

**VESIHUOLLON LAITEREKISTERIN PÄIVITTÄMINEN JA  
KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMIEN ESISELVITYSTYÖ**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Konetekniikka, Insinööri (AMK), Hämeenlinnan korkeakoulukeskus

Talvi 2020

Matti Koistinen

---

Tekijä	Matti Koistinen	Vuosi 2020
Työn nimi	Vesihuollon laiterekisterin päivittäminen ja kunnossapitojärjestelmien esiselvitystyö	
Ohjaajat	Timo Kärppä	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kuinka kunnossapitotoiminta voi kehittää paperitiedosta kohti tietojärjestelmiä ja kuinka yritys voisi parantaa kunnossapitotoimintaa enemmän ennalta ehkäisevään kunnossapitoon. Kunnossapitoa selvitettiin teorian, standardien ja oman yritykselle tehdyn työn pohjalta, sekä määritettiin kunnossapidon perinteiset menetelmät ja lajit. Tämän lisäksi tarkasteltiin mitä tulevaisuudessa teollisuus 4.0 voisi tarjota kunnossapitoon liittyen.

Työtehtävänä oli laatia päivitetty laiterekisteri Riihimäen Veden laitekannasta Excel-tiedostoon. Riihimäen Veden kunnossapitojärjestelmä oli vanhentunut ja laiterekisteriä tahdottiin käyttää tulevaisuudessa kunnossapitojärjestelmän runkona. Laiterekisteriin kerättiin tietoja ja huoltotoimenpiteitä Riihimäen Veden jätevedenpuhdistamon ja pumppaamoiden kaikista koneista ja laitteista. Tietoja kerättiin pumppujen, venttiilien, sähkömoottoreiden ja isompien koneiden ja laitteiden arvokilpi tiedoista, sekä myös arkistojen suunnittelupapereista.

Tämän lisäksi selvitettiin mikä kunnossapitojärjestelmä vastaisi parhaiten Riihimäen Veden tarpeita. Vertailuun otettiin mukaan markkinoilta viisi järjestelmää, joita karsittiin ominaisuuksien, helppokäyttöisyyden ja älypuhelinsovellusten perusteella. Lopuksi koko työn tuloksena syntyi Excel-tiedosto laiterekisteri ja järjestelmiä karsittiin kahteen vaihtoehtoon.

Avainsanat Kone, kunnossapito, kunnossapitojärjestelmä, laite

Sivut 48 sivua ja liitteitä 3 sivua

Mechanical Engineering

**Abstract**

Riihimäki

---

Author	Matti Koistinen	Year 2020
Subject	Feasibility study of machine and device registry for a water supply company and a preliminary survey on maintenance systems	
Supervisors	Timo Kärppä	

---

ABSTRACT

The aim of this project was to find out how a company could develop their maintenance activities for water supply needs from in the form of paper file knowledge to digital data management systems. There was also a task to find out how the company can perform better maintenance activities through a higher of degree preventive maintenance. Maintenance was examined based on theory, standards and earlier work done for the company. In addition to this it was also clarified at what industry 4.0 could offer maintenance in the future.

The goal of this work was to compile an updated register of the machines and devices at Riihimäen Vesi on an Excel file. The Riihimäen Vesi maintenance system was out of date and the machine and device register was intended to be used as the backbone of the maintenance system in the future. Data was collected on all the machines and devices of the Riihimäen Vesi wastewater treatment plant and pumping stations.

Another task was to work out which maintenance system would meet the needs of Riihimäen Vesi. The systems were compared by their features, user-friendliness, and smartphone applications. As a result of the whole work an updated machine and device register was acquired, and of the systems were cut down to two options.

Keywords Device, machine, maintenance, maintenance system

Pages 48 pages and appendices 3 pages

## Sisällys

<u>1</u>	<u>Johdanto</u> .....	1
<u>2</u>	<u>Kunnossapito toiminnan vahvistajana</u> .....	2
	<u>2.1 Teollisuus 4.0</u> .....	5
	<u>2.2 Kunnossapitolajit</u> .....	7
	<u>2.3 TPM-menetelmä ja sen tehokkuuden mittaaminen</u> .....	10
	<u>2.4 Kunnossapitojärjestelmät</u> .....	14
	<u>2.5 Kunnossapidon standardit</u> .....	15
	<u>2.6 Käyttövarmuus ja koneiden elinkaaret</u> .....	17
<u>3</u>	<u>Riihimäen veden laiterekisterin päivitys</u> .....	20
	<u>3.1 Laiterekisteri</u> .....	21
	<u>3.2 Laiterekisterin luominen</u> .....	22
	<u>3.3 Automaatiojärjestelmä ja väylät</u> .....	24
	<u>3.4 Jätevedenpuhdistamon laitekanta</u> .....	25
	<u>3.4.1 Pumput, venttiilit ja sähkömoottorit</u> .....	25
	<u>3.4.2 Hienovälppäys ja hiekkapesuri</u> .....	29
	<u>3.4.3 Selkeytyksien kaavinkoneistot</u> .....	30
	<u>3.4.4 Lietteentivistys ja kuivaus</u> .....	31
	<u>3.4.5 Hiekkasuodatus</u> .....	32
	<u>3.5 Voiteluöljyt ja voitelurasvat</u> .....	33
<u>4</u>	<u>Kunnossapitojärjestelmien esiselvitystyö ja esittely</u> .....	35
	<u>4.1 Spotilla</u> .....	37
	<u>4.2 WiseMaster</u> .....	39
	<u>4.3 Ahjo</u> .....	40
	<u>4.4 Mipro Vivo</u> .....	42
	<u>4.5 Novi</u> .....	43
	<u>4.6 Ominaisuuksien taulukointi ja käyttäjäkokemuskyselyt</u> .....	45
<u>5</u>	<u>JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA</u> .....	47
	<u>Lähteet</u> .....	49

## **Liitteet**

- Liite 1 Malliesimerkki laiterekisteristä
- Liite 2 Käyttäjäkokeuskyselyn rakenne ja kysymykset

## Termistö

Alumiini	Kevytmetalli ja kolmanneksi yleisin alkuaine. Kemiallinen merkki on Al.
Asiakirjahallinta	Asiakirjatiedon suunnitelmalliseen tuottamiseen, käsittelyyn ja säilyttämiseen kohdentuvaa toimintaa.
Auditointi	Järjestelmällinen selvitys siitä, vastaavatko nykyiset toiminnot ja niihin liittyvät tulokset odotuksia ja suunnitelmia.
Digitalisointi	Tiedon siirtämistä sähköiseen muotoon yleensä tietokoneelle.
Emäs	Alkali, jonka pH on suurempi kuin 7.
ERP-järjestelmä	Toiminnanohjausjärjestelmä, jolla ohjataan esimerkiksi tuotantoa, jakelua, varastohallintaa, laskutusta ja kirjanpitoa.
Esteri	Orgaanisia yhdisteitä, jotka ovat muodostuneet epäorgaanisesta tai orgaanisesta haposta.
Ferrosulfaatti	Rautasulfaatti on kemiallinen yhdiste, jonka kemiallinen kaava on $\text{FeSO}_4$ eli se sisältää raudan lisäksi rikkiä ja happea.
Fluidi	Yleisnimitys nesteelle, kaasulle ja plasmalle.
Fosfori	Moniarvoinen epämetalli alkuaine. Sen kemiallinen merkki on P ja se on maapallon yleisimmistä alkuaineista.

Hydrauliikka	Tehonsiirto nesteen paineen ja virtauksen avulla.
IIoT	Industrial Internet of Things eli teollinen internet.
IoT	Internet of Things eli esineiden internet.
IP-osoite	Numerosarja, jota käytetään IP-verkkoihin kytkettyjen laitteiden yksilöimiseen. Esim. 120.360.60.720.
Kalsium	Maa-alkalimetalli, jonka kemiallinen merkki on Ca.
Keskipakoisvoima	Näennäisvoima, joka vaikuttaa vetävän ympyräliikettä tekevää kappaletta kauemmaksi liikkeen keskipisteestä.
Kompleksi	Itsenäisistä osista koostuva kokonaisuus, yhdistelmä tai ryhmä.
Kone	Energiaa toiseen muotoon muuttava tai muu, tai muuta työtä tekevä laite ja yleensä sillä tarkoitetaan raskaampaa sarjaa olevaa konetta.
Laite	Tekninen rakennelma, kojeisto ja yleensä sillä tarkoitetaan kevyt rakenteista laitetta.
Liete	Jätevesien käsittelyssä muodostuva seos, joka muodostuu tulevan jäteveden kiintoaineesta ja puhdistusprosessin kiintoainemuotoon saatetusta aineesta.
Litium	Alkalimetalleihin kuuluva alkuaine, jonka kemiallinen merkki on Li.

Mädätys	Orgaanisen aineksen anaerobista eli hapettomissa olosuhteissa tapahtuvaa hajoamista. Mädätys tuottaa vettä, hiilidioksidia ja metaanikaasua.
Natrium	Pehmeä, kevyt ja reaktiivinen alkalimetalli. Kemiallinen merkki on Na.
NFC-tunniste	Skannattava koodi älypuhelimella, jolla voi avata älypuhelimeen haluamansa tiedon.
Normaalijakauma	Toiselta nimeltään Gaussin jakauma tai Gaussin kellokäyrä. Tarkoittaa jatkuvaa todennäköisyysjakaumaa.
Oikosulkumoottori	Teollisuudessa yleisin käytetty vaihtovirtasähkömoottorityyppi.
Pilvipalvelu	Tietoteknisten palveluiden toimittamista internetin välityksellä ja käytön mukaan maksamalla.
Rauta	Hopean värinen, kiiltävä ja ferromagneettinen metalli. Raudan kemiallinen merkki on Fe.
Seksagesimaalijärjestelmä	Lukujärjestelmä, jonka kantaluku on 60.
Synteettinen	Keinotekoinen, yhdistävä.
Työmääräin	Henkilöstölle asetettu tehtävä tai toimenpide.
Viskositeetti	Nesteen, kiinteän aineen tai kaasun rakenneominaisuuksista johtuva sisäinen kitka



## 1 Johdanto

Hyvin järjestetty kunnossapito on taloudellisesti kannattavaa yritykselle. Sen avulla voi parantaa koneiden ja laitteiden toimintakykyä huoltotoimenpiteillä ja ennakoivalla toiminnalla. Nykyään kunnossapidon tekemistä on helpotettu henkilöstölle tietotekniikka ja älypuhelin ratkaisulla, jolloin tieto kulkee henkilöstön taskussa aina mukana.

Tässä opinnäytetyössä yritetään löytää vastaukset kunnossapidon parempaan toteuttamiseen kysymällä, miten kunnossapitoa kehitetään paremmaksi vesihuollon tarpeisiin ja kuinka korjaavasta kunnossapidosta siirrytään ehkäisevään kunnossapitoon?

Vesihuollolla tarkoitetaan tässä työssä Riihimäen Veden vesihuoltoliikelaitosta ja tämä työ tehdään Riihimäen Veden jätevedenpuhdistamolle. Kunnossapitotyön runko on laiterekisteri, joka tehdään tietoja keräämällä puhdistamon koneista ja laitteista. Tarpeella tarkoitetaan, että kehitystyön tietoperusta on jätevedenpuhdistuslaitos. Kehittämällä tässä työssä tarkoitetaan kunnossapitotyön vientiä tietoteknisiin ratkaisuihin.

Korjaavalla kunnossapidolla tarkoitetaan kunnossapitoa, jonka toiminta perustuu ongelman reagoimiseen laitteen vikaantuessa. Ehkäisevä kunnossapito on taas kunnossapitoa, joka tavoittelee ongelman ratkaisua ennen sen ilmentymistä. Korjaavan kunnossapidon siirtymisellä ehkäisevään kunnossapitoon tarkoitetaan tässä tilannetta, jossa kunnossapito on pääasiallisesti ehkäisevää kunnossapitoa. Eli tämä tarkoittaisi sitä, että huoltotoimenpiteet tehtäisiin ennakkoon ja näin välttäisiin laitteiden vikaantumiselta, tuotannon pysähtymiseltä ja laitteiden ikä pidentyy.

Tämän työn konkreettisena tuloksena syntyy sähköinen laiterekisteri Riihimäen Veden jätevedenpuhdistamon laitekannasta, sekä opinnäytetyömuotoinen esiselvitystyö kunnossapitojärjestelmien vertailusta. Laiterekisteri tulee sisältämään arvokilpien ja ohjekirjojen mukaisia tietoja jätevedenpuhdistamon koneista ja laitteista lukuun ottamatta joitain ilmanvaihtokoneita.

Kunnossapitojärjestelmä on ehkäisevän kunnossapidon työkalu ja sen takia Riihimäen Vedelle tehtiin kunnossapidon esiselvitys viidestä kunnossapitojärjestelmästä ominaisuuksien, helppokäyttöisyyden, älypuhelinsoveltavuuden, palautekyselyn, tietoturvan ja järjestelmäintegroitavuuden perusteella. Esiselvitystyön seurauksena järjestelmiä karsitaan tilanteeseen, jossa niitä on mahdollisimman vähän.

Tutkimusmenetelminä tässä työssä kirjallisuusselvitys tehdään kirjallisuus, internet lähteistä ja järjestelmätoimittajien esittelyistä, toimittajien valintapa esittelyistä ja rajaus kyselyistä.

## **2 Kunnossapito toiminnan vahvistajana**

”Kunnossapito on kaikki kohteen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.” (SFS-EN 13306, 2017, s.5). Kunnossapito on käsitteenä laaja, johon yhdistyy monia aiheita. Yleensä sen päämääränä on koneen tai laitteen suorituskyvyn maksimointi, mutta sen piiriin voi kuitenkin laskea kohteita, joihin voi suorittaa kunnossapitotoimenpiteitä. Näihin toimenpiteisiin kuuluu vikojen selvitys, koneen asetusten säätö, koneen turvallisuus, koneen osien putsaus, rasvaus, voitelu ja muu vastaavat toimenpiteet.

Kunnossapidon tavoitteiden toteuttamiseen tarvitaan koneista tulevan vikatietojen ja havaintojen kirjaamista, arkistointia ja tiedon tarkastelua, jotta voi ennakoida koneen tai laitteen vikaantumista. Havainnot tehdään tarkastuksien ja valvonnan avulla. Nämä havainnot voi olla esimerkiksi koneen epätavalliset äänet, epätasainen laadun tuotto, laite toimii ajoittain virheellisesti, koneenosat vikaantuvat liian usein, koneen tärinä on aiheuttanut muttereiden löystymistä tai kone vuotaa tiivisteistä. Havaintojen tekemistä auttaa tietojärjestelmät, joihin yleensä kerätään koneiden ja laitteiden laiterekisteri.

Laitteen ohjekirjasta suunnitellaan valmistajan antamia huoltotoimenpiteitä, jotka yleensä ovat aikamääreisiin tai käyttötunteihin perustuvia. Aikamääreellä tarkoitetaan toimenpidettä, joka suoritetaan tietyn väliajoin koneelle. Tyypillisiä väliaikoja on

kuukausittain, kolmen kuukauden välein, kuuden kuukauden välein ja mahdollisesti kymmenen vuoden välein. Käyttötunteihin perustuvalla huollolla tarkoitetaan huoltotoimenpiteiden tekemistä koneen käynnissä olevan ajan perusteella. Jos kone on esimerkiksi jaksottaisesti käynnissä, niin siihen tehtävät aikamääreisiin perustuvat toimenpiteet voi osoittautua ylimitoitetuiksi ja on järkevämpää tehdä toimenpiteet käyttötuntien mukaisesti. Tyypillisesti käyttötunnit on mitoitettu saman pituisiksi kuin aikamääreisiin perustuvalla huollolla.

Taulukko 1 kuvaa tyypillistä ohjekirjan rakennetta huoltotoimenpiteille. Taulukossa 1 kirjain T kuvastaa tarkastusta ja kirjain V kuvastaa vaihdettavaa osaa. Tällöin taulukko 1 kertoo, että kuukauden välein on tarkastettava yleiskunto ja päälaakerit ja kuuden kuukauden välein päälaakerit on vaihdettava. Lisäksi taulukko 1 kertoo, että vuosihuollon yhteydessä on tarkastettava kaapelien eheys.

Taulukko 1. Tyypillinen huoltotaulukon rakenne.

Välein	1 kk	6 kk	12 kk
Yleiskunto	T		
Päälaakerit	T	V	
Kaapelien eheys			T
Vuosihuolto			X

Kunnossapito ja huolto on yleensä maallikolle synonyymejä eli maallikolle ne voi tarkoittaa samaa asiaa, mutta tarkemmin määriteltynä huolto on kunnossapidon sivuhaara. Huolto käsitteenä on kohdistettu yleensä koneisiin ja laitteisiin ja niitä korjaaviin toimenpiteisiin. Huollon toimenpiteitä on yleensä koneen säätö, puhdistus, voitelu, suodattimen vaihto, öljynvaihto tai muu vastaava toimenpide. Kunnossapito käsitteenä on paljon laajempi ja koneiden ja laitteiden lisäksi se liitetään teihin, taloihin, kiinteistöihin, rautateihin ja muihin vastaaviin kohteisiin. Kunnossapito käsitteenä tavoittelee kokonaisvaltaisempaa proaktiivista toimintaa eli ennalta ehkäisevää toimintaa. Kunnossapitoon liittyy myös vahvasti omaisuuden hoitamisen ja hallitsemisen tekijöitä, joihin kuuluu työnjohto-, asiakirjahallinta-,

varastonhallinta-, ostotoiminta- ja raportointitehtävät. (Opetushallitus, n.d.; Järviö & Terviö, 2012, s.18)

Taulukko 2 vertailu osoittaa, että kunnossapidolla ja ihmisen terveydenhoidolla on analogiaa eli samankaltaisuutta. Koneet ja laitteet ovat kuitenkin toiminnoiltaan paljon yksinkertaisempia kuin ihminen. (Opetushallitus, n.d.)

