

Kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto biokaasulaitoksella

Askel kohti ennakoivaa kunnossapitoa



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Forssa, Tieto- ja viestintätekniikka, biotalouden koulutus

kevät 2021

Pasi Ampuja

Tekijä	Pasi Ampuja	Vuosi 2021
Työn nimi	Kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto biokaasulaitoksella	
Ohjaaja	Anne-Mari Järvenpää	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli ottaa käyttöön kunnossapitojärjestelmä Envor Group Oy:n biokaasulaitoksella Forssassa. Laitoksella oli kunnossapidon tiedot tehdyistä töistä hyvin huonosti saatavilla. Osa tiedoista oli laitosmiesten muistin varassa.

Kunnossapitojärjestelmän tarkoituksena oli keskittää tiedot tehdyistä ja tulevista töistä yhteen paikkaan, helposti saataville. Opinnäytetyössä perehdyttiin kunnossapitoon ja kunnossapidon menetelmiin kirjallisuuden avulla sekä käytännön tasolla.

Opinnäytetyön tuloksena laitoksella otettiin käyttöön Arrow Novi-kunnossapitojärjestelmä ja tehtiin dokumentaatio järjestelmän käyttäjille ja ylläpidolle. Käyttöönotto muodostui laitetietojen keräämisestä, laitetietokannan täyttämisestä, käyttäjäkoulutuksesta ja varsinaisesta kunnossapitojärjestelmän käyttöönotosta laitoksella.

Kunnossapitojärjestelmään laadittiin myös huolto-ohjelmat muutamalle laitteelle.

Avainsanat Käyttöönotto, kunnossapito, kunnossapitojärjestelmä, Novi

Sivut 32 sivua

ABSTRACT

This thesis was commissioned by Envor Group Oy located at Forssa. The purpose of the thesis was to commission CMMS software (Computerized Maintenance Management System) at the biogas plant of Envor Group Oy, since the information on previous maintenance was hard to find and some pieces of the information were relying mainly on the memory of the workers at the plant.

The CMMS was commissioned to gather information on the past and the coming maintenance tasks. In addition, the information should be easy to access. In the thesis, maintenance and maintenance methods were introduced and discussed, both theoretically and in practice.

As a result of the thesis, the Arrow Novi CMMS was commissioned and documented. The documents were made both for users and for system administrators. The commissioning consisted of gathering information on the devices at the plant, filling in the device database, user training and the actual commissioning of the CMMS. Finally, the maintenance plans were made and added to the CMMS software for a few devices.

Keywords Commissioning, maintenance, CMMS, Novi

Pages 32 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kunnossapito	2
2.1	Kunnossapidon eri lajit.....	2
2.2	Ennakoiva kunnossapito	3
2.3	TPM – kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito.....	5
2.4	RCM – Luotettavuuskeskeinen kunnossapito	8
2.5	Kunnossapitojärjestelmä.....	9
3	Kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto.....	10
3.1	Arrow Novi-käyttöliittymä	11
3.2	Laitehierarkia	12
3.2.1	Laitehierarkia biokaasulaitoksella	12
3.2.2	Laitehierarkian rakenne Novissa	13
3.3	Laitekortti.....	16
3.4	Työtilaukset.....	19
3.5	Työaikataulu.....	23
3.6	Huollot.....	24
3.6.1	Kalenterihuolto.....	25
3.6.2	Reittihuolto.....	26
3.7	Tarkkailut.....	27
3.8	Raportit	28
4	Johtopäätökset ja pohdinta.....	29
	Lähteet.....	31

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Kunnossapidon eri lajit (mukailtu lähteestä PSK 6201/2011, s. 22).	3
Kuva 2. Kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon peruspilarit (Troat, n.d.)	6
Kuva 3. Novi käyttöliittymän päävalikko tuotannon työntekijöille.	11
Kuva 4. Pääkäyttäjän käyttöliittymän päävalikko.....	12
Kuva 5. Laitehierarkian päätasot.	14
Kuva 6. Laitehierarkian alatasot biokaasulaitoksella.....	15
Kuva 7. Esikäsittelyn alatasot.	15

Kuva 8. Esikäsittelyn venttiilit.....	16
Kuva 9. Tyhjä laitekortti.....	16
Kuva 10. Valvomojärjestelmän tietopistelistaus.....	17
Kuva 11. Otos tiedonsiirtolomakkeesta.....	17
Kuva 12. Otos laitetietokannasta.....	18
Kuva 13. Vastaanoton prosessikuva.....	18
Kuva 14. Laitekortille valitut kentät.....	19
Kuva 15. Työpyynnön tekeminen.....	20
Kuva 16. Uusi työpyyntö.....	21
Kuva 17. Tallennetun työkortin ilmoitusosa.....	22
Kuva 18. Työkortin raportointiosa.....	22
Kuva 19. Työaikataulu Novissa.....	24
Kuva 20. Kalenterihuoltojen rakenne.....	25
Kuva 21. Kalenterihuollon toimenpiteet ja työohjeet.....	26
Kuva 22. Reittihuollon suunnittelunäkymä.....	27
Kuva 23. Reittihuollon raportointi.....	27
Kuva 24. Tarkkailujen reittihuoltoryhmä suunnittelunäkymässä.....	28
Kuva 25. Otos laitetietokannan tarkkailut päätasosta.....	28
Kuva 26, Työlajiraportti,	29
Kuva 27. Top 10 – laitteet korjaustapahtumittain.....	29
Taulukko 1. 5S menetelmän sanat (Pinja, n.d. -a).....	6
Taulukko 2. Laitoksen alueet ja aluekoodit.....	13
Taulukko 3. Laitetyyppikoodit ja niiden merkitys.....	13
Taulukko 4. Kiireellisyysluokka ja kiireellisyys.....	20
Taulukko 5. Työn tilan vaihtoehdot.....	23
Taulukko 6. Työlajin vaihtoehdot.....	23
Taulukko 7. Vikatyyppit.....	23
Taulukko 8. Työaikataulun värit.....	24
Kaava 1. Käyttöasteen kaava (PSK 6201/2011, 4).....	2

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen käyttöönotto. Työn tarkoituksena on ottaa käyttöön kunnossapitotietojärjestelmä biokaasulaitokselle ja dokumentoida käyttöönotto. Kunnossapitotietojärjestelmä on tärkeä työkalu kunnossapidon kustannusten seurantaan. Kunnossapitotietojärjestelmän käyttöönoton myötä on tarkoitus siirtyä kohti ennakoivaa kunnossapitoa, sen sijaan että jatkuvasti korjataan kunnossapidon puutteesta johtuvia vikoja. Tietojärjestelmä otetaan ensimmäisessä vaiheessa käyttöön toimeksiantajan biokaasulaitoksella Forssassa. Biokaasulaitoksen kokonaisuuteen kuuluvat biokaasulaitos, typenpoistolaitos, jätevedenpuhdistamo ja tieliikennekaasun tankkausasema.

Työ on tehty Envor Group Oy:lle. Envor Group Oy muodostuu neljästä yrityksestä, joiden historia alkaa vuodelta 1964. Envor Group nimi on tullut käyttöön 2006. Kyseessä on perheyritys, jolla on pitkä kokemus kierrätyspalveluiden tuottamisesta. Toiminta-ajatuksena on alun alkaen ollut tarjota ympäristöhuollon täsmäpalveluita kaupan-, teollisuuden- ja kiinteistöalalle. (Envor Group Oy, n.d.)

Yrityksellä on ennestään käytössä M-Files tiedonhallintaohjelmisto, mutta tämä ei palvele biokaasulaitoksen kunnossapitotarpeita ja sen käyttö on todettu monimutkaiseksi biokaasulaitoksen laitosmiesten taholta. Ennen tämän toimeksiannon alkamista kunnossapitotietojärjestelmäksi on valittu Arrow Novi, Arrow Engineering Oy:ltä.

Opinnäytetyön tuloksena syntyy käyttöönotettu kunnossapitotietojärjestelmä, kunnossapitotietojärjestelmän ylläpito-ohjeistus ja järjestelmän käyttäjäohje. Ohjeistus liitetään osaksi toimeksiantajan toimintajärjestelmää. Toimintajärjestelmä koostuu kolmesta osasta, osat ovat toimintakäsikirja, sisäiset toimintaohjeet ja työohjeet. Työssä syntyvät dokumentit kuuluvat sisäisiin toimintaohjeisiin.

2 Kunnossapito

Käsite kunnossapito pitää sisällään monenlaisia toimintoja. Yleensä kunnossapidolla tarkoitetaan esimerkiksi laitteiden huoltoa ja hoitoa niin, että ylläpidetään niiden toimintakuntoa. (Julin, 2018, s. 6) Kunnossapito on toiminto, joka vastaa koneiden ja laitteiden toimivuudesta. Kunnossapitoa pidetään yleensä aktiviteettinä, joka vain aikaansaa ylimääräisiä kustannuksia. (Hämäläinen, 2010, s. 1) Kunnossapidolla pyritään ehkäisemään viat ennalta ja välttämään yllätyksellisiltä tuotannon pysähdyksiltä. (Hämäläinen, 2010, s. 3) Standardissa PSK 6201 (2011) on seuraava määritelmä kunnossapidolle: ”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.”

Käyttöasteen korkealla pitäminen on kunnossapidon yksi tärkeimmistä tehtävistä. Hyvällä kunnossapidolla vältytään ylimääräisiltä katkoksilta laitteen toiminnassa. (Arrow Engineering Oy, 2017) Käyttöaste on käyttötuntien suhde tarkasteltavan jakson kokonaisuikaan (PSK 6201/2011, 4.). Käyttöaste voidaan laskea alla olevan kaavan mukaisesti.

Kaava 1. Käyttöasteen kaava (PSK 6201/2011, 4).

$$U = \frac{T_a}{T} * 100 \%$$

Kaavassa U on käyttöaste, T_a on käyttötuntien määrä ja T on tarkastelujakson kokonaisuika.

