

# Kunnossapitojärjestelmän toteutus Tampereen Vedellä



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Valkeakosken kampus, sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri (AMK)

Syksy 2020

Timi Haikka

Koulutus

Tiivistelmä

Kampus

---

Tekijä Timi Haikka

Vuosi 2020

Työn nimi Kunnossapitojärjestelmän toteutus Tampereen Vedellä

Ohjaajat Mika Oinonen, Risto Mäki

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda kuvaukset kunnossapidon tietojärjestelmien toiminnoista Tampereen Vedelle. Esimerkkialustana toimi ALMA-järjestelmä. Yrityksessä ei ole ollut aikaisemmin käytössä kattavaa kunnossapidon tietojärjestelmää, joka yhdistäisi mm. kunnossapitotöiden suunnittelun, dokumentaatiohallinnan tai materiaalien hallinnan yhdeksi laajaksi kokonaisuudeksi.

Laadukkaalla ja tehokkaalla kunnossapidon tietojärjestelmän käytöllä voidaan tehostaa yrityksen kunnossapidon tehokkuutta, joka vaikuttaa yrityksen toimintavarmuuteen ja kannattavuuteen. Järjestelmään tallentunut tieto ja sen analysointi avaavat mahdollisuuden kunnossapidon jatkuvaan kehittämiseen.

Opinnäytetyö toteutettiin tutkimustyönä, jossa tutustuttiin kirjallisuuteen ja muihin tietolähteisiin. Kunnossapidon tietojärjestelmien ymmärtäminen vaatii laajan osaamisen kunnossapidon teoriasta, jota opinnäytetyössä käsitellään. Käytännön osuus toteutettiin kunnossapitohenkilöstön haastatteluiden ja ALMA-järjestelmän tutustumisen avulla.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda niiden toimintojen kattavat kuvaukset, jotka Tampereen Vesi näkee välttämättöminä ja tarpeellisina kunnossapitojärjestelmän hyödyntämisessä ja kehittämisessä.

Avainsanat Kunnossapito, tietojärjestelmät, turvallisuus

Sivut 63 sivua ja liitteitä 1 sivu

Name of Degree Programme

**Abstract**

Campus

Author Timi Haikka

Year 2020

Subject Implementation of a maintenance system for Tampereen Vesi

Supervisors Mika Oinonen, Risto Mäki

---

ABSTRACT

The purpose of the thesis was to create descriptions of the functions of maintenance information systems for Tampereen Vesi. The ALMA system was used in the thesis to describe the functions. The company has not previously used a maintenance information system that would connect for example maintenance planning, documentation management, or materials management into one broad entity.

High-quality and efficient use of the maintenance information system can increase the efficiency of maintenance, which affects the company's operational reliability and profitability. In addition, the information stored in the system and its analysis opens up the possibility of continuous maintenance development.

The thesis was carried out as research into related literature and other sources of information. Understanding maintenance information systems requires extensive knowledge of the theory of maintenance, which is addressed in the thesis. The practical part was carried out through interviews with maintenance staff and study of the ALMA system.

The aim of the thesis was to create comprehensive descriptions of the functions that Tampereen Vesi sees necessary in utilization and development of the maintenance information system.

Keywords Maintenance, information system, safety

Pages 63 pages and appendices 1 page

## Sisällys

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Johdanto .....                                       | 6  |
| 2     | Tampereen Vesi .....                                 | 7  |
| 3     | Kunnossapito .....                                   | 10 |
| 3.1   | Kunnossapidon määritelmä ja tavoitteet.....          | 10 |
| 3.1.1 | KNL – tuotannon kokonaistehokkuus .....              | 11 |
| 3.1.2 | Käyttövarmuus .....                                  | 18 |
| 3.2   | Kunnossapitolajit .....                              | 20 |
| 3.2.1 | Ehkäisevä kunnossapito .....                         | 21 |
| 3.2.2 | Korjaava kunnossapito .....                          | 24 |
| 3.2.3 | Parantava kunnossapito.....                          | 25 |
| 3.2.4 | Huolto .....   | 25 |
| 3.2.5 | Vikaantumisen ja vikojen selvittäminen .....         | 26 |
| 4     | Sähkölaitteiston huolto ja sähköturvallisuus.....    | 26 |
| 4.1   | Sähköturvallisuuslait ja sähkölaitteistoluokat ..... | 27 |
| 4.1.1 | Ensimmäisen luokan sähkölaitteistot .....            | 27 |
| 4.1.2 | Toisen- ja kolmannen luokan sähkölaitteistot .....   | 28 |
| 4.2   | Käyttöönottotarkastus .....                          | 28 |
| 4.3   | Varmennustarkastus .....                             | 29 |
| 4.4   | Määräaikaistarkastus ja kunnossapitotarkastus .....  | 30 |
| 5     | Sähkö- ja instrumenttilaitteiden kunnossapito .....  | 31 |
| 5.1   | Sameusmittauslaitteet .....                          | 31 |
| 5.2   | pH-anturit .....                                     | 32 |
| 5.3   | Pinnankorkeusanturit.....                            | 33 |
| 5.4   | Kloorimittaukset .....                               | 33 |
| 5.5   | Taajuusmuuttajat.....                                | 34 |
| 5.6   | UPS-järjestelmät .....                               | 35 |
| 5.7   | Sähkökeskukset ja katkaisijat .....                  | 36 |
| 5.8   | UV-laitteet .....                                    | 38 |
| 6     | Kunnossapidon tietojärjestelmät.....                 | 38 |
| 6.1   | Kunnossapitokortisto .....                           | 39 |
| 6.2   | Töiden ohjaus ja suunnittelu .....                   | 40 |
| 6.3   | Materiaalien ohjaus .....                            | 41 |
| 6.4   | Dokumentaatiohallinta .....                          | 41 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 6.5   | Muut toiminnot .....  | 42 |
| 7     | Kunnossapitojärjestelmän toimintojen priorisointi ja kuvaus ALMA-järjestelmässä | 43 |
| 7.1   | ALMAN sekä ALMA-toimintojen kuvaukset .....                                     | 45 |
| 7.1.1 | Laitoshierarkia ja laitekortti .....  | 45 |
| 7.1.2 | Vikailmoitukset ja päiväkirjamerkinnot .....                                    | 49 |
| 7.1.3 | Vikatyöt .....  | 51 |
| 7.1.4 | Enakkohuollot.....  | 54 |
| 7.1.5 | Dokumentaatiohallinta .....   | 57 |
| 7.1.6 | Raportit .....  | 61 |
| 7.1.7 | Mobiilikäyttö .....   | 62 |
| 8     | Pohdinta .....  | 62 |
|       | Lähteet .....   | 64 |

## Kuvat, taulukot ja kaavat

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Kuva 1.  | Kaupinojan vesilaitos vuonna 1928 (Tampereen Vesi n.d.b).....                                     | 7  |
| Kuva 2.  | Tampereen Veden pääkonttori Nekalassa (Tampereen Vesi n.d.c).....                                 | 8  |
| Kuva 3.  | KNL:n käyttäminen johtamisessa eri aikaväleillä (Iivanainen, Pirinen & Törnroos, n.d., s. 9)..... | 17 |
| Kuva 4.  | Käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät (Järviö, 2006, s. 10).....                                   | 18 |
| Kuva 5.  | Kunnossapitolajit standardin SFS-EN 13306:2010 mukaan (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 46). .....       | 20 |
| Kuva 6.  | Kunnossapitolajit standardin PSK 6201:2011 mukaan (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 47). .....           | 21 |
| Kuva 7.  | Ehkäisevän kunnossapidon optimointi (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 98).....                           | 24 |
| Kuva 8.  | pH-anturi (Säättö, n.d.). .....   | 32 |
| Kuva 9.  | TST-tyyppin pinnankorkeusanturi (Nieminen, 2014, s. 17). .....                                    | 33 |
| Kuva 10. | Kunnossapidon tietojärjestelmän osa-alueet (Edu, n.d.). .....                                     | 39 |
| Kuva 11. | Kaupinojan laitoshierarkia .....  | 46 |
| Kuva 12. | Laitekortti ALMAssa .....   | 47 |
| Kuva 13. | Dokumentin linkittäminen laitekortille .....  | 48 |
| Kuva 14. | Laitekorttiin linkitetyt dokumentit löytyvät dokumentit-välilehdeltä .....                        | 48 |
| Kuva 15. | Laitekortin hierarkialinkit löytyvät ylempi-välilehdeltä .....                                    | 49 |

|   |    |
|---|----|
| Kuva 16. Vikailmoituksen luonti laitoshierarkian kautta .....   | 50 |
| Kuva 17. ALMAN vikailmoituskalenteri .....  | 51 |
| Kuva 18. Tehtävän luonti vikailmoituskalenterin kautta .....  | 52 |
| Kuva 19. Tehtävän luonti ALMAssa .....  | 53 |
| Kuva 20. Luotu tehtävä löytyy sekä kunnossapitopuun että tehtäväkalenterin kautta.                              | 54 |
| Kuva 21. Kohteen päältä voidaan luoda yksittäisiä tehtäviä .....  | 55 |
| Kuva 22. Tehtävän jaksoväliksi on määritelty 2 viikkoa .....  | 56 |
| Kuva 23. Dokumentti voidaan raahata ALMAan suoraan kansioista .....   | 57 |
| Kuva 24. Dokumentille määritetään dokumenttityyppi sekä sen tiedot lisätään<br>attribuutteihin .....            | 58 |
| Kuva 25. Dokumentti- ja mappihierarkia .....  | 59 |
| Kuva 26. Dokumentti- välilehdeltä nähdään mille kohteille dokumentti on linkitetty ..                           | 60 |
| Kuva 28. Tiedostot lisätään dokumenteille massatuonnin jälkeen .....  | 61 |
| <br>  |    |
| Taulukko 1. Kuvitteellisen vedentuotantolaitoksen parametrit .....  | 14 |
| Taulukko 2. KNL-arvo ei välttämättä kerro koko totuutta (Iivanainen, Pirinen & Törnroos,<br>n.d., s. 16). ..... | 16 |
| Taulukko 3. ACS550 taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko (ABB, n.d., s. 271).....                                 | 35 |
| Taulukko 4. ALMAN Import-taulukko .....   | 60 |
| <br>  |    |
| Kaava 1. KNL (OEE, n.d.) .....  | 12 |
| Kaava 2. Käytettävyys (OEE, n.d.) .....   | 12 |
| Kaava 3. Käyntiaika (OEE, n.d.) .....   | 12 |
| Kaava 4. Nopeus 1 (OEE, n.d.) .....   | 13 |
| Kaava 5. Nopeus 2 (OEE, n.d.) .....   | 13 |
| Kaava 6. Laatu (OEE, n.d.) .....  | 13 |

## Liitteet

|         |                         |
|---------|-------------------------|
| Liite 1 | Haastattelun yhteenveto |
|---------|-------------------------|

## 1 Johdanto

Kunnossapidon tietojärjestelmä on kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä, joka yhdistää kunnossapidon olennaiset osa-alueet yhdeksi kokonaisuudeksi sekä näyttää niiden väliset yhteydet. Oikein käytettynä ja huolellisella käyttöönoton suunnittelulla järjestelmästä saadaan kaikki hyöty irti. Puutteellisella toteutuksella ja kiireellisellä käyttöönotolla lopputuloksena syntyy keskeneräinen järjestelmä, joka taas muuttuu lisärasitteeksi yrityksen muiden rasitteiden joukossa.

Tampereen Veden kunnossapidon toiminnanohjauksen tukena ei ole ollut kattavaa kunnossapidon tietojärjestelmää, jonka vuoksi Tampereen Vesi on lähtenyt selvittämään vaihtoehtoja tilanteen parantamiseksi. Yrityksen käytössä on tällä hetkellä kaupallinen kunnossapitokortisto-ohjelma, joka sisältää mm. ennakkohuollot ja niiden seurannan. Lisäksi Tampereen Vedellä on käyttöönottovaiheessa ALMA-dokumentin hallintajärjestelmä, joka voitaisiin laajentaa kunnossapitojärjestelmäksi. ALMAan on mallinnettu laitokohtaiset hierarkiat ja tuotu osa dokumenteista, mutta kunnossapito-osiota ei ole toistaiseksi hankittu.

Opinnäytetyön keskeisin tavoite on luoda riittävän kattavat kuvaukset kunnossapidossa tarvittavan tietojärjestelmän toiminnoista. Toiminnot kuvataan ALMA-järjestelmää käyttäen ja toiminnot priorisoidaan kunnossapidon työnjohdon sekä laitosten käytön johtajien haastatteluiden perusteella.

Opinnäytetyössä käsitellään kunnossapidon keskeisimpiä tavoitteita, määritelmiä ja kunnossapitolajeja. Lisäksi työssä perehdytään Tampereen Vedellä eniten huoltoa tarvitseviin sähkö- ja instrumenttilaitteisiin sekä sähkölaitteisiin liittyviin tarkastuksiin ja lakeihin. Teorian viimeisessä osiossa käsitellään kunnossapidon tietojärjestelmiä yleisellä tasolla, jonka jälkeen kuvataan ALMA-järjestelmän toimintoja.

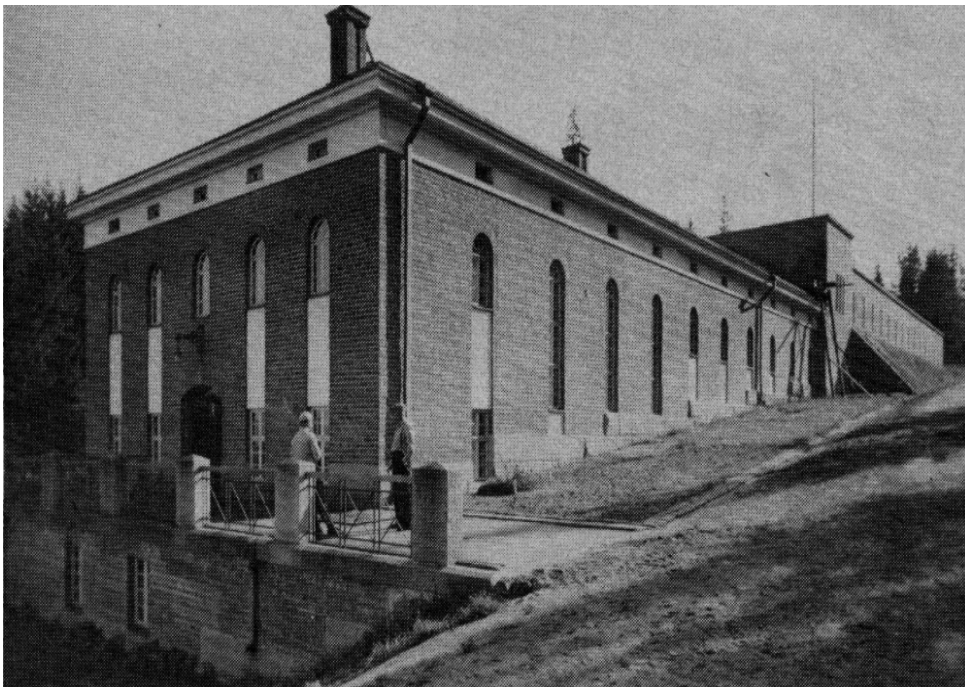
Haluaisin kiittää Tampereen Vettä siitä, että ovat koronapandemiasta huolimatta antaneet minulle mahdollisuuden tehdä mielenkiintoisesta aiheesta opinnäytetyön sekä olemalla hyvin joustavia minua kohtaan. Erityisesti haluan kiittää niitä henkilöitä, jotka ovat antaneet minulle rakentavaa palautetta läpi opinnäytetyöprosessin sekä kaikkia haastatteluissa olevia henkilöitä. Ilman teidän panostanne en olisi päässyt tavoitteeseen.

## 2 Tampereen Vesi

Keskitetty vesihuolto aloitettiin Tampereella 1880-luvulla, kun viemäriverkostoa ja vesihuoltolaitosta alettiin kehittää. Tampereen Veden historia katsotaan alkaneen vuonna 1898, kun Mältinrantaan valmistui korkeapaineinen vesilaitos. Tuolloin Tampereella oli lisäksi 18 kilometriä pitkä vesijohto, pumppaamo ja ylävesisäiliö Pyynikin harjulla, joka on käytössä tänäkin päivänä. (Tampereen vesi, 2018a; Tampereen vesi, n.d.a)

Jäteviemäreitä pitkin Näsijärveen kulkeutuneet taudinaiheuttajat aiheuttivat kaksi kertaa lavantautiepidemian 1900-luvun alkupuolella. Tämän vuoksi Näsijärvessä olevaa raakaveden imuputkea pidennettiin ja pohjaveden käyttöä ja jäteveden puhdistamista alettiin selvittää. Vuonna 1928 uusi vedenkäsittelylaitos rakennettiin Kaupinojanlahteen (Kuva 1) sekä Kaupin vesitorni vieressä olevan mäen harjalle. Kaupinojalla vedenkäsittelyyn sisältyi aluksi hiekkasuodatus ja klooraus. Myöhemmin saostusaltaat otettiin käyttöön ja veden kemiallinen käsittely aloitettiin Kaupinojalla 1930-luvulla. (Tampereen Vesi, 2018a)

Kuva 1. Kaupinojan vesilaitos vuonna 1928 (Tampereen Vesi n.d.b).



Vesilaitoksen kasvu alkoi sotavuosien jälkeen, jolloin vesijohtoa ja viemäriverkostoa rakennettiin vauhdilla. Kaupinojan laitoksen teho viisinkertaistui 1952 valmistuneen

laajennuksen myötä. Vuonna 1961 lainsäädäntö parani, kun ensimmäinen vesilaki säädettiin. Uusia pohjavesilaitoksia rakennettiin Tampereelle 1960- ja 1970-luvulla mm. Hyhkyyän ja Messukylään. Raholaan rakennettiin ensimmäinen jätevedenpuhdistamo vuonna 1962 ja 10 vuotta myöhemmin Viinikanlahdelle. 1970-luvulla valmistui uusi pintavesilaitos Ruskoon, jonne raakavesi pumpattiin Roineesta. Ruskoon siirtyivät puhtasvesi- ja jätevesilaboratoriot, jotka ovat toiminnassa vielä nykyäänkin. (Tampereen Vesi, 2018a)

Laitoksien prosessien tehokkuutta ja tekniikkaa on pidetty ajan tasalla laajennuksien ja saneerauksien avulla. Esimerkiksi Ruskossa otettiin käyttöön ensimmäisenä maailmassa pyörrevirtaflotaatio vuonna 1989. 2000-luvulla Tampereen Veden pääkonttori siirtyi Frenckellistä Nekalaan uuteen vesitaloon (Kuva 2). 2010-luvulla käynnistettiin Kaupinojan laitoksen saneeraus sekä Mustalammen pohjavesilaitos rakennettiin. Tampereen keskusjätevedenpuhdistamon on määrä valmistua suunnitelmien mukaan 2020-luvun aikana Sulkavuoreen. (Tampereen Vesi, 2018a)

Kuva 2. Tampereen Veden pääkonttori Nekalassa (Tampereen Vesi n.d.c).



