

ENNAKKOHUOLTOKIERROKSEN LUOMINEN
Lapin AMKin prosessiautomaatiolaboratorioon

Kanto Tuomas

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri AMK

2016

Tekniikka ja liikenne
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri AMK

Tekijä	Tuomas Kanto	Vuosi	2016
Ohjaajat	Ins. (YAMK) Arja Kotkansalo Ins. (AMK) Juha Valtonen		
Toimeksiantaja	Ins. (AMK) Aslak Siimes, Lapin Amk		
Työn nimi	Ennakkohuoltokierroksen luominen Lapin AMKin prosessiautomaatiolaboratorioon		
Sivu- ja liitesivumäärä	30 + 5		

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoituksena luoda Lapin ammattikorkeakoulun tiloissa olevaan prosessiautomaatiolaboratorioon ennakkohuoltokierros. Työssä keskityttiin täysin ennakkohuoltoon ja käsiteltiin kunnossapidon teoriaa sekä sen osa-alueita. Työ suoritettiin Lapin ammattikorkeakoulun tiloissa Kemissä.

Prosessiautomaatiolaboratorio on rakennettu oppimisympäristöksi Lapin ammattikorkeakoululle. Laboratorioita nimitetään koululla yleisemmin ”vesiprosessiksi”. Prosessi jäljittelee pienoiskoossa teollista prosessia, joten sitä voidaan hyödyntää opetustarkoitukseen erittäin monipuolisesti.

Teoriaosuudessa aineistona käytettiin monia kunnonvalvonnan ja kunnossapidon julkaisuja sekä koulun opetusmateriaaleja. Työkokemusta kuluneilta vuosilta kunnossapidon töissä hyödynnettiin.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin ennakkohuoltokierros kolmelle vähän erilaiselle pumppu- ja sähkömoottoriyhdistelmälle. Ennakkohuoltokierroksen on määrä sisältää ennakkohuollollisesti tarpeelliset toimenpiteet. Sitä tullaan käyttämään kunnossapidon opetuksessa. Lisäksi tässä työssä annetaan esimerkkejä mahdollisista kunnossapitotilanteista ja ehdotus kunnossapitojärjestelmän laitehierarkian muodosta ja sisällöstä.

Avainsanat

vesiprosessi, ennakkohuolto, kunnossapito

Technology, communication and transport
Mechanical and production engineering
Bachelor of engineering

Author	Tuomas Kanto	Year	2016
Supervisor	Arja Kotkansalo, M.Eng Juha Valtonen, B.Eng		
Commissioned by	Aslak Siimes, B.Eng		
Subject of thesis	Creating a preventive maintenance route to the Lapland UAS process automation laboratory		
Number of pages	30 + 5		

The Objective of this thesis was to create a preventive maintenance route for the process automation laboratory which is located in Lapland University of Applied sciences. The thesis focuses on preventive maintenance and goes through its theory and sections. The thesis is done in Lapland University of Applied sciences in Kemi.

Process automation laboratory in the University has been built as a learning environment. The laboratory is often called “water process”. The process simulates the industrial process in miniature size so it can be utilized in multiple ways for teaching purposes.

The theoretical material for the thesis is from several condition and maintenance monitoring publications and also from school’s learning materials. The experience from past summer jobs has been used in the thesis.

The outcome of the thesis is the preventive maintenance route for three slightly different pumps and engines combinations. The maintenance route contains all needed steps that are necessary to complete the route. The route is going to be used in teaching purposes. Examples of maintenance situations are also given and the suggestion for the form and contents of the device hierarchy of the maintenance system.

Key words water process, preventive maintenance and maintenance

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 PROSESSIAUTOMAATIOLABORATORIO ELI VESIPROSESSI	6
2.1 Tausta vesiprosessista	7
2.2 Prosessiautomaatiolaboratorion opinnäytetyön osa	7
3 KUNNOSSAPITO	9
3.1 Kunnossapitolajit.....	9
3.1.1 Ehkäisevä kunnossapito.....	11
3.1.2 Korjaava kunnossapito	12
3.1.3 Parantava kunnossapito.....	12
3.2 Vikaantumiset ja vaikutukset.....	13
3.3 Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu.....	15
4 ENNAKKOHUOLTO VESIPROSESSISSA.....	17
4.1 Koulun järjestelmä ja sen osa-alueet	17
4.2 Turvallinen työskenteleminen vesiprosessissa	18
4.3 Vika-vaikutusanalyysi.....	19
4.4 Ennakkohuoltokierros	20
5 ENNAKKOHUOLTOKIERROS VESIPROSESSIIN	23
6 POHDINTA	28
LÄHTEET.....	29
LIITTEET	30

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvennetään ennakkohuoltoa käsitteenä sekä pyritään saamaan yksinkertainen ja toimiva ennakkohuoltokierrosratkaisu Lapin ammattikorkeakoulun teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisalan Kemissä sijaitsevaan prosessiautomaatiolaboratorioon. Prosessiautomaatiolaboratorion on tarkoituksena olla oppimisympäristönä opiskelijoille. Tämä työn tavoitteena on luoda ennakkohuoltokierros, jota toteuttamalla ja noudattamalla opiskelijat pääsevät koulun tiloissa tutustumaan ennakkohuoltoon ja saavat selkeän kuvan siitä, miten ennakkohuolto toteutetaan ja sen merkityksestä kunnonvalvonnalle.

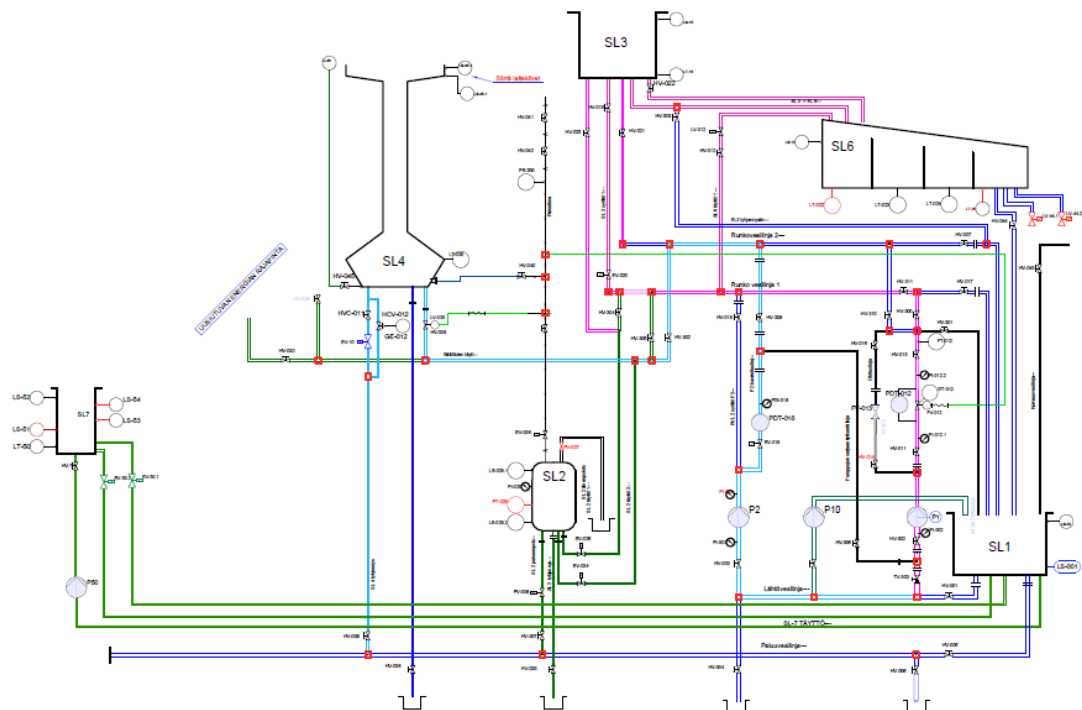
Prosessiautomaatiolaboratoriota kutsutaan koululla yleisemmin vesiprosessiksi, koska prosessissa kulkee vain vesi. Tässä työssä käytetään nimitystä vesiprosessi. Vesiprosessiin itsessään ei tässä työssä tulla tekemään mitään muutoksia sen osa-alueiden tai komponenttien kannalta, eikä siellä tulla tekemään mitään ennakkohuoltotöitä.

Työssä eritoten käsitellään ennaoivan kunnossapidon teoriaa ja soveltamaan opittua tietoa käytännössä ennakkohuoltokierrokseen suunnittelemisessa. Ennakkohuoltokierroksessa nostetut asiat tulevat sitten käyttöön joko sovellettuna tai sitten kokonaisuudessaan tulevaisuudessa opetuksessa.

2 PROSESSIAUTOMAATIOLABORATORIO ELI VESIPROSESSI

Prosessiautomaatiolaboratorion oppimisympäristö sijaitsee Lapin ammattikorkeakoulussa, Kemin teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisalalla ja sitä kutsutaan yleisemmin nimellä vesiprosessi. Tarkoituksena on, että tulevaisuudessa tilaa voitaisiin hyödyntää opetuksessa siten, että laboratoriossa oppilas pystyy tutustumaan prosessiteollisuuteen ja sen kunnossapitoon käytännössä.