Taulukko 2. Kunnossapidon ja terveydenhoidon vertailu.

Terveyden hoito	Kunnossapito
Ihmisen terveyden ylläpitäminen	Koneen toimintakunnon ylläpitäminen
Ihmisen opastaminen terveellisempään elämään	Suunnitteluheikkouksien korjaaminen
Tautien tunteminen	Vikaantumismuotojen tunteminen
Mielenterveyden parantaminen	Laitteen laaduntuottokyky
Henkilökohtaisten terveystietojen kortistointi	Konetiedon kerääminen

Kunnossapitoa on harjoitettu siitä asti, kun teitä, rakennuksia, rautateitä, sähköverkostoja, koneita ja laitteita on ollut. Kunnossapitoa on siis harjoitettu jo esihistoriasta lähtien, mutta esi-isämme ei varmaankaan käyttänyt kunnossapito käsitettä. Kunnossapidon sukupolvet katsotaan virallisesti alkavan kuitenkin vuodesta 1940 ja ensimmäiselle ja toiselle sukupolvelle ominaista oli laitteiden ja huollon yksinkertaisuus, aikamääreisiin perustuva huolto ja koneiden suuri koko. Kunnossapidon hyödyllisyys on tullut parhaiten esiin kolmannella sukupolvella 1980-luvulla, jolloin koneet ja laitteet monimutkaistuivat, automaation määrä kasvoi ja maailma siirtyi avaruuskulttuuriin. (Järviö & Terviö, 2012, s.21-23; Opetushallitus, n.d.)

Neljäs sukupolvi alkoi vuonna 1990, jolloin koneet ja laitteet monimutkaistuivat entisestään ja alkoivat sisältää monenlaista tekniikkaa. Neljännen sukupolven aikana koneisiin lisättiin esimerkiksi elektroniikkaa, pneumatiikkaa, hydraulikkaa ja tietotekniikkaa. Neljättä sukupolvea varjostaa kuitenkin ongelmat, jossa kone ei ole enää tarpeellinen koneen

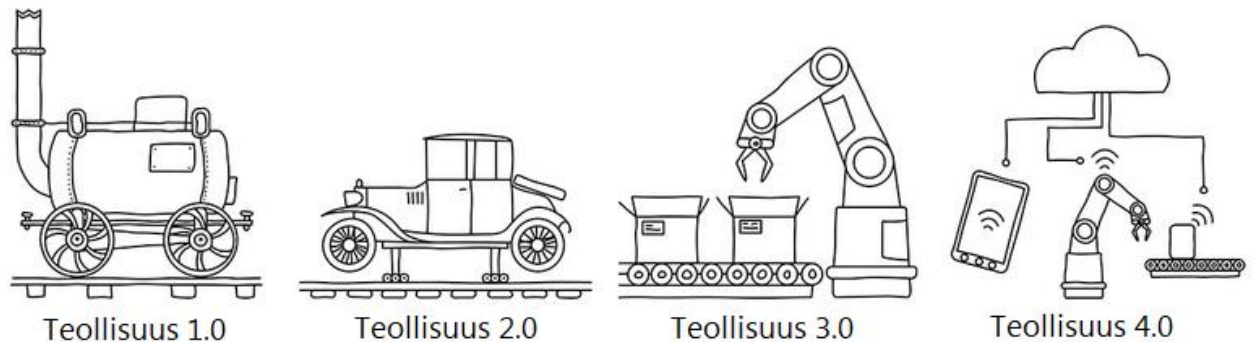
tuottaman tuotteen valmistamisen loputtua. Tällaisia tapauksia esiintyy esimerkiksi elektroniikan piirilevyvalmistamisessa (Järviö & Terviö, 2012, s.21-23). Nykyaikaan mentäessä esiin tulee myös koneiden ja laitteiden kosketusnäytölliset käyttöpaneelit, älypuhelintekniikka ja koneiden ja laitteiden virtuaalinen vuorovaikutus automaatio- ja kunnossapitojärjestelmien kanssa.

## **2.1 Teollisuus 4.0**

Termi teollisuus 4.0 tarkoittaa neljättä teollista vallankumousta ja sen aloittajana oli Saksan hallitus, jonka päämääränä oli vuonna 2012 valmistavan teollisuuden kilpailukyvyyn säilyttäminen. Teollisuus 4.0 ajatuksena on, että tehdastuotanto, koneet ja laitteet liitetään internetiin ja tehtaisiin tehdään vahvempaa osaamista automaatiossa, toiminnanohjauksessa ja kunnossapitojärjestelmissä. Järjestelmien myötä koneet ja laitteet osaisivat viestitellä keskenään ja tuotantoprosessi pyörisi itsenäisesti ja optimoisi toimintaansa analytiikan avulla. (European Parliament, 2016; Collin & Saarelainen, 2016)

Kuva 1 osoittaa teollisen vallankumouksen historiaa kuvien avulla. Teollisuus 1.0 oli teollisen vallankumouksen alkua, jossa koneet ja laitteet toimi höyryllä ja vedellä. Teollisuus 2.0 mahdollisti tuotteiden massa tuotannon käyttämällä tuotantolinjoja, jotka ovat sähköistettyjä. Teollisuus 3.0 esitteli teollisuudelle automatisointia IT-ohjelmistojen ja robotiikan avulla. Teollisuus 4.0 tavoittelee teollisuudelle koneoppimista ja älykästä tehdasta, joka on liitetty esineiden internetiin ja pilvipalveluihin. Näissä on ominaista, että kentältä saa reaaliaikaista tietoa ja analyysijä. (Chris Daborn, 2018)

Kuva 1. Teollisen vallankumouksen kehitys. (Chris Daborn, 2018)



Teollisuus 4.0 sisältää kuusi piirrettä, jotka ovat yhteen toimivuus, virtualisointi, hajauttaminen, reaaliaikaisuus, palvelulähtöisyys ja modulaarisuus. Yhteen toimivuudella haetaan järjestelmien, ihmisten ja älykkäiden tehtaiden kyky yhdistyä esineiden ja palvelujen internetin kautta. Virtualisoinnilla luodaan virtuaalinen kopio, jonka voi liittää fyysisten prosessien anturien tietoon ja näin tehdä niistä virtuaalisia malleja ja simuloiteja. Hajauttamisella luodaan tehtaiden järjestelmille kykyä tehdä itsenäisiä päätöksiä. Reaaliaikaisuudella halutaan kyky, jossa välittömästi voidaan tarjota tuloksia kerätystä tiedosta. Modulaarisuus tuo tehtaille joustavan mukautumisen muuttuviin vaatimuksiin korvaamalla tai laajentamalla yksittäisiä moduuleja. (European Parliament, 2016; Collin & Saarelainen, 2016)

Teollisuus 4.0 termiin liittyy muitakin termejä, kuten Internet of Things eli IoT ja Industrial Internet of Things eli IIoT, jotka käännettyinä suomen kielelle ovat esineiden internet ja teollinen internet. Mitä eroa näissä termeissä on se, miten ne ovat rajattu. Esineiden internet on määritelty esineisiin ja asioihin, jotka on liitetty maailmanlaajuiseen internettiin. Esineiden internetissä on mm. älylaitteet, kodinkoneet, kodinvalvonta ja kodin automaatio. Teollinen internet on määritelty teollisuuden esineisiin ja järjestelmiin. Teollisessa internetissä on muun muassa sisällytettynä terveydenhoito, automaatio, liikenne, teollisuus, logistiikka ja energia. (Collin & Saarelainen, 2016)

Esineiden internetin ja teollisen internetin tarkoitus on, että jokaisella esineellä on yksilöllinen IP-osoite ja verkkoyhteys perustuu standardeihin, viestintäprotokolliin,

arkkitehtuureihin ja rajapintoihin. Tarkoituksena lisäksi on, että esineet välittävät itsestään jatkuvasti tietoa verkossa järjestelmiin, jotka ovat tyypillisesti pilvipalvelussa. (Collin & Saarelainen, 2016)

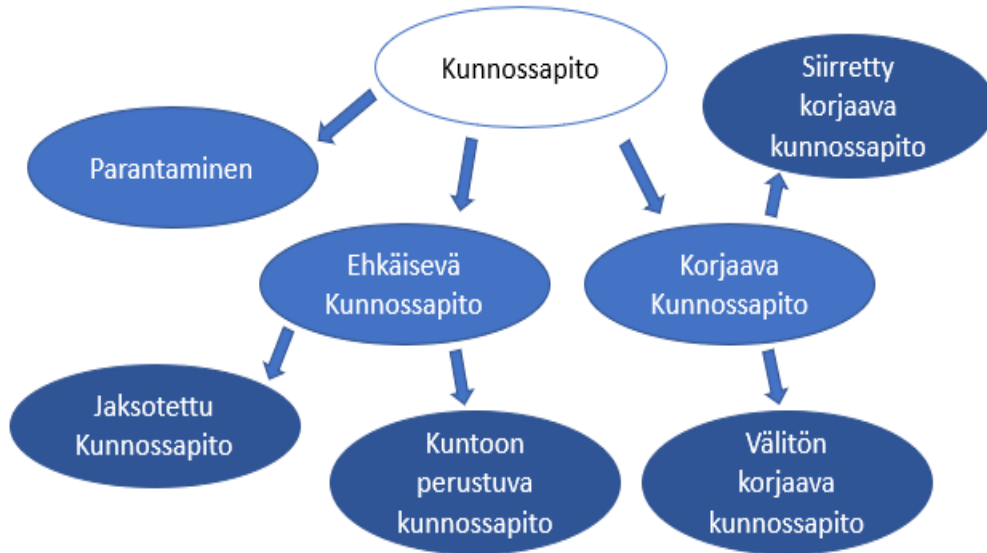
## **2.2 Kunnossapitolajit**

Standardi SFS-EN 13306:2017 jakaa kunnossapitoa monenlaiseen lajiin. Yleisimmät näistä lajeista ovat korjaava kunnossapito ja ehkäisevä kunnossapito. Niiden kautta yritys voi tulevaisuudessa siirtyä jatkuvan parantamisen malliin ja kohti koneiden ja laitteiden ihanteellista tilaa eli huoltovapautta.

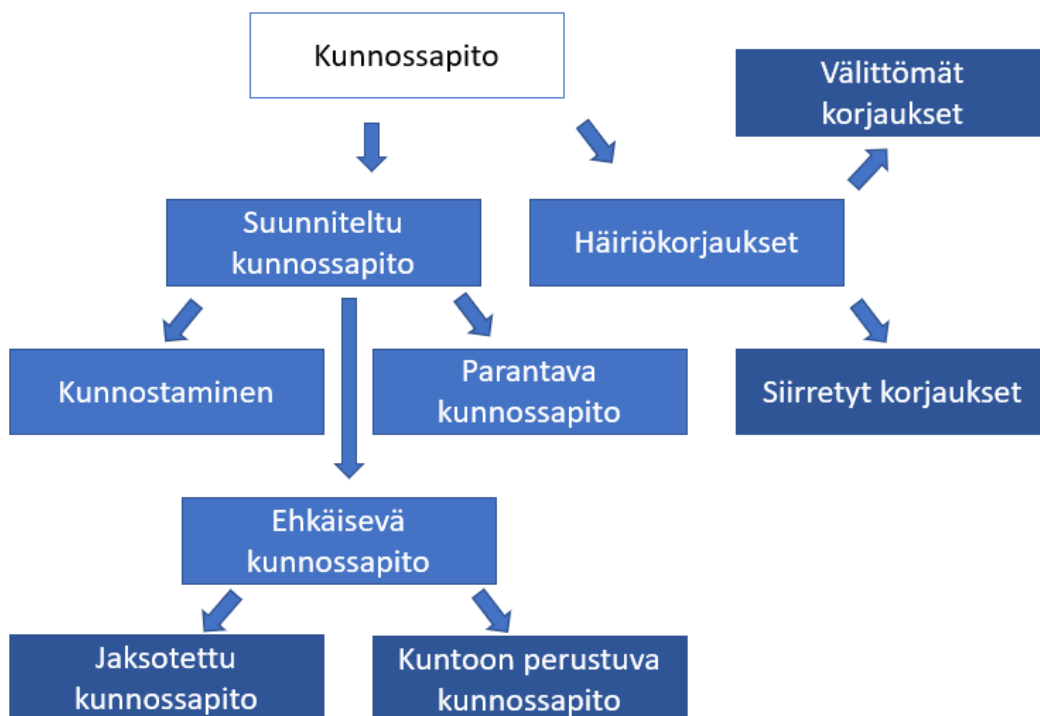
Kunnossapitolajeja on pääsääntöisesti kolmea eri tyyppiä ja niitä määritellään standardeilla. Yleisesti tunnetuiksi standardeiksi on muodostunut SFS-EN 13306:2017 ja PSK 6201:2011 standardit. Ne esittelevät kunnossapitolajeja hieman poikkeavasti, mutta periaatteet ovat samoja. SFS-EN 13306:2017 standardi esittelee kunnossapitolajeja perinteiseen tyyliin ja PSK 6201:2011 hieman eri kulmasta ja ajattelee sen suunnittelun kautta. Lisää standardeista voi lukea tämän opinnäytetyön kappaleesta 2.5 Kunnossapidon standardit.

Kuva 2 ja Kuva 3 osoittaa SFS-EN 13306:2017 ja PSK 6201:2011 standardien eroavaisuuksia kaavioiden avulla. Molemmista on kuitenkin löydettävissä kunnossapitolajien oleelliset suuntaukset eli korjaava kunnossapito, ehkäisevä kunnossapito ja jatkuvan parantamisen malli. PSK 6201:2011 termi korjaava kunnossapito on korvattu sanalla häiriökorjaus.

Kuva 2. SFS-standardin kunnossapitolajit. (SFS-EN 13306, 2017, s.22)



Kuva 3. PSK-standardin kunnossapitolajit. (PSK 6201, 2011, s.15)





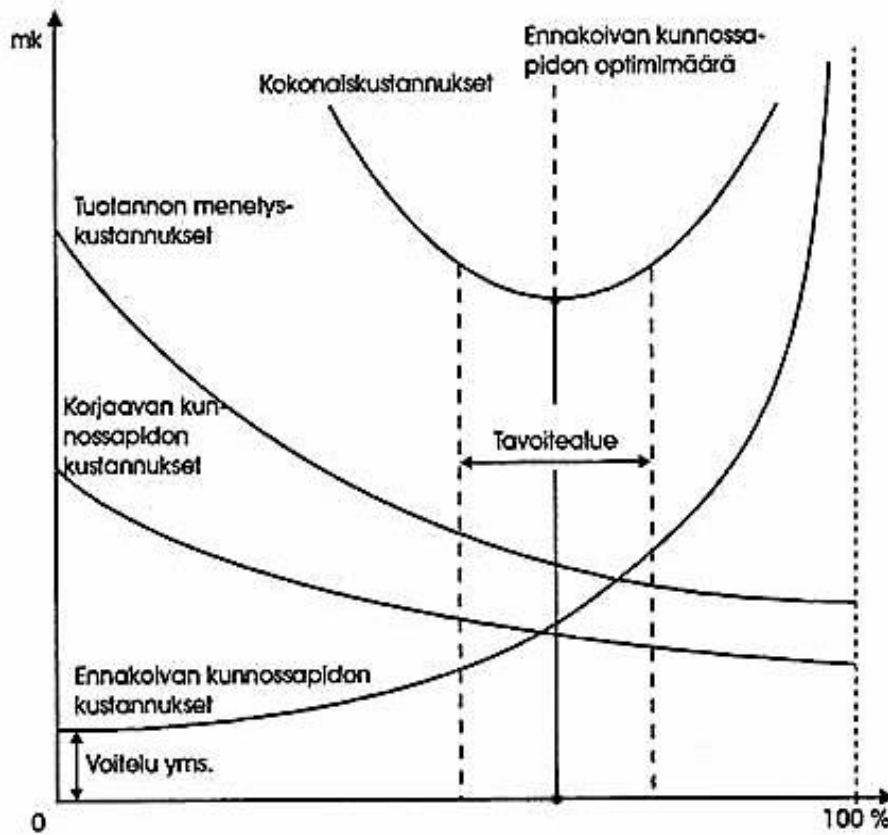
Korjaava kunnossapito on koneen vikaan reagoimista ja koneen palauttamista takaisin tilaan, jossa se toimii jälleen oikein. Korjaava kunnossapito voi olla suunnittelematonta häiriökorjausta tai suunniteltua kunnostusta. Sen toimenpiteisiin sisältyy yleensä vian määrittämistä, tunnistamista, paikantamista ja korjaamista. (Järviö, J., Piispa, T., Åström, T. & Parantainen T., 2007, s.49)

Ehkäisevä kunnossapito on proaktiivista toimintaa eli vikaantumisen yritetään estää ennen sen ilmentymistä. Sitä tehdään säännöllisesti tai vaadittaessa ja tulosten perusteella voi suunnitella kunnossapidon tehtäviä. Ehkäisevän kunnossapidon tehtäviä on tarkastaminen, kunnonvalvonta, määräystenmukaisuuden toteaminen, testaaminen, käynninvalvonta ja vikaantumistietojen analysointi. (Järviö & Terviö, 2012, s.50)

Jatkuvan parantamisen mallin voi jakaa kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä pääryhmässä toimenpiteenä on esimerkiksi vanhojen tasavirtakäyttöjen korvaaminen taajuusohjatuilla oikosulkumoottoreilla, jolloin se ei niinkään vaikuta koneen suorituskykyyn. Toisessa pääryhmässä keskitytään koneen epäluotettavuuden parantamiseen uudelleensuunnittelulla tai korjauksilla. Kolmas pääryhmä on modernisaatiot, jossa konetta parannetaan muuntelulla. Tällainen tilanne tulee vastaan, kun koneen elinkaari ylittää tuotteen elinkaaren ja kone ei pysty tuottamaan uutta tuotetta ilman koneen muuntelua. (Järviö, J., Piispa, T., Åström, T. & Parantainen T., 2007, s.51)

Kuva 4 osoittaa kunnossapidon vaikutusta talouteen. Ennakoivaa kunnossapitoa lisäämällä vähennetään korjaavan kunnossapidon ja tuotannon menetyksiin meneviä kustannuksia. Toisaalta lisäämällä ennakoivan kunnossapidon toimenpiteiden määrää toimenpiteiden määrän kasvu ei pidemmällä ajalla vähennä enää tuotannon menetyksiä ja korjaavan kunnossapidon kustannuksia, koska toimenpiteiden määrä on ylimitoitettua. Tässä tapauksessa toimenpiteiden kasvu alkaa ajan myötä nostamaan kokonaiskustannuksia takaisin ylöspäin. (Opetushallitus, n.d.)

