

**SAVONIA**



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN ALA

# VOIMALAITOKSEN KÄYNNIN- VARMISTAJAN ENNAKKOHUOL- TOKIERROS

Mondi Powerflute Oy

TEKIJÄ

Simo Piiparinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Simo Piiparinen	
Työn nimi Voimalaitoksen käynninvarmistajan ennakkohuoltokierros	
Päiväys	24.4.2025
	28/3
Yhteistyötaho Mondi Powerflute Oy	
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää voimalaitoksen käynninvarmistajan ennakkohuoltotoimia. Työn tavoitteisiin kuuluivat ennakkohuoltokierroksen tekeminen voimalaitoksen alaisille alueille ja laitteille. Ennakkohuoltokierroksessa määritetään tarkastusalueet sekä niiden sisällä olevat laitteet tarkasteltavineen kohteineen. Työn toisena tavoitteena oli tehdä yksinkertaiset ja hyvin havainnollistavat työohjeet kolmelle laitteelle. Työohjeissa tulisi käydä läpi laitteiden säätö ja kiristystoimenpiteet. Työohjeiden avulla jokaisen käynninvarmistajan tulisi osata tehdä kyseinen työ.</p> <p>Ennakkohuoltokierroksen teossa hyödynnettiin voimalaitoksen työntekijöiden ammattitaitoa sekä työhön liittyviä materiaaleja. Ennakkohuoltokierroksessa ensin rajattiin tarkastettavat alueet, jonka jälkeen määriteltiin alueen sisällä olevat laitteet sekä niiden tarkasteltavat kohteet. Laitteista kirjattiin niiden toimintopaikka, laitteen nimi sekä tarkastustoimenpide. Toimintopaikan avulla käynninvarmistaja löytää laitteen helposti sekä raportoi mahdolliset viat ja huomiot oikealle laitteelle toiminnanohjausjärjestelmään.</p> <p>Työohjeiden teossa hyödynnettiin käynninvarmistajien aikaisempaa kokemusta ja työtapoja laitteiden parissa. Työnjohdon asettama tavoite työohjeisiin oli, että työohjeista saataisiin yksinkertaiset ja helposti omaksuttavat. Työohjeita lähdettiin toteuttamaan ensin perehtymällä laitteisiin sekä niiden toimintatapaan. Laitteista otettiin useita kuvia sekä käytiin työvaiheet lävitse käynninvarmistajan kanssa. Saatujen tietojen perusteella laitteista laadittiin työohjeet, joiden luonnokset esiteltiin työnjohdolle ja käynninvarmistajille. Luonnosten muokkaamisen jälkeen työohjeet luovutettiin työnjohdolle, jotka laittavat ohjeet käytäntöön.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuus käsittelee kunnossapidon teoriaa, määritelmiä, kunnossapidon lajeja, vikaantumista sekä aistienvaraista kunnonvalvontaa. Teoriaosuus pohjautuu alan kirjallisuuteen sekä muutamiin standardeihin, jotka käsittelevät kunnossapitoa.</p>	
Avainsanat Kunnossapito, ennakkohuoltokierros, voimalaitos, työohje	

## ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö tehtiin Mondin Powerflute Oy:lle keväällä 2025. Opinnäytetyön aiheesta sekä saamastani avusta haluan kiittää kunnossapidon aluemestari Veli-Matti Tiilikaista sekä kunnossapidon työsuunnittelija Esa Tuohirantaa. Iso kiitos kunnossapidon työntekijöille, jotka auttoivat ammattitaitoisesti työn suorituksessa ja jakoivat omaa teknistä tietämystään. Kiitos ohjaavalle opettajalle, joka opasti valmistumisen kynnyksellä olevaa opiskelijaa.

Kuopiossa 24.4.2025

Simo Piiparinen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
2	MONDI POWERFLUTE OY.....	7
2.1	Historia .....	7
2.2	Nykyhetki.....	8
2.3	Voimalaitoksen prosessikuvaus .....	8
3	KUNNOSSAPITO .....	10
3.1	Kunnossapidon määrittely .....	10
3.2	Huolto .....	10
4	KUNNOSSAPIDON LAJIT.....	11
4.1	Korjaava kunnossapito .....	11
4.2	Ehkäisevä kunnossapito.....	12
4.3	Parantava kunnossapito.....	12
5	LAITTEIDEN VIKAANTUMINEN.....	14
5.1	Vian määritelmä .....	14
5.1.1	Häiriö.....	14
5.1.2	Vaurio.....	14
5.2	Vikaantumisen luokittelu.....	14
5.3	Vikojen kehittyminen .....	15
5.4	Syyt vikaantumiselle.....	15
6	KUNNONVALVONTA.....	17
6.1	Aistinvarainen kunnonvalvonta .....	17
6.2	Aistit.....	18
6.2.1	Näkö.....	18
6.2.2	Kuulo .....	18
6.2.3	Tunto .....	18
6.2.4	Haju.....	19
7	LÄHTÖTILANNE .....	20
7.1	Ennakkohuoltokierros.....	20
7.2	Työohjeet.....	21
8	ENNAKKOHUOLTO OHJEIDEN TEKO.....	22
8.1	Käynninvarmistajan ennakkohuolto kierros.....	22
8.2	Tarkastusalueiden rajausta .....	22

8.3	Tarkastettavien laitteiden määrittäminen.....	22
8.4	Laitteiden tarkastuskohteiden määrittäminen.....	22
9	LAITTEIDEN TYÖOHJEET .....	23
9.1	Laitteiden työohjeiden teko .....	23
9.2	Työn tulokset .....	23
10	NUOHOIMIEN TARKASTUSOHJEET .....	24
10.1	Tarkastusohjeiden teko .....	25
10.2	Tulokset.....	25
11	TULOKSET JA VAIKUTUKSET.....	26
12	YHTEENVETO.....	27
13	LÄHTEET .....	28
	LIITE 1: ENNAKKOHUOLTOKIERROS .....	
	LIITE 2 NUOHOINTEN TARKASTUSKIERROS .....	
	LIITE 3 LAITTEEN KETJUJARINA TYÖOHJE.....	

## KUVALUETTELO

Kuva 1	Kartonkikoneen asennus (Launonen, 2016) .....	7
Kuva 2	Mondi Poweflute (Kähkönen, 2023) .....	8
Kuva 3	Mondi Powerflute Voimalaitos (Salokangas, 2017).....	9
Kuva 4	Kunnossapidon kustannusten jakautuminen kunnossapitolajeittain (Mikkonen, 2009, 41) .....	11
Kuva 5	Kunnossapitolajit ja toimenpidetyypit (PSK 6201, 2022, 32) .....	13
Kuva 6	Aistinvaraisen tarkastelun apuvälineitä (Mikkonen, 2009, 422) .....	19
Kuva 8	Kuvaleike IK4M nuohoin (HMA Group, 2019) .....	24
Kuva 9	G9B Nuohoin (HMA, 2025) .....	24

## 1 JOHDANTO

”Koneiden ja laitteiden kunnossapidon taloudellinen merkitys on valtava. Itsessään kunnossapitotyö sekä siinä käytetyt varaosat ja uudet komponentit ovat merkittävä kustannus mutta vielä suuremmat kustannukset syntyvät, kun koneet, laitteet ja tuotantoprosessit eivät ole laiterikkojen seurauksena käytettävissä tai toimivat puutteellisesti” (Mikkonen, 2009). Tästä syystä laitteiden ennakkohuolloilla ja suunnitelluilla tarkastuksilla on merkittävä rooli laitteiden vikaantumisen ja rikkoantumisen estämisessä. Ammattitaitoinen henkilöstö tunnistaa laitteiden oireilevat viat ja osaavat ennakoita laitteiden vikaantumista. Säännöllisten tarkastusten avulla pystytään ehkäisemään suuret laiterikot, jolloin yrityksen tuotantoprosessi toimii mahdollisimman tehokkaasti ja tuottavasti.

Mondi Powerflute Oy on yksi Suomen johtavista aallotuskartongin valmistajista. Asiakkaat ovat kansainvälisiä yrityksiä ja suurin osa tuotetusta tuotteesta menee vientiin. Jotta tuotanto toimisi tehokkaasti tehdas pyrkii pitämään tuotantoseisokit minimissään näin ollen tehokas ja ennakoiva kunnossapito on tärkeässä osassa laiterikkojen estämisessä ja vähentämisessä. Voimalaitoksen ikääntyneet laitteet vaativat kunnossapitohenkilöstöltä ennakoimista ja tarkastelua, jolla vältetään vikojen kehittyminen ja laiterikot.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä käynninvarmistajan ennakkohuoltokierros. Kierroksella käynninvarmistaja kiertää määritellyt alueet, jotka sisältävät määritellyt laitteet. Laitteet tarkastellaan pintapuolisesti ja raportoidaan mahdollisia vikoja kuten vuotoja, lämpötilan muutoksia sekä epämääräisiä ääniä. Ennakkohuoltokierroksen avulla varmistutaan siitä, että laitteet tarkastetaan viikoittain, tämän avulla laitteiden huollon ja kunnossapidon suunnittelu helpottuu ja laiterikkoja vältetään. Voimalaitoksen nuohoimille tehdään kuukauden välein tapahtuva ennakkohuoltokierros, jossa tarkastellaan nuohoimien toimintaa ja epäkohtia. Opinnäytetyön työosuuteen kuuluu myös kolmen laitteen työhöjeet, joilla varmistutaan, että jokainen käynninvarmistaja omaa riittävät tietotaidot laitteiden säätämiseen ja kiristämiseen.

