



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TEHDASALUEEN MAANALAISTEN PUTKISTOJEN KUNNOSSAPITO- SUUNNITELMA

TEKIJÄ: Ilkka Tölli

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Ilkka Tölli	
Työn nimi Tehdasalueen maanalaisten putkistojen kunnossapitosuunnitelma	
Päiväys 6.6.2017	Sivumäärä/Liitteet 40/8
Ohjaajat Yliopettaja Pasi Pajula ja Mervi Heiskanen, pt. tuntiopettaja	
Toimeksiantaja Yara Suomi Oy	
Tiivistelmä <p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli laatia kunnossapitosuunnitelma Yara Suomi Oy:n Siilinjärven tehdasalueen maanalaisille vesi- ja viemärijohtoverkostoille. Työn taustalla oli tehdasalueen vesi- ja viemärijohtoverkostojen uusimisien myötä syntynyt tarve kunnossapitosuunnitelmalle, mitä ei ollut vielä aikaisemmin laadittu. Kunnossapitosuunnitelman tarkoitus on tehdasalueen verkostojen laitteiden eliniän pidentäminen ja toimintavarmuus.</p> <p>Työssä perehdyttiin kunnossapidon ja omaisuuden hallinnan teoriaan sekä vesi- ja viemärijohtoverkostojen laitteiden yksityiskohtiin. Lähdeaineistona käytettiin Yara Suomi Oy:ltä saatua sähköistä materiaalia, kirjallisuuslähteitä sekä verkkoaineistoja. Työssä hyödynnettiin Microsoftin Word- ja Excel-ohjelmistoja sekä Autodeskin AutoCad-ohjelmistoa dokumenttien laatimiseen. Työssä pyrittiin erityisesti työturvallisuuden huomioon ottamiseen ja kustannustehokkaihin menetelmiin kunnossapitotöiden sisältöä suunniteltaessa.</p> <p>Insinööriyön tuloksina saatiin kattava ennakkohuoltojärjestelmä, jonka keskeisimpinä tuotoksina tehtiin kunnossapito-ohjelma, kunnossapitotyöohjeet sekä laiterekisteri vesi- ja viemärijohtoverkostojen laitteille. Työn aikana syntyi myös useita kehitysideoita, joita Yara Suomi Oy voi halutessaan hyödyntää ja jatkojalostaa toiminnassaan. Suurimmat haasteet työssä olivat työn laajeneminen ja se, että työn aihepiiriin kuuluva termistö vaihteli paljon eri lähteiden välillä. Tämä aiheutti ongelmia varsinkin työn raportoinnissa. Työn tekeminen edisti ammatillista kasvua ja valmiudet työelämän haasteisiin paranivat.</p>	
Avainsanat kunnossapito, omaisuuden hallinta, työturvallisuus	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author Ilkka Tölli			
Title of Thesis Maintenance Plan of Underground Pipelines in the Factory Area			
Date	6 June 2017	Pages/Appendices	40/8
Supervisor Mr Pasi Pajula, Principal Lecturer and Ms Mervi Heiskanen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Yara Finland Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this Bachelor's Thesis was to create a maintenance plan of underground water supply and sewerage networks for the factory area of Yara Finland Oy. The background of the study was the need of maintenance plan which had become necessary due to renewal of water supply and sewerage networks. Earlier there was no maintenance plan. The purpose of the maintenance plan is lengthening the lifetime and reliability of network devices.</p> <p>The theory of maintenance and asset management along with details of devices in water supply and sewerage networks were familiarized with at work. The electrical material of Yara Finland Oy, literature sources and webdata were used as source materials. Microsoft Word and Excel software along with Autodesk Autocad software were utilized to create documents during the process. Especially occupational safety and cost-effective methods were taken into account while planning the content of maintenance work.</p> <p>As a result of Bachelor's Thesis an inclusive preventive maintenance system which includes maintenance program, maintenance work instructions and a register of devices were made. During the process several improvement ideas were developed which Yara Finland Oy could utilize. The biggest challenges in the thesis were the expansion of the study and the fact that the terminology varied between different source materials. This caused problems especially in writing the report. Professional development and preparedness for working life improved during the study.</p>			
Keywords maintenance, asset management, occupational safety			

ESIPUHE

Haluan kiittää Yara Suomi Oy:n Olli Eskelistä ja Janne Piipposta hyvästä yhteistyöstä sekä mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta. Suuri kiitos kuuluu myös Pasi Pajulalle erinomaisesta ohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää lähimmäisiäni sekä ystäviäni tuesta ja kannustuksesta opiskelun aikana.

Olen omistanut tämän insinöörityön isäni Juhani Töllin muistolle.

Kuopiossa 30.5.2017, Ilkka Tölli

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Tausta ja tarkoitus	7
1.2	Työn sisältö ja rajaus	8
1.3	Tavoitteet.....	8
1.4	Symbolit ja lyhenteet	9
2	TUOTANTOLAITOKSEN OMAISUUDEN HALLINTA	10
2.1	Omaisuu den hallinnan yleinen määritelmä	10
2.2	Omaisuu den hallinnan merkitys	10
2.3	Fyysisen käyttöomaisuuden hallinta teollisuudessa	10
2.4	Vesihuoltolaitosten omaisuu den hallinta	11
2.5	Käyttöomaisuuden hallinnassa tarvittava tieto.....	11
3	KUNNOSSAPITO TEOLLISUUDESSA.....	12
3.1	Kunnossapidon määritelmä ja tavoitteet	12
3.2	Kunnossapidon lajit.....	12
3.2.1	Korjaava kunnossapito	12
3.2.2	Huolto	12
3.2.3	Ehkäisevä kunnossapito.....	13
3.2.4	Parantava kunnossapito.....	13
3.2.5	Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen.....	13
3.3	Kunnossapidon hyödyt teollisuusyrityksessä.....	14
4	TARKASTELTAVAN TUOTANTOLAITOKSEN ESITTELY	15
4.1	Yara Suomi Oy Siilinjärven tehta at	15
4.2	Tehdasalueen esittely.....	16
4.3	Tehdasalueen maanalaiset putkistot.....	17
5	YARAN TEHDASALUEEN MAANALAISTEN PUTKISTOJEN VARUSTEET JA LAITTEET	18
5.1	Palovesiverkoston sulkuventtiilit, venttiilikaivot ja kansistot.....	18
5.2	Palovesiasemat	19
5.3	Sadevesitarkastuskaivot, sadevesikaivot ja kansistot	19
5.4	Hapanvesiviemäriverkoston tarkastuskaivot ja kansistot	20
5.5	Muut viemärikaivot ja laitteet.....	20
5.6	Verkostoissa käytetyt putkimateriaalit ja koot	20

6	MAANALAISTEN VERKOSTOJEN ENNAKKOHUOLTOJÄRJESTELMÄN LUOMINEN.....	22
6.1	Tausta ja tarve	22
6.2	Kunnossapito-ohjelma	22
6.3	Määräaikaiset tarkastukset (kunnossapitotyö)	23
6.4	Kunnossapitokartat ja laitteiden tunnistenumerointi	23
6.5	Kunnossapidon työohjeet	24
6.6	Lomakkeet	24
6.7	Laiterekisteri.....	25
6.8	Huoltotyöt ja korjaustyöt	25
6.9	Järjestelmän testaus	25
7	KUNNOSSAPITOON JA TYÖTURVALLISUUTEEN LIITTYVÄT KEHITYSIDEAT	26
7.1	Laitteiden paikantaminen ja tunnistaminen sekä putoamissuoja	26
7.1.1	Venttiilikaivojen ja palovesiasemien paikantamisen ja tunnistamisen parantaminen	26
7.1.2	Tarkastuskaivojen paikantaminen.....	27
7.1.3	Perinteisten merkkikilpien käyttö	27
7.2	Työturvallisuuden parantaminen putoamissuojauksen avulla.....	28
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	29
	LÄHTEET	31
	LIITE 1: KUNNOSSAPITOTEHTÄVIEN MÄÄRÄÄVIÄ JA RAJOITTAVIA ASIOITA	33
	LIITE 2: KUNNOSSAPITO-OHJELMA HAVAINNEKUVA.....	34
	LIITE 3: YHDISTETTY VENTTIILIKAIVON JA PALOVESIASEMAN TARKISTUSLOMAKE	35
	LIITE 4: VIEMÄRIKAIVON VIKA- JA KORJAUSLOMAKE	36
	LIITE 5: LAITEREKISTERI HAVAINNEKUVA 1.	37
	LIITE 6: LAITEREKISTERI HAVAINNEKUVA 2.	38
	LIITE 7: TUNNISTEKILPI	39
	LIITE 8: PUTOAMISSUOJA.....	40

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja tarkoitus

Tänä päivänä kunnossapidosta on tullut järjestelmällistä, ennakoivaa ja määräaikaaisuuteen perustuvaa toimintaa ja sitä voidaan pitää tärkeänä tuotannon tekijänä monilla teollisuuden aloilla. Aikaisemmin kunnossapitoa pidettiin suurimmaksi osaksi pakollisena kustannuksena ja tuotannon keskeyttäjänä ja se käsitettiin lähinnä rikkoutuneiden laitteiden ja komponenttien korjaamisena. Myöhemmin on ymmärretty, että siitä saatava hyöty on sekä taloudellisesti, että imagollisesti kannattavampaa kuin se, että jätetään kunnossapito tekemättä. (Mikkonen, Miettinen, Leinonen, Jantunen, Kokko, Riutta, Sulo, Komonen, Lumme, Kautto, Heinonen, Lakka, Mäkeläinen 2009, 37.) Teollisuudessa kunnossapidon päätarkoitus on yritysten käyttöomaisuuden tuottokyvyn maksimointi ja sen avulla pyritään varmistamaan tuotantolaitoksen kilpailukyky. Kunnossapidollisin keinoin teollisuusyritys pitää huolta tuotanto-omaisuudestaan ja siihen kuuluvista tukitoiminnoista. Tehokkaan ja ennakoivan kunnossapidon hyötyjä ovat mm. vähäiset tuotantokatkokset, parempi laatu ja sen myötä myös kasvava asiakastyytyväisyys. (Järviö, Piispa, Parantainen, Åström 2007, 12–13.)

Tämän opinnäytetyön aiheena on Tehdasalueen maanalaisten putkistojen kunnossapitosuunnitelma. Opinnäytetyön aiheen valintaan vaikutti henkilökohtainen kiinnostukseni vesihuoltoalaa ja kunnossapitoa kohtaan. Kiinnostavan vesihuoltoalasta tekee sen monipuoliset työmahdollisuudet. Kunnossapitotyössä palkitsevaa on nähdä laitteiden toimivan oikein, niin kuin niiden on alunperin tarkoitettukin, hyvän kunnossapitotyön ansiosta. Suomessa vesi- ja viemärijohtoverkoston ylläpito on kasvanut merkittäväksi työllistäjäksi ja vesihuoltoalalla tarvitaan tulevaisuudessa kasvavassa määrin asiantuntijoita kunnossapito- ja ylläpitotehtäviin. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Yara Suomi Oy Siilinjärven tehtaat. Yaralla todettiin tarve maanalaisten putkistojen kunnossapitosuunnitelmalle, koska sellaista ei Siilinjärven tehtaan maanalaisille putkistoille ollut vielä laadittu. Kunnossapitosuunnitelman tekemistä ehdotettiin minulle opinnäytetyön aiheeksi, koska olin kesän 2016 aikana saanut hyvän tietopohjan aiheen tueksi työnjohtoharjoittelussa Lemminkäinen Infra Oy:ssä tehdasalueelle sijoittuneessa rakennusurakassa. Urakassa rakennettiin uusia vesi- ja viemärijohtolinjoja sekä päällysrakenteita Yara Suomi Oy:n Siilinjärven tehdasalueella olevalle raskaan kaluston kuljetusreitille. Viime vuosina tehtyjen mittavien putkiverkoston uusimisien ja saneerausten myötä on verkostoista koostuva omaisuus huomattavasti kasvanut, joten tarve omaisuuden arvoa ylläpitävän järjestelmän suunnittelulle tuli ajankohtaiseksi. Työn päätarkoituksia on pidentää tehdasalueen vesi- ja viemärijohtoverkoston ja niiden laitteiden elinikää ja vähentää ennenaikaisten saneeraus- ja uusimistöiden tarvetta.