Itse prosessi on kooltaan pienehkö, mutta ajaa opetuksen kannalta asiansa. Kuviossa 1 on esitettyä putki-instrumentointi eli PI-kaavio vesiprosessista. Tilasta löytyy kaikki prosessille olennaiset laitteet ja ne on sijoitettu hyvin. Laitteiden sijoittelu ja prosessi mukaillee pienoiskoossa teollista prosessia. Prosessin tärkeinä osina ovat kolme vesipumppujärjestelmää. Ne kierrättävät vettä säiliöistä eteenpäin. Vesi saadaan vesiverkosta säiliöön numero yksi, joka toimii veden varastona ja ensisäilytyspaikkana. Jokaisessa pumppukokoonpanossa on omat eronsa. Sähkömoottorin ja pumpun koko vaihtelee, veden pumppausuunta vaihtelee, mittauslaitteet ovat erityyppisiä ja venttiileitä on erilaisia.



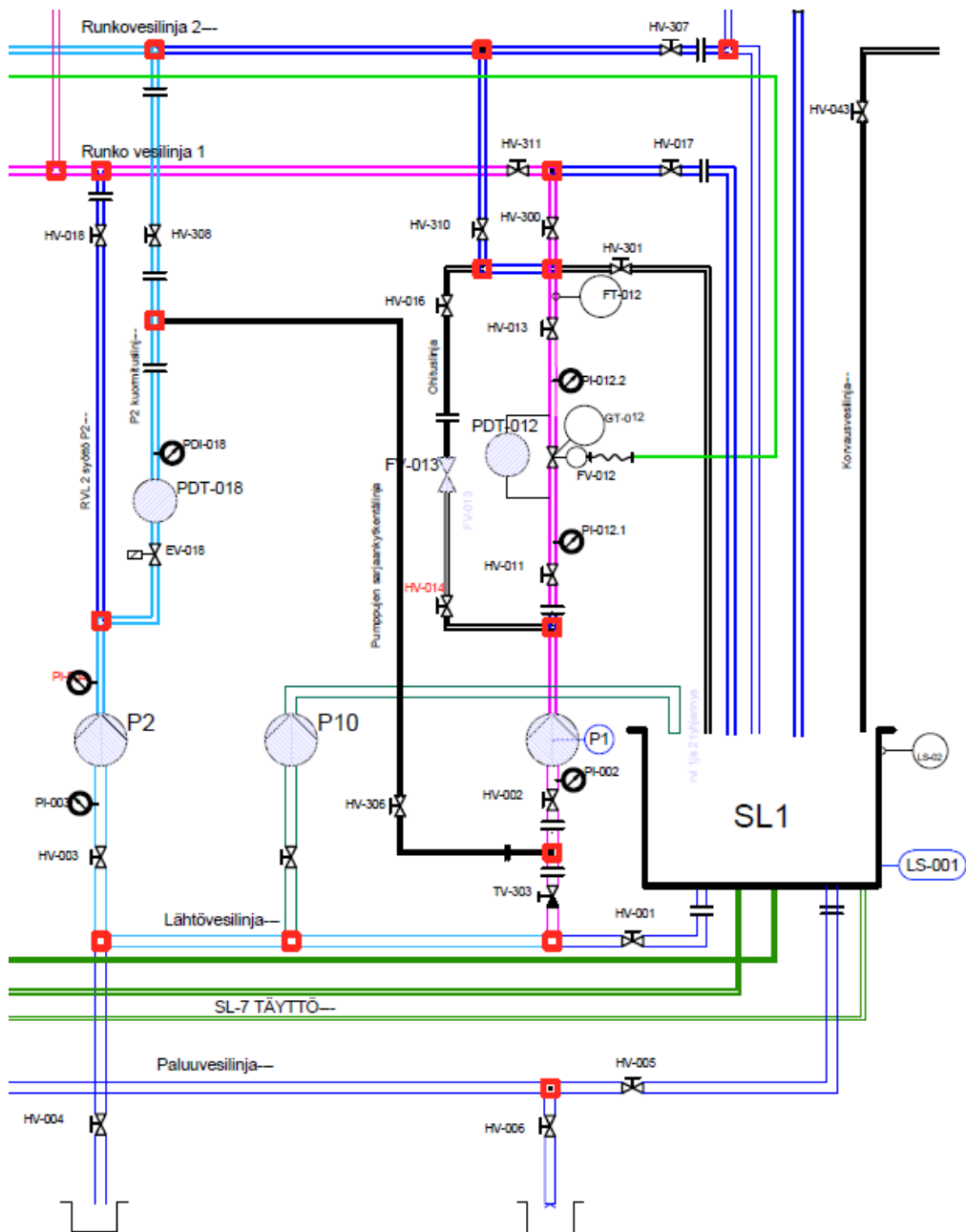
Kuvio 1. PI-kaavio koko prosessista (Maronen 2013)

2.1 Tausta vesiprosessista

Olen tehnyt prosessiautomaatiolaboratorioon projektin kolmantena opiskeluvuotena. Tällöin projektiin kuului vain yksi pumppujärjestelmä, ja projekti tehtiin ryhmätyönä. Projektin aikana purimme pumpun täysin osiin. Tarkoituksena oli vaihtaa pumppuun uusi laakeri samalla, mutta laakeri olikin täysin ehjä ja hyväkuntoinen, joten laakeria ei ollut järkevää vaihtaa. Projektin oletama oli, että laakeri olisi kulunut. Työn tarkoituksena oli tehdä samanlaista taustatyötä kuin tässä opinnäytetyössä ja suorittaa kunnossapidollista tarkastelua prosessille.

2.2 Prosessiautomaatiolaboratorion opinnäytetyön osa

Lapin ammattikorkeakoulun prosessiautomaatiolaboratorion opinnäytetyön osan rajaaminen antoi ensimmäisen haasteen. Ennakkohuoltokierrokseen tulevat ja niihin liittyvät laitteet tuli rajata tarkasti. Tärkeimmässä osassa ovat kuitenkin kolme pumppua moottoreineen ja mittauslaitteineen. Kuviossa 2 ovat ennakkohuoltokierroksen kohteena olevat kolme pumppua ja niiden välittömässä läheisyydessä olevat kohteet. Niitä ja niiden ennakkohuoltotöitä käsitellään tässä opinnäytetyössä.



Kuvio 2. PI-kaavio ennakkohuoltokierrokseen kuuluvasta osasta (Maronen 2013)

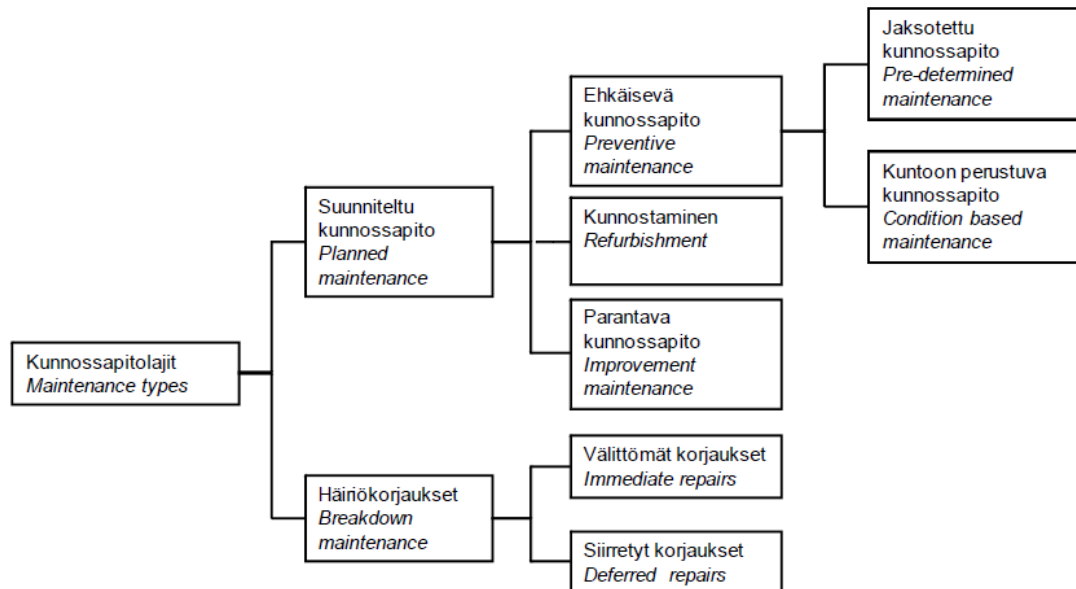
3 KUNNOSSAPITO

Mitä on kunnossapito? Määritelmäksi voidaan antaa, että kunnossapidon ydin on koneiden, laitteiden ja prosessien pitäminen toimintakuntoisina. Tarkoitus on pitää kyseessä oleva huollon kohde toimivana luotettavasti ja kustannustehokkaasti. (PSK6201 2011.)

Kunnossapidon standardeissa olevan määritelmän mukaisesti kunnossapito on ”yhdistelmä kaikista teknisistä, hallinnollisista ja työnjohdollisista toimenpiteistä kohteelle sen elinkaaren aikana, joilla ylläpidetään tai palautetaan toiminta kyky sellaiseksi, että se pystyy suorittamaan halutun toiminnon” (SFSedu 2016).

