

KUNNONVALVONTARAPORTTIEN HALLINNOINTIJÄRJESTELMÄ

Käyttöönotto ja suunnittelu

Olli-Pekka Honkalammi

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri AMK

2015

Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri AMK

Tekijä	Olli-Pekka Honkalammi	Vuosi	2015
Ohjaaja	Timo Kauppi		
Toimeksiantaja	Oy Botnia Mill Service Ab		
Työn nimi	Kunnonvalvontaraporttien hallinnointijärjestelmä		
Sivu- ja liitemäärä	52 + 8		

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Oy Botnia Mill Service AB, joka toimii teollisuudessa kunnossapitopalveluiden tarjoajana. Työn määritelmänä oli kehittää ja käyttöönottaa kunnonvalvontaraporttien hallinnointijärjestelmä. Työn merkitys yritykselle on suuri, ohjelmiston avulla pystytään hallinnoimaan organisoidusti ja nykyaikaisesti kaikki tuoreet ja vanhat kunnonvalvontaraportit sekä piirustuskuvat tietyn kunnonvalvonnan alaisen kohteen alle.

Organisaatio käyttää ulkopuolisia kunnonvalvontaa suorittavia yrityksiä, jotka luovat tarkastusraportin tarkastettavasta kohteesta. Ohjelmisto helpottaa tulevien raporttien hallintaa, kun tarkastuksen tehnyt yritys syöttää tiedot suoraan järjestelmään.

Tutkimusaineistona olivat kaikki vanhat tallessa olleet raportit, piirustuskuvat sekä SAP- käyttöjärjestelmästä löytyneet kohdetiedot. Työn laajuus on rajattu koskemaan Pajusaaren tehtaan yksiköistä ainoastaan kuorikattila-aluetta. Työn teoriaosuuden materiaali koostuu enimmäkseen haastatteluista, kirja- ja internetlähteistä sekä opinnäytetöistä.

Työn lopputuloksena saatiin ohjelmisto, joka mahdollistaa kunnonvalvontaraporttien, kohdetietojen sekä piirustuskuvien loogisen ja käytännöllisen ylläpidon. Ohjelmisto toimii samalla varmuuskopiona kohteista otetuille valokuville sekä muille kohteisiin kuuluville asiakirjoille.

Avainsanat

NDT, käyttöönotto, ohjelmisto, kunnonvalvonta, testaus, kunnossapito

Industry and Natural Resources
Mechanical and Production Engineering

Author	Olli-Pekka Honkalammi	Year	2015
Supervisor(s)	Timo Kauppi		
Commissioned by	Oy Botnia Mill Service Ab		
Subject of thesis	Report management system of condition monitoring		
Number of pages	52 + 8		

The thesis was commissioned by Oy Botnia Mill Service Ab. The aim of this thesis was to develop and deploy and report management system of condition monitoring. A modern software helps to maintain all the reports of condition monitoring and drawings under the specific object in an organized way.

Condition monitoring is conducted by subcontractors. The system allows the subcontractors to insert data in to the software.

Part of this thesis was to collect all the already existing reports, drawings and data from the SAP EnterpriseResourcePlanning system. The thesis was limited to the bark boiler area. The theoretical part was gathered from interviews, books, web-sources and theses.

The result of the thesis is the software that allows the logical and practical maintenance of the condition monitoring reports, drawings and all the including data. The software also works as backup data.

Key words

NDT, initialization ,program, condition monitoring , testing, maintenance

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 OY BOTNIA MILL SERVICE AB	8
1 KUNNONVALVONTA, TESTAUS JA RAPORTOINTI	9
1.1 Rikkova-aineenkoetus (DT)	9
1.2 Rikkomaton aineenkoetus (NDT)	11
1.3 Kunnonvalvonnan raportointi	13
2 NDT- MENETELMÄT	16
2.1 Silmämääräinen tarkastus (VT)	16
2.2 Radiograafinen kuvaus	20
2.3 Magneettijauhetarkastus (MT)	24
2.4 Jäljennetarkastus	28
2.5 Tunkeumanestetarkastus (PT)	29
2.6 Ultraäänitarkastus (UT)	32
3 KUNNONVALVONTAJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO	36
3.1 Organisatorinen käyttöönotto	37
3.2 Käyttöönoton haasteet työyhteisölle	37
3.3 Laitepaikkahierarkia	37
4 KÄYTÄNNÖN OSUUS	38
4.1 Laitehierarkia	38
4.2 Raporttien hankinta	42
4.3 Piirustukset sekä mittalinjat	43
4.4 Ohjelmiston testaus	44
4.5 Ohjeistuksen tekeminen ja ohjelmiston opetus	45
4.6 Havainnot tehtaalla käytettävistä kunnonvalvontaraporteista	45
5 KUNNONVALVONTAJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTON MALLI	46
6 POHDINTA	49
LÄHTEET	51
LIITTEET	53