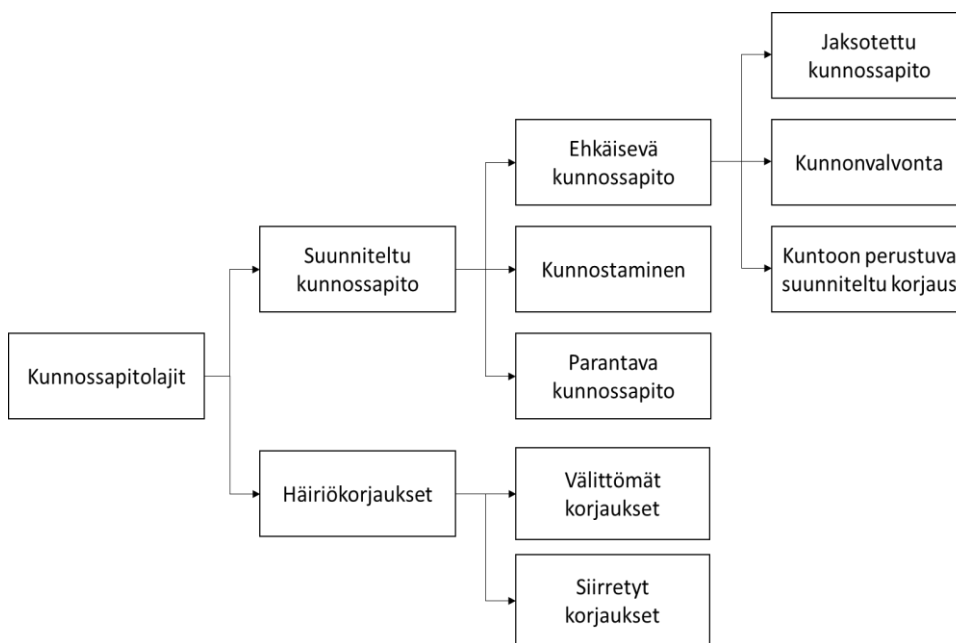
2.1 Kunnossapidon eri lajit

Tehokas kunnossapito edellyttää, että jaotellaan kunnossapidon toimenpiteet eri lajeihin. Jaottelun avulla voidaan jakaa kunnossapidosta syntyvät kustannukset ja seurata kunnossapidon tehokkuutta. (Julin, 2018, s. 7)

PSK 6201 standardin mukaan kunnossapito voidaan jakaa kahteen pääkohtaan, suunniteltu kunnossapito ja häiriökorjaukset. Nimensä mukaan häiriökorjaukset ovat yllättäviä ja

monesti tuotannon pysäyttäviä. Tuotannon pysäyttävät häiriökorjaukset vaativat aina välittömän korjauksen ennen kuin tuotanto voi jatkua. Häiriökorjaukset, jotka eivät estä tuotannon jatkumista ovat niin sanottuja siirrettyjä häiriökorjauksia, ja ne voidaan suorittaa tuotannon kannalta sopivampana ajankohtana. Suunniteltu kunnossapito on jaettu kolmeen lajiin, ehkäisevä kunnossapito, kunnostaminen ja parantava kunnossapito. Ehkäisevä kunnossapito vielä edelleen jaksotettuun kunnossapitoon ja kuntoon perustuvaan suunniteltuun korjaukseen. Kunnossapidon lajit voidaan esittää kaaviomuodossa (Kuva 1). (PSK 6201/2011, s. 22)

Kuva 1. Kunnossapidon eri lajit (mukailtu lähteestä PSK 6201/2011, s. 22).



2.2 Ennakoiva kunnossapito

Ennakoiva kunnossapito sisältää säännöllisesti tehtäviä toimenpiteitä. Toimenpiteet ovat vikaantumisen aikaansaavien syiden seuranta sekä havainnointi, toimenpiteet, joilla kone pidetään suunnitellussa toimintakunnossa ja alkavan vikaantumisen havainnointi sekä korjaaminen ennen kuin vika pysäyttää koneen. Suunniteltu korjaava kunnossapito kuuluu myös ennakoivaan kunnossapitoon. Ennakoiva kunnossapito muodostuu neljästä osa-alueesta. Nämä ovat toimintaolosuhteiden vaaliminen, tarkastukset, suunnitellut korjaukset ja modernisoinnit. (Järviö, 2017, s. 100)

Tehokkaan ja tuottavan kunnossapito-organisaation edellytys on, että organisaation toiminta on hallittua ja järjestelmällistä. Jos toimintatapa on reagoiva, tämä ei onnistu. Ennakoivan kunnossapidon avulla voidaan prosessin luotettavuus asettaa tasolle täysin varma, mutta yleensä tämä on liian kallista. Teollisuudessa asetetaan tavoiteltava varmuustaso matalammalle. Varmuustasolla on siis taloudellinen näkökulma. Ennakoivan kunnossapidon tehokkuus määräytyy sen mukaan, miten hyvin kunnossapidon toimenpiteet voidaan aikatauluttaa ja suunnitella ennakkoon. Hyvän kunnossapidon merkki on, että tiedetään noin 80 % työkuormasta kolme viikkoa ennakkoon. Ennakoiva kunnossapito on järkevää, kun kunnossapidon puutteen aikaansaamat kustannukset ovat suuremmat kuin suoritettun ennakoivan kunnossapidon kustannukset ja kun on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä. (Järviö, 2017, s. 101)

Perinteisen kunnossapidon yksi perusongelmista on ennakoivan kunnossapidon suunnittelu. Kunnossapito-ohjelmat on suunniteltu koneiden valmistajien ohjeiden ehdoilla ja omien kokemusten pohjalta, koska ei ole ollut toimivia työkaluja ja menetelmiä. Edellä mainitun takia kunnossapitoa ja erityisesti ennakoivaa kunnossapitoa tehdään liikaa. (Järviö, 2017, s. 163) John Moubrayn mukaan 40–70 % ennakoivasta kunnossapidosta on turhaa (Järviö, 2017, s. 101). John Moubray (s. 1942, k. 2004) oli Brittiläinen insinööri, joka kehitti edelleen RCM-menetelmän RCM2-menetelmäksi. RCM on lyhenne sanoista Reliability Centered Maintenance, joka voidaan suomentaa luotettavuuskeskeinen kunnossapito. (Reliabilityweb.com, n.d.).

Viimeisempien vuosikymmenten aikana on kehitetty useita toimintamalleja liikkeenjohtamiseen ja kunnossapitoon. Merkittävimpiä ovat laatujohtannaiset strategiat, TPM, eli kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito, RCM, SRCM, joka tarkoittaa virtaviivaistettua RCM-menetelmää, Asset Management, eli käyttöomaisuuden hallinta ja Six Sigma. (Järviö, 2017, s. 115)

Näistä edellä mainituista menetelmistä kunnossapidon toimintamalleiksi soveltuvat TPM, RCM ja SRCM. Kunnossapidon toimintamalleihin perehdytään lähemmin seuraavissa kappaleissa.

2.3 TPM – kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito

TPM on lyhenne sanoista Total Productive Maintenance, eli suomennettuna kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito. TPM on globaali käsite, joka tarkoittaa samaa asiaa kaikilla kielialueilla. (Järviö, 2017, s. 147)

Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito on alkujaan kehitetty Japanissa 1950-luvulla. Menetelmä suunniteltiin laitehallintastrategiaksi laadunhallinnan tueksi. Japanilaiset huomasivat, että tuotannon laatu ei ole tasainen huonosti kunnossapidetyillä laitteilla. Menetelmä kehitettiin edelleen 1970-luvulla, jolloin mukaan tuli kokonaisvaltaisuus, eli menetelmässä otettiin huomioon myös työntekijöiden osuus kunnossapitojärjestelmässä. (Wireman, 2004, ss. 5–6)

TPM on toimintatapa, jolla saadaan työntekijät mukaan laitteidensa kunnossapitoon korostamalla ennakoivia ja ennaltaehkäiseviä kunnossapitomenetelmiä. TPM tavoittelee virheetöntä tuotantoa. Virheettömässä tuotannossa ei ole laiterikkoja, pysähtynyttä tai hidastunutta tuotantoa, vikoja eikä tapaturmia. Laitteiden korjaaminen vasta kun ne rikkoutuvat ei ole vaihtoehto, kun TPM on käytössä. TPM auttaa pääsemään eroon tästä ajattelutavasta. (Trout, n.d.)

Kokonaisvaltaisella tuottavalla kunnossapidolla on useampi välitön ja välillinen etu. Siirtyminen reagoivasta kunnossapidosta ennakoivaan kunnossapitoon on TPM menetelmän suurin etu. Tulipalojen sammutus (reagoiva kunnossapito) on kallista. Kustannuksia ei tule ainoastaan rikkoutuneesta laitteesta, vaan myös yllättäen pysähtyneestä tuotannosta. Vähempi suunnittelematon tuotannon pysäytys nostaa myös työntekijöiden luottamustasoa. Työtapaturmat vähenevät, jolloin työntekijöiden asenne muuttuu positiivisemmaksi. (Trout, n.d.)

TPM rakentuu kahdeksan peruspilarin ympärille. Peruspilarit ovat esiteltyinä kuvassa 2 (Kuva 2). Pilarit perustuvat 5S järjestelmään, joka on organisatorinen menetelmä perustuen viiteen Japaninkieliseen s-alkuiseen sanaan ja niiden merkitykseen. Sanat ovat: seiri, seiton, seiso, seiketsu ja shitsuke. Sanojen vapaa suomennos on nähtävillä taulukossa 1 (Taulukko 1). Peruspilarit ja niiden järjestys vaihtelevat hieman lähteestä riippuen.

Kuva 2. Kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon peruspilarit (Troat, n.d.).



Taulukko 1. 5S menetelmän sanat (Pinja, n.d. -a).