Opinnäytetyö koostuu yrityksessä tehtävästä työosuudesta ja kirjallisesta opinnäytetyö raportista. Raportissa käydään läpi kunnossapidon perusteoriaa sekä kunnossapidon lajeja. Raportissa avataan myös laitteiden vikojen ja vikaantumisen määritteitä sekä aistienvaraista kunnonvalvontaa, joka on merkittävässä osassa laitteiden ennakkohuoltokierroksella.

## 2 MONDI POWERFLUTE OY

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Mondi Powerflute Oy. Tässä esittely kappaleessa avataan yrityksen historiaa, nykyhetkeä sekä voimalaitoksen kunnossapitoa, johon tämä opinnäytetyö vahvasti liittyy.

### 2.1 Historia

Mondi Powerflute Oyn historia ulottuu vuoteen 1968 jolloin yrityksen toiminta alkoi Kuopion Sorsasalossa. Yritys aloitti toimintansa Savon Sellu nimellä ja yrityksen valmistama tuote oli ja on edelleen koivusta valmistettua aallotuskartonkia. Yrityksen hankkeen takana olivat paikalliset metsänomistajat ja hanke saatettiin valmiiksi aina Presidentti Urho Kekkosta myöten. Pitkähkön historiansa aikana yrityksellä on ollut useita omistajia, vuonna 2005 M-real Oyj myi tehtaan Dermot f. Smurfitin sijoitusyhtiölle. Vuoden 2016 lopulla yhtiö myytiin yhdysvaltalaiselle Nordic Packaging and Container Holdings -yhtiölle. Vuonna 2018 Mondi osti tehtaan ja tehtaan nimeksi tuli Mondi Powerflute Oy. (Pörssitieto, n.d.; Savon historia, 2004; Paperiliitto, 2024)



Kuva 1 Kartonkikoneen asennus (Launonen, 2016)

## 2.2 Nykyhetki

Mondi Powerflute toimii nykyään Mondin konsernin alaisuudessa, joka on yksi maailman johtavista pakkaus ja paperialan toimijoista. Mondin Powerflute tuottaa Kuopion sorsasalossa flutingia, joka on koivusta valmistettua aallotuskartonkia. Aallotuskartonki on osana hedelmälaatikkoja ja muita kartonkipakkauksia antamassa niille kestävyttä ja jäykkyyttä. Tällä hetkellä tehtaalla työskentelee noin 270 henkilöä ja uuden tehdas laajennuksen myötä tehdas tuottaa kartonkia noin 330 000 tonnia vuodessa. (Paperiliitto, 2024; Mondigroup, 2025)



Kuva 2 Mondin Powerflute (Kähkönen, 2023)

## 2.3 Voimalaitoksen prosessikuvaus

Mondin Powerfluten voimalaitos tuottaa tehtaalle tarpeisiin höyryä, vettä, sähköä ja keittonestettä. Voimalaitoksen pääpolttoaineena toimii kuori, liemi ja säätävänä polttoaineena toimii turve. Näiden lisäksi tukipolttoaineena toimii raskaspolttoöljy. Voimalaitoksella kuori syötetään arinalle, jossa se palaa muiden pääpolttoaineiden kuten liemen ja turpeen kanssa. Arinalla palamaton tavara putoaa sammutuskolajuljettimelle, joka syöttää tavaran lavalle, jonka traktori kuljettaa sille soveltuvaan paikkaan.

Jotta kattila saadaan tuottamaan höyryä sinne, täytyy syöttää vettä. Kattilavesi syötetään suodatettuna ja puhdistettuna syöttövesipumpulle, josta sitä pumpataan esilämmitykseen economiserille. Esilämmityksestä vesi menee lieriöön, josta vesi menee laskuputkia pitkin kattilan alaosaan. Alaosasta vesi jakaantuu keittoputkistoille ja nousee sitä kautta ylös. Lieriön yläosassa oleva höyry nousee tulistimille, jossa kattilan palamisprosessissa syntyvät savukaasut lämmittävät tulistinputkia ja höyry tulistuu. Tulistettu höyry, joka on noin 520 asteista siirretään tulistuksen jälkeen turbiinille tai reduktiolle. Turbiinin avulla höyryä toimitetaan massa ja kartonkitehtaalle. Höyry otetaan turbiinin väliotoilta sekä vastapainepuolelta. Turbiini pyörittää generaattoria, joka tuottaa sähköä tehdasalueelle.

Kattilan palamisprosessissa syntyvät savukaasut puhdistetaan sähkösuodattimessa ja savukaasupesurissa. Voimalaitoksen piipussa olevien sensoreiden ja mittalaitteiden avulla päästöjä mitataan ja seurataan. (Tiilikainen, 2025)



Kuva 3 Mondi Powerflute Voimalaitos (Salokangas, 2017)

### 3 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon tehtävä on pitää laitteet toimintakuntoisina. Kunnossapitoon kuuluu edelleen rikkoutuneiden laitteiden korjaus ja kunnostus, mutta korjaustoiminta ei nykyään ole kunnossapidon pää tarkoitus. Kunnossapitoa ei pidetä nykyisin kustannuksena vaan tärkeänä tuotantotekijänä, jonka avulla varmistetaan tuotantolaitoksen kilpailukyky.

Kunnossapidon ammattilaisilla on selkeä käsitys siitä mitä kunnossapito tarkoittaa ja mitä he työseen tekevät. Kunnossapidon käsitykset vaihtelevat suuresti sen mukaan minkälaisissa kunnossapito tehtävissä työskennellään. Usein kunnossapidosta liikkuu vanhanaikaisia käsityksiä heiltä, jotka eivät kunnossapidon parissa työskentele. (Mikkonen, 2009, 25)

#### 3.1 Kunnossapidon määrittely

Kirjallisuudessa kunnossapito voidaan ajatella niin että kaikki toimenpiteet, jotka suoritetaan koneen elinjakson aikana ja joiden tarkoitus on palauttaa koneen toimintakyky ja ylläpitää koneen toimintakykyä, jotta se pystyy suorittamaan sille tarkoitettua toimintaa ovat kunnossapitoa.

SFS-EN 15341:2007 standardissa käsitellään kunnossapitoa seuraavasti: ” Kunnossapidon suorituskyky on tulos sellaisten resurssien aktiivisesta käytöstä, joilla ylläpidetään tai palautetaan kohteen toimintakyky sellaiseksi, että se pystyy suorittamaan halutun toiminnon. Siitä voidaan käyttää ilmaisu saavutettu tai odotettu tulos” (SFS-EN 15341, 2007). Tämä kyseinen standardi kumottiin vuonna 2019 ja uudessa korvaavassa standardissa ei ole kunnossapito määritteleviä asioita esillä.

Standardi PSK 6201:2022 määrittelee kunnossapidon seuraavalla tavalla: ” 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” (PSK 6201, 2022, 3).

#### 3.2 Huolto

Huolto on tärkeä osa kunnossapitokokonaisuutta. Hyvin suunnitellulla ja tehdyllä huollolla estetään monet laiterikot ja koneseisaukset. Huollon perustarkoituksena on estää laitteen vikaantuminen ja pitää laitteen toimintakykyä yllä. Usein huollot toteutetaan jaksotetusti näin ollen huoltojen määrävälit riippuvat usein laitteen käyttöajan tai -määrän mukaan. Huoltovälien suunnittelussa täytyy ottaa huomioon myös laitteen käytön rasitteisuus ja laitteen kriittisyys tuotannolle. (Järviö & Lehtiö, 2017, 49-50)

Standardi PSK 6201:2022 käsittelee huollon seuraavalla tavalla:” Kunnossapidon toimenpide, joka sisältää kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistamisen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodattimen vaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet” (PSK 6201, 2022, 4).

On huomattavaa, että huollon ja ehkäisevän kunnossapidon tehtävät ovat osittain päällekkäisiä.

Standardi SFS-EN 13306:2017 käsittelee huollon seuraavalla tavalla: ” Perushuolto, laaja ehkäisevän kunnossapidon toimenpidekokonaisuus, joilla ylläpidetään kohteen vaadittu suorituskyky” (SFS-EN 13306. 2017, 19).