3.1 Kunnossapitolajit

Kun lähdetään miettimään kunnossapitoa ja sen eri muotoja, voidaan kunnossapitolajit jakaa suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin (Kuvio 3). Näissä päälajeissa erot ovat selkeät. Suunniteltu on selkeää, jossa on voitu kaikki tarpeellinen huomioida. Häiriökorjaukset taas ovat töitä, joissa täydellistä suunnittelutyötä ei niinkään voida suorittaa korjauksen kiireellisyyden takia. Lisäksi nämä päälaajat jakautuvat alaryhmiin. Se mihin ryhmään kunnossapitotyö kohdistuu, riippuu kohteen kunnossapidollisesta tarpeesta. (PSK6201 2011.)

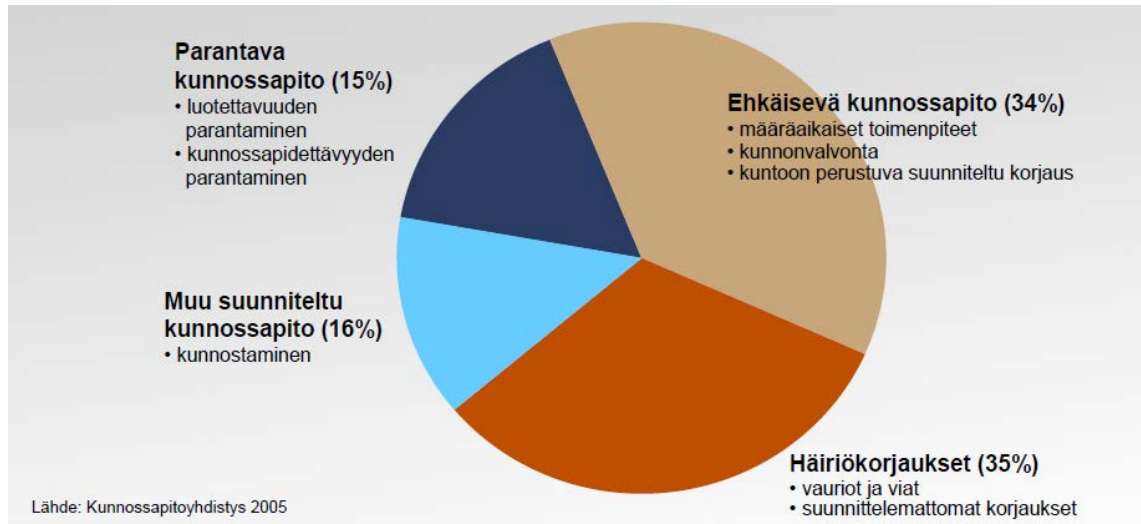


Kuvio 3. Kunnossapitolajit standardista (PSK 7501 2000)

Esimerkiksi asentaja on tarkistuskierröksellään havainnut vaihdelaatikosta vuotavan öljyä ulos sen verran, että sitä tulisi lisätä. Asentaja lisää öljyä ja merkitsee tehdyn toimenpiteen ylös. Lisäksi hän toteaa vuodon syyn, paikan ja mahdollisen korjaamisen tarpeellisuuden. Edellä mainittu esimerkki luokitellaan ehkäisevään kunnossapitoon siksi, että pyritään havaitsemaan mahdollinen alkava vikaantuminen, ennen kuin konerikkoa tapahtuu.

Ehkäisevä ja parantava kunnossapito on suunniteltua kunnossapitotoimintaa. Tämä tarkoittaa, että toiminta on etukäteen voitu suunnitella huolella. Tarkoitus on ennakoida tulevia huolto- ja kunnostustarpeita sekä mahdollisesti parantaa jonkun komponentin toimivuutta esimerkiksi teollisessa linjaprosessissa.

Korjaavan kunnossapidon erottaa ehkäisevästä- ja parantavasta kunnossapidosta siitä, että se käsittää häiriökorjaukset. Nimensä mukaisesti on aina kyseessä esimerkiksi konerikko, joka vaatii välitöntä huomiota tai se voidaan siirtää myöhempään ajankohtaan. Tällaisissa tapauksissa toimitaan tapauskohtaisesti. Kuviossa 4 näkyy kunnossapidon jakaantuminen prosentuaalisesti.



Kuvio 4. Kunnossapidon jakautuminen (Kunnossapitoyhdistys 2005)

3.1.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito sisältää aikataulutettuja toimenpiteitä, joista tärkeimpiä ovat huoltotoimenpiteet. Huoltotoimenpiteet sisältävät rasvauksia, tarkistuksia ja puhdistamista. Nämä siksi, että kone toimisi suunnitellulla tavalla. Vikoja aiheuttavien syiden tarkkailu ja vikaantumisen havaitseminen ovat tärkeitä ehkäisevän kunnossapidon kannalta. Koneen korjaaminen, ennen kuin se vikaantuu ja pysähtyy, on tärkeää. Pääsääntöisesti ehkäisevä kunnossapito on suunniteltua ja säännöllistä toimintaa, jota toteutetaan koneiden käydessä sekä huoltoseisokeissa. Lisänä normaaliin ehkäisevään kunnossapitoon voidaan toteuttaa ennustavaa menetelmää, joka on erilaisia mittausmenetelmiä, joilla on tarkoitus ennustaa koneen kuntoa. Näitä mittausmenetelmiä voivat olla esimerkiksi värähtelymittaus ja lämpömittaus. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 59.)

Värähtelymittaus

Värähtelymittaus on mittaustapa, jossa on tarkoituksena saada tietoa kappaleen värähtelystä ja sen muutoksista. Värähtelymittausta voidaan toteuttaa monenlaisilla ja kokoisilla laitteilla. Koululla on käytössä VIBXpert II-värähtelymittauslaite. Laitteella on helppo mitata ahtaissakin paikoissa. Tätä voidaan hyödyntää ennustaessa alkavaa vikaantumista.

Mitä ennen pumppujen analysointia tulisi ottaa huomioon prosessiautomaatio-laboratoriossa? Kaikki komponentit, jotka mahdollisesti tuottavat värähtelyä. Värähtelyä tuottavat esimerkiksi laakerit, juoksupyörä, pumpun ja moottorin linjaus, koneen asennuspaikka ja asento. Lisäksi on hyvä tietää moottorin pyörimisnopeus sekä historiatietoja laitteista.

3.1.2 Korjaava kunnossapito

Kun kone on jo vikaantunut, on kunnossapito korjaavaa. Korjaava kunnossapito on perinteisin ja yksinkertaisin tapa kunnossapidon muodoista. Se tarkoittaa sitä, että jos kone vikaantuu ilman, että vikaantumista voidaan etukäteen havaita ja konerikko tapahtuu. Tavoite täten onkin korjaavassa kunnossapidossa saada vikaantunut kone jälleen toimintakykyiseksi. (Aalto 1994, 28.)

Korjaava kunnossapito on mahdollista erotella eri toimintatavoitteisiin. Näitä ovat väliaikainen korjaus, toimintakyvyn palautus ja parantava korjaus. Väliaikaisen korjauksen tavoitteena on saada vikaantunut kone toimimaan heti paikan päällä, jotta käyttökatkos olisi hyvin lyhyt. Toimintakyvyn palauttamisella haetaan koneen palauttamista entiselleen. Tämä voidaan toteuttaa joko korjaamalla kone paikan päällä tai vaihtamalla kone uuteen vastaavaan ja korjaamalla vanha korjaamalla. Parantavalla korjauksella pyritään estämään vian toistuminen. (Aalto 1994, 28.)

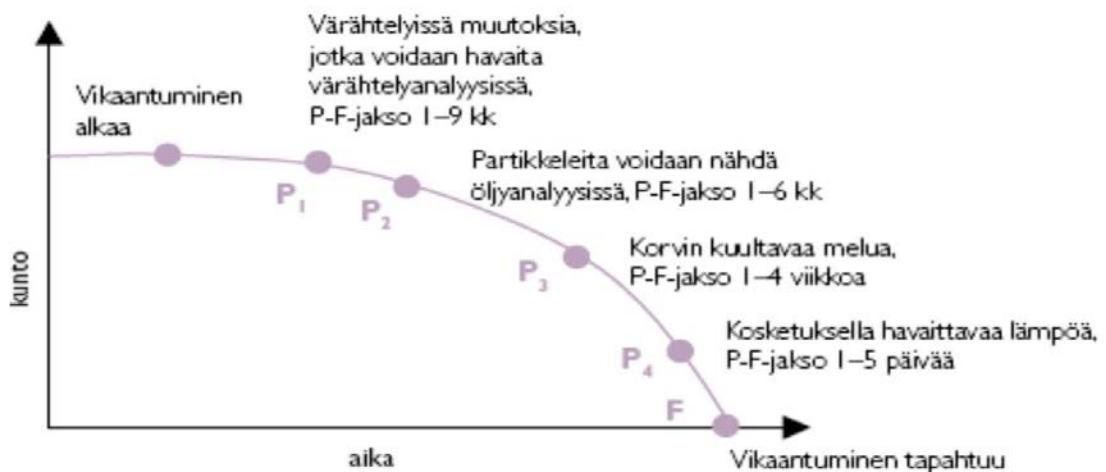
3.1.3 Parantava kunnossapito

Vikaantumisprosessin ja perussyiden selvittäminen sekä vian aiheuttajan poistaminen on parantavaa kunnossapitoa. Tarkoituksena on löytää prosessista vikaantumisen kohde ja tarkentaa mahdolliset syyt vikaantumiselle sekä pyrkiä löytämään ratkaisu, joka johtaa vian poistumiseen kokonaan. Joskus haetaan jopa rakenteellista tai koneellista muutosta. (Leinonen 2010, 36–37.)