ALKUSANAT

Haluan kiittää Oy Botnia Mill Service Ab yritystä siitä, että sain mahdollisuuden tehdä opinnäytetyön yrityksellenne. Sekä haluan kiittää kaikkia niitä henkilöitä, joiden kanssa olen työskennellyt saadakseni valmiiksi tämän projektin: eritoten Oy Botnia Mill Service Ab:n Tomi Pakola, Heikki Ojanen ja Marko Aalto, Metsä Fibreltä Kalle Kostamo ja Pekka Posti sekä NDT-Inspection & Consulting Oy:n Jarno Penttilä ja Santeri Anttila. Kaikki ovat kantaneet kortensa kekoon informaation saumattomaan saantiin. Opinnäytetyön ohjaajani Timo Kauppi on ollut suurena apuna työn etenemisen ja viimeistelyn kanssa.

Eritoten haluan kiittää vanhempiani sekä avopuolisoani tuesta ja kannustuksesta opinnäytetyön etenemiseksi.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

BMS	OY Botnia Mill Service Ab
DT	Destructive Testing (Rikkomaton aineenkoetus)
NDT	Non Destructive Testing (Rikkomaton aineenkoetus)
UT	Ultraäänitarkastus
RTG	Röntgentarkastus
VT	Visuaalinen tarkastus
MT	Magneettijauhetarkastus
PT	Tunkeumanestetarkastus
GIMP	GNU Image Manipulation Program
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte
Luksi	Lx
Megahertsi	MHz

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe kuuluu Lapin ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelmaan, ja se on tehty Oy Botnia Mill Service Ab:lle (BMS tästä eteenpäin). Opinnäytetyön aiheena oli käyttöönottaa kunnonvalvontaraporttien hallinnointijärjestelmä Metsä Fibren Kemin tehtaalla, joka on BMS:n asiakas ja jossa tehdään vuosittain erittäin paljon kunnonvalvontaan liittyviä testauksia ja tarkastuksia, joista kertyy suuri määrä erilaisia raportteja. Ennen tätä opinnäytetyötä BMS:llä ja Metsä Fibrellä ei ole ollut käytössään vastaavanlaista sovellusohjelmistoa, joka kokoaisi tarvittavat tiedot keskitetysti ylläpidettäväksi.

Nykyaikana tietotekniikan edistyminen on helpottanut työntekoa huomattavasti ja käyttöönotettu sovellusohjelmisto antaa mahdollisuuden kehittää ja nopeuttaa raporttien hallintaa entisestään, kun tarkastuksia tekevien yritysten on mahdollista syöttää tiedot suoraan oikeaan paikkaan. Yksi opinnäytetyön keskeisiä tehtäviä oli saada ohjelmiston käyttö mahdollisimman käyttäjäystävälliseksi ja luotettavaksi.

Tässä insinööriyössä tehtiin kunnonvalvontaraporttien hallintajärjestelmän käyttöönotto. Tähän liittyen työn tavoitteet olivat seuraavat:

1. tehdä kunnonvalvontajärjestelmän tietosisällön määrittely
2. selvittää järjestelmässä valvottavat laitteet
3. määrittää, mitä laitekuvauksia ohjelmaan halutaan
4. etsiä, muokata ja syöttää K10- kattilan kunnonvalvonta raportit
5. kehittää toimintamalli järjestelmän käyttöönotolle

Opinnäytetyö rajattiin koskemaan ainoastaan kuorikattilaa (K10 – kattila), koska työstä olisi tullut muuten aivan liian laaja, mikäli siihen olisi sisällytetty myös talteenottoalueen muitakin yksiköitä.