1.2 Työn sisältö ja rajaus

Opinnäytetyön teoriaosassa tullaan käsittelemään omaisuuden hallintaa ja kunnossapitoa. Lisäksi esitellään Yaran Siilinjärven tehdasalue ja työn kannalta tärkeät verkostojen laitteet sekä työn tuloksia esittelevä osa ennakkohuoltojärjestelmän luomisesta. Lopuksi esitellään vielä työn aikana syntyneet kehitysideoita. Työn toimeksiantona tehtävään suunnittelutyöhön sisältyy kunnossapito-ohjelman ja kunnossapito-ohjeiden laatiminen sekä laiterekisterin tekeminen excel-taulukkolaskentaohjelmalla verkostolaitteiden tiedon ja kunnossapitohistorian keräyspaikaksi. Edellä mainituista tullaan tässä työssä käyttämään nimitystä ennakkohuoltojärjestelmä. Laitteilla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä perinteisiä vesi- ja viemärijohtoverkostojen laitteita, kuten sulkuventtiilit, palopostit ja erilaiset kaivot ja niiden kansistot. Työssä pyritään lisäksi tuomaan esiin kehitysideoita, kuten laitteiden paikantamiseen ja työturvallisuuden parantamiseen liittyviä ideoita. Työn rajaaminen tehtiin työsuunnitteluvaiheessa. Työn rajaus tehtiin yhdessä toimeksiantajan kanssa työsuunnittelupalaverissa. Työtä rajattiin verkostojen osalta, ottamalla työhön mukaan kunnossapidon kannalta vain kaikkein tärkeimmät verkostot, kuten palovesiverkosto ja erilaiset viemäriverkostot. Työstä rajattiin pois raakavesiverkosto, talousvesiverkosto sekä paineviemärit. Muuta pois jätettyä vaihtoehtoista työn sisältöä oli PEH-muoviputken materiaalitutkimuksen raportointi.

1.3 Tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia kustannustehokas ja työturvallisuuden huomioon ottava ennakkohuoltojärjestelmä jonka keskeisinä työn osina tehdään kunnossapito-ohjelma, kunnossapidon työohjeet sekä laiterekisteri tehdasalueen maanalaisten putkistojen laitteille. Ennakkohuoltojärjestelmän ydinidea on, että edellä mainitut työn osat toimisivat keskenään luoden käytännöllisen kunnossapitojärjestelmän; Kunnossapito-ohjelma määrää suoritettavat työt ja niiden ajankohdan, työohjeet opastavat miten työt tehdään turvallisesti ja laiterekisteriin kerätään tiedot kunnossapitotöistä kunnossapitohistoriaksi. Tavoitteena työssä on tuoda esiin myös kehitysideoita. Esimerkiksi verkostojen laitteiden paikantaminen on aihe, johon tarvitaan kehittämistä paljonkin. Työn tekemisessä pyrin käyttämään hyväksi opinnoissani oppimiani asioita infrarakentamisesta ja tietoteknisiä taitoja suunnittelutyöhön. Tavoitteena on että laadittavat dokumentit ovat ulkoasultaan selkeitä. Tärkeimmiksi oppimistavoitteiksi työssäni olen asettanut perehtymisen vesi- ja viemäriverkoston kunnossapidon käytäntöihin ja yksityiskohtiin sekä erilaisten menetelmien ja sovellusten käyttäminen suunnittelutyössä. Opinnäytetyön tekemisen avulla pyrin laajentamaan osaamistani infrarakentamisen alalla. Oppimiani tietoja ja taitoja pyrin hyödyntämään tulevilla urallani.

1.4 Symbolit ja lyhenteet

Ø	Nimellishalkaisija
D400	Painoluokka D, 400 kN
EK-putki	Esiennettu kumiiviste -putki. Betoniputki
KNL	Tuotannon kokonaistehokkuus
PEH	Korkeatiheyksinen polyeteeni. Putkimateriaali
PN	Putken paineluokka. Esim PN16
PVC	Polyvinyylilokloridi. Putkimateriaali
SG	Pallografitivalurauta. Putkimateriaali

2 TUOTANTOLAITOKSEN OMAISUUDEN HALLINTA

2.1 Omaisuuuden hallinnan yleinen määritelmä

Suomen standardisoimisliitto SFS:n (2014, 8) mukaan "Omaisuuudenhallinta muuntaa organisaation tavoitteet omaisuuteen liittyviksi päätöksiksi, suunnitelmiksi ja toiminnoiksi käyttäen riskiperusteista toimintamallia." Omaisuuuden hallinta on organisaation tai yrityksen koordinoitua toimintaa, jolla pyritään hyödyntämään sen omaisuuuden arvo. Omaisuuuden hallinnan avulla selvitetään omaisuuteen liittyvät mahdollisuudet ja riskit. Siihen kuinka omaisuutta hallitaan vaikuttaa organisaation ominaisuudet, tarkoitus, toimintaympäristö, taloudelliset asiat, viranomaisten vaatimukset ja sidosryhmien tarpeet. (Suomen standardisoimisliitto SFS 2014, 8–10.)

2.2 Omaisuuuden hallinnan merkitys

Tämän päivän yhteiskunnassa omaisuuuden hallinnalla on suuri merkitys. Teollisuusyrityksillä on suuri vastuu ympäristön turvallisuudesta ja toiminta on monessa suhteessa rajoitteisempaa kuin ennen. Tähän vaikuttaa esimerkiksi Euroopan unionin säädökset. Yritysten on pidettävä erityisen tarkkaa huolta omaisuudestaan kilpailukykyensä ja maineensa vuoksi. Omaisuuuden hallinnan huono toteuttaminen näkyy kulujen kasvamisena ja tuottojen menetyksenä. Omaisuuuden hallinnassa tapahtuva välinpitämättömyys voi saada aikaan esimerkiksi suunnittelemattoman tuotannon seisokin, kun jokin laite vikaantuu laiminlyödyn kunnossapidon seurauksena. (Lahdenkauppi ja Westersund 2013, 31–32.)

2.3 Fyysisen käyttöomaisuuden hallinta teollisuudessa

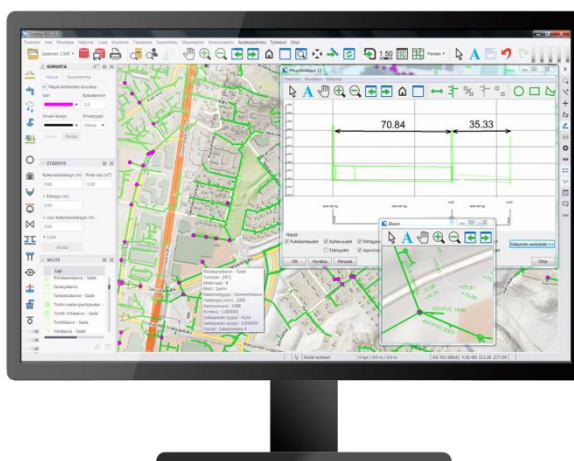
Teollisuudessa omaisuuuden hallinnan sisältöön kuuluu merkittävänä osana fyysisen käyttöomaisuuden kunnossa- ja käynnissäpito. Fyysisen käyttöomaisuuden hallinta on käsitteenä melko uusi ja sen määrittely vaihtelee paljon eri toimialoilla. Yhteistä kaikilla toimialoilla on fyysisen käyttöomaisuuden tuottavuuden ja arvon tuottokyvyn optimointi koko sen elinkaaren aikana. Omaisuuuden tuottavuutta tarkastellaan ja arvioidaan jo investointipäätöstä tehtäessä ja hankinnan jälkeen sen arvoa pyritään hyödyntämään, ylläpitämään ja kehittämään aina käytöstä poistamiseen saakka. (Vaattovaara ja Sipilä 2005, 2.) Teollisuudessa on tyypillistä, että käyttöomaisuus ja sen hallinta on jakautunut eri tulosyksiköihin, jotka vastaavat oman vastualueensa käyttöomaisuuden hallinnasta. Tällaisten tulosyksiköiden sisällä käyttöomaisuus ja sen hallinta voi olla jakautunut vielä pienempiin vastuualueisiin. Hyvänä esimerkikohteena, missä käyttöomaisuus ja sen hallinta on jakautunut, voidaan pitää suurta teollisuusyritystä, jonka tehtaan sisällä voi olla useita eri tuotantolaitoksia, logistiikkaorganisaatio ja kunnossapito-organisaatioita vastuualueittain, kuten infrastruktuuri, kiinteistöt, tuotantolaitteet sekä muita vastaavanlaisia yksiköitä.

2.4 Vesihuoltolaitosten omaisuuden hallinta

Vesihuoltolaitos on Suomessa luonteeltaan paikallinen luonnollinen monopoli, jonka omistavat kunnat. Kunnat ohjaavat myös vesihuoltolaitosten päätöksentekoa. Osa sen liiketoiminnoista on ulkoistettuja, kuten verkostojen ylläpito ja rakentaminen. Vesihuoltolaitosten yhteydessä puhutaan usein verkosto-omaisuudesta käyttöomaisuuden sijaan, johtuen siitä että vesihuoltolaitosten pääomasta suurin osa muodostuu verkostoista. Verkostojen osuus on arviolta noin 80 prosenttia koko pääomasta. Tämän pääomaintensiivisyyden vuoksi omaisuuden hallinnan merkitys on suuri vesihuoltotoimialalla. (Vesi- ja viemärlaitosyhdistys 2001 Vaattovaara ja Sipilä 2005, 41.)

2.5 Käyttöomaisuuden hallinnassa tarvittava tieto

Käyttöomaisuuden hallinnassa tärkeää on tiedon kerääminen. Tiedon keräämisen työkaluksi voidaan perustaa käyttöomaisuusrekisteri, jonne voidaan kerätä tietoa esimerkiksi käyttöomaisuuden sijainnista, kunnosta, jäljellä olevasta käyttöiästä, hankinta hinnasta tai vaikkapa arvioidusta nykyarvosta. Alkuvaiheessa tiedon keräämisessä voidaan käyttää yksinkertaisia tietokantoja tai paikkatietojärjestelmää. Tieto voidaan myöhemmin siirtää helposti kehittyneempään järjestelmään. (Välisalo, Riihimäki, Lehtinen, Kupi 2008, 35.) "Tietojen keruun alkuvaiheessa pitää suunnitella, millaisia tietoja käyttöomaisuusrekisterin tulee sisältää, keitä sen tulee palvella sekä miltä aikajänteeltä ja millä tarkkuustasolla tietoja järjestelmään kerätään." Käyttöomaisuusrekisterin tulee sisältää esimerkiksi seuraavia asioita: Käyttöomaisuuden yksilöintinumero, käyttöomaisuuden kuvaus, sijainti, mitat, materiaali, rakentamisvuosi, tärkeystaso, elinikäarvio, kuntoluokka, jäljellä oleva käyttöikä ja uushankintahinta. Käyttöomaisuusrekisterin tietoja voidaan hyödyntää monien henkilöstöryhmien tarpeisiin. (Välisalo, Riihimäki, Lehtinen, Kupi 2008, 35–36.) Yleistyneitä markkinoilla olevia kehittyneitä verkkotietojärjestelmiä voidaan käyttää mm. kunnossapidon suunnitteluun ja hallintaan sekä verkosto-omaisuuden analysointiin. Kuvassa 1 on tuotokuva Trimblen verkkosivuilta joka kuvaa vesihuollon ja kaukolämpöverkostojen verkkotietojärjestelmän käyttöliittymää.



Kuva 1. Trimble NIS -verkkotietojärjestelmä (utilities.trimble.fi)

3 KUNNOSSAPITO TEOLLISUUDESSA

3.1 Kunnossapidon määritelmä ja tavoitteet

PSK Standartisointiyhdistyksen (2011) mukaan "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." Edellä mainitun PSK Standartisoinnin määritelmä kunnossapidosta ottaa hyvin huomioon teollisuuden näkökulman kunnossapitoon. Kunnossapidosta on julkaistu muitakin määritelmiä. Esimerkiksi kansainvälisesti tunnetun kunnossapitoalan edelläkävijä John Moubray on määritellyt kunnossapidon yksinkertaisesti: "Kunnossapidolla varmistetaan, että laitteet jatkavat sen tekemistä, mitä käyttäjät haluavat niiden tekevän" (Mikkonen ym. 2009, 26). PSK Standartisointiyhdistyksen (2011) mukaan "Kunnossapidon keskeisiä tavoitteita ovat tuotannon kokonaistehokkuus (KNL) sekä hyvä käyttövarmuus, joka koostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta. Lisäksi turvallisuus, ympäristön huomioiminen ja kustannustehokkuusovat merkittäviä tavoitteita." Kunnossapidon tehtävänä on pitää laitteet toimintakunnossa, niillä pyritään varmistamaan tuotannon kilpailukyky (Mikkonen ym. 2009, 25).