JAPANI	ENGLANTI	SUOMI
SEIRI	sort	sortteeraus, lajittelu
SEITON	set in order	systematisointi
SEISO	shine	siivous
SEIKETSU	standardize	standardisoi
SHITSUKE	sustain	seuranta

Lajittelussa luovutaan työpaikan ympäristössä olevasta tarpeettomasta tavarasta. Lisäksi tarpeelliset tavarat järjestetään ja niille mietitään sopivat säilytyspaikat. **Systematisoinnilla** selkeytetään työpaikan järjestystä sekä toimintamalleja. Eri työpisteet rajataan mahdollisuuksien mukaan ja niihin kuuluvat työvälineet merkataan, jolloin työntekijöiden on helppo huomata, jos jokin ei ole paikallaan. **Siivous** sisältää oman työpisteen tai -alueen päivittäisen siivouksen. Siivous pitää sisällään myös tuotantolaitteiden päivittäisen huolto-ohjelman mukaisen huollon. **Standardisointi** edellyttää, että työntekijöiden kanssa sovitaan yhteisistä toimintatavoista ja pelisäännöistä. Tehdään esimerkiksi lista työpisteeseen kuuluvista työkaluista tai siivousaikataulu. **Seuranta** on kaikkein tärkein viidestä ässästä. Seurannassa tarkistetaan, että sovittuja toimintatapoja ja käytäntöjä noudatetaan. Seuranta

tekee 5S menetelmästä rutiinin. Tämä vaatii työntekijöiden ja työnjohdon hyvää kommunikointia ja yhteistä vastuunottoa. (Pinja, n.d. -a)

Ensimmäinen TPM-peruspilari on itsenäinen kunnossapito. Itsenäisellä kunnossapidolla tarkoitetaan laitteen käyttäjän suorittamaa päivittäistä peruskunnossapitoa. Tämä edellyttää, että laite on kunnostettu ja puhdistettu tiettyyn perustason, jota ylläpidetään itsenäisessä kunnossapidossa. Laitteen käyttäjä koulutetaan suorittamaan peruskunnossapito ja laitteen toimintatarkastus. Näin varmistetaan, että laite on aina toimintakunnossa ja mahdolliset tulevat viat huomataan ajoissa. Standardisoinnilla pidetään huoli, että kaikki käyttävät samoja menetelmiä ja toimintatapoja. (Trout, n.d.)

Toinen peruspilari, eli keskittynyt parannus rakentuu japaninkielisen kaizen-termin ympärille. Kaizen on suomeksi parannus. Keskittyneessä parantamisessa katsotaan prosesseja kokonaisuuksina ja pohditaan miten niitä voi parantaa samalla säilyttäen laitteiden toimintakunto. (Trout, n.d.) Jatkuvan parantamisen avain on löytää oikeat ongelmat ja varmistaa, että ongelmat ratkaistaan (Roser, 2021).

Kolmas peruspilari on suunniteltu tai ennakoiva kunnossapito. Suunnitellussa kunnossapidossa perehdytään prosessien mittareihin, kuten vikaantumistaajuus ja menneisiin seisokkeihin. Seisokki on aika, jolloin prosessi tai laite on pysähdyksissä kunnossapidon vuoksi. Näiden mittareiden perusteella voidaan ajoittaa kunnossapito ajankohtaan, jolloin tuotanto on vähempää tai on kokonaan pysähdyksissä. (Trout, n.d.)

Neljäs peruspilari on laatua parantava kunnossapito. Kaikki kunnossapidon suunnittelu on turhaa, jos kunnossapitoa ei tehdä laadukkaasti. Laatua parannetaan käyttämällä juurisyy menetelmää, jolla löydetään toistuvia vikoja aiheuttavat tekijät. Laatua parantamalla pyritään tilanteeseen, jossa laatuvirheitä ei synny. (Trout, n.d.)

Aikainen laitteiden hallinta, viides peruspilari, perustuu suurilta osin aikaisempiin kokemuksiin laitteista. Uuden laitteen asennuksessa otetaan huomioon kokemukset laitteen kunnossapidosta ja asennetaan laite siten, että esimerkiksi voitelu ja osien vaihtaminen on mahdollisimman sujuvaa (Trout, n.d.).

Harjoittelu ja koulutus, kuudes peruspilari, on suuressa roolissa kunnossapitostrategian käyttöönotossa. Tiedon puute laitteistosta romuttaa minkä tahansa kunnossapitostrategian. Koulutukseen ja harjoitteluun osallistuvat niin laitoksen operaattorit kuin työnjohto ja kunnossapitohenkilöstö. Koulutuksella taataan, että kaikki ymmärtävät TPM menetelmän tavoitteet. (Trout, n.d.)

Turvallisuus, terveys ja ympäristö muodostavat seitsemännen peruspilarin. Ylläpitämällä turvallisen työympäristön varmistetaan, että työntekijät voivat tehdä työnsä turvallisesti ilman terveysriskejä. On tärkeä tehostaa tuotantoa, mutta ei uhkaamalla työntekijöiden turvallisuutta. Kaikissa TPM:ssä tehtävissä toimenpiteissä on huomioitava turvallisuus, terveys ja ympäristö. (Trout, n.d.)

Kahdeksas ja viimeinen peruspilari on hallinnon TPM. Hallinnon TPM edellyttää, että hallinnossa otetaan käyttöön edelliset pilarit hallinnolle soveltuvien menetelmin.

2.4 RCM – Luotettavuuskeskeinen kunnossapito

RCM on lyhenne sanoista reliability centered maintenance, eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito. RCM on alkujaan määritelty 1950-luvulla ja kehitetty 1960-luvulla lentokoneiden ennakoivan kunnossapidon menetelmäksi. Menetelmää on myöhemmin sovellettu Yhdysvaltain laivastossa ja laajasti energiasektorilla. John Moubrey teki menetelmän tunnetuksi 1980-luvulla soveltamalla menetelmän teollisuudelle. Tästä menetelmästä on myös käytetty nimeä RCM2. RCM-menetelmässä ei oleteta mitään, vaan kaikki tutkitaan. Tämä tekee menetelmästä raskaan ja kalliin. Tämän seurauksena on luotu kevyempiä malleja, joissa voidaan tehdä oletuksia. Oletukset perustuvat aiempiin kokemuksiin vastaavista prosesseista ja laitteista. Kevennetty RCM tunnetaan nimellä SRCM (streamlined RCM), eli virtaviivaistettu RCM. (Järviö, 2017, s. 166)

RCM-toimintamallissa selvitetään ensiksi mitkä prosessit vaativat eniten kunnossapitoa. Prosessien koneet ja laitteet luetellaan, jonka jälkeen selvitetään millä tavoin kyseiset koneet ja laitteet voivat vikaantua. Koneiden ja laitteiden vikaantumisien seuraukset selvitetään. Laitteet voidaan asettaa tärkeysjärjestykseen vikaantumisen seurauksien vakavuuden mukaan. Tämän jälkeen tutkitaan, minkälaisia kunnossapidon menetelmiä on käytössä ja

niiden soveltuvuus tuotantolaitokselle. Mikäli soveltuva kunnossapitomenetelmää ei ole, laaditaan suunnitelma, jolla kyseisestä vikaantumisesta selvittää. Saatujen tietojen perustella luodaan tuotantolaitoksen kunnossapitosuunnitelma. (Maxgrip, n.d.)

Tämä toimintamalli ei ole yksittäinen toimintastrategia, vaan optimoitu yhdistelmä reagoivaa, ennakoivaa, ehkäisevää ja kuntoon perustuvaa kunnossapitoa. Vaikka RCM käyttöönotto on kallista, niin on tutkittu, että käytössä menetelmä säästää jopa 40 % kunnossapitokustannuksissa. (Maxgrip, n.d.)

2.5 Kunnossapitojärjestelmä

Kunnossapitojärjestelmä on ohjelmisto, joka keskittää kunnossapitotiedot ja helpottaa kunnossapidon toimenpiteitä. Kansainvälisesti kunnossapitojärjestelmä tunnetaan lyhenteellä CMMS, eli computerized maintenance management software. (IBM, n.d.) Kunnossapitojärjestelmä on ennakoivan kunnossapidon työkalu, jolla voidaan hallita ja suunnitella kunnossapitoa. Järjestelmän käyttäjinä toimivat tuotannon työntekijät, kunnossapitohenkilöstö ja kunnossapidon ulkopuoliset kumppanit (Pinja, n.d. -b). Kunnossapitojärjestelmän ytimenä toimii tietokanta, jossa laite- ja muut tiedot ovat jäsennehtynä (IBM, n.d.). Kunnossapitojärjestelmään voidaan lisätä esimerkiksi huolto-ohjeita, kunnossapitoasiakirjoja ja kuntoarvioita (Pinja, n.d. -b). Laitetietokanta sisältää jokaisen laitteen tiedot, kuten valmistaja, malli, sarjanumero, laiteluokka, sijainti, takuutiedot, dokumentaatio ja tarvittavat muut tiedot laitteesta (IBM, n.d.).

Kunnossapitojärjestelmän päätoimintona pidetään työpyyntöjä. Työpyynnöt sisältävät tietoa, kuten työpyynnön numero, työn kuvaus, työn tärkeys (prioriteetti), työlaji (vikakorjaus, kunnostaminen, määräaikaishuolto, jne), työn tekijä, vikatyyppe ja syy (IBM, n.d.). Työpyynnöt voidaan luoda automaattisesti säännöllisesti toistuville töille, kuten määräaikaishuollot (IBM, n.d.). Työpyyntö tehdään käsin, kun toimenpidettä vaativa havainto tehdään prosessissa. Työpyynnön voi tehdä jälkikäteen, jos havaittu vika vaatii välittömiä toimenpiteitä.

Hyvän kunnossapitojärjestelmän hyötyjä ovat mm. kunnossapidon ja tuotannon yhteistyön paraneminen, kunnossapitokustannusten seuranta, koneiden elinkaarianalyysit, laitteiden

vikahistoria, huoltosuunnitelmien ja ennakkohuoltojen kirjaukset (Pinja, n.d. -b). Siirryttäessä ennakoivaan kunnossapitoon edellytyksenä on, että käytössä on toimiva kunnossapitojärjestelmä, jolla saadaan kerättyä tietoa prosesseista ja laitteille tehdyistä toimenpiteistä (IBM, n.d.).

3 Kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto

Ennen tämän opinnäytetyön aloitusta Arrow Novi oli valittu Envor Group Oy:n kunnossapitojärjestelmäksi. Kunnossapitojärjestelmän käyttöönotossa tärkeimmät tavoitteet olivat saada tiedot talteen kunnossapidosta, saada ennakkohuollot kirjattua järjestelmään, saada tietoa mihin kunnossapidon resurssit kohdistuvat ja siirtyä kohti ennakoivaa kunnossapitoa.