Työn alussa käsitellään kunnonvalvonnan teoriaa ja esitellään sen menetelmiä sekä käydään läpi ohjelmistojen käyttöönoton periaatteita. Kokeellisessa osas-

sa on dokumentoitu järjestelmän käyttöönoton käytännön toimenpiteet ja tulokset.

2 OY BOTNIA MILL SERVICE -AB

Oy Botnia Mill Service Ab (BMS) on syntynyt vuonna 2007. Metsä Fibre ent. Metsä Botnia ulkoisti kunnossapitopalvelun, projektoinnin ja suunnittelutoimintonsa Kemissä Oy Botnia Mill Service Ab:lle. (Powerpoint. BMS yritysesittelymateriaali 2013)

BMS:n omistavat kaksi eri yritystä, Metsä Fibre omistaa 50,1% ja Caverion Industria 49,9%. Caverion Industria on syntynyt YIT:n osittaisjakautumisessa 30.6.2013, kun kiinteistötekniset ja teollisuudenpalvelut irtautuivat YIT-konsernista omiksi toiminnoikseen. BMS toimii kiinteänä osana Caverionin toimintaa yhtenä liiketoimintayksikkönä. (BMS EXCELLENCE 2013.)

BMS:llä oli vuonna 2013 359 työntekijää ympäri Suomea. Yrityksen liikevaihto vuonna 2013 oli n.61 miljoonaa euroa josta liikevoittoa syntyi 8,20%. Oy Botnia Mill Service Ab:n käynnissäpitoyksiköitä sijaitsee Kemissä, Raumalla, Äänekoskella ja Joutsenossa. Kunnossapitotoiminnot sijoittuvat ainoastaan Kemiin ja Tampereelle, mutta projektointi- ja suunnittelutoimintoja on seuraavilla paikkakunnilla: Kemi, Äänekoski, Rauma, Tampere, Kuopio, Joutseno sekä Simpele. (BMS EXCELLENCE 2013; Finder -yritystieto, hakupäivä 9.3.2015)

BMS:llä on hyvin kiinteä ja laaja kumppanuussuhde Metsä Fibre Oy:n tehtaisiin ympäri Suomea. (Tästä lähtien Metsä Fibre) Se vastaa kaikkien Metsä Fibren tehtaiden kunnossapidosta. Se tuottaa palveluita myös muille yhteistyökumppaneille, mutta isoin ja tärkein yhteistyö kumppani on Metsä Fibre.

1 KUNNONVALVONTA, TESTAUS JA RAPORTOINTI

Kunnonvalvontaa tehdään teollisuudessa useista merkittävistä syistä. Näitä ovat muun muassa tuotantolaitosten tehokkuusasteen nostaminen, kulujen laskeminen, käyttöasteen nostaminen sekä seisokissa kuluvan ajan pienentäminen. (Opetushallitus 2015.)

Kunnonvalvontaa hyödyntämällä voidaan saada lisää tuotantoaikaa sekä siirtymällä korjaavasta kunnossapidosta kunnonvalvonnalliseen kunnossapitoon voidaan saada peräti 50 prosentin säästö kunnossapitokustannuksista. (Opetushallitus 2015)

Seuraavassa lueteltuna yhdeksän (9) tärkeintä syytä, joiden takia seuraava kunnonvalvonta kannattaa;

- ” Tuotantolinjoja rakennetaan ilman varakoneita. Tällöin yksittäisen koneen käynti tulee kriittisemmäksi koko tehtaan kannalta.
- Tuotantomäärien kohoaminen on aiheuttanut sen, että seisokkituntien hinnat ovat nousseet.
- Pyörimisnopeuksien kasvu on aiheuttanut sen, että vikojen kehittyminen tapahtuu nopeammin.
- Koneiden rakenteiden keventäminen on tuonut tärinävalvonnan rakenteiden kes-
ton kannalta yhä tärkeämmäksi.
- Prosessien säätöjen muuttuessa yhä enemmän kierroslukusäätöisiksi vaihtelee
koneiden tärinäkäyttäytyminen huomattavasti eri kierroslukualueilla.
- Huolto- ja käyttöhenkilökunnan vähentäminen aiheuttaa sen, että säännöllinen
aistienvarainen valvonta koneiden luona on vähentynyt.
- Aistinvaraisista huomioista ei saada kirjattuja tunnuslukuja, joiden avulla voitai-
siin koneiden kuntoa valvoa.
- Keräilevien mittalaitteiden kehittyminen on madaltanut niiden käyttöönottokyn-
nystä.
- Meluisa, vaarallinen tai muuten epämiellyttävä ympäristö on antanut aiheen siir-
tyä käyttämään mittauksia aistihavaintojen sijasta. ” (Opetushallitus 2015.)