3.2 Kunnossapidon lajit

3.2.1 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa kohteen vika korjataan joko alkuperäiseen tilaan tai kohteen edellyttävää toimintakuntoa vastaavaksi. Korjaava kunnossapito voi olla suunniteltua, toisin sanoen kunnostamista, tai suunnittelematonta. Suunnittelemattomalle korjaavalle kunnossapidolle eli häiriönkorjaukselle on tyypillistä, että korjaus on tehtävä välittömästi vian havaitsemisen jälkeen esimerkiksi tuotannollisista, laadullisista tai turvallisuussyistä johtuen. Tällaisissa tapauksissa on usein tehtävä väliaikainen korjaus. Väliaikainen korjaus antaa aikaa toteuttaa suunniteltu ja laadukas korjaustyö. (Järviö ym. 2007, 49.) Korjaavaa kunnossapitoa on esimerkiksi rikkoutuneen sadevesikaivon kansiston vaihtaminen uuteen.

3.2.2 Huolto

Huolto on kohteen käyttöominaisuuksien ylläpitämistä tai kohteen huonontuneen toimintakyvyn palauttamista vian tai vaurion estämiseksi. Huolto on yleensä jaksotettua huoltoa, jolloin huolto tehdään joko tietyn ajanjakson välein, tai käyttöön perustuvan ajan tai koneen tekemän määrän mukaan. Yleisiä huoltotoimenpiteitä ovat mm. puhdistus, voitelu, kalibrointi ja kuluvien osien vaihtaminen. Huolto liittyy läheisesti ehkäisevään kunnossapitoon, sillä huoltotoimenpiteitä tehdään usein mm. tarkastusten ja testausten yhteydessä, joka on kustannustehokkuudenkin vuoksi järkevää. (Järviö ym. 2007, 50.)

3.2.3 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito on kohteen suorituskyvyn ja toimivuuden seuranta, jonka keskeinen tavoite on pienentää todennäköisyyttä kohteen vikaantumiselle ja vähentää kohteen toimintakyvyn heikkenemistä. Se voi olla aikataulutettua tai säännöllisin väliajoin tehtävää jatkuvaa kunnossapitoa. Tärkeää ehkäisevän kunnossapidon suorittamisessa on tulosten analysointi, jonka perusteella tulevia kunnossapidon tehtäviä voidaan kehittää ja uudelleenaikatauluttaa. Tarkastaminen, kunnonvalvonta, testaaminen / toimintakunnon toteaminen ja määräystenmukaisuuden toteaminen ovat tyypillisiä ehkäisevän kunnossapidon tehtäviä. Tuotantolaitoksissa ehkäisevää kunnossapitoa tehdään usein seisokin aikana, jos sitä ei voida tehdä kohteen toimiessa. (Järviö ym. 2007, 50.)

3.2.4 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito on kunnossapidettävän koneen tai sen toiminnan osittaista tai täydellistä muokkaamista ja modernisointia eri keinoin. Parantava kunnossapito on tyypillistä kone- ja prosessi-automaation kunnossapidossa, ja se voidaan jakaa kolmeen pääryhmään (Järviö ym. 2007, 51.):

1. Kohteen osittainen uusiminen, vaihtamalla uudempia ja laadukkaampia osia tai komponentteja alkuperäisten tilalle kohteen suorituskykyä tai toimintaperiaatetta muuttamatta.
2. Uudelleensuunnittelut ja korjaukset, joiden tarkoituksena on muuttaa koneen toimintaa luotettavammaksi, suorituskykyyn puuttumatta.
3. Modernisaatiot, joilla pyritään parantamaan koneen suorituskykyä. Usein modernisaation tarkoituksena on sekä koneen että valmistusprosessin uudistaminen.

3.2.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Kunnossapidon standardeissa ei ole käsitelty vikojen ja vikaantumisen selvittämistä osana kunnossapitoa, mutta asiantuntijoiden mielestä esimerkiksi vikahistorioiden ja riskianalyyysien käytöllä on tärkeä rooli kunnossapidon kohdentamisessa. Perusajatus vikojen ja vikaantumisen selvittämisessä on selvittää mistä viat saavat alkunsa ja vikaantumisprosessin kulku. Menetelmiä vikojen ja vikaantumisen selvittämiseksi ovat mm. vika-analyysi, simulointi, mallintaminen, perussyyn selvittäminen, materiaalianalyytit ja vikaantumispotentiaalinen kartoitus / riskinhallinta. (Järviö ym. 2007, 51.) Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen liittyy pääasiallisesti kone- ja prosessi-automaation kunnossapitoon, mutta esimerkiksi vesihuoltotekniikassa käytetään yleisesti vesi- ja viemärijohtoverkoston mallintamista erilaisilla tietokoneohjelmilla, kun selvitetään olemassa olevan verkoston tai sen osan toimivuutta.

3.3 Kunnossapidon hyödyt teollisuusyrityksessä

Kunnossapidon arvostus on ollut yrityksissä perinteisesti vähäistä, koska se on nähty enemmän kuluna kuin tuottona. Kunnossapidon kustannukset voivat ollakin yritykselle suuri kuluerä jos koneiden ja laitteiden kunnonvalvontaa ei ole suoritettu tarpeeksi hyvin ja jos huollot on suunniteltu huonosti tai huollot on suoritettu liian harvoin. Seurauksena riittämättömästä kunnonvalvonnasta ja laiminlyödyistä huolloista voi olla tuotannon keskeyttävä laiterikko. Tällaisissa tapauksissa kun kunnossapito on vikojen korjausta, ollaan jo auttamatta myöhässä. Odottamattomat vikojen korjaukset aiheuttavat negatiivisen ketjureaktion; Tuotannon keskeytyessä esimerkiksi vikaantuneen laitteen vuoksi, ei keskeydy pelkästään tuotteiden valmistus, vaan koko tuotantoketju. Pahimmillaan tuotannon pysähtyminen voi vaikuttaa yrityksen toimitusvarmuuteen ja sitä kautta myös yrityksen imagoon ja asiakastyytyvyyteen. (Lahdenkauppi ja Westersund 2013, 16–17.)

Tänä päivänä on teollisuudessa siirrytty suunnitelmalliseen ja ennakoivaan kunnossapitoon, jonka päätavoitteena on karsia haitallisia kone- ja laiterikkojen aiheuttamia tuotannon katkoksia. Kunnossapidon todelliset hyödyt tulevatkin ennaltaehkäisevästä kunnossapidosta. Kunnossapidon tehokkuus paranee vielä entisestään jos osataan käyttää hyödyksi huoltodokumenteista, käyttökokemuksesta ja tuotteiden laadusta saatavaa tietoa samanaikaisesti. Hyvän kunnossapitosuunnitelman sekä koneiden ja laitteiden järjestelmällisellä kunnonvalvonnalla voidaan ehkäistä mahdollisia vikoja ja tällä tavoin saada aikaan suuria säästöjä. (Lahdenkauppi ja Westersund 2013, 16–17.) Yritysten kilpailukykyyn ja imagoon vaikuttaa paljon myös se, miten ne onnistuvat eettisissä ja ekologisissa tavoitteissaan. Teollisuusyrityksillä on suuri vastuu esimerkiksi ympäristön hyvinvoinnista. Tämä tarkoittaa sitä, että yritysten on myös kunnossapidollisin toimin pyrittävä ennaltaehkäisemään ympäristövahinkojen aiheutuminen.

4 TARKASTELTAVAN TUOTANTOLAITOKSEN ESITTELY

4.1 Yara Suomi Oy Siilinjärven tehtaat

Yara International ASA on maailmanlaajuinen kivennäislannoitteiden, teollisuuskemikaalien ja ympäristönsuojelutuotteiden valmistaja, jolla on toimipaikkoja yli 50 maassa. Suomessa toimiva Yara Suomi Oy on Yara International ASA:n tytäryhtiö. Yara Suomi Oy:llä on kolme tuotantolaitosta, jotka sijaitsevat Uudessakaupungissa, Kokkolassa ja Siilinjärvellä. (Yara Suomi Oy 2017a.) Yaralla oli aiemmin tuotantolaitos myös Harjavallassa, mutta sen toiminta on siirtynyt Norilsk Nickel Harjavalta Oy:lle (Yara Suomi Oy 2017b). Siilinjärvellä sijaitsee myös Länsi-Euroopan ainoa fosfaattikaivos. Kaivoksesta louhittavasta apatiittimalmista rikastettua fosforia käytetään raaka-aineena Siilinjärven tehtailla. Päätuotteinaan Siilinjärven tehtaat valmistavat lannoitteita ja fosforihappoa. Lannoitteiden tuotantomäärä on noin 500 000 tonnia vuodessa ja se menee pääosin kotimaan peltoviljelyn tarpeisiin. Fosforihappoa, jota käytetään lannoite-, eläinrehu- ja elintarviketeollisuuteen, tuotetaan noin 300 000 tonnia vuodessa. Työntekijöitä Siilinjärven tehtailla on noin 700, joista noin puolet on urakoitsijoita. (Yara Suomi Oy 2017a.) Alla olevassa kuvassa 2 on Yaran Siilinjärven tehtaat ja kaivos. Kuvasta hahmottuu hyvin kuinka suuri alue on kyseessä.

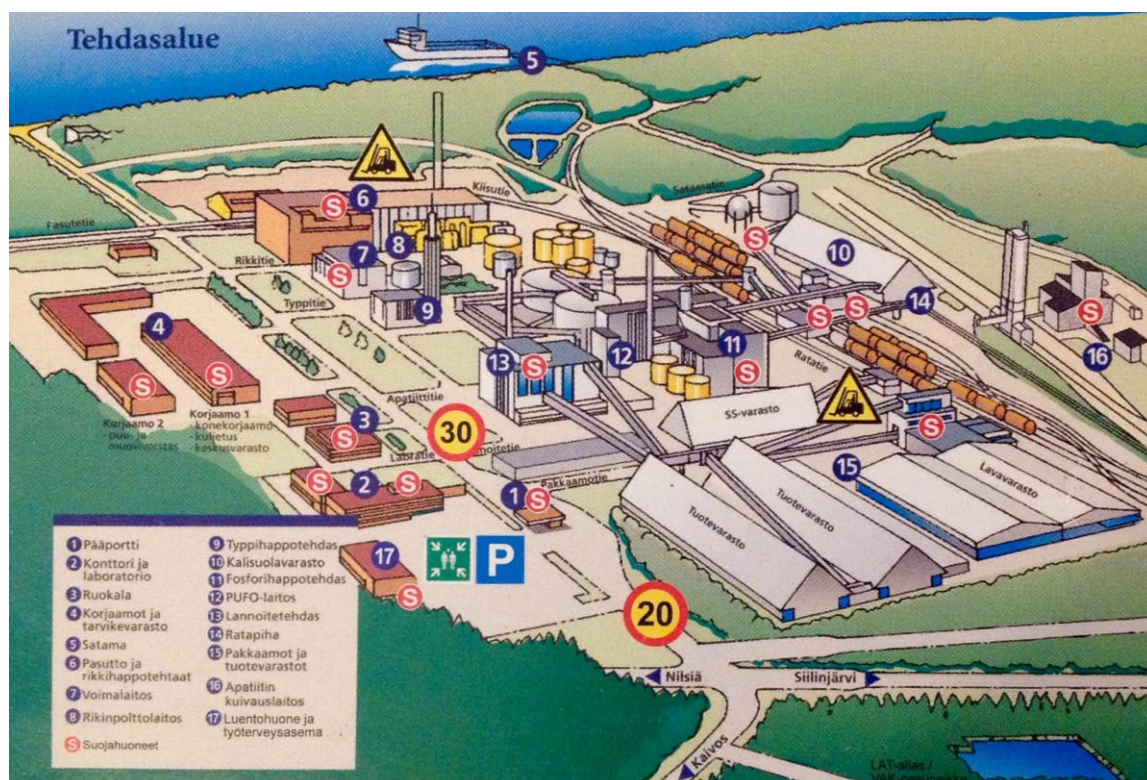


Kuva 2. Yara Suomi Oy:n Siilinjärven tehtaat ja kaivos (news.cision.com)