Novi on Arrow Engineering Oy:n (nykyisin Novi by Pinja) valmistama kunnossapitojärjestelmä, joka on tarkoitettu, ennakoivan kunnossapidon hallintaan ja kehittämiseen. Novi on pilvipalveluun perustuva järjestelmä, jota voi käyttää millä tahansa päätelaitteella ja selaimella. Novin käyttöliittymä on visuaalinen ja selkeä. (Arrow Engineering Oy, 2017)

Käyttöönotto toteutettiin vaiheittain. Käyttöönoton ensimmäisessä vaiheessa kerättiin laitteiden perustiedot. Tietojen keruussa hyödynnettiin laitoksen valvomojärjestelmää, josta saatiin listaus valvomon tietopisteistä. Tiedot kopioitiin Arrow Engineeringin toimittamalle tiedonsiirtolomakkeelle, josta tiedot siirrettiin massana kunnossapitojärjestelmään.

Käyttöönoton toisessa vaiheessa perehdyttiin Novin toimintoihin ja parametreihin, jotka mahdollistavat käyttöliittymän muokkaamisen. Seuraavissa kappaleissa enemmän Novin toiminnoista.

Kolmannessa vaiheessa tehtiin tuotannon työntekijöille koulutusmateriaali ja pidettiin heille käyttäjäkoulutus. Koulutus ja materiaalin tekeminen toteutettiin yhteistyössä Arrow Engineeringin kanssa. Koulutus toteutettiin kahdessa osassa, jotta kaikki tuotannon työntekijät voisivat osallistua. Koulutuksessa oli käytössä tietokoneet, joilla tuotannon

työntekijät pystyivät harjoittelemaan järjestelmään kirjautumista, työpyyntöjen tekemistä ja tarkastelemaan avoimia työpyyntöjä. Työtilauksen tekemisestä lisää kappaleessa 3.4.

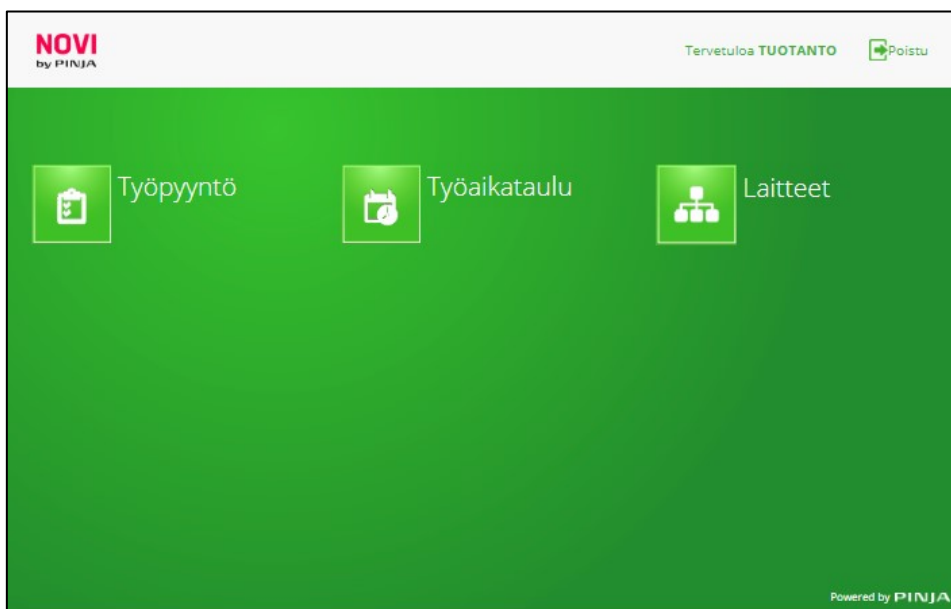
Neljäs vaihe oli järjestelmän käytön aloittaminen, eli varsinainen käyttöönotto. Tässä vaiheessa aloitettiin oikeiden työpyyntöjen tekeminen ja tuotannon työntekijät saivat käytännössä harjoitella tietojen syöttämistä työpyynnölle.

Käyttöönoton viimeinen vaihe oli ns. seurantavaihe, jossa käytiin läpi käyttäjiltä saatua palautetta ja tarkasteltiin tehtyjä työpyyntöjä. Palautteen perusteella tehtiin muutama muutos työpyyntöjen osalta. Työpyynnöistä poistettiin turhaksi todettuja tietoja.

3.1 Arrow Novi-käyttöliittymä

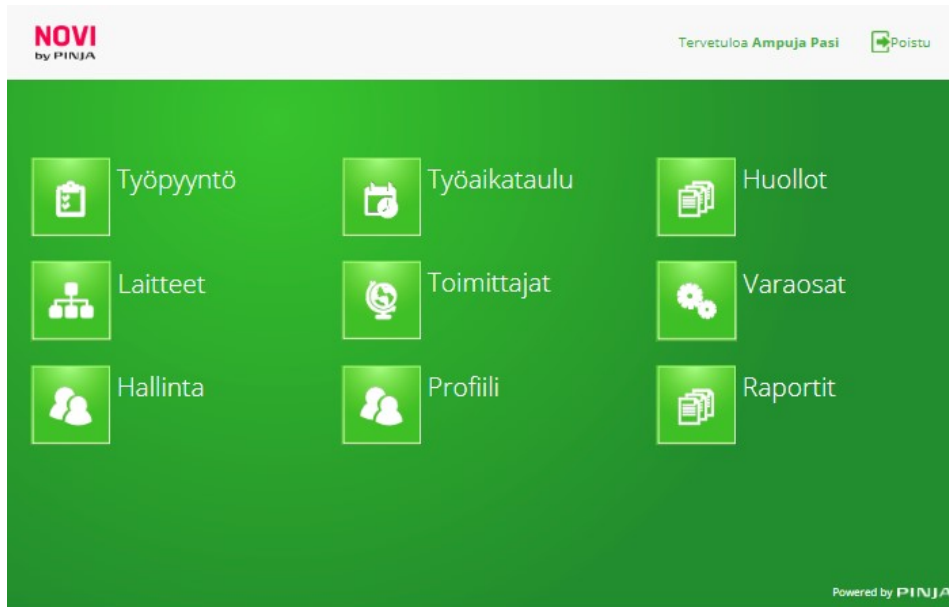
Novi mahdollistaa käyttäjäkohtaisesti räätälöidyn käyttöliittymän. Kuvassa 3 (Kuva 3) tuotannon työntekijöiden käyttöliittymän päävalikko ja kuvassa (Kuva 4) pääkäyttäjän päävalikko. Tuotannon työntekijöiden näkymään valittiin heille oleelliset toiminnot kunnossapitojärjestelmässä. Näkymä haluttiin pitää mahdollisena yksinkertaisena, jotta kynnys järjestelmän käytölle olisi mahdollisimman matala. Näkymään jätettiin vain toiminnot työpyyntö, työaikataulu ja laitteet.

Kuva 3. Novi käyttöliittymän päävalikko tuotannon työntekijöille.



Pääkäyttäjille näkyy kaikki kunnossapitojärjestelmässä käytössä olevat toiminnot. Kuva 4 sisältää pääkäyttäjän päävalikon.

Kuva 4. Pääkäyttäjän käyttöliittymän päävalikko.



3.2 Laitehierarkia

Laitehierarkialla luokitellaan laitoksen laitteet loogisesti, jolloin laite on helposti löydettävissä tietojärjestelmässä. Laitehierarkiassa noudatetaan rakennetta, joka mukailee laitteen fyysistä sijaintia laitoksella. Oikeanlainen laitehierarkia helpottaa ja nopeuttaa laitteen löytymistä hierarkiassa. (Tuomisalo, 2020)

3.2.1 Laitehierarkia biokaasulaitoksella

Biokaasulaitoksen laitehierarkia on rakennettu niin, että laitteen positiotunnuksessa on aluekoodi ja laitetyyppi sekä laitenumero. Aluekoodit ovat lueteltuna taulukossa 2 (Taulukko 2). Laitetyyppi muodostuu 2–4 kirjaimesta. Laitetyyppikoodien selitykset löytyvät taulukosta 3 (Taulukko 3).

Taulukko 2. Laitoksen alueet ja aluekoodit.

ALUE	ALUEKOODI
ESIKÄSITTELY	20
VASTAANOTTO	02
SYÖTTEENVALMISTUS	03
PUHDISTAMOLIETTEEN KÄSITTELY	16
BIOKAASUN KÄSITTELY	06
TYPENPOISTOLAITOS	13
KAASUMOOTTORI	08
HÖYRYNTUOTANTO	07
LINKOUS	05
HYGIENISOINTI, MÄDÄTESÄILIÖ JA MÄDÄTEALLAS	04
LIETELAITOS	40
VÄLPPÄÄMÖ	150
FLOTAATIOLAITOS	300

Taulukko 3. Laitetyyppikoodit ja niiden merkitys.

LAITE	KOODI
PUMPPU	PU
RUUVIKULJETIN	SC
HIHNAKULJETIN	BC
ALLAS TAI SÄILIÖ	TK
VENTTIILI TOIMILAITTEELLA	HV
KÄSIVENTTIILI	V
LÄMPÖTILAMITTAUS	TI
PINNANMITTAUS	LI
VIRTAUKSEN MITTAUS	FI
SEKOITIN	AG
KUIVAIN	DR

Esimerkiksi laite 13-PU-03 on typenpoistolaitoksella sijaitseva pumppu numero 03. Numero on, positiotunnuksia annettaessa, seuraava vapaa juokseva numero.

Kunnossapitojärjestelmän tietokannassa laitteet ovat yksilöitynä laitekoodilla. Laitekoodissa laitetyyppikoodi tulee ensimmäisenä ja välimerkkejä ei käytetä. Näin ollen positiotunnus 13-PU-03 on laitekoodina PU1303, sama käytäntö on käytössä laitoksen valvomojärjestelmän laitetietokannassa.

3.2.2 Laitehierarkian rakenne Novissa

Laitehierarkia on jaettu seitsemään päätasoon, joista kuusi ovat biokaasulaitoksen selkeitä erillisiä kokonaisuuksia. Näiden kuuden tason lisäksi hierarkiassa on yksi päätaso, tarkkailut,

jonka alle on koottu laadunvalvontaa ja viranomaisia varten otettavat näytteet, joista käytetään nimitystä tarkkailut. Kuvassa 5 (Kuva 5) päätasot ovat lueteltuna. Päätasot ovat numeroitu juoksevilla numeroinnilla siinä järjestyksessä, kun tasot on lisätty laitehierarkiaan. Esimerkiksi ensimmäiseksi on lisätty 01 Biokaasulaitos ja sen jälkeen 02 Kaasuprosessi.