1.1 Rikkova-aineenkoetus (DT)

Rikkova-aineenkoetus (engl. Destructive Testing = DT) on ainetta rikkova tes-
tausmenetelmä. Tämän tarkoituksena on selvittää testattavan materiaalin me-

kaanisia ominaisuuksia, kuten murtolujuus, kovuus sekä sitkeys. Tämä on erittäin hyvä menetelmä selvittää hitsien ja liitosten käyttäytymistä äärimmäisen paineen alaisuudessa. Näissä testeissä on käytössä erilaisia variaatioita voimista ja rasituksista, esimerkiksi lämpötilan alentaminen ja iskuvasaran iskuvoiman lisääminen.

Tämä menetelmä on erinomainen sarjatuotantokappaleille, jolloin kustannukset saadaan alas, kun kappalemäärällisesti testauksia tulee vähemmän. Näin ollen heikkoudet saadaan tietoon jo varhaisessa vaiheessa. Tyypillisimpiä testausmenetelmiä ovat iskukoe, vetokoe sekä taivutuskoe. (Inspecta 2015)

Ainetta rikkovassa aineenkoetuksessa sovelletaan mm. seuraavia kansallisia standardeja:

- SFS-EN ISO 6892 -1:2009 (Metallien vetokoe. Osa 1: Vetokoe huoneenlämpötilassa)
- SFS-EN ISO 6892-2:2011 (Metallien vetokoe. Osa 2: Kuumavetokoe)
- SFS-EN ISO 5173:2011 (Hitsien rikkova aineenkoetus metalleille. Taivutuskokeet)
- SFS-EN ISO 148-1:2011 (Metallien Charpyn iskukoe. Osa 1: Menetelmä)
- SFS-EN ISO 9016:2012 (Hitsien rikkova aineenkoetus metalleille. Iskukoe. Koesauvan sijainti, loven suunta ja tarkastus)

(SFS- standardit)

Muita yleisesti käytettyjä ainetta rikkovia aineenkoetusmenetelmiä ovat kovuuskoe, väsytykskokeet, virumiskokeet ja murtumismekaaniset kokeet. (Kauppi, Kyröläinen & Lukkari 2015)

Hitsien yhteydessä aineenkoetus on välttämätöntä laadullisten vaatimusten kannalta. Hitsausprosesseja ei voida todentaa etukäteisesti, joten laatuvaatimusten määrittäminen on erittäin tärkeää. Tästä johtuen hitsausprosesseja on käsiteltävä standardin ISO 9000:2000 mukaisesti erikoisprosesseina. Myös su-

lahitsauksessa käytettävät laatuvaatimukset on standardisoitu kansallisessa SFS-EN ISO 3834-1...6 standardisarjassa. (Kauppi, Kyröläinen, Lukkari, 2015)

Myös useiden valmiiksi hitsattujen tuotteiden valmistajilta vaaditaan nykyaikana SFS-EN ISO3834 laatuvaatimusten täyttämistä. Tällaisia tuotteita ovat muun muassa painelaitteet, nostovälineet sekä kantavat teräsrakenteet. (Kauppi, Kyröläinen, Lukkari, 2015)

1.2 Rikkomaton aineenkoetus (NDT)

Lyhennys NDT tulee englanninkielestä sanoista Non Destructive Testing, ja se on ainetta rikkomatonta testaamista. Tämän menetelmän merkittävin ero rikko-vaan aineen koetukseen on se, että tämä testausmenetelmä ei tee muutoksia materiaalin mekaanisiin ominaisuuksiin, eikä se vaadi tutkittavan kohteen rikkomista. Tällä menetelmällä pystytään todentamaan esimerkiksi hitsauksen onnistuminen sekä epäonnistuminen, mutta myös materiaalin sisäisiä muutoksia ilman aineen rikkomista. (Anttila 2015).