4.2 Tehdasalueen esittely

Yara Suomi Oy:n Siilinjärven tehdasalue on pinta-alaltaan suuri. Sinne sijoittuu paljon suuria tehdas-kiinteistöjä, toimisto- ja korjaamokiinteistöjä, tuotevarastoja, erilaisia kuljettimia sekä logistiseen toimintaan tarkoitettuja kiinteistöjä. Alla olevassa kuvassa 3 on merkitty ja numeroitu tehdasalueen keskeisimmät kiinteistöt sinisillä palloilla. Turvallisuuden kannalta tärkeitä paikkoja ovat myös punaisilla palloilla S-kirjaimin merkityt suojahuoneet, minne suojaudutaan mahdollisen kaasuvaaran tullessa. Tehdasalueen keskeisimpiä kiinteistöjä ovat:

- | | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| 1. Pääportti | 10. Kalisuolavarasto |
| 2. Konttori ja laboratorio | 11. Fosforihappotehdas |
| 3. Ruokala | 12. PUFO-laitos |
| 4. Korjaamot ja tarvikevarasto | 13. Lannoitetehtas |
| 5. Satama | 14. Ratapiha |
| 6. Pasutto ja rikkihappotehta | 15. Pakkaamot ja tuotevarastot |
| 7. Voimalaitos | 16. Apatiitin kuivauslaitos |
| 8. Rikinpolttolaitos | 17. Luentuhuone ja työterveysasema |
| 9. Typpihappotehdas | |



Kuva 3. Yara Suomi Oy:n Siilinjärven tehdasalue (Yara Siilinjärvi 2016.)

4.3 Tehdasalueen maanalaiset putkistot

Tässä opinnäytetyössä on tarkoituksena laatia ennakkohuoltojärjestelmä tuotantolaitosten ulkopuolisille maanalaisille putkistoille. Maanalaiset putkistot sijoittuvat tehdasalueella pääosin tie- ja piha-alueille. Tässä työssä käsiteltävät putkistot, toisin sanoen vesi- ja viemärijohtoverkostot, ovat palovesijohtoverkosto, hapanvesiviemäriverkosto ja muut tehdasalueen viemäriverkostot, jotka ovat sade-, jäte-, salaoja- ja jäähdytysvesiviemäriverkostot. Tästä työstä pois jätettyjä maanalaisia putkiverkostoja ovat raakavesijohtoverkosto, talousvesijohtoverkosto sekä kaukolämpöverkosto. Edellä mainittujen verkostojen lisäksi paineviemärit rajattiin työstä.

Tehdasalueen vesi- ja viemärijohtoverkostot ovat osaltaan myös tehtaiden prosessien tukitoimintoja. Tämän vuoksi verkostojen toimivuudella on suuri merkitys myös tehtaiden toimivuudelle. Hapanvesiviemäriverkosto toimii prosesseista poisjohdettavien happamien vesien viemäriverkostona. Hapanvesiviemäriverkosto on tehtaan viemäriverkostoista kaikkein haastavin kunnossapidon kannalta. Sille voidaan tehdä kunnossapitotoimenpiteitä ainoastaan tehtaiden huoltoseisokin aikana, jolloin viemärissä kulkevan veden virtaus on tarpeeksi pieni kunnossapitotöiden suorittamiseksi turvallisesti. Nimensä mukaisesti hapanvesiverkostossa virtaa pH-arvoltaan hapanta vettä. Myös raakavesijohtoverkosto ja jäähdytysvesiviemäriverkosto ovat tehtaan tukitoimintoja. Raakavesijohtoverkoston avulla tuotetaan tarvittava jäähdytysvesi tehtaalle ja käytetty jäähdytysvesi johdetaan pois jäähdytysvesiviemäriverkoston avulla. Suurin osa tehdasalueen pinta-alasta on asfalttipäällysteistä, jonka vuoksi suurin osa sadevesistä johdetaan pois sadevesijärjestelmien kautta. Sadevesiverkoston toimivuudella on tämän vuoksi tärkeä merkitys tehdasalueella.

Tehdasalueen vesi- ja viemärijohtoverkostot poikkeavat kunnallisista vesi- ja viemärijohtoverkostoista huomattavasti. Perinteisiä kunnallisia verkostoja ovat vesijohtoverkosto sekä jätevesi-, ja hulevesiviemäriverkostot, kun taas tehdas vaatii toimiakseen monia erillisiä paineellisia vesijohtoverkostoja ja viemäriverkostoja. Esimerkiksi palovesiverkosto on oma verkostonsa, kun taas kunnallisessa järjestelmässä palovesi otetaan yleisesti talousvesijohtoverkon suurista runkolinjoista. Palovesiverkosto on tärkeä osa tehtaan turvallisuutta, sillä tehdasalueelle sijoittuu monia suuria tehdasrakennuksia. Tehdasalueella olevia maanalaisia putkistoja on viime vuosina uusittu ja saneerattu. Kaikkein merkittävimmät runkolinjat on kokonaan uusittu. Rakentamisessa on käytetty laadukkaita PEH-muoviputkia sekä vesijohdoissa että viemäriinjoissa. Osa viemäriputkista on saneerattu käyttäen menetelmää, missä PEH-muoviputki on sujutettu vanhan betoniputken sisään.

5 YARAN TEHDASALUEEN MAANALAISTEN PUTKISTOJEN VARUSTEET JA LAITTEET

5.1 Palovesiverkoston sulkuventtiilit, venttiilikaivot ja kansistot

Sulkuventtiilien tehtävä vesijohtoverkostossa on putkivaurioiden tai korjaus- ja liitostöiden aiheuttamien jakeluhäiriöiden rajoittaminen mahdollisimman pienelle alueelle (Karttunen 1999, 120). Verkoston suunnitteluvaiheessa pyritään verkko suunnittelemaan niin, että vedensaanti voidaan turvata siitä huolimatta, että jokin verkoston osa jouduttaisiin sulkemaan esimerkiksi putkirikon sattuessa. Yaran palovesiverkoston sulkuventtiilit ovat kuvan 4 tyyppisiä suuria kumiluistiventtiileitä, jotka ovat sijoitettu venttiilikaivoihin. Suurimmat sulkuventtiilit ovat nimellishalkaisijaltaan 400 mm (Yara Suomi Oy 2016).



Kuva 4. Kumiluistiventtiili VAG EKO Plus (Tecalemit Flow Oy)

Venttiilikaivot ovat nimensä mukaisesti kaivoja, joissa sulkuventtiili tai jokin muun toiminnon omaava venttiili sijaitsee. Venttiilikaivoon asennetun venttiilin huoltaminen ja korjaaminen on paljon helpompaa, mitä maahan asennetun venttiilin, koska venttiiliin päästään käsiksi maata kaivamatta. Venttiilikaivoon asennettu venttiili voidaan myös tarvittaessa irroittaa sen vaihtamiseksi tai korjaamiseksi esimerkiksi tilanteessa, missä venttiili on rikkoutunut tai sen kara jumiutunut. Maahan asennetut venttiilit joudutaan rikkoutumistilanteessa aina kaivamaan esiin, jolloin venttiilin vaihto tai korjaus on hitaampaa ja aiheuttaa kustannuksia. Karttusen (1999, 120) mukaan "Kaikki tärkeät venttiilit tulisi huollon helpottamiseksi asentaa kaivoihin. Tällaisia ovat suuret venttiilit, yli 400 mm, läppäventtiilit, venttiiliryhmät ja moottoriventtiilit." Yaran venttiilikaivot ovat betonisia sisähalkaisijaltaan 1 600 mm kaivoja (Yara Suomi Oy 2016). Venttiilikaivon kansistot ovat korotusrenkaiden avulla oikeaan korkoon asennettuja suuria Ø815 mm valurautakansistoja joiden painoluokitus on D400 (40 tonnia) (Yara Suomi Oy 2016).

5.2 Palovesiasemat

Palovesiasemat ovat suuren veden tuottokyvyn omaavia paloposteja. "Palovesiasema on yhdellä tai useilla nousuputkilla ja liittimillä varustettu, suurelle vesimäärälle mitoitettu paloposti, joka on tarkoitettu palokunnan käyttöön. Tuottovaatimus ≥ 20 l/s, ≥ 1200 l/min" (Helsingin kaupungin pelastuslaitos 2013, 22). Palovesiasema pitää olla helposti löydettävissä ja sen luokse pitää päästä vuodenaikasta riippumatta. Yaran tehdasalueella kaikki palovesiasemat ovat lämpöeristettyjä ja maanpäällisiä kuvan 5 mukaisia palovesiasemia, jotka ovat varustettu $\varnothing 150$ mm sulkuventtiilillä ja automaattisella tyhjennysventtiilillä. (Yara Suomi Oy 2016.)



Kuva 5. 9220 Palopostiasema 150-1 +at rst (Palo- ja Vesitekniikka PA-VE Oy)

5.3 Sadevesitarkastuskaivot, sadevesikaivot ja kansistot

Sadevesitarkastuskaivot ovat sadevesiverkoston runkolinjojen taitepisteisiin asennettavia kaivoja. Sadevesitarkastuskaivot ovat $\varnothing 1\ 500$ mm PEH-muovikaivoja tai runkolinjaan viemäriputken yläosaan liitettyjä ns. satulakaivoja, joista on näköyhteys putkeen maan päältä. PEH-muoviset satulakaivot ovat $\varnothing 800$ mm. PEH-muovista valmistettujen kaivojen ja satulakaivojen kansistot ovat valurautaisia teleskooppiputkella varustettuja kelluvia kansistoja, jotka lepäävät päällysteen pinnalla. Liikennealueilla sijaitsevien kansistojen painoluokitus on D400 (40 tonnia). Vanhemmissa verkostoissa kaivot ovat pääasiassa $1\ 000$ mm halkaisijaltaan olevia betonisia tarkastuskaivoja. (Yara Suomi Oy 2016.)

Sadevesikaivot ovat valurautaisilla siiviläkansilla varustettuja kaivoja, joilla valumavesi kerätään ja johdetaan sadevesiviemäriverkkoon. Sadevesikaivot ovat varustettu hiekkapesällä, jonka tarkoitus on kerätä valumaveden mukana tuleva hiekka ja estää sen pääsy sadevesiverkkoon. Yaran tehdasalueella hiekoitetaan talvisin paljon, jolloin sadevesikaivot täyttyvät hiekasta. Sadevesikaivot ovat Ø560 mm ns. satelliittikaivoja Ø160 mm yhdysputkella. Vanhempien verkostojen kaivot ovat Ø800 mm betonikaivoja. Kansistot ovat 500–600 mm halkaisijaltaan olevia siiviläkansistoja. Liikennealueilla sijaitsevien siiviläkansistojen painoluokitus on D400 (40 tonnia). (Yara Suomi Oy 2016.)

5.4 Hapanvesiviemäriverkoston tarkastuskaivot ja kansistot

Hapanvesitarkastuskaivot ovat hapanvesiviemäriverkoston runkolinjojen taitepisteisiin asennettavia kaivoja. Hapanvesitarkastuskaivot ovat Ø1 200 PEH-muovikaivoja tai runkolinjaan viemäriputken yläosaan liitettyjä satulakaivoja, jotka ovat lisäksi varustettu erillisellä kartiorenkaalla ja Ø600 valurautakansistolla. Kartiorenkaan sisään on asennettu tiivistetty välikansi satulakaivon päälle. PEH-muoviset satulakaivot ovat Ø560 mm. Kansistot ovat Ø600 mm valurautaisia teleskooppiputkella varustettuja kelluvia kansistoja, jotka lepäävät päällysteen pinnalla (Ø1 200 PEH-muovikaivoissa). Liikennealueilla sijaitsevien kansistojen painoluokitus on D400 (40 tonnia). (Yara Suomi Oy 2016.)