## 4 KUNNOSSAPIDON LAJIT

Kunnossapito on tärkeä toimenpide tuotanto-omaisuuden hoitamisessa. Tätä tuotanto-omaisuutta hoidetaan muillakin tekemisillä kuin kunnossapidolla, nämä tekemiset jaotellaan viiteen päälajiin, joista kolmea on avattu tässä luvussa. (Järviö & Lehtiö, 2017)

### 4.1 Korjaava kunnossapito

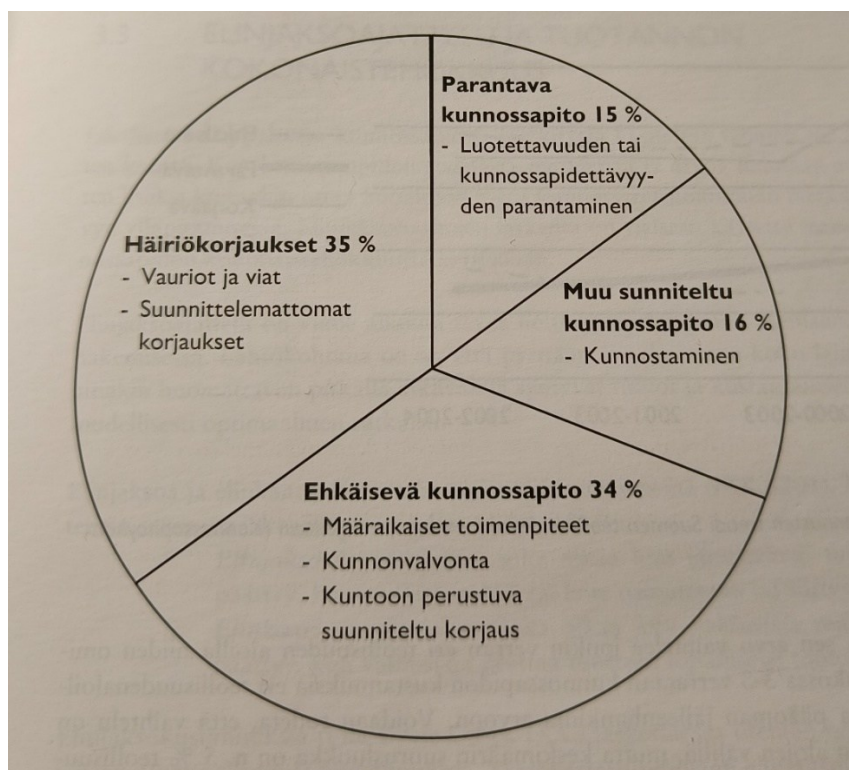
Standardissa SFS-EN 13306:2017 asia käsitellään seuraavalla tavalla: ”Korjaava kunnossapito on kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena palauttaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon” (SFS-EN 13306. 2017, 14).

Standardissa PSK 6201:2022 asia käsitellään seuraavalla tavalla: ”Korjaava kunnossapito. Kunnossapitoa, jota tehdään vian tai muun poikkeaman havaitsemisen jälkeen tavoitteena palauttaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon” (PSK 6201, 2022, 27).

Korjaavassa kunnossapidossa laitteessa vikaantuneeksi todettu osa palautetaan käyttökuntoon eli korjataan. Korjaava kunnossapito voi olla suunnittelematonta häiriökorjausta tai suunniteltua kunnostusta. Seuraavat asiat kuuluvat korjaavaan kunnossapitoon.

- Vian määrittäminen
- Vian tunnistaminen
- Vian paikallistaminen
- Korjaus, väliaikainen korjaus
- Toimintakunnon palauttaminen

(Järviö & Lehtiö, 2017, 51)



Kuva 4 Kunnossapidon kustannusten jakautuminen kunnossapitolajeittain (Mikkonen, 2009, 41)

#### 4.2 Ehkäisevä kunnossapito

Standardissa SFS-EN 13306:2017 asia käsitellään seuraavalla tavalla: ”Kunnossapito, jonka tarkoituksena on arvioida ja/tai vähentää kohteen heikentymistä ja vikaantumisen todennäköisyyttä” (SFS-EN 13306. 2017, 13).

Standardissa PSK 6201:2022 asia käsitellään jaksotettuna kunnossapitona seuraavalla tavalla: ”Kunnossapitoa, joka tehdään ennalta määritettyjen aikajaksojen tai käytön määrän mukaan, mutta ilman edeltävää toimintakunnon mittausta. Jaksotetulla kunnossapidolla pyritään pienentämään vikaantumisen todennäköisyyttä tai hidastamaan kohteen toiminnan heikkenemisen etenemistä”. (PSK 6201, 2022, 32.)

Ehkäisevällä kunnossapidolla seurataan ja tarkastellaan laitteen suorituskykyä tai sen parametrejä. Pää tavoitteena ehkäisevässä kunnossapidossa on laitteen vikaantumisen todennäköisyyden tai laitteen toimintakyvyn heikkenemisen minimoiminen. Ehkäisevä kunnossapito voi olla aikataulutettua tai jatkuvaa. Laitteen suorituskyvyn tai parametrien tarkastelutuloksien perusteella kunnossapidon tehtäviä voidaan suunnitella ja aikatauluttaa tehokkaasti. Ehkäisevän kunnossapidon toiminnot ovat esim.

- Tarkastaminen
- Kuntoon perustuva kunnossapito
- Määräystenmukaisuuden toteaminen
- Testaaminen/toimintakunnon toteaminen
- Käynninvalvonta
- Vikaantumistietojen analysointi

(Järviö & Lehtiö, 2017, 50)

#### 4.3 Parantava kunnossapito

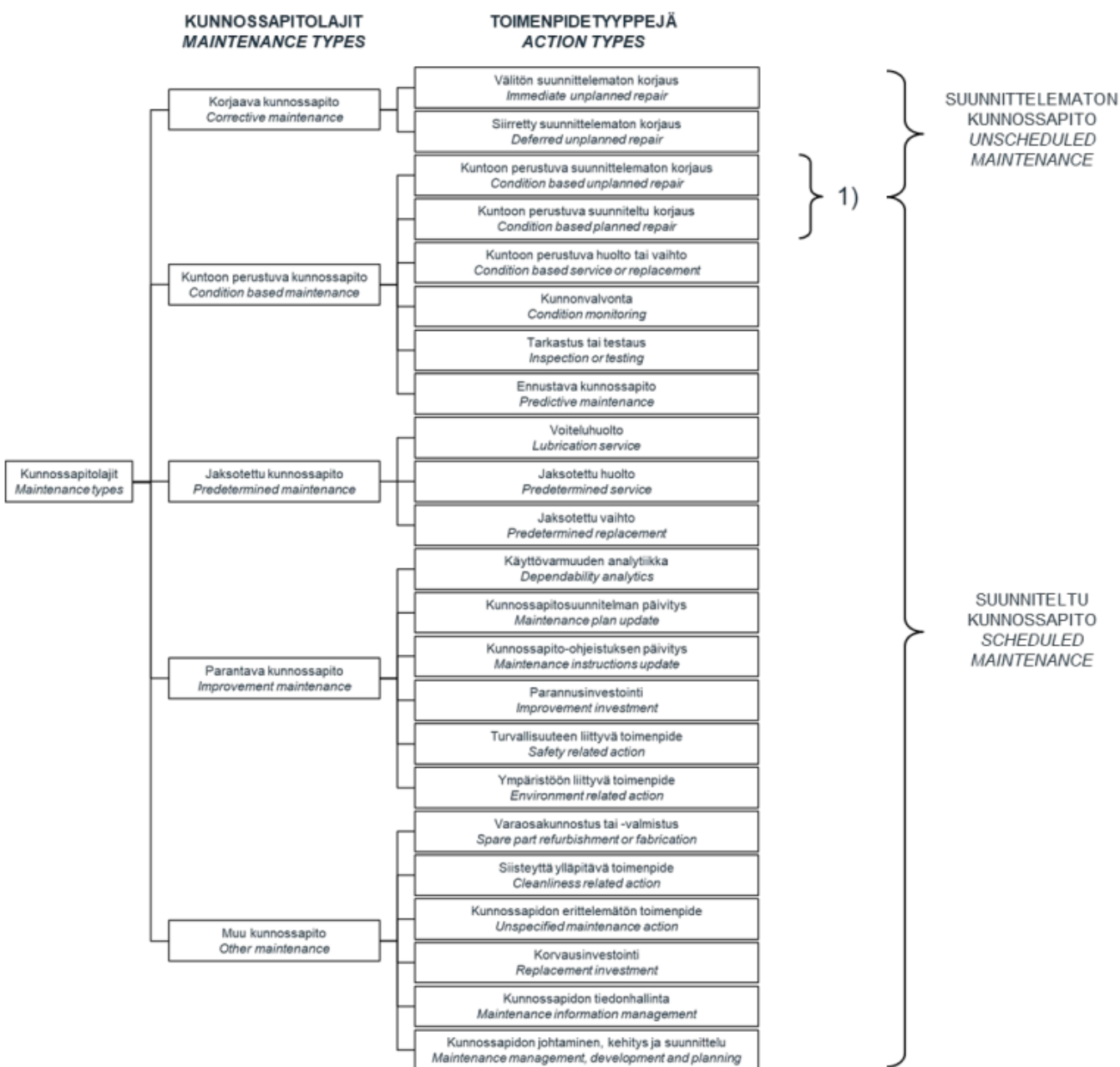
Standardissa PSK 6201:2022 asia käsitellään seuraavalla tavalla: ”Kunnossapitoa, jonka tarkoituksena on parantaa kohteen toimintavarmuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä ja/tai henkilö- ja ympäristöturvallisuutta muuttamatta kohteen vaadittua toimintoa” (PSK 6201, 2022, 32).