Vuosittain Tampereen Vesi pumpppaa vesijohtoverkostoon noin 19 miljoonaa m<sup>3</sup> talousvettä. Tämä tekee tunnissa noin 1-2 uima-altaallista vettä. Vedestä noin 30 % on pohjavettä ja noin 70 % pintavettä. (Tampereen Vesi, 2018b)

Järvivedestä talousvettä valmistetaan Tampereella neljällä eri pintavesilaitoksella. Kaksi suurinta pintavesilaitosta Ruskossa ja Kaupinojalla tuottavat talousvettä Tampereen keskustaaajamalle ja Pirkkalan alueelle. Pienemmät pintavesilaitokset Palsossa ja Kämenniemiessä valmistavat talousvettä omille alueilleen Pohjois-Tampereella. Pohjavesilaitoksia Tampereen Vedellä on viisi, jotka sijaitsevat Messukylässä, Hyhkysässä, Mustalammella, Julkujärvellä ja Pinsiössä. Pohjavesi on lähtökohtaisesti puhtaampaa kuin pintavesi, minkä vuoksi pintaveden puhdistaminen vaatii enemmän vaiheita. (Tampereen, 2018b)

Tampereen Vedellä on seitsemän ylävesisäiliötä eli vesitornia, joista kaksi sijaitsee Kaupissa ja kaksi Pyynikinharjulla. Yksittäiset vesitornit sijaitsevat Hervannassa, Tesomalla ja Peltolammella. Ylävesisäiliöiden avulla vesijohtoverkostossa ylläpidetään tasaista painetta ja tasataan vedenkulutuksen vaihteluita. Vesitornien vesi vaihtuu vuorokauden aikana, jotta vesi pysyy tarpeeksi raikkaana. (Tampereen Vesi, 2018b)

Tampereen Veden vesijohtoverkoston pituus on noin 800 km pitkä. Jätevesiviemärien yhteispituus on noin 740 km. Jätevesi pyritään kuljettamaan painovoimaisesti jätevedenpuhdistamoille, mutta tämä ei ole mahdollista johtuen maaston korkeuksien vaihteluista. Siksi Tampereen Vedellä on noin 100 jätevedenpumppaamaa, jotka ylläpitävät jäteveden virtausta. Tampereen Vesi käsittelee vuosittain yli 30 miljoonaa m<sup>3</sup> jätevettä. Tampereen Vedellä on neljä jätevedenpuhdistamaa, jotka sijaitsevat Viinikanlahdella, Raholassa, Palsossa ja Kämenniemiessä. Viinikanlahdella ja Raholassa puhdistetaan Tampereen lisäksi myös Kangasalan, Pirkkalan ja Ylöjärven jätevedet. (Tampereen Vesi, 2018b)

Tampereen Vesi työllistää noin 160 työntekijää, joista suurin osa työskentelee vesijohto- ja viemäriverkoston ylläpidon, kehittämisen ja kunnossapidon parissa. Toiseksi suurin työllistävä osa-alue on vedentuotanto ja laboratoriot. Kolmanneksi suurin on jätevedenpuhdistus ja loput työntekijöistä työskentelevät liiketoimintaa tukevissa työtehtävissä. Tampereen Veden 120-vuotisen historian aikana kaupunkilaisten määrä on kasvanut 36 000:sta aina 230 000 asukkaaseen. Tampereen Veden liikevaihto on nykyisin noin 60 miljoonaa euroa. (Tampereen Vesi, 2018b) Verkostojen pituudet,

jätevedenpumppaamoiden lukumäärät ja henkilöstön lukumäärät on ilmoitettu lähteestä poiketen marraskuun 2020 tilanteen mukaan

### **3 Kunnossapito**

Kehityksen myötä yhteiskuntaan on syntynyt erilaisia prosesseja, jotka tuottavat hyödykkeitä. Näille prosesseille yhtenäistä on niiden ajallinen rajoitettavuus, joiden muuttuminen tapahtuu aina huonompaan suuntaan: koneet ja laitteet kuluvat ja rikkoontuvat. Kunnossapidon avulla pyritään laitteiden ja koneiden suorituskykyä ylläpitämään tai jopa parantamaan. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 17)

Kunnossapito on mielletty perinteisesti kunnossapito-osaston osa-alueeseen. Tuotanto-osastolla voidaan vieroksua kunnossapidollisia töitä. Tällöin voi olla, että koneiden ja laitteiden hoitamiskulttuuri on heikosti kehittynyttä. Jokaisen sellaisen henkilön velvollisuus on pitää koneet ja laitteet toimintakuntoisina, jotka työskentelevät kyseisten laitteiden tai koneiden parissa. Jokainen yrityksen ryhmä osallistuu kunnossapitoon omalla tavallaan: käyttöhenkilöstö vastaa koneiden asianmukaisesta ja ammattimaisesta käytöstä, sekä koneiden suorituskyvyn valvomisesta. Vaativista toimenpiteistä kuten korjauksista vastaa kunnossapitohenkilöstö. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 17)

#### **3.1 Kunnossapidon määritelmä ja tavoitteet**

Standardeissa kunnossapito määritellään useilla eri tavoilla.

PSK 6201:2015 –standardi (ei suora lainaus):

Kunnossapidossa säilytetään laite tai kohde tilassa, jossa se pystyy suorittamaan vaaditut tehtävät sen koko elinkaaren aikana, hallinnollisten, teknisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden avulla. (PSK 6201/2015, s. 2)

SFS-EN 13306:2010 –standardi:

”Kaikki koneen elinjaksen aikaiset tekniset, hallinnolliset, ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon.” (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 17)

Kunnossapidon tärkeimpiä tavoitteita ovat PSK 6201 standardin mukaan käyttövarmuus ja tuotannon kokonaistehokkuus (KNL). Käyttövarmuus jaetaan kolmeen osa-alueeseen: kunnossapitovarmuuteen, toimintavarmuuteen ja kunnossapidettävyyteen. (PSK 6201/2015, s. 4-5)

Tuotannon kokonaistehokkuus on kolmen osatekijän tulo: käytettävyyden (K), nopeuden (N) ja laadun (L), joista kirjainyhdistelmä KNL muodostuu. Kunnossapidon tärkeitä tavoitteita ovat myös kustannustehokkuus, turvallisuus ja ympäristön huomioiminen. (PSK 6201/2015, s. 4-5)

### **3.1.1 KNL – tuotannon kokonaistehokkuus**

KNL on tunnusluku, jonka avulla seurataan ja kehitetään tuotantoprosessien tehokkuutta. Tehokkuuden kehittämisen ja seurannan kohteita ovat yleensä koneet, tuotantolinjat, laitekomponentit, tehtaot ja osastot. Aluksi KNL kehitettiin mittaamaan kunnossapidon tehokkuutta. Koneen toimiessa ja tuottaessa maksimaalisella kapasiteetilla, hyötyy koko yritys. Nykyään KNL mittaa koko tuotannon käytettävyyttä, nopeutta ja laatua. Suomessa tuotannon kokonaistehokkuudesta käytetään lyhennettä KNL, joka tulee sanoista käytettävyys, nopeus ja laatu. Englanninkielinen lyhenne on OEE (Overall Equipment Effectiveness). (Iivanainen, Pirinen & Törnroos, n.d., s. 6-7)

KNL ottaa kantaa useisiin tuotantohävikkien syihin, jotka se jakaa kolmeen tekijään: käytettävyyteen, nopeuteen ja laatuun.

- Käytettävyystekijä kertoo tuotantohävikin määrän, joka syntyy esimerkiksi seisokkien takia, jotka pysäyttävät tuotannon pidemmäksi aikaa (yleensä useita minutteja). Välttämättä ei ole tarpeellista huomioida kaikkia tuotannon lyhyitä pysähdyksiä.
- Nopeustekijä kertoo nopeushäviöistä aiheutuvat tuotantohävikit. Kaikki maksiminopeutta alhaisemmat nopeudet ovat nopeushäviöitä.

- Laatutekijä kertoo huonosta laadusta johtuvat tuotantohävikit. Kaikki ne laatukriteerit, jotka eivät vastaa toivottua lopputulosta, lasketaan tuotantohävikkiin. Tuotantohävikkiin lasketaan myös tuotteet, jotka vaativat jatkokäsittelyä. (Iivanainen, Pirinen & Törnroos, n.d., s. 6; ks. myös OEE, n.d.)

KNL on kokonaisluku, joka määritetään seuraavasti (Kaava 1):

Kaava 1. KNL (OEE, n.d.)

$$KNL = Käytettävyys * nopeus * laatu \quad (1)$$

Käytettävyys määritetään seuraavasti (Kaava 2):

Kaava 2. Käytettävyys (OEE, n.d.)

$$Käytettävyys = \frac{Käyntiaika}{Suunniteltu\ tuotantoaika} \quad (2)$$

Suunniteltu tuotantoaika on aika, jolloin prosessin oletetaan tuottavan. Käyntiaika on suunniteltu tuotantoaika vähennettynä tapahtumat, jotka pysäyttävät tuotannon. Käyntiaika määritetään seuraavasti (Kaava 3): (OEE, n.d.)

Kaava 3. Käyntiaika (OEE, n.d.)

$$Käyntiaika = Suunniteltu\ tuotantoaika - seisokit \quad (3)$$

Nopeus määritetään seuraavasti (Kaava 4):

Kaava 4. Nopeus 1 (OEE, n.d.)

$$\text{Nopeus} = \frac{(\text{Ihanteellinen jaksonaika} * \text{toteutunut tuotanto})}{\text{Käyntiaika}} \quad (4)$$

Ihanteellinen jaksonaika on nopein jakso, jonka prosessi voi saavuttaa optimaalisissa olosuhteissa. Toteutunut tuotanto on kaikki valmistuneet tuotteet mukaan lukien vialliset. Kun ihanteellinen jaksonaika kerrotaan toteutuneella tuotannolla, saadaan tulokseksi nettokäyntiaika, eli nopein mahdollinen aika osien valmistamiseksi. (OEE, n.d.)

Nopeus voidaan määrittää myös seuraavasti (Kaava 5):

Kaava 5. Nopeus 2 (OEE, n.d.)

$$\text{Nopeus} = \frac{(\text{Toteutunut tuotanto} / \text{Käyntiaika})}{\text{Ihanteellinen jaksonaika}} \quad (5)$$

Laatu määritetään seuraavasti (Kaava 6):

Kaava 6. Laatu (OEE, n.d.)

$$\text{Laatu} = \frac{\text{Hyväksytty tuotanto}}{\text{Toteutunut tuotanto}} \quad (6)$$

Täydellisessä prosessissa laatuhäviöitä ei synny, koneet käyvät maksimaalisella nopeudella eivätkä hajoa, jolloin KNL-luku on 100 %. Maailmanlaajuisesti katsottuna teollisuuden keskimääräinen KNL-luku on noin 60 %. Todella tehokkaina toimijoina voidaan pitää niitä, jotka pääsevät yli 85 %:n KNL-lukuun. Esimerkiksi jos laatu-, nopeus- ja käytettävyystekijät olisivat kaikki 80 %, mitä pidetään pääsääntöisesti hyvänä, on KNL-luku vain 51 % eli vain noin puolet maksimista. (Pinja, 2016)

Jokaisen organisaation lopputuotteena ei kuitenkaan synny kiinteää kappaletta, vaan esimerkiksi vedentuotannossa tavoiteltu lopputulos on puhdas vesi. Vedentuotannossa

käytetään vedenpuhdistamiseen paljon erilaisia kemikaaleja, joiden liiallinen määrä vedessä voi olla haitallista. Näin ollen voidaan ajatella, että riittämättömästi puhdistettu vesi on viallista, virhetoiminto voi koskea laitetta tai prosessinohjausta. Tällöin tarkasteltava yksikkö ei ole kappale vaan litra.

Vedenpuhdistuslaitoksen prosessin loppupäähän on yleensä sijoitettu tietty määrä pumppuja, joiden tehtävä on pumpata vesi verkostoon. Pumpuille on määritetty nimellistuotantokyky eli suurin mahdollinen kyky pumpata vettä tietyn ajanyksikön aikana. Tarkasteltava yksikkö on yleensä l/s. Voidaan siis ajatella, että kaikki pumpattu vesi, joka on nopeudeltaan pienempi kuin nimellistuotantokyky on nopeushäviötä. Tämä ajattelutapa ei kuitenkaan aina pidä paikkaansa vedentuotantolaitoksilla. Laitokset pumppaavat vettä verkostoon sen hetkisen tarpeen mukaan, jolloin pumppuja ei ajeta aina maksiminopeudella. Tällöin pumppujen ajonopeuksia on seurattava reaaliaikaisesti. Esimerkiksi jos pumppuja ajetaan 80 % ajonopeuksilla, niin silloin vertailuarvo on 80 % eikä pumpun nimellistuotantokyky. Seuraavaksi lasketaan kuvitteelliselle vedenpuhdistuslaitokselle KNL arvo käyttäen alla olevia kuvitteellisia arvoja (Taulukko 1).

Taulukko 1. Kuvitteellisen vedentuotantolaitoksen parametrit

| <b>Kuvitteellisen vedentuotantolaitoksen parametrit</b> |            |
|---|------------|
| Vuoron pituus (sek)                                     | 86 400     |
| Pumppujen seisokit (sek)                                | 1200       |
| Pumppujen nimellistuotantokyky (l/s)                    | 1 000      |
| Tuotetun veden määrä (l/d)                              | 84 000 000 |
| Viallisen veden määrä (l/d)                             | 4 000 000  |

Käytettävyys lasketaan kaavalla 2 ja 3. Ensin lasketaan käyntiaika (Kaava 3).

$$\text{Käyntiaika} = 86\,400 - 1200 = 85\,200 \text{ sekuntia}$$

Käyntiajan määrittämisen jälkeen voidaan laskea käytettävyys (Kaava 2).

$$\text{Käytettävyys} = \frac{85\,200}{86\,400} = 0,986 = 98,6\%$$

Lasketaan nopeus (Kaava 5).

$$\text{Nopeus} = \frac{(84\,000\,000/85\,200)}{1000} = 0,998 = 99,8\%$$

Lasketaan laatu (Kaava 6).

$$\text{Laatu} = \frac{(84\,000\,000 - 4\,000\,000)}{84\,000\,000} = 0,952 = 95,2 \%$$

Ja lopuksi voidaan laskea KNL (Kaava 1).

$$\text{KNL} = 0,986 * 0,998 * 0,952 = 0,937 = 93,7 \%$$

KNL-arvoksi saadaan lopulta noin 94 %. Tässä esimerkissä tarkasteltava ajanjakso on vuorokausi. Huomion arvioitavaa on se, että vedentuotannossa suunniteltuun tuotantoaikaan ei vaikuta kahvi- ja lounastauot. Vesilaitokset pyörivät yleensä tauoista riippumatta vuorokauden ympäri.

Pitää muistaa, että KNL:n parantaminen ei ole ainoa tavoite. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 2) on kahden eri työvuoron arvot. Yleisesti katsottuna voisi ajatella, että toinen vuoro on ensimmäistä vuoroa parempi, paremmalla OEE eli KNL arvolla. Harva vaihtaisi kuitenkin parempaa laatua parempaan käytettävyyteen, jos laatu kärsisi 3,5 %. (Iivanainen, Pirinen & Törnroos, n.d., s. 16)

Taulukko 2. KNL-arvo ei välttämättä kerro koko totuutta (Iivanainen, Pirinen & Törnroos, n.d., s. 16).

| OEE:N TEKIJÄT | 1. VUORO      | 2. VUORO      |
|---------------|---------------|---------------|
| Käytettävyys  | 90,0 %        | 95,0 %        |
| Nopeus        | 95,0 %        | 95,0 %        |
| Laatu         | 99,5 %        | 96,0 %        |
| <b>OEE</b>    | <b>85,1 %</b> | <b>86,6 %</b> |

KNL:n avulla voidaan kuvata tuotannon todellinen teho, vaikka tuotantoprosessi olisikin hyvin monimutkainen. KNL tekee monimutkaisesta tuotantoprosessista yksinkertaisen ja ymmärrettävän tunnusluvun. KNL on hyväksi todistettu työkalu mm. tehokkuuden mittaamisessa ja yrityksiä strategioiden kanssa, jotka tähtäävät tuottavuuden kasvattamiseen ja kehittämiseen. (Iivanainen & Pirinen & Törnroos, n.d., s. 7)

KNL:n yksi keskeisin tavoite on vapauttaa tuotannon kapasiteettia tehokkaampaan käyttöön, minimoimalla tuotannon hukkaa. KNL:n kehittäminen on yleensä kustannustehokkaampi tapa nostaa tuotannon tehokkuutta kuin esimerkiksi ylityötunnit, uudet laitteet tai uudet toimitilat. (Iivanainen, Pirinen & Törnroos, n.d., s. 7)

KNL:n avulla voidaan saavuttaa mm. seuraavia hyötyjä:

- Selkeä kokonaiskuva tuotantoprosesseista.
- Ongelmien syiden ymmärtäminen, niihin puuttuminen sekä prosessien kehittäminen.
- Kilpailukyvyä lisääminen markkinoilla.

- Tuotteiden ja prosessien laatu paranee, mikä lisää asiakastyytyvyyttä sekä säästää aikaa ja rahaa.
- Huollot pystytään suunnittelemaan ja aikatauluttamaan, mikä vähentää koneiden ja laitteiden korjaus- ja huoltokustannuksia ja ne ovat ennakoitavissa.
- Laitteita ja koneita voidaan käyttää täydellä kapasiteetilla.

KNL ei itsessään paranna mitään vaan kertoo kolmen mittarin avulla, miten tuotannossa menee kokonaisluvun avulla. Kokonaisluku muodostuu tuotannon tehokkuudesta. KNL voidaan käyttää päivittäisjohtamiseen, nykyhetken seuraamiseen ja pidemmän aikavälin suunnitteluun. Siksi se on hyvä työväline johtamiseen. Alla oleva kuva selkeyttää KNL:n käytön eri aikaväleillä (Kuva 3). (Iivanainen, Pirinen & Törnroos, n.d., s. 9)

Kuva 3. KNL:n käyttäminen johtamisessa eri aikaväleillä (Iivanainen, Pirinen & Törnroos, n.d., s. 9).



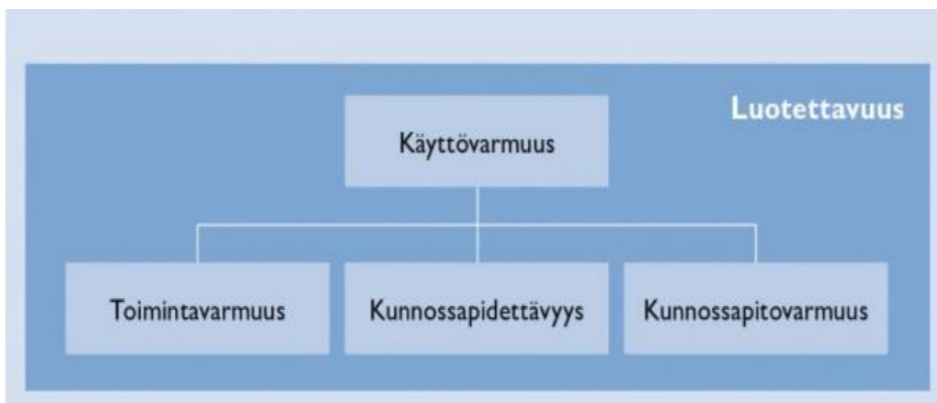
KNL antaa nykyhetken näkymässä (1-8 tunnin aikaikkunassa) tiedon, mitä tehtaassa tällä hetkellä tapahtuu. Tuotannon näytöiltä voidaan reaaliaikaisesti seurata tuotantoerien etenemistä, sekä seurata koneiden ja laitteiden tilaa. Jos huomataan, että kone 2 on huollossa, vaikka sen ei pitäisi olla, voidaan siihen reagoida heti. Tämä lisää päivittäisen tuotannon tehokkuutta. (Iivanainen, Pirinen & Törnroos, n.d., s. 10)

KNL:n avulla voidaan tarkastella ongelmakohtia ja tavoitteiden saavuttamista myös edellisten viikkojen osalta. Näin voidaan kehittää omaa tuotannon toimintaa ja varmistaa ettei samoja ongelmia synny jatkossa. KNL-järjestelmän luotettavan datan ansiosta päätökset ovat helpompia ja nopeampia tehdä. (Iivanainen, Pirinen & Törnroos, n.d., s. 10)

### 3.1.2 Käyttövarmuus

Käyttövarmuus on kohteen kyky olla tilassa, jossa se pystyy suorittamaan sille määrätyn toimenpiteen olettaen, että ulkopuoliset resurssit ovat saatavilla tietyssä ajanjaksona tai tietyllä ajan hetkellä. (Järviö, 2006, s. 32) Käyttövarmuus jaetaan kolmeen alalajiin alla olevan kuvan mukaisesti (Kuva 4).

Kuva 4. Käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät (Järviö, 2006, s. 10).