5.5 Muut viemärikaivot ja laitteet

Muita viemärikaivoja ovat salaojakaivot, jätevesikaivot sekä jäähdytysvesikaivot. Suurin osa edellä mainituista kaivoista on halkaisijaltaan 1 000 mm betonikaivoja. Uusittua jätevesiverkkoa on varustettu Ø560 mm PEH-muovista valmistetuilla tarkastuskaivoilla. Muita tehdasalueella olevia laitteita, joita ei tässä työssä tarkastella tarkemmin ovat mm. typpivesikaivot, talousvesiverkoston sulkuventtiilit, jotka ovat varustettu venttiilihatulla sekä suuret raakavesisulkuventtiilit venttiilikaivoineen. Osa raakavesisulkuventtiileistä on moottorisoituja sulkuventtiileitä. (Yara Suomi Oy 2016.)

5.6 Verkostoissa käytetyt putkimateriaalit ja koot

Yaran tehdasalueella on valtava määrä erilaisia maanalaisia putkia. Osa vanhemmista sade-, jäte- ja jäähdytysvesiviemäreistä on betonisia EK-putkia, osa taas on erilaisia muoviputkia kuten PVC-muoviputkia. Viime vuosina tehdyissä putkiverkostojen uusimisessa on käytetty pelkästään PEH-muoviputkia niiden korkean laadun ja pitkäikäisyyden vuoksi. Vanhoja betonisia viemäriverkkoja on myös saneerattu sujuttamalla uusi PEH-muoviputki betoniputken sisään, mitä tehdään paljon kunnallisissa verkoston saneerauksissa. PEH-muoviputkien liittämässä toisiinsa on käytetty puskuhitsu- tai sähkömuhvihitsu menetelmää. Tehdasalueen verkostojen päärunkolinjat ovat uusittu ja niissä on käytetty massiivisia PEH-muoviputkia. Suurimmat putket ovat sadevesirunkolinjassa 1 000 mm ja hapanvesirunkolinjassa 630 mm olevia viemäriputkia, joiden paineluokka on PN10. Palo-vesirunkolinjan putki on 400 mm ja sen paineluokka on PN16. Seuraavalla sivulla olevassa taulukossa 1 on esitetty tyypillisimpiä tehdasalueen putkia.

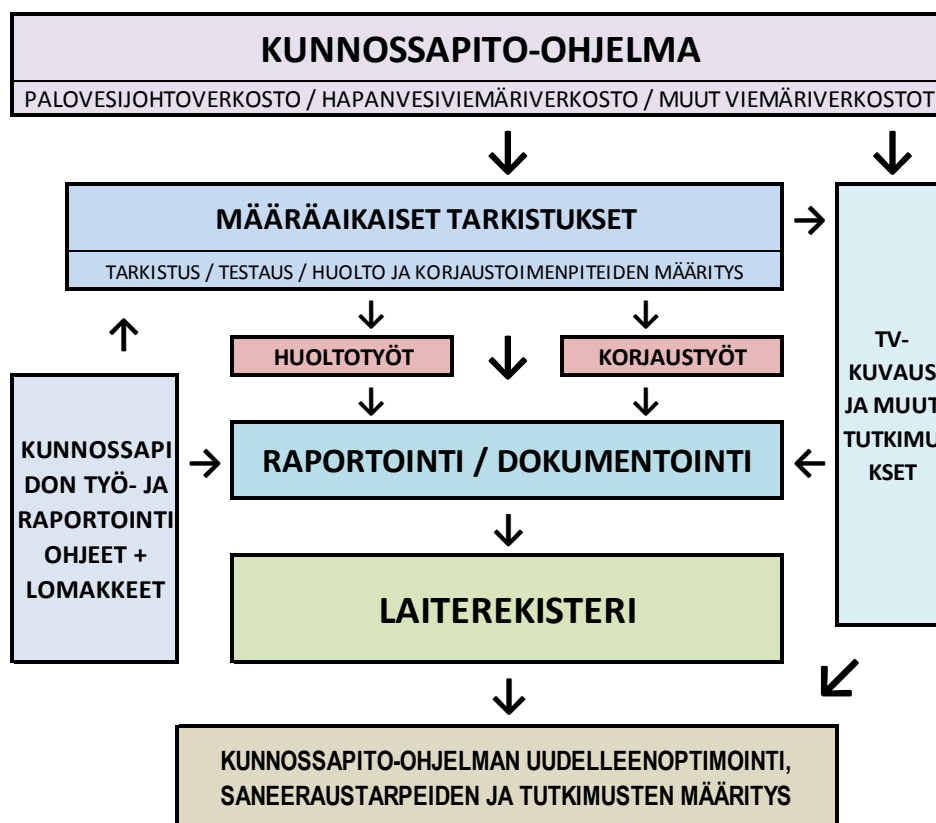
Taulukko 1. Tehdasalueen putkia (Tölli 2017)

PALOVESIJOHTOVERKOSTO			SALAOJAVIEMÄRIVERKOSTO		
TYYPPI	KOKO/MATERIAALI	PAINELUOKKA	TYYPPI	KOKO/MATERIAALI	PAINELUOKKA
Palovesijohto	150 Sg-v		Salaojaviemäriputki	100 Muovi	
Palovesijohto	160PEH	PN 16	Salaojaviemäriputki	110 Muovi	
Palovesijohto	200PEH	PN 16	HAPANVESIVIEMÄRIVERKOSTO		
Palovesijohto	315PEH	PN 16	TYYPPI	KOKO/MATERIAALI	PAINELUOKKA
Palovesijohto	400PEH	PN 16	Hapanvesiviemäriputki	630PEH	PN 10
TALOUSVESIJOHTOVERKOSTO			LISÄKSI EK-putkia		
TYYPPI	KOKO/MATERIAALI	PAINELUOKKA	TYYPPIVESIVIEMÄRIVERKOSTO		
Vesijohto	63PEH	PN 10	TYYPPI	KOKO/MATERIAALI	PAINELUOKKA
Vesijohto	75PEH	PN 10	Typivesiviemäriputki	250PEH	
Vesijohto	160PEH	PN 10	Typivesiviemäriputki	400PEH	PN 10
RAAKAVESIJOHTOVERKOSTO			JÄTEVESIVIEMÄRIVERKOSTO		
TYYPPI	KOKO/MATERIAALI	PAINELUOKKA	TYYPPI	KOKO/MATERIAALI	PAINELUOKKA
Raakavesijohto	630PEH		Jätevesiviemäriputki	200PEH	PN 10
Raakavesijohto	710PEH		Jätevesiviemäriputki	250PEH	PN 10
SADEVESIVIEMÄRIVERKOSTO			Jätevesiviemäriputki	315PEH	PN 10
TYYPPI	KOKO/MATERIAALI	PAINELUOKKA	LISÄKSI EK-putkia ja PVC putkia		
Sadevesiviemäriputki	110PEH	PN 10	JÄÄHDYTYSVESIVIEMÄRIVERKOSTO		
Sadevesiviemäriputki	160PEH	PN 10	TYYPPI	KOKO/MATERIAALI	PAINELUOKKA
Sadevesiviemäriputki	400PEH	PN 10	Pääosin Ø200-800 betoni ja PEH putkea		
Sadevesiviemäriputki	500PEH	PN 10	LISÄKSI KAUKOLÄMPÖ- JA KIERTOVIEMÄRIPUTKIA		
Sadevesiviemäriputki	800PEH	PN 10			
Sadevesiviemäriputki	1000PEH	PN 10			
LISÄKSI EK-putkia ja PVC putkia					

6 MAANALAISTEN VERKOSTOJEN ENNAKKOHUOLTOJÄRJESTELMÄN LUOMINEN

6.1 Tausta ja tarve

Yaran Siilinjärven tehtaiden maanalaisten verkostojen kunnossapitoa varten luotiin ennakkohuoltojärjestelmä. Tarve ennakkohuoltojärjestelmälle syntyi opinnäytetyön työsuunnitteluvaiheessa. Työn tilaajan kanssa päätettiin, että määriteltyjä tavoitteita parhaiten palveleva kokonaisuus on järjestelmä, minkä eri osien avulla kunnossapitotyö voidaan suunnitelmallisesti ja turvallisesti toteuttaa. Ennakkohuoltojärjestelmän keskeisimpiä osia ovat kunnossapito-ohjelma, kunnossapidon työohjeet ja laiterekisteri. Kunnossapitotyön raportointia varten laadittiin omat tarkastuslomakkeet palovesiverkoston kunnossapitotöille ja viemäriverkostojen kunnossapitotöille. Ennakkohuoltojärjestelmän osat on kuvattu seuraavissa kappaleissa. Ennakkohuoltojärjestelmän prosessikaavio on kuvattuna alla kuvassa 6. Ennakkohuoltojärjestelmän suunnittelussa lähteenä käytettiin Annukka Forssin (2005) teosta: Vesihuollon verkostojen ylläpidon perusteita sekä Erkki karttusen (2010) toimittamaa teosta: RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, perusteet ja toiminnallisuus.



Kuva 6. Ennakkohuoltojärjestelmän prosessikaavio (Töllli 2017)

6.2 Kunnossapito-ohjelma

Ennakkohuoltojärjestelmän suunnittelussa ensimmäinen vaihe oli kunnossapito-ohjelman suunnittelu. Kunnossapito-ohjelmassa määritellään eri huoltotehtävien ajankohta ja toistuvuus. Tehtävien ajankohdan määrää se, milloin kunnossapitotoimenpide voidaan tehdä; Teollisuuslaitoksissa joidenkin varusteiden ja laitteiden kunnossapitotyöt voidaan tehdä ainoastaan tuotannon seisokin aikana. Kaikkia kunnossapitotehtäviä ei kannata sijoittaa samaan ajankohtaan, mutta on myös huomioitava

olosuhteiden vaikutus kunnossapitotöiden toteuttamisessa. Esimerkiksi talviaikaan veden jäätyminen hankaloittaa työn tekoa. Kunnossapitotehtävien toistuvuus on toinen huomioitava tekijä kunnossapidon aikataulua laadittaessa. Joidenkin laitteiden osalta kunnossapito tulee tehdä vuosittain ja toisten laitteiden osalta harvemmin. Kunnossapito-ohjelmassa laadittujen tehtävien ajankohtaa ja toistuvuutta määrittäviä ja rajoittavia asioita on perusteltu liitteessä 1: *Kunnossapitotehtävien määrittäviä ja rajoittavia asioita*. Opinnäytetyössä laadittu kunnossapito-ohjelma on suuntaa antava. Tarkkoja laskutoimituksia tehtävien kestosta ei tehty. Kunnossapito-ohjelma voidaan suunnitella tarkemmin vasta sitten kun, kaikki kunnossapito-ohjelmaan sisältyvät laitteet on määritelty, numeroitu ja kunnossapitokartat tehty. Havainnollistava kuva kunnossapito-ohjelmasta on liitteessä 2: *Kunnossapito-ohjelma havainnekuva*.

6.3 Määräaikaiset tarkastukset (kunnossapitotyö)

Määräaikaiset tarkastukset suoritetaan kunnossapito-ohjelmassa määrättyinä ajankohtina. Määräaikaisiin tarkistuksiin kuuluu:

1. Palovesiverkoston laitteiden tarkastus ja koekäyttö
2. Hapanvesiviemäriverkoston laitteiden tarkastus
3. Muiden viemäriverkostojen laitteiden tarkastus

Määräaikaisten tarkastusten perusideana on tarkastettavien kohteiden, kuten kaivojen tarkastus, jolla selvitetään laitteiden huollon ja korjauksien tarve. Määräaikaisten tarkastusten suorittaminen on ohjeistettu kunnossapidon työohjeissa. Määräaikaiset tarkastukset on suunniteltu tehtäväksi ketjutusti kunnossapitokartoissa määrättyt kohteet tarkastaen. Tämä tarkoittaa sitä, kun tarkastustyö tietyssä kohteessa saadaan valmiiksi siirrytään seuraavaan kohteeseen.