Käsite parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Kohteen suorituskykyä ei pyritä varsinaisesti muuttamaan ensimmäisessä ryhmässä. Kunnossapidon kohteeseen vaihdetaan vain alkuperäisiä osia uudempia komponentteja. Toinen ryhmä käsittää suunnittelua, korjaamista ja muokkaamista siten, että koneen luotettavuus kasvaisi ja mahdolliset heikkoudet ja suunnitteluvirheet poistetaan. Modernisointi eli uudistaminen on kolmas ryhmä. Suorituskykyä ja elinkaarta kasvatetaan ja pyritään nimityksensä veroisesti tuomaan vanha, monta vuotta palvellut kone nykyaikaan eli modernisoidaan. Esimerkiksi vanhan nosturin ohjaamomoduli ja sähköistykset modernisoidaan, mutta vanhat rakenteet ja nostolaitteet pysyvät samana. (Leinonen 2010, 36.)

3.2 Vikaantumiset ja vaikutukset

Kun vikaantumista tapahtuu, on sillä aina oma syntymä ja kehitys, kuinka tapahtumaketju on saanut alkunsa ja edennyt. Yleensä vian kehittyminen on alkanut jo kauan aikaa ennen itse vikatilaa. Vikaantumisissa on aina vaiheensa ja mitä aikaisemmin vika havaitaan, sitä kustannustehokkaammin se voidaan korjata. (Huuki 2015, 32-36.)



Kuva 1. Vikaantumisen eri vaiheet (Huuki 2015, 33.)

- P1 vikaantuminen/kuluminen on alkanut
- P2 Tapahtuu odottamaton isku, repäisy tai törmäys jne.
- P3 Laitteen toiminta vaikeutuu ja oire jatkaa kasvuaan

Tehokkaassa kunnossapitotoiminnassa on syytä seurata vikaantumismekanismien analysoinnin lisäksi myös käyttövarmuutta. Tämä onnistuu standardisoitujen mittaustapojen avulla. Tapa jota yleisimmin käytetään on MTBF, (mean time between failures) eli keskimääräinen vikaantumisten alkuhetkien välinen aika. On myös muitakin tapoja kuten MWT, (mean waiting time) eli keskimääräinen odotusaika ennen kunnossapitotöitä ja MTTM, (mean time to maintain) eli keskimääräinen kunnossapitoaika sekä MTTF, (mean time to failure), joka tarkoittaa keskimääräistä aikaa seuraavaan vikaan. (Järviö 2007, 53)

Vikaantumisten ennakointi kannattaa aina. Nopea reagointi vikoihin ja konerikkoihin on erittäin tärkeää kunnonvalvonnan sekä kunnossapidon kannalta. Ilman jatkuvaa valvontaa tapahtuu suurempia rikkoutumisia, kun taas valvontaa suorittaessa saadaan ehkäistyä jo mahdollinen pieni rikkoutuminen. Varsinkin prosessiteollisuudessa linjalla voi olla erittäin monia laitteita ja kun yksi rikkoutuu, se aloittaa ketjureaktion. Siksi vian alkuperään ja paikkaan on tärkeää selvittää ennakkoon.

Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA)

VVA:ta eli vika- ja vaikutusanalyysia käytetään, kun halutaan analysoida toimintavarmuutta. Tarkoitus on tunnistaa vikoja, joilla on merkittävä vaikutus tarkasteltavan järjestelmän toimintaan. Yleensä viat tai vikaantumistavat vaikuttavat järjestelmään haitallisesti. Luotettavuuden, turvallisuuden ja käyttövarmuuden mittaamisessa tarvitaan laadullista ja määrällistä analyysiä. (SFS 5438 1988.)

Järjestelmän suorituskykyä lasketaan tai ennustetaan määrällisessä analyysissä, joko mitaten järjestelmän suorittaessa tiettyä tehtävää tai järjestelmän toimiessa tietyissä olosuhteissa pitkällä aikavälillä. Toimintavarmuus, turvallisuus, käytettävyys, vioittuvuus ja keskimääräinen vikaantumisaika ovat yleisiä mittoja. Laadullisessa analyysissä VVA:ta rajoitetaan laitteiden vioittumistavoilla. Inhimilliset virheet sekä ohjelmistovirheet suljetaan pois tarkastelusta. (SFS 5438 1988.)

VVA perustuu ensisijaisille vioittumistavoille. Järjestelmän toiminnalliseen rakenteeseen ja peruselementtien vikaantumisominaisuuksiin perustuva VVA määrittää viat, toimintahäiriöt, käyttörajoitukset ja suorituskyvyn huonontumisen välisen yhteyden. VVA:ta voidaan laajentaa kriittisyyspuolella. Tällöin kuvataan laitteen

kriittisyyttä järjestelmälle tai myös vian esiintymistodennäköisyyttä. Silloin on kyseessä VVKA eli vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi. (SFS 5438 1988.)

3.3 Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu

Aikatauluttaminen ja suunnitelmallisuus ovat perusedellytyksiä tehokkaaseen ehkäisevään kunnossapitoon. Viiveiden poistaminen näillä keinoin edistää resursien hallintaa ja laitteiden vikaantumiset ja rikkoutumiset saadaan kuriin. Suunniteltaessa ehkäisevää kunnossapitoa täytyy huomioida aikaisemmat kokemukset vikaantumisista, koneen ja sen osien merkitys toimintatapaan ja mitä valmistaja suosittelee kyseiselle koneelle huoltotoimenpiteiden olevan. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 63.)

Kun ehkäisevää kunnossapidon suunnitelmaa lähdetään tekemään prosessiin, jossa sitä ei ole, on alkuselvityksellä suuri merkitys sen tehokkuuteen. Alkuselvitys käsittää pohjatyön, jossa käydään läpi prosessin komponentit ja niiden historia tiedot sekä vikaantumiset ja huoltotiedot.

Järviön mukaan ehkäisevässä kunnossapidossa huoltojen laajuus on merkittävä tekijä. Suunnittelussa kannattaa ottaa huomioon seuraavia seikkoja.

- Tarvitseeko varaosia tilata vai löytyykö niitä omasta varastosta?
- Onko toimenpiteellä strategista tai historiallista merkitystä?
- Kauanko työ kestää?
- Onko jo mahdollisia suunnitelmia tehty? (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 64.)

Aikataulutuksen tärkeys

Tehokkaalla aikataulutamisella saavutetaan huomattavia etuja, ja se on erittäin tärkeä osa-alue töiden hallitsemisessa. Töiden tekemiseen tarvittavaa tehokkuutta saadaan seurattua ja kehitettyä, kun erilaisille töille asetetaan tavoiteaikoja. Työntekijän työtuntien aikataulutuksella saadaan tehokas ajankäyttö.

Laajoissa seisokeissa töiden aikatauluttaminen on erityisen tärkeää, jotta eri kunnossapitoryhmät samassa tilassa voivat toimia moitteetta ja tehokkaasti. Aikatauluttamalla saadaan tietysti myös sen tärkein päämäärä saavutettua eli työn valmiiksi saaminen aikataulussa. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 67.)

Töiden aikataulutuksessa tulee ottaa huomioon työn laajuus, työntekijöiden määrä, kohteen sijainti ja materiaalit sekä työkalut. Tarkoituksena on saada työ suoritettua vähimmäisajassa, mutta silti tehokkaasti ja turvallisesti. Kaikkien asioiden ollessa huomioitu on helppo tilata ulkopuolinen tai laittaa oman yrityksen henkilö töihin. Tällöin työn kustannukset pysyvät kohtuullisina ja työ hoidetaan tehokkaasti alusta loppuun.

4 ENNAKKOHUOLTO VESIPROSESSISSA

Kun kunnonvalvontajärjestelmää, erityisesti ennakkohuoltokierrosta, alettiin luoda ja suunnitella, oli tärkeää tietää prosessin osien kriittisyysluokittelu. Tässä tapauksessa on kyse koulun opetustarkoitukseen tulevasta tilasta, joten päätimme, että kaikki kolme pumppua ovat kriittisiä. Näin siksi, koska jos yksikin pumppu hajoaisi, niin linja seisoisi, joten näiden kolmen pumpun vikojen ennakointi on tärkeässä roolissa pidettäessä linja käynnissä ja kustannukset alhaisina. Tietenkin prosessissa on muitakin kriittisiä komponentteja, mutta niitä käsitellään vähemmän kriittisinä.

Tarkoituksena on saada luotua toimiva ennakoiva kunnonvalvonta prosessiin käyttämällä ennakkohuoltokierrosta. Tulevaisuudessa opiskelijat voivat tässä tilassa suorittaa ennakkohuoltotyötä käyttäen hyväksi tässä työssä luotua huoltokierrosta sekä suorittaa silmämääräisiä ja tuntoperäisiä tarkisteluja sekä värähtelymittauksia. Näin saadun informaation avulla tulisi tehdä raportti laitteiden kunnosta ja huoltotarpeesta.