Standardi SFS-EN 13306:2017 käyttää määritelmää parantaminen, joka sisältää seuraavat asiat: ”Yhdistelmä kaikista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joilla on tarkoitus parantaa kohteen toimintavarmuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä ja/tai turvallisuutta ilman että alkuperäinen toiminto muuttuu” (SFS-EN 13306. 2017, 14).

Parantava kunnossapito on jaettavissa kolmeen ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä laitteeseen voidaan vaihtaa uusia osia/komponentteja mutta itse laitteen suorituskykyä ei muuteta.

Toisessa ryhmässä koneen toimintaa yritetään muuttaa luotettavammaksi erilaisilla uudelleensuunnitteluilla ja korjauksilla. Laitteen suorituskyky pysyy ennallaan, vain laitteen käytön luotettavuutta parannetaan.

Kolmas ryhmä käsittää laitteen tai koneen modernisaatiot, joihin kuuluu laitteen suorituskyvyn muuttaminen. Usein modernisaatio uudistaa tuotteen valmistusprosessin sekä tuotetta valmistavan laitteen. Lähes aina modernisaatiot luokitellaan investoinneiksi, jolloin ne eivät ole varsinaista kunnossapitoa. (Järviö & Lehtiö, 2017, 51-52)



Kuva 5 Kunnossapitolajit ja toimenpidetyypit (PSK 6201, 2022, 32)

## 5 LAITTEIDEN VIKAANTUMINEN

Laitteen vikaantuminen on tapahtuma, jonka seurauksena laitteeseen ilmenee vika. Laitteessa olevan vian vuoksi laite ei pysty suorittamaan sille määrättyä toimenpidettä vaaditulla tavalla. (Järviö & Lehtiö, 2017)

### 5.1 Vian määritelmä

Vian ja vikaantumisen määritelmät löytyvät standardista SFS-EN 13306:2017. Vika määritellään laitteen tilaksi, jossa laite ei pysty suorittamaan sille vaadittua toimintoa. Vika tilaksi ei lueta niitä tilanteita, joissa laite ei pysty toteuttamaan sille vaadittua toimintoa johtuen kunnossapidollisista, suunnitelluista toimenpiteistä tai muista ulkopuolisista resursseista. (SFS-EN 13306. 2017, 12)

Laitteen vikaantumiselle voi olla usein monia eri syitä mutta vikaantumisen seuraus on aina vika, joka voi olla häiriö tai vaurio laitteessa. (Järviö & Lehtiö, 2017, 71)

#### 5.1.1 Häiriö

Laitteen ollessa häiriössä laite itsessään ei ole rikki mutta se vaatii välittömän kunnossapitotarpeen. Kunnossapitotarpeen takia laite aiheuttaa tuotannon menetyksiä. Laitteessa olevan häiriön laajuus voi olla hyvinkin erilainen joka tilanteessa. Laitteen häiriö korjataan palauttamalla laitteen toimintakyky. Toimintakyvyn palauttaminen voidaan tehdä esim. puhdistamalla, säätämällä tai vain uudelleen käynnistämällä laite riippuen häiriön laajuudesta. Häiriöiden perusteella laitteen komponenttien vikaantumisvälien selvittäminen on mahdollista. (Järviö & Lehtiö, 2017, 71)

#### 5.1.2 Vaurio

Laitteen ollessa vauriossa laite on itsessään rikki mutta sen kunnossapidon vaatimukset ovat samat kuin häiriössä. Laite korjataan korjaavan kunnossapidon tavoin ja palautetaan laitteen toimintakyky. Laitteen vaurioiden avulla pystytään määrittelemään komponenttien vikavälit ja eliniät. (Järviö & Lehtiö, 2017, 71)

### 5.2 Vikaantumisen luokittelu

Laitteen vikaantumisen myötä laitteeseen tulee vika, jolloin laitteen vaadittu toiminta päättyy. Standardin SFS-EN 13306:2017 mukaan vikaantuminen tarkoittaa, että kohde menettää kykynsä suorittaa sille vaadittu toimenpide. (SFS-EN 13306. 2017, 10)

Standardeissa ei ole käsitteitä hitaasti kehittyville vikaantumisille. Hitaat vikaantumiset ja niiden havainnointi ovat TPM (Total Productive Maintenance) ja RCM (Reliability Centered Maintenance) toimintoja. (Järviö & Lehtiö, 2017, 71)

Standardi SFS-EN 13306:2017 luokittelemia vikaantumisia ovat mm. seuraavat

*”Vikaantumismuoto:* Tapa, jolla kohteen kykenemättömyys suorittaa vaadittu toiminta ilmenee.”

*”Kulumisesta johtuva vikaantuminen:* Vikaantuminen, jonka todennäköisyys kasvaa kohteen käytön, käyttökertojen ja siihen kohdistuvan kuormituksen vaikutuksesta.”

*”Äkkivikaantuminen:* Vikaantuminen, jota ei osattu ennakoita etukäteen tapahtuvalla tarkastamisella tai valvonnalla.”

*"Piilevä vikaantuminen:* Vikaantuminen, jota ei ole havaittu normaalin käytön yhteydessä."

*"Vikaantumismekanismi:* Fyysinen, kemiallinen tai muu prosessi, joka on johtanut vikaantumiseen."

(SFS-EN 13306. 2017, 10-12).

### 5.3 Vikojen kehittyminen

"Jokainen laite on suunniteltu toimimaan moitteettomasti. Jos laite on suunniteltu ja valmistettu oikeista materiaaleista ja sitä käytetään ja ylläpidetään oikein ja oikeissa olosuhteissa, rikkoontumista ei tapahdu." (Järviö & Lehtiö, 2017)

Laitteeseen tulevat viat ja vikaantumiset eivät ilmesty tyhjästä. Laitteen vikaantuminen on usein pitkän aikavälin päätepiiste. Kun vika päästään havaitsemaan riittävän ajoissa laitteen vaurioitumista voidaan vähentää tai välttää kokonaan. Tämä vähentää kunnossapidon tarvetta, joka säästää yrityksen resursseja.

Kunnossapidossa laitteiden vikojen syntymisen ja kehittymisen ymmärtäminen on yksi kunnossapidon ammattitaidon tärkeimmistä osa-alueista. Tehokkaassa kunnossapidossa on tärkeämpää havaita laitteen viat ja estää laitteen vikaantuminen kuin korjata laitteeseen ilmenneitä vikoja tehokkaasti. Kunnossapito henkilöstön ja johdon tärkein päämäärä on vähentää kunnossapitoa. (Järviö & Lehtiö, 2017, 76)

### 5.4 Syyt vikaantumiselle

Laitteiden vikaantumista pidetään usein suunnittelun tai heikon kestävyuden syynä. Japanilaisten TPM kehittäjien mukaan laitteen vikaantumiselle on olemassa viisi syytä, jotka ovat seuraavat.

- Laitteita ei käytetä oikein: Laitteen käytön oikeita tapoja ei tunneta tai niitä ei noudateta, mahdollinen ohjeistuksen puuttuminen tai sen noudattamatta jättäminen mahdollistavat laitteen väärän käytön. Laitteiden käyttäjät havaitsevat laitteiden vikojen oireet mutta jättävät itse toimenpiteet muiden hoidettaviksi.
- Kunnossapitäjien ammattitaidon puute: Laitteiden tarkasteluissa oireilevat viat jäävät huomaamatta tai laitteen vikojen oireet tulkitaan väärin. Väärin tulkittuiden oireiden takia myös laitteen kunnossapito on väärää ja tehotonta. Väärä oireiden tulkinta tai väärin tulkintojen perusteella tehty kunnossapito on usein tahatonta, jonka vuoksi sitä on vaikea huomata.
- Laitteen ikääntymisen huomiointi: Laitteen ikääntymisen havainnointi ja sen myötä toiminnan heikkenemistä ei havaita koska toimintakyvyn muutokset ovat usein hyvin pieniä.
- Laitteiden käyttöolosuhteet: Laitteiden käyttöolosuhteet ovat vääränlaiset. Laitteiden likaisuus kuten sähkömoottorien ritilät ja tuuletusaukot aiheuttavat laitteelle ylimääräistä lämpökuormaa, joka vaikuttaa laitteen vikaantumisherkkyteen.
- Laitteen suunnittelu: Laitteen suunniteltu käyttöympäristö on erilainen kuin missä laitetta käytetään. Laitteen suunnittelussa ei ole huomioitu käyttökohteen lämpötiloja tai sääolosuhteita. Laite voi olla myös siirretty muualta uuteen ympäristöön mihin sitä ei ole suunniteltu.

Laitteiden vikojen oireiden ymmärtäminen ja havainnointi on vaikeaa. Kunnossapito toiminta voi olla hyvinkin korjauskeskeistä, jolloin vikojen oireiden selvittäminen on puutteellista. Laitteiden tarkastuspisteiden sijainti ja luokse päästävyys vaikuttaa suuresti tarkastuksen laatuun ja tarkkuuteen tämän takia mahdolliset viat ja oireet voivat jäädä esim. likakerroksen alle ja kehittyä mahdollisesti laitteen vaurioon saakka. (Järviö & Lehtiö, 2017, 85)

## 6 KUNNONVALVONTA

Kunnonvalvontaan on olemassa erilaisia menetelmiä, joilla mitataan esim. laitteiden värähtelyjä, lämpötiloja, nopeuksia sekä kuormia. Nykyaikaisten mittausten rinnalla tärkeässä osassa ovat aistihavainnot, joilla pystytään havaitsemaan suuri osa laitteiden oireilevista vioista. Aistinvaraisessa kunnonvalvonnassa on asioita, joita suorittajan tulee ymmärtää, jotta kunnonvalvonta on tehokasta ja mahdolliset piilevät tai oireilevat viat osataan havaita.