Kohteen kyky suorittaa määrätty toimenpide, tietyissä olosuhteissa ja tietyn ajanjakson aikana kuvaa kohteen toimintavarmuutta. Toimintavarmuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- **Konstruktio:** sisältyy laitteiden materiaalit ja niiden mitoitus, suunnittelun lähtötiedot ja suunnitteluperiaatteet
- **Asennus:** sisältyy konekohtaisesti sovitettavat dokumentaatiot, tekninen luovutus, suorittaminen ja käyttöopastus ja kunnossapitosuunnitelmat
- **Rakenteellinen kunnossapito:** sisältyy vikojen etsinnän ja korjauksen helppous sekä luoksepäästävyys

- Käyttö: sisältyy motivaatio, koulutus ja fyysinen kykeneminen
- Huolto: sisältyy toteutus ennakoivan kunnossapidon ja huollon osalta
- Varmennus: sisältyy valintatapa ja saatavuus (Järviö, 2006, s. 33)

Kunnossapidettävyyys kuvaa kohteen kykyä olla toimintakunnossa ja palautettavissa toimintakuntoon tietyissä olosuhteissa, jos kunnossapito suoritetaan määritellyissä olosuhteissa käyttäen vaadittuja resursseja ja menetelmiä. Toimintavarmuuden ja kunnossapidettävyyden käsitteet ovat osin päällekkäin, joten niiden erottaminen voi olla haastavaa. (Järviö, 2006, s. 33) Kunnossapidettävyyteen vaikuttavia tekijöitä:

- Vian havaittavuus: sisältyy testaukset, vian osoittamismahdollisuus, automaattinen kunnonvalvonta ja proaktiivinen toiminta
- Korjattavuus: sisältyy varaosien ja dokumentaation saatavuus, dokumentaation päivittäminen, kohteeseen päästävyys ja purkaminen, kokoaminen, säätäminen, testaus, työturvallisuus, raportointi ja standardityökalujen käyttö
- Huollettavuus: sisältyy modulaarisuus, laitestandardisointi, reititettävyyys ja luoksepäästävyys (Järviö, 2006, s. 33)

Kunnossapitovarmuus kuvaa kunnossapito-organisaation suorituskykyä suorittaa määrätty toimenpide tietyissä olosuhteissa ja tietyssä ajassa. (Järviö, 2006, s. 33)

Kunnossapitovarmuuteen vaikuttavia tekijöitä:

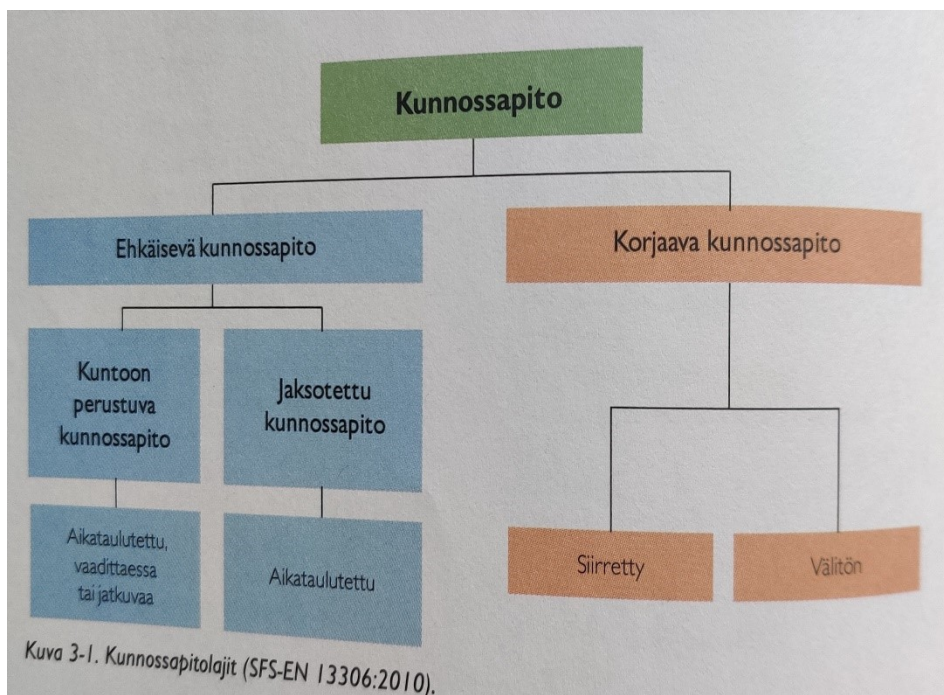
- Dokumentaatiot: sisältyy vikahistoriat, saatavuus, ylläpito, piirustukset ja ohjeet
- Hallinto: organisaatio, avainhenkilöt, ohjausjärjestelmä ja tietojärjestelmä
- Rutiinit, systeemit: sisältyy tiedonsiirto ja yhteistyö kunnossapidon ja käytön välillä sekä toimittajayhteistyö, -politiikka

- Materiaalit, varaosat: sisältyy materiaalit, tarvikkeet, vara- ja vaihto-osat, sijainti, saatavuus ja logistiikka
- Kunnossapitäjät: sisältyy moniosaaminen, motivaatio, ammattitaito, ylläpito ja kehittäminen, määrä, sijainti ja tavoitettavuus
- Korjausvarusteet: sisältyy koneet, vakio- ja erikoistyökalut sekä sijainti (Järviö, 2006, s. 33)

### 3.2 Kunnossapitolajit

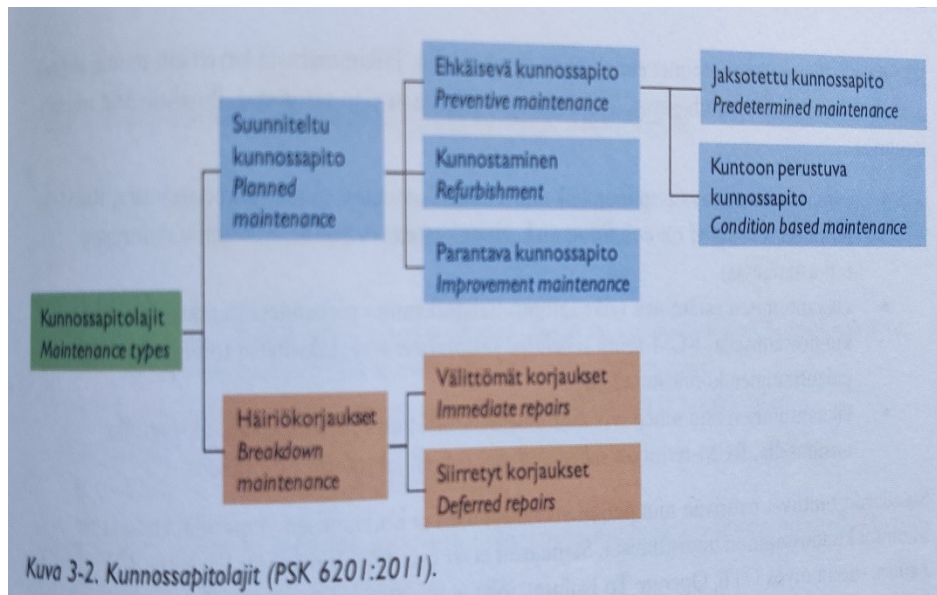
Kunnossapitolajit jaetaan eri standardeissa eri tavalla. Standardi SFS-EN 13306:2010 jakaa kunnossapitolajit vian havaitsemisen mukaan. Vika määritellään tilaksi, jossa kohde ei pysty suorittamaan sille käskettyä toimenpidettä. Ehkäisevä kunnossapito kattaa siis kaikki ne toimenpiteet, joita suoritetaan ennen kuin vika pysäyttää kohteen kokonaan. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 46) SFS-EN 13306:2010 jakaa kunnossapitolajit alla olevan kuvan mukaisesti (Kuva 5):

Kuva 5. Kunnossapitolajit standardin SFS-EN 13306:2010 mukaan (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 46).



Eri näkökulman kunnossapitolajien jakamiseen tuo standardi PSK 6201:2011. Standardin mukaan lajit jaetaan sen mukaan ovatko ne suunniteltuja vai aiheuttavatko ne häiriön tuotannossa (Kuva 6). (Järviö, 2012, s. 46)

Kuva 6. Kunnossapitolajit standardin PSK 6201:2011 mukaan (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 47).



Standardit eivät tunnu huomioivan kunnossapidon uudistumista, koska ne tuntuvat pyörivän vikaantumisen ja korjaamisen ympärillä. Edellä mainitut standardit eivät mainitse RTF, Run To Failure, jolle ei ole olemassa suomenkielistä vastinetta. Kone, joka ei ole ehkäisevän kunnossapidon piirissä, tarkoittaa RTF. Koneelle tehdään ainoastaan tarvittavat huoltotoimenpiteet ja käyttökoneeseen seuraa koneen tilaa: käy tai ei käy. Koneen rikkoontuessa, se joko korvataan tai korjataan. RTF-strategiaa käytetään kohteisiin, joiden arvo on vähäinen eikä niiden vikaantuminen vaikuta tuotantoon, esimerkiksi lamput. Standardit eivät tuo lisäksi esille esimerkiksi vikahistorioiden analysointia tai vikaantumismekanismien selvittämistä. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 48)

### 3.2.1 Ehkäisevä kunnossapito

Standardi (PSK 6201/2015, s. 22) PSK 6201 määrittelee ehkäisevän kunnossapidon seuraavasti:

”Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen.”

Kohteen suorituskykyä ja sen parametreja ylläpidetään ehkäisevän kunnossapidon avulla. Tavoite on vähentää kohteen vikaantumisen riskiä sekä vähentää kohteen toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään joko tarvittaessa tai säännöllisesti (jatkuvasti tai aikataulutettuna). Ehkäisevän kunnossapidon tehtäviä voidaan aikatauluttaa ja suunnitella tuloksien perusteella. Ehkäisevä kunnossapito voidaan jakaa neljään elementtiin: modernisointeihin, suunniteltuihin korjaamisiin, tarkastuksiin ja toimintaolosuhteiden vaalimisiin. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 50)

Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyy kolme säännöllisesti tehtävää toimenpidettä:

- Vikojen syiden selvittäminen (mitkä syyt ovat johtaneet kohteen vikaantumiseen) / olosuhteiden seuranta ja havainnointi.
- Toimenpiteet, jotka auttavat kohdetta suoriutumaan tehtävistään suunnitellulla tavalla. Tällaisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi kohteen toimintaympäristön siistinä pitäminen tai voiteluhuollot.
- Vikaantumisen havaitseminen ja korjaaminen ennen kuin vika pysäyttää kohteen toiminnan. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 96)

Ehkäisevä kunnossapito on yleensä säännöllisesti tapahtuvaa toimintaa, jota voidaan tehdä eri tilanteissa: kohteen käydessä sekä seisokkien yhteydessä. Parantava kunnossapito ja vikojen analysointi voitaisiin sisällyttää ehkäisevään kunnossapitoon, koska niiden tavoite on myös vikojen vähentäminen. Vikojen analysointi ja parantava kunnossapito eroavat kuitenkin ehkäisevästä kunnossapidosta siten, että ne ovat luonteeltaan kertaluonteisia töitä, joilta puuttuu ehkäisevälle kunnossapidolle ominainen jatkuvuus. Näin ollen ehkäisevään kunnossapitoon ei kannata sisällyttää parantavaa kunnossapitoa ja vikojen analysointia. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 96)

Prosessien toimintavarmuustaso voidaan asettaa tasolle ”täysin varma” ehkäisevän kunnossapidon avulla. Tällaisen tason saavuttaminen tavanomaisessa teollisuudessa koituu

yleensä taloudellisesti liian kalliiksi, jolloin tavoiteltavan toimintavarmuuden tasoa lasketaan matalammaksi. Näin ollen voidaan ajatella, että toimintavarmuuden taso on taloudellinen asia. Prosessien vikaantua voi ilmetä kuitenkin vakavia riskejä, kuten loukkaantumisia ja pahimmillaan kuolemantapauksia. Tällöin kannattaa miettiä, että kumpi painaa vaakakupissa enemmän: toisen henkilön terveys vai talous? (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 97)

Lainsäädännön kehityksen myötä turvallisuuteen ja ympäristöön liittyvät riskit on käsiteltävä niin, etteivät ne toteudu. Mikäli tällainen riski toteutuu, joutuu yrityksen johto vastaamaan niistä viranomaisille. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 97)

Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu on yksi haastavimmista osa-alueista kunnossapidossa. Edellytykset tehokkaaseen ehkäisevän kunnossapidon suunnitteluun ovat suunnitelmallisuus ja aikatauluttaminen. Töiden väliin jääviä viiveitä voidaan vähentää aikatauluttamalla ja työn tekemisen yhteydessä esiintyviä viiveitä voidaan vähentää huolellisella suunnittelulla. Tällöin koneiden ja laitteiden vikaantumisia pystytään hallitsemaan sekä resurssien käyttö tehostuu. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 100)

Perinteisesti ehkäisevän kunnossapidon suunnitelmat on laadittu käyttäen seuraavia tietoja:

- Kokemukset aikaisemmista vikaantumisista
- Koneen toimintatapa
- Koneen osien toimintatapa
- Koneen valmistajan suositukset
- Varaosat
- Varaosien käyttömäärät (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 100)

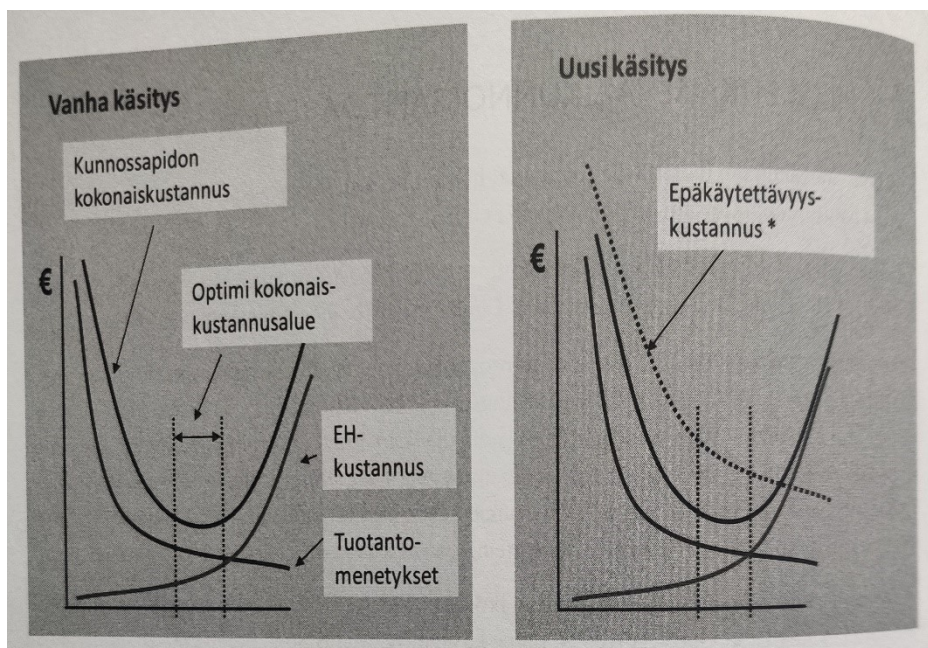
Kunnossapitoa pitäisi pystyä suunnittelemaan ja aikatauluttamaan siten, että suurin osa työkuormasta on selvillä noin 3 viikkoa etukäteen. Tällöin voidaan suunnitella toimenpiteet, tilata tarvittavat varaosat ja tarvikkeet, ja suunnitella työt siten, että ne mahdollisimman

vähän haittaisivat tuotantoa. Mikäli vikaantumisen jälkeen aletaan vasta suunnitella työtä, aika ei välttämättä riitä työn suunnittelulle ja varustautumiselle. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 97)

Ehkäisevää kunnossapitoa ei kannata aina tehdä. Esimerkiksi jos ehkäisevän kunnossapidon kustannukset ovat suuremmat kuin sen puutteen aiheuttamat vahingot ja menetykset.

Toinen tapaus on se, että kohteella ei ole olemassa riittävän tehokasta ennakkohuoltomenetelmää. Yleisesti ottaen suoritetusta ehkäisevästä kunnossapidosta turhaa työtä on noin 40-70 %. Joko sitä tehdään liian usein tai liian paljon ja yleensä menetelmät ovat tehottomia. Alla olevassa kuvassa on esitetty ehkäisevän kunnossapidon optimointi (Kuva 7). (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 97)

Kuva 7. Ehkäisevän kunnossapidon optimointi (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 98).



### 3.2.2 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito on perinteisin kunnossapitolaji. Sen päämääränä on korjata vikaantuvaksi todettu laite, osa tai komponentti takaisin toimintakuntoon. Osan tai komponentin elinaika voidaan laskea korjaavan kunnossapidon suoritusajkojen avulla.

Korjaava kunnossapito voi olla joko kunnostus (suunniteltu) tai häiriökorjaus (suunnittelematon). Korjaavaan kunnossapitoon voidaan sisällyttää vian määrittäminen,

paikallistaminen ja tunnistaminen, korjaus ja kohteen palauttaminen toimintakuntoon. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 51)

### **3.2.3 Parantava kunnossapito**

Parantavan kunnossapidon tarkoitus on parantaa kohteiden käytettävyyttä ja luotettavuutta, sekä kunnossapidollisesta näkökulmasta muuttaa epäedullisia kohteita paremmiksi. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 49)

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä päivitetään kohteen osat tai komponentit vanhoista uudempiin, joka ei kuitenkaan vaikuta kohteen suorituskykyyn. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 51)

Toisen ryhmän tavoitteena on parantaa koneen luotettavuutta erilaisilla uudelleensuunnitteluilla ja korjauksilla. Kohteen suorituskyky ei varsinaisesti muutu vaan tarkoituksena on tehdä kohteen toiminnasta luotettavampaa. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 51)

Kohteet joiden suorituskykyä halutaan muuttaa modernisoimalla, kuuluvat kolmanteen ryhmään. Yleensä modernisoinnilla muutetaan valmistusprosessi ja kone. Modernisointi tulee tarpeeseen usein tilanteissa, joissa esimerkiksi koneen elinjakso on pidempi kuin sen valmistamien tuotteiden elinkaaret; kone ei valmista enää tuotteita, joita markkinat haluaisivat. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 51-52)

### **3.2.4 Huolto**

Huollon tarkoituksena on ylläpitää kohteen käyttöominaisuuksia tai sillä pyritään palauttamaan heikentynyt toimintakyky ennen vaurion tai vian syntymistä. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 49) Huolto on ehkäisevän kunnossapidon alalaji.

Huolto on yleensä jaksotettua ja se kuuluu jaksotetun kunnossapidon piiriin (katso Kuva 6). Käytön rasittavuus, tuotantomäärä ja käyttöaika voivat olla jaksotuksen perusteena. Seuraavat toimenpiteet kuuluvat jaksotetun huollon piiriin:

- Voitelu

- Kalibrointi
- Suorituskyvyn palauttaminen
- Puhdistus
- Kuluneiden osien vaihtaminen
- Toimintaedellytyksien vaaliminen

### **3.2.5 Vikaantumisen ja vikojen selvittäminen**

Kunnossapidon piiriin ei ole vielä sisällytetty vikojen ja vikaantumisen selvittämistä. Ne koetaan yrityksissä kyllä tärkeiksi, mutta harvoissa yrityksissä niiden selvittäminen on järjestelmällistä. Resursseja ei välttämättä ole laite- ja osaamispuolella ja vikaantumistietojen keräämiseen voidaan suhtautua negatiivisesti. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 52)

Nykyaikaiset tuotantokoneet keräävät paljon tietoja mm. koneen käyttötavasta ja käyttöolosuhteista, toimintaa ohjaavien prosessorien avulla. Näitä tietoja analysoimalla voidaan päästä käsiksi vikojen juurisyihin. Kun syyt tunnistetaan, voidaan koneen vikaantumisen todennäköisyyttä pienentää jopa yli 90 %, sekä laadun tuotantokyky kasvaa merkittävästi. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 52)

Monien asiantuntijoiden mukaan vikahistorian ja riskianalyysien käyttö on yksi keskeisimmistä asioista kunnossapidossa. Kunnossapidon standardeissa ei esiinny vikojen ja vikaantumisen selvittämistä, mutta niiden menestyksekkäs käyttö on huomioitu kansainvälisissä kunnossapitokonferensseissa. (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 52)

## **4 Sähkölaitteiston huolto ja sähköturvallisuus**

Sähkölaitteisto on toiminnallinen kokonaisuus, jonka kuntoa on jatkuvasti seurattava ja siinä esiintyvät puutteet on pystyttävä poistamaan. Sähkölaitteisto voi koostua mm. johdoista, sähkökeskuksista, asennustarvikkeista ja sähkölaitteista. (Tukes, n.d.)

Sähkölaitteistot eivät pysy kunnossa turvallisena ja itsestään. Ne kuluvat ja saapuvat lopulta elinkaarensa päähän. Kuluneet ja rikkiinäiset sähkölaitteistot ovat vaaraksi kiinteistön käyttäjille ja kiinteistölle. Myös sähkölaitteiston pölyisyys ja löystyneet liitokset aiheuttavat riskejä edellä mainituille kohteille. (Tukes, n.d.)

#### **4.1 Sähköturvallisuuslait ja sähkölaitteistoluokat**

Sähköturvallisuuden tason määrää sähköturvallisuuslaki (1135/2016) 6 §, jonka mukaan sähkölaitteet ja –laitteistot on suunniteltava, korjattava, valmistettava sekä käytettävä ja huollettava niiden käyttötarkoituksiensa mukaisesti niin, että niistä ei aiheudu henkeen, terveyteen ja omaisuuteen kohdistuvaa vaaraa. Niistä ei myöskään saa aiheutua sähkömagneettisesti tai sähköisesti kohtuutonta häiriötä tai niiden toiminta ei saa tulla häiriytyksi sähköisesti tai sähkömagneettisesti. Sähkölaitetta tai –laitteistoa ei saa ottaa tai luovuttaa käyttöön eikä niitä saa tuoda markkinoille, mikäli edellä mainitut vaatimukset eivät täyty. (Sähköinfo Oy, 2017, s.7)

Sähkölaitteiden tai –laitteiston haltijan vastuulla on laatia laitteille sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma, jotka kuuluvat sähkölaiteluokkiin 2 ja 3. Haltija myös vastaa ja valvoo, että kunnossapito-ohjelmaa noudatetaan. Haltijan on otettava huomioon sähkölaitteiston käyttöympäristöstä aiheutuvat tarpeet laatiessaan kunnossapito-ohjelmaa. Muille laitteille kunnossapito-ohjelmaa ei tarvita vaan se voidaan korvata laitteiden huolto- ja käyttöohjeilla. (Finlex, 2016)

Sähkölaitteistot jaetaan kolmeen luokkaan niiden kunnossapito-ohjelmien vaatimusten sekä niiden varmennus- ja määräaikaistarkastusten vaatimusten mukaan. (Tukes, n.d.)

Sähkölaitteistoluokitus määritetään sähköturvallisuuslaissa (1135/2016) kohdassa 44 §.