4.1 Koulun järjestelmä ja sen osa-alueet

Koulun keskeisiä osa-alueita ovat Artturi-kunnossapitojärjestelmän tietokanta, prosessiautomaatiolaboratorio, mobiililaitte ja opiskelijat sekä opettajat. Näiden osa-alueiden käyttö ja toimivuus takaavat prosessiautomaatio laboratorion toimivuuden jatkossa.

Artturi-kunnossapitojärjestelmään on kirjattu osa prosessiautomaatiolaboratorion laitteista, jotka sinne kuuluvat. Tarkoituksena on, että järjestelmään tuotetaan informaatiota sekä vastaavasti saadaan sitä sieltä ulos. Dokumentaatiot keskittyvät täten yhteen ja samaan paikkaan. Kunnossapitojärjestelmät ovat työkaluja, joita varsinkin esimies tehtävissä toimiva henkilö käyttää jatkuvasti seuraten työmääriä ja suunnitellen huoltoseisokkeja.

Laitteiden kartoitus Artturi-tietojärjestelmään on tärkeässä roolissa ennakkohuoltokierroksen luomisen kannalta. Kaikki vanha informaatio ei takaa prosessin toimivuutta, vaan jatkuva prosessin ja tietojärjestelmän päivittäminen sekä tarkka

dokumentaatio takaavat prosessin käytön oppimisympäristönä toimivana. Ennakkohuoltokierroksessa ei riitä vain, että pumpput tarkistetaan. Pumpput ovat kuitenkin sähkömoottorien ohella tärkeässä roolissa, jotta vesi kulkee järjestelmässä, mutta on myös painemittareita, venttiileitä ja monia metrejä putkea. Näiden toimintaa tulee myös valvoa.

Esimerkiksi Putkistossa pienehkö rikkoutuminen tai jonkin liitoksen tiivisteiden muuttuminen aiheuttaa painehäviötä, minkä seurauksena veden kulku estyy ja näin ollen prosessi ei toimi halutulla tavalla.

Järjestelmään on lisäksi aikataulutettava tarkistuskiertoja. Näiden tarkoitus on valvoa prosessin kuntoa ja toimivuutta sekä ennakoita tulevia vikoja. Ennakkohuoltokierros tulee olemaan tärkein kunnossapidollinen toimenpide prosessiautomaatiolaboratoriossa, koska käytännössä varastotilaa ei ole. Tämän takia vikaantumisten ennakointi ja vikojen syntyminen syiden etsiminen on prioriteetti numero yksi. Varasto ”saldo” puuttuminen tai vähäisyys voi johtaa piteneviin seisahduksiin prosessissa.

4.2 Turvallinen työskenteleminen vesiprosessissa

Mitä työskenteleminen vaatii? Turvallisen työskentelemisen kohtia vesiprosessissa ovat:

- Opiskelijalla tulee olla lupa työn suorittamiseen, saadaan opettajalta työn antamisen yhteydessä.
- Prosessin hoitajalle on ilmoitettu että tilassa työskennellään, tämäkin saadaan opettajalta.
- Opiskelijalla tulee olla tarvittavat suojavälineet työn suorittamiseen. Suojatakki ja housut, suojalasit, kuulosuojaimet, suojakäsineet ja turvakengät tulee olla yllä tilaan mentäessä.
- Tilaan tultaessa on huomioitava, onko prosessi käynnissä vai pysähtynyt. Prosessi tulee se pysäyttää, jos tehtävä työ sitä vaatii. Nyrkkisääntönä tässä tilassa pidetään, että kaikki korjausta vaativat työt vaativat prosessin pysäyttämisen.

- Seuraavaksi tulee huomioida tilan siisteys. Työkalut, putkenpätkät, öljyiset rätit jne. tulee poistaa työn suorittamisen tieltä.
- Muut tilassa työskentelevät henkilöt tulee huomioida ja arvioida, voiko oman työn suorittaminen aiheuttaa vaaraa muille tilassa työskenteleville.

Näiden kohtien läpi käymisellä varmistetaan, että työskenteleminen on turvallista niin itselle kuin muille opiskelijoille. Lisäksi työn antajan tulee perehdyttää opiskelija työtehtävään. Perehdytys pitää sisällään kohteen mahdollisten vaarojen ja työohjeistuksen läpikäymisen.

4.3 Vika-vaikutusanalyysi

Vika-vaikutusanalyysillä voidaan antaa informaatio kohteen komponenttien kriittisyydestä ja niiden vikaantumisten vaikutuksesta prosessille. Taulukossa 1. nähdään prosessiautomaatiolaboratorion kolmen pumpun vikaantumisen vaikutus ja kriittisyys, sekä vertailuna myös putkilinjojen ja laippaliitosten kriittisyys. Luokittelussa värillä haetaan huollettavan kohteen vakavuutta. Punainen väri indikoi erittäin kriittistä komponenttia. Alla olevassa taulukossa 1 on ehdotelma, jonka tarkoituksena on antaa suuntaa ja pohjaa ennakkohuoltokierrokselle.

Taulukko 1 Prosessiautomaatio laboratorion vika-vaikutusanalyysi

PROSESSIAUTOMAATIO LABORATORION VIKAVAIKUTUS-ANALYYSI					
KOHDE	KRIITTISYYS	VIKAANTUMINEN	VIKAANTUMISEN SYY	KORJAUSTYÖN KESTO	SEISOKKI
Pumppu 1		Laakeririkko	Ikääntyminen/kuluminen	*8h	Kyllä
Pumppu 2		Kytinkumi kulunut	Ikääntyminen/kuluminen	**2h	Kyllä
Pumppu 3		Pumpun toimimattomuus	laakeririkko / ratasrikko	*12h	Kyllä
Putkivesilinja		Halkeama	Jokin kolahtanut/kulunut	**2h	EI
Laippaliitos		Tiiviste kulunut	Ikääntyminen/kuluminen	**1h	KYLLÄ
*	Työssä joudutaan irrottamaan, korjaamaan ja asentamaan				
**	Työ voidaan suorittaa paikan päällä				

Vika-vaikutusanalyysin tarkoitus on siis antaa kuva prosessin komponenttien kunnonvalvonnallisesta tarpeellisuudesta. Taulukkoa 1. katsottaessa voidaan to-

deta, että vain käyttämällä ennakkohuoltokierroksen tapaisia välineitä kunnonvalvonnassa saadaan tarpeeksi informaatiota tarpeeksi ajoissa, jotta yllättäviltä seisokeilta vältytään.

4.4 Ennakkohuoltokierros

Tarkastelut suoritetaan silmä-, tunto- ja kuuloaistein sekä käyttämällä työvälineitä. Ennakkohuoltokierrokseen kuuluvat mekaanisen puolen tarkistuskohteet ovat:

- pumppujen kiinnitys peteihinsä
- pumppujen akselit kohti sähkömoottoria ja näiden päissä olevien kytkimien kunto sekä kytkinkumit kytkimen välissä
- pumppujen yleinen kunto pintapuolisesti
- pumppujen voitelun toimivuus
- pumpuilta lähtevät ja tulevat vesiputket ja näiden liitoskohdat
- laippaliitoksien pulttien kiinnitykset
- vesiputkissa mahdollisten halkeamien tarkastaminen
- laippaliitosten kiinnitysten tarkistus
- liitoskohdat käytävä läpi mahdollisten vuotojen takia
- painemittareiden lukujen tarkastus ja vertailu vanhoihin mahdollisten painehäviöiden selvittämiseksi
- sulkuventtiilien toimivuuden tarkistus (Ainoastaan seisokeissa mahdollista)
- sähkömoottoreiden virtajohtojen ja liittimien tarkistaminen
- turvakytkimien toiminta.

Pumpuille voidaan suorittaa myös värähtelymittaus kierroksen yhteydessä.

Esimerkiksi kun värähtelymittauksessa huomataan pumpussa normaaliarvoista poikkeavaa heittoa mitaten laakereiden kohdalta, voidaan olettaa laakerin vi-

kaantumisen alkaneen. Tämä johtaa sitten uuden laakerin tilaukseen. Tämän jälkeen voidaan vielä jatkaa värähtelymittausta pari viikkoa pumpulle ja jos arvot alkavat kasvaa tiheästi mittausaikavälein, voidaan suunnitellussa huolto-
seisokissa vaihtaa laakeri ennakkoon. Tällä tavalla estetään kasvava vikaantuminen ja mahdollinen koneen rikkoutuminen ja linjan pysäyttävä ennakoimaton seisokki, mikä taas ei ole kustannustehokasta.

Kierroksen aikana kaikki dokumentoidaan: tehty työ, tarkistukset, huomautukset ja niin edelleen. Tarkistettu kohde merkitään ennakkohuoltopöytäkirjaan tarkastetuksi. Tarkastuksena aikana löytyneet vikaantumiset tulee merkitä tarkastuslistaan (Kuva 4) tarkasti ja mahdolliset syyt vikaantumiselle selvittää. Asentaja punnitsee vian laatu paikan päällä ja tekee sitten päätöksen, tuleeko linja pysäyttää vian korjaamisen ajaksi vai voiko korjaustyön suorittaa linjaston käydessä.