### 6.1 Aistinvarainen kunnonvalvonta

Aistinvaraisessa kunnonvalvonnassa suorittajan on hyvä ymmärtää seuraavat asiat ja kiinnittää niihin huomiota valvontaa suorittaessaan.

Suorittajan täytyisi tuntea seuraavat asiat:

- Aistien toiminta ja niiden periaatteet
- Aistien herkkyyteen vaikuttavat asiat
- Aistien käyttö laitteiden kunnonvalvonnassa
- Apuvälineiden käyttö
- Koneiden toimintatapa

Suorittajan täytyisi ymmärtää seuraavat asiat:

- Rajoitteet aistien ja apuvälineiden käytössä
- Apuvälineet ja niiden käyttö
- Koneiden yleisimmät vikaantumisasiä

Suorittajan täytyisi osata seuraavat asiat:

- Aistinvaraisen kunnonvalvonnan suorittaminen
- Apuvälineiden hyödyntäminen
- Aistinvaraisten havaintojen, laitteen oireiden ja niiden muutosten tulkitseminen
- Yhdistää keräämänsä havainnot ja tiedot
- Raportoida havainnot

Ammattitaidon lisäksi suorittaja tarvitsee suunnitelman, jonka mukaan valvonta suoritetaan

Suunnitelman täytyisi sisältää seuraavat asiat:

- Kuka/ketkä valvonnan suorittavat
- Mitkä koneet ovat valvonnan piirissä
- Kuinka valvonta suoritetaan
- Mitä apuvälineitä on mahdollista käyttää
- Kuinka havaintojen raportointi suoritetaan
- Kuinka raportointia hyödynnetään jatkossa

(Mikkonen, 2009, 418)

## 6.2 Aistit

”Aistit välittävät ihmiselle tietoa ympäröivästä maailmasta” (Sinkkonen, et al., 2002). Aistiärsykkeet voivat olla elektromagneettista säteilyä tai mekaanisia/kemiallisia ärsykejä. Ihmisen aistipiireihin kuuluvat, näkö, kuulo, haju, tunto ja maku. Näistä aistipiireistä kunnonvalvonnan kannalta tärkeimpiä ovat, näkö, kuulo, haju ja tunto aistit. Näiden aistien yhtäaikainen käyttö auttaa havainnoimaan ympäristöä. Näin ollen kunnossapidon ammattilainen suorittaa aistienvaraista kunnonvalvontaa aina liikkueissa laitteiden läheisyydessä. (Mikkonen, 2009, 419)

### 6.2.1 Näkö

”Ulkomaailman valonlähteet ja fysikaaliset kohteet säteilevät tai heijastavat valon eri aallonpituuksia” (Sinkkonen, et al., 2002). Katseen pystyy kohdentamaan ainoastaan yhteen kohteeseen kerrallaan mutta aivot käsittelevät asioita mitä tapahtuu näkökentän reuna-alueilla, joka auttaa kohteen sijainnin hahmottamisessa ja tunnistamisessa.

Näköaistin hyödyntäminen kunnonvalvonnassa tapahtuu usein vuotojen ja liitosten tarkastelussa. Nestevuodot tai höyryvuodot voivat olla merkki tiivisteiden huonosta kunnosta tai liitosten löysyydestä. Näköaistin hyödyntäminen kunnonvalvonnassa vaatii kohteeseen riittävää valaistusta ja puhautusta, jotta piilevät viat voidaan havainnoida. (Mikkonen, 2009, 422)

### 6.2.2 Kuulo

Kuuloaistin käyttö kunnonvalvonnassa on hieman hankalampaa kuin näköaistin, meluisa ympäristö, käytettävät kuulosuojaimet ja useat kovaääniset koneet vaikeuttavat tietyn laitteen vian paikantamista. Laitteiden aiheuttamien äänien tulkinta ja havainnointi vaatii kunnossapitohenkilöltä aiempaa kokemusta ja ammattitaitoa. Kuuloaistin avulla voidaan huomata muun muassa, laakerivikaisuus, mahdolliset irto-osat laitteen sisällä, löystyneet pulttiliitokset sekä huomattavat tärinät.

Laitteiden äänien kuuntelussa on tärkeää, että kuuntelu täytyisi suorittaa aina samalla tavalla. Kuuntelussa apuvälineenä voidaan käyttää kuuntelukeppiä, joka tuo laitteen äänen suoraan korvaan, jolloin ympäristön meluhaitat eivät häiritse kuuntelua. (Mikkonen, 2009, 424)

### 6.2.3 Tunto

Tuntoaistia käytetään paljon kunnonvalvonnassa, erityisesti tuntoaistia käytetään lämpötilojen, värinän ja vuotojen kuten kaasun ja paineilmuvojen tarkastukseen. Tuntoaistia käytettäessä on tärkeää muistaa, että tuntoaisti on erilainen eri kehon osissa esim. kämmenselkä tuntee ilmavirtauksen huomattavasti herkemmin kuin kämmen.

Lämpötiloja valvottaessa täytyy muistaa, että kosketuksen täytyy olla kevyt ja hetkellinen, koska ihon pinnassa sijaitsevat Meissnerin keräset ovat erittäin herkäät lämpötiloille ja kosketukselle, näiden kautta tuleva aisti häipy nopeasti. Lämpötiloja testattaessa polttava kosketuksen tunne tulee noin 50 asteessa, lämmön tuntuessa polttavalta voidaan testaukseen käyttää apuna esim. lämpöliitua, joka sulaa tietyssä lämpötilassa tai vaihtaa väriään. (Mikkonen, 2009, 425-426)

## 6.2.4 Haju

Kunnonvalvonnassa hajuaistia käytetään vuotojen sekä vuotavien aineiden tunnistukseen. Hajuaisti toimii myös laitteiden kuumentuessa (Mikkonen, 2009, 427). Monilla kemikaaleilla ja muilla vaarallisille aineille on ominainen haju, joka ilmoitetaan tuotteen käyttöturvallisuus tiedotteessa tai ilmoitetaan muulla tavalla. Hajuaisti voi olla merkittävä tekijä tehdasturvallisuudessa työntekijöiden ja laitteiden kannalta.

<b>Aisti</b>	<b>Apuväline</b>
Näköaisti	Valo Vesi, öljy tai muu neste Suurennuslasi Jauhe Valkoinen paperi Stroboskooppi Peili Endoskooppi Kamerat ja suurnopeuskamerat
Kuuloaisti	Keppi Stetoskooppi Akustinen koetin Ultraäänikoetin Nauhuri
Tuntoaisti	Lämpötarra Lämpöliitu Vesi Laatta, ”kolikko”

Kuva 6 Aistinvaraisen tarkastelun apuvälineitä (Mikkonen, 2009, 422)

## 7 LÄHTÖTILANNE

Opinnäytetyön työosuuden tarve ja tavoitteet käytiin läpi työnjohdon ja työsuunnittelijan kanssa. Tässä osiossa kuvataan työosuuksien lähtötilannetta ja työprosessia, kuinka työ suoritetaan.

### 7.1 Ennakkohuoltokierros

Ennakkohuoltokierroksen työsuunnittelu aloitettiin työnjohdon ja työsuunnittelijan kanssa. Ennen tätä työtä käynninvarmistajien suorittamat kierrokset eivät olleet tehtaan käytännön mukaisia kierroksia vaan voimalaitoksen laitteiden tarkastukset olivat satunnaiskierroksina toteutettavia töitä, joita toteutettiin lähinnä silloin kun muuta kiireellistä työtä ei ollut tehtävänä. Kierroksessa kierrettiin alue esimerkiksi kattilahalli ja käynninvarmistaja tarkasteli laitteita ilman ohjeistusta mitä laitteita tulisi tarkastaa tai mihin kohteisiin kiinnittää huomiota. Tällä tavalla alueita kierrettäessä laitteita voi jäädä tarkastelematta ja mahdolliset vikaantumiset ja huomioitavat kohdat jäävät huomioimatta. Aikaisemmassa kierroksessa ei ollut varsinaista kirjallista raportointia, joka vikakohtasta tehtiin erikseen viikailmoitus, joita lähdettiin työsuunnittelun jälkeen kunnostamaan. Ilman ohjeistusta laitteiden sijainnit ja tarkasteltavat asiat ovat täysin käynninvarmistajien muistinvarassa, jolloin ei voida varmistua laitteiden tarkastelun laadusta sekä käynninvarmistajien työtavat voivat olla hyvin erilaisia toisistaan varsinkin, jos työhön asetetaan täysin uusi henkilö tarkastamaan laitteita.