Kuva 5. Laitehierarkian päätasot.

- +01 Biokaasulaitos
- +02 Kaasuprosessi
- +03 Typenpoisto
- +04 Jäteveden käsittely
- +05 Koneet
- +06 Tarkkailut
- +07 Sähkökeskukset

Jokaisen päätasot alla on alatasot alueittain. Alatasot ovat numeroitu päätasot numerolla ja omalla juoksevilla numerolla. Numerot ovat eroteltu pisteellä. Esimerkiksi biokaasulaitoksen esikäsitteily on laitehierarkiassa laitetunnuksella 01.01 / Esikäsitteily. Kuva 6 esittää biokaasulaitoksen alatasot, eli alueet. Alatasot ovat laitehierarkiassa sinisellä, näille voi kohdistaa työtehtäviä, eli työpyyntöjä. Työtehtävien kohdistaminen laitteille ja tasoille käsitellään myöhemmin alaluvussa 3.4.

Kuva 6. Laitehierarkian alatasot biokaasulaitoksella.



Alatasot on edelleen jaettu tasoihin laitetyyppien mukaan. Nämä on myös numeroitu perustuen ylätasonsa numerointiin. Esimerkiksi biokaasulaitoksen esikäsitelyyn pumpput löytyvät laitetunnuksella 01.01.04 / Pumpput. Kuvassa 7 (Kuva 7) esikäsitelyyn alatasot. Alatasoja on sen mukaan, minkälaisia laitteita kyseisellä alueella on. Mahdollisia laitetyppejä ovat altaat, kuljettimet, laitteet, mittalaitteet, moottorit, puhaltimet, pumpput, putkisto, ruuvit, sekoittimet, säiliöt, varolaitteet ja venttiilit. Lisäksi hierarkiaan on lisätty laitetyyppi muut, johon em. laitetyppeihin soveltumattoman laitteet lisätään.

Kuva 7. Esikäsitelyyn alatasot.



Kuva 8. Esikäsittelyn venttiilit.



3.3 Laitekortti

Laitekortti on visuaalinen näkymä laitteesta laitetietokannassa. Laitekortille kirjataan kaikki tarvittava tieto laitteesta. Alla olevassa kuvassa on tyhjä laitekortti. Laitekortissa on kolme pakollista tietoa, laitekoodi, nimi (laitteen kuvaus) ja taso (sijainti laitehierarkiassa).

Kuva 9. Tyhjä laitekortti.

Laite - Lisäys

Laitekoodi	<input type="text"/>	Toimittaja	<input type="text"/>
Nimi	<input type="text"/>	Valmistaja	<input type="text"/>
Taso	<input type="text"/>	Valmistusvuosi	<input type="text"/>
Tyyppi	<input type="text"/>	Valmistusnumero	<input type="text"/>
Malli	<input type="text"/>		
Hierarkiapolku	<input type="text"/>		
Lisätieto	<input style="height: 40px;" type="text"/>		

Alkuvaiheessa tietoja ei syötetty käsin laitekortille. Tietojen keruussa hyödynnettiin laitoksen valvomojärjestelmää, josta saatiin listaus valvomon tietopisteistä. Tiedot kopioitiin Arrow Engineeringin toimittamalle tiedonsiirtolomakkeelle (Kuva 11), josta tiedot siirrettiin massana kunnossapitojärjestelmään. Jokaisella laitteella on useampi tietopiste valvomojärjestelmässä. Suodattamalla tästä listauksesta saatiin yksilölliset laitekoodit. Kuvassa 10 (Kuva 10) esimerkki tietopistelistauksesta.

Kuva 10. Valvomojärjestelmän tietopistelistaus.

10278	PU2001_VP_LL	INT	D5521	Pumppu 20-PU-01 Virranmittaus A, alahäl.raja (LL)
10279	PU2001_VP_T	INT	D5451	Syöttöpumpun 20-PU-01 kuivakäyntiaika s
10280	PU2001_VP_V	INT	D5452	Syöttöpumpun 20-PU-01 käyntinopeus %
10281	PU2001_VT_Active	BOOL	4576.00	Syöttöpumppu 20-PU-01
10282	PU2001_VT_AT	BOOL	4576.05	Varalla
10283	PU2001_VT_Error	BOOL	4576.02	Häiriö
10284	PU2001_VT_KT	BOOL	4576.06	Varalla
10285	PU2001_VT_LA	BOOL	4576.03	Varalla
10286	PU2001_VT_LK	BOOL	4576.04	Varalla
10287	PU2001_VT_S	INT	4463	Syöttöpumppu 20-PU-01 Virta palaute A
10288	PU2001_VT_Start	BOOL	4576.01	Valmis käsiohjaukseen
10289	PU2001_VT_V	INT	4462	Syöttöpumppu 20-PU-01 käyntinopeus palaute Hz
10290	PU2001_VT_v10	BOOL	4576.10	Varalla

Esimerkin listauksesta otettiin talteen rivi 10281, josta saatiin kunnossapitojärjestelmään laitekoodi PU2001 ja nimi Syöttöpumppu 20-PU-01, muut sarakkeet jätettiin pois tietojen siirrosta. Laitetietojen siirrosta täytettiin vain laitetietokannan pakolliset kentät, eli laitekoodi, nimi ja taso. Kuvassa 11 (Kuva 11) otos tiedonsiirtolomakkeesta.

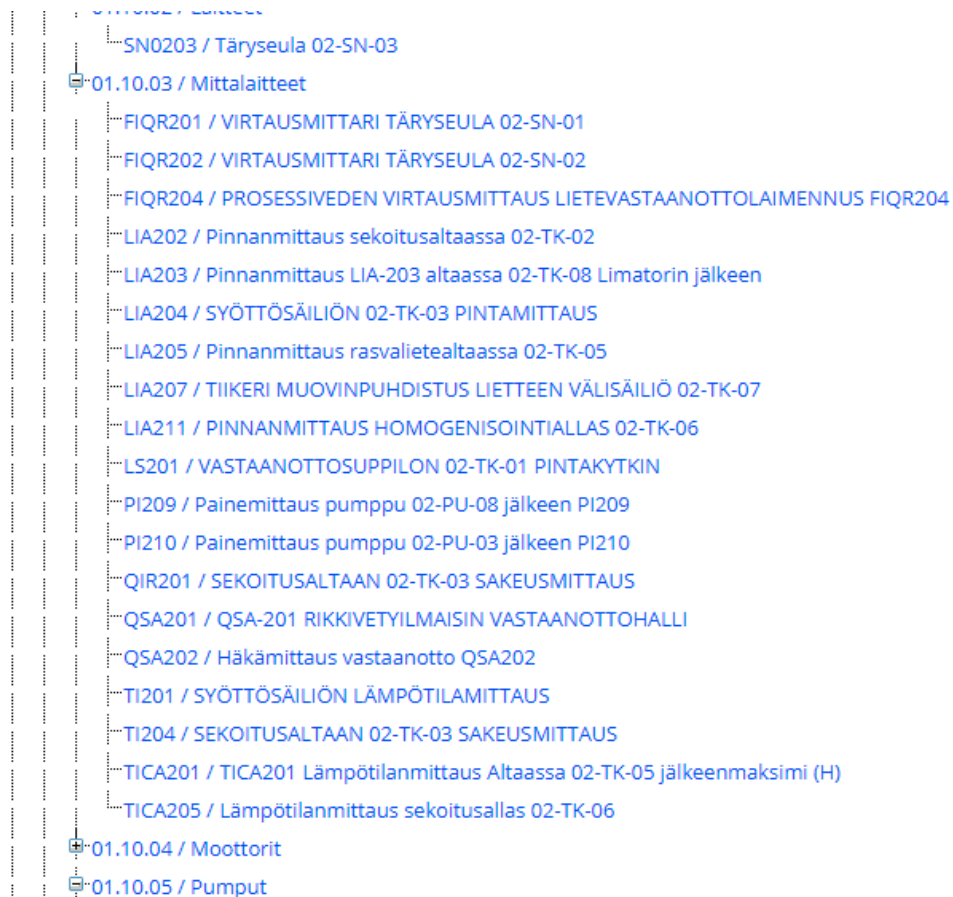
Kuva 11. Otos tiedonsiirtolomakkeesta.

A	B	C	D	E
LAITEKODI (max 30 merkkiä)	LAITTEEN NIMI	TASO 1	TASO 2	TASO3
7 QSA2001	TIGER 20-DR-01 RIKKIVETY-ILMAISIN	Biokaasulaitos	Esikäsittely	Mittalaitteet
3 QSA2002	QSA2002 Häkämittaus Tiikerin	Biokaasulaitos	Esikäsittely	Mittalaitteet
9 QSA201	QSA-201 AMMONIAKKI-ILMAISIN VASTAANOTTOHALLI	Biokaasulaitos	Vastaanotto	Mittalaitteet
9 QSA202	Häkämittaus vastaanotto QSA202	Biokaasulaitos	Vastaanotto	Mittalaitteet
1 QSA203	RIKKIVETYILMAISIN PUHDISTAMOLIETTEEN VASTAANOTTOHALLI	Biokaasulaitos	Vastaanotto	Mittalaitteet
2 QSA204	HAKAILMAISIN PUHDISTAMOLIETTEEN VASTAANOTTOHALLI	Biokaasulaitos	Vastaanotto	Mittalaitteet
3 QSA205	RIKKIVETYILMAISIN PUHDISTAMOLIETTEEN PUHDISTAMONITTI	Biokaasulaitos	Vastaanotto	Mittalaitteet

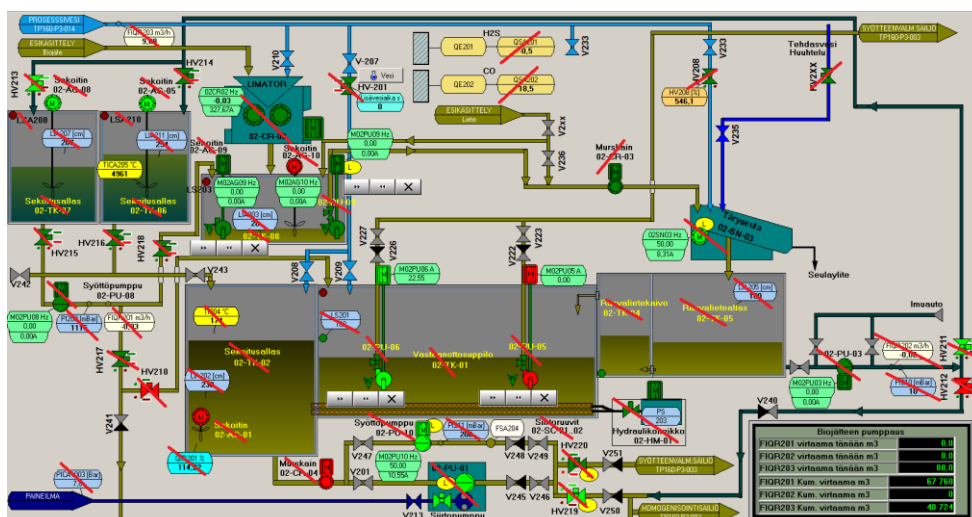
Tiedonsiirron jälkeen tehtiin vertailu valvomojärjestelmän prosessikuvien (PI-kaaviot) ja kunnossapitojärjestelmän tietokannan välillä. Prosessikuvista tarkastettiin, että kaikki prosessissa mukana olevat laitteet löytyvät tietokannasta. Prosessikuvista otettiin kuvakaappaukset, johon merkittiin laitteet, jotka löytyvät tietokannassa. Laitetietokannasta

puuttuvat laitteet lisättiin tietokantaan. Kuvissa 12 (Kuva 12) ja 13 (Kuva 13) esimerkki vertailusta.