6.4 Kunnossapitokartat ja laitteiden tunnistenumerointi

Määräaikaiset tarkistukset suunnitellaan ja suoritetaan erikseen tehtävien kunnossapitokarttojen avulla. Kunnossapitokartat tulevat sisältämään tehdasalueen kunnossapidettävät laitteet alueittain ja verkostoittain määritellyissä kartoissa, joiden mittakaava on tarpeeksi suuri. Esimerkiksi 1:200-mittakaavassa. Tämä auttaa hahmottamaan ja paikantamaan kunnossapitotyön kohteet paremmin. Koska Yaran tehdasalueella on suuri määrä eri verkostoja ja laitteita, kuten kaivoja, on pienemmän mittakaavan kartasta vaikea hahmottaa yksityiskohtia.

Karttojen tekemisen yhteydessä ennakko- ja huoltojärjestelmään kuuluvat laitteet tullaan myös tunnistenumeroimaan. Tämä tarkoittaa sitä, että laite saa sijaintitietonsa lisäksi tunnistenumeron, jolloin se saa fyysisen paikkansa maastossa sekä laiterekisterissä, jossa laitteen tietoja pystytään hallitsemaan ja muokkaamaan. Esimerkiksi sadevesikaivo numero 101 on SVK101 tai vaikkapa jätevesitar kastuskaivo numero 612 on JVTK612. Kunnossapitokarttojen tekeminen ja laitteiden tunnistenumerointi ei kuulunut tämän opinnäytetyön sisältöön. Yara tulee teettämään tämän työn haluamallaan yhteistyökumppanillaan. Kunnossapitokartat ja laitteiden numerointi on olennainen osa ennakko- ja huoltojärjestelmää ja sen tekemisestä on päätetty opinnäytetyön suunnittelupalaverissa.

6.5 Kunnossapidon työohjeet

Kunnossapidon työohjeet laadittiin palovesijohtoverkostolle, hapavesiviemäriverkostolle sekä oma ohje muille viemäriverkostoille. Aluksi suunnittelussa oli kaikki verkostot kattava ohje, mutta se jaettiin edellä mainittuihin kolmeen eri ohjeeseen, koska ohjeiden sisällöt eroavat paljon keskenään työn suoritustavan ja työturvallisuusohjeiden osalta ja se olisi ollut yhtenä ohjeena vaikea toteuttaa järkevästi. Kunnossapidon työohjeet toimivat työn suorittajan ja työluvan laatijana toimivan Yaran rakennusosaston apuna kunnossapitotöiden suunnittelussa ja toteutuksessa. Kunnossapidon työohjeissa tärkeimpänä asiana on työturvallisuus, joka pyrittiin ottamaan mahdollisimman hyvin huomioon jokaisessa kunnossapitotyön vaiheessa. Kunnossapidon työohjeissa määritellään mm:

- työn vaiheet ja suoritus
- työturvallisuusohjeet
- työvälineet
- raportointi- ja dokumentointiohjeet

Palovesiverkostojen kunnossapidon työohje suunniteltiin ensisijaisesti Yaran oman paloaseman henkilöstön käytettäväksi, mutta sen laatimisessa huomioitiin myös muut mahdolliset ohjeen käyttäjät. Kunnossapidon työohjeisiin sisällytettiin raportointi ja dokumentointiohjeet; Määräaikaisten tarkastusten tavoitteena on se, että havainnot pyritään raportoimaan ja dokumentoimaan mahdollisimman tarkasti. Tähän tärkeimpänä syynä on se, että huolto- ja korjaustoimenpiteet pystytään määrittämään ja suunnittelemaan raporttien ja dokumenttien perusteella sekä toteuttamaan mahdollisimman taloudellisesti ja järkevästi yhdellä kertaa. Tarkastusten havaintojen ja vikamääritysten perusteella voidaan kohdistaa säännöllisin väliajoin tehtäviä verkostojen tutkimuksia niihin verkoston osiin, missä huomataan eniten olevan ongelmia. Kunnossapidon työohjeet ovat tarvittaessa myöhemmin laajennettavissa koskemaan myös huolto- ja korjaustöitä. Kunnossapidon työohjeet eivät ole julkisia ja niitä ei tämän vuoksi ole tämän opinnäytetyön liitteinä.

6.6 Lomakkeet

Kunnossapitotyön raportoinnin helpottamiseksi suunniteltiin kaksi tarkastuslomaketta.

Palovesijohtoverkoston kunnossapitotyön raportoinnin helpottamiseksi laadittiin *Yhdistetty venttiilikaivon ja palovesiaseman tarkistuslomaketta*, joka on tämän työn liitteenä liitteessä 3.

Hapanvesiviemäriverkoston sekä muiden viemäriverkostojen kunnossapitotyön raportointia varten laadittiin *Viemärikaivon vika- ja korjauslomake*, joka on tämän työn liitteenä liitteessä 4.

6.7 Laiterekisteri

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin ja laadittiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla toteutettu laiterekisteri, joka sisältää kunnossapito-ohjelman, kunnossapidon työohjeet, lomakkeet, varastotuotteet sekä laitteiden ominaisuutiedon ja kunnossapitohistorian sisältävät laitteet verkostoittain. Laiterekisterin etuna on se, että kaikki ennakkohuoltojärjestelmän dokumentit, jotka tässä opinnäytetyössä luotiin, löytyvät samasta tiedostosta. Tämä helpottaa kunnossapitotyössä mukana olevien henkilöiden työtä. Kaikki laiterekisterin kohteet ovat tulostettavissa. Laiterekisterissä on eri verkostoille omat värit, jotka selkeyttävät sen käyttämistä. Eri laitteista on omat laitekohtaiset kortit, joissa on laitteen ominaisuustiedot sekä kunnossapitohistoria. Kunnossapitotöistä saadut tiedot laitteiden kunnosta kerätään laitekorttien kunnossapitohistoriaan. Kunnossapitotöistä saatujen raporttien kirjaamisen helpottamiseksi kunnossapitohistoriaan on tehty pikavalikkoja. Kunnossapitohistoriaan voidaan myös liittää kuvia upotettuna objektina omaan laatikkoonsa. Laiterekisterin tietojen päivittäminen auttaa esimerkiksi saneeraustöiden optimoinnissa. Havainnollistavia kuvia toteutuneesta laiterekisteristä on tämän työn liitteissä 5 ja 6. Yara Suomi Oy:n Siilinjärven tehdas voi tulevaisuudessa halutessaan ottaa käyttöön myös jonkin maksullisen verkkotietojärjestelmän, johon laiterekisteriin tallennetut tiedot voidaan siirtää.

6.8 Huoltotyöt ja korjaustyöt

Määräaikaisten tarkistusten sekä tutkimusten, kuten TV-kuvauksen perusteella määritetään tarvittavat huolto- ja korjaustoimenpiteet. Huoltotyöt ovat niitä toimenpiteitä, joita tehdään laitteiden osia ja komponentteja vaihtamatta tai korjaamatta. Huoltotöihin kuuluu mm. viemärikaivojen ja viemäriputkien tukosten aukaisu. Tähän apuna käytetään esimerkiksi yhdistelmäautoa, jolla voidaan suorittaa huuhtelut esimerkiksi korkeapainehuuhteluna sekä imeä kiintoaineet kuten hiekka ja liete pois kohteesta samalla kertaa. Sadevesikaivojen hiekkapesien tyhjennykset ja huuhtelut voidaan tehdä yhdistelmäauton avulla imemällä hiekka sadevesikaivoista käyttäen apuna huuhtelua hiekanpoiston aikana. Korjaustöitä ovat mm. kansistojen tai kansiston osien vaihtaminen uusiin. Huolto- ja korjaustöitä ei tässä opinnäytetyössä käsitellä tarkemmin.

6.9 Järjestelmän testaus

Järjestelmää tullaan testaamaan mahdollisesti kesän 2017 aikana. Järjestelmän testauksen tavoitteena on selvittää, miten teoriassa suunniteltu järjestelmä toimii käytännössä ja mitä muutoksia siihen mahdollisesti tarvitaan.

7 KUNNOSSAPITOON JA TYÖTURVALLISUUTEEN LIITTYVÄT KEHITYSIDEAT

7.1 Laitteiden paikantaminen ja tunnistaminen sekä putoamissuoja

Yhtenä tavoitteena opinnäytetyössä oli tehdasalueelle sijoittuvien verkostojen laitteiden paikantamisen kehittäminen. Lähtökohtana kunnossapitotyön toteuttamisessa on, että kunnossapitotyön suorittajan pitää pystyä paikantamaan sulkuventtiilit, palopostit ja erilaiset kaivot alueelta omatoimisesti. Yrällä on kattavat kartastot verkostoista, mutta paikantaminen pelkästään karttojen avulla on hidasta ja työlästä. Tehdasalueella on useita satoja kaivoja ja osa kaivoista on rykelmissä, jolloin yksittäisen kaivon paikantaminen ja tunnistaminen on työlästä ilman kokemuseräistä tietoa. Laitteiden nopea paikantaminen ja tunnistaminen on myös mahdollisten hätätilanteiden varalta tärkeää. Seuraavissa alakappaleissa 7.1.1–7.1.3 on esitetty menetelmiä laitteiden paikantamisen ja tunnistamisen parantamiseksi.

7.1.1 Venttiilikaivojen ja palovesiasemien paikantamisen ja tunnistamisen parantaminen

Palovesiverkoston venttiilikaivojen ja sulkuventtiilien paikantamisen ja tunnistamisen parantamiseksi tehdään seuraavat toimenpiteet: Tarvittava venttiilikaivoon ja sen sulkuventtiiliin liittyvä tieto merkitään kaivon välikanteen asennettavilla ja erikseen tilattavilla siirtotarroilla tai vaihtoehtoisesti tarvittava tieto maalataan sapluunaa apuna käyttäen sopivalla spray-maalilla. Välikanteen voidaan merkitä esimerkiksi venttiilikaivon tunnistenumero, sulkuventtiilin aukaisemisen ja sulkemisen selittävä pyörittämissuunta-tieto ja lyhyt ohje venttiilin käytöstä. Etuna merkinnästä on se, että tiedetään mikä venttiilikaivo milloinkin on kyseessä ja minkä sulkuventtiilin kaivo sisältää. Käytäntö ei kuitenkaan korvaa kunnossapitokarttoista saatavaa tietoa. Palovesiasemien tunnistamista varten palovesiasemiin kiinnitetään kuvan 7 mukainen perinteinen palovesiaseman merkkikilpi, johon lisätään tunnistenumero esimerkiksi siirtotarroilla. Menetelmä parantaa myös kunnossapidon raportointia.



Kuva 7. Palovesiasema ja merkkikilpi (kainuunsanomat.fi)

7.1.2 Tarkastuskaivojen paikantaminen

Tarkastuskaivojen, kuten sadevesi-, jätevesi- ja jäähdytysvesiviemärien tarkastuskaivojen paikantaminen saattaa olla ongelmallista kohteissa, missä on useita kaivoja pienellä alueella. Paikantamisen apuvälineenä joihinkin kaivoihin asennetaan tunnistenumeron sisältävä tietokilpi tunnistamisen parantamiseksi. Tarkastuskaivojen paikantamista varten kaivojen sisään kansiston kehyksen alalaitaan asennetaan ulkokierteisillä magneettisysteemeillä varustetut tunnistekilvet. Kilvet ovat esimerkiksi PEH- muovista valmistettuja, ja ne voidaan tilata kilpiin erikoistuneelta yritykseltä. Kuvan 8 mukaisia magneettisysteemejä on saatavilla ainakin Componet - Magneettikaupasta ja tuotteesta riippuen niillä on erittäin suuri pitovoima. Tarkoituksen mukaista tässä ideassa ei ole kaikkien kaivojen merkitseminen tunnistekilpien avulla vaan ainoastaan osan kaivoista. Kilvet voidaan asentaa kunnossapitotyön yhteydessä. Etuna magneettiasenteisessa tunnistekilvessä on sen helppo asennus ja se, että kiinnitystä varten ei tarvitse erikseen tehdä porauksia kansistoon. Myös venttiilikaivoihin, joissa ei ole välikantta voidaan asentaa tunnistekilpi halutuilla tunniste- ja muilla tiedoilla edellä mainitulla tavalla. Tunnistekilvestä on havainnollistava kuva liitteessä 7.