Kuva 4. Ennakoivan kunnossapidon vaikutus talouteen. (Opetushallitus, n.d.)



### 2.3 TPM-menetelmä ja sen tehokkuuden mittaaminen

Kunnossapidon yksi kansainvälisesti tunnettu menetelmä on TPM-menetelmä, joka keskittyy tuottavuuden parantamiseen välineistön ja ihmisten kautta. Japanilaisen Seiici Nakajiman kehittämän TPM-menetelmän tavoite on kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito. Menetelmän keskeinen levittäjä on voittoa tavoittelematon japanilainen organisaatio JIPM eli Japan Institute of Plant Maintenance. Se jakaa vuosittain palkinnon parhaimmalle TPM-menetelmän toteuttajalle. Ensimmäinen pohjoismainen voittaja on ollut Volvo. TPM tulee englannin kielen sanoista total productive maintenance. (JIPM, n.d.; Tuominen, 2012, s.8; Järviö & Terviö, 2012, s.145)

Nakajima määrittelee TPM-menetelmää niin, että parannetaan suunnittelun avulla laitteiden ja koneiden kuntoa ja tehokkuutta. Lisäksi menetelmä asettaa vaatimustasot huolto ja

puhdistustöille, sekä ottaa henkilöstöä mukaan kunnossapidon toimintaan. Henkilöstöä voi motivoida esimerkiksi ajatuksella, että koneen puhdistaminen tai rasvaus on samalla laitteen tarkastamista. Tarkastukset perustuvat ihmisen aisteihin, kuten kuuloon, hajuun, ääneen ja lämpötilaan. (Järviö & Terviö, 2012, s.145-158)

TPM-menetelmän tavoite on laadun, toimituksen, työntekijöiden ja ympäristön parantaminen. Tavoitteisiin voi sisältyä esimerkiksi asiakkaiden toiveiden täyttäminen, toimitukset ovat virheettömiä ja tulevat ajallaan, työtehtävät ovat sellaisia missä työntekijät viihtyvät ja voivat kehittyä, sekä tuote maksimoi ympäristön säilymisen. (Tuominen, 2012, s.9)

TPM-menetelmä sisältää tiedonkeruuta koneista, analysointia, ongelmien ratkaisemista, laitehistorian tuntemista ja huolto-ohjeiden laadintaa myös henkilöstölle. Sitä sovelletaan työpaikkojen toimintakulttuurien mukaisesti, mutta menetelmän päämäärä pysyy samana. J.M. Juran on muotoillut TPM-menetelmän niin, että toimintaolosuhteet aiheuttavat luotettavuuden laskua ja sen takia luotettavuuden palauttamiseksi tarvitaan jatkuvaa parantamista toimintaolosuhteisiin. (Järviö & Terviö, 2012, s.143-146)

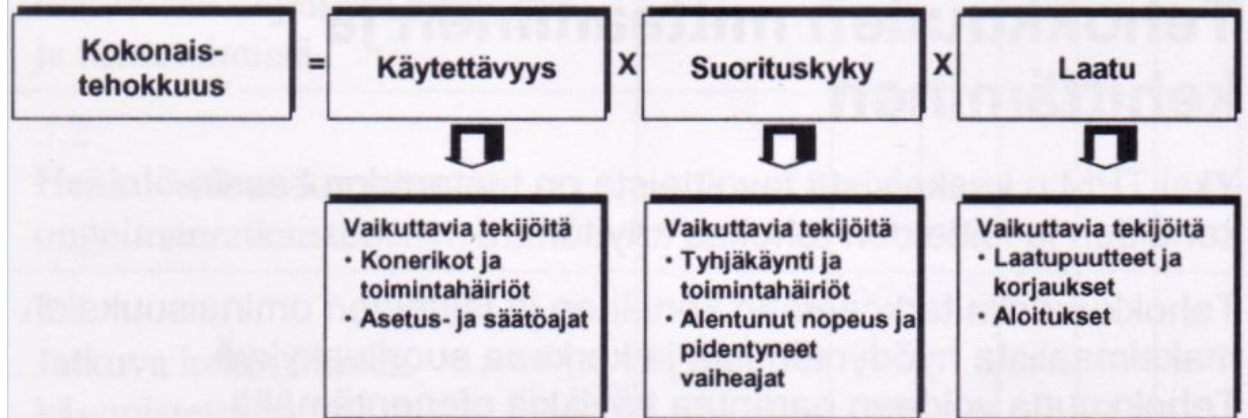
TPM-menetelmä on pitkä kolmen vaiheen prosessi, joka kokonaisuudessaan kestää kymmenen vuotta. TPM-menetelmä on jaettu kolmeen vaiheeseen, joista kaksi ensimmäistä auditointia tehdään kuuden ja kahdeksan vuoden sisällä ja viimeinen auditointi suoritetaan kymmenen vuoden kuluttua (Järviö & Terviö, 2012, s.147). TPM-menetelmää mielestäni voi kuitenkin soveltaa ja samantyyppistä toimintaa voi harjoittaa lyhyemmällä aikavälillä.

TPM-projekti vaatii aikaa, rahaa ja työntekijöiden osallistumista onnistuakseen. Asiantuntijoiden mukaan jopa kaksi kolmesta projektista epäonnistuu, mutta sen onnistuessa on onnistuttu synnyttämään uusi aktiivinen yrityskulttuuri. Japanilaiset pitävät TPM-ohjelmaa yrityksen sisäisenä rakenteena ja varsinaista budjettia sille ei välttämättä ole laskettu, vaan uskotaan siihen, että se toteutuessaan tuottaa onnistumisen. (Tuominen, 2012, s.11; Järviö & Terviö, 2012, s.158)

TPM-menetelmän yksi olennainen tekijä on koneiden ja laitteiden tehokas käyttö. Tehokkuudella tarkoitetaan koneiden ja laitteiden ominaisuuksien maksimaalista hyödyntämistä ja korkeaa suorituskykyä. Koneiden ja laitteiden tehokasta käyttöä mitataan käsitteellä tuotannon kokonaistehokkuus. (Tuominen, 2012, s.54-55)

Kuvasta 5 voi havaita, että kokonaistehokkuuteen vaikuttaa kolme tekijää, jotka ovat käytettävyys, suorituskyky ja laatu. Käytettävyys tarkoittaa miten työaika käytetään, suorituskyky mittaa kuinka käytettävissä olevaa aikaa käytetään ja laatu mittaa virheettömien kappaleiden osuutta valmistuneesta kokonaismäärästä. Kun käytettävyydestä, suorituskyvystä ja laadusta saadut numerot kerrotaan yhteen, niin saadaan kokonaistehokkuus. Mittauksia koneista voi tehdä jatkuvana prosessina tai tiettyinä ajanjaksoina. (Tuominen, 2012, s.54-55)

Kuva 5. TPM-Menetelmän kokonaistehokkuuden tekijät. (Tuominen, 2012, s.54)



Alla olevassa käytettävyys kaavassa kokonaisaika tarkoittaa käytettävissä olevaa koneaika ja seisonta-aikaan sisältyy myös odottamattomat konevikot, häiriöt, asetusajat, säädöt ja muut vastaavat. Suorituskyky kaavan ihanteellinen vaiheaja tarkoittaa työn aloituksen ja lopetuksen välistä aikaa. Kt muuttuja tarkoittaa kokonaistehokkuutta. (Tuominen, 2012, s.54-55)



muodostuisi tasapainoisemmaksi. Kappaleiden lisääminen toisaalta lisää riskiä laadun huononemiseen. Myös esimerkiksi tuotteille menevää kokonaisaikaa voisi lyhentää, jolloin se samalla vaikuttaisi käytettävyys kaavaan 1. Laatu on jo tässä teoreettisessa tilanteessa sen verran hyvä, että sitä ei välttämättä tarvitse lähteä ensisijaisesti parantamaan.

## 2.4 Kunnossapitojärjestelmät

Nykyaikaiseen vedenpuhdistamoon tai tuotantolaitokseen kuuluu, että kunnossapitoa hallinnoidaan tietojärjestelmillä. Tietojärjestelmä voi olla itsenäinen järjestelmä tai se voi olla integroitu toiseen järjestelmään esimerkiksi automaatio- tai tuotannonohjausjärjestelmään. (Järviö, Piispa, Åström & Parantainen, s. 219)

Nykyaikaisen kunnossapitojärjestelmän ydintehtävä on helpottaa kunnossapitotehtävien tekemistä, seuranta ja kirjaamista. Nykyiset mobiilisovellukset myös mahdollistavat tiedon saannin reaaliaikaisesti puhelimen välityksellä. Kunnossapitojärjestelmät koostuvat yleensä toimistorakenteisesta hallinto-osasta ja älypuhelinsovelluksesta. Hallinto-osan tarkoitus on se, että siitä voi luoda ja muokata kunnossapitotoimintaan liittyviä tehtäviä ja hallinnoida järjestelmän ominaisuuksia. Puhelinsovellus on tarkoitettu kenttätyöntekijöille ja mahdollistaa tiedon saannin helposti kentällä, kun puhelin on koko ajan taskussa. Yleensä mobiilisovellus on paljon yksinkertaisempi kuin hallinto-osa, koska kenttätyössä on tärkeää nopea toiminta.

Kunnossapitojärjestelmissä on monia ominaisuuksia ja ne voi vaihdella eri järjestelmien kesken paljonkin, mutta yleensä niissä kaikissa on samat ydinominaisuudet. Nämä ydinominaisuudet ovat sähköinen työmääräinjärjestelmä, laiterekisteri, huoltopäiväkirja, karttapalvelu ja asiakirjojenhallinta. Näiden lisäksi palveluntarjoajilla on yleensä omia ominaisuuksia laajennustarkoitusta varten ja ne voi vaihdella paljon eri yritysten välillä.

Yleensä järjestelmissä käytetään hyväksi internetselainta tai puhelinsovellusta tai molempia näistä. Eräät yritykset tarjoavat internetselain ohjelman myös puhelinsovelluksena, mutta joillain yrityksillä on aidosti puhelin koodilla koodattu puhelinsovellus.

Työmääräinjärjestelmässä hallitaan kunnossapitotöihin liittyviä tehtäviä ja tapahtumia. Siinä luodaan järjestelmään tarvittavat tehtävät ja työntekijät vastaanottavat niitä tehtäviä. Järjestelmissä on myös monia tapoja, miten ilmoitukset esimerkiksi työtehtävistä tehdään työntekijälle. Vanha tapa on, että ilmoitukset tulevat sähköpostilla tai tekstiviesteillä, mutta sen on katsottu tukkivan näitä alustoja ja sen takia kunnossapitojärjestelmällä on oma älypuhelinsovellus, johon ilmoitukset tulevat.

Laiterekisteri on paikka järjestelmässä, johon tuodaan kaikki tiedot laitoksen koneista ja laitteista. Yleensä järjestelmät tarjoavat vapaasti muokattavia taulukoita, johon voi täyttää haluamiaan tietoja. Laiterekisteri on myös käytettävissä NFC-tunnisteilla tai QR-koodeilla, jolloin tiedot ovat helposti saatavilla kentältä puhelimella. Jos kone tai laite on merkitty koodilla, niin henkilöstö voi puhelimella skannata koodin ja saada laiterekisterin tiedot suoraan näkyville.

Huoltopäiväkirjan tehtävä on kirjata ja tarkastella havaintoja koneista ja laitteista. Kunnossapitojärjestelmän olemassaolo helpottaa havaintojen hallinnoimista, koska tiedot voi kirjata suoraan järjestelmään, eikä ne loju paperitietona ympäriinsä.

Karttapalvelun tarkoitus on helpottaa koneiden ja laitteiden löytymistä laitokselta ja yleensä se on kytköksissä laiterekisterin, työmääräinjärjestelmän ja asiakirjahallinnon kanssa. Laiterekisteri tietoihin voi ladata koneiden ja laitteiden kuvia ja ohjekirjoja, jolloin ne ovat helposti löydettävissä puhelimesta.

Lisäksi kunnossapitojärjestelmällä voi tehdä yleensä työnjohtoon liittyviä toimenpiteitä, työajanseurantaa, varastohallintaa, ostotoimintoja ja muita vastaavia ominaisuuksia. Lisää kunnossapitojärjestelmistä on tämän opinnäytetyön kappaleessa 4 Kunnossapitojärjestelmien esiselvitystyö ja esittely.

## **2.5 Kunnossapidon standardit**

Kunnossapidolle on tehty monia standardeja. Kunnossapidon perustermejä esittelee Suomen Standardisoimisliitto SFS ry standardilla SFS-EN 13306:2017. SFS ry on

standardisoinnin keskusjärjestö ja se on perustettu vuonna 1947. Sen jäsenkuntaan kuuluu pääasiassa Suomen valtio ja elinkeinoelämän järjestöjä. (Suomen Standardisoimisliitto, 2020)

PSK Standardit esittelee myös kunnossapidon perustermejä standardilla PSK 6201:2011. PSK Standardisointi on teollisuuden puolueeton kehitysyksikkö, joka on perustettu vuonna 1973. Jäsenyritykset saavat käyttöön kaikki PSK-standardit. (PSK Standardisointi, 2020)

Kummatkin standardit ovat ulkoasultaan hieman erilaisia, mutta esittelevät kunnossapidon ydintermit samalla periaatteella. Samanlaisia käsitteitä standardeissa on esimerkiksi käyttö, käynnissä pito, logistiikka, parannus, muutos ja tehdaspalvelu.

SFS-EN 13306:2017 standardi määrittelee termejä vika ja vikaantuminen seuraavanlaisesti. Vika on kohteen tila, jossa kohde ei pysty suorittamaan vaadittua toimintoa. Tästä on kuitenkin pois luettu sellaiset tapahtumat, jotka aiheuttavat samanlaisen tilan, kuten ehkäisevän kunnossapidon, jonkin muun suunnitellun toimenpiteen tai ulkoisten varojen puutteesta johtuvan toimintakyvykkyyden takia. Vikaantuminen määritellään, että kohde menettää kyvyn suorittaa vaadittua toimintaa. Tämän lisäksi vikaa ja vikaantumista määritellään erilaisilla laaduilla, kuten esimerkiksi koneessa voi olla osittaista vikaa. (SFS-EN 13306, 2017, s.10, s.12)

PSK 6201:2011 standardi esittelee termin vika samoilla sanoilla, mutta huomauttaa, että normaali kulumisen ja vikaantumisen raja on epämääräinen ja silloin voi puhua myös vian kehittymisestä. Standardi avaa tätä kehitystä termillä vähittäisvikaantuminen, jossa vikaantuminen aiheutuu kohteen kyseessä olevien ominaisuuksien ajan myötä tapahtuvista asteittaisista muutoksista. Vähittäisvikaantumista voi estää etukäteen tehtävillä tarkastuksilla ja valvonnalla, jotka kuuluvat ehkäisevän kunnossapidon piiriin. Lisäksi standardi kuvailee vikoja eri laaduilla. (PSK 6201, 2011, s.15)

Standardi SFS-EN 13306:2016 lähestyy kunnossapito toimintaa termein tarkastaminen, kunnonvalvonta ja kunnossapitotehtävän valmistelu ja muilla vastaavilla termeillä. Tarkastaminen on määritelty ominaisuuden vaatimustenmukaisuuden tutkimisella, joiden toimenpiteisiin kuuluu mittaaminen, havainnointi ja testaus. Kunnonvalvonta on määritelty



määrätyn väliajoin manuaalisesti tai automaattisesti tehtäväksi toimenpiteeksi, jolla mitataan kohteen tilan ominaisuuksia tai arvoja. Kunnossapitotehtävän valmistelu on taas määritelty tarvittavan informaation toimittamiseksi ja tehtävää varten tarvittavien varojen määrittelyksi, jolla kunnossapitotoimenpide voidaan toteuttaa. (SFS-EN 13306, 2017, s.16-17)

PSK 6201:2011 standardi määrittelee kunnossapitotoimintaa suunnittelun kautta ja tuo ilmi, että kunnossapitotoiminnan suunnittelu on jatkuva prosessi. Standardi määrittelee myös, että kunnossapitotoiminnan suunnittelun lähtökohtana ovat laitteiston ominaisuudet, tuotantotoiminnanluonne ja toimintaympäristö. Sen tavoitteisiin kuuluu toimintavarmuus, kunnossapidettävyyys ja kunnossapitovarmuus. Lisäksi se esittelee kunnossapidon yleissuunnitelmaa ja kunnossapidon tehtäväanalyysiä. (PSK 6201, 2011, s.13-14)

## 2.6 Käyttövarmuus ja koneiden elinkaaret

PSK 6201:2011 määrittelee, että käyttövarmuus on kohteen kyky olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa ja tietyllä ajan hetkellä tai tietyn ajanjakson aikana olettaen, että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavilla. Käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät ovat tekninen suorituskyky ja käytön tehokkuus. (Järviö, Piispa, Åström & Parantainen, s. 36)

Mitä monimutkaisempi laite on, sitä suuremmat ovat komponenttien toiminnalle asetettavat luotettavuusvaatimukset. Komponenttien lisääntyessä myös vikaantumismahdollisuudet lisääntyvät. Tätä voi havainnollistaa esimerkiksi tilanteella, jossa on sarjaan kytkettynä viisi komponenttia. Komponenttien luotettavuus on 0,999, jolloin koko laitteen käyttövarmuudeksi tulee 0,955. (Opetushallitus2, n.d.)

$$0,999 * 0,999 * 0,999 * 0,999 * 0,999 = 0,995 \quad (5)$$

Kun saatu tulos kerrotaan tyyppillisellä 8 tunnin työpäivällä, niin käyttövarmuuden asteeksi muodostuu 7 tuntia ja 58 minuuttia. Joka on riittävä aste käyttövarmuudelle. Jos laitteessa olisi tuhat sarjaan kytkettyä komponenttia, olisi käyttövarmuus 0,368. (Opetushallitus2, n.d.)

$$0,999^{1000} = 0,368 \quad (6)$$

Tämä tulos kerrottuna tyypillisellä kahdeksan tunnin työpäivällä antaa tulokseksi kaksi tuntia ja 56 minuuttia. Tällainen käyttövarmuus aste ei ole kovin korkea. (Opetushallitus2, n.d.)