##### **4.1.1 Ensimmäisen luokan sähkölaitteistot**

Luokka 1a sisältää sähkölaitteistot, jotka sijaitsevat asuinrakennuksessa, missä on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa. Asuinrakennuksen pääkäyttötarkoitus voi olla esimerkiksi asuminen tai se voi sisältää liiketiloja. (Tukes, 2017, s. 1-2)

Luokka 1b sisältää sähkölaitteistot, jotka sijaitsevat muualla kuin asuinrakennuksessa ja joiden suojalaitteena toimii ylivirtasuoja, jonka nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3. Luokan 1b sähkölaitteistot voivat sijaita esimerkiksi maatalouden tuotantolaitoksissa tai teollisuuden kiinteistöissä. Luokan 1b sähkölaitteisto sisältää haltijan koko liittymän/kiinteistön, joten sitä ei ole rajattu rakennuksiin kuuluvaksi. (Tukes, 2017, s. 2)

#### **4.1.2 Toisen- ja kolmannen luokan sähkölaitteistot**

Luokkaan 2c sisältyy sähkölaitteistot, jotka sisältävät jännitteeltään yli 1000 V osia. Samalle sähkölaitteistolle kuuluvat kaikki yhtenäiselle alueelle kuten kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennetut saman haltijan sähkölaitteet, johon kuuluu yli 1000 V laitteisto. Lisäksi niihin sisältyy kiinteistön muu sisäinen jakeluverkko ja esimerkiksi ne ulkoalueet tai rakennukset, joissa on vain enintään 1000 V laitteistoja. On kuitenkin muistettava, että eri haltijoiden tai eri luokkiin kuuluvia sähkölaitteistoja voi olla saman kiinteistön tai kiinteistöryhmän alueella. (Tukes, 2017, s. 2)

Luokan 2d sähkölaitteisto on luokkaa 2c vastaava 1000 V jännitteinen kokonaisuus, jonka liittymisteho on yli 1600 kVA. (Tukes, 2017, s. 2) Sähkölaitteistoluokka 3c sisältää sähköjakeluverkot, jotka edellyttävät sähköverkkolupaa. Kiinteistön tai kiinteistöä vastaavan kiinteistöryhmän ulkopuoliset siirto- ja jakeluverkot ovat verkonhaltijan verkkoja. (Tukes, 2017, s. 3)

#### **4.2 Käyttöönottotarkastus**

Sähköasennuskokonaisuuksille ja niiden osille on tehtävä ennen niiden käyttöönottoa käyttöönottotarkastus ja suoritetusta käyttöönottotarkastuksesta pöytäkirja.

Käyttöönottotarkastuksen tekee sähköalan ammattihenkilö. Käyttöönottotarkastus koostuu testauksista, mittauksista ja silmäämäärisistä tarkastuksista. Jotta varmistutaan turvallisuudesta ja asianmukaisuudesta myös rakenteiden sisään jäävältä osalta asennustöiden aikana, on tällöin tehtävä aistinvaraista tarkastusta. (Tukes, n.d.)

Käyttöönottopäiväkirjaan on sisällettävä vähintään seuraavat asiat:

- Mitä on tehty ja missä (kohteen tiedot)
- Sähkötöiden johtajan nimi ja yhteystiedot
- Sähkölaitteiston rakentajan yhteystiedot
- Sovelletut standardit
- Yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä
- Selvitys sähkölaitteiston säännösten- ja määräystenmukaisuudesta
- Testausten ja tarkastusten tulokset
- Tarkastajan allekirjoitus

Käyttöönottotarkastuksen jälkeen pöytäkirja on luovutettava sähkötyön tilaajalle.

Pöytäkirjalle ei ole olemassa määrämuotoa. Käyttöönottotarkastusta ei vaadita töille, jotka katsotaan vähäisiksi, kuten yksittäisen asennuskalusteen vaihtamista. Sähkötöiden tilaajalle on kuitenkin voitava luovuttaa tarkastustulokset tarvittaessa. (Tukes, n.d.)

### **4.3 Varmennustarkastus**

Varmennustarkastuksen tarkoitus on varmistaa asennusten turvallisuus erilaisten pistokokeiden avulla sekä todeta käyttöönottotarkastuksen asianmukaisuus.

Varmennustarkastuksesta tehdään tarkastustodistus ja pääkeskukseen tai muuhun vastaavaan kohtaan kiinnitetään tarkastustarra. Kohteen tarkastustodistus on säilytettävä vähintään 10 vuotta. (Tukes, n.d.)

Kun kyseessä on sähkölaitteistoluokkien 1, 2 tai 3 sähkölaitteisto, on sille tehtävä käyttöönottotarkastuksen lisäksi varmennustarkastus. Varmennustarkastus tulee tehdä myös sähkölaitteistojen laajoille laajennus- ja muutostöille. Sähkölaitteiston rakentaja huolehtii varmennustarkastuksesta. Mikäli sähkölaitteiston rakentaja on estynyt

huolehtimaan varmennustarkastuksesta tai laiminlyö sitä, tulee se sähkölaitteiston haltijan vastuulle. (Sähköinfo Oy, 2017, s. 9)

Sähkölaitteiston käyttöönottopäivästä laskettuna, tulee varmennustarkastus suorittaa kolmen kuukauden kuluessa. Varmennustarkastukseen liittyy kuitenkin muutamia poikkeuksia. Mikäli asennustyö sijaitsee kriittisissä kohteissa kuten räjähdysvaarallisissa- tai leikkaussaleissa, tulee varmennustarkastus suorittaa ennen tilojen ottamista varsinaiseen käyttötarkoitukseen. Rakennetuille sähköverkoille tehdään varmennustarkastus seuraavan kalenterivuoden aikana. (Sähköinfo Oy, 2017, s. 10)

#### **4.4 Määräaikaistarkastus ja kunnossapitotarkastus**

Toiminnassa olevalle sähkölaitteistolle on tehtävä määrätyin väliajoin määräaikaistarkastuksia. Sähkölaitteistoluokkien 1 ja 2 sähkölaitteille tulee tehdä 10 vuoden välein tarkastus lukuun ottamatta asuinrakennuksia, joiden pääasiallinen käyttö on asuminen. Mikäli asuinrakennuksessa on muuta toimintaa kuin asuminen, kuten liiketiloja ja ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria, tulee näiden tilojen sähkölaitteistoille tehdä määräaikaistarkastus 10 vuoden välein. Luokan 3 sähkölaitteille määräaikaistarkastus tehdään 5 vuoden välein. (Sähköinfo Oy, 2017, s. 10)

Määräaikaistarkastuksissa varmistetaan, että sähkölaitteistolle on tehty huolto- ja kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet sekä niiden käyttö on turvallista. Tarkastuksessa varmistetaan myös, että sähkölaitteiston hoitoon ja käyttöön tarvittava materiaali mm. piirustukset ja kaaviot ovat saatavilla sekä laitteistolle on olemassa asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat muutos- ja laajennustöistä. Määräaikaistarkastuksen tekee valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja. (Sähköinfo Oy, 2017, s. 10)

Kunnossapitotarkastuksen avulla haltija voi havaita sähkölaitteistossa turvallisuutta heikentävät puutteet. Kunnossapitotarkastusta ei tule sekoittaa määräaikaistarkastuksen kanssa. Kunnossapitotarkastukselle ei ole olemassa lakisääteistä velvoitetta, mutta sähköturvallisuuslaki velvoittaa kuitenkin haltijaa huolehtimaan laitteiston kunnosta ja turvallisuudesta sekä havaittujen vikojen nopeasta poistamisesta. Tarkastuksen tulee tehdä

sähköalan ammattihenkilö, joka pystyy arvioimaan sähköturvallisuuden liittyviä puutteita. (Sähköinfo Oy, 2017, s. 42)

## **5 Sähkö- ja instrumenttilaitteiden kunnossapito**

Tampereen Veden vesilaitoksissa käytetään paljon erilaisia sähkö-, automaatio- ja instrumenttilaitteita, joiden toimintavarmuutta ja käyttöikää pyritään lisäämään eri huoltokeinoin. Vedensaanti on yhteiskunnan kannalta elinehto, mikä korostaa entisestään huoltotoimenpiteiden merkitystä vedentuotannossa. Seisokkeihin ei yksinkertaisesti ole varaa, joten laitteiden vikaantumisia pyritään estämään ennakoivalla kunnossapidolla.

Veden laatua ja prosesseja seurataan eri instrumenttilaitteilla, sameusmittauksilla, pH-antureilla, pinnankorkeusantureilla ja kloorimittauksilla. Vesilaitoksien prosesseissa käytetään myös paljon muita instrumenttilaitteita, kuten virtausmittauksia, painemittauksia ja lämpötilanmittauksia, mutta tässä luvussa keskitytään ainoastaan huoltoon tarvitseviin laitteisiin. Tampereen Vedellä on myös paljon eri sähkölaitteita, jotka vaativat huoltoja määrätyn väliajoin. Sähkölaitteiston kunnossapidosta ja huollosta vastaa sähköalan ammattilainen.

### **5.1 Sameusmittauslaitteet**

Veden laatua ja suodatuksen tehoa valvotaan sameusmittauslaitteiden avulla. Mittari lähettää veteen valonsäteitä, jotka palaavat vastaanottimeen kiintoainepartikkeleista siroutuneina. Vastaanottimen ja lähettimen pinnoille muodostuva kosteus estetään mittarin sisältämillä kuivatusainepakkauksilla. (Nieminen, 2014, s. 15)

Sameusmittauslaitteiden pyyhinkumit vaihdetaan ja tarkistetaan noin vuoden välein ja ne puhdistetaan sisältä viikon välein puhtaalla vedellä, liinalla tai tarvittaessa sitruunahappoliuoksella. Sameusarvojen noustessa merkittävästi, täytyy kuivatusainepakkauksien kunto tarkistaa. Kalibrointia ei tarvitse sameusmittauslaitteille tehdä ja niitä voi huoltaa kuka tahansa opastettu henkilö. (Nieminen, 2014, s. 15)

## 5.2 pH-anturit

Veden happamuuden mittaamiseen tarkoitettut pH-anturit (kuva7) sisältävät vertailuelektrodin, lasikalvoisen mittauselektrodin sekä lämpötila-anturin. Jännite syntyy elektrodien välille, joka riippuu vetyionien määrästä vedessä. Veden lämpötilasta johtuvaa pH:n muutosta kompensoidaan lämpötila-anturilla. Mittaustarkkuutta vähentää lasikaivon pinnalle muodostunut likakerros, joka muodostuu käytön aikana. pH:n tavoitearvo on 6,5-9,5, jonka sosiaali- ja terveysministeriö on antanut. (Nieminen, 2014, s. 16)

pH-anturi (Kuva 8) kalibroidaan kuukauden välein ja sen lasikaivo puhdistetaan riippuen veden laadusta joko 1-2 viikon tai 3 kuukauden välein. Ennen kalibrointia anturi puhdistetaan paperilla. pH-anturi vaihdetaan 1,5 vuoden välein, ja sen vaihtaa sähköalan ammattilainen. Muut huoltoimenpiteet, kuten kalibroinnin voi tehdä opastettu henkilö. (Nieminen, 2014, s. 16)

Kuva 8. pH-anturi (Säätö, n.d.).



### 5.3 Pinnankorkeusanturit

Pinnankorkeusanturit mittaavat vedenpaineen muutoksen avulla pinnankorkeuden. Ne sijoitetaan säiliön tai altaan pohjalle. Vanhojen antureiden kalibrointi voidaan suorittaa kytkentäkotelon kalibroitipotentiometreistä. Tarkkaa kalibroitiväliä pinnankorkeusantureille ei ole määritetty, mutta mittaustarkkuuden takaamiseksi, kalibrointi olisi hyvä suorittaa noin vuoden välein. (Nieminen, 2014, s. 17)

Uudempien, kuten TST-tyyppisten antureiden (Kuva 9) kalibrointi voidaan suorittaa vain kytkemällä ne tietokoneeseen. Tehtaalla määritettyjen antureiden asetukset voidaan muuttaa vain lähettämällä ne takaisin tehtaalle kalibroitavaksi. Toinen vaihtoehto on tilata kokonaan uusi anturi vanhan tilalle. (Nieminen, 2014, s. 17)

Kuva 9. TST-tyyppin pinnankorkeusanturi (Nieminen, 2014, s. 17).



### 5.4 Kloorimittaukset

Kloorimittaukset koostuvat kloori-, pH-anturista ja vahvistinyksiköstä. pH-anturia tarvitaan osana kloorimittauksia, koska kloorin määrä on riippuvainen pH-arvosta. Vahvistinyksikkö muuttaa antureilta tulleen mV-arvon luettavaan muotoon sen paikallinäytölle. Se myös välittää tiedon eteenpäin esimerkiksi logiikalle PROFIBUS-viestinä. (Fuss, 2020)

Kloorimittauksien kalibroinnit suoritetaan paikallisesti vahvistinyksiköltä. Kloorianturi kalibroidaan noin 1-4 viikon välein riippuen olosuhteista. Myös 1-4 viikon välein suoritetaan anturin tarkastus kasvustojen, likaantumisen ja ilmakuplien varalta. Ilmakuplat poistetaan nostamalla virtausta. Anturin kalvossa olevia epäpuhtauksia ja hiukkasia on pyrittävä välttämään. Kalvoa ei saa puhdistaa lipeällä, hapoilla, puhdistusaineilla tai mekaanisilla apuvälineillä kuten harjoilla. Lisäksi anturin elektrodeihin ei saa koskea eikä niitä saa altistaa kosketuksiin rasvapitoisten aineiden kanssa. (Promiment, n.d., s.19-25)

## 5.5 Taajuusmuuttajat

Vedentuotannossa sähkömoottorien ohjaus taajuusmuuttajilla on yleistä. Taajuusmuuttajat säätelevät sähkömoottorien kierrosnopeutta. Pienemmillä kierrosnopeuksilla sähkömoottorin rasitusta ja energiankulutusta voidaan pienentää.

Komponenttien ikääntymisen ja ympäristöolosuhteiden takia viat yleistyvät taajuusmuuttajissa noin 5-10 vuoden jälkeen. Johdonliitoksien tarkistuksilla sekä kaapin sisäosien puhtaana ja kuivana pidolla pidennetään taajuusmuuttajien elinikää. Tavallisia imureita ei kannata käyttää sisäosien puhdistamiseen koska ne aiheuttavat staattisia varauksia, jotka taas vahingoittavat piirikortteja. Tämän takia imurissa on oltava antistaattinen suutin ja letku. (Nieminen, 2014, s. 19)

Vuosittain tapahtuvassa taajuusmuuttajan huollossa suoritetaan yleispuhdistus tulo- ja poistoilmasuodattimille, jäähdytyspuhaltimille ja tuloilmaverkoille. Muutoin voidaan seurata valmistajien suosittelemia huolto-ohjeita. (Nieminen, 2014, s. 19) Esimerkiksi ABB on tehnyt seuraavanlaisen huoltovälitaulukon ASC550 taajuusmuuttajalle (Taulukko 3):

Taulukko 3. ACS550 taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko (ABB, n.d., s. 271).

| Huolto  | Väli   | Ohje   |
|---|--|--|
| Jäähdytysselementin lämpötilan tarkistus ja puhdistus                             | Riippuu ympäristön pölyisyydestä (6 - 12 kuukauden välein) | Katso kohta <i>Jäähdytysselementti</i> sivulla 271.                |
| Pääjäähdytyspuhaltimen vaihto   | 6 vuoden välein  | Katso kohta <i>Pääjäähdytyspuhaltimen vaihtaminen</i> sivulla 272. |
| Kotelon sisäisen jäähdytyspuhaltimen vaihto (IP54 / UL-typin 12 taajuusmuuttajat) | 3 vuoden välein  | Katso kohta <i>Kotelon sisäisen puhaltimen vaihto</i> sivulla 274. |
| Kondensaattorien elvytys  | Vuosittain, jos taajuusmuuttajaa pidetään varastossa       | Katso kohta <i>Elvyttäminen</i> sivulla 275.                       |
| Kondensaattorien vaihto (runkokoot R5 ja R6)                                      | 9 vuoden välein  | Katso kohta <i>Käyttöikä</i> sivulla 275.                          |
| Assistant-ohjauspaneelin pariston vaihto  | 10 vuoden välein   | Katso kohta <i>Paristo</i> sivulla 275.                            |

Taajuusmuuttajien huoltoväliin vaikuttaa käyttöympäristö. Mikäli käyttöympäristö on likainen, huoltoväli on luonnollisesti tiheämpi kuin puhtaammassa käyttöympäristössä.

Likaisuuden lisäksi huoltoväliin vaikuttavat laitteen käyttöikä ja lämpötila.

Taajuusmuuttajan kondensaattoreiden elvytys pitää tehdä tilanteissa, joissa taajuusmuuttajaa ei ole käytetty yli vuoteen. Tällä estetään niiden vahingoittuminen siinä vaiheessa, kun laite otetaan uudestaan käyttöön. (Nieminen, 2014, s. 19)

## 5.6 UPS-järjestelmät

UPS tulee sanoista Uninterruptible Power Supply, jonka suomenkielinen vastine on keskeytymätön virransyöttö. Sen tarkoitus on taata virransyöttö yleensä kriittisille laitteille pienten katkokkien ja syöttöjännitteen epätasaisuuksien aikana. UPS liitetään virtalähteen ja virtaa käyttävän laitteen esimerkiksi logiikan väliin. (Wikipedia, n.d.)

Olosuhteista riippuen UPS-järjestelmälle tehdään ennakkohuolto noin 1-2 kertaa vuodessa, missä tarkistetaan akuston jännite, pää- ja ohjausvirtapiirien liitokset, järjestelmäpäivitykset sekä suoritetaan laitteen sisäosien yleispuhdistus. Testiajoilla testataan akusto, jonka tarkoituksena on varmistaa, että akusto kestää mahdolliset vikatilanteet. Kuukausittain tulisi mitata akuston kokonaisjännite, 10 %:sta kennoja hapon napajännite ja ominaispaino, tarkistuskennon- ja akustotilan lämpötila sekä visuaalisesti tarkastaa akkujen nestetaso. UPS-

järjestelmän toimivuuden testaus, akuston sekä valokaapeleiden vaihto ja laitteen säätäminen tulisi tehdä 5 vuoden välein. (Nieminen, 2014, s. 18)

## 5.7 Sähkökeskukset ja katkaisijat

Sähkökeskusten toimintavarmuutta, sähköturvallisuutta ja työturvallisuutta ylläpidetään vuosittaisella tarkastuksella. Se myös pienentää sähkökeskusten paloriskejä.

Sähkökeskuksiin olisi hyvä tehdä ainakin seuraavia huoltotoimenpiteitä:

- Keskuksen ja keskustilan puhdistaminen ja imurointi
- Aistein tapahtuva tarkastaminen (visuaalisesti ja kuulemalla)
- Lämpökuvaukset ja niistä havaittujen ongelmien korjaus
- Merkintöjen ja sähköpiirustusten paikkansapitävyyden tarkastaminen
- Keskustilan ja keskuksen sähköturvallisuusmääräysten täytyminen (Nieminen, 2014, s. 16; Hämeen sähkö, n.d.)

Katkaisijoiden huoltaminen on perinteisesti suoritettu määrävälein, vaikka huoltotarvetta ei olisi. Nykyisin katkaisijoille suoritetaan silmämääräisiä tarkastuksia ja kunnonmittauksia.

Katkaisijoiden silmämääräiseen tarkastukseen kuuluu mm. seuraavat toimenpiteet:

- Puhtaus
- Eristeiden eheys
- Öljymäärän ja vuotojen havainnointi
- Kaasun vuodot ja paine
- Turvalaitteet, lukitukset
- Indikoinnit

- Toimintalaskurin lukemat (vikavirtojen katkaisut)
- Pintakäsittely
- Kannatusrakenteet (ulkokytkinlaitokset) (Etto, n.d., s. 9-10)

Toimintakokeiluiden suorittaminen tarkastuksien yhteydessä on suositeltavaa. Lisäksi varakatkaisijoiden kunto on syytä tarkastaa. Katkaisijoiden kunnonmittauksien tarkoitus on selvittää katkaisijoiden kunto sekä määrittää niiden huoltotarve. Mikäli huoltotarvetta ei ole voidaan huoltotoimenpiteet siirtää myöhempään ajankohtaan. Kunnonmittauksien tarkoitus on optimoida huoltovälit. Kunnonmittauksiin kuuluu mm. seuraavat toimenpiteet:

- Lämpökuvaus
- Ylimenovastuksen mittaus
- Eristysvastusmittaus
- Toiminta-aika ja nopeus
- Vuritysaika
- Vitysmoottorin virtakäyrä
- Ohjausmagneettien toimintajännite
- Öljyn läpilyöntilujuus (isot katkaisijat)
- Kaasun paine (SF<sub>6</sub> -paine)
- Öljyn vuototarkastus (silmämääräinen)
- SF<sub>6</sub>-kaasu vuototarkastus vuotoilmaisimella
- Kosketinpainemittaus (vaunukatkaisijan erotuskoskettimet)

- Hohtopurkausmittaus
- Eristimien tarkastus ultraäänimittauksella (Etto, n.d., s. 10)

## 5.8 UV-laitteet

Vedenpuhdistusprosessissa käytetään UV-laitteita, joiden tarkoituksena on desinfioida vesi. UV-laitteet on yleensä sijoitettu prosessin loppupäähän. Noin vuoden välein (10 000 käyttötunnin) UV-laitteeseen vaihdetaan UV-lamput sekä sen kvartsiputkikammio puhdistetaan oksaalihappo- tai sitruunahappoliuoksella.

Käyttötunnit nollataan samalla kun UV-laitteen putket vaihdetaan, jotta voidaan seurata uusien putkien käyttötunteja. Kolmen kuukauden välein suoritetaan UV-laitteen yleispuhdistus sitruunahappo- tai oksaalihappoliuoksella sekä intensiteettianturi ja suojatasku puhdistetaan ja kuivataan. Sähköalan ammattilainen suorittaa UV-valon vaihtamisen ja opastettu henkilö voi tehdä puhdistustoimenpiteet. (Nieminen, 2014, s. 15)

## 6 Kunnossapidon tietojärjestelmät

Kunnossapidon tietojärjestelmä on materiaaliavirran ja toiminnanohjaukseen tarkoitettu järjestelmä, joka voidaan tarvittaessa integroida organisaation muihin järjestelmiin, kuten materiaali- ja taloushallintojärjestelmiin. Kunnossapitohenkilöstö, tuotanto ja kunnossapidon tietojärjestelmää ylläpitävä yritys muodostavat yleensä käyttäjäkunnan. Kunnossapidon tietojärjestelmän käytössä työntekijöiden merkitys korostuu, koska heidän tehtävä on tuoda suurin osa uudesta tiedosta järjestelmään, kuten vikailmoitukset tai vikahistoria. (Kunnossapitokoulu, 2000, s. 3)

Suomalainen termi kunnossapidon tietojärjestelmä ei kuvaa järjestelmän sisältöä tai käyttötarkoitusta, kun taas englanninkielisten termien avulla kuten CMMS (Computerized Maintenance Management System) tai EAMS (Enterprise Asset Management System) voidaan päätellä mihin järjestelmää käytetään. CMMS tarkoittaa suomeksi käännettynä ”kunnossapidon tietokoneistettuun toimintojen ohjaamiseen” ja EAMS ”tuotantolaitoksen kunnan ja arvon seuraamiseen ja ylläpitoon”. (Järviö, 2006, s.160)

Kunnossapidon tietojärjestelmä on apuväline, jota käyttäessä ja käyttäessä oikein hyötyy koko yritys sekä erityisesti kunnossapito-organisaatio. Tietojärjestelmä muuttuu rasitteeksi siinä vaiheessa, kun sitä ei käytetä ja tällöin se aiheuttaa myös lisää kustannuksia. Tietojärjestelmiin liittyviä ongelmia on useita, mutta usein ne johtuvat vähäisestä hyödyntämisestä ja käyttöasteesta. Muita yleisiä ongelmia ovat mm. ohjelman vaikeakäyttöisyys satunnaiskäyttäjille, käyttöönottovaiheen puutteellinen koulutus, tietämättömyys ohjelmien mahdollisuuksista, tai motivaation tai taidon puuttuminen käyttää järjestelmää. (Järviö, 2006, s.161)

Kunnossapidon tietojärjestelmä voidaan koota eri ”moduuleista” yritysten tarpeiden mukaisesti. Moduuleilla tarkoitetaan järjestelmän eri toimintoja, kuten varastohallintaa ja töiden hallintaa. Järjestelmään voidaan lisätä myös moduuleja jälkikäteen, mikäli yritys ei ole katsonut sitä vielä tarpeelliseksi käyttöönottovaiheessa. Kunnossapidon tietojärjestelmä voidaan jakaa osa-alueisiin alla olevan kuvan mukaisesti (Kuva 10).

Kuva 10. Kunnossapidon tietojärjestelmän osa-alueet (Edu, n.d.).



## 6.1 Kunnossapitokortisto

Kunnossapidon tietojärjestelmän ydin on kunnossapitokortisto, jonka tietoja muut sovellukset käyttävät. Kunnossapitokortisto koostuu mm. paikkakorteista, laitekorteista,

varaosakorteista, huolto-ohjeista ja asiakirjoista. Se myös sisältää kuvauksen tuotantoprosessista ja sen eri järjestelmistä, kuten automaatiosta. (Kunnossapitokoulu, 2000, s. 3)

Kunnossapitokortisto on siis kokonaisuus, josta nähdään paikkojen, varaosien, asiakirjojen jne. yhteydet toisiinsa. Kortistot muodostavat yrityskohtaisen hierarkian, jonka avulla voidaan laite paikantaa nopeasti, vaikka tunnusta ei tiedettäisikään. Laitekortin kautta voidaan katsella esimerkiksi vikahistoriaa, laitteen huolto-ohjeita tai laitteen valmistaja- ja tyyppitietoja. (Kunnossapitokoulu, 2000, s. 3)

## 6.2 Töiden ohjaus ja suunnittelu

Töiden hallintamoduuliin voidaan luoda tietyin aikaväleihin tapahtuvia eli toistuvia huoltoja tai kertaluonteisia kunnossapidon töitä. Moduulin osiossa tehdään myös vikailmoitukset, niiden jatkokäsittelyt sekä työtilaukset. Vikailmoituksen jälkeen työ kohdistetaan sille kunnossapitoorganisaation osa-alueelle, jolle sen katsotaan kuuluvan (esim. sähköinen vika kohdistetaan sähkökunnossapidolle). Työtilauksiin voidaan yleensä lisätä laitekohtaisia kuvia, huolto-ohjeita ja piirustuksia. Niiden tilaa voidaan seurata järjestelmän kautta reaaliaikaisesti: ovatko ne esimerkiksi aloitettu, kesken vai valmis tilassa.

Vika- ja häiriöilmoitusjärjestelmään on tarkoitus kirjata tuotannossa tapahtuvat viat ja häiriöt. Vikailmoitukset ovat yleensä tuotannon pysäyttäviä vikoja, jotka vaativat korjaustoimenpiteitä. Tuotannon häiriöt taas ovat sellaisia, jotka eivät vaadi kunnossapidolta toimenpiteitä. Häiriöilmoitukset voivat liittyä esimerkiksi raaka-aineen puuttumiseen tai virheellisiin säätöihin. Häiriö- ja vikailmoitukset tekevät yleensä tuotannon työntekijät manuaalisesti tai ne voidaan luoda automaattisesti esim. liittynällä prosessinohjausjärjestelmään. (Järviö, 2006, s.170)

Jaksotetusti tapahtuvia huoltotehtäviä hallitaan ennakkohuoltojärjestelmän avulla. Laitteille, jotka kuuluvat huollon piiriin, määritellään työn jaksotus ja tehtävät toimenpiteet. Työ jaksotetaan yleensä käyntitunti-, kalenteri- tai tuotantomääräperusteisesti.

Työaikataulunäytöllä näkyvät kalenteriaikaan perustuvat huollot kootusti. Mikäli jaksotus perustuu laitteen käyttöön, tieto voidaan tuoda tuotanto- ja prosessinohjausjärjestelmistä

suoraan kunnossapitojärjestelmään. Ennakkohuollon kuittaamisen jälkeen järjestelmä kopioi työtehtävän ja lisää sen automaattisesti järjestelmään. (Nikola, 2010, s. 20)

Kunnonvalvontaan perustuvia huoltoja, vikailmoitusten kautta tulleita töitä ja jaksotettuja huoltoja hallitaan työnsuunnittelujärjestelmällä. Kunnossapitohenkilöstölle voidaan luoda omat työjonot, jotka on itse kuitattava ja tarkastettava. Työmääräin voidaan lähettää automaattisesti puhelimeen tekstiviestillä tai sähköpostilla. Työntekijä kirjaa tehdyn huollon jälkeen mahdollisen tuotantokatkosajan, varaosat, työtunnit ja muut kustannukset. Näin voidaan kohdentaa kustannukset tietyille laitteelle mahdollisimman oikeudenmukaisesti. (Nikola, 2010, s. 20)

### **6.3 Materiaalien ohjaus**

Kunnossapidon tietojärjestelmän yksi päätoiminnoista on materiaalin hallinta. Sen avulla tiedetään varaston tilanne: mitä varaosia varastossa on, niiden saldo ja sijainti, mihin laitteisiin ne kuuluvat, kuka niitä toimittaa ja mitkä ovat niiden hinnat ja toimitusajat. Lisäksi varaston arvo tiedetään. Kaikki varastotapahtumat kirjataan rekisteriin. (Nikola, 2010, s. 20)

Materiaalinhallintaan kuuluu myös ostotilausjärjestelmä, jonka tehtävä on huolehtia kunnossapitoon liittyvistä hankinnoista ja niiden valvonnasta. Järjestelmä tekee ostokehotuksen automaattisesti, mikäli varaosien määrä menee järjestelmään määritetyn saldorajan alle. Ostotilausjärjestelmään kuuluu mm. reklamaatiot, tilaukset, tarjouspyynnöt, toimitusseuranta, laskunkäsittely ja tavaran vastaanotto. (Nikola, 2010, s. 20)

### **6.4 Dokumentaatiohallinta**

Kunnossapitotöiden tueksi tarvitaan paljon erilaisia dokumentteja, kuten laitteiden huolto-ohjeita, piirustuksia jne. Dokumentit ovat yleensä saatavilla joko sähköisinä tai paperiversiona. Dokumentaatiohallintajärjestelmän avulla kaikkiin dokumentteihin päästään käsiksi helposti yhden järjestelmän kautta. Sähköiset dokumentit lisätään rekisteriin, jotka löytyvät nopeasti käyttämällä hakutoimintoja. Arkistointitunnus luodaan paperisille versioille järjestelmään, jonka kautta voidaan selvittää nopeasti dokumenttien sijainti arkistointi-hyllyssä. Sähköisten dokumenttien löytäminen voi olla haastavaa niille, jotka eivät

säännöllisesti järjestelmää käytä. Tällöin onkin tärkeää liittää laitekortteihin ja työmääräimien yhteyteen tarvittavat dokumentit, jotta niiden löytäminen helpottuisi ja niitä ei tarvitsisi erikseen lähteä etsimään. (Pöyhönen, 2013, s. 11-12)

Kunnossapidon tietojärjestelmän tarjoamaa dokumentaatiohallintatyökalua ei suositella suurille yrityksille, koska suuret dokumenttimäärät eivät toimi välttämättä siinä hyvin. Erilliset dokumentaatiohallintajärjestelmät sen sijaan pystyvät hallinnoimaan kunnossapitodokumenttien lisäksi muita dokumentteja. Näitä dokumentteja ovat esimerkiksi projektien yms. (Pöyhönen, 2013, s. 11-12)

## 6.5 Muut toiminnot

Seuraavaksi listattuna kunnossapitotietojärjestelmän muut toiminnot ja niiden lyhyet kuvaukset:

- Resurssinhallinnan avulla vastuhenkilö pystyy jakamaan ja ajoittamaan työt tasaisesti työntekijöille niin, että heillä on käytettävissä tarvittavat työkalut ja informaatio.
- Työtuntien kirjauksissa työtunnit kirjataan työmääräimelle työlajeittain tai tekijäkohtaisesti. Näin pystytään kohdentamaan kustannukset eri laitteille. Järjestelmä voi olla yhteydessä palkanmaksun kanssa, jolloin palkanmaksun perusteena voi olla järjestelmään tehdyt kirjaukset.
- Kunnossapidon laskutus- ja myyntiosiossa työmääräimelle luodaan lasku. Ulkoistetun kunnossapitotoiminnan lisääntymisen vuoksi tämä toiminto katsotaan tarpeelliseksi.
- Kalibrointisovelluksen avulla hallitaan tuotantolaitoksen mittalaitteiden kalibrointeja. Kalibrointien jälkeen tulokset tallennetaan järjestelmään sekä kalibrointien ajoitus tehdään järjestelmän avulla.
- Yhtiörekisteri säilyttää yritysten tiedot, kuten valmistajien, toimittajien, alihankkijoiden jne. Järjestelmä seuraa esimerkiksi toimittajan toimitusaikoja ja tallentaa mahdolliset reklamaatiot tietokantaan.

- Raporttien ja analyysitoiminnon avulla analysoidaan järjestelmään kertynyttä tietoa. Kunnossapitoa ja tuotannonohjausta voidaan kehittää tämän toiminnon avulla. (Nikola, 2010, s. 21; Järviö, 2006, s. 173-182)

## **7 Kunnossapitojärjestelmän toimintojen priorisointi ja kuvaus ALMA-järjestelmässä**

Tämän osion tarkoituksena on tarkastella työn lähtökohtia ja suorittamista. Ensimmäinen vaihe työssä on kunnossapitohenkilöstön haastattelut, joiden pohjalta kunnossapidon tietojärjestelmän toiminnot priorisoidaan. Tämän jälkeen toiminnoista luodaan kuvaukset ALMA-järjestelmää käyttäen.

Tampereen Vedellä ei ole ollut aikaisemmin käytössä kunnossapitojärjestelmää, joka toisi yhteen mm. töiden suunnittelun, raportoinnin ja dokumentaatiohallinnan. Tampereen Veden käytössä on tällä hetkellä kaupallisen toimijan Wahti-kunnossapitokortisto. Wahtiin voidaan luoda vikailmoituksia ja työtilauksia, seurata tulevia töitä ja niiden tiloja huoltokalenterista sekä kerryttää laitekohtaista vikahistoriaa. Wahti ei ole siis täysimittainen kunnossapidon tietojärjestelmä. Kaikkia vikailmoituksia ei tehdä Wahti-järjestelmän kautta, vaan jotkut laitteiden vikailmoitukset saapuvat kunnossapidossa toimineille työnjohtajille puhelinsoiton, tekstiviestin tai sähköpostin välityksellä. Näin ollen ne saattavat hukkoa viestien ”tulvamereen” ja niitä on mahdoton enää jäljittää. Mikäli vikailmoitus johtaa kunnossapidollisiin toimenpiteisiin esimerkiksi vian korjaamiseen, niiden tilaa ei voida seurata eikä työn senhetkistä vastuuhenkilöä voida selvittää nopeasti muuta kuin soittamalla tai muulla vastaavalla toimenpiteellä.

Toinen ongelma Tampereen Vedellä on dokumenttien hallinta. Aikaisemmin dokumentit on sovittu talletettavan verkkolevylle kunnossapitokansioon, mutta dokumentteja saattaa olla Tampereen Veden muilla verkkolevyillä, laitteiden valmistajilla, paperiarkistoissa, henkilöstön hyllyissä tai pahimmissa tapauksessa niitä ei löydy ollenkaan. Näin ollen dokumenttien löytämiseen kuluu usein turhan kauan aikaa, mikä voi viivästyttää kunnossapitotöiden aloitusta ja valmistumista.

Tampereen Veden kunnossapito-organisaatio jakaantuu kahteen pääosastoon: sähkö- ja automaatiokunnossapitoon ja konekunnossapitoon. Sähkö- ja automaatiokunnossapito vastaa sähkö- ja instrumenttilaitteiden huollosta ja konekunnossapito vastaa mekaanisten laitteiden ja osien huollosta ja ylläpidosta. Lisäksi automaatioon liittyvää kunnossapitoa hankitaan ulkopuolisena palveluna. Molemmissa osastoissa on työnjohtajat, joiden tehtäviin kuuluu esimerkiksi suunnitella kunnossapitoon liittyviä töitä, kuten suunnitella ennakkohuoltoja tai tilata varaosia. Lisäksi he toimivat esimiehinä asentajille. Asentajien työtehtäviin kuuluvat kunnossapitotyöt, kuten vikojen korjaukset, öljyämiset, tarkastukset ja kalibroinnit.

Tampereen Veden organisaatiossa tärkeässä asemassa ovat laitoksien käytönvalvojat ja puhdistamonhoitajat, joiden pääasiallinen tehtävä on valvoa laitoksien toimintaa. Heidän tehtäviinsä kuuluu ilmoittaa mahdolliset vikatilanteet kunnossapidolle. Näin ollen heillä on erittäin merkittävä rooli vikoihin liittyvissä kunnossapitotöissä. Käytönvalvojien ja puhdistamonhoitajien esimiehinä toimivat käyttöinsinöörit, jotka vastaavat kaikkien laitoksien toiminnasta. Käyttöinsinöörit toimivat lisäksi kunnossapitotöiden tilaajina, ilmoittavat mahdolliset vikatilanteet ja seuraavat laitteiden käyttötunteja.

Haastattelut suoritettiin kahdelle kunnossapitotöiden tilaajalle ja kahdelle kunnossapitotöiden työnjohtajalle, jotta molempien osapuolten näkemykset nousisivat esille. Haastattelut olivat vapaamuotoisia ja niiden pääkysymykseksi muodostui: ”Mitä toimintoja toivoisit tulevaan kunnossapidon tietojärjestelmään?”. Liitteessä 1 on esitetty tiivis yhteenveto edellä mainittuun kysymykseen liittyen.

Vastauksissa nousi esiin erityisesti seuraavia toimintoja: töiden suunnittelu, vikailmoitukset, dokumenttien hallinta, raportointi, varastotoiminnot sekä mobiilikäyttö. Töiden suunnittelu sisältää kaikki kunnossapitotöihin liittyvät suunnittelut, kuten kertaluonteiset ja ennakkohuollot sekä töiden seurannan ja kuittauksen. Varastotoiminnot on sovittu jätettävän tarkastelun ulkopuolelle, sillä se vaatisi oman, laajemman tarkastelun ja linkityksen talouden järjestelmiin.

## 7.1 ALMAN sekä ALMA-toimintojen kuvaukset

Automation and instrumentation Management Oy AIM (nykyinen Vitec ALMA Oy) sai alkunsa vuonna 1986 Varkauden paperitehtaalla. ALMAN tiedonhallinnan avulla tieto pysyy tallessa koko tuotantolaitoksen elinkaaren ajan. ALMA on käytössä tällä hetkellä noin 300 yrityksessä ja 46 maassa. (ALMA, n.d.a)

ALMAssa on laaja valikoima työkaluja tuotannon eri vaiheisiin. MaintALMA on kunnossapitoon tarkoitettu työkalu, joka käyttää hyväkseen laitoksen järjestelmiä ja tuotantoprosessin hierarkiaa sekä ALMAan perustettua laitoksen laitosmallia. Tämän ansiosta kunnossapidon kannalta tärkeä tieto koneista, laitteista, varaosista ja niiden dokumenteista ovat kunnossapitohenkilöstön käytettävissä ympäri vuorokauden. (ALMA, n.d.b)

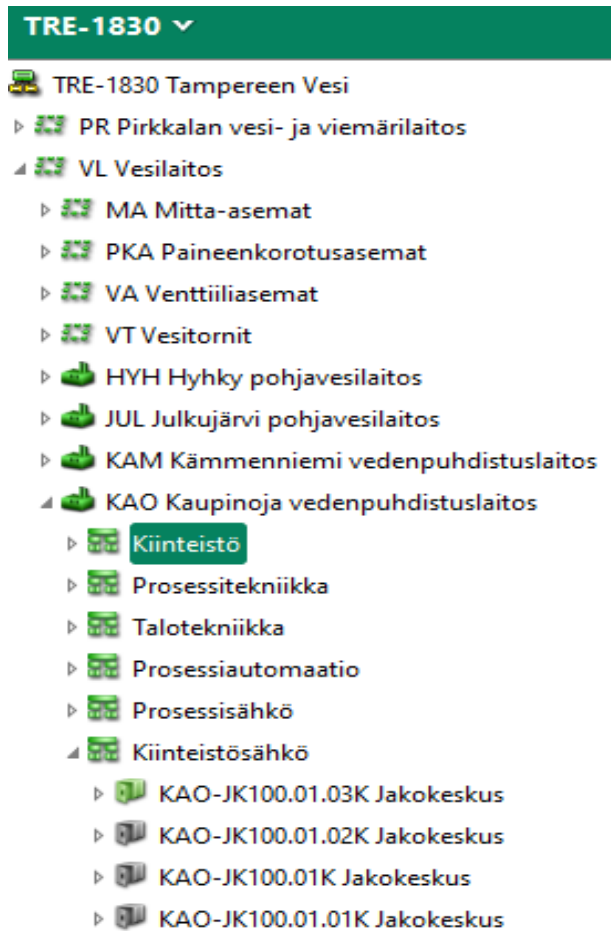
Skaalautuvan MaintALMA kunnossapitoratkaisun avulla järjestelmä pystyy hoitamaan niin pienten kuin isompienkin laitosten kunnossapitotarpeet. MaintALMAN avulla voidaan lisäksi hoitaa varastojen materiaalihallintaa, huoltojen suunnittelua, seurantaa ja ohjeistusta, korjaavaa kunnossapitoa ja tarkkailla kustannuksia. ALMAssa voidaan lisäksi tuottaa monipuoliset raportit eri tasoille (esim. työnjohto, asentajat). Syntyneet viat tai häiriöt voidaan kohdistaa MaintALMAN tapahtumaseurannan avulla suoraan oikealle automaatio-, sähkö-, instrumentointi-, kone tai kiinteistöpaikalle. (ALMA, n.d.b)

ALMAssa on olemassa monia muita työkaluja, mutta tämän työn pääpaino on kunnossapidossa. Sen vuoksi tässä työssä ei tarkastella muita työkaluja tarkemmin.

### 7.1.1 Laitoshierarkia ja laitekortti

ALMA-tietojärjestelmän käytön ytimen perustavat tietokantaan luodut laitoshierarkiat. Laitokset voidaan mallintaa ALMAan aina yksittäisiin komponentteihin ja kaapeleihin asti. Laitteet voidaan jakaa niiden käyttöominaisuuksien perusteella osastoihin. Näin ollen laitteet ovat helposti ja nopeasti löydettävissä. Laitoshierarkiat ovat käyttäjälle vapaasti suunniteltavissa ja muokattavissa. Esimerkissä käytetään Kaupinojan vedenpuhdistuslaitokselle luotua osastojakoa (Kuva 11).

Kuva 11. Kaupinojan laitoshierarkia



Kiinteistöosastossa olevat laitteet on sijoitettu sijaintinsa perusteella eri tiloihin. Tilat on jaettu kerroksittain ja kerrokset huoneisiin käyttäen tilatunnuksia, jotka löytyvät laitoksien huoneiden ovista. Tämän kautta voidaan laitteen sijainti selvittää erittäin kätevästi.

Prosessiteknikkaan on sijoitettu laitteet sen mukaan, missä prosessivaiheessa laite sijaitsee, esimerkiksi alavesisäiliössä tai desinfiointivaiheessa. Prosessiteknikkaosastosta löytyvät kaikki mittalaitteet, kuten pH- ja sameusmittauslaitteet.

Muihin osastoihin laitteet on sijoitettu niiden käytön perusteella. Esimerkiksi IV-koneet on sijoitettu talotekniikkaan, kun taas prosessisähköön on laitettu kaikki sähkökeskukset, joilta syötöt lähtevät moottoreille yms. Sähkökeskuksille on ALMAan lisäksi määritelty sähkösyötöt.

Laitteen laitekortti (Kuva 12) saadaan helposti näkyville aktivoimalla haluttu laite.

Laittekortissa on kenttiä eli attribuutteja, joihin laitteen tietoja voidaan syöttää. Attribuutteja

voidaan lisätä tai poistaa sen mukaan mitkä näkee kyseiselle laitteelle tarpeellisiksi. Turhat kentät on syytä poistaa, jotta laitekortti pysyy mahdollisimman selkeänä.

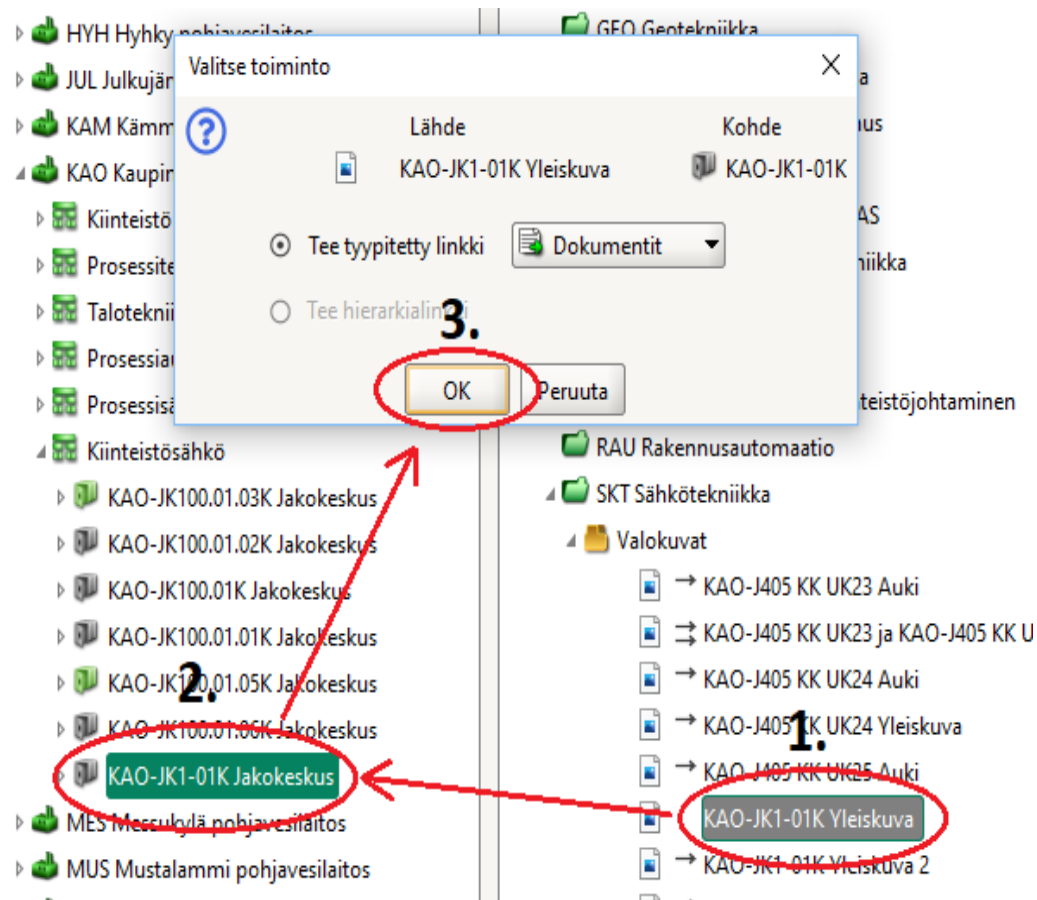
Kuva 12. Laitekortti ALMAssa

| Perusnäkyvä    |   | Laite: KAO-TK01 |  |            |  |
|----------------|---|-----------------|--|------------|--|
| Laite          |   | Ylempi          |  | Dokumentit |  |
| Tunnus         | KAO-TK01  |                 |  |            |  |
| SAP-tunnus     | TRE-1830-VL-LA-KAO-Talotekniikka-Ilmanv   |                 |  |            |  |
| Nimi           | Tuloilmakoje 1 (IV-Konehuone L3.01)   |                 |  |            |  |
| Ilmamäärä      | 3.00 m <sup>3</sup> /s  |                 |  |            |  |
| Sarjanumero    |   |                 |  |            |  |
| Paine          | 645 Pa  |                 |  |            |  |
| Tyyppi         | FFTSE-1509-L-056-SB-1-1-2-1-3-S-2   |                 |  |            |  |
| Valmistaja     | Koja  |                 |  |            |  |
| Virta          | 10.50 A   |                 |  |            |  |
| Jännite        | 400 V   |                 |  |            |  |
| Sijainti       | IV-Konehuone L3.01  |                 |  |            |  |
| Hinta [€ euro] | 0   |                 |  |            |  |
| Teho           | 4.00 kW   |                 |  |            |  |
| Lisätietoja    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- vaipan materiaali ZnFe</li> <li>- tiiviytsuokka A</li> <li>- alustava konekoko esim. Koja Future 1509</li> <li>- SFPv-luku (kW)/(m<sup>3</sup>/s) &lt; 2,5 --ulkosäleikkö (IU)</li> <li>- lumisuoja-äleikkö esim. RVL (EtsNord)</li> </ul> |                 |  |            |  |

Laitekorttiin voidaan linkittää eri dokumentteja nopeasti. Linkittäminen tapahtuu raahaamalla dokumentti laitteen päälle. Linkitettäviä objekteja voivat olla mm. huolto-ohjeet tai piirustukset. Näin ollen laitekohtaiset tiedot löytyvät helposti ja ovat helposti luettavissa samasta paikasta.

Dokumentin linkittäminen tapahtuu (Kuva 13) raahaamalla haluttu dokumentti (1.) halutulle laitekortille (2.). Tämän jälkeen järjestelmään avautuu automaattisesti kenttä, missä hyväksytään linkityksen muodostaminen painamalla ok (3.). Dokumentin linkittämisen jälkeen laitekortille ilmestyy automaattisesti dokumentit-välilehti, josta linkitetty dokumentti voidaan avata (Kuva 14).

Kuva 13. Dokumentin linkittäminen laitekortille



Kuva 14. Laitekorttiin linkitetyt dokumentit löytyvät dokumentit-välilehdeltä

| Perusnäkyvä ▾          |        | Kaappi: KAO-JK1-01K   |      |                          | ☰ |
|------------------------|--------|-----------------------|------|--------------------------|---|
| Kaappi                 | Ylempi | Dokumentit            |      |                          |   |
| Valittu                | Linkki | Lähde/Kohde           | Nimi | Lähde/Kohde (Lisätyyppi) |   |
| KAO-JK1-01K Jakokeskus | ←      | KAO-JK1-01K Yleiskuva |      | Z Vapaa käyttäjälle      |   |

Saman laitteen laitekortteja voidaan lisätä useille hierarkian paikoille hierarkialinkeillä.

Hierarkialinkissä laitetta ei kopioida vaan se siirretään raahaamalla hierarkian eri kohteisiin.

Hierarkialinkkien muodostaminen tapahtuu samalla tavalla kuin dokumenttilinkkien.

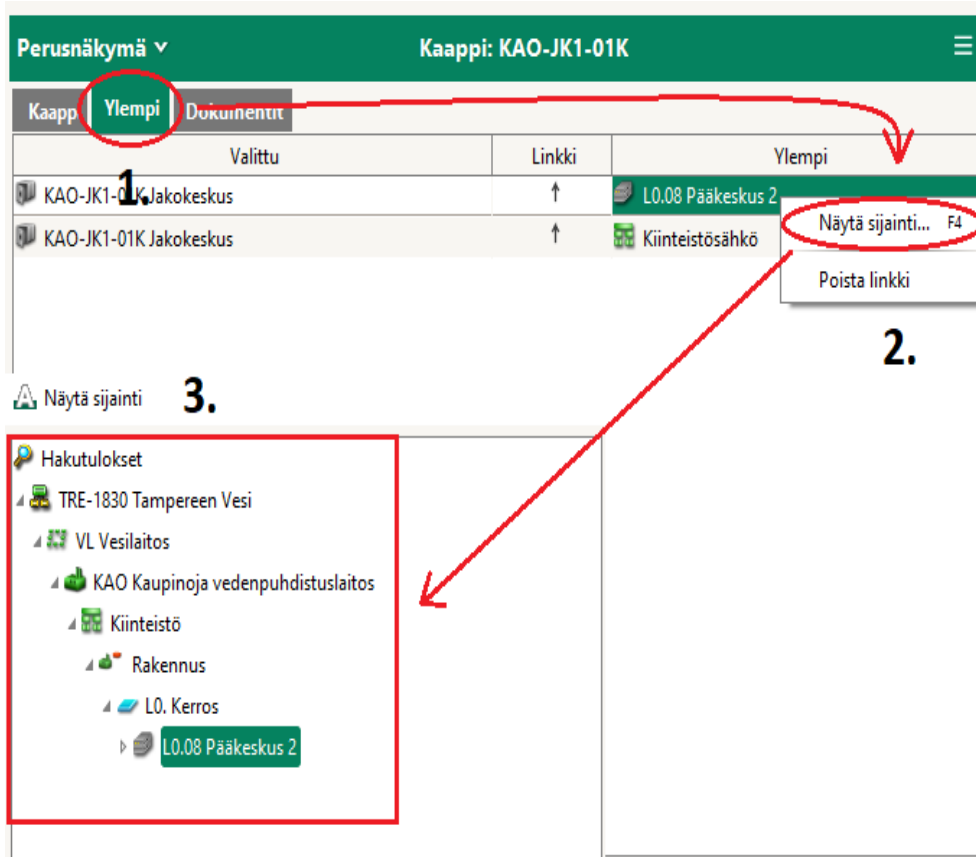
Hierarkialinkin muodostamisen jälkeen laitekortille ilmestyy ylempi-välilehti, josta nähdään

laitekortin sijainnit hierarkian eri kohteissa. Mikäli laitekorttiin tehdään muutoksia,

päivittyvät muutokset kaikkialla, mihin laitekortti on linkitetty. Laitekortin hierarkialinkkien

tarkempi sijainti hierarkiassa voidaan selvittää "näytä sijainti" komennolla (Kuva 15).

Kuva 15. Laitekortin hierarkialinkit löytyvät ylempi-välilehdeltä



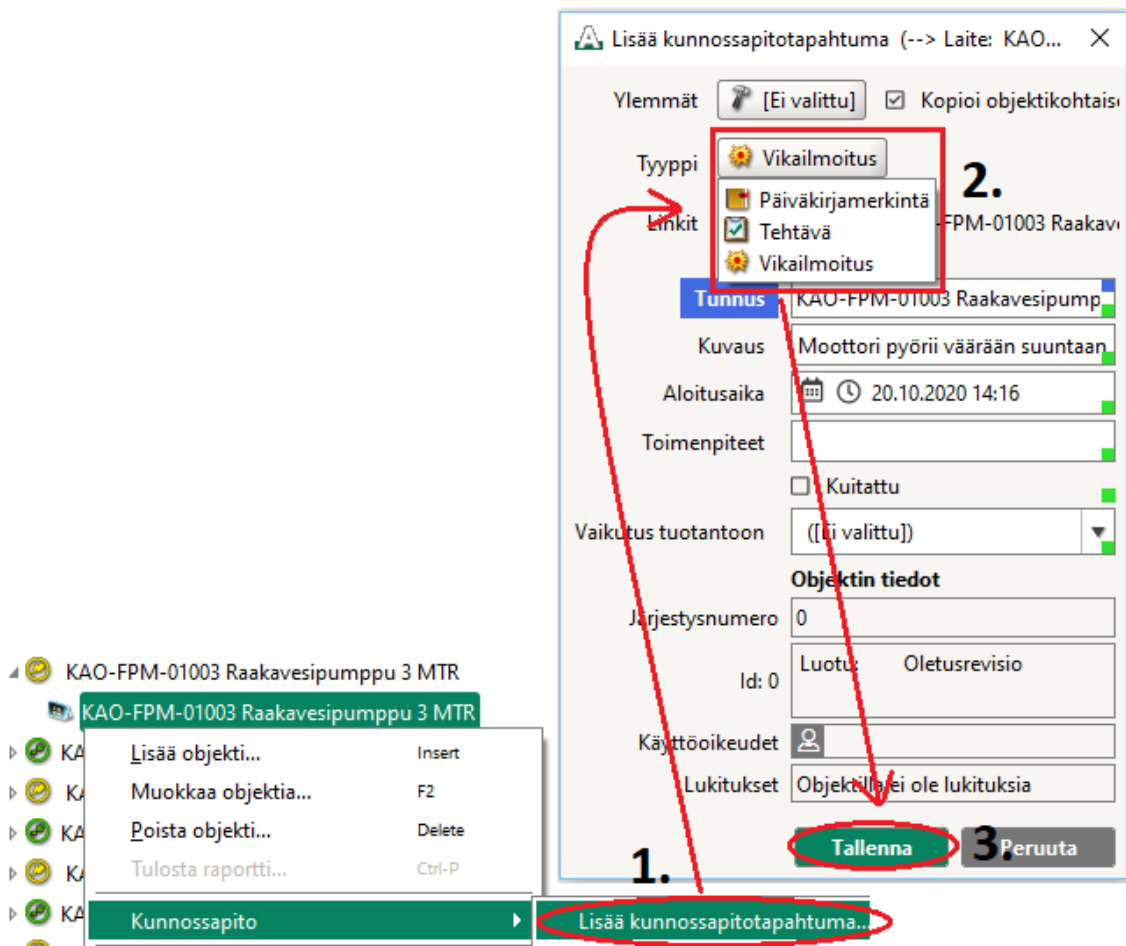
### 7.1.2 Vikailmoitukset ja päiväkirjamerkinnot

Kohteen vikaantuminen tai potentiaalinen vika kirjataan järjestelmään vikailmoituksena yleensä käytön valvojan, käyttäjän tai kunnossapitäjän toimesta. Päiväkirjamerkintöinä kirjataan yleensä laitoksien epämääräiset tapahtumat. Päiväkirja- ja vikailmoitukset näkyvät kunnossapitohenkilöstölle päivä- ja vikailmoituskalenterissa. Kunnossapidon työnjohtaja arvioi ilmoituksen ja päättää sen perusteella luodaanko ilmoitukselle työsuunnitelma. Ilmoituksien on oltava riittävän informatiivisia, jotta päästään suorittamaan jatkotoimenpiteet ilman, että tarvitsee asiaan enää palata.

ALMAssa vikailmoitus voidaan luoda laitoshierarkian kautta suoraan laitteen päältä (Kuva 16). Kriittiset tapahtumat kirjataan vikailmoituksena, jotka voidaan taas luokitella kriittisyysasteittain kriittinen, tärkeä tai ei vaikutusta. Päiväkirjamerkintöinä kirjataan kaikki epämääräiset tilanteet ja tapahtumat, jotka eivät vaadi välttämättä kunnossapitotöitä. Vikailmoitukseen määritetään vian kuvaus, vian kriittisyysaste sekä mahdolliset

toimenpiteet. Vikailmoitus voidaan kuitata jo tehdyksi, mikäli havaittu vika on saatu korjattua. Myös kuitatut vikailmoitukset näkyvät vikailmoituskalenterissa ja niille voidaan luoda työtehtäviä. Vikailmoitukset linkittyvät automaattisesti kohteelle, jolle vikailmoitukset on luotu. Näin päästään tarkastelemaan laitekohtaista vikahistoriaa.

Kuva 16. Vikailmoituksen luonti laitoshierarkian kautta



Ilmoitusten tyyppiä voidaan lisätä ALMAan tarpeen mukaan. Tampereen Vedellä yksi toivottu ilmoitustyyppi on prosessi-ilmoitus. Ilmoitukset eivät olisi tapahtumia, jotka vaatisivat kunnossapidollisia toimenpiteitä vaan prosessiin vaikuttavia ilmoituksia. Tällainen ilmoitus olisi esimerkiksi mittalaitteen arvon heitteleminen. Prosessi-ilmoituksista vastaisivat laitoksen esimiehet, jotka laatisivat alaisilleen työtehtävät. Tällöin prosessiin liittyvät työt noudattaisivat samaa kaavaa kuin kunnossapitotyöt.

### 7.1.3 Vikatyöt

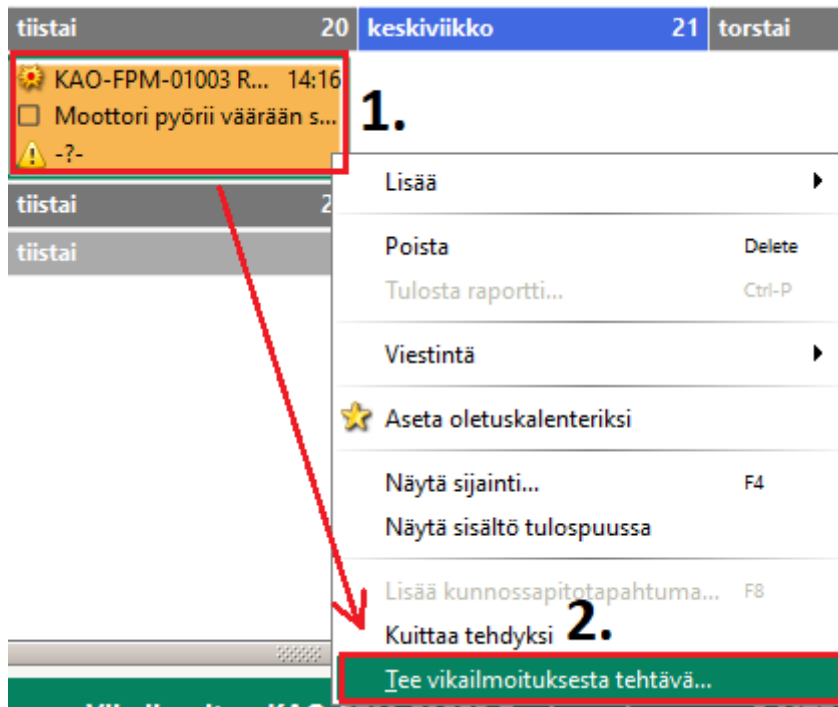
Vikailmoituksen jälkeen työnjohto laatii työsuunnitelman vian kriittisyyden sekä kuvauksen perusteella. Vikailmoitukset näkyvät vikailmoituskalenterissa (Kuva 17), jota työnjohtoa veloitetaan katsomaan. Vikailmoitusten näkyvyyttä voidaan rajata suodatustyökalulla mm. osastoittain (esim. sähkö), kuitatut tai kaikkia vikailmoituksia voidaan tarkkailla samanaikaisesti.

Kuva 17. ALMAN vikailmoituskalenteri

The screenshot displays the ALM failure calendar interface. The top navigation bar includes 'Kalenteri' (1.), 'Vikailmoitukset kaikki' (3.), and 'Hierarkiasuodatus'. The left sidebar lists view options: 'Perusnäkyvä', 'Vikonäkyvä', 'Kalenteri' (2.), 'Import-työkalu', and 'Kunnossapito'. The main calendar area shows a grid of dates from 28 to 21. A specific date, the 20th, is highlighted in blue and labeled '4.'. A red box highlights a pop-up window for the 20th, containing details for a failure: 'KAO-FPM-01003 R... 14:16', 'Moottori pyörii väärään s...', and a warning icon.