Kuva 8. Magneettisysteemi 22x6mm/M4x6,5 (componet.fi)

7.1.3 Perinteisten merkkikilpien käyttö

Tärkeimpien sulkuventtiilien ja kaivojen paikantamisen parantamiseksi asennetaan kiinteistöjen seiniin tai sopiviin paikkoihin pystytettäviin tolppiin kuvan 9 mukaisia tai vastaavanlaisia paikantamiseen tarkoitettuja perinteisiä merkkikilpiä. Merkinnot helpottavat kohteen paikannusta.



Kuva 9. Perinteinen merkkikilpi (Tölli 2017-05-28)

7.2 Työturvallisuuden parantaminen putoamissuojauksen avulla

Venttiilikaivojen ja viemärikaivojen tarkastus- ja kunnossapitotyössä toistuu työvaihe, jossa kansi siirretään pois paikoiltaan. Kunnossapitotyö edellyttää kaivon sisälle näkemistä, jonka vuoksi kansi on siirrettävä pois paikoiltaan. Kun kaivonkansi siirretään paikoiltaan, syntyy putoamisvaara, joka on kunnossapitotyön suurimpia vaaroja. Henkilön pudotessa kaivoon on olemassa suuri vammautumisen riski. Putoamisvaaran pienentämiseksi voidaan kaivon suulle asentaa putoamisen estävä rakennelma, joka toimii putoamissuojana kaivon kannen ollessa pois paikoiltaan. Kunnossapitotyössä läsnäolevan putoamisvaaran pienentämiseksi suunniteltiin *Putoamissuoja*, joka on kuvattu liitteessä 8. Putoamisvaaran pienentämiseksi kaivon aukon päälle asennetaan liitteen mukainen putoamissuoja. Putoamissuojaa on perusteltua käyttää ainakin venttiilikaivojen ja sulkuventtiilien kunnossapitotyössä, missä kaivon aukot ovat suuria ja missä työvaiheisiin kuluu enemmän aikaa, kuten sulkuventtiilin koekäyttöön. Putoamissuojan käyttö ei myöskään olennaisesti vaikeuta kunnossapitotyön suorittamista. Putoamissuoja voidaan maalata huomiovärillä sen havaitsemisen parantamiseksi. Liitteessä oleva putoamissuoja on suunniteltu venttiilikaivoille, joissa on Ø815 mm kansisto.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda kustannustehokas vesi- ja viemäriverkostojen ennakkohuoltojärjestelmä Yara Suomi Oy:n Siilinjärven tehdasalueelle. Työssä pyrittiin ennen kaikkea ottamaan huomioon työturvallisuusasiat. Työn tavoitteet saavutettiin hyvin, koska ennakkohuoltojärjestelmässä sekä tuotetuissa dokumenteissa toteutuivat niille asetetut tavoitteet: työturvallisuus, kustannustehokkuus ja visuaalisuus. Opinnäytetyössä perehdyttiin kunnossapidon ja omaisuuden hallinnan teoriaan sekä vesi- ja viemärijohtoverkostojen laitteiden yksityiskohtiin. Työn lähdeaineistona käytettiin Yara Suomi Oy:ltä saatua sähköistä materiaalia, kirjallisuuslähteitä sekä verkkoaineistoja. Työn tekemiseen tarvittavaa tietoa oli kertynyt myös kesän 2016 aikana työnojotharjoittelusta Lemminkäinen Infra Oy:ssä Yaran tehdasalueelle sijoittuneessa putkiurakassa. Työssä käytettiin Microsoftin Word- ja Excel-ohjelmistoja sekä Autodeskin AutoCad-ohjelmistoa dokumenttien laatimiseen. Tärkeässä asemassa tässä työssä olivat myös palaverit sekä työn toimeksiantajan, että ohjaavan opettajan kanssa, minkä avulla työhön saatiin rajattua kaikkein tärkein sisältö.

Opinnäytetyön tuloksena luotiin ennakkohuoltojärjestelmä. Ennakkohuoltojärjestelmään kuului merkittävimminä tuotoksina kattavat työohjeet sekä laiterekisteri. Kunnossapidon työohjeet sisälsivät paljon työturvallisuuteen liittyviä huomioita. Laiterekisteri on visuaalinen ja siihen luotiin pikavalikkoja. Kaikkia yksityiskohtaisia ominaisuustietoja ym. laitteista ei lähdetty laiterekisteriin täyttämään, vaan sinne luotiin pikemminkin pohjat tuleville tiedoille. Työohjeet ja laiterekisteri soveltuvat mielestäni hyvin Yaran tarpeisiin. Muita ennakkohuoltojärjestelmään liittyviä dokumentteja olivat kunnossapito-ohjelma sekä kunnossapitotyön raportointiin suunnitellut lomakkeet. Kunnossapito-ohjelma jäi alustavaksi, mutta toisaalta sen tarkempaan laatimiseen tarvitaan yksityiskohtaisemmat tiedot kunnossapidettävistä laitteista, esimerkiksi niiden määrästä. Lomakkeissa onnistui hyvin se lähtökohta, että kirjaamisen pitää olla helppoa ja nopeaa. Ennakkohuoltojärjestelmä on myös laajennettavissa tulevaisuudessa. Esimerkiksi raakavesi- ja talousvesijohtoverkostot tarvitsevat myös kunnossapitoa toimiakeeseen hyvin. Työn tuloksina saatiin myös useita hyviä kehitysideoita.

Opinnäytetyöhön olisi voinut kuulua vielä teoriaa työturvallisuudesta, mutta sitä ei ajan loppumisen vuoksi otettu mukaan. Toisaalta työturvallisuus on hyvin huomioitu työn toimeksiannossa. Itse maanalaisten PEH-muoviputkien kunnossapidettävyyteen ei tässä työssä tullut merkittäviä parannustoimia. Työhön liittyvä jatkotutkimuksen aihe voisikin olla vaikka putkimateriaalin kestäväyydestä tehtävä tutkimustyö. Aiheena voisi olla myös viemäriputkien kuntotutkimusohjelma.

Suurin haaste työssä oli työn laajeneminen. Vaikka työn sisältöä ja tavoitteita pyrittiin työn suunnittelun ja toteutuksenkin aikana rajaamaan, kasvoi työ liian suureksi. Työ olisi voinut sopia paremmin kahden tekijän työksi tai vaihteittain eri tekijöiden tehtäväksi. Toisaalta työn paisuminen antoi tekijälleen suuren määrän tietoa. Työn aikana kohtasin haasteita vesi- ja viemäriverkostojen sekä kunnossapidon termistöön liittyen. Ongelmia syntyi etenkin työn raportoinnissa, koska työn alkuvaiheessa tuntemilleni ja käyttämilleni käsitteille saattoi työn aikana muodotua aivan uusi merkitys tai käsitteille virallisempi nimitys.

Minulle henkilökohtaisesti oli vaikeaa kaikkien ideoiden siirtäminen tekstimuotoon ja ylipäätään kirjoittaminen. Kirjoittaminen helpottui loppua kohti kun sain rutiinia siihen. Suuri apu oli myös ohjauksen opettajan neuvoista. Käytännön kokemus verkostojen kunnossapitotyöstä olisi voinut olla hyvä apu tämän työn tekemiseen. Vesi- ja viemäriverkostojen kunnossapidosta on mielestäni aika vähän käytännönläheistä tietoa. Vesihuoltoalla olisikin järkevää tehdä enemmän kokemukseräisen tiedon pohjalta koottuja julkaisuja kunnossapitotyöstä käytännössä.

LÄHTEET

COMPONET - MAGNEETTIKAUPPA 2017. [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-06-01] Saatavissa: <https://www.comonet.fi/tuotteet.html?id=28274/>

FORSS, Annukka. 2005. Vesihuollon verkostojen ylläpidon perusteita. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tutkintotyö. [viitattu 2017-02-06]. Saatavissa: <http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9487/TMP.objres.17.pdf?sequence=2>

HELSINGIN KAUPUNGIN PELASTUSLAITOS 2013. Helsingin kaupungin sammutusvesisuunnitelma. [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-29] Saatavissa: <https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/27/274719b7982ab9ed9b9f8b92441dc899181c89fb.pdf>

JÄRVIÖ, Jorma, PIISPA, Taina, PARANTAINEN, Timo, ÅSTRÖM, Thomas. 2007. Kunnossapito. 4. Uudistettu painos. Hamina: KP-Media Oy.

KAINUUN SANOMAT 2016. Jäätyvä paloposti hidastaa palomiehiä. Julkaistu 29.1.2016 [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-29] Saatavissa: <http://www.kainuusanomat.fi/kainuun-sanomat/kotimaa/jaatyva-paloposti-hidastaa-palomiehia/>

KARTTUNEN, Erkki. 1999. Vesihuoltotekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus.

KARTTUNEN, Erkki. (toim.) 2010. RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, perusteet ja toiminnallisuus. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

LAHDENKAUPPI, Ville ja WESTERSUND, Anttu. 2013. Omaisuuden hallinnan merkitys teollisuusyrityksessä. Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous. [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-23] Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/90595/Omaisuuden%20hallinnan%20merkitys%20teollisuusyrityksess%C3%A4.pdf?sequence=2>

MIKKONEN, Henry, MIETTINEN, Juha, LEINONEN, Pertti, JANTUNEN, Erkki, KOKKO, Voitto, RIUTTA, Erkki, SULO, Petri, KOMONEN, Kari, LUMME, Veli Erkki, KAUTTO, Juha, HEINONEN, Kari, LAKKA, Sami, MÄKELÄINEN, Risto. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Käsikirja. 1. painos. Kerava: KP-Media Oy

news.cision.com 2017. Yara ja Pyhäsalmen kaivos pitkäaikaiseen sopimukseen pyriittitoimitusten jatkumisesta.[verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-26] Saatavissa: <http://news.cision.com/fi/yara-suomi-oy/r/yara-ja-pyhasalmen-kaivos-pitkaaikaiseen-sopimukseen-pyriittitoimitusten-jatkumisesta,c2056411>

PALO- JA VESITEKNIikka PA-VE OY 2017. 9220 Palopostiasema 150-1 +at rst. Tuotesittely.[verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-26] Saatavissa: <http://pa-ve.fi/palopostiasema+150-1+-at+rst/>

PSK STANDARDISOINTI 2011. PSK 6201. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät.

SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS 2014. SFS-ISO 55000. Omaisuudenhallinta. Yleiskuvaus, periaatteet ja termit.

TECALEMIT FLOW OY 2017. VAG EKO Plus. Tuote-esittely.[verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-26]
Saatavissa: <http://www.tecalemitflow.fi/tuotteet/kumiluistiventtiili-1049/vag-eko-plus-319>

utilities.trimble.fi 2017. Trimble nis vesihuolto- ja kaukolämpöverkostoille. Verkkotietojärjestelmä verkosto-omaisuuden dokumentointiin ja hallintaan.[verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-29] Saatavissa: <http://utilities.trimble.fi/trimble-nis-vesihuolto--ja-kaukolaumImpoumlverkostoille.html>

VAATTOVAARA, Matti ja SIPILÄ, Olli. 2005. Fyysisen käyttöomaisuuden hallinnan taustaselvitys. Tekes. [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-04-10] Saatavissa:
<https://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/fyysisen.pdf>

VÄLISALO, Tero, RIIHIMÄKI, Markku, LEHTINEN, Erkki ja KUPI, Eija. 2008. Vesihuoltolaitosten verkosto-omaisuuden hallinta, Toimintamallin kuvaus Total management Planning-ohjeistuksen pohjalta. VTT. Working Papers 98 [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-25]. Saatavissa:
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2008/W98.pdf>

YARA SIILINJÄRVI 2016. Turvallisuusopas.