NDT- testauksen ensimmäinen tavoite on havaita kohteen mahdolliset muutokset ja virheet, kuten halkeamat tai korroosioon sekä eroosioon viittaavat ohentumat.

Toinen tavoite on kartoittaa epäjatkuvuuden dimensiot. NDT- testauksista saatuja tuloksia käytetään hyväksi murtomekanisissa laskuissa, jotta voidaan arvioida kriittinen virheraja sekä virheen etenemisnopeus.

(Åström 2007, 252)

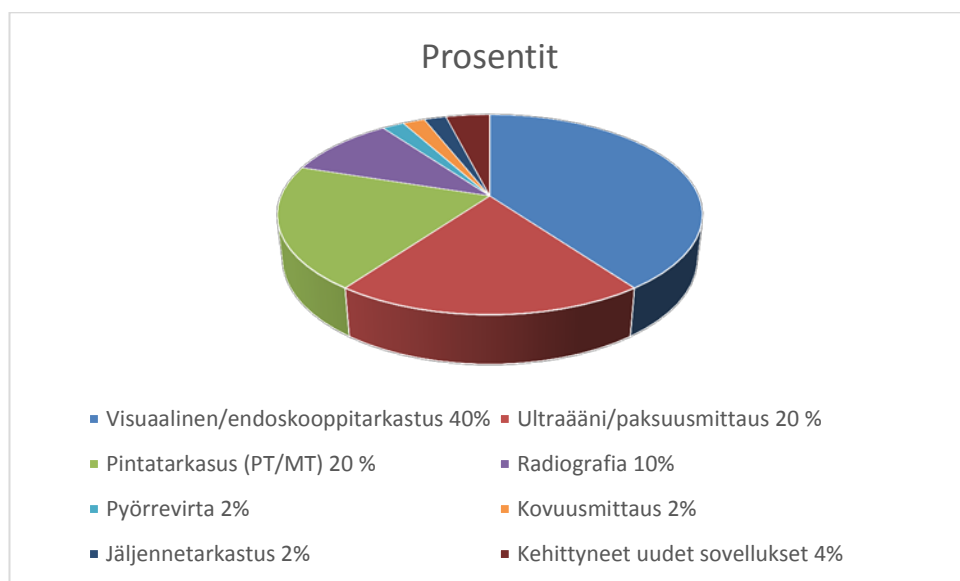
NDT- menetelmät eivät poissulje toisiaan kunnonvalvontaa suoritettaessa, tukevat toisia menetelmiä. Eri menetelmiä käyttämällä saadaan virheet minimoitua testausvaiheessa ja täten myös luotettavuutta saadaan nostettua ylöspäin.

(Åström 2007, 252)

NDT-menetelmiä käytetään hyvin monimuotoisissa paikoissa ja prosessin vaiheissa. Teollisuudessa voidaan käyttää jotain olemassa olevaa NDT- menetelmää prosessin missä tilanteessa vain. Tämä tuo myös turvaa ja laadullista valvontaa, kun menetelmät on nopeita ja helppoja suorittaa. Rikkomaton aineenkoetus auttaa myös kohdistamaan investointivarat niihin kohteisiin, joissa kunnostusta tarvitaan. (Inspecta 2015)

Tunnetuimpia rikkomattoman aineenkoetuksen testausmenetelmiä ovat silmämääräinen tarkastus, magneettijauhetarkastus, tunkeumanestetarkastus, ultraäänitarkastus sekä radiograafinen tarkastus. Näitä tarkastusmenetelmiä on käytetty jo puoli vuosisataa. (Åström 2007, 254)

Voimalaitosympäristössä käytettäviä NDT- menetelmiä on useita, mutta selvästi eniten käytettyjä ovat visuaalinen/endoskooppitarkastus, pintatarkastus tunkeumanesteellä ja magneettijauheella sekä myös ultraääni/paksuusmittaustarkastelu. Kuvan 1. prosentuaalinen jakauma perustuu Jarno Penttilän kokemukseen perustuvaan arvioon.