Tuotannon kannalta kriittiset viat pyritään korjaamaan mahdollisimman pian. Kriittisten vikojen korjaukset yleensä vaativat enemmän aikaa korjaustyön suunnitteluun, jolloin niiden korjaukset joudutaan siirtämään. Vähemmän kriittisten vikojen korjaustyöt voidaan suorittaa nopeammalla aikataululla, koska yleensä niiden suunnittelemiseen ei kulu aikaa ja ne ovat helpommin korjattavissa. Vikailmoituksesta työtehtävä luodaan vikailmoituskalenterin kautta, vikailmoituksen päältä (Kuva 18).

Kuva 18. Tehtävän luonti vikailmoituskalenterin kautta



Työtehtävään lisätään tehtävän kuvaus, se kohdistetaan työlajille ja tekijälle ja sille määritetään aloitus- ja lopetusajat. Työtehtävä lajitellaan sen luonteen perusteella eri kategorioihin. Ne voidaan lajitella standardeissa määriteltyjen kunnossapitolajien mukaan (Kuva 19).

Kuva 19. Tehtävän luonti ALMassa

**Tee vikailmoituksesta tehtävä**

Ylemmät  Siirretyt korjaukset  Kopioi objektikohtaiset oikeudet

Tyyppi  Tehtävä  Vikakorjaus

Linkit  
 Kunnossapito  0 - KAO-FPM-01003 - Raakavesipumppu 3 MTR  
 Kunnossapito  KAO-FPM-01003 Raakavesipumppu 3 MTR|20.10.2020 14:1

**Tunnus** 0 - KAO-FPM-01003 - Raakavesipumppu 3 MTR

**Kuvaus** Tarkistetaan moottorin ja taajuusmuuttajan välinen kaapelointi

**Linja** KAO-FPM-01003 - Raakavesipumppu 3 MTR

**Työlaji** Sähkö

**Tekijä** xxxxxxxx

**Aloitusaika** 26.10.2020 14:16

**Lopetusaika** 27.10.2020 12:04

Kuitattu

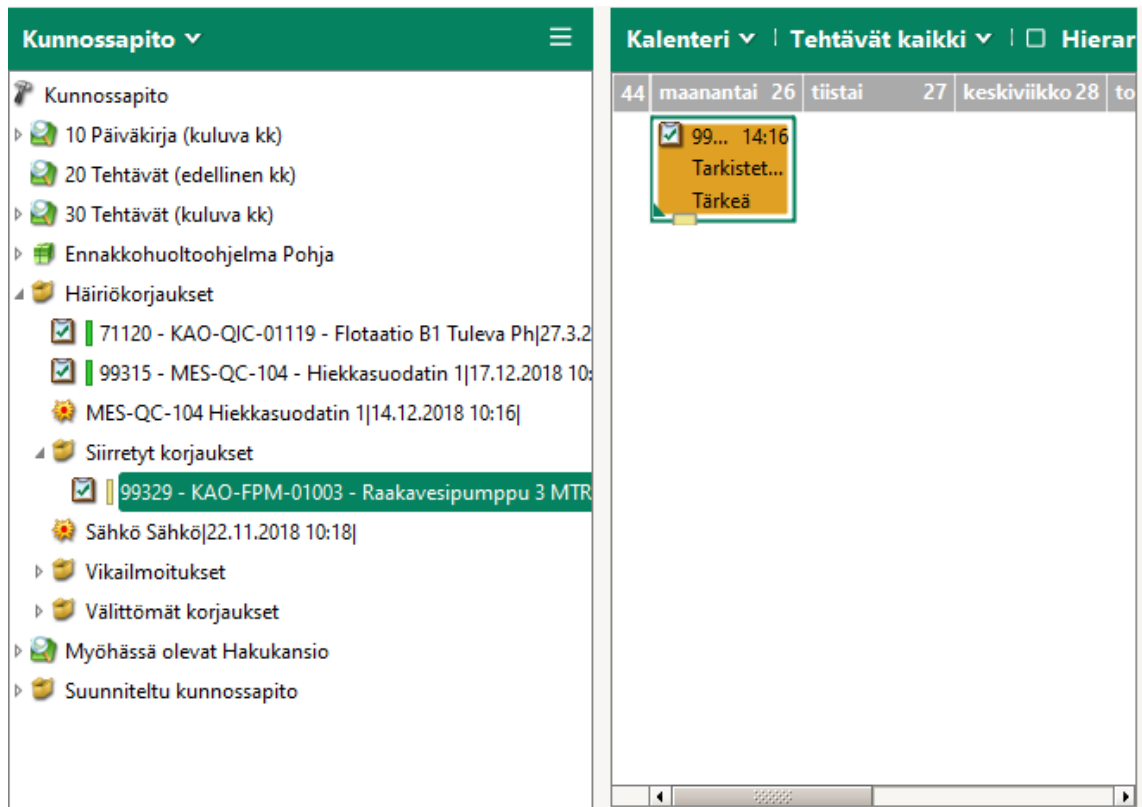
**Tehtävä tila** Avattu

**Vaikutus tuotantoon** Tärkeä

**Tallenna** **Peruuta**

Kun työtehtävä on lisätty, tulee se näkyville automaattisesti ALMAN tehtäväkalenteriin sekä kunnossapitopuuhun (Kuva 20). Tehtäviä voidaan lajitella tehtäväkalenterissa työlajeittain, henkilöittäin, tehtävän tilan mukaan tai kaikkia tehtäviä voidaan tarkastella samaan aikaan. Kun konkreettiset kunnossapitotyöt aloitetaan voi työntekijä muuttaa sen tilaa reaaliaikaisesti esim. aloitettu, kesken tai valmis tilojen välillä. Kun tehtävä kuitataan valmiiksi, työntekijä raportoi työn (tunti- ja kustannussyöttö), jonka jälkeen työnjohto voi kuitata sen hyväksytyksi. Kaikki työtehtävät linkittyvät kohteelle, jolle tehtävät on luotu.

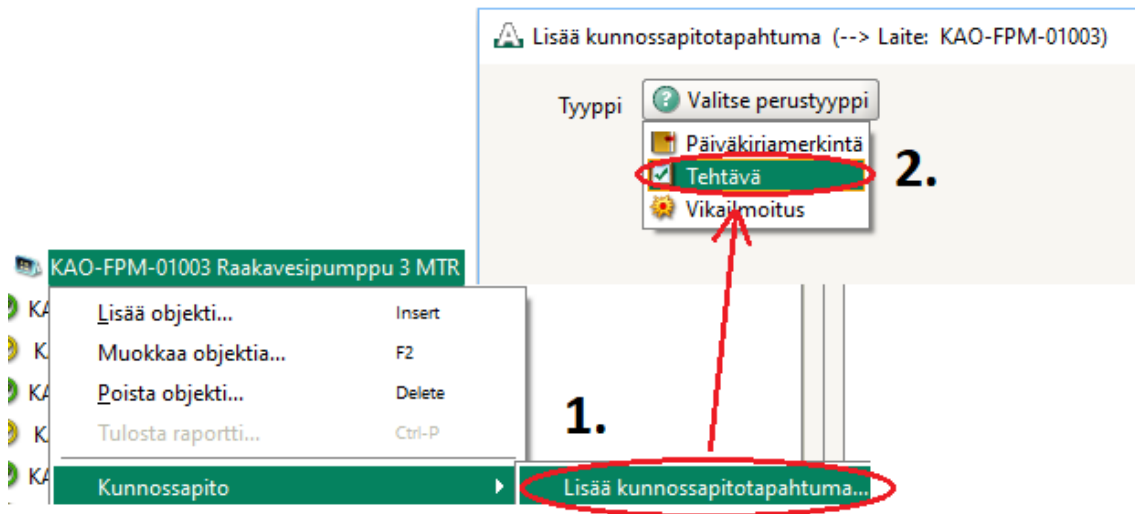
Kuva 20. Luotu tehtävä löytyy sekä kunnossapitopuun että tehtäväkalenterin kautta



#### 7.1.4 Enakkohuollot

ALMassa voidaan luoda kohteille kertaluonteisia enakkohuoltoja tai määrävälein tapahtuvia huoltoja. Toistuvia huoltoja voidaan luoda ALMassa hyvin joustavasti: päivittäin, viikoittain, kuukausittain tai vuosittain. Kertaluonteiset huollot luodaan samaan tyyliin kuin vikailmoitukset eli kohteen päältä (Kuva 21).

Kuva 21. Kohteen päältä voidaan luoda yksittäisiä tehtäviä



ALMAN ennakkohuolto-ohjelman avulla voidaan kunnossapitotyöt jaksottaa määrätyin väliajoin. ALMassa ennako-ohjelman luonti on jaettu kolmeen vaiheeseen: mallitehtävän määrittely, jaksotuksen määrittely ja ensimmäisen tehtävän luonti. Mallitehtävään kirjataan tehtävän kuvaus, työlaji ja tekijä, jotka periytyvät automaattisesti seuraavalle tehtävälle. Uuden tehtävän laukaisijana voi toimia tehtävän tila, kun tehtävä kuitataan valmiiksi tai hyväksytyksi. Jaksotuksen määrittelyssä määritetään tehtävälle jaksoväli. Jaksovälinä voi toimia päivä, viikko, kuukausi tai vuosi. Edellä mainitut jaksovälit eivät ole kuitenkaan vakiot, vaan niitä voidaan tarkentaa jaksomäärä attribuutin avulla (Kuva 22).

Kuva 22. Tehtävän jaksoväliksi on määritelty 2 viikkoa

|                                    |   |   |
|------------------------------------|---|---|
| Ylemmät                            | <input checked="" type="checkbox"/> Ennakkohuollot                      | <input checked="" type="checkbox"/> Kopioi objektiokohtaiset oikeudet |
| Tyyppi                             | <input checked="" type="checkbox"/> Pohja                               | <input type="checkbox"/> Ei lisätyyppiä                               |
|                                    | Ei sääntöä  |   |
| <b>Tunnus</b>                      | Kunnossapito-ohjelma  |   |
| Nimi                               | UPS   |   |
|                                    | Huom! Valitse 'Aktiivinen' mikäli Jos tehtävään liittyy vaiheita, valit |   |
|                                    | <input checked="" type="checkbox"/> Aktiivinen                          |   |
| Aloitusaika                        | <input type="text"/>  |   |
| Lopetusaika                        | <input type="text"/>  |   |
| Ajastuksen käynnistävä tyyppi      | Tehtävä   |   |
| Ajastuksen käynnistävä attribuutti | <input checked="" type="checkbox"/> Tehtävä tila                        |   |
| Alkaen attribuutti                 | <input checked="" type="checkbox"/> Aloitus aika                        |   |
| Tehtävä tila                       | Valmis  |   |
|                                    | Hyväksytty  |   |
| Päättyen attribuutti               | <input checked="" type="checkbox"/> Lopetusaika                         |   |
| Jaksotyyppi                        | Absoluuttinen (Absoluuttinen jaksotus la                                |   |
| Jakso määrä                        | 2   |   |
| Jakso väli                         | Viikko (Viikko)   |   |

Jaksotustyyppinä voi toimia joka absoluuttinen- tai suhteellinen jaksotus. Absoluuttinen jaksottaa uuden tehtävän edellisen tehtävän lopetusajan mukaan, mikä määritellään ennakkohuolto-ohjelmaan. Se ei siis välitä milloin edellinen tehtävä on kuitattu. Suhteellinen jaksotus taas ottaa huomioon edellisen tehtävän kuitaus ajankohdan, minkä mukaan uusi tehtävä jaksotetaan.

Viimeisessä vaiheessa luodaan ensimmäisen tehtävän ajankohta (aloitus- ja lopetusaika). Tämän jälkeen tehtävä ilmestyy tehtäväkalenteriin, jonka tilaa voidaan muokata, kuten muissakin töissä.

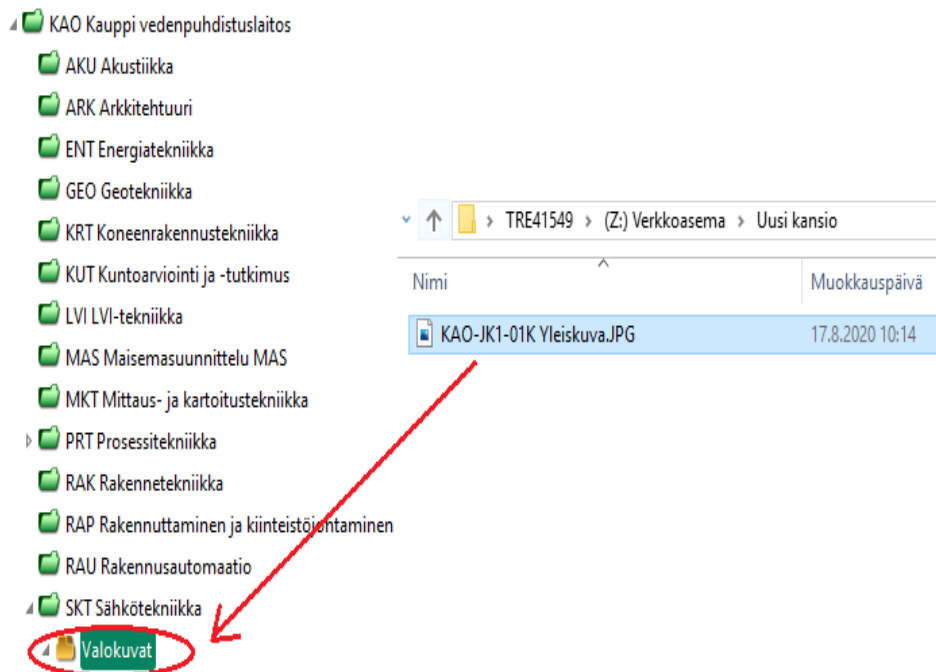
ALMAan on mahdollista integroida automaatiojärjestelmä, joka mahdollistaa automaattisen tehtävän luonnin. Tehtävän laukaisijana voisi toimia laitteen käyntiaika. Käytännössä laitteen saavuttaessa käyntiaikarajan järjestelmä luo automaattisesti laitteelle työtehtävän. Kohteen

käyntiajan määrittelyssä voitaisiin käyttää laitevalmistajien suosittelemia huolto-ohjeita tai omaan kokemukseen perustuvaa tietoa.

### 7.1.5 Dokumentaatiohallinta

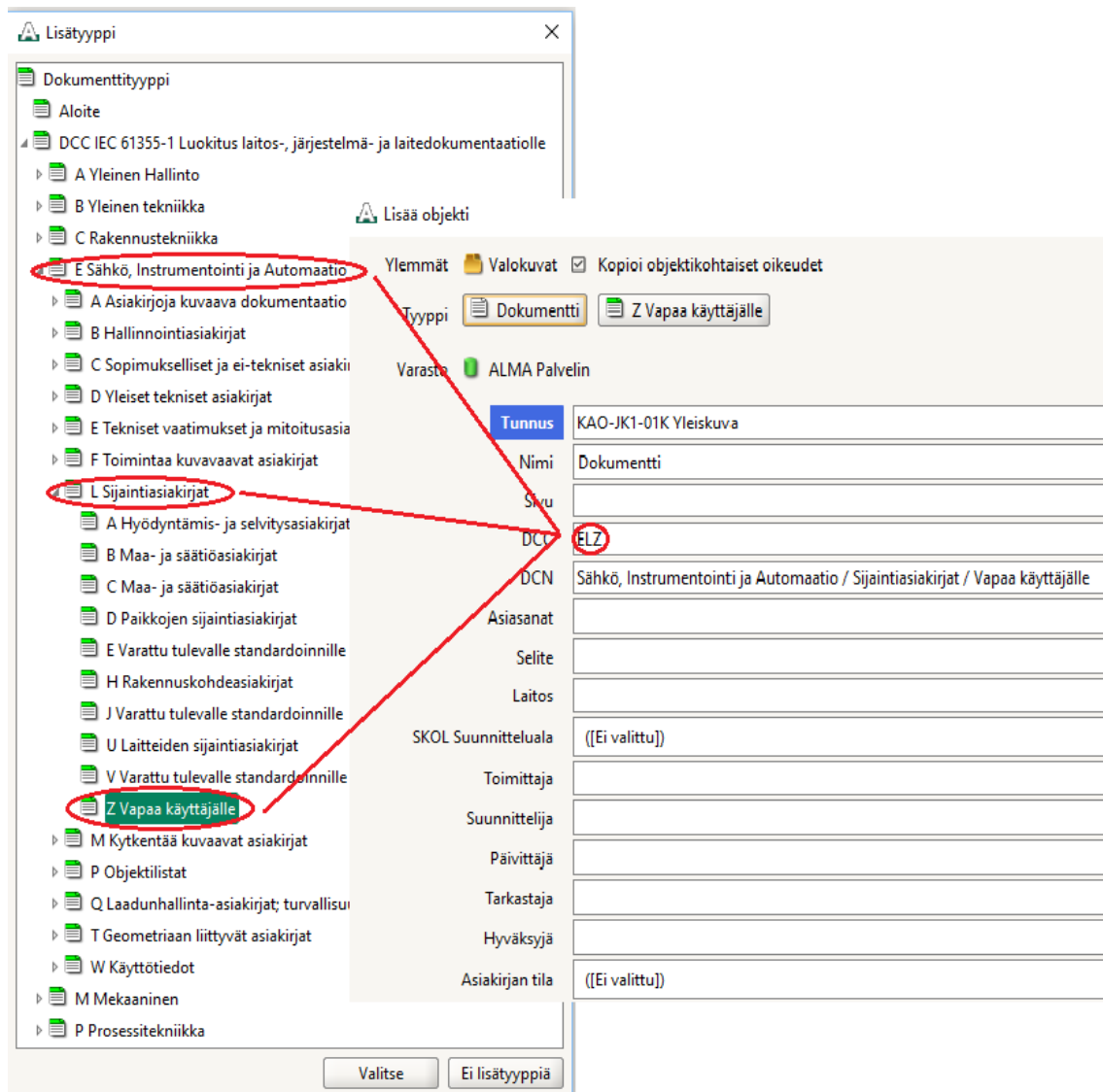
ALMAan voidaan tuoda dokumentteja yksittäisesti tai massana, tiedostotyypistä riippumatta. Yksittäisiä dokumentteja voidaan tuoda raahaamalla suoraan objektille tai tehtävälle (Kuva 23).

Kuva 23. Dokumentti voidaan raahata ALMAan suoraan kansioista



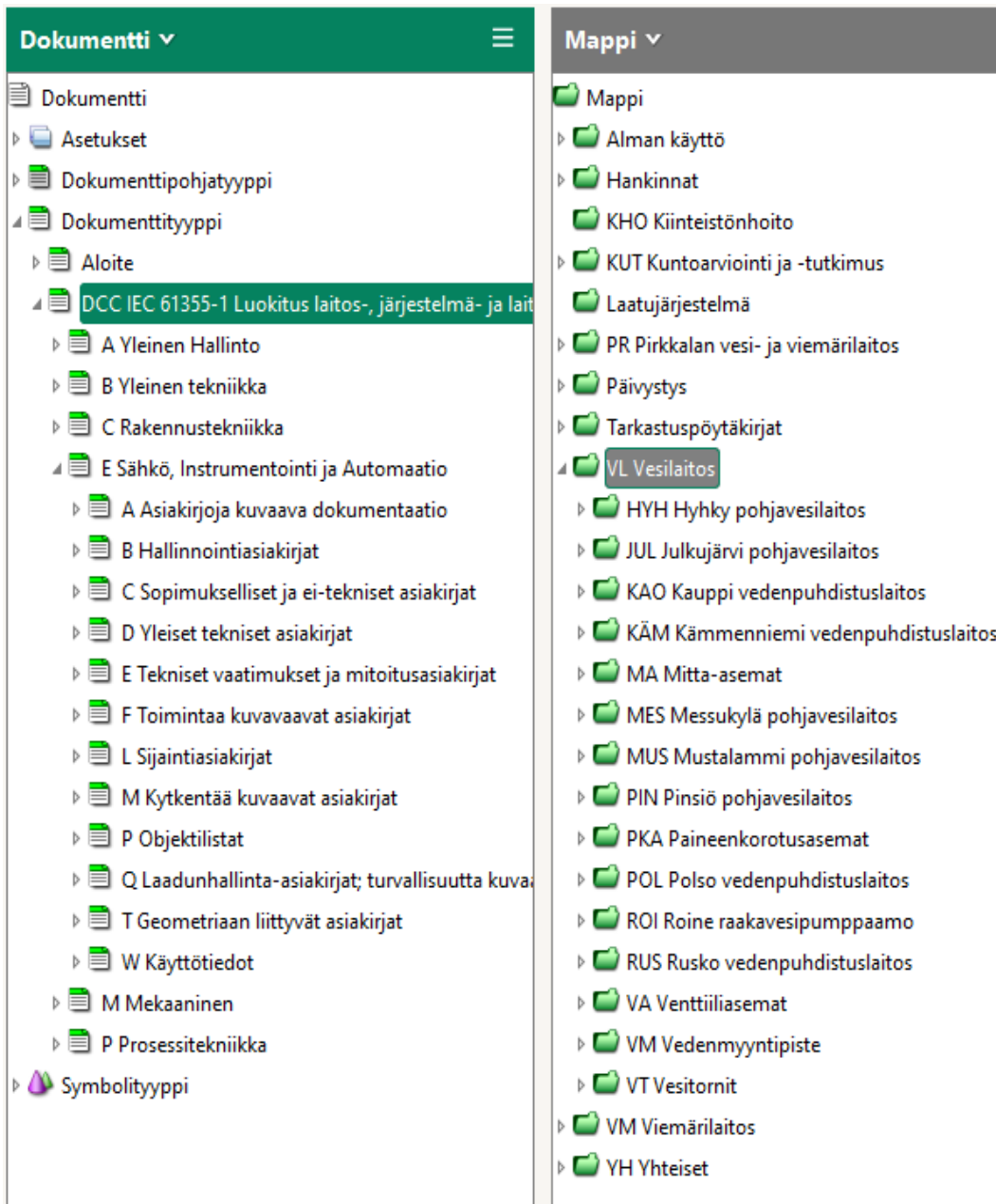
Dokumentin raahaamisen jälkeen dokumentille määritetään dokumenttityyppi. Esimerkissä käytetään standardia IEC 61355-1, joka luokittelee dokumentit niiden sisällön luonteen perusteella, kolmikirjaimisen tunnuksen avulla. Dokumenttityypin lisäämisen jälkeen syötetään dokumentin tiedot attribuutteihin (Kuva 24).