YARA SUOMI OY 2016. Piirustukset, rakennustyöselostukset, kaivokortit ym. [sähköinen aineisto]


YARA SUOMI OY 2017a. Tietoa Yarasta. [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-05-23] Saatavissa:
<http://www.yara.fi/tietoa-yarasta/about-yara-local/>

YARA SUOMI OY 2017b. Uutiset ja tapahtumat. Yaran Harjavallan ammoniakkilaitteisto siirtyvät Norilsk Nickel Harjavallalle. [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-06-06] Saatavissa:
<http://www.yara.fi/uutiset/239191/yaran-harjavallan-ammoniakkilaitteisto-siirtyvat-norilsk-nickel-harjavallalle/>


LIITE 1: KUNNOSSAPITOTEHTÄVIEN MÄÄRÄVIÄ JA RAJOITTAVIA ASIOITA

	PALOVESIJOHTOVERKOSTON KUNNOSSAPITO	HAPANVESIVIEMÄRIVERKOS TON KUNNOSSAPITO	VIEMÄRIVEROSTOJEN KUNNOSSAPITO	HUOLTO- JA KORJAUSTYÖT (EI KUULU LAADITTUUN KUNNOSSAPITO-OHJELMAAN!)	TV-KUVAUS JA MUU TUTKIMUSTYÖ
KUNNOSSAPIDON KOhteet (Laitteet)	PALOVESIJOHTOVERKOSTON VENTTIILIKAIVOT JA KANSISTOT, SULKUVENTTIILIT, PALOVESIASEMAT	HAPANVESIVIEMÄRIVERKOST ON TARKASTUSKAIVOT JA KANSISTOT	SADE-, JÄTE-, SALAOJA JA JÄÄHDYTYSVESIVIEMÄREIDEN TARKASTUSKAIVOT JA KANSISTOT, SADEVESIKAIVOT JA KANSISTOT	KAIKKI KOhteET	VIEMÄRIPUTKET. MYÖS PAINEPUTKIA VOIDAAN TARVITTAESSA KUVATA
KUNNOSSAPITOAJA NKOHDAN MÄÄRITTÄVÄ TEKIJÄ	EI MERKITTÄVIÄ AJANKOHTAA RAJOITTAVIA TEKIJÖITÄ, MUTTA KYLMÄNÄ KAUTENA VEDEN JÄÄTYMINEN VOI AIHEUTTAA ONGELMIA	TEHTAIDEN HUOLTOSEISAKIN AIKANA, JOLLOIN KUNNOSSAPITOTYÖ ON TURVALLISTA TEHDÄ. HUOLTOSEISOKKI YLEENSÄ ELOKUUSSA	TEHDASALUEEN HIEKANPOISTON JÄLKEEN, JOLLOIN VOIDAAN SELVITTÄÄ TYHJENNETTÄVÄT SADEVESIKAIVOT	TARVITTAESSA TAI ERIKSEEN SUUNNITELTU HAVAITTUJEN VIKOJEN PERUSTEELLA LAADITTAVA KOHDELISTA JA AIKATAULU	TEHTAIDEN HUOLTOSEISAKIN AIKANA, JOLLOIN VOIDAAN KUVATA HAPANVESIVIEMÄREITÄ TAI TARVITTAESSA MUUNA AIKANA
KUNNOSSAPIDON TOISTUVUUS JA PERUSTELUT	JOKA VUOSI. VARMISTETAAN LAITTEIDEN TOIMINTAKYKY. MYÖS LAITEVALMISTAJAN SUOSITUS	JOKA VUOSI. MAHDOLLISUUS SELVITTÄÄ TARKEMMIN VERKOSTON KOHDAT, JOISSA ONGELMIA	JOKA TOINEN VUOSI. TARVITTAESSA JOKA VUOSI ESIM. SADEVESIKAIVOT. KUSTANNUSSYYT	TARVITTAESSA	4. VUODEN VÄLEIN. TUTKIMUSKOhteET MÄÄRÄYTYVÄT HAVAITTUJEN VIKOJEN PERUSTEELLA
KÄYTETTÄVÄT RESURSSIT	YARAN OMA PALOLAITOS TAI KUNNOSSAPITOURAKOITSIJA	KUNNOSSAPITOURAKOITSIJA	KUNNOSSAPITOURAKOITSIJA TAI YARAN OMA HENKILÖKUNTA	KUNNOSSAPITOURAKOITSIJ A TAI YARAN OMA HENKILÖKUNTA	ESIM. ASiantUNTEVA KUNNOSSAPITOYRITYS

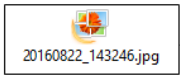
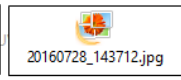
LIITE 3: YHDISTETTY VENTTIILIKAIVON JA PALOVESIASIASEMAN TARKISTUSLOMAKE

		YHDISTETTY VENTTIILIKAIVON JA PALOVESIASIASEMAN TARKISTUSLOMAKE			
		A. KANSISTON KUNTO			
KAIVON ID: PVM: TARKISTAJA:	Kansisto kunnossa	Kansi heiluu/kolisee	Kansi rikki		
	Kansiston kehys rikki	Välikansi rikki	Kansiston korkeusasema huono		
	Muu vika kansisto				
	VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:				
B. KAIVON KUNTO		C. SULKUVENTTIILIN KUNTO			
Kaivo kunnossa	Kaivon rengas rikki/siirtynyt	Sulkuventtiili toimii oikein	Venttiili/liitoskohta vuotaa		
Kaivo vuotaa	Kaivossa vettä	Kara jumissa	Venttiili ei sulkeudu		
Muu vika kaivo		Muu vika venttiili			
VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:		VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:			
KAIVON ID: PVM: TARKISTAJA:		A. KANSISTON KUNTO			
		Kansisto kunnossa	Kansi heiluu/kolisee	Kansi rikki	
KAIVON ID: PVM: TARKISTAJA:		Kansiston kehys rikki	Välikansi rikki	Kansiston korkeusasema huono	
		Muu vika kansisto			
		VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:			
		B. KAIVON KUNTO		C. SULKUVENTTIILIN KUNTO	
Kaivo kunnossa	Kaivon rengas rikki/siirtynyt	Sulkuventtiili toimii oikein	Venttiili/liitoskohta vuotaa		
Kaivo vuotaa	Kaivossa vettä	Kara jumissa	Venttiili ei sulkeudu		
Muu vika kaivo		Muu vika venttiili			
VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:		VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:			
PALOVESIASIASEMAN ID: PVM: TARKISTAJA:		D. SUOJARAKENTEIDEN JA ERISTYKSEN KUNTO			
		Suojarakenteet ja eristys kunnossa		Suojakansi rikki	
PALOVESIASIASEMAN ID: PVM: TARKISTAJA:		Eristys viallinen	Eristehattu rikki/puuttuu	Vaippa rikki	
		Kannen lukitus rikki	Muu vika suojarakenteet		
		VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:			
		E. ETUSULKUVENTTIILIN KUNTO		F. IMULIITIN	
Venttiili toimii oikein	Kara jumissa	Imuliitin kunnossa	Tyhjennysventtiili toimii		
Venttiili ei sulkeudu	Venttiili ei aukea	Iitin ei pidä	Ei toimi		
Muu vika venttiili		Muu vika imuliitin	Muu vika tyhjennysventtiili		
VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:		VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:		VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:	

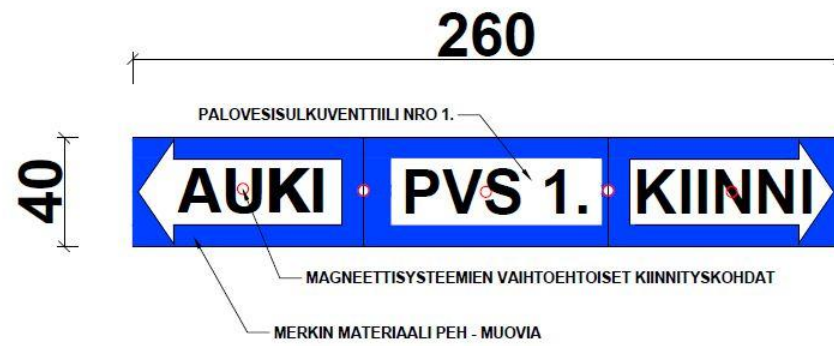
LIITE 4: VIEMÄRIKAIVON VIKA- JA KORJAUSLOMAKE

		VIEMÄRIKAIVON VIKA- JA KORJAUSLOMAKE			
		VIKA			
KAIVON ID:	kansiston korkeusasema huono		muu vika kaivon rakenteessa	hiekkapesä täynnä	
	kaivonkansi rikki		kaivo vuotaa	muu	
	muu kansiston osa rikki		tukos kaivossa		
	VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:			KORJAUSTOIMENPIDE TARVITAAN	
PVM:				TOIMENPIDE-EHDOTUS: kirjoita tähän	
TARKASTAJA:					
TEHDYT KORJAUSTOIMENPITEET: Korjauksen suorittaja täyttää				PVM:	
				NIMI:	
KAIVON ID:		VIKA			
		VIKA			
KAIVON ID:	kansiston korkeusasema huono		muu vika kaivon rakenteessa	hiekkapesä täynnä	
	kaivonkansi rikki		kaivo vuotaa	muu	
	muu kansiston osa rikki		tukos kaivossa		
	VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:			KORJAUSTOIMENPIDE TARVITAAN	
PVM:				TOIMENPIDE-EHDOTUS: kirjoita tähän	
TARKASTAJA:					
TEHDYT KORJAUSTOIMENPITEET: Korjauksen suorittaja täyttää				PVM:	
				NIMI:	
KAIVON ID:		VIKA			
		VIKA			
KAIVON ID:	kansiston korkeusasema huono		muu vika kaivon rakenteessa	hiekkapesä täynnä	
	kaivonkansi rikki		kaivo vuotaa	muu	
	muu kansiston osa rikki		tukos kaivossa		
	VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:			KORJAUSTOIMENPIDE TARVITAAN	
PVM:				TOIMENPIDE-EHDOTUS: kirjoita tähän	
TARKASTAJA:					
TEHDYT KORJAUSTOIMENPITEET: Korjauksen suorittaja täyttää				PVM:	
				NIMI:	
KAIVON ID:		VIKA			
		VIKA			
KAIVON ID:	kansiston korkeusasema huono		muu vika kaivon rakenteessa	hiekkapesä täynnä	
	kaivonkansi rikki		kaivo vuotaa	muu	
	muu kansiston osa rikki		tukos kaivossa		
	VIAN KUVAUS Kirjoita tähän:			KORJAUSTOIMENPIDE TARVITAAN	
PVM:				TOIMENPIDE-EHDOTUS: kirjoita tähän	
TARKASTAJA:					
TEHDYT KORJAUSTOIMENPITEET: Korjauksen suorittaja täyttää				PVM:	
				NIMI:	

LIITE 6: LAITEREKISTERI HAVAINNEKUVA 2.

Leikepöytä		Fontti		Tasaus		Numero		Tyyli												
Y61		f _x																		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
50	VENT 1	KANNEN Z-KORKO:			+103.55															
51																				
52		PALOVESIPUTKEN TULO- JA			+100.95															
53		LÄHTÖKORKEUS (LAKIKORKEUS):																		
54																				
55		PUTKIKOKO:		315 PEH PN16 SDR11																
56																				
57		SIJAINTI:	ratatie, FHT:n edessä																	
58		X:	6999452.6																	
59		Y:	3537531.0																	
60																				
61																				
62																				
63	KUNNOSSAPITOHS	PVM:	KANSISTON KUNTO (valitse)	KAIVON KUNTO (valitse)	VENTTIILIN KOEKÄYTTÖ (valitse)															
64		28.4.2017	KANSISTO KUNNOSSA	KAIVO KUNNOSSA	VENTTIILI TOIMII OIKEIN															
65		OK. Tark:Ilkka Tölli			 															
66																				
67																				
68		PVM:	KANSISTON KUNTO (valitse)	KAIVON KUNTO (valitse)	VENTTIILIN KOEKÄYTTÖ (valitse)															
69																				
70		VIAN KUVAUS (kirjoita tähän)			KUVAT															
71																				
72																				
73	PVM:	KANSISTON KUNTO (valitse)	KAIVON KUNTO (valitse)	VENTTIILIN KOEKÄYTTÖ (valitse)																
74																				
75	VIAN KUVAUS (kirjoita tähän)			KUVAT																
76																				
77																				
78	PVM:	KANSISTON KUNTO (valitse)	KAIVON KUNTO (valitse)	VENTTIILIN KOEKÄYTTÖ (valitse)																
79																				
80	VIAN KUVAUS (kirjoita tähän)			KUVAT																
81																				
82																				
83	PVM:	KANSISTON KUNTO (valitse)	KAIVON KUNTO (valitse)	VENTTIILIN KOEKÄYTTÖ (valitse)																
84																				

LIITE 7: TUNNISTEKILPI



	piirusteen valinta TUNNISTEKILPI
	mittakaava 1:2
suorittaja IT	
1.6.2017	

LIITE 8: PUTOAMISSUOJA