Kuva 1. Voimalaitosympäristössä yleisimmät tarkastusmenetelmät (Penttilä 2015)

Voimalaitoksissa rikkomattomat aineenkoetustarkastukset jaottuvat karkeasti neljään eri kategoriaan (kuva 2.). Nämä neljä lueteltuna eniten tarkastuksia tehtävistä kohteista vähiten tehtäviin ovat höyryturbiinit, kaasuturbiinit, höyrykattilat sekä vesiturbiinit.



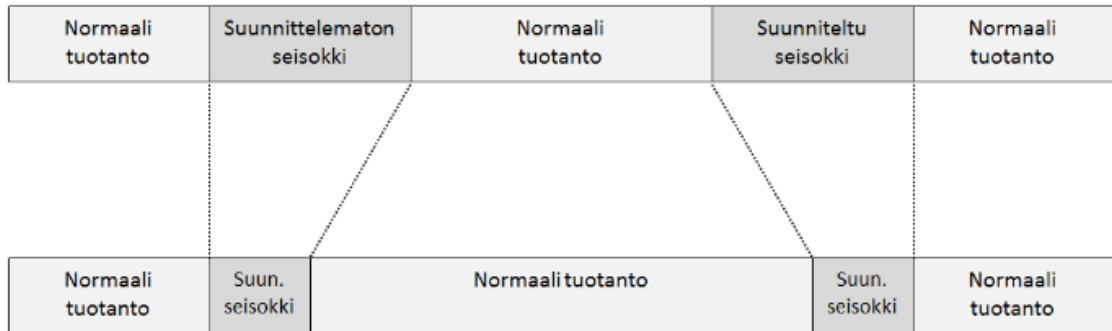
Kuva.2 Voimalaitos tarkastuksien kohdejakauma (Åström 2007, 255)

1.3 Kunnonvalvonnan raportointi

Kunnonvalvontaa tehdään kohteiden eliniän kartoittamisen sekä jo pidempään käytössä olleiden kohteiden piilevien vikojen havaitsemiseksi. Tämä mahdollistaa ennakoivan puuttumisen riskialttiisiin kohteisiin, jotka rikkoutuessaan aiheuttaisivat huomattavasti suuremman rahallisen vahingon kuin se, että ennakoivasti korjattaisiin kohde. Tämä tuo mahdollistaa myös sen, että ei turhaan vaihdeta jotain kohdetta, jos se olisikin täysin käyttökelpoinen. Nykyaikana NDT- testaus mahdollistaa käytännössä kaiken tutkimisen ennalta ennen purkamista ja hävittämistä. (Opetushallitus 2015)

Tämä tuo esiin myös sen, mitä etuja saadaan kunnonvalvonnan raportoinnilla. Kun kunnonvalvontaa suoritetaan systemaattisesti, tulee raportoinnin olla myös yhtä järjestelmällistä. Silloin kun raportointi on kunnossa, se mahdollistaa useiden vuosien seurannan yhdelle tietylle kohteelle esimerkiksi savukaasupuhaltimelle. Kun tiedetään, että on useita kertoja aina esimerkiksi kolmen vuoden välein tullut jonkinlaista vikaa laakeriin, osataan jo ennakolta tilata valmiiksi sei-

sakkia varten laakeri siihen ja vaihtaa se, ennen kuin se hajoaa vauhdista. Kuvassa 3 esitetään graafisesti kunnonvalvonnasta saatavan hyödyn keskeytettömään tuotantoon. (Hakkinen 2014, 11)



Kuva 3. Nohynekin ja Lumpeen esitys kunnonvalvonnan lisäämästä tuotantoajasta. (Hakkinen 2014, 10)

Kansallisista standardeista löytyvät tarkat määrittelyt jokaiselle tarkastusmenetelmälle ja niistä omat kohtansa, joissa kerrotaan, mitä asioita tarkastusraportissa tulee käsitellä. (SFS EN standardit 970, 1435, 1714, 571-1, 1290)

Kun kohteesta tehtävää raporttia laaditaan, tulee tarkastushetkellä huomioida ja selