ja sähkövarastojen yleistymiselle korkea hinta sekä huolet akuston käyttöiästä ja kierrätyksestä käytön päätyttyä. (Lovio & Tuomi 2018, 1–2.)

Sähkövarastoja kuitenkin tullaan tarvitsemaan tulevaisuudessa kysynnän ja tuotannon muuttuessa ja monipuolistuessa. Akustojen avulla on mahdollista tasoittaa tuotannon äkillisiä vaihteluita niin tuuli- kuin aurinkovoimankin osalta. Ongelmana vaihteluiden tasoittamiseen on akustolta vaadittu kapasiteetti, jotta

mahdollisesti kaikki energia saadaan hyödynnettyä. (Lovio & Tuomi 2018, 4.) Vaihtoehtoisena ratkaisuna nähdään myös uusien sähkövarastojen käyttöönottamiselle vanhojen jo käytössä olevien UPS -järjestelmien hyödyntäminen aikaisempaa laajemmin sähköverkon säätötoimenpiteitä varten. (Lovio & Tuomi 2018, 7.)

Sähköautojen akustot tuovat myös uuden mahdollisuuden sähkövarastoinnin kehittämiseksi. Sähköauto on investointina edullisempi vaihtoehto, kun vastaavan kapasiteetin omaavan sähkövaraston investointi. Sähköautojen tuotannon volyymin kasvaminen luo myös edellytykset sähköautojen akustojen hinnan laskulle. Nykyisellään autoja käytetään vain 4 % ajasta, joten ne soveltuisivat erinomaisesti osaksi sähköverkkoa tasapainottamaan vaihteluita. Edellytyksenä kuitenkin on V2G ja V2H latausteknologian yleistyminen. (Lovio & Tuomi 2018, 11.) Monipuolinen käyttö luo sähkövarastoinnin kannattavuudelle mahdollisuuden. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2017, 48). Verotuksen osalta olisi tärkeää kiinnittää huomioita sähkövarastoinnin verottomuuteen. Nykyisin sähkövarastointia verotetaan kahdesti, varattaessa ja purettaessa. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2017, 51.)

Ilmastonmuutos on toiminut energiateknologian kehityksen vauhdittajana. Teknologian kehitys sekä aurinko- ja tuulivoiman tuotannon lisääntyminen on hajauttanut energiantuotantoa sekä lisännyt hinnan vaihteluita entisestään. Samaan aikaan sähkönsiirron kustannukset ovat nousseet. Siirtohintojen nousu puolestaan luo kysyntää sähkövarastoinnille sekä energian paikalliselle tuottamiselle ilman sähköverkkoa. (Linturi & Kuusi 2018, 337.)

Sähkövarastoinnin ja etenkin akkuteknologian kehityksen osalta on monia lupaavia kehitysprojekteja, joiden tarkoituksena on etsiä ratkaisuja akkujen ominaisuuksien kehittämiseen. Yleisin akuissa käytetty litium-ion teknologia on pysynyt suosittuna jatkuvan tuotekehityksen ja innovaatioiden vuoksi. (Linturi & Kuusi 2018, 345.)

Hajautetun tuotannon ja sähkövarastojen avulla verkkoa voidaan jakaa mahdollisissa häiriötilanteissa pieniin omavaraisiin saarekkeisiin. Pienimmillään

saarreke voi muodostua yhdestä kiinteistöstä tai kiinteistön osasta esimerkiksi sairaalasta tai voimalaitoksesta. (International Electrotechnical Commission. 2018, 44.)

Akustoja voidaan yhdistää tuotannon ja kulutuksen ohella virtuaalivoimalaksi, jota hallitaan kontrolloidusti yhdestä paikasta. Virtuaalivoimalan tarkoituksena on useiden toisistaan erillään olevien kohteiden yhtäaikainen hallinta, joka muodostaa riittävän kapasiteetin taajuussäätöön ja sähköverkon tasapainottamiseen. Kehitteillä olevasta akkuvalmistajasta tai käytetystä akkuteknologiasta riippumattomasti virtuaalivoimalan ohjausjärjestelmästä käytetään nimeä "Battery SCADA". Ohjelman tarkoituksena on antaa sähköverkkoyhtiölle valmiudet ohjata sähkövarastojen kokonaisuutta integroidusti. (International Electrotechnical Commission. 2018, 49.)

Sähköntuotannon monipuolistuessa tulemme myös tarvitsemaan akustojen kapasiteettia tasoittamaan mahdollisia tuotannonvaihteluita. Akustojen yleistyessä ja tuotantomäärien kasvaessa tulemme näkemään myös hintojen laskun sähkövarastoinnin osalta. Omana osanaan hintoja tulevat laskemaan kierrätystekniikoiden keittyminen ja kierrätysasteen kasvaminen, mikä laskee entisestään akustoihin käytettyjen materiaalien kustannuksia.

Myös sähköistyvä liikenne on osana auttamassa sähkövarastointia yleistymään tulevaisuudessa. Liikennekäytöstä poistuvia akustoja on mahdollista hyödyntää vielä usean vuoden ajan sähkövarastointiin kiinteistökohteissa, joissa akuston käyttö on pientä verrattuna ajoneuvokäyttöön. Näin ollen voidaan nähdä käytetyille akustoille kehittyvän oma markkinapaikka.

Ongelmana tuntuu kuitenkin vielä olevan oikean kustannustehokkaan teknologian löytäminen. Tutkimustyö etenee nopeasti, mutta ongelmaksi muodostuu lopullinen akkuteknologian skaalaaminen tuotantoon asti, joka vaatisi huomattavasti rahoitusta ja resursseja. Ei myöskään tulisi unohtaa muita sähkövarastoimisteknologioita sekä niiden kehittämistä osana tulevaisuutta.

Nähtäväksi siis jää, miten Suomi tulee olemaan osana tätä sähkönvarastoinnin ja akustojen nousukautta. Mahdollisuudet meillä olisi rajattomat teknologian kehittämisen ja tutkimuksen suhteen. Suomeen olisi myös mahdollista luoda koko toimitusketju aina akkumineraalien kaivamisesta lopullisen sähkövaraston toteutukseen asti. Näin olisi mahdollista luoda myös kaivattuja työpaikkoja Suomeen. Yritysten ja yrittäjien tulisi vain ottaa riski ja tehdä joitan. Maailmaa ei muuteta seuraamalla muita, välillä jonkun on oltava esimerkkinä ja suunnan näyttäjänä.

Lähteet

- Gaia Consulting. 2017. Selvitys Li-akkujen turvallisuustekijöistä. <https://tuukes.fi/documents/5470659/6372809/Selvitys+litiumioniakkujen+turvallisuustekij%C3%B6ist%C3%A4/4eaac0e7-a824-42f8-b560-072f84d3e7ad/Selvitys+litiumioniakkujen+turvallisuustekij%C3%B6ist%C3%A4.pdf> 18.4.2019.
- International Electrotechnical Commission. 2018. Electrical Energy Storage. White Paper. <https://www.iec.ch/whitepaper/pdf/iecWP-energystorage-LR-en.pdf> 10.11.2018.
- Karelia-ammattikorkeakoulu. 2018. Juliste. Karelia-ammattikorkeakoulu. <http://www.karelia.fi/mobiilisahkovarastot/wp-content/uploads/2018/04/Juliste.pdf>. 11.1.2020.
- Kuutti, W. 2003. Käytettävyys, suunnittelu ja arviointi. Helsinki: Talentum.
- Linturi, R. & Kuusi, O. 2018. Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_6+2013.pdf 26.1.2020.
- Lovio, R. & Tuomi, T. 2018. Akkujen merkitys kasvaa: milloin, miten ja millä edellytyksillä? – suomalaisten toimijoiden näkemyksiä vuoden 2018 alussa. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-60-8194-6> 13.1.2019.
- Nocart Oy. 2018a. Siirrettävän energiavaraston ohjaus- ja hallintajärjestelmä. 10.11.2018.
- Nocart Oy. 2018b. PMU Product Description. Nocart Oy. http://nocart.com/docs/PMU_ProductDescription_lowres_17-2.pdf 10.11.2018.
- Nocart Oy. 2018c. PMU Datasheet. Nocart Oy. http://nocart.com/docs/PMU_ProductDescription_lowres_17-2.pdf 9.11.2018.
- Oulasvirta, A. 2011. Ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutus. Helsinki: Gaudeamus.
- Pöyry Management Consultin Oy. 2018. Älykäs kaupunkienergia. Raportti Energiateollisuus ry:lle. https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/alykas_kaupunkienergia.html#material-view 5.2.2019.
- Saariluoma, P. 2004. Käyttäjäpsykologia. Helsinki: WSOY.
- SESKO ry. 2018a. Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset. Osa 2: Paikallisakut. SFS-EN IEC 62485-2:2018. 5.5.2019.

- SESKO ry. 2018b. Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset. Osa 1: Paikallisakat. SFS-EN IEC 62485-1:2018. 7.6.2019.
- Sinkkonen, I., Kuoppala, H., Parkkinen, J. & Vastamäki, R. 2006. Psychology of usability. Edita publishing Oy.
- Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 2012a. Kuvatunnukset ja piirrosmerkit. Turvallisuusvärit ja turvallisuusmerkit. Osa 3: Turvallisuusmerkeissä käytettävien kuvatunnusten suunnitteluperiaatteet. 5.8.2019.
- Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 2012b. Käyttöohjeiden laatiminen. Jäsentäminen, sisältö ja esittämien. Osa1: Yleiset periaatteet ja yksityiskohtaiset vaatimukset. 2.3.2019.
- Sähköinfo Oy. 2016a. ST 52.30.01. Akkuhuoneet ja varaamotilat. 4.5.2018.
- Sähköinfo Oy. 2016b. ST 96.30. Akkujen hoito ja kunnossapito 12.6.2018.
- Sähköinfo Oy. 2016c. ST 52.30.02. Akustot ja varaajat. Valinta ja mitoittaminen. 5.7.2019.
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2016. Tuotteiden käyttöohjeet opas. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. https://tukes.fi/documents/10197/8647605/Tuotteiden_kaytto-ohjeet_opas.pdf. 11.12.2019.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2017. Matkalla kohti joustavaa ja asiakaskeskeistä sähköjärjestelmää. Työ- ja elinkeinoministeriön älyverkkotyöryhmän väliraportti. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-243-9> 15.9.2019.

Käytettävyys haastattelu

KÄYTETTÄVYYSHAASTATELU	SÄHKÖVARASTO
1. Käyttäjärühmä	
a. Opiskelija	
b. Opettaja	
c. Asiantuntija	
d. Huoltohenkilökunta	
2. Laitteen käyttöaika? (minuuttia)	
-	
3. Ohjeistuksen yleisilme? (1-5)	
-	
4. Oliko ohjeistus helposti saatavilla? (1-5)	
-	
5. Kuinka helposti laitteen käyttöönotto sujui? (1-5)	
-	
6. Käyttöönotossa ilmenneitä ongelmia?	
-	
7. Käynnistyikö laite odotetusti ohjeistuksen mukaan?	
-	
8. Ilmenikö laitteen toiminnassa ongelmia käytön aikana?	
-	
9. Oliko ohjeistuksesta etsitty tieto helposti löydettävissä? (1-5)	
-	
10. Kuinka parantaisit ohjeistusta?	
-	
11. Oliko ohjeistus selkeä? (1-5)	
-	
Haastattelu tulee suorittaa heti laitteen käytön loputtua.	

Palautelomake

PALAUTELOMAKE	SÄHKÖVARASTO
1. Päivämäärä.	
2. Käyttäjryhmä. (Opiskelija, Opettaja, Asiantuntija vai Huoltohenkilöstö)	
3. Ongelmia tai korjattavaa.	
4. Huomioitavaa.	
5. Huoltoon liittyvää.	
6. Yhteyshenkilö. (Henkilö, johon voi olla yhteydessä, jos kysyttävää tulee)	
7. Muuta.	
Muista palauttaa lomake palautelaatikkoon. Kiitos.	