Hyvin useasti tuotteet tai komponentit kuitenkin lasketaan todennäköisyyksiin perustuen ja ne noudattavat esimerkiksi eksponenttijakaumaa. Teoreettinen yritys on selvittänyt komponentin keskimääräiseksi eliniäksi  $\beta = 12$  kk, joka noudattaa eksponenttijakaumaa. Jolloin sen voi laskea tiheysfunktiolla kohtien 7-12 mukaisesti.

$$\alpha = \frac{1}{\beta} = \frac{1}{12} \quad (7)$$

$$x \sim \text{Exp}\left(\frac{1}{12}\right) \quad (8)$$

$$P(x < 12) = \int_0^{12} e^{-\frac{1}{12}t} dt \quad (9)$$

$$= -\left(e^{-\frac{1}{12} \cdot 12} - e^{-\frac{1}{12} \cdot 0}\right) \quad (10)$$

$$= -(e^{-1} - 1) \quad (11)$$

$$= 1 - \frac{1}{e} \approx 0,632 \quad (12)$$

Tiheysfunktion laskennan tuloksena muodostuu siis 63,2 %. Tämä tarkoittaa sitä, että komponentti kestää 12 kuukautta 63,2 % todennäköisyydellä.

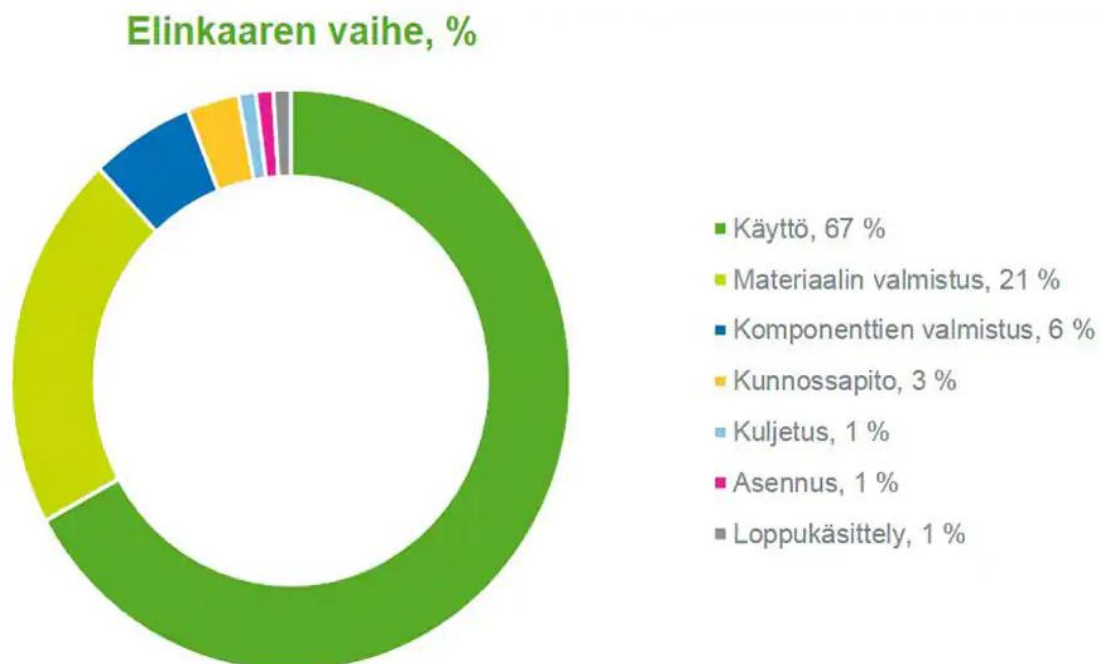
Riippuen laitoksen tyypistä, menetelmistä ja tarkoituksesta laitoksen prosessin pysähtymistä voi estää asettamalla prosessin kriittisimpään kohtaan useampi sama kone. Yhden koneen vikaantuessa tai huoltotoimenpiteiden aikana tuotanto käyttää toista konetta sen aikaan, kun toista konetta korjataan. Automaation mahdollistaa nykyään myös koneiden tasaisen vuorottelun, jolloin koneiden käyttöikä vähenee samaan tahtiin. Laitteiden ja koneiden

hinnat ovat laskeneet ja nykyään on taloudellisesti kannattavampaa ostaa kokonaan uusi laite, kun yksi komponentti hajoaa koneesta.

Elinkaarianalyysin avulla pohditaan, viedäänkö laite kierrätykseen tai muuhun vastaavaan toimintaan. Elinkaarianalyysin avulla kunnossapidossa otetaan huomioon ympäristö asiat. Sen avulla voi analysoida koneen tai laitteen koko elinkaaren aikaa ja käytön lisäksi pohditaan mitä koneelle tai laitteelle tehdään, kun sitä valmistetaan tai se poistetaan käytöstä. Analyysissä on käsitelty tuotejärjestelmän ympäristönäkökohtia ja -vaikutuksia. Elinkaariarvioinnissa on iteratiivinen lähestymistapa eli sitä tehdään toistuvalla tekniikalla. (SFS 14040, 2006, s.22)

Kuva 6 osoittaa, että suurin osa erästä Kone Oy:n hissien elinkaaresta on tuotteen käyttöä ja tuotteen materiaalin valmistusta. Huomattavasti pienempiä osuuksia hissien osalta on kunnossapito, kuljetus, asennus ja loppukäsittely. Hissien elinkaarianalyysi on tehty SFS-EN ISO 14040 vaatimuksien mukaisesti. (Kone, 2020)

Kuva 6. Elinkaarianalyysi. (Kone, 2020)



Häiriöistä ja vikaantumisesta johtuvat kunnossapito- ja seisokkikustannukset nostavat elinkaarikustannuksia. Heikko käyttövarmuus lisää myös turvallisuus- ja ympäristöriskejä. Tuloksia saavutetaan ennakoivalla ja suunnitelmallisella elinkaarisuunnittelulla. (Promaint 3, 2016)

### **3 Riihimäen veden laiterekisterin päivitys**

Riihimäen Vesi on vesihuoltoliikelaitos, joka on kaupunginhallituksen alaisena toimiva liikelaitos. Sen vastuu tehtävinä on talousveden toimittaminen kiinteistöille, vesijohto- ja viemäriverkostojen rakentaminen ja kunnossapito, jätevesien johtaminen, sekä sadevesien ja perustusten kuivatusvesien johtaminen. Laitos tuottaa sopimukset kiinteistön liittymisestä yleiseen vesi- ja viemärijohtoon ja valvoo verkostoihin liittyneiden kiinteistöjen vesi- ja viemärijohtojen asennus- ja korjaustöitä. (Riihimäen Vesi, 2020)

Riihimäen Vesi koostuu kolmesta vesilaitoksesta, jätevesipuhdistamosta ja lisäksi pumppaamoista, sadevesipumppaamoista ja paineen-korotuspumppaamoista. Henkilökuntaa laitoksella on 28 henkilöä ja veden myyntiä laitoksella oli vuonna 2019 2,32 miljoonaa kuutiota ja jätevettä käsiteltiin 4,6 miljoonaa kuutiota. (Riihimäen Vesi vuosikertomus 2019, 2019)

Jätevedenpuhdistamolla käsitellään asuma- ja teollisuusjätevettä, joista teollisuuden jäteveden osuus on noin 15-20 % puhdistamolle tulevasta vesimäärästä. Puhdistamolla käsitellään myös Hausjärven ja Lopen kuntien jätevedet. Jätevedenpuhdistamo on rakennettu vuonna 1960 ja nykyaikaan mentäessä siihen on tehty useita muutoksia saneerausten ja investointien muodossa. Vuosina 2014 ja 2015 tehtiin suuri investointi, jossa rakennettiin uusi sakovastaanotto, tulopumppaamo, välppäys, hiekanerotus, ilmastus, hiekkasuodatus ja uusittiin automaatiojärjestelmä. Vuosina 2018 ja 2019 jätevesipuhdistamolle tehtiin lietelingot ja lietesiihot. (Riihimäen Vesi vuosikertomus 2019, 2019)

### 3.1 Laiterekisteri

Riihimäen Veden laiterekisteri tarvitsi päivitystä, koska laiterekisteri on vuodelta 2015 ja siihen ei ole merkattu jätevedenpuhdistamon kaikkia koneiden ja laitteiden tietoja.

Laiterekisteriä kerätään Excel-tiedostoon, jonka voi suoraan ladata kunnossapitojärjestelmään sen käyttöönottoaiheessa ja sitä voi käyttää sellaisenaan huoltotoimenpiteiden suunnitteluun.

Laiterekisteriin ei välttämättä kirjata aivan kaikkia tietoja koneista ja laitteista, vaan niistä otetaan laitokselle sopivat tiedot ylös. Toiselle laitokselle jotkin muut tiedot voivat olla tärkeämpiä kuin toiset. Mutta tyypillisiä tietoja on koneiden arvokilvissä olevat perustiedot, kuten teho, taajuus, nostokorkeus, virta ja muut vastaavat tiedot. Tämän lisäksi ohjekirjoista kannattaa poimia oleelliset huoltotoimenpiteet ja mahdollisesti puhelinnumerot yrityksistä, jotka koneita ja laitteita huoltaa tai jolle on tehty huoltosopimus.

Jätevedenpuhdistamon koneiden ja laitteiden tiedot kerättiin omaan Excel-tiedostoon rakennuskohtaisesti lukuun ottamatta joidenkin ilmanvaihtolaitteiden tietoja. Osa koneista päätettiin kirjata omalle sivulle, koska niissä oli paljon osia tai joistain konelistauksista olisi tullut liian pitkiä ja tällöin vaikeampaa lukea. Tämän lisäksi pumppaamoiden tietoja kerättiin omaan Excel-tiedostoon samalla periaatteella kuin jätevedenpuhdistamon tietoja. Näiden lisäksi kerättiin myös virtausmittareiden tietoja ja putkikokoja.

Laite- ja konepaikkarekisterit muodostavat tietojärjestelmän rungon ja sillä hallitaan koneiden ja laitteiden tietoja, jolloin niiden tunnistaminen helpottuu henkilöstölle. Laiterekisteriin kerätään yleensä laitteiden ja laitepaikkojen tekniset tiedot, varaosaluettelo, laitteiden ja koneiden historia, laitepaikkojen kustannusten kohdennustiedot ja käyttöominaisuuskirjanpito (Järviö, Piispa, Åström, & Parantainen, 2007, s.222).

Ennen sähköisiä välineitä tietoja kerättiin koneista ja laitteista kynällä ja paperilla.

Älypuhelimien myötä tietojen kerääminen on helpottunut huomattavasti. Paitsi havaintojen kirjaaminen koneista ja laitteista on helpompaa edelleen kynällä ja paperilla.

Kunnossapitojärjestelmillä ja älypuhelimella yritetään kuitenkin toteuttaa sitä, että kirjaaminen ja tarkastelu olisi helpompaa kenttätyöntekijöille.

### **3.2 Laiterekisterin luominen**

Laiterekisteriä luotiin vuoden 2015 laiterekisterin pohjalle ja työ aloitettiin ensin tarkistamalla vuoden 2015 laiterekisterin tiedot ja päivitettiin niitä tarpeen vaatiessa. Tämän jälkeen laiterekisteriin alettiin lisäämään koneiden ja laitteiden tietoja ja aina kun tietoja oli lisätty, niin niiden paikkansa pitävyyttä käytiin tarkistamassa vielä kerran.

Kentällä olevien koneiden fyysiset arvokilpi tiedot on helppo kerätä älypuhelimien kamerasovelluksella. Kamera järjestää kuvat puhelimeen aikajärjestykseen ja käyttäjä kuvaa laitteen tai koneen paikkatunnuksen ja sen jälkeen kuvaa laitteen tai koneen arvokilvet. Tämän jälkeen kuvat voi ladata koneelle, järjestää ne luontipäivän mukaan ja kirjata ne ylös Excel-tiedostoon.

Kuvasta 7 voi havaita A:lla merkityn alueen, että laiterekisterin ensimmäisenä tietona on koneen tai laitteen paikkatunnus (Liite 1/1). Sen jälkeen ne jatkuvat numerojärjestyksessä ja jos rakennuksessa on useita eri tiloja, niin se on merkitty positio kohdan ensimmäiseen riviin. B:llä merkityllä alueella nähdään, että hierarkia on rakennuskohtaisesti. Riihimäen Veden jätevedenpuhdistamon laiterekisterin rakennukset lajiteltiin suunnilleen prosessin kulkusuunnan mukaisesti, mutta pumppaamot on jaettu aikoinaan annettuun numerojärjestykseen.

Kuva 7. Laiterekisteri rakennus1.

Positio		Laite	Valmistaja
Halli			
CBV-001	1	Moottoriventtiili	Teräsventtiilit
CBV-002	1	Moottoriventtiili	Teräsventtiilit
Positio		Laite	Toimittaja
Kellari			
KPK-001	1	Tulopumppu (iso)	
KPK-002	1	Tulopumppu	
Positio		Laite	Valmistaja
KPK-003	1	Kiertovesipumppu	

A

B

rakennus1 rakennus2 rakennus3 +

Hyvin useasti koneet ja laitteet koostuvat monesta osasta, kuten esimerkiksi moottorista, vaihteistosta ja ohjausyksiköstä. Kuvasta 8 voi havaita, että helpottaakseen osien tunnistamista laiterekisteriä luettaessa, taulukon väri muuttuu osien vaihtuessa.

Kuva 8. Laiterekisterin koneiden värien mukainen lajittelu.

ero	Kansio	Sähkömoottori	Jänn
1200	10	PauWer	
1201	10	PauWer	

Isommissa koneissa koneen osia voi olla huomattava määrä. Sovelluksessa voi olla esimerkiksi monia eri sekoittimia ja kaikilla sekoittimilla lisäksi omat vaihteistot. Tällaisessa tilanteessa vaakasuuntainen laitelistaus voi mennä vaikeaksi lukea ja listaus on hyvä tehdä alaspäin (Liite 1/2). Kuvassa 9 on A:lla merkitty alue, jossa näkyy kone 2 tunnisteella HAL-1.

Kone 2 sisältää sähkömoottoreita, jotka on listattu alaspäin ja tällöin myös sähkömoottoreissa on käytetty HAL-1 tunnistetta.

Kuva 9. Koneen 2 osien lajittelu.

Positio		Laite	Valmistaja	Tyyppi	Sarja
DOR-1	1	Kone 1	Cubus	DRRUDE-1-33	
HAL-1	1	Kone 2	Cubus	DRRUDE-2-65	
HAL-1	1	Kone 2 / sähkömoottori	Cubus	DRRUDE-2-65	
HAL-1	1	Kone 2 / sähkömoottori	Cubus	DRRUDE-2-65	

Kunnossapitojärjestelmän oma laiterekisteri on parempi kuin Excel-tiedostoon kerätyt tiedot, koska kunnossapitojärjestelmän laiterekisteri kulkee mukana puhelimessa, sekä sen voi päivittää reaaliaikaisesti kentällä kaikille työntekijöille. Excel-tiedostoa käyttäessä tarvitsee päivitetty tiedosto erikseen ladata laitteille aina, kun tietoja on muokattu.

### 3.3 Automaatiojärjestelmä ja väylät

Riihimäen Vedellä käytetään automaatiojärjestelmää, jolla ohjataan prosessin koneita ja laitteita. Automaatio toimii tietokoneiden kautta ja sen hyötyjä on toistettavuus, tiukempi laadunhallinta, jätteen vähentyminen, integraatio yrityksen muiden järjestelmien kanssa, kasvanut tuotanto ja pienentynyt työvoiman tarve. Haittapuolina voi olla korkea alkukustannus ja suurempi riippuvuus kunnossapidosta. Lisäksi automaatiojärjestelmä tuottaa tietoja koneista, joita voi käyttää kunnossapitojärjestelmässä. Tätä kutsutaan järjestelmien integroinniksi ja tyyppisiä tietoja on koneiden käyntiaika tiedot, jolloin huoltotoimenpiteet voi ajoittaa käyttötuntien perusteella. Käyttötuntien perusteella tehtävää huolto vie kunnossapitotoimintaa kohti ennalta ehkäisevään toimintaan.



Automaatiojärjestelmää käytetään IO-väylällä eli ohjelmoitavalla logiikalla. Se on pieni tietokone, jota käytetään automaatioprosessien ohjauksessa. Sillä on modulaarisia tai integroituja tulo- ja lähtöportteja, joihin on kytketty kentällä olevia antureita ja toimilaitteita. Logiikka käyttää hyväksi ohjelmoitua ohjelmaa ja antureiden antamia tietoja.

Riihimäen Vedellä käytetään IO:ta, sekä väylätekniikkaa. Kenttäväylätekniikassa käytetään Profibus DP:tä, jota käytetään koneiden ja sensoreiden ohjauksessa. Profibus DP:tä ensimmäisen kerran esiteltiin vuonna 1989 BMBF:n toimesta ja sen jälkeen sitä käytti Siemens. Kaapeli on violetin värinen. (Profibus, 2020)

### **3.4 Jätevedenpuhdistamon laitekanta**

Riihimäen Veden jätevedenpuhdistamolla on laaja skaala koneita ja laitteita, jotka ovat ohjattu pääsääntöisesti automaatiojärjestelmällä. Laitteet ja koneet käyttävät sähkötekniikkaa ja hydraulikkaa. Jätevesi siirretään pumpuilla, putkistolla ja altailla. Tämän lisäksi prosessissa tehdään lämpötilanmittauksia, korkeudenmittauksia ja pitoisuusmittauksia. Riihimäen Vedellä on paljon erityyppisiä koneita ja laitteita ja yleisimmät ovat venttiili, sähkömoottori, pumput ja vaihteistot. Näitä koneita ja laitteita on paljon eri kokoja aina halvoista isompiin koneisiin aina palloventtiilistä säätöventtiiliin.

Seuraavia koneiden ja laitteiden tietoja on käsitelty yleistäen, koska koneiden ja laitteiden tietoja suojaa tekijänoikeudet. Julkisen liikelaitoksen vuoksi myös yritysten nimiä on pyritty pitämään vähissä määrissä.

#### **3.4.1 Pumput, venttiilit ja sähkömoottorit**

Pumppu on fluidien eli nesteiden, kaasujen ja lietteiden siirtämiseen tarkoitettu laite. Nostopumpussa mäntä imee ja nostaa nesteen kohotessaan ja männän paluuliikkeen aikana neste tunkeutuu sylinterissä männän alapuolelta sen yläpuolelle. Erotuspumpussa mäntä liikkuu kahdessa sylinterissä toisessa suurempi- toisessa pienempiläpimittaisena. Pumppuja yleensä pyörittää sähkömoottori.

Uppopumppu on pumppu, joka upotetaan veden alle ja sen avulla vesi pumpataan tahdottuun paikkaan. Niitä on eri kokoisia aina pienestä muutaman sadan watin pumpuista muutaman kymmenen kilowatin pumppuihin. Uppopumppuja voi asentaa myös kuiva-asennettuna, jolloin putkiston avulla neste tuodaan pumpulle. Olennaiset tiedot uppopumpuista on tietää pumpun tuotto ja nostokorkeus metreissä. Uppopumpuissa sähkömoottori pyörittää juoksupyörää, joka siirtää nesteen eteenpäin. Juoksupyörän muotoiluilla voi olla ratkaisevia tekijöitä pumpun toiminnassa.

Kuvasta 10 nähdään tyypillinen tulopumppaamo, jossa on kuiva-asennettuna uppopumppuja, jotka nostavat nestettä ylös. Punaiset nuolet osoittavat jäteveden kulkusuunnan.

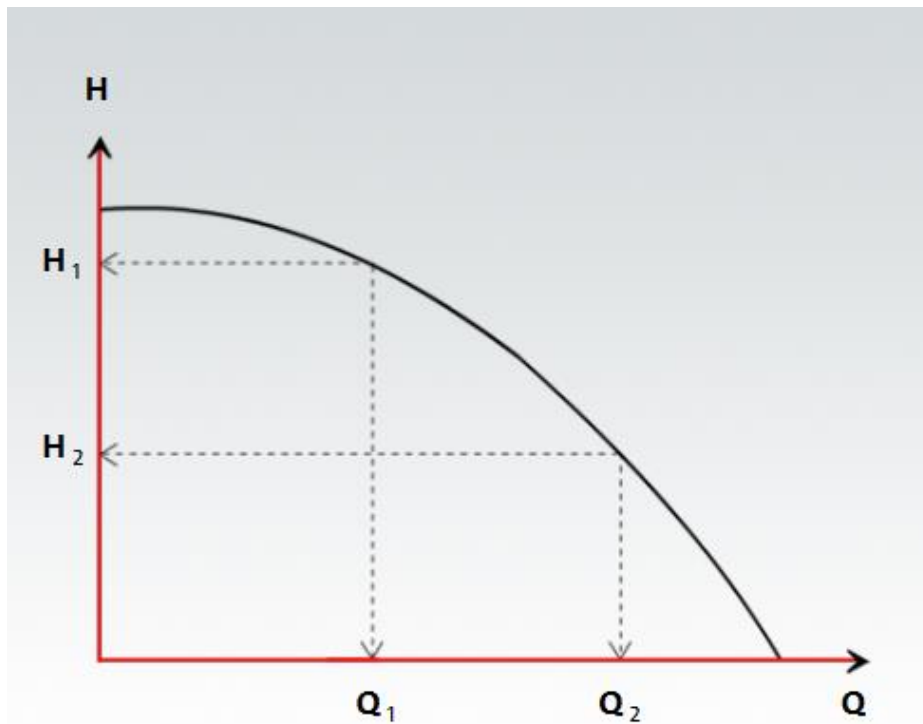
Kuva 10. Tulopumppaamon pumput.



Epäkeskoruuvipumppu on vaakasuuntainen pumppu ja sen sisällä sähkömoottori pyörittää akselia, joka on muotoiltu aaltoilevaksi. Akselin aaltoileva rakenne siirtää fluidia eteenpäin pumpussa. Epäkeskopumpun voi jakaa ruuviosaan, vaihteistoon ja sähkömoottoriin. Epäkeskopumpuissa olennaisia tietoja on tuotto ja paine.

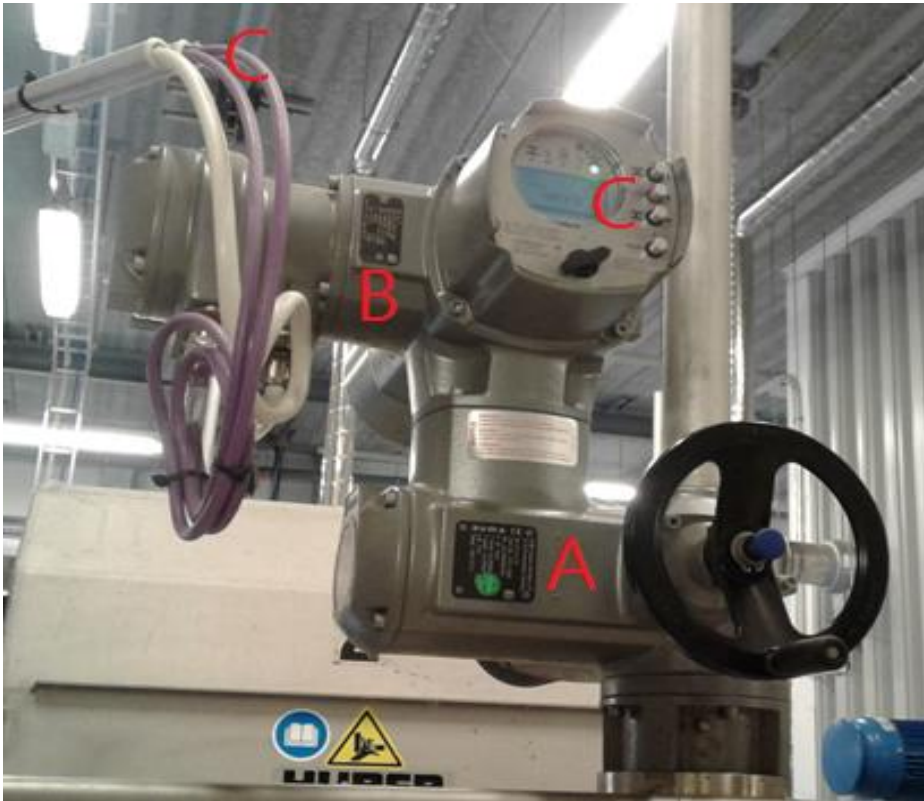
Pumppua valittaessa pumppukäyrä kertoo pumpun tehon. Kuvassa 11 H tarkoittaa nostokorkeutta ja Q tuottoa. Tyypillisesti mitä enemmän Q tuotto on, sitä vähemmän pumppu pystyy H nostamaan fluidia. Ja mitä korkeammalle nostokorkeudessa mennään, sitä vähemmän pumppu pystyy tuottamaan.

Kuva 11. Pumppukäyrä. (Grundfos, 2019).



Nesteiden käsittelyssä tarvitaan pumppujen lisäksi venttiileitä. Venttiileitäkin on monia eri tyyppisiä ja kokoja aina palloventtiileistä varoventtiileihin. Venttiileitä on käsivoimalla toimivia, mutta nykyään venttiilit ovat motorisoituja ja ohjattu automaatiojärjestelmällä. Kuvassa 12 nähdään tyypillinen moottoriventtiili toimilaitte. Se koostuu yleensä A sähkömoottorista ja B vaihteistosta. Moottoriventtiileitä yleensä ohjataan myös C automaatiojärjestelmän kautta.

Kuva 12. Venttiili toimilaitteella.



Koneissa ja laitteissa tyypillisesti on pyöriviä osia ja pyöriminen on useimmissa tapauksissa toteutettu sähkömoottorilla. Sähkömoottori on useimmiten kolmivaiheinen oikosulkumoottori. Moottorin voi kiinnittää tassuista tai akselinpäähän laipasta. Tyypillisesti asennustapa on ilmoitettu sähkömoottorin kyljessä olevassa arvokilvessä. (Ahoranta, 2013, s.346)

Tämän lisäksi moottorin voi kytkeä, joko tähteen tai kolmioon. Sähkömoottoreiden vakiojännitteitä on 230 V / 400 V ja 400 V / 690 V, joista 400V / 690 V on käytössä teollisuudessa. Moottori voi olla jatkuvassa käytössä, lyhytaikaisessa käytössä tai jaksotetussa käytössä. Sähkömoottoreitakin on monia eri kokoja pienistä 0,75 kilowatin moottoreista suuriin monen kymmenen tai sadan kilowatin moottoreihin. (Ahoranta, 2013, s.346)

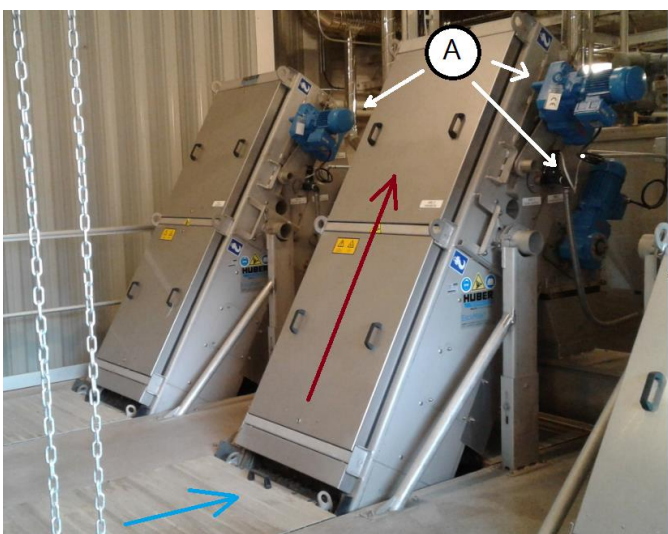
Sähkömoottoreiden huolto toimenpiteisiin kuuluu esimerkiksi käämityksen uusiminen, öljyjen vaihto, puhdistus tai muu vastaava toimenpide. Pienemmät sähkömoottori alkavat

hinnaltaan olla niin alhaalla, että taloudellisesti kannattavampaa on ajaa ne loppuun ja ostaa uusi tilalle.

### 3.4.2 Hienovälppäys ja hiekkapesuri

Hienovälppäyskone poistaa jätevedestä isoimmat roskat, jota kutsutaan välppeeksi. Välpe siirretään tämän jälkeen kuljettimien ja kippikourun kautta lavalle ja pois vietäväksi. Hienovälppäyskoneissa roskien erottelu on toteutettu eri tavoilla, joista yksin on levynauhavälppä. Levynauhavälppän alta jätevesi kulkee sen läpi. Roskat tarttuvat alapäässä olevaan levynauhaan tarttujien avulla. Tämän jälkeen levynauha nostaa liukuhinnan tavoin roskat ylös vedestä ja siitä kuljettimelle. Levynauha ei pyöri jatkuvasti vaan aikavälit on säädetty jaksottaisesti, joka on säädetty automaatiojärjestelmällä. Hienovälppäyskone yleensä sisältää muutamia sähkömoottoreita ja vaihteistoja, joilla levynauhaa pyöritetään eteenpäin. Kuvasta 13 voi havaita Riihimäen Veden hienovälppäyskoneita. Kuvassa 13 merkattu sininen nuoli kuvastaa veden kulkusuuntaa ja ruskea nuoli roskien siirto suuntaa. Kirjaimella A merkityt paikat osoittavat sähkömoottoreiden paikan.

Kuva 13. Riihimäen Veden hienovälppäys.



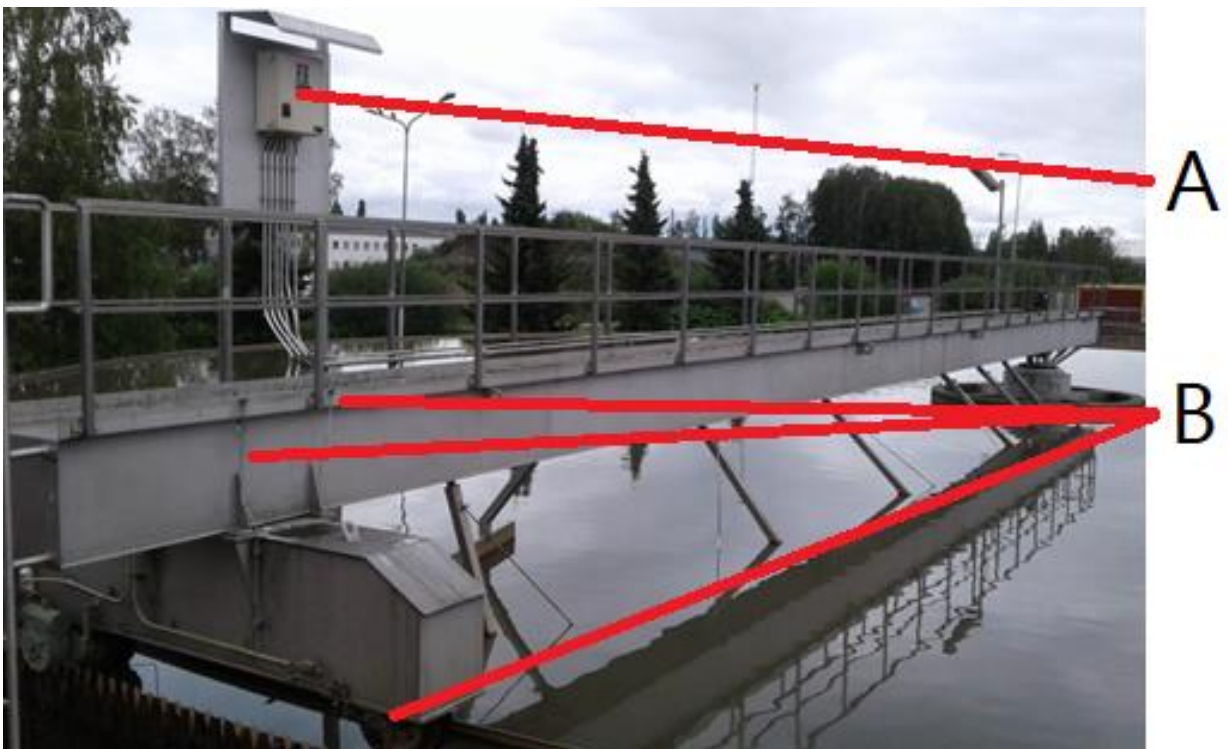
Jäteveden puhdistamisen alkupäässä on myös hiekkapesuri, jonka tarkoitus on poistaa hiekkaa vedestä. Pesurissa käytetään hyväksi Coanda-ilmiötä, jossa virtauksella on pyrkimys

kääntyä sitä lähellä olevaa pintaa. Ilmiö johtuu siitä, että kun virtaus ei rakenteen kohdalla pysty aikaansaamaan nesteen ylös taitetta, virtaus kääntyy itse kohden rakennetta. Hiekkapesurissa lisäksi on yleensä myös sähkömoottoreita ja vaihteistoja. Kun hiekka on eroteltu, niin vesi johdetaan takaisin prosessiin ja hiekka pois erilliseen astiaan.

### 3.4.3 Selkeytyksien kaavinkoneistot

Esiselkeytyksessä ja jälkiselkeytyksessä erotetaan hiutaleet laskeuttamalla ne altaan pohjalle. Altaissa käytetään kaavinkoneistoa lietteen keräämiseen. Se on iso koneisto, joka pyörii ympyrää selkeytys altaassa. Pyöriminen ja eteenpäin liikkuminen altaassa on toteutettu kaavinkoneeseen asennetuilla renkailla, jotka saavat tehonsa sähkömoottoreilla ja vaihteistoilla. Kaavinkoneisto liikkuu hyvin hitaasti toimintansa tarkoituksen vuoksi. Kuvasta 14 voi havaita kirjaimella A kaavinkoneiston sähkötaulun, josta voi kaavinkoneistoa ohjata käsikäytöllä. Kirjaimen B osoittamat paikat ovat voitelinipoja, joista voi täyttää renkasiin tarvittavaa voiteluainetta. Kirjaimen B:n alin kolmas viiva osoittaa renkaaseen.

Kuva 14. Esiselkeytysaltaan kaavinkoneisto.





### 3.4.4 Lietteentiivistys ja kuivaus

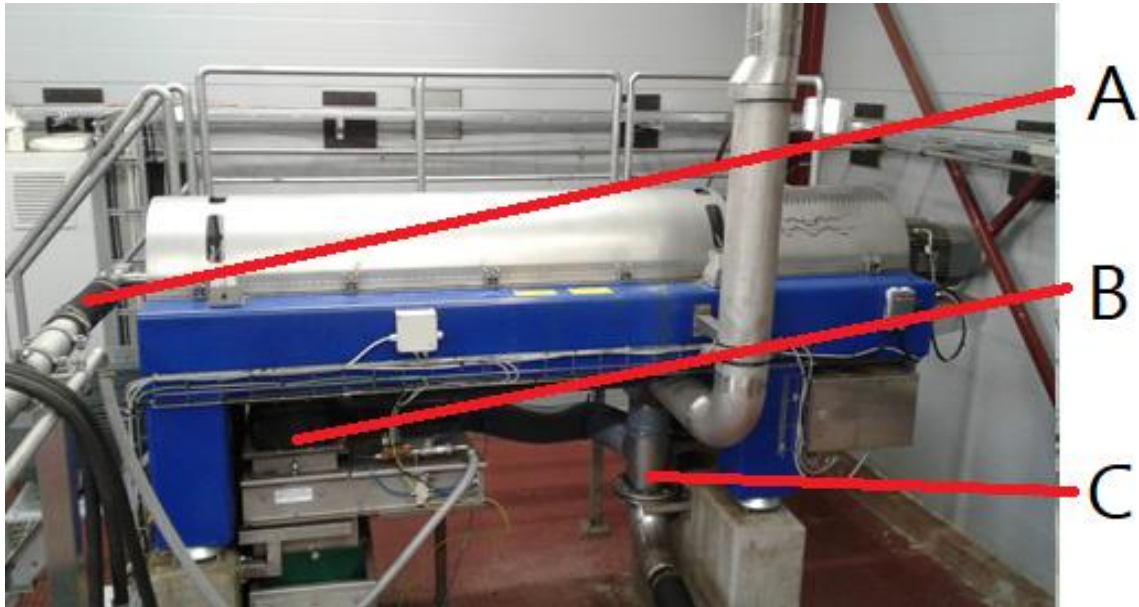
Lietteen hyödyntämistä tai pois vientiä varten sitä pitää tiivistää ja kuivata eli vähentää sen kosteuspitoisuutta. Koneellinen tiivistys tehdään yleensä niin, että jätevesi johdetaan koneeseen, jossa on lieriön muotoinen säiliö. Säiliön sisällä on ruuvi, joka työntää lietettä eteenpäin ja samalla suodattaa nestettä siitä pois. Koneessa voidaan käyttää hyödyksi keskipakovoimaa tai painovoimaa hyödyksi. Nykyaikaan mentäessä koneisiin on voitu lisätä myös sähköisiä kosketusnäyttöpaneeleita. Lisäksi koneessa voi olla pinnanmittausantureita. Kuvasta 15 voi havaita Riihimäen Veden koneellisen tiivistimen, joka sisältää sinisten sähkömoottorivaihteiston lisäksi epäkeskopumpun kirjaimella C. Kirjain A on tiivistimen rumpusäiliö, jossa varsinainen toiminta on. Kirjaimella B merkitty paikka on välisäiliö ennen pumppua.

Kuva 15. Riihimäen Veden koneellinen tiivistin.



Kuvasta 16 voi havaita Riihimäen Veden linko tyyppisen lietteen kuivauskoneen. A:lla merkattu paikka on syöttöputki, B:llä merkattu on paikka, josta liete tippuu säiliöihin ja C:llä on merkitty rejektivesiputki.

Kuva 16. Riihimäen Veden linko.



Linko tyyppisissä putsauksen lisäksi vaihdettavia osia voi olla sähkömoottoreiden hihnat. Kone voi myös isojen tehojen vuoksi aiheuttaa huomattavaa melua ja värinää, jolloin kone täytyy asentaa rakenteisiin kiinni ja käyttää kuulosuojaimia sitä käyttäessä.

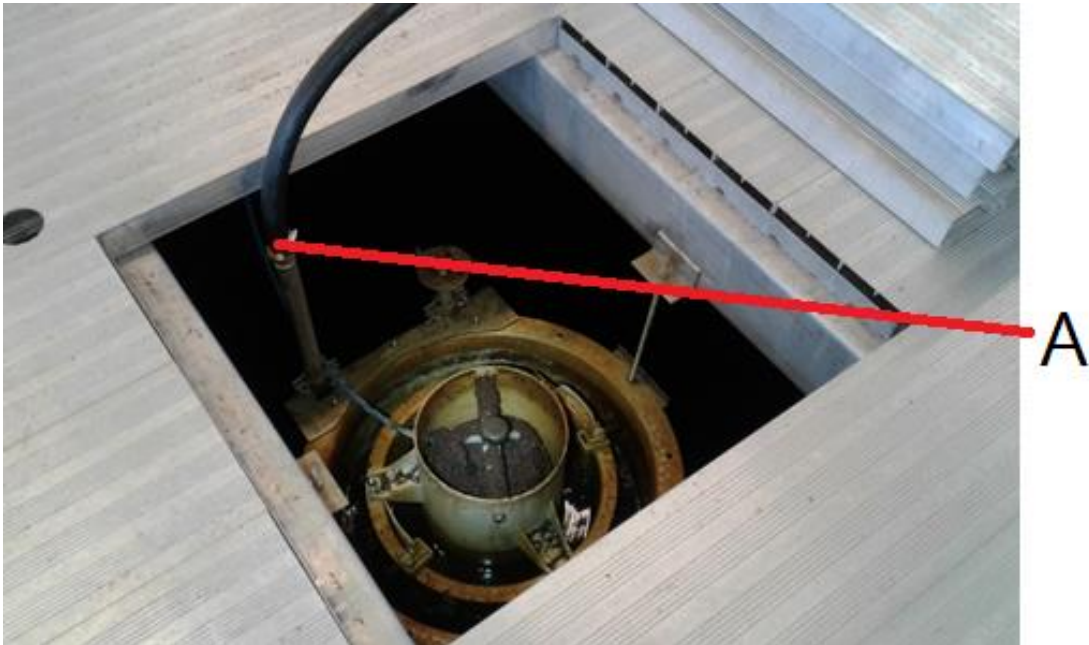
### 3.4.5 Hiekkasuodatus

Hiekkasuodatus voi tapahtua suljetussa painesäiliössä tai avonaisissa altaissa. Riihimäen Vedellä on jatkuva toiminen hiekkasuodatus, jossa jätevesi johdetaan hiekkakerroksen läpi, joka puhdistaa veden. Riihimäen Vedellä hiekkasuodatuksen tarkoitus on suodattaa kiintoaine ja poistaa fosfori. Tämän lisäksi on olemassa typen poistoon tarkoitettuja suodattimia.

Kuvasta 17 voi havaita Riihimäen Veden hiekkasuodattimen huuhtelun. Huuhtelu suoritetaan suodattimelle kerääntyneiden lika-aineiden takia. Kirjaimella A on merkitty kohta, johon musta huuhteluletku tulee.



Kuva 17. Hiekkasuodattimen huuhtelu ferrosulfaatista.



### 3.5 Voiteluöljyt ja voitelurasvat

Voiteluaineet eli voiteluöljyt ja voitelurasvat ovat merkittävä osa koneen tai laitteen toiminnassa. Voiteluaineet on suunniteltu toimimaan tietyn tyyppisiissä laakereissa tietyissä olosuhteissa. Niiden ajatuksena on, että kahdelle kiinteälle pinnalle laitetaan väliainetta, joka on tyyppillisesti nestettä, kiinteään ainetta tai kaasua. Tärkein ominaisuus voiteluaineilla on sen viskositeetti, joka kuvaa voiteluaineiden sisäisen kitkan suuruutta. Viskositeettiä jaetaan dynaamiseen viskositeettiin ja kinemaattiseen viskositeettiin. (Promaint 1, 2013, s.49-50)

Voiteluaineita ei kannata sekoittaa keskenään, koska niiden keskinäistä käyttäytymistä ja kemikaalista rakennetta ei tiedetä kenttäolosuhteissa. Lisäaineiden kemiat voivat kumota toisensa ja aineen korroosionesto-ominaisuudet voi poistua. Jos voiteluaineita kuitenkin pitää sekoittaa yhteen, niin silloin on hyvä tarkastella tuotetietoja suorituskyvyn ja käyttötarkoituksen osalta. (Promaint 1, 2013, s.74)

Voiteluöljyistä suurin osa on nestemäisessä olomuodossa ja niistä yleisin on öljypohjainen voiteluaine. Voiteluöljyjä voi jakaa kolmeen osaan, jotka ovat mineraali- ja kasviöljy ja

synteettinen öljy. Mineraaliöljyt valmistetaan tyhjiötislaamalla ja puhdistamalla. Öljyjen koostumukset vaihtelevat jopa lähdekohtaisesti. Lisäksi on voiteluaineita, kuten VHVI, joka sijoittuu perinteisten mineraaliöljyjen ja synteettisten öljyjen välimaastoon. Synteettiset nesteet ovat valmistettu kemiallisen prosessin avulla. Kasviöljyt ovat triglyseridejä ja luonnon estereitä. Ne ovat sellaisenaan huonoja käytettäväksi kylmäolosuhteissa. (Promaint 1, 2013, s.55-59)

Voitelurasvat ovat koneiden voitelun kannalta yhtä tärkeä kuin voiteluöljyt. Erilaisia rasvalaatuja on markkinoilla monenlaista ja yleensä kuuluu asiakkaiden etsivän punaisen väristä rasvaa. Väri ei kuitenkaan kerro rasvan tyyppistä tai suorituskyvystä, ja niitä on monia eri väreisiä. Punaisen lisäksi esimerkiksi vihreää, sinistä ja keltaista. Voitelurasvan perusaine on yleisimmin mineraaliöljy. Rasvavoitelun etu voiteluöljyyn verrattuna on pieni menekki ja pitkä käyttöikä, jolloin se tuo säästöä kustannuksiin. Joissain sovelluksissa myös voitelurasva voi olla ainoa vaihtoehto. (Koneviesti, 2017; Promaint 2, n.d.)

Saentimet ovat voitelurasvojen toinen rakenneosia. Saentimena on yleensä jokin saippuan tyyppinen aine esimerkiksi metallisaippua, metallikompleksisaippua ja muut vastaavat orgaaninen ei-saippuayhdiste tai epäorgaaninen yhdiste. Sen tarkoitus on, että se ei liukene öljyyn ja ei haittaa öljyn voitelutehtävää. Saippualla on eri merkitys kemiassa ja se tarkoittaa emäksen ja rasvahapon suolaa. (Koneviesti, 2017)

Pääsääntöisesti voitelurasvoja voi jakaa moneen eri tyyppiin. Litiumsaippuarasvat ovat suhteellisen uusi markkinoilla ja se kehitettiin toisen maailmansodan aikana estämään pakkasta. Kalsiumsaippuarasvat ovat perusmuodoltaan jäykkiä ja muistuttaa rakenteeltaan voita. Kalsiumsaippuarasvat sopivat liukulaakerien ja niveltappien voiteluun. Perinteiset punaiset rasvat ovat kalsiumsaippuarasvoja, joita käytetään maansiirto-, maatalous- ja metsäkoneissa. Natriumperusteiset rasvat ei ole enää niin suosittuja, mutta ne sopivat hyvin esimerkiksi sähkölaitteiden kuula- ja rullalaakereihin. (Koneviesti, 2017)

Kompleksirasvat ovat nimitys rasvoille, joissa käytetään useampia saippuuita. Näissä käytetyt saentimet ovat kalsium-, litium- tai alumiinikomplekseja. Kompleksirasvoista yleisin on litiumkompleksirasva. Niitä käytetään silloin, kun tavallinen yleisrasvan suorituskyky ei riitä.

Litiumkompleksirasvaa käytetään voiteluun hyvin korkeissa lämpötiloissa ja myös silloin kun voitelukohteeseen kohdistuu värinää tai iskumaisia kuormituksia. (Koneviesti, 2017)

#### **4 Kunnossapitojärjestelmien esiselvitystyö ja esittely**

Kunnossapitojärjestelmiä selvitettiin järjestelmätoimittajien esittelyistä, toimittajien valintatapa esittelyistä ja rajausta kyselyistä. Tämän lisäksi, kun muutamia järjestelmiä oli valittu, niin järjestelmistä tehtiin palautekyselyitä (liite 2), joissa kysyttiin käyttäjien kokemuksia järjestelmästä.

Vertailua tehtiin ominaisuuksien perusteella ja ensimmäiseksi vaatimukseksi muodostui järjestelmän helppokäyttöisyys ja älypuhelinsoveltuvuus kenttäliikkuvuuden takia. Toiseksi vertailuksi muodostui järjestelmän pienet nyanssit, kuten järjestelmän offline-ominaisuus eli järjestelmä on käytettävissä, vaikka internet yhteyttä ei olisi. Lisäksi vertailussa oli järjestelmän visuaalinen toteutus. Hyvässä kunnossapitojärjestelmässä huoltoa suunnitellaan koneiden käyttötuntien mukaisesti ja yleensä se vaatii osaamista järjestelmä integraatiosta automaatiojärjestelmään. Tämän lisäksi vertailua tehtiin myös tietoturvan osalta niin, että tietoturva ratkaisut olisivat Suomen rajojen sisällä. Hintoja ei ole otettu mukaan vertailussa, vaikka alustavia hintoja kyseltiin.

Helppokäyttöisyyttä toivotaan järjestelmältä sen takia, että henkilöstöllä voi olla eri tasoista osaamista tietotekniikan ja älypuhelimien käytöstä. Helppokäyttöisyyden ansiosta järjestelmän käyttöastetta saadaan korkeammalle ja tällöin myös kunnossapito nousee sen mukana.

Yleensä syynä vähän käytetylle kunnossapitojärjestelmälle on huono visuaalisuus tai kankean oloinen käyttöliittymä. Muita syitä voi olla myös esimerkiksi henkilöstölle kasvanut taakka järjestelmän käytöstä. Yritykset yleensä esittelevät myös, kuinka järjestelmä otetaan käyttöön ja onko mukana henkilöstön koulutusta järjestelmään, jotta varmasti kaikki ottavat sen sitten käyttöön.

Kunnossapitojärjestelmät ovat hinnoiteltu yleensä käyttööntomaksuun ja kuukausimaksuun. Niiden nimet voivat vaihdella eri yritysten välillä ja ne voi käyttää eri nimityksiä hinnoista. Laskenta viidelle vuodelle voi myös tuoda kohtalaisen saman hinnan, vaikka toisessa olisi käyttööntomaksu isompi ja kuukausimaksu pienempi ja toisessa toisinpäin.

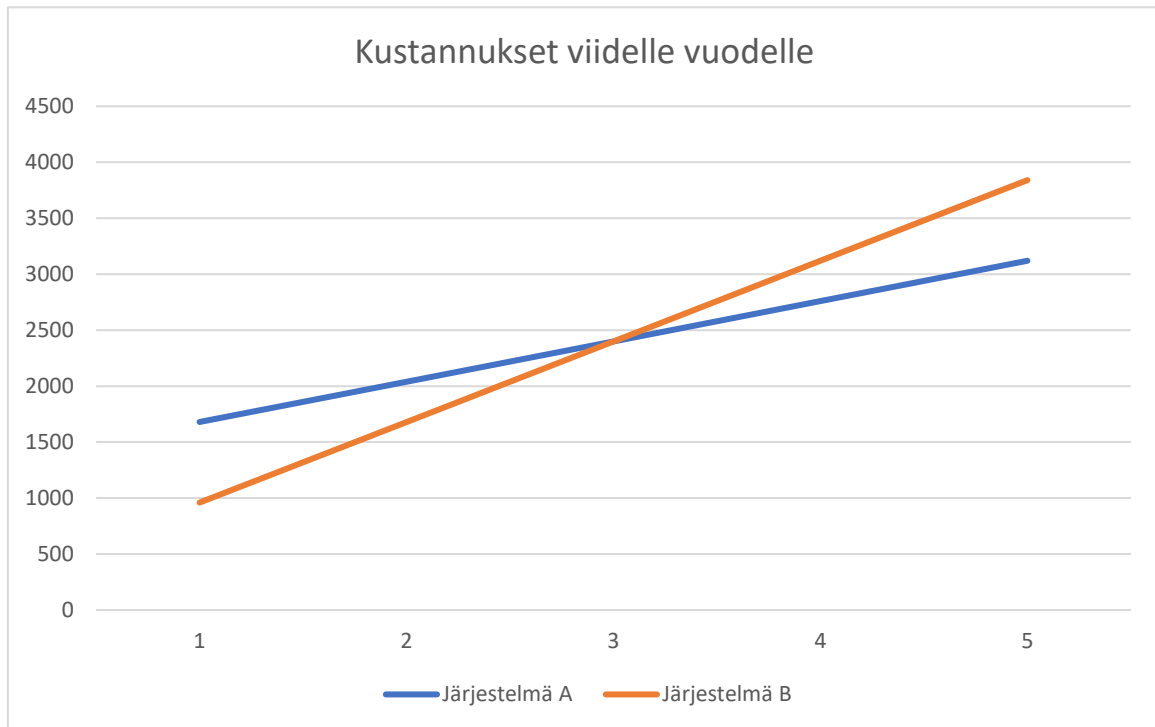
Alla olevassa taulukossa 3 on laskettu kahden teoreettisen järjestelmän viiden vuoden kustannukset. Järjestelmän A ja B luvut ovat teoreettisia päästä keksittyjä lukuja ja niissä on käytetty seksagesimaalijärjestelmään perustuvia lukuja estämään antamasta suuntaa antavia hintoja kunnossapitojärjestelmistä. Tämä siksi, että järjestelmien hinnat tahdotaan pitää yksityisenä. Järjestelmä A on määritelty niin, että aloitusmaksu on 1320 € ja kuukausimaksu on 30 €. Järjestelmässä B aloitusmaksuksi on määritelty 240 € ja kuukausimaksu on 60 €. Toisin sanoen järjestelmässä A aloitusmaksu on suuri ja kuukausimaksu on pieni. Järjestelmässä B maksut ovat toisin päin eli aloitusmaksu on pieni ja kuukausimaksu on suuri. Tämän laskennan tarkoitus on osoittaa, että halvan kuuloinen järjestelmä voi tulla kuitenkin kalliimmaksi pidemmällä aikavälillä.

Taulukko 3. Kustannukset viidelle vuodelle.

Vuodet	Järjestelmä A	Järjestelmä B
1	1680 €	960 €
2	2040 €	1680 €
3	2400 €	2400 €
4	2760 €	3120 €
5	3120 €	3840 €

Kuva 18 osoittaa kuvaajan avulla kustannuksien kehitystä. Kuvasta voi päätellä, että järjestelmä A on kustannuksiltaan kalliimpi kolmanteen vuoteen asti, mutta kolmannen vuoden jälkeen järjestelmä B:n kustannukset nousevat yli järjestelmä A:n kustannuksista, koska järjestelmässä B on isommat kuukausimaksut.

Kuva 18. Teoreettisten järjestelmien kustannukset viidelle vuodelle.



Seuraavissa kunnossapitojärjestelmien esittelyissä ei ole tuota kaikkia tietoja, koska muuten esittelyt menisivät liian toistavaksi. Kunnossapitojärjestelmistä voi lukea myös lisää tämän opinnäytetyön ensimmäisestä kappaleesta jakeesta 2.4 Kunnossapitojärjestelmät. Johtopäätökset ja pohdinta kappaleessa on myös tuotu lisää tietoa järjestelmiin liittyen.

#### 4.1 Spotilla

Seclion Oy on suomalainen yritys, joka tarjoaa turvallisuusalaan liittyviä konsultointipalveluita ja lisäksi yritys tuottaa Spotilla kunnossapitojärjestelmää laitteiden ja koneiden käyttöön. Spotilla on toiminut noin viisi vuotta. Spotillan asiakkaita on mm. Pietarsaaren Vesi, Kuntec, Sibelco, Levi ja Lassila & Tikanoja. (Seclion Oy, 2020)

Spotilla on rakennettu kahdesta osasta, hallintoportaalista ja puhelinsovelluksesta. Hallintoportaalissa on tarkoitus hallinnoida raportteja ja erilaisia näkymiä kunnossapitoon liittyen. Myös kaikki päätoiminnallisuudet hoidetaan hallintoportaalien kautta, kuten esimerkiksi työmääräimet. Mobiilisovelluksessa on kaikki kunnossapitotehtäviin liittyvät

asiat, kuten tehtävien vastaanottaminen ja kuittaus, laiterekisteri, valokuvat, asiakirjat, ohjekirjat ja vastaavat. (Seclion Oy, 2020)

Mobiilisovellus on pyritty pitämään mahdollisimman helppokäyttöisenä vetovalikoilla ja mahdollisimman vähän kirjoittamista. Kun taas hallintoportaaliin kirjoitetaan pidemmät raportit. Mobiilisovellusta voi käyttää Android ja iOS laitteilla. Mobiilisovelluksen ansiosta tiedot kulkevat henkilöstön mukana. Kuvasta 19 voi havaita hallintoportaalin tablet-laitteella ja mobiilisovelluksen älypuhelin laitteella. (Seclion Oy, 2020)

Kuva 19. Spotillan ohjelmat. (Seclion Oy, 2020)



Tämän lisäksi Spotilla tarjoaa karttapalvelun ja muokattavat taulukot laiterekisteriin. Työtehtäville voi säätää omat ajastukset ja ne näkyvät vihreällä, keltaisella ja punaisella värillä riippuen mikä tilanne tehtävällä on. Spotillalla on myös NFC-tagit, joilla voi merkata haluamiaan koneita tai laitteita, jolloin älypuhelimella voi skannata tagin ja puhelimeen avautuu koneen tai laitteen tiedot. (Seclion Oy, 2020)

## 4.2 WiseMaster

WiseMaster järjestelmän kehittäjä M-Technology on toiminut noin 10 vuotta alalla ja heidän osaamisensa on mobiiliteknologian hyödyntäminen järjestelmässä. Yritys on saanut kunnossapidon kehittäjä palkinnon vuonna 2014. Yrityksen muita asiakkaita on mm. Vaasan Vesi, Kurikan Vesihuolto, Orimattilan Vesi ja Vesikolmio Oy. (M-Technology, 2020)

WiseMaster MaintFlow tarjoaa kunnossapitojärjestelmän kahdessa osassa, jotka on toimisto- ja työnohjauskäyttöinen web-sovellus, jota voi käyttää myös kenttätyöntekijät. Kenttätyöntekijöille on tarkoitettu puhelimesta käytettävä mobiilisovellus, joka on pyritty pitämään mahdollisimman helppokäyttöisenä muun muassa vetovalikoilla ja muilla vastaavilla. Mobiilisovellus on toteutettu Cross Platform -teknologialla, joka toimii Android, iOS, Windows Phone ja Windows 10 puhelimissa. (M-Technology, 2020)

WiseMaster MaintFlow tarjoaa ydinominaisuuksina laiterekisterin, kunnossapitohistorian, huoltohistorian, huoltosuunnitelmien hallinnan ja valvonnan, havaintopäiväkirjan, asiakirjahallinnan, sähköiset tarkastuslomakkeet ja varaosien ja materiaalien hallinnan. Tämän lisäksi mobiilisovelluksessa on offline-tuki eli järjestelmä toimii ilman internet yhteyttä. Laajennusmahdollisuuksiakin on paljon mm. työajanseurantaratkaisut, ostot ja hankintatoimi, extranet-ominaisuudet, sekä rajapinnat taloushallintoon, ERP-järjestelmiin ja verkostotietojärjestelmiin. (M-Technology, 2020)

Laiterekisteri järjestelmässä on muokattavissa haluamallaan tiedolla ja koneet ja laitteet voi merkitä QR-koodilla tai NFC-tunnisteella, jolloin laitekortin voi avata puhelimeen helposti skannaamalla koodin tai tunnisteeseen. Laitekortit ovat nähtävillä kaikille asentajille ja niissä on mm. tietoja koneista, huoltohistoriat, ohjekirjat, käyttöpäiväkirjat ja muuta vastaavaa tietoa. Lisäksi ohjekirjoja ja kuvia voi linkittää laitekortteihin .pdf, Excel ja PowerPoint muodossa. (M-Technology, 2020)

Työmääräimen voi luoda syöttämällä sen itse tai automaattisesti. Automaattisesti hälytysajan erääntyessä järjestelmä luo työmääräimen ja liittää siihen suunnitelmassa määritellyt tiedot. Graafisilla näkymillä ja värikoodeilla työtehtävistä saadaan ajankohtainen

kuva. Kuvasta 20 voi havaita osittain järjestelmän ulkoasua työmääräimien osalta. Työmääräimien ilmoitukset ovat hoidettu älypuhelinsovelluksen sisäisillä ilmoituksilla. (M-Technology, 2020)

Kuva 20. Wisemaster Maint työmääräimet. (M-Technology, 2020)

The image displays the Wisemaster Maint software interface. The top part shows a calendar for October 2014, with maintenance tasks marked on specific days. A detailed view of a task is shown on the right, including the name 'Käivinkoneen huolto 250 h', duration, and dates. Below the calendar is a 'Työhistoria' (Work History) table with columns for 'Kokteen nimi', 'Työmääräys', 'Määrätyt', 'Työtyyppi', 'Työn aihe', and 'Työaika'. A mobile phone is shown in the foreground, displaying a notification for 'Lämpölaitosten tarkastuskierros' (Boiler inspection) with details like location, date, and time.

Kokteen nimi	Työmääräys	Määrätyt	Työtyyppi	Työn aihe	Työaika
Dumpperi 1	AD140106	28.2.2014 10:25:04	Pölypöytä	Talarengas puhki	10:25:04
Dumpperi 1	AD140104	18.2.2014 11:00:03	Työmääräys	uutta postilaatua kottiteissa	11:00:03
Dumpperi 1	AD140100	18.2.2014 10:30:27	Lukko asennus	Tuulitiivisjärjestelmä	10:30:27

Tämän lisäksi järjestelmässä on karttapalvelu ja havaintopäiväkirja, joka helpottaa työn ohessa tehtävien havaintojen kirjaamisen, jolloin havainnot tulevat näkyviin kaikille, eikä toimi pelkästään muistin varassa. Työajan seuranta on myös muokattavissa minuutti peleistä väljempään ajan jaksoihin. (M-Technology, 2020)

### 4.3 Ahjo

Masintek toimittaa teollisuuden ja ympäristöhuollon teknologioita, järjestelmiä ja palveluita. Se on kehittänyt myös Ahjo-kunnossapitojärjestelmän. Ahjo-järjestelmä on suunnattu teollisuuden, vesi- ja energialaitosten, sekä tutkimuslaitosten käyttöön. Ahjoa



käytetään myös kaukovalvontakohteiden ja etämittausten automaattiseen seurantaan.  
(Masinotek, 2020)

AHJO on internetiselain-pohjainen järjestelmä ja sitä voi käyttää kaikissa laitteissa, jossa on internetyhteys. Ahjo mukautuu myös erilaisiin kuvaruutukokoihin ja sen ominaisuuksia on laiterekisteri, työmääräimet, töiden raportointiprosessit, päiväkirjaominaisuus, esiajastetut huolto- ja tarkastus lomakkeet kaikille kohteille ja historianäkymä. Kuvasta 21 näkee AHJO-järjestelmän käyttöliittymää älypuhelimessa. (Masinotek, 2020)

Kuva 21. Ahjo-järjestelmä älypuhelimessa. (Masinotek, 2020)



Ahjo-järjestelmä sisältää kaikki kunnossapidon tärkeimmät ominaisuudet ja tarvittaessa siihen voi hankkia lisämoduuleita, kuten karttapalvelut, etämittauslaitteiden kytkennät, mittaustietokannan, vikailmoitusprosessit, lomakejärjestelmän ja QR-koodit. Laiterekisten

kaikki kone- ja laitetiedot ovat vapaasti muokattavissa asiakkaan toimesta. (Masinotek, 2020)

Tämän lisäksi Masinotek tarjoaa mahdollisuuden lisämoduulin toteutuksen, jonka asiakas on itse suunnitellut. Ahjo-järjestelmässä on myös mahdollisuus tuoda huolto-ohjeet ja muut asiakirjat järjestelmään, jolloin ne ovat henkilöstön saatavilla työkohteessa. Työmääräimet ovat myös värikoodattuja vihreällä, keltaisella ja punaisella ja väri muodostuu sen mukaan, kuinka oleellinen työmääräin on. (Masinotek, 2020)

AHJO-järjestelmän käyttöliittymää kehitettäessä on otettu huomioon helppokäyttöisyys ja asiakaskohtaisuus. Järjestelmä kehittyy jatkuvasti uusien ominaisuuksien ja hyviksi todettujen käytäntöjen mukaisesti. AHJO-järjestelmä toimitetaan asiakasorganisaation käyttöön valmiina palveluna ja sen käyttö voidaan aloittaa välittömästi asennuksen ja käyttökoulutuksen jälkeen. (Masinotek, 2020)

#### **4.4 Mipro Vivo**

Mipro tarjoaa järjestelmiä rautatie- ja metrolienteeseen, sekä sitä käytetään teollisuusprosessien turvallisuuden hallinnassa ja vesi- ja energiahuollon prosessien ohjauksessa. Mipro tarjoaa Vivo kunnossapitojärjestelmää S, M, L ja X paketeissa, mutta paketit ovat räätälöitävissä asiakkaan tarpeiden mukaan. (Mipro, 2020)

Mipron Vivo järjestelmä on jaettu kahteen osaan. Toimisto pohjaiseen web-sovellukseen ja mobiilisolvellukseen. Web-sovelluksessa hallinnoidaan järjestelmän tietoja ja työmääräimet, kun taas mobiilisolvellus on tarkoitettu kenttätyöntekijöille työn vastaanottamiseen, kommentoimiseen ja sen kuitaamiseen. Kuva 22 osoittaa Mipro Vivo järjestelmän mobiilisolvelluksen yksinkertaisuuden. Järjestelmässä on myös offline-toiminto, jolloin järjestelmä toimii ilman internetyhteyttä. (Mipro, 2020)

Kuva 22. Mipro Vivo mobiilisovellus. (Mipro, 2020)



Toimisto käyttöinen web-sovellus sisältää kojelaudan ja kaikki tarvittavat ominaisuudet, kuten laiterekisterin, laitehistorian, asiakirjat, kuvat, karttapalvelun ja työmääräimien hallinnointi osuuden. Työmääräimet ovat värikoodattuja, jossa punainen tarkoittaa, että tehtävän ajankohta on myöhässä. Ilmoitukset työtehtävistä ja muusta tulevat riippuen tuotepaketista käyttöliittymästä, mobiilisovelluksesta, sähköpostilla tai tekstiviestillä. (Mipro, 2020)

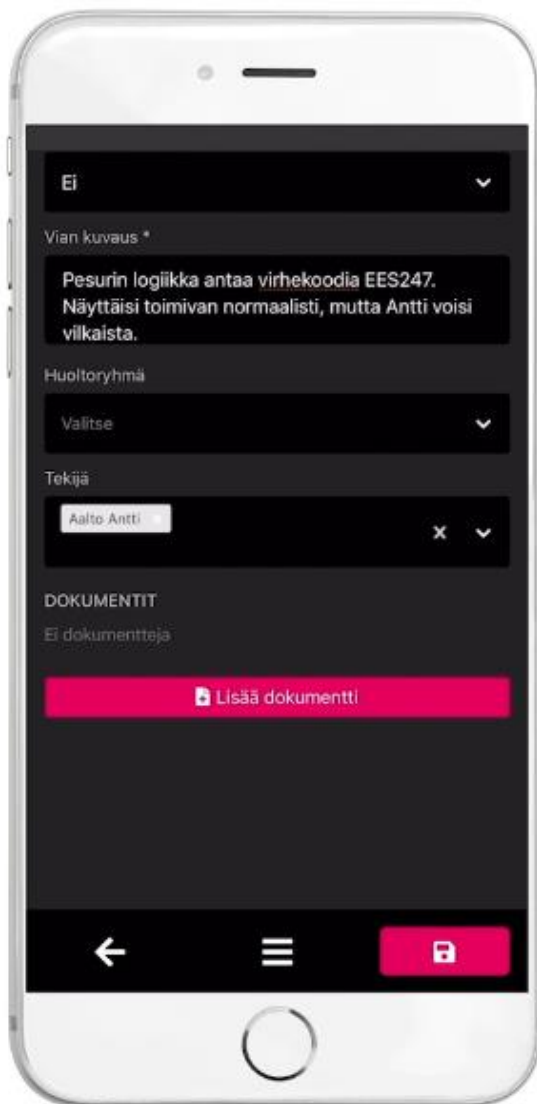
Lisäominaisuuksia järjestelmässä on elinkaarianalyysi, tarkastuslistat, varastonhallinta ja huoltosuunnitelmat. Perusajatuksena on myös, että järjestelmää voi räätälöidä mieleisekseen. Mobiilisovellukset toimivat Android ja iOS laitteissa. Tietoturva ratkaisu on räätälöitävissä Suomen rajojen sisältä. (Mipro, 2020)

#### 4.5 Novi

Pinja toimittaa Novi-kunnossapitojärjestelmää ja on ollut jo 30 vuotta toiminnassa. Novi koostuu kahdesta osasta, joka on toimisto rakenteinen päänäkymä järjestelmästä. Toinen osa on mobiilikäytölle tarkoitettu ratkaisu. Kummatkin ratkaisut ovat internetselain-

pohjaisia, mutta mobiiliosa on tehty näyttämään mobiilisovellukselta. Kuva 23 näyttää Novin älypuhelin käyttöä. (Pinja, 2020)

Kuva 23. Novi järjestelmän mobiilikäyttö. (Pinja, 2020)



Pääjärjestelmä sisältää kaikki kunnossapitotöille oleelliset ominaisuudet, kuten kone- ja laiterekisterin, töiden hallinnan työaikataulussa, tuotannon työpyynnöt, ennakoivan kunnossapidon hallinnan, varaosat, dokumenttien hallinnan, sekä raportointi ja analysointi työkalut. (Pinja, 2020)

Laitekorttien tiedot ovat vapaasti muokattavissa haluamiin tietoihin ja niihin voi lisätä koneelle tai laitteelle tarkoitettuja dokumentteja ja lisätä kuvia. QR-koodi sisältyy myös oletuksena järjestelmään, jolloin koneiden ja laitteiden tiedot saa avattua älypuhelin skannauksella. (Pinja, 2020)

Työmääräin näkymä on perinteinen kalenteripohjainen, josta voi tarkastella kaikkia tulevia työtehtäviä. Tuotannon työpyynnön voi tehdä QR-koodilla laitekortilta, työaikakalenterista ja työpyyntölinkin voi sijoittaa yrityksen muihin järjestelmiin. Ilmoituksien teko Novissa toimii sähköpostin ja tekstiviestien avulla. (Pinja, 2020)

Raportointi työkalulla voi luoda näkymiä kaikista Novi-järjestelmän näkymistä, jotka on tarkoitettu palaveritilanteisiin. Raportit voi tulostaa pdf., xls., csv. muodoissa.

Lisäominaisuuksia Novissa on mm. ostotilaus toiminta, käyttömäärään perustuva koneiden huoltaminen, varastonhallinta, käyttöpäiväkirja ja muuta vastaavia ominaisuuksia. (Pinja, 2020)

#### **4.6 Ominaisuuksien taulukointi ja käyttäjäkokemuskyselyt**

Seuraavassa taulukossa 4 on listattuna kaikki tässä opinnäytetyössä olevat kunnossapitojärjestelmät yksinkertaistettuna ominaisuus listana. Ydintehtäviin on sisällytetty kaikki kunnossapidon tärkeimmät ominaisuudet, kuten esimerkiksi laiterekisteri, työmääräin näkymä, havaintopäiväkirja ja muuta vastaavat ominaisuudet. Järjestelmä integraatio osio tarkoittaa, että onko järjestelmässä mahdollisuus integroida automaatiojärjestelmään, jolloin huoltoa voi toteuttaa käyttötuntien perusteella.

Laajennusominaisuuksia on tässä yhteydessä kuvailtu laatusanoilla. On myös huomioitava, että laajennusmahdollisuudet aiheuttavat lisää kustannuksia järjestelmälle. Arvioinnissa otettiin myös huomioon visuaalisuus ja helppokäyttöisyys etädemostraation avulla.

Taulukko 4. Ominaisuuksien vertailu taulukko.

Ominaisuus	Spotilla	Wisemaster	Ahjo	Mipro Vivo	Novi
Ydintehtävät	x	x	x	x	x
Järjestelmä integraatiot	x	x	x	x	x
Web-sovellus	x	x	x	x	x
Itsenäinen mobiilisovellus	x	x		x	
Offline		x		x	
NFC/QR	x	x	x	x	x
Ilmoitukset					
Sähköpostilla/tekstiviesteillä	x	x	x	x	x
Mobiilisovelluksessa	x	x		x	
Tietoturva	Euroopan sisällä	Suomen sisällä	Suomen sisällä	Suomen sisällä	Suomen sisällä
Laajennus mahdollisuudet	kevyet	laajat	koodattavissa	räätälöitävissä	koodattavissa ja laajat
Käyttöönoton opastus	etätuki	paikan päällä	etätuki	paikan päällä	paikan päällä

Järjestelmistä tehtiin käyttäjäkokemuskyselyitä (Liite 2) yrityksiin, joissa kyseisen järjestelmä on käytössä tai on ollut käytössä. Referenssikyselyissä ei käytetty mitään kaavamaista rakennetta, mutta niissä kyseltiin liitteen 2 tyylisiä kysymyksiä. Puhelut olivat pituuksiltaan erilaisia 15 minuutista puoleen tuntiin. Osalla referensseistä oli myös hyvin vähän aikaa ollut kyseinen järjestelmä käytössä, joten mitään painavaa mielipidettä ei voinut antaa.

Pääsääntöisesti käyttäjäkokemuskyselyitä tehtiin sen jälkeen, kun kunnossapitojärjestelmät oli karsittu kahteen järjestelmään. Tässä en myöskään tuo ilmi mistä järjestelmistä

palautteet ovat, koska palautteet järjestelmistä olivat hyvin samankaltaisia. Yhdessä palautteessa yrityksen nuorempi sukupolvi on ottanut järjestelmän enemmän käyttöön, mutta toisaalta toisessa yrityksessä järjestelmästä sanottiin sen olevan vain totuttelukysymys. Joidenkin palautteiden perusteella järjestelmissä on liian paljon mahdollisuuksia ja kaipuuta takaisin vanhaan yksinkertaisempaan järjestelmään ilmeni.

Lisäksi palautteissa on ristiriitaisia mielipiteitä web-sovelluksen ja älypuhelinsovelluksen helppokäyttöisyydestä. Yhdelle yritykselle web-sovellus on ollut parempi ja älypuhelinsovellus huonompi, mutta toiselle yritykselle taas web-sovellus on ollut huonompi ja mobiilisovellus parempi. Tämän takia kunnossapitojärjestelmiä on hyvä esitellä demonstraation eli paikan päällä tehtävällä järjestelmän esittelyllä, jossa asiakas pääsee itse testaamaan järjestelmää. Tällainen menetelmä on toki enemmän aikaa vievä.

## **5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA**

Systemaattisen tiedon keruun ja laiterekisterin (liite 1/1 ja Liite 1/2) laatiminen tuo hyvän näkyvyyden jätevedenpuhdistamon laitekantaan ja toimintaan, sekä tietoja koneiden huoltotoimenpiteistä ja ymmärryksen kunnossapidon ytimeistä. Syntyneitä Excel-tiedosto laiterekisteriä voi käyttää kunnossapitojärjestelmän käyttöönottovaiheessa lataamalla se suoraan järjestelmässä olevaan laiterekisteriin ja lisäksi laiterekisteriä voi käyttää sellaisenaan koneiden ja laitteiden huoltosuunnitelman tekemiseen.

Kunnossapitojärjestelmien esiselvitystyön tuloksena kunnossapitojärjestelmiä saatiin karsittua viidestä vaihtoehdosta kahteen, jotka ovat M-Technologyn Wismaster FlowMaint kunnossapitojärjestelmä ja Mipron Vivo kunnossapitojärjestelmä. Vertailun aikana huomattiin, että monet järjestelmät ovat ydintoiminnoiltaan hyvin samankaltaisia ja kaikki viisi järjestelmää on kyvykkäitä tarjoamaan kaikki kunnossapidon tärkeimmät ominaisuudet, kuten työtehtävien näkymän, laiterekisterin ja kenttätyöntekijöiden älypuhelinsovellukset ja työtehtävien roolitukset. On otettava myös huomioon, että joidenkin kunnossapitojärjestelmien ominaisuudet ovat voineet muuttua jo tätä kirjoittaessa.

Vertailussa ei ole myöskään otettu huomioon hintoja, joka voi olla jollekin toiselle yritykselle ratkaisevampi tekijä. Ratkaisevia tekijöitä järjestelmien karsinnassa oli järjestelmän offline-tila, älypuhelinsovellus, helppokäyttöisyys ja tietoturva Suomen sisällä. Lisäksi ratkaisevia ominaisuuksia oli, että ilmoitukset työtehtävistä ja muusta vastaavasta piti tulla itsenäiseen älypuhelinsovellukseen, eikä sähköpostilla tai tekstiviestillä.

Arviointia tehtiin myös käyttäjäkokemuskyselyllä (Liite 2) yrityksiin, joissa järjestelmät ovat käytössä. Käyttäjäkokemuskyselyt ovat hyviä silloin, jos järjestelmä on ollut pitkään käytössä, mutta koko totuutta se ei välttämättä anna järjestelmästä. Siksi mielestäni paras markkinointimenetelmä kokonaisuudessaan järjestelmille on yleistieto internetsivulla, järjestelmän käytön esittely mahdollisuuksien mukaan etänä tai paikan päällä ja antaa asiakkaille referenssejä, joista voi tehdä käyttäjäkokemuskyselyitä.

Kunnossapitojärjestelmät mielestäni parantaa tiedon kulkua kentällä, koska järjestelmä kulkee aina älypuhelimessa mukana. QR-koodit ja NFC-tunnisteet ovat myös hyviä nopeaan koneen tai laitteen tarkastamiseen. Reaaliaikainen tiedon tarkastelu ja havaintojen kirjaaminen vie myös kunnossapitoa enemmän ehkäisevän kunnossapidon pariin. Koneiden ja laitteiden huoltoa on myös järkevämpää huoltaa käyttötuntien mukaan, joka oli yleensä sisällytetty kunnossapitojärjestelmissä. Kunnossapitojärjestelmien omaisuuden hoitamisen työkalut myös parantavat työnjohdollisia tehtäviä, kun tapahtumat kentällä on kirjattu järjestelmään tarkasteltavaksi.

Tätä työtä tehtäessä minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta kunnossapidosta tai sen järjestelmistä, eikä myöskään vedenpuhdistamoista ja sen takia tätä työtä oli mielenkiintoista tehdä. Aikaisempaa kokemusta ei mielestäni tarvitsekaan, jos taustalla on kuitenkin teknistä koulutusta. Työn etenemistä auttaa myös muistioiden ja päiväkirjan kirjoittaminen ja aloittamalla päivänsä kirjoittamalla mitä eilen tehtiin, mitä tänään tehdään ja mitä huomenna tehdään.



## Lähteet

Ahoranta, J. (2013). Sähköasennustekniikka. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Chris Daborn. (2018). Industry 4.0 Infographics. Haettu 5.11.2020 osoitteesta  
<https://www.behance.net/gallery/61690915/industry-40-infographics>

Collin, J. & Saarelainen, A. (2016). Teollinen internet. Alma Talent Oy.

European Parliament. (2016). Industry 4.0. Haettu 21.10.2020 osoitteesta  
<https://op.europa.eu/en-GB/publication-detail/-/publication/1b970736-9acb-11e6-868c-01aa75ed71a1/language-en>

Grundfos. (2019). Pumppukäyrä. Haettu 23.10.2020 osoitteesta  
[https://fi.grundfos.com/content/dam/finnish/Grundfosforengineers/pump-sizing/118739\\_GSF\\_Task3\\_Pump\\_Sizing.pdf](https://fi.grundfos.com/content/dam/finnish/Grundfosforengineers/pump-sizing/118739_GSF_Task3_Pump_Sizing.pdf)

JIPM. (n.d.). What is TPM?. Haettu 23.9.2020 osoitteesta <https://jipmglobal.com/about/tpm>

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

Järviö, J., Piispa, T., Åström, T. & Parantainen T. (2007). Kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.

Kone. (n.d.). Koneen hissien elinkaarianalyysit. Haettu 23.10. 2020 osoitteesta  
<https://www.kone.com/fi/yritysvastuu/energiatehokkaat-ratkaisut/tuotteidemme-elinkaarianalyysit.aspx>

Koneviesti. (2017). Ei ole samantekevää, mitä voitelurasvaa käyttää – Asiaa koneiden voitelurasvoista. Haettu 23.10. 2020 osoitteesta <https://www.koneviesti.fi/tekniikkaa-tietoa/artikkeli-1.177134>

Masinotek Oy. (2020). Ahjo kunnossapitojärjestelmä. Haettu 8.11.2020 osoitteesta  
<https://masinotek.com/pages/ahjo.html>

Mipro. (2020). Mipro Vivo kunnossapitojärjestelmä. Haettu 8.11.2020 osoitteesta  
<https://miprovivo.io/>

M-Technology. (2020). Wisemaster Maintflow kunnossapitojärjestelmä. Haettu 8.11.2020  
osoitteesta <https://www.m-technology.fi/>

Opetushallitus. (n.d.). Mitä on kunnossapito. Haettu 16.9.2020 osoitteesta  
[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet\\_1-1\\_mita\\_on\\_kunnossapito.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html)

Opetushallitus2. (n.d.). Monimutkaisemmat laitteet. Haettu 7.11.2020 osoitteesta  
[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet\\_1-3\\_kunnossapidon\\_merkityksen\\_korostuminen.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-3_kunnossapidon_merkityksen_korostuminen.html)

Pinja. (2020). Novi kunnossapitojärjestelmä. Haettu 8.11.2020 osoitteesta  
<https://www.pinja.com/teollinen-digitalisaatio/novi/>

Promaint 1. (2013). Teollisuusvoitelu. KP-Media Oy. Kerava: Savion Kirjapaino Oy.

Promaint 2. (n.d.). Ajattelet, että rasva on vain rasvaa? Mieti uudelleen. Haettu 23.10. 2020  
osoitteesta <https://www.kunnossapidonyritykset.fi/Yritykset/Finnoleum-Oy/Ajattelet-etta-rasva-on-vain-rasvaa-Mieti-uudelleen>

Promaint 3. (n.d.). Käyttövarmuus mittaa investoinnin onnistumisen. Haettu 23.10.2020  
osoitteesta <https://promaintlehti.fi/Kunnonvalvonta-ja-kayttovarmuus/Kayttovarmuus-mittaa-investoinnin-onnistumisen>

PSK 6201. (2011). Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. PSK Standardisointi.

PSK Standardisointi. (2020). PSK Standardisointi. Haettu 8.10.2020 osoitteesta <https://psk-standardisointi.fi/psk/yleista/>

Profibus. (2020). Profibus DP. Haettu 15.10.2020 osoitteesta  
<https://www.profibus.com/technology/profibus/overview/>

Riihimäen Veden vuosikertomus. (2019). Riihimäen Veden 2019 vuosikertomus. Haettu 11.11.2020 osoitteesta <https://www.riihimaenvesi.fi/wp-content/uploads/sites/6/2020/09/Vuosikertomus-2019.pdf>

Riihimäen Vesi. (2020). Riihimäen Vesi. Haettu 23.9.2020 osoitteesta <https://www.riihimaenvesi.fi/>

SFS-EN 13306:2017. (2017). Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. SFS Online.

Seclion Oy. (2020). Spotilla kunnossapitojärjestelmä. Haettu 8.11.2020 osoitteesta <https://www.spotilla.com/>

Suomen Standardisoimisliitto. (2020). SFS Ry. Haettu 8.10.2020 osoitteesta [https://www.sfs.fi/sfs\\_ry](https://www.sfs.fi/sfs_ry)

Tuominen, K. (2010). Lean. Tehoa ja laatua kunnossapidon kehittämiseen. Helsinki: A Bonnier Group Company.

## Liite 1: Malliesimerkki laiterekisteristä

## Rakennus 1

Positio	Laite	Valmistaja	Tyyppi	Sarjanumero	Komissionumero	Vääntömomenttialue	Sähkömoottori	Jännite [V]	Taajuus [Hz]	Teho [kW]
Halli										
CBV-001	1 Moottoriventtiili	Koneteräs	HET-RO1	1003583	715517333	40-120	KauMA 3-VAIHE	400	50	15
CBV-002	1 Moottoriventtiili	Koneteräs	HET-RO1	1003584	715517333	40-121	KauMA 3-VAIHE	400	50	15
Positio	Laite	Valmistaja	Tyyppi	Sarjanumero	Kansio	Sähkömoottori	Jännite [V]	Taajuus [Hz]	Teho [kW]	
Kellari										
KPK-1	1 Pumppu	Tehopumput	VALK-77	1200	10	PauWer	230	50	100	
KPK-2	1 Pumppu	Tehopumput	VALK-100	1201	10	PauWer	230	50	120	

## Rakennus 2

Positio		Laite	Valmistaja	Tyyppi	Sarjanumero	Teho [kW]	Huolto
DOR-1	1	Kone 1	Cubus	DRRUDE-1-33	12		-puhdista suodatin 3 kk välein
HAL-1	1	Kone 2	Cubus	DRRUDE-2-65	1222		-puhdista suodatin 1 kk välein
HAL-1	1	Kone 2 / sähkömoottori	Cubus	PauWer	1223	540	
HAL-1	1	Kone 2 / sähkömoottori	Cubus	PauWer	1224	720	

## Liite 2: Käyttäjäkokeuskyselyn rakenne ja kysymykset

Kunnossapitojärjestelmien käyttäjäkokeuskyselyn rakenne tai suuntaa antavia kysymyksiä kunnossapitojärjestelmiin liittyvästä keskustelusta:

- Oletteko olleet tyytyväisiä kunnossapitojärjestelmään ja kuinka kauan järjestelmä on ollut teillä käytössä?
- Miten kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto onnistui? Hoituiko se ajallaan ja ottiko puhdistamon henkilöstö sen helposti käyttöön? Jos oli vaikeuksia ottaa käyttöön, niin miten ongelmat ratkaistiin?
- Onko henkilöstö käyttänyt kunnossapitojärjestelmää? Merkinnyt havaintoja, käyttänyt historia näkymää? Onko järjestelmä parantanut puhdistamon suorituskykyä?
- Onko kartta ja kuvien ottamisovellus ollut helppokäyttöinen? Ja onko mobiili ja hallintoportaali ollut toimiva ratkaisu?
- Onko etätuki toiminut hyvin/oletteko käyttäneet sitä? Minkälainen pääkäyttäjien koulutus oli järjestelmään?
- Liitittekö kunnossapitojärjestelmää mahdollisesti automaatiojärjestelmään? Miten järjestelmä onnistui kunnossapitojärjestelmän ja automaatiojärjestelmien integraatiossa?
- Oletteko ajatelleet vaihtaa järjestelmää toiseen?
- Onko päiväkirja ollut hyödyllinen?
- Onko töiden vastaanotto ja kuittaus älypuhelimella helppokäyttöinen?
- Mitä laajennusominaisuuksia olette ottaneet käyttöön?