Kierroksen aikana löytyvät pienet viat, kuten esimerkiksi pulttien kiristämiset, suoritetaan kierroksen aikana. Periaatteena pidettäkään enintään muutaman minuutin kestävä työsuoitusta, joka voidaan suorittaa häiritsemättä linjan toimintaa. Tarkastuskierros voidaan suorittaa loppuun vian tai rikkoantumisen löytyessä prosessista, kunhan vika on laadultaan sellainen, joka on mahdollista korjata myöhemmin, eikä tarvitse linjan pysäyttämistä. Mahdollinen kriittinen rikkoutuminen tai vikaantuminen tulee saattaa heti esimiehen tietoon, jotta korjaustyötä päästään suunnittelemaan.

Ennakkohuoltokierroksella on erityisesti otettava huomioon kolmen pumpun kriittisyysluokittelu. Nämä kaikki kolme ovat erittäin kriittisiä kohteita, joten hajotesaan ne pysäyttävät linjan toiminnan. Täten vikaantuminen tai alkava vikaantuminen, joka voi aiheuttaa rikkoutumisen ja suunnittelemtoman seisokin, täytyy korjata mahdollisimman pian.

Lisäksi huoltoseisokkien aikana voidaan myös suorittaa suurempia ennakkohuoltotöitä. Tällöin voidaan tehdä perusteellisempi tarkistus. Komponenteille ja rakenteille voidaan suorittaa perusteellisempaa huoltoa. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi pumpun irrottamista ja purkamista tarkasteltavaksi. Pumpussa ei välttämättä ole ollut minkäänlaista vikaa tai suurempaa vikaantumista, mutta käyttövuosia on kertynyt jo paljon. Tarkastelun aikana pumppu puretaan osiin ja tarkastellaan ni-

menomaan käyttövuosien tuomaa kulutusta. Tällaisilla tarkastuksilla pyritään takaamaan edelleen käyttövuosia sekä huomaamaan esimerkiksi rakenteellisia heikkouksia, jotka voivat myöhemmin aiheuttaa pumpun rikkoutumisen.

5 ENNAKKOHUOLTOKIERROS VESIPROSESSIIN

Tarkastukselle lähtiessä asentajalla tulee olla ainakin nämä työkalut ja suojavälineet: suojavaatetus, työvaatetus, suojakengät, suojahanskat, suojalasit, kuulo-suojaimet, työntömitta, rullamitta, rakotulkki, pieni ja keskikoon jakoavain sekä erotuslukkoja.

Asentaja tulee olla perehdytetty turvalliseen työskentelyyn ko. tilassa tai alueella. Perehdyttämisestä ja turvallisuusmenettelyn kertomisesta opiskelijalle huolehtii ensisijaisesti opettaja.

Ohjeita ennakkohuoltokierroksen aloittamiseen:

1. Käy kaikki kolme pumppua läpi yksitellen. P1, P2 ja P10 ovat erilaisia kombinaatioita, mutta kaikki pätee sama tarkistuslista.
2. Pidä ennakkohuoltokierroksen tarkistuslistaa koko ajan mukana ja täytä kierroksen edetessä. Kuvassa 2 tarkistuslista. Kunnossa-lokero merkitään vain silloin, jos ei ole minkäänlaista huomautettavaan laitteistossa.
3. Kunnossa- ja vika-lokeroiden välissä oleva kohta merkitään, jos vikaa ei vielä ole mutta on mahdollisesti syntymässä tai on jotakin huomautettavaa liittyen tarkistuskohteeseen. Tällaiset kirjataan aina huomautettavaa-kohtaan tai sitten voidaan ehdottaa mahdollisia toimenpiteitä
4. Vika-kohtaan merkitään selvä rikkoutuminen. Tämän jälkeen tulee myös yrittää löytää syy rikkoutumiselle ja pysäyttää prosessi jos se on tarpeen. Näissä tapauksissa täytetään aina huomautettavaa-kohta vikatiedoilla sekä toimenpiteet-kohta mahdollisella työnkuvauksella. Esimerkiksi pumppun laakeri on rikki, pitää rajua ääntä. Pumppu tulisi irrottaa ja laakeri vaihtaa.

Tarkistettava kohde	Osakohteet	Tarkastettavan kohteen kunto			Huomautettavaa	Toimenpiteet
		Kunnossa	><	Vika		
Pumppu						
	Kiinnitykset					
	Lähtevä putkiliitos					
	Tuleva putkiliitos					
	Laippaliitosten kiinnitykset					
	Lämpötila					
	Värähtely					
	Akseli					
	Kytkin					
	Kytkinkumi					
	Voitelu					
Sähkömoottori						
	Kiinnitykset					
	Virtajohdon liitos					
	Virtajohdon eheys					
	Lämpötila					
	Värähtely					
	Akseli					
Muut						
	Sulkuventtiili tuleva					
	Sulkuventtiili poistuva					
	Painemittari lähtevä					
	painemittari poistuva					
	Hätäseis katkaisija					
	Yleinen siisteys					

Kuva 2. Ehdotus tarkastuslistaksi

Ennakkohuoltokierroksen suorittaminen:

1. Tarkista alueen yleinen siisteys ja totea, että alue on turvallinen työskennellä.
2. Aloita sähkömoottorista ja etene kohti pumppua.
3. Tarkista jakoavaimella kääntäen myötäpäivään (kiinni päin), että sähkömoottori sekä pumppu on kiinnitetty petiinsä ja pultit ovat kireällä. Tapauksessa, jossa pultit ovat löystyneet, ne tulee kiristää kierroksen yhteydessä.
4. Tarkista silmämääräisesti, että sähkömoottorin virtakaapeli on kunnolla kiinni ja että siinä ei näy halkeamia.
5. Kosketa kädelläsi sähkömoottoria (ellei sinulla ole lämpötilamittauslaitetta) ja, jos moottori on selkeästi lämmin, johtaa se jatkotoimenpiteisiin. Tällöin tulee käydä mittaamassa mittauslaitteella todelliset lämpötilat vielä uudelleen. Sama tehdään pumpulle.

6. Kuuntele kuuluko selkeää, ei-ominaista ääntä moottorista tai pumpusta. Värähtelymittausta voidaan suorittaa myös erillisellä mittalaitteella.
7. Tarkista, että pumpun voiteluvasen kiertää eikä vuoda.
8. Tarkista tulevan ja poistuvan veden laippaliitokset ja putkisto.
9. Katso, etteivät pumpusta lähtevän tai poistuvan veden liitokset vuoda ja että laippaliitoksen pultit ovat kireällä. Jos ne ovat löysällä, kiristä ne kierroksen aikana. Vuototapauksissa syynä on todennäköisesti liitoksen välissä olevan tiivisteen kuluminen.

Pumpun jälkeen tarkista sulkuventtiilit ja painemittarit. Sulkuventtiilien toimintaa ei voida tarkistaa prosessin ollessa käynnissä.

10. Painemittareista otetaan lukemat ylös, sekä tarkastetaan onko lukemissa heittoja edellisiin arvoihin. Tarkista silmämääräisesti, että mittari toimii.
11. Moottorin ja pumpun välinen akseli, kytkin ja kytkinkumi voidaan tarkastaa silmä- ja kuulomääräisesti moottorin käydessä. Mahdollisia huomioitavia seikkoja voivat olla kytkinkumin repeämisestä tullut lipare ja akseleiden välinen välitys. Tarkempaa tarkastelua ei voida suorittaa ilman, että sähkömoottori pitää sammuttaa. Lisäksi suoritetaan erotuskäytäntö, jotta mikään ei pääse pyörimään kohdetta tarkasteltaessa. Erotuskäytäntöön tarvitaan aina lupa.

Erottaminen tarkoittaa kohteen virrattomaksi tekemistä. Virtakytkimeen laitetaan lukko, jonka vain asentaja itse voi avata. Näin turvataan työskentely paikassa, jossa on mahdollista aiheutua vaaraa asentajalle pyörivistä osista.

12. Kierroksen lopussa tulee arvioida paikan yleistä siisteyttä, sekä voidaan antaa huomautuksia tai ehdottaa kierroksella mieleen tulleita asioita. Lattioilla ei saa lojua ylimääräistä rojua tai pyörivien osien läheisyydessä roikkua takkeja tai kankaanpaloja. Kierroksen aikana edellä mainitut poistetaan paikoista, joissa niitä ei kuulu olla.


13. Kierroksen jälkeen tarkistuslista toimitetaan esimiehelle, joka oman harjontansa mukaan tekee työmääräyksiä löydetyistä vioista ja huomautuksista.

Ennakkohuoltokierroksen voivat keskeyttää selkeä konerikko tai alkava vika. Tällöin kierrosta jatketaan vasta sitten, kun korjaustoimenpiteet ovat suoritettu.

Hierarkkinen kokonaisuus

Hierarkkisessa kokonaisuudessa käydään läpi oleelliset osat ja liittävät osat. Liittävillä osilla tarkoitetaan pumppuja yhdistäviä komponentteja kuten kahden pumppun välissä olevaa venttiiliä, jonka aukaisemalla saadaan virtaus toiselle pumppulle. Pumppuhierarkioissa kuvaillaan ja luetteloidaan pumput omina osa-alueina. Näiden osa-alueiden tarkoitus on antaa kuva ennakkohuoltokierrokseen sisältyvistä komponenteista. Jokainen pumppu-moottorikokoonpano on saman tyyppinen. Komponentit ja niiden paikat vaihtelevat, mutta huolto- ja tarkistusperiaatteet pysyvät samanlaisina. Kuvassa 3 annan oman mielipiteeni siitä, kuinka laitteen tulisi löytyä järjestelmästä.

Varaosien tulee olla laitteen alla, jos se on vain mahdollista ja dokumentaatiot laitteista on saatavilla. Usein vanhoille laitteille ei enää löydy täydellisiä varaosaluetteloita, joten tästä johtuen dokumentaatio on erityisen tärkeää tehtäessä esimerkiksi laakeriremontti. Tällöin saadaan tietoon pumpusta löytyvät osat ja voidaan kirjata tarvittavat puuttuvat varaosat järjestelmään helpottamaan tulevia huoltotoimenpiteitä. Kuvassa 4 olen lisännyt pumppulle 10 varaosia, jotka on saatu Sulzer-korjaamolta. Nämä ovat alkuperäisiä varaosia, jotka löytyvät koululta PDF dokumentaatiosta. Valitettavasti kaikille pumppuille varaosia ei voida tähän opinnäytetyöhön saada, koska tarvittavaa dokumentaatiota ei ole eikä ollut aikaa purkaa jokaista pumppua ja moottoria osiksi.

Lapin ammattikorkeakoulu, Kemi				
		toimintopaikka		Varaosa
	Säiliö 1			
		Sulkuventtiili HV-001		
		Tuleva vesilinja		
			Sulkuventtiili 1	
			Painemittari 1	
		Pumppu 1 (P1)		
				Laakeri
				Akseli
				Siipilevy
				Tiivisteet
				Voitelunipat
				Voiteluletkut
				Laippatiivisteet
			Sähkömoottori (S1)	
				Pyörimissuoja
				Virtajohto
				Virtaboxi
				Akseli
			Kytkin 1	
				Kytkinkumi
		Lähtevä vesilinja		
			Sulkuventtiili 2	
			Painemittari 2	

Kuva 3 Hierarkkinen laitekokonaisuus pumpulle 1

	Pumppu 10			
		Laakeri	1kpl NUP309 ECJ sekä 2kpl 7310 BECBM	
		Akseli	app2 SS2324	
		Siipilevy		
		Tiivisteet		
		Voitelunipat	A R1/8K DIN71412 S+ZE EN10025	
		Voiteluletkut		
		Laippatiivisteet		
		Sähkömoottori (S1)		
			Pyörimissuoja	
			Virtajohto	
			Virtaboxi	
			Akseli	
		Kytkin 1		H112-140 D32H7/D42H7 SFS2636
			Kytkinkumi	

Kuva 4 Pumppu 10 yleisimpiä varaosineen

6 POHDINTA

Opinnäytetyöni päämääränä oli ennakkohuoltokierroksen luominen vesiprosessin pumpuille, sekä tarvittavaan teoriaan tutustuminen sekä ennakkohuoltokierroksen suunnittelutyön tekeminen. Jo alkuvaiheessa, kun opinnäytetyöni aihe hyväksyttiin, olin muilta opiskelukiireiltäni todella pulassa. Sain aloitettua työn vasta tammikuussa 2016. Ensimmäiset pari kuukautta menikin vain lukiessa kirjallisuutta ja tehdessä muistiinpanoja. Suoritin edelleen kuitenkin kursseja samaan aikaan, joten opinnäytetyöni eteni hyvin hitaasti.

Käytinkin työssäni hyvin paljon käytännön oppeja, jotka olin hankkinut ollessani neljä kesää töissä Outokummulla kunnossapidossa, ensimmäisen asentajana ja kolme mestarina. Pidän tärkeänä tällaista mahdollisuutta päästä koulussa opettelemaan kunnossapidollisia asioita koska kaiken, mitä tiedän käytännön kunnossapidosta, olen opetellut töissä. Koulussa käydään kunnossapitoon liittyviä kursseja, mutta nimenomaan käytännön osaaminen ja teorian soveltaminen on täysin töissä opittua.

Opinnäytetyön tavoite on mielestäni saavutettu ja tarpeellinen dokumentaatio, sekä työn osa-alueet on suoritettu. Työstäni saa tarpeelliset tiedot ennakkohuoltokierrokseen suorittamiseen ja suunnittelemiseen. Työstäni löytyy niin ikään suunnittelu puolen kuin suorittavan puolen osa-alueita. Suorittavalla osalla oli selkeä pääpaino jo alusta lähtien. Omalla kokemuksella ja kirjallisuutta hyödyntämällä on tällä työllä saatu selkeä suunta, kuinka vesiprosessin tiloissa voidaan suorittaa ennakkohuoltoa asentajan näkökulmasta. Hierarkkinen kokonaisuus sekä tarkastuslista antavat vielä työlle ulottuvuutta. Näitä tietoja hyödyntämällä voidaan suorittaa kunnonvalvontaa opetusmielessä vesiprosessin tiloissa ja parantaa ennakkohuoltokierrosta sekä järjestelmää.

LÄHTEET

Aalto, H. 1994. Kunnossapitotekniikan perusteet. Rajamäki: Kunnossapitotekniikka.

Huuki, J. 2015. Tehdasprojekti (Kon-15.4197), Kunnossapito ja huolto. www-sivut. Viitattu 17.6.2016. <http://docplayer.fi/10216002-Tehdasprojekti-kon-15-4197-kunnossapito-ja-huolto.html>.

Järviö, J. & Kunnossapitoyhdistys 2004. Kunnossapito. Rajamäki: KP-Media.

Järviö, J. 2008. Ehkäisevä kunnossapito ja sen suunnittelu. Promaint 3/2008.

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T. & Åström, T. 2007. Kunnossapito, Kunnossapidon julkaisusarja. n:o 10.

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito: tuottavuutta käynnissäpidolla. Helsinki. KP-Media.

Leinonen, P. 2010. Parantava kunnossapito lisää käyttövarmuutta. Promaint 5/2010

Maronen, J. 2013 Vesiprosessi PI-kaavio. Lapin Amk.

Promaint, Kunnossapitoyhdistys. 2007. www-sivut. Viitattu 17.3.2016. http://www.promaint.net/instancedata/prime_product_yhdistys/kp-media/embeds/promaintwwwstructure/Kunnossapito_2007_180407.pdf. 17.3.2016
PSK 6201. 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 3.painos.

PSK 7501. 2000. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut.

SFS 5438. 1988. Järjestelmän luotettavuuden analysointimenetelmät. Vika-, vaikutusanalyysi (VVA).

SFSedu 2016. Viitattu 19.5.2016. www-sivut. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet.html>

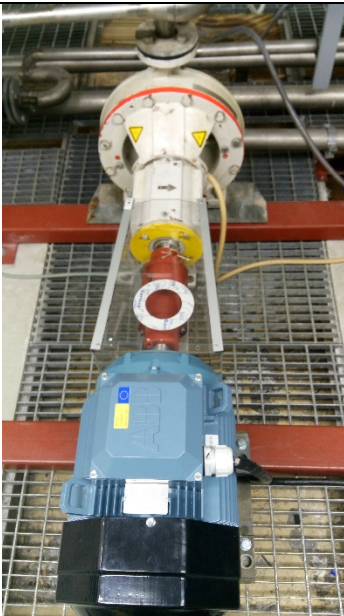
LIITTEET

Liite 1. Ennakkohuoltokierrosto-ohje pumpulle

ENNAKKOHUOLTOKIERROSTYÖOHJE PUMPULLE



1. Tarkista alueen yleinen siisteys ja totea että alue on turvallinen työskennellä.

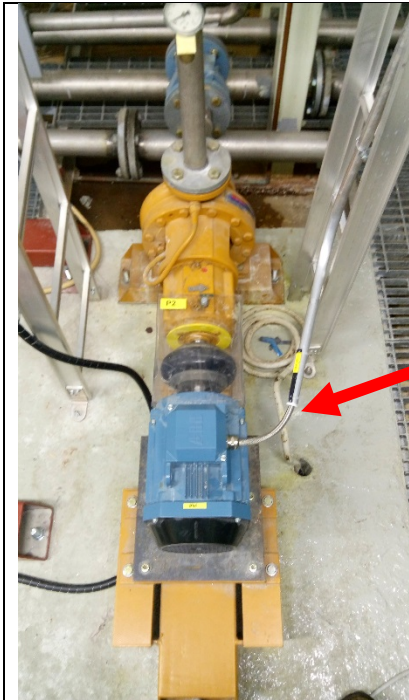


2. Aloita sähkömoottorista ja etene kohti pumppua.



3. Tarkista jakoavaimella kääntäen myötä päivään (kiinnipäin), että sähkömoottori sekä pumppu on kiinnitetty petiinsä ja pultit ovat kireällä. Tapauksessa, jossa pultit ovat löystyneet, ne tulee kiria kierroksen yhteydessä.

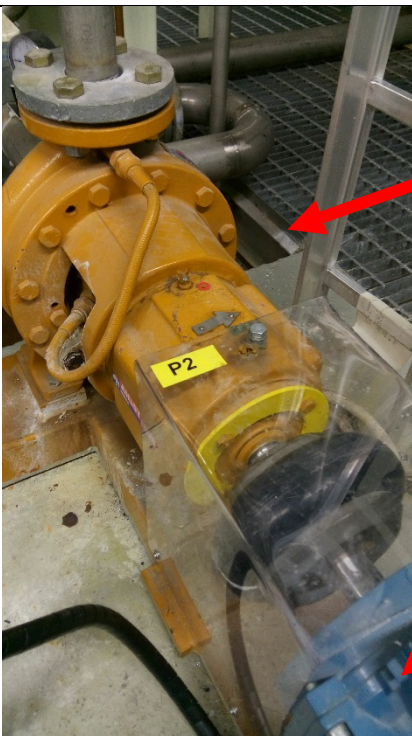
LIITE 1



4. Tarkista silmämääräisesti, että sähkömoottorin virtakaapeli on kunnolla kiinni sekä siinä ei näy halkeamia.



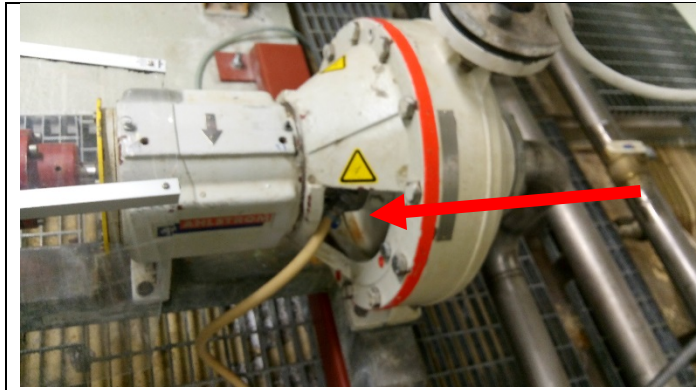
5. Kosketa kädelläsi sähkömoottoria (ellei sinulla ole lämpötilamittaus laitetta), jos moottori on selkeästi lämmin, johtaa se jatkotoimenpiteisiin. Tällöin tulee käydä mittaamassa mittauslaitteella todelliset lämpötilat vielä uudelleen. Sama tehdään pumppulle.



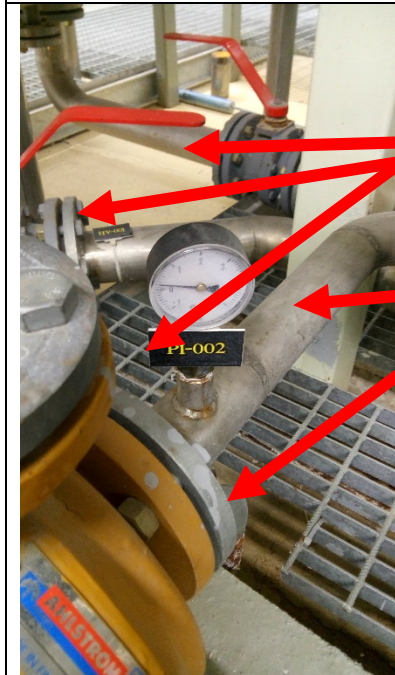
6. Kuuntele kuuluko selkeää, ei ominaista ääntä moottorista tai pumppusta.

Värähtelymittausta voidaan suorittaa myös mittalaitteella.

LIITE 1



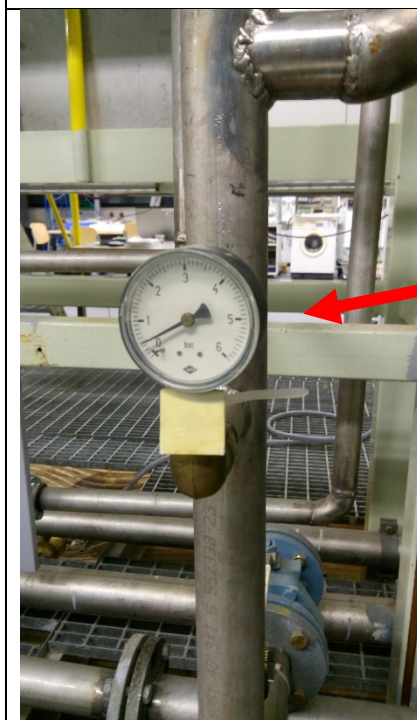
7. Tarkista, että pumpun voiteluvesi kiertää eikä vuoda.



8. Tarkista tulevan ja poistuvan veden laippaliitokset ja putkisto.

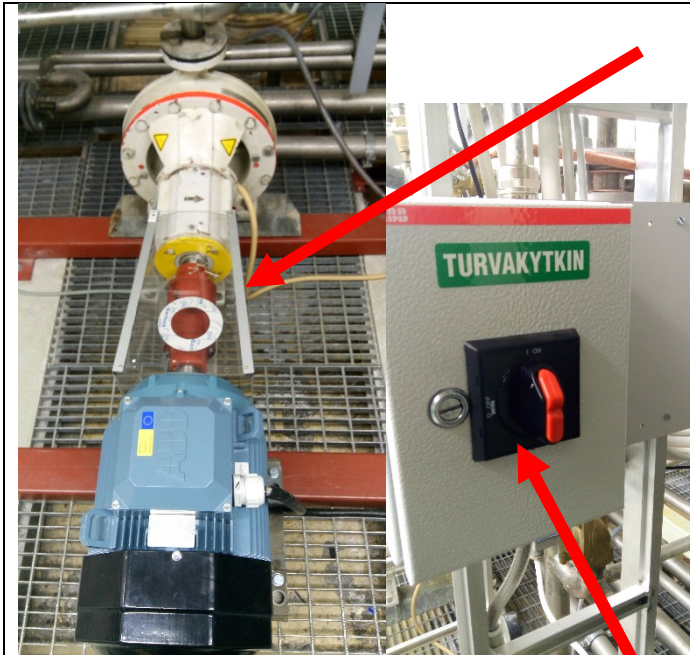
9. Katso ettei pumpusta lähtevän tai poistuvan veden liitokset vuoda ja että laippaliitoksen pultit ovat kireällä. Jos ne ovat löysällä, kiristä ne kierroksen aikana. Vuoto tapauksissa syynä on todennäköisesti liitoksen välissä olevan tiivisteiden kuluminen.

Pumpun jälkeen tarkista sulkuventtiilit ja painemittarit. Sulkuventtiilien toimintaa ei voida tarkistaa prosessin ollessa käynnissä.



10. Painemittareista otetaan lukemat ylös, sekä tarkastetaan onko lukemissa heittoja edellisiin arvoihin. Tarkista silmämääräisesti, että mittari toimii.

LIITE 1



11. Moottorin ja pumpun välinen akseli, kytkin ja kytkinkumi voidaan tarkastaa silmä- ja kuulomääräisesti moottorin käydessä. Mahdollisia huomioitavia seikkoja voivat olla kytkinkumin repeämisestä johtuva lipare ja akselien välinen välys. Tarkempaa tarkastelua ei voida suorittaa, ilman että sähkömoottori pitää käyttää kiinni. Lisäksi suoritetaan erotus käytäntö, jotta mikään ei pääse pyörimään kohdetta tarkasteltaessa. Erotuskäytäntöön tarvitaan aina lupa.

Erottaminen tarkoittaa kohteen virratomaksi tekemistä. Virtakytkimeen laitetaan lukko, jonka vain asentaja itse voi avata. Näin turvataan työskentely paikassa, jossa on mahdollista tapahtua vaaraa asentajalle pyörivistä osista.



12. Kierroksen lopussa tulee arvioida paikan yleistä siisteyttä, sekä voidaan antaa huomautuksia tai ehdottaa kierroksella mieleen tulleita asioita. Lattioilla ei saa lojua ylimääräistä rojua tai pyörivien osien läheisyydessä roikkua takkeja tai rättejä. Kierroksen aikana edellä mainitut poistetaan paikoista, joissa niitä ei kuulu olla.

LIITE 1

Tarkistettava kohde	Osakohteet	Tarkastettavan kohteen kunto			Huomautettavaa	Toimenpiteet
		Kunnossa	><	Vika		
Pumppu						
	Kiinnitykset					
	Lähtevä putkiliitos					
	Tuleva putkiliitos					
	Laippaliitosten kiinnitykset					
	Lämpötila					
	Värähtely					
	Akseli					
	Kytkin					
	Kytinkumi					
	Voitelu					
Sähkötönnöri						
	Kiinnitykset					
	Virtajohdon liitos					
	Virtajohdon eheys					
	Lämpötila					
	Värähtely					
	Akseli					
Muut						
	Sulkuventtiili tuleva					
	Sulkuventtiili poistuva					
	Painemittari lähtevä					
	painemittari poistuva					
	Hätäseis katkaisija					
	Yleinen siisteys					

13. Kierroksen jälkeen tarkistuslista toimitetaan esimiehelle, joka oman harkinnan mukaan tekee työmääräyksiä löydetyistä vioista ja huomautuksista.

Ennako huoltokierroksen voivat keskeyttää selkeä konerikko tai alkava vika. Tällöin kierrosta jatketaan vasta sitten, kun korjaus toimenpiteet ovat suoritettu.