Kuva 24. Dokumentille määritetään dokumenttityyppi sekä sen tiedot lisätään attribuutteihin



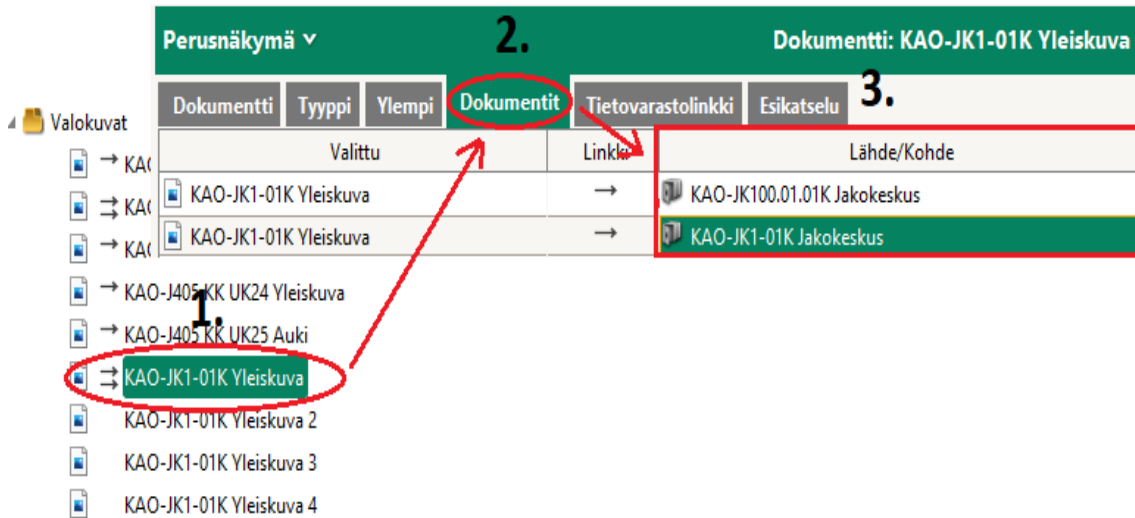
Dokumentin lisäämisen jälkeen dokumentti löytyy sen objektin alta, jonne dokumentti lisätään. Esimerkissä dokumentti tuotiin mappihierarkiaan, jonka rakenne vastaa pitkälti laitoshierarkiaa, josta löytyvät laitoskohtaiset dokumentit. Dokumenttihierarkian kautta dokumentti löytyy dokumenttityypin perusteella. Dokumenttihierarkia on rakennettu IEC-61355-1 standardin mukaan. Sieltä dokumentit löytyvät dokumenttien sisällön perusteella (Kuva 25).

Kuva 25. Dokumentti- ja mappihierarkia



Sama dokumentti voidaan ALMAssa linkittää usealle kohteelle. Dokumenttikortissa olevien nuolten perusteella voidaan nähdä, kuinka monelle kohteelle dokumentti on linkitetty. Mikäli dokumentissa on yksi nuoli, on se linkitetty yhdelle kohteelle, jos taas dokumentissa on kaksi nuolta, on se linkitetty kahdelle tai useammalle kohteelle. Dokumenttikortin dokumentti-välilehdeltä nähdään mihin dokumentti on linkitetty (Kuva 26). Mikäli dokumenttiin tehdään muutoksia, päivittyvät sen tiedot kaikkialla mihin se on linkitetty.

Kuva 26. Dokumentti- välilehdeltä nähdään mille kohteille dokumentti on linkitetty



Useampia dokumentteja voidaan tuoda valitsemalla useampi dokumentti työpöydältä tai kansiosista. Tällöin järjestelmä kysyy jokaisen tuodun dokumentin kohdalla dokumenttityypin ja attribuutit vuoron perään. Tämä voi osoittautua työlääksi, mikäli tuotuja dokumentteja on paljon. ALMassa onkin olemassa Import-Export työkalu, jonka avulla usean tiedoston tuominen tai vieminen samaan aikaan on helpompaa. Työkalun pohjana toimii Excel-taulukko (Taulukko 4). Taulukosta voidaan poistaa tai lisätä kohtia käsiteltävien dokumenttien tarpeellisuuden mukaan.

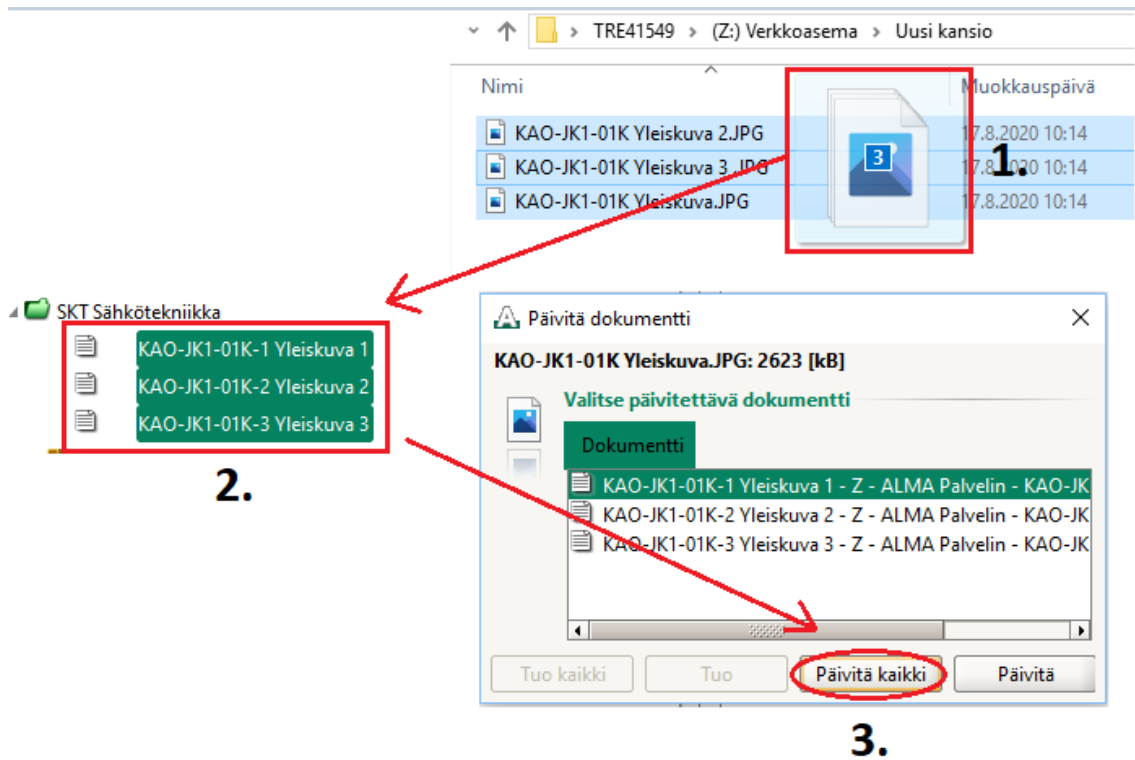
Taulukko 4. ALMAN Import-taulukko

| HOB             | HOB                         | DOCUMENT      | DOCUMENT    | DOCUMENT  | DOCUMENT      | DOCUMENT               |
|-----------------|-----------------------------|---------------|-------------|-----------|---------------|------------------------|
| PARENT          | ANSWER                      | ANSWER        | ANSWER      | ANSWER    | TYPE          | >REPOSITORY_LINK       |
| DOCUMENT_FOLDER | DOCUMENT                    | DOCUMENT      | DOCUMENT    | DOCUMENT  | DOCUMENT_TYPE | ALMA_SERVER_REPOSITORY |
| KOHDEMAPPI      | ALMA_FILE_NAME              | ALMA_CODE     | ALMA_NAME   | ALMA_PAGE | DCC           | ALMA_CODE              |
| Kohdemappi      | Tiedostonimi                | Tunnus        | Nimi        | Sivu      | DCC           | Tallennuskohde         |
| VL/KAO/SKT      | KAO-JK1-01K Yleiskuva.JPG   | KAO-JK1-01K-1 | Yleiskuva 1 | 1         | ELZ           | ALMA_SERVER            |
| VL/KAO/SKT      | KAO-JK1-01K Yleiskuva 2.JPG | KAO-JK1-01K-2 | Yleiskuva 2 | 2         | ELZ           | ALMA_SERVER            |
| VL/KAO/SKT      | KAO-JK1-01K Yleiskuva 3.JPG | KAO-JK1-01K-3 | Yleiskuva 3 | 3         | ELZ           | ALMA_SERVER            |

Import-työkalu ei lisää automaattisesti tiedostoa dokumentille vaan tiedosto on raahattava itse dokumentin päälle kansiosista tai työpöydältä. Useampi tiedosto voidaan raahata samanaikaisesti usean dokumentin päälle (Kuva 27). Excel-taulukossa olevan tiedostonimen

on oltava sama kuin kansiossa olevan tiedoston tiedostonimi, jotta järjestelmä osaa kohdistaa tiedostot oikeille dokumenteille.

Kuva 27. Tiedostot lisätään dokumenteille massatuonnin jälkeen



### 7.1.6 Raportit

ALMAssa on monipuoliset mahdollisuudet analysoida eri osa-alueiden dataa raporttien avulla. Esimerkkejä tyypillisimmistä raporteista:

- Kustannusraportti laitekohtaisesti
- Raportit tapahtuma tyypeittäin, kuten vikakorjaukset tai parantava kunnossapito
- Raportit tapahtumien tilan mukaisesti, kuten aloitettu tai kesken
- Raportit työlajeittain, kuten sähkö tai mekaaninen
- Raportit osastoittain, kuten alkalointi tai desinfiointi (ALMA, n.d.c)

ALMAsta tietoja voidaan tuoda raportteihin ja koosteisiin usealla eri tavalla. ALMA hyödyntää erilaisia taulukkonäkymiä kuten kustannus- tai kalenterinäkymiä ja raporttimalleja. ALMAN pääkäyttäjä voi vapaasti muokata vanhoja raportteja sekä luoda rajattomasti uusia raportteja. ALMA voi räätälöidä raportit asiakkaan määrittelyjen perusteella joustavasti. (ALMA, n.d.c)

### **7.1.7 Mobiilikäyttö**

WebALMA on mobiilikäyttöominaisuus, jota voidaan hyödyntää mm. tabletilla tai puhelimella. Se vaatii toimiakseen internetyhteyden, mutta joitakin toimintoja voidaan hyödyntää myös offline-tilassa. WebALMAN avulla voidaan luoda vikailmoitukset ja päiväkirjamerkinnot suoraan kentältä. Lisäksi sillä voidaan avata uusia työtehtäviä sekä muokata siihen liittyviä tietoja. Suoritettun työn jälkeen se voidaan kuitata ja raportoida. Työn raportointiin sisältyy tehtävän kuvaus sekä tunti- ja kustannussyöttö. (Pahkala, 2020)

Mobiililla voidaan tarkastella laitekohtaisia tietoja sekä avata dokumentteja. Tähän mennessä työ on käsitellyt tietokoneversiota ja sen toimintoja. Tietokoneversioon luotu laitoshierarkia on nähtävissä myös mobiiliversiossa, minkä kautta laite voidaan löytää. Laite voidaan myös löytää hyödyntämällä mobiiliversiossa olevaa hakutoimintoa. ALMAssa on QR-koodi mahdollisuus, joka lisätään kentällä olevaan laitteeseen. QR-koodi skannataan käyttäen mobiililaitetta, jonka jälkeen avautuu automaattisesti laitteen laitekohtaiset tiedot.

## **8 Pohdinta**

Opinnäytetyön tarkoituksena oli priorisoida kunnossapidon tietojärjestelmän toiminnot kunnossapito henkilöstön haastatteluiden avulla ja tehdä niistä kuvaukset käyttäen ALMA-järjestelmää. Opinnäytetyö osoittautui mielenkiintoiseksi sekä sen tavoite toimeksiantajalle oli helppo ymmärtää. Tietopohjan monipuolisuuden takia työ oli haastava rajata niin, että teoria tukisi käytännön osuutta mahdollisimman hyvin.

Vaikka kaikkia haluttuja toimintoja ei voitu kuvata erinäisten puutteiden takia, mielestäni onnistuin saamaan lopputulokseksi riittävän kattavat kuvaukset toiminnoista. Haasteena oli kuvauksien tarkkuuden määrittäminen niin, että ne eivät muistuttaisi käyttöohjetta tai olisi

liian itsestään selvästi kuvattu. Uskon, että työ antaa riittävän pohjan kunnossapidon tietojärjestelmän käyttöönotossa, mikäli Tampereen Vesi aikoo sellaisen hankkia.

Opinnäytetyössä käsiteltiin sähkölaitteistoon liittyvää kunnossapitoa. Tampereen Veden vedentuotantolaitoksien ja jätevedenpuhdistamoiden toiminnan kannalta myös tärkeässä asemassa on mekaanisten laitteiden kunnossapito. Mekaanisia laitteita koskevat samat lainalaisuudet kuin sähkölaitteita: ne kuluvat ajan kuluessa ja tarvitsevat toimiakseen säännöllistä huoltamista. Erona mekaanisilla laitteilla on sähkölaitteisiin verrattaessa se, että niiden vikaantumiset ja vikojen paikallistaminen on helpompaa aistien avulla. Sähkölaitteiden viat ovat usein piileviä, joten vikojen paikallistaminen voi olla haastavaa.

Opinnäytetyön aikana opin kuinka tärkeässä asemassa on työsuunnittelussa eri vaiheiden riittävä kuvaaminen aina vikailmoituksesta työn raportointiin asti. Mikäli vaiheiden kuvaus on vaillinaista tai tärkeät attribuutit on jätetty kokonaan täyttämättä, vaikeuttaa se kunnossapitotöiden suunnittelua sekä viivästyttää kunnossapitotöiden aloittamista. Tietojärjestelmään kertynyttä tietoa analysoimalla voidaan vikojen juurisyyt selvittää sekä optimoida kunnossapitotyöt siten, että turhat työt jäävät pois, mikä taas avaa lisää aikaa kriittisten kohteiden huolellisille suunnitteluille.

Mielestäni kunnossapitohenkilöstön kouluttaminen ja motivoiminen uuden tietojärjestelmän käyttöönotossa on kaiken perusta. Kunnossapitojärjestelmästä ei ole hyötyä, jos sitä ei käytetä oikein. Tosiasia on se, että järjestelmän oikealla käytöllä voidaan jaksottaa työt siten, että turhia välejä eikä työruuhkia synny. Näin ollen työntekijöiden jaksaminen ja työn laatu lisääntyvät, kun tölle varataan riittävästi aikaa ja ne on jaksotettu tasaisesti.

## Lähteet

ABB. (n.d.). *ACS550 Käyttäjän opas*. ABB.

ALMA. (n.d.a). ALMA yrityksenä. Haettu 5.10.2020 osoitteesta <https://www.alma.fi/alma-yrityksena>

ALMA. (n.d.b). Kunnossapito ja huolto EAM ratkaisut. Haettu 7.10.2020 osoitteesta <https://www.alma.fi/ratkaisut/kunnossapito-ja-huolto-eam-ratkaisut>

ALMA. (n.d.c). *Vitec ALMA Oy MaintALMA kunnossapitojärjestelmä*. Kokkola: Vitec ALMA Oy.

Edu. (n.d.). Kunnossapidon tietojärjestelmän osa-alueet. Haettu 29.9.2020 osoitteesta [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet\\_4-2\\_kunnossapidon\\_tietojarjestelman\\_osa-alueet.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_4-2_kunnossapidon_tietojarjestelman_osa-alueet.html)

Etto, J. (n.d.). *Prosessisähköistyksen kunnossapito, osa 2*. Kunnossapitokoulu.

Finlex. (2016). Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Haettu 21.9.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>

Fuss, P. (2020). Kloorimittauslaitteet. Sähköpostiviesti tekijälle 3.11.2020.

Hämeen sähkö. (n.d.). Loistehon kompensoinnin ja sähkönlaadun ammattilainen. Haettu 23.9.2020 osoitteesta <https://www.hameensahko.fi/palvelut/sahkolaitteet/>

Iivanainen, J. Pirinen, J. Törnroos, S. (n.d.). *Miten saada tuotannosta enemmän irti – OEE-tietopaketti*. Vantaa: Novotek Oy.

Järviö, J. (2006). *Kunnossapito*. Helsinki: KP-Media Oy.

Järviö, J. Lehtiö, T. (2012). *Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen*. Helsinki: KP-Media Oy.

Kunnossapitokoulu. (2000). *Kunnossapidon tietojärjestelmät*. Kunnossapitokoulu.

Nikola, M. (2010). *Kunnossapidon tietojärjestelmän käyttöönotto ja ehkäisevän kunnossapidon kehittäminen myyntiautomaattien laitehuollossa*. Opinnäytetyö. Tuotantotalouden koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 29.9.2020

osoitteesta

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/17398/kp%20tietojarjestelma%20versio%202014.7.9.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Nieminen, J. (2014). *Vedentuotannon sähkö-, instrumentointi- ja automaatiokunnossapito-ohjelma*. Opinnäytetyö. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Savonia-ammattikorkeakoulu. Haettu 23.9.2020 osoitteesta

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75457/Nieminen\\_Juuso.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75457/Nieminen_Juuso.pdf?sequence=1)

OEE. (n.d.). Calculate OEE. Haettu 16.9.2020 osoitteesta <https://www.oee.com/calculating-oee.html>

Pahkala, N. (2020). ALMAN mobiilikäyttö. Sähköpostiviesti tekijälle 19.10.2020.

Pinja. (2016). Mitä on OEE / KNL? Blogijulkaisu 17.5.2016. Haettu 16.9.2020 osoitteesta <https://blog.pinja.com/mita-on-oee-knl>

Prominent. (n.d.). *Asennus- ja käyttöopas DULCOTEST®-kokonaiskloorianturi Tyyppi CTE 1-mA / CTE 1-DMT*. Heidelberg: Prominent.

Pöyhönen, V. (2013). *Kunnossapidon dokumentaation hallintajärjestelmän käyttöönoton kehittäminen*. Opinnäytetyö. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Haettu 29.9.2020 osoitteesta

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/63995/Opinnaytetyo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sähköinfo Oy. (2017). *Sähkölaitteiston haltijan kunnossapito-opas 2017*. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.

Säätö. (n.d.). pH-anturi. Haettu 23.9.2020 osoitteesta <https://saato.fi/tuotteet/ph-anturi-kobold-aps-z/>

Tampereen Vesi. (n.d.a). Historiaa. Haettu 14.9.2020 osoitteesta

<https://www.tampere.fi/vesi/tampereenvesi/historiaa.html>

Tampereen Vesi. (n.d.b). Kaupinojan vesilaitos vuonna 1928. Haettu 14.9.2020 osoitteesta <https://www.tampere.fi/vesi/tampereenvesi/historiaa.html>

Tampereen Vesi. (n.d.c). Tampereen Veden pääkonttori Nekalassa. Haettu 14.9.2020 osoitteesta <https://www.tampere.fi/vesi/tiedotteet/2020/W7NA5qOSh.html>

Tampereen Vesi: Tampereen Veden historia. (2018a). Video. Haettu 14.9.2020 Tampereen Veden verkkolevyltä

Tampereen Vesi: yleisesittelyvideo. (2018b). Video. Haettu 14.9.2020 Tampereen Veden verkkolevyltä

Tukes. (2017). *Sähkölaitteistot ja tarkastukset*. Helsinki: Tukes.

Tukes. (n.d.). Kunnossapito ja määräaikaistarkastukset. Haettu 21.9.2020 osoitteesta <https://tukes.fi/sahko/sahkolaitteistot/kunnossapito-ja-maaraaikaistarkastukset#08ef18da>

Wikipedia. (n.d.). UPS. Haettu 25.9.2020 osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/UPS>