Uuden ennakkohuolto-ohjeen suunnittelussa pyrittiin huomioimaan vanhan tarkastustavan heikkoudet ja parannuskohteet sekä tehtaan käytännöt tarkastuskierroksiin liittyen. Voimalaitoksella oli tarve samankaltaistaa kunnossapitotoimia tehtaan kunnossapidon kanssa. Tehtaalla on jo aiemmin tehty samankaltainen ennakkohuoltokierros tehtaan laitteille. Työohjeiden suunnitteluvaiheessa päätettiin, että työohjeet tulisi tehdä tehtaan käytäntöjen mukaisesti joka samalla yhdistää muiden kunnossapito-osastojen toimintaa. Yhtenäisten ohjeiden ja käytäntöjen avulla nopeat organisaatiomuutokset tai sairastumiset eivät aiheuta suurta muutosta työnsuorituksessa. Tästä tarpeesta syntyi opinnäytetyön työosuus, jota lähdettiin voimalaitoksella toteuttamaan. Prosessi aloitetaan käymällä läpi alueet, jotka kuuluvat voimalaitoksen kunnossapitoon, työssä oli alun perin tarkoitus käyttää vain osaa alueista mutta jälkepäin huomattiin, että työ kannattaa suorittaa samalla kaikille alueille. Alueet listataan taulukkoon. Alueiden jälkeen listaukseen lisätään alueilla olevat toimintapaikat ja niiden sisältämät laitteet. Suuri osa toimintapaikoista ja laitteista löytyy SAP järjestelmästä osa kuitenkin täytyy käydä kentällä katsomassa, jotta saadaan oikeat tiedot listaukseen. Toimintapaikkojen ja laitteiden lisäämisen jälkeen käsitellään laitteiden tarkastustoimenpiteitä ja tarkasteltavia kohteita. Tässä työvaiheessa hyödynnetään käynninvarmistajien ammattitaitoa koska heillä on kokemusta laitteista ja niiden vikaantumiskohteista. Laitteiden tarkastuskohteita ovat muun muassa vuodot, tärinät, lämmöt, epämääräiset äänet sekä hihnojen kireydet. Tarkastuskohteiden lisäämisen jälkeen listauksesta saadaan koostettua tarkastuskierros listaus, jonka työsuunnittelija lisää SAP järjestelmään. Kierroksen avulla käynninvarmistaja voi tarkastaa alueittain tarvittavat laitteet sekä osaa katsoa niistä tarvittavat kohdat ja reagoida mahdollisiin epäkohtiin. Mahdolliset epäkohdat raportoidaan SAP järjestelmään, josta työsuunnittelija ja työjohto pääsee näkemään viikon raportin. Raportoidun tiedon perusteella kunnossapitotoimet ovat helpompia suunnitella ja toteuttaa. Kierroksen avulla työ saadaan yhtenäistettyä käynninvarmistajien välillä ja uusikin käynninvarmistaja pystyy kiertämään kierroksen ja tarkastamaan laitteet.

## 7.2 Työohjeet

Opinnäytetyön toiseen työosuuteen kuului kolmen laitteen kiristys- ja säätöohjeet. Työohjeiden tarve huomattiin tarkastuskierroksen suunnittelun yhteydessä. Voimalaitoksella huomattiin tarve ohjeistaa ja samalla rohkaista käynninvarmistajia suorittamaan laitteiden säätö ja kiristystyö. Työohjeet luodaan tukemaan osaa käynninvarmistajista, jotta työnsuoritukset voidaan jakaa useammalle käynninvarmistajalle. Aikaisemmin laitteiden säätö on jäänyt usein muutaman käynninvarmistajan vastuulle, joka vie resursseja muusta kiireellisestä työstä. Työohjeiden suunnittelussa päätettiin tehdä ohjeista yksinkertaiset ja havainnollistavat jotta työnsuoritus onnistuu mahdollisimman helposti. Työohjeissa tulisi käydä läpi laitteiden turvallisuusasiat ja säätökomponentit. Eri käynninvarmistajilla on omia tapoja suorittaa kyseisen työ, joten työohjeissa tulisi ohjeistaa yleisin ja yksinkertaisin työsuoritus. Käynninvarmistajan avulla suoritetaan havainnollistava työnsuoritus, joka dokumentoidaan kuvina. Työnsuorituksessa saatujen kuvien ja tietojen avulla tehdään työohjeista luonnosversiot, jotka esitellään työnjohdolle ja käynninvarmistajille. Lopulliset versiot muutoksineen tarkastutetaan ja luovutetaan työnjohdolle julkaistavaksi.

## 8 ENNAKKOHUOLTO OHJEIDEN TEKO

Laitteiden ennakko huolto ohjeet kuuluvat ehkäisevän kunnossapidon piiriin. Ehkäisevän kunnossapidon perusedellytyksiä ovat suunnitelmallisuus ja aikataulut. Ennakko huolto ohjeita tehtäessä on tärkeää tuntea koneet ja niiden aikaisemmat vikaantumiset. Aikaisempien vikaantumisten myötä koneiden tarkastuskohteiden sekä tarkastusvälien suunnittelu on helpompaa. Ennakko huolto ohjelman tekeminen tapahtuu prosessin omaisesti. Prosessi aloitetaan rajaamalla laitteet, jolla varmistetaan projektin tehokas toteutus. Laitteiden rajaamisen jälkeen jaetaan prosessi yksiköihin tässä tapauksessa tarkastusalueisiin. Tarkastusalueilla olevat laitteet ovat tarkastuskierroksessa. Seuraavaksi määritellään laitteiden tarkastettavat kohteet ja mitä halutaan estää, tässä käynninvarmistajilla on tärkeä rooli koska he ovat olleet laitteiden kanssa tekemisissä ja tuntevat laitteiden vikaantumishistorian. Lopuksi määritellään laitteiden tarkastusaikavälit, tarkastusaikaväliden määrittelyssä tarkastellaan laitteiden vikaantumista ja vikahistoriaa. (Järviö & Lehtiö, 2017, 104)

### 8.1 Käynninvarmistajan ennakko huolto kierros

Ennen uutta ohjeistusta laitteiden tarkastelu käynninvarmistajien osalta tapahtui satunnaisesti ja yleisiä työnumeroita käyttäen. Uuden tarkastuskierros ohjeen avulla käynninvarmistajat tarkastavat ohjeessa olevat laitteet viikon aikana ja raportoivat laitteiden kunnosta sekä mahdollisista epäkohdista SAP järjestelmään. Tarkastuskierroksen ohjeessa laitteet ovat jaoteltu tarkastusalueen mukaisesti, tällöin jokaisen tarkastusalueen laitetarkastukset voidaan jakaa viikon eripäiville, joka mahdollistaa joustoa muiden kiireellisten töiden ohella.

### 8.2 Tarkastusalueiden rajaus

Työ aloitettiin rajaamalla tarkastuskierrokseen kuuluvat alueet. Alueiden rajauksessa otettiin huomioon laitteet, jotka ovat tärkeitä voimalaitoksen päivittäiselle toiminnalle. Alueet, jotka sisältyvät käynninvarmistajan tarkastuskierrokseen ovat, kuoriasema, turveasema, turvelaitos, kattilahalli, savukaasupesurit, höyrynjakelu, sarjahaihduttamo, vesilaitos ja raakavesiasema. Tarkastusalueiden määrittäminen ja rajaus käytiin yhdessä kunnossapidon työnjohdon ja käynninvarmistajien kanssa.

### 8.3 Tarkastettavien laitteiden määrittäminen

Tarkastettavat laitteet määriteltiin tarkastusalueiden mukaan. Lähes kaikki tarkastusalueella olevat laitteet lisättiin tarkastuskierrokseen, koska tarkastusalueet eivät ole kovin suuria, jolloin laitteiden tarkastus tapahtuu lähes samanaikaisesti. Tarkastuskierroksen Excel listaukseen nimettiin kohdat laitteen toimintopaikalle, laitteelle, sekä tarkastustoimenpiteelle mikä sisältää tärkeimmät tarkasteltavat kohdat. Laitteiden toimintopaikka tunnuksen avulla käynninvarmistajien on helppo löytää oikea laite ja laitteen epäkohtien raportointi on tunnuksen avulla selkeää.

### 8.4 Laitteiden tarkastuskohteiden määrittäminen

Tarkastuskierrosta tehdessä laitteista tarkastellaan erilaisia vuotoja, tärinöitä, hihnojen kuntoa, öljyn ja rasvan määrää sekä laitteiden yleistä kuntoa. Tarkasteltavat asiat määriteltiin yhdessä käynninvarmistajien sekä työn johdon kanssa. Käynninvarmistajien rooli laitteiden tarkastuskohteiden määrittämisessä oli tärkeää koska he tietävät laitteet hyvin sekä tunnistavat laitteiden vikaantumiskohteet. Laitteiden tarkastus käynninvarmistajien osalta on pääosin aistiensaavasta tarkastelua, jolla havaitaan useimmat alkavat viat sekä epäkohdat.