Kuva 12. Otos laitetietokannasta.



Kuva 13. Vastaanoton prosessikuva.



Laitekortille valittiin laitokselle parhaiten soveltuvat tiedot. Kuva 14 näyttää valitut kentät sekä osan saatavilla olevista muista kentistä. Laitekortille valitut kentät voidaan muokata, mutta tämä edellyttää, että lisättyjen kenttien tiedot täytetään käsin jokaiselle laitteelle.

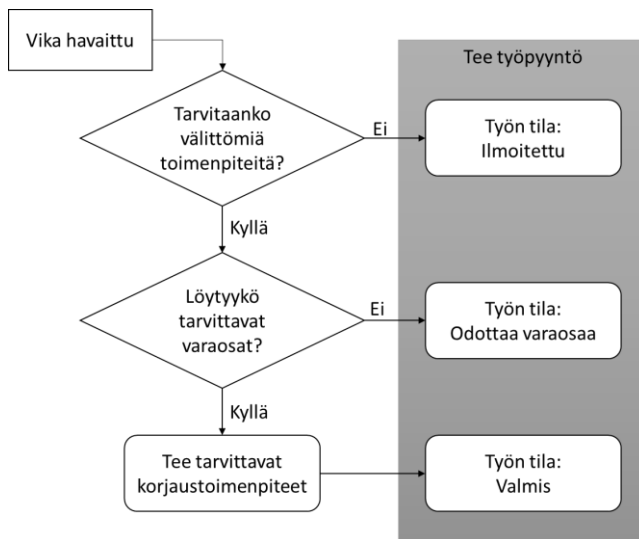
Kuva 14. Laitekortille valitut kentät.

Laiterekisterinäkömä	
Ei valitut	Valitut
Valmistusnumero	Laitekoodi
Valmistusvuosi	Nimi
Omaisuusnro	Ylätaso
Osto pvm	Tyyppi
Toimitus pvm	Malli
Käyttöönotto	Toimittaja
Mitat	Valmistaja
Paino	Lisätieto
Luokitus	
Vuorot	
Hinta	

3.4 Työtilaukset

Kunnossapitojärjestelmän päätoimintona pidetään työtilauksia. Työtilauksesta käytetään myös nimitystä työpyyntö. Työpyynnöt sisältävät tietoa, kuten laite, työn kuvaus, työn tärkeys (prioriteetti), työlaji (vikakorjaus, kunnostaminen, määräaikaishuolto, jne), työn tekijä, vikatyyppi ja syy (IBM, n.d.). Työpyynnöt voidaan luoda automaattisesti säännöllisesti toistuville töille, kuten määräaikaishuollot (IBM, n.d.). Työpyyntö tehdään käsin, kun toimenpidettä vaativa havainto tehdään prosessissa. Työpyynnön voi tehdä jälkikäteen, jos havaittu vika vaatii välittömiä toimenpiteitä. Kuva 15 sivulla 20 Kuva 15 havainnollistaa työpyynnön tekemisen periaatteen.

Kuva 15. Työpyynnön tekeminen.



Työpyyntökortille valittiin vain muutama tärkeä tieto ja kaikki määriteltiin pakollisiksi tiedoiksi. Työpyynnön tekeminen haluttiin mahdollisimman yksinkertaiseksi, mutta riittävän yksityiskohtaiseksi, että tarpeelliset tiedot tulee kirjattua. Kaikki työpyynnölle tulevat tiedot ovat pakollisia. Ensimmäiseksi työpyynnölle kirjataan laite, jolle työpyyntö kohdistetaan. Laitteen voi valita kirjoittamalla laitekoodi tai selaamalla laitetietokantaa. Laitetietokannasta on mahdollista etsiä laite tekstihaun avulla. **Vika alkoi** -kenttään merkitään vian alkamisajankohta. Ajaksi tulee automaattisesti työpyynnön luontiaika. Tilaaja valitaan pudotusvalikosta, yleensä oma nimi. Tilaajalta voi tarvittaessa kysyä lisätietoja havaitusta viasta. Työn kiireellisyys valitaan pudotusvalikosta. Taulukko 4 esittää kiireellisyyden vaihtoehdot. **Kone seisoo** -kenttä on kyllä/ei -valinta. Kyllä, jos laitetta ei voi käyttää ennen korjausta ja ei, jos laite on vielä käyttökuntoinen. **Vian kuvaus** pitää olla mahdollisimman tarkka ja kuvaava, jotta kunnossapito voi suorittaa tarvittavat kunnossapitotoimenpiteet tehokkaasti. Kuva 16 näyttää uuden työpyynnön.

Taulukko 4. Kiireellisyysluokka ja kiireellisyys.

KIIREELLISYYSLUOKKA	KIIREELLISYYS
1	Heti
2	Kiireellinen (seuraavan 2vrk aikana)
3	Tärkeä (seuraavan 2vk aikana)
4	Työaikataulun mukaisesti

Kuva 16. Uusi työpyyntö.

Uusi työpyyntö

Laite	<input type="text"/>	*
Vika alkoi	23.5.2021 10.50.38	*
Tilaaaja	Ampuja Pasi	▼ *
Kiireellisyys		▼ *
Kone Seisoo	Ei	▼ *
Vian kuvaus	<div style="border: 1px solid #ccc; height: 100px; width: 100%;"></div>	*/

Ei valittua tiedostoa

Kun työpyyntö tallennetaan, siitä tulee työkortti. Työkortille tallentuu automaattisesti työkortin numero (koodi). Työkortissa on ilmoitusosa (Kuva 17, s. 22) ja raportointiosa (Kuva 18, s. 22). Ilmoitusosassa näkyvät, työpyyntöä tehdessä, annetut tiedot. Ilmoitusosan tietojen perusteella kunnossapito suorittaa tarvittavat toimenpiteet laitteelle. Tehdyt toimenpiteet raportoidaan raportointiosalle.

Kuva 17. Tallennetun työkortin ilmoitusosa.

Työkortti

Ilmoitus

Koodi	546	Huolto	
Laite	CR0204 / PUTKIMURSKAIN 02-CR-04	Tilauspvm	14.5.2021 12.43.36
Tilaaaja	Ampuja Pasi	Vika alkoi	10.5.2021 6.00.00
Kiireellisyys	1. Heti	Työ voi alkaa	10.5.2021 6.00.00
Kone Seisoo	Kyllä		
Vian kuvaus	Putkimurska tukossa		

Hierarkiapolku 01 Biokaasulaitos > 01.09 / Syötteenvalmistus > 01.09.01 / Laitteet > CR0204 / PUTKIMURSKAIN 02-CR-04 >

Raportointiosa on nimensä mukaisesti tarkoitettu työn raportointia varten. Työn edetessä työkortin raportointiosan tiedot täytetään. **Työn tila** kohtaan valitaan sopiva vaihtoehto (Taulukko 5). **Työlaji** valitaan pudotusvalikosta (Taulukko 6). Tekijäksi valitaan henkilö tai henkilöt, jotka ovat tehneet työn. Soveltuva **vikatyyp** valitaan pudotusvalikosta (Taulukko 7). Vian aiheuttanut syy valitaan pudotusvalikosta. Mikäli työn tilaksi valitaan keskeytetty, keskeytyksen syy on kirjoitettava. Tehdyt toimenpiteet kirjoitetaan niille varattuun kenttään.

Kuva 18. Työkortin raportointiosa.

Raportointi

Työn tila	<input type="text" value="Valmis"/>	Vikatyyp	<input type="text" value="x Mekaaninen"/>
Työlaji	<input type="text" value="Vikakorjaus (välitön)"/>	Vian syy	<input type="text" value="x Kulunut"/>
Tekijä	<input type="text"/>		
Keskeytyksen syy	<input type="text"/>		
Toimenpiteet	<input type="text" value="Kunnostettu murska vaihdettu tilalle"/>		

Tallenna Poista Peruuta

Taulukko 5. Työn tilan vaihtoehdot.

TYÖN TILA	KUVAUS
ILMOITETTU	Uuden työkortin tila
ALOITETTU	Työ on aloitettu, mutta on vielä kesken
KESKEYTETTY	Työ keskeytetty
VALMIS	Työ valmis
PERUUTETTU/HYLÄTTY	Työ peruutettu tai hylätty. Työ ei ole enää tarpeellinen. Laite on poistettu tai korvattu toisella.
ODOTTAA VARAOSAA	Laitteelle on tilattu varaosa.

Taulukko 6. Työlajin vaihtoehdot.

TYÖLAJI	KUVAUS
VIKAKORJAUS (VÄLITÖN)	Vika, joka vaatii heti korjausta.
VIKAKORJAUS (SUUNNITELTU)	Vika, jota ei heti tarvitse korjata
KUNNOSTAMINEN	Vielä toimivan laitteen kunnostaminen
MUUTOSTYÖ	Laitokselle tehtävän muutoksen työlaji
KUNNONVALVONTA	Reittihuollon työlaji
MÄÄRÄAIKAISHUOLTO	Kalenterihuollon työlaji
LAKISÄÄTEINEN TARKASTUS	Lain määräämä tarkastus laitteelle
PROJEKTIT	Johonkin projektiin liittyvä työ
LAADUNVALVONTA	Omavalvonnan työlaji (Tarkkailut)

Taulukko 7. Vikatyypit.

VIKATYYPPI	KUVAUS
HYDRAULIIKKA	Hydrauliikkaan liittyvä vika
KÄYTTÄJÄ	Käyttäjän aiheuttama vika
MEKAANINEN	Mekaaninen rikkoutuminen
MUU	Muu kuin valittavissa olevat vaihtoehdot
PNEUMATIikka	Pneumatiikkaan liittyvä vika
SÄHKÖAUTOMAATIO	Sähköautomaatioon liittyvä vika

3.5 Työaikataulu

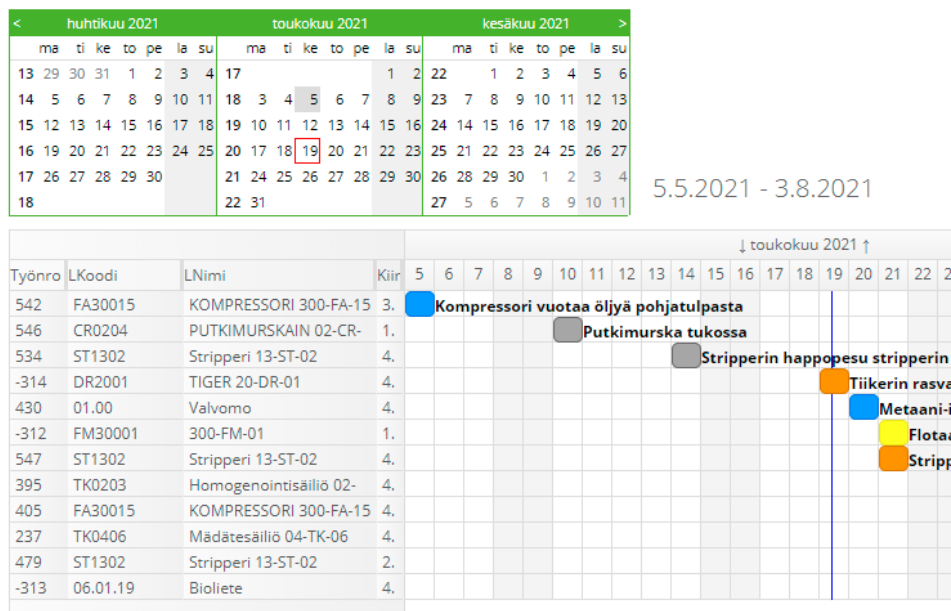
Työaikataulussa työpyynnöt näkyvät kalenterimuodossa (Kuva 19, s. 24). Kalenterista näkee helposti tehdyt työt ja tulevat työt. Työaikataulu toimii työnjohdon työkaluna aikataulun suunnittelussa. Työt ovat värikoodattuja työn kiireellisyyden, käyntitiedon, tilan ja lajin mukaan. Väreiksi valittiin taulukon Taulukko 8 (Taulukko 8, s. 24) mukaiset värit.

Taulukko 8. Työaikataulun värit.

Väri	Kiireellisyys	Kone seis	Työn tila	Työlaji
		Kyllä		
	1	Ei		
	<>1	Ei		
			Aloitettu	
			Keskeytetty	
			Valmis	
			Odottaa varaosaa	
				Määräaikaishuolto
				Kunnonvalvonta

Kuva 19. Työaikataulu Novissa.

Työaikataulu 28.2.2019 - 13.2.2023 : 12(491)



3.6 Huollot

Novissa on kaksi huoltotyyppiä, kalenterihuolto ja reittihuolto. Molemmille huoltotyypeille tehtiin huoltoaikataulut muutamalle laitteelle.

3.6.1 Kalenterihuolto

Kalenterihuollot ovat nimensä mukaisesti määräajoin toistuvia huoltoja tai kunnossapitotoimenpiteitä. Huollot jaettiin laitetietokannan päätasojen mukaan ylähuolloiksi. Jokaiseen ylähuoltoon tehtiin huollot, joiden alle tuli osahuollot (Kuva 20). Osahuollot kohdistuvat laitteille ja osahuolloille määriteltiin kiireellisyys (Taulukko 4). Osahuollon laitteelle määriteltiin huoltovälit ja toimenpiteet. Kuva 21 sivulla 26 näyttää esimerkin kalenterihuollon yhteydessä olevista työohjeista. Järjestelmä luo automaattisesti työkortit toistuville kunnossapitotoimenpiteille. Kalenterihuollot raportoidaan samalla tavalla kuin käsin syötetyt työpyynnöt.

Kuva 20. Kalenterihuoltojen rakenne.

Huollot


Ylähuollon nimi						
+						BIOKAASULAITOS
+						JÄTEVEDEN KÄSITTELY
+						KAASUPROSESSI
+						KONEET
+						TANKKAUSASEMA
-						TYPENPOISTO

Huollot						
Huollon nimi						
-						Stripperit

Osahuolto						
L	T	D	Osa-	Selite	Kone	Työkorttien lkm
			huollon nro		Seisoo	
-	+	+	10	Stripperin happopesu	<input type="checkbox"/>	1

Laitteet			
Laittekoodi	Laitenimi	Väli	Kesto
ST1302	Stripperi 13-ST-02	1 viikkoa	8 tuntia

Kuva 21. Kalenterihuollon toimenpiteet ja työohjeet.

Toimenpide	Ohjeet
 Strippereiden tyhjennys	-Tynpoistolai -Mädätteenpur -Venttiilit flotaa -1. stripperin ty -2. stripperin ty
 Strippereiden huuhtelu puhtaalla vedellä	-1. stripperistä -annetaan täytt -tyhjennetään 1 -tyhjennetään 2 -toista 2 kertaa
 Happoliuos ja huuhtelun käynnistys	Huuhteluiden j. -Suljetaan vent -täytetään 2. st -avataan 2. strij -käynnistetään -käynnistetään -suolahappopu -1. stripperi täy -1. stripperin ki -1. stripperin ty Annetaan huuh
 Happoliuoksen poisto stripperistä	-avataan ventti -käynnistetään -

3.6.2 Reittihuolto

Reittihuollot ovat kalenterihuoltoja yksinkertaisempia huoltotoimenpiteitä, jotka toistuvat määräajoin. Reittihuollot ovat rutiininomaisia tarkastuksia, joiden avulla kartoitetaan mahdolliset huoltotarpeet. Huollot jaettiin laitetietokannan päätasojen mukaan reittihuoltotasoin. Reittihuoltotasojen alle tehtiin varsinaiset reittihuollot ja näille kohdistettiin reittihuoltoon kuuluvat yksittäiset laitteet, eli reittihuollon pisteet (Kuva 22, s. 27). Reittihuolto voi sisältää useampia laitteita. Järjestelmä luo yhden työkortin työaikatauluun reittihuoltoon kuuluville laitteille. Työaikataulussa reittihuollot erottuvat miinus merkkisellä työnnumerolla (Kuva 19, s- 24). Useamman laitteen yhdistäminen yhdelle reittihuollon työkortille yksinkertaistaa ja selkeyttää työaikataulua. Reittihuollon työkortista voi luoda työpyynnön laitteelle, mikäli tarkastuskierroksella esiintyy huoltotarve kyseiselle laitteelle.

Kuva 22. Reittihuollon suunnittelunäkymä.

Reittihuollot

Reittihuoltotasot						
BIOKAASULAITOS						
Reittihuollot						
T	D	Rivinumero	Nimi	Tilaaja	Huoltoryhmä	Tekija
		20	Tiger esikäsittelylaitteen tarkastus	Ampuja Pasi		
Reittihuollon pisteet						
Rivinumero	Laite	Tehtäväkuvaus				
10	DR2001 / TIGER 20-DR-01	Rasvaa laakerit vaseliinilla				
20	DR2001 / TIGER 20-DR-01	Tarkista syöttöruuvien laipan kiinnitys				
30	BC2002 / Kuljetin 20-BC-02	Tarkista ja puhdista kuljetin kannattimet muovista				

Reittihuoltojen raportointi on huomattavasta yksinkertaisempaa kuin kalenterihuolloilla (Kuva 23). Reittihuollossa oleville laitteille voidaan lisätä kommentti ja käytetty työaika. Raportoinnissa merkitään, milloin työ on tehty ja työ merkitään tehdyksi. Järjestelmä luo uuden työkortin määritellyn huoltovälin mukaan. Jos työ merkitään 'ei tehty' työkortti jää avoimeksi työaikatauluun ja uusi työkortti luodaan, kun työ on merkitty tehdyksi.

Kuva 23. Reittihuollon raportointi.

Rivi	Laite	Toimenpide	Kommentti	Työtunnit	Tehty pvm.	Tehty	Ei tehty	
10	DR2001 / TIGER 20-DR-01	Rasvaa laakerit vaseliinilla	<input type="text"/>	<input type="text"/>	19.5.2021 13.14.43	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Työpyyntö
20	DR2001 / TIGER 20-DR-01	Tarkista syöttöruuvien laipan kiinnitys	<input type="text"/>	<input type="text"/>	19.5.2021 13.14.43	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Työpyyntö
30	BC2002 / Kuljetin 20-BC-02	Tarkista ja puhdista kuljetin kannattimet muovista	<input type="text"/>	<input type="text"/>	19.5.2021 13.14.43	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Työpyyntö

3.7 Tarkkailut

Tarkkailuilla tarkoitetaan tässä yhteydessä omavalvontasuunnitelman mukaisia näytteenottoja. Näytteenotot ovat aikataulutettu kunnossapitojärjestelmän avulla. Aikataulutuksessa käytetään hyväksi reittihuoltotoimintoa. Tämän avulla saadaan kuittaus järjestelmään, että näytteet ovat otettu omavalvontasuunnitelman mukaisessa aikataulussa. Näytteenotot ryhmiteltiin näytteenottovälien mukaan reittihuolloiksi (Kuva 24). Jokainen

näyte on määritelty laitteeksi laitetietokannassa (Kuva 25). Jokaiseen reittihuoltoon lisättiin, omavalvontasuunnitelman aikataulun mukaisesti, niihin kuuluvat näytteet, eli **tarkkailut** päätason alla olevat laitteet.