## 9 LAITTEIDEN TYÖOHJEET

Laitteiden työohjeita lähdettiin tekemään, koska kunnossapidon puolella on huomattu, että näiden laitteiden yksinkertaiset kiristykset sekä tarkastelut eivät ole jokaisella käynninvarmistajalla hallussa. Työohjeet näiden laitteiden säätämisestä ja kiristämisestä ovat aikaisemmin olleet puutteelliset tai niitä ei ole ollut ollenkaan. Näiden työohjeiden avulla jokaisella käynninvarmistajalla tulisi olla riittävä tieto ja taito taso, jolla työ voidaan suorittaa. Työohjeista pyrittiin tekemään mahdollisimman yksinkertaiset sekä havainnollistavat.

### 9.1 Laitteiden työohjeiden teko

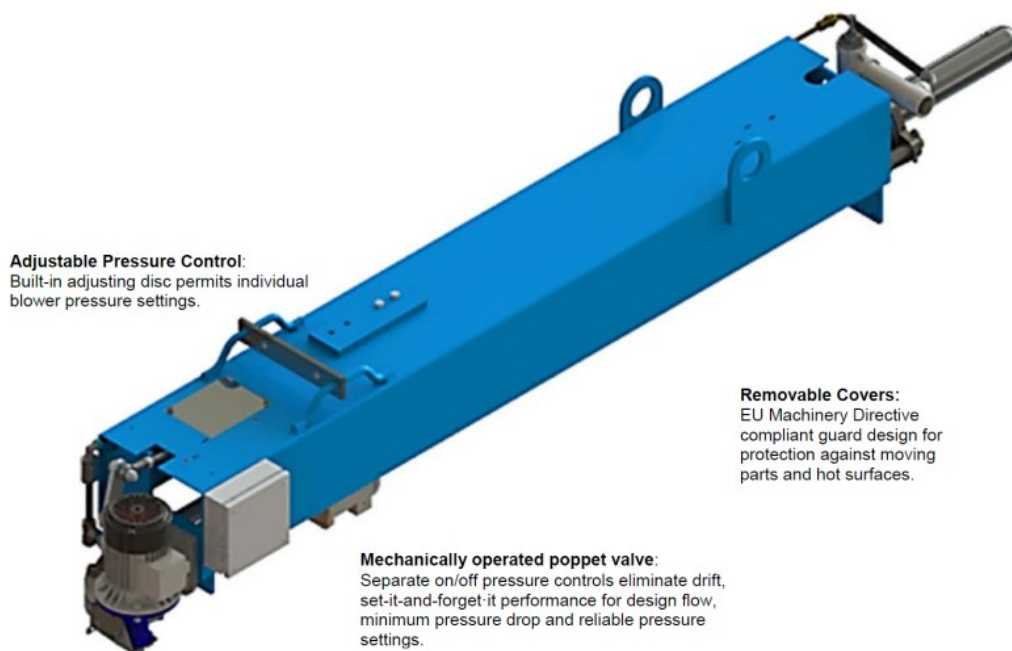
Näiden kolmen laitteen työohjeiden teko eteni työvaiheittain samalla tavalla, laitteet ovat keskenään erilaisia mutta niiden säätötapa ja säätökomponentit ovat hyvin samankaltaisia. Laitteiden kiristys ja säätöohjeiden teko aloitettiin tutustumalla laitteiden säätöihin, tarkasteltaviin kohtiin sekä työn turvallisuustoimenpiteisiin. Laitteiden säätämisen vaiheet käytiin lävitse yhdessä käynninvarmistajan kanssa. Työohjeista täytyi saada mahdollisimman yksinkertaiset ja selkeät, jotta jokainen käynninvarmistaja osaisi suorittaa kyseisen työn oikealla ja turvallisella tavalla. Ohjeiden havainnollistamiseksi kohteista otettiin useita selkeitä valokuvia, joihin lisättiin selkeyttäviä merkintöjä. Kierroksen jälkeen ohjeista koottiin luonnosversiot, jotka esiteltiin kahdelle käynninvarmistajalle ja työnjohdolle, esittelyn jälkeen luonnoksiin lisättiin muutokset ja ohjeista tehtiin lopulliset versiot.

### 9.2 Työn tulokset

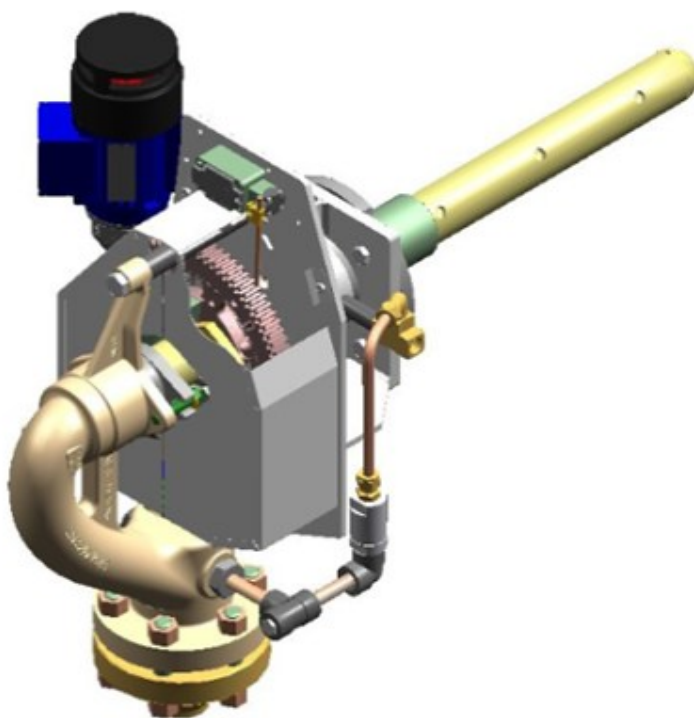
Tehdyn työn tuloksena työohjeista saatiin tehtyä yksinkertaiset ja selkeät, joiden avulla työ on mahdollista suorittaa turvallisesti ja oikeaoppisesti. Työn suorittamiseen on olemassa useita eri tapoja, joita eri käynninvarmistajat käyttävät, näiden työohjeiden avulla työsuoritus saadaan kaikille samantyyppiseksi, joka parantaa työnlaatua sekä turvallisuutta. Työohjeiden valmistuttua ohjeet esiteltiin työnjohdolle, joka hyväksyi työohjeet ja laittoi ne käytäntöön.

## 10 NUOHOIMIEN TARKASTUSOHJEET

Nuohoimien tarkastusohjeita lähdettiin tekemään koska niiden tarkastettavat ja huollettavat kohteet eivät olleet kaikille käynninvarmistajille selkeitä. Näiden tarkastusohjeiden avulla käynninvarmistajat osaavat tarkastella nuohoimia ja kiinnittää huomiota laitteen toimintaan. Voimalaitoksella on käytössä 24 kappaletta kattilanuohoimia, joilla puhdistetaan kattilan seinämiä ja tulistinputkia. Kattilanuohoimet ohjaavat höyryä nuohottaville alueille, korkeapaineinen höyry puhdistaa seinämät. Voimalaitoksen nuohoimia on kahta erilaista, IK4M- sekä G9B nuohoin. Näiden nuohoimien rooli kattilan toiminnassa on tärkeä koska kattila ei polta eikä toimi oikein, jos se pääsee likaantumaan.



Kuva 7 Kuvaleike IK4M nuohoin (HMA Group, 2019)



Kuva 8 G9B Nuohoin (HMA, 2025)

## 10.1 Tarkastusohjeiden teko

Tarkastusohjeiden teko aloitettiin käymällä Diamond Powerin järjestämä nuohoinkoulutus, joka on laitetoimittaja voimalaitoksen kattilanuohoimille. Koulutuksessa käytiin läpi voimalaitoksen nuohointen toimintaperiaatteet ja komponentit, joiden toimintaa ja tiiveyttä täytyy käynninvarmistajien tarkastella. Noin tunnin koulutuksen jälkeen kävimme kierroksen kattilahallissa, jossa kiersimme nuohoimet läpi ja katsoimme käytännössä laitteiden toimintaa ja komponentteja. Näiden tietojen perusteella tarkastus ohjeet laadittiin Excel taulukkoon, johon listattiin laitteiden toimintopaikat, sijainti, laitetyyppi ja tarkastustoimenpide. Näiden tietojen avulla työsuunnittelija osaa syöttää tiedot SAP järjestelmään, josta käynninvarmistajat voivat tarkastaa laitteelle tehtävät toimenpiteet.

## 10.2 Tulokset

Työn tuloksena nuohoimille saatiin tarkastusohjeet sekä tietoa käynninvarmistajille nuohoimista ja niiden toimintatavasta. Näiden tarkastusohjeiden avulla myös käynninvarmistajat, jotka eivät ole toimineet nuohoimien kanssa osaavat katsoa tarpeelliset asiat ja epäkohdat sekä raportoida mahdolliset viat eteenpäin. Järjestetty nuohoinkoulutus oli käynninvarmistajien osalta tarpeellinen sekä toi hyvin esille nuohointen toimintatavan ja huoltokohteet.

## 11 TULOKSET JA VAIKUTUKSET

Työn tuloksena saatiin käynninvarmistajan tarkastuskierros voimalaitoksen laitteille, kolmen tärkeän laitteen työohjeet ja nuohoimien tarkastusohjeet.

Käynninvarmistajan tarkastuskierroksessa käsiteltiin kaikkiaan 122 laitetta. Aiemmin käynninvarmistajat ovat tarkastaneet laitteita satunnaisesti ja käyttäneet työhön yleisiä työnumeroita, jolloin ei ole pystytty varmistamaan kaikkien tärkeiden laitteiden tarkastamista. Uusi tarkastuskierros on tehtaan käytäntöjen mukainen, jossa laitteet tarkastetaan viikon aikana ja kuitataan jokainen laite tarkastetuksi tai raportoidaan havaitut viat. Joka viikko tarkastuskierroksesta tulee uusi tilaus, jolloin työ suoritetaan uudelleen. Tarkastuskierroksen avulla laitteiden mahdolliset viat ja huoltokohteet huomataan aikaisemmin, jolloin niiden kunnossapito toimet voidaan suunnitella paremmin. Tarkastuskierros otettiin käyttöön voimalaitoksella maaliskuun alussa. Tähän mennessä käynninvarmistajilta saadut palautteet olleet positiivisia ja tarkastuskierros on jakaantunut hyvin viikon eripäiville.

Laitteiden työohjeissa käsiteltiin ketjuarinan ketjun säätäminen, sammutuskolajuljettimen kiristäminen ja lentotuhkakuljettimen kiristäminen. Voimalaitoksella on huomattu, että laitteiden kiristys ja säätö jää usein vain muutaman käynninvarmistajan vastuulle. Tehtyjen työohjeiden avulla jokaisen käynninvarmistajan tulisi osata kiristää ja säätää laitteita. Työohjeita noudattamalla työn suoritus on jokaisella samanlainen ja turvallinen. Työohjeista saatiin tehtyä hyvin havainnollistavat ja selkeät, jolloin kuka tahansa kunnossapidon ammattilainen suoriutuu työstä. Työohjeiden tuomat käytännön vaikutukset nähdään vasta tulevaisuudessa, kun laitteet vaativat säätöä.

Nuohoimien tarkastusohjeissa käsiteltiin voimalaitoksen kattilanuohoimia. Voimalaitoksella on kahta erityyppistä nuohointa, nuohoimia on yhteensä 24 kpl. Nuohointen tarkastusohjeiden teossa hyödynnettiin nuohoin koulutuksesta saatuja materiaaleja ja käytännön kierroksesta hankittuja tietoja. Nuohoimien tarkastusohjeiden avulla käynninvarmistajat osaavat tarkastaa oikeat asiat sekä huomaavat mahdolliset kulumat ja vikaantumiset. Tarkastusohjeiden vaikutus nähdään tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön raportissa käsitellään laajasti kunnossapidon teoriaa, vikaantumista sekä aistienvaaraista kunnonvalvontaa, jotka ovat olennaisessa osassa näissä opinnäytetyön työsuuksissa. Tämän opinnäytetyön avulla voimalaitoksen kunnossapito sai yksinkertaistettua työtilauksia laitteiden tarkasteluun liittyen sekä tehdyt työohjeet parantavat työturvallisuutta ja tuovat varmuutta jokaiselle käynninvarmistajalle.

Opinnäytetyö kokonaisuudessaan vastasi odotuksia ja projektin tulokset olivat suunnitellun mukaiset. Projektin aikana käytiin useita palaverieita ja välikatsauksia projektin etenemisestä ohjausryhmän kanssa. Ohjausryhmä tuki monipuolisesti opinnäytetyön tekemistä, joka edesauttoi projektin ajallaan valmistumista. Projektin molemmat osapuolet ovat tyytyväisiä projektin etenemiseen sekä lopputuloksiin. Tehtyjen töiden avulla yritys saa selkeytettyä kunnossapidon toimia ja uudet työohjeet auttavat käynninvarmistajia suoriutumaan työstä tehokkaasti ja turvallisesti.

## 12 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä Mondi Powerfluten voimalaitokselle käynninvarmistajien ennakkohuoltokierros, joka suoritetaan viikoittain. Ennakkohuoltokierroksen tekoon kuului, tarkastusalueiden rajausta, alueilla olevien laitteiden määräytystä ja huolto/tarkastuskohteiden määräytystä. Työ rajattiin voimalaitoksen kunnossapidon piirissä oleville alueille. Laitteiden määräytystä tapahtui käynninvarmistajien ja työnjohdon avulla, jolloin saatiin tärkeimmät tarkasteltavat laitteet tarkastuskierrokseen. Laitteiden tarkastelu käynninvarmistajilta on lähinnä aistiensavaraista tarkastelua, mahdolliset epäkohdat käynninvarmistaja raportoi SAP järjestelmään. Tarkastuskierros otettiin käyttöön voimalaitoksella maaliskuun alussa. Tähän mennessä käynninvarmistajilta saadut palautteet olleet positiivisia ja tarkastuskierros on jakaantunut hyvin viikon eripäiville. Voimalaitoksen kattilanuohoimille laadittiin samanlainen tarkastuskierros, joka käydään kiertämässä kuukausittain.

Opinnäytetyön toisessa työosuudessa tarkoituksena oli laatia työohjeet kolmelle tärkeälle laitteelle. Työohjeista oli tavoitteena saada mahdollisimman yksinkertaiset, jotta varmistetaan että jokainen käynninvarmistaja osaa tehdä työn turvallisesti ja tehokkaasti.

Mielestäni näiden työosuuksien tavoitteet vastasivat tehtyä lopputulosta. Tarkastuskierroksesta saatiin kattava ja onnistunut kokonaisuus. Tarkastuskierroksen avulla laitteiden vikaantumista ja laiterikkoja voidaan ennakoida käynninvarmistajien havaintojen kautta. Työohjeiden tavoitteet onnistuivat moitteettomasti. Työohjeissa havainnollistettiin työvaiheita kuvien ja kuviin piirrettyjen merkintöjen avulla. Työohjeet katsottiin lopuksi käynninvarmistajien kanssa, jolloin varmistettiin, että ne ovat toimivat ja yksinkertaiset.

Opinnäytetyö itsessään onnistui mielestäni hyvin. Työssä tehdyt suunnitelmat, aikataulukutus sekä palavereissa sovitut asiat onnistuivat suunnitellusti. Työhön sisältyi mielenkiintoista teoriaa sekä kattava työosuus, jossa sai olla tekemisissä ammattitaitoisen työporukan kanssa. Työ kerrytti mukavasti omaa ammattiosaamista ja uskon että työstä on hyötyä kohdeyritykselle lähitulevaisuudessa.

## 13 LÄHTEET

- HMA Group, 2025. G9B nuohoin. Valokuva. <https://hmagrp.com/bw-diamond-power-g9b-sootblower-mkii/>. Viitattu 12.3.2025.
- HMA Group, 2019. <https://hmagrp.com/wp-content/uploads/2019/12/POW-DS-0005-Diamond-Power%C2%AEIK-4M%E2%84%A2.pdf>. Viitattu 12.3.2025
- Järviö, J. & Lehtiö, T., 2017. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Kuudes painos toim. Helsinki: Promaint ry.
- Kähkönen, A., 2023. Mond Powerflute. Valokuva. <https://sakky.fi/fi/valokeilassa/2023/mondi-kuopio-vahva-yritysyhteistyö-palvelee-monipuolisesti-alueen-tyoelamaa>. Viitattu 31.3.2025.
- Launonen, A., 2016. Kartonkikoneen asennus. Valokuva. <https://www.savonsanommat.fi/paikalliset/3040065>. Viitattu 31.3.2025.
- Metalliteollisuuden Standardisointi yhdistys ry, 2007. SFS-EN 15341. Kunnossapito. Kunnossapidon avaintunnuksluvut. Helsinki: Metalliteollisuuden Standardisointi yhdistys ry.
- Mikkonen, H., 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Ensimmäinen painos toim. Helsinki: KP-media Oy.
- Mondigroup, 2025. Mondigroup. <https://www.mondigroup.com/>. Viitattu 25.2.2025.
- Paperiliitto, 2024. Kuopio - Aallotuskartonkia maailmalle. <https://www.paperiliitto.fi/paperiliiton-kuopion-osasto-55-ry./kuopio-aallotuskartonkia-maailmalle.html>. Viitattu 25.2.2025.
- PSK Standardisointiyhdistys, 2022. *PSK 6201*, Kunnossapito, Käsitteet ja määritelmät. Neljäs painos toim. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.
- Pörssitieto, n.d.. Poistuneet Pörssiyritykset. <https://www.porssitieto.fi/poistuneet/savonsellu.shtml>. Viitattu 25.2.2025.
- Salokangas, K., 2017. Voimalaitos. Valokuva. <https://yle.fi/a/3-9990988>. Viitattu 31.3.2025.
- Savon historia, 2004. XIII Teollisuuden liikkeellelähtö. <https://savonhistoria.fi/1945-2000/xii-teollisuuden-liikkeellelahto/>. Viitattu 25.2.2025.
- Sinkkonen, I., Kuoppala, H., Parkkinen, J. & Vastamäki, R., 2002. Käytettävyyden psykologia. Toinen painos toim. Helsinki: IT Press.
- Suomen Standardisoimisliitto, 2017. *SFS\_EN 13306*. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Kolmas painos toim. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- Tiilikainen, V.-M., 2025. Kunnossapidon aluemestari. Mond Powerflute. Haastattelu 10.3.2025.