Kuva 24. Tarkkailujen reittihuoltoryhmä suunnittelunäkymässä.

Reittihuollot

T	D		Rivinumero	Nimi
+	+		10	Viikottaiset prosessin ohjauksen näytteet
+	+		20	Kuukausittaiset omavalvontanäytteet
+	+		30	Vuosittaiset omavalvontanäytteet
+	+		40	3kk omavalvontanäytteet
+	+		50	2 vko näytteet

Kuva 25. Otos laitetietokannan tarkkailut päätasosta.

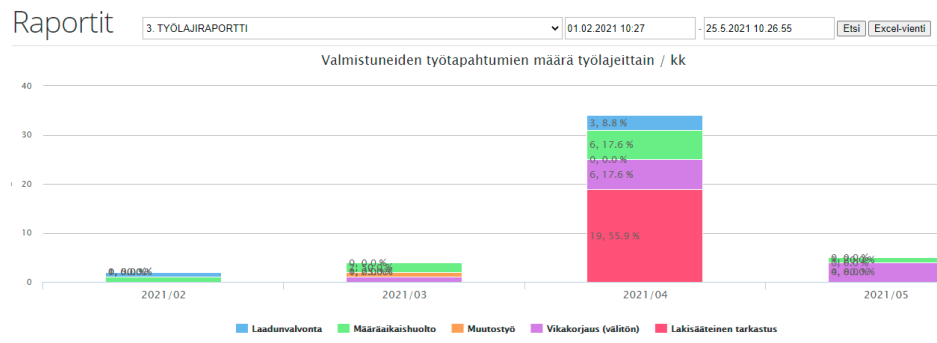
06 Tarkkailut

- 06.01 / Envor Group Oy
 - 06.01.01 / Tuleva puhdistamoliete
 - 06.01.02 / Lingottu mädätysjäännös
 - 06.01.03 / Linkoamaton mädätysjäännös
 - 06.01.04 / Lingottu mädätysjäännös (Pelt)
 - 06.01.05 / Linkoamaton mädätysjäännös
 - 06.01.06 / Linkoamaton mädätysjäännös
 - 06.01.07 / Ammoniumsulfaatti

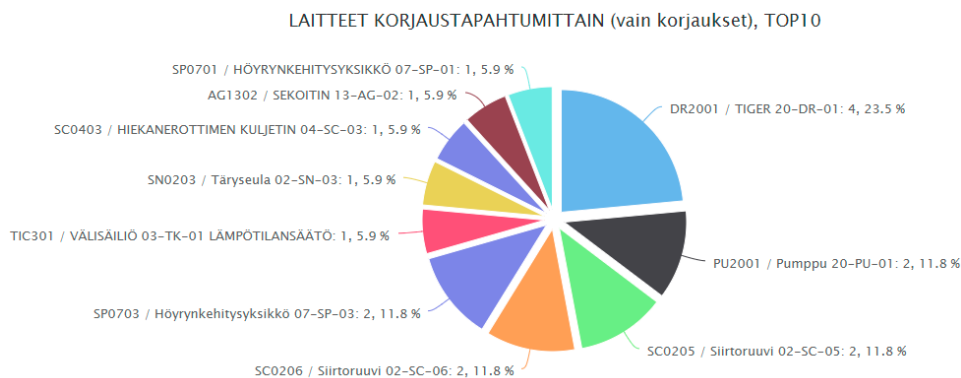
3.8 Raportit

Järjestelmästä on mahdollista saada erilaisia raportteja, joilla voidaan seurata laitoksen ja kunnossapidon toimintaa. Tässä työssä ei tehty omia räätälöityjä raportteja. Järjestelmässä on valmiina neljä raporttipohjaa. Kuvissa Kuva 26 (Kuva 26) ja Kuva 27 (Kuva 27) on esimerkit kahdesta raportista.

Kuva 26, Työlajiraportti,



Kuva 27. Top 10 – laitteet korjaustapahtumittain.



4 Johtopäätökset ja pohdinta

Siirtyminen kohti ennakoivaa kunnossapitoa on perusteltua laitoksen toimintavarmuuden kannalta ja kestäväen kehityksen näkökulmasta. Ennakoivalla kunnossapidolla voidaan pitää laitteet käyttökuntoisina pidempään. Biokaasun käytön lisääntyminen tulee lisäämään tarvetta nostaa laitoksen toimintavarmuutta. Toimintavarmuuden lisääminen edellyttää ennakoivan kunnossapidon lisäämistä. Kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto on yksi tärkeä askel siirryttäessä kohti ennakoivaa kunnossapitoa. Käyttöönoton alkuvaiheessa järjestelmään kirjattiin lukuisia työpyyntöjä. Alkuinnostuksen jälkeen kirjaamiset vähentyivät ja käyttäjiltä tuli toive työpyynnölle kirjattavien tietojen vähentämisestä. Uusien työpyyntöjen kirjauksesta poistettiin kentät, jotka todettiin ylimääräisiksi biokaasulaitoksen käytössä. Järjestelmän käytön saaminen rutiiniksi vaatii vielä paljon huomiota myös työnjohdolta, jotta järjestelmän käyttäminen ei unohdu. Uusille työntekijöille on heti,

perehdytysvaiheessa, koulutettava järjestelmän käyttö ja samassa yhteydessä on tärkeä, että vanhat työntekijät myös kertaavat järjestelmän käyttöön liittyvät asiat.

Laitokselle on hyvä luoda kunnossapitostrategia käyttäen joko TPM- tai RCM-menetelmiä soveltuvin osin. Kunnossapitostrategian luominen ja käyttöönotto on suuri työ, joka täytyy suunnitella huolellisesti, jotta projekti onnistuu. Kun kunnossapitojärjestelmä on ollut pidempään käytössä, järjestelmästä saadaan, kirjattujen tietojen perusteella, apua kunnossapitostrategian suunnitteluun.

Kunnossapitojärjestelmään on syytä, lähitulevaisuudessa, lisätä varaosakirjanpito, jolloin varaosien hallinta helpottuu ja korjauksiin voidaan kohdistaa varaosista aiheutuneet kulut. Laiterekisteri pitää täydentää laitteiden tarkemmilla tiedoilla ja laitedokumentaatiolla. Kalenterihuoltoja ja reittihuoltoja on täydennettävä ja lisättävä kaikille kriittisille laitteille.

Työn edetessä opin paljon prosessitekniikasta ja biokaasun tuotanto tuli tutuksi. Varsinaisen opinnäytetyöraportin kirjoittamisen aloittaminen oli vaikeata ja ajan varaaminen kirjoittamiselle tuntui välillä mahdottomalta. Työn rajaaminen tuntui myös ajoittain haastavalta. Työ oli mielenkiintoinen ja opettavainen.

Lähteet

Arrow Engineering Oy. (2017). *Arrow Novi*. Noudettu osoitteesta

<https://www.arroweng.fi/ratkaisut/novi/>

Caverion: Tuomisalo, Juho. (26. Helmikuu 2020). *Kunnossapitojärjestelmän laitehierarkian 3 hyötyä - ja kuinka ne saavutetaan*. Noudettu osoitteesta

<https://www.caverion.fi/blogi/blogi-details/finland->

[blog/2020/02/26/kunnossapitojarjestelman-laitehierarkian-3-hyotya---ja-kuinka-ne-saavutetaan](https://www.caverion.fi/blogi/blogi-details/finland-blog/2020/02/26/kunnossapitojarjestelman-laitehierarkian-3-hyotya---ja-kuinka-ne-saavutetaan)

Envor Group Oy. (n.d.). *Tietoa yrityksestä*. Noudettu osoitteesta <https://envor.fi/envor-group/>

Hämäläinen, N. (2010). *Kunnossapidon kustannusten optimointi* [Kandidaatintyö,

Lappeenrannan teknillinen yliopisto]. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2012121210289>

IBM. (n.d.). *What are the benefits of a CMMS?* Noudettu osoitteesta

<https://www.ibm.com/topics/what-is-a-cmms>

Julin, V. (2018). *Kunnossapidon kehittäminen pienissä ja keskisuurissa yri-tyksissä*

[Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto]. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty->

[201801231134](http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201801231134)

Järviö, J.;& Lehtiö, T. (2017). *Kunnossapito. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen*. Promaint ry.

Maxgrip. (n.d.). *Reliability Centered Maintenance*. Noudettu osoitteesta

<https://www.maxgrip.com/resource/article-reliability-centered-maintenance-rcm-101/>

Penny, J. (15. Lokakuu 2018). *Stop Wasting Money on Deferred Maintenance*. Noudettu

osoitteesta [https://www.buildings.com/articles/27864/stop-wasting-money-](https://www.buildings.com/articles/27864/stop-wasting-money-deferred-maintenance)

[deferred-maintenance](https://www.buildings.com/articles/27864/stop-wasting-money-deferred-maintenance)

Pinja. (n.d. -a). *5S viitoittaa tien lean-tuotantoon*. Noudettu osoitteesta

https://blog.pinja.com/hubfs/5S_viiitoittaa_tien_Lean-tuotantoon.pdf

Pinja. (n.d. -b). *Kunnossapitojärjestelmän Ostajan opas*. Noudettu osoitteesta

<https://blogi.arroweng.fi/kunnossapitojarjestelman-ostajan-opas>

PSK 6201. (2011). *Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät*. PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 7501. (2010). *Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut*. PSK

Standardisointiyhdistys ry.

Reliabilityweb.com. (n.d.). *We Remember John Moubray, Originator of RCM2 – Reliability Centered Maintenance*. Noudettu osoitteesta

https://reliabilityweb.com/articles/entry/we_remember_john_moubray_originator_of_rcm2_reliability_centered_maint/

Roser, C. (16. Maaliskuu 2021). *The Pillars of TPM – Focused Improvement*. Noudettu osoitteesta <https://www.allaboutlean.com/tpm-pillar-focused-improvement/>

Trout, J. (n.d.). *Total Productive Maintenance: An Overview*. Noudettu osoitteesta <https://www.reliableplant.com/Read/26210/tpm-lean-implementation>

Wireman, T. (2004). *Total productive Maintenance*. Industrial Press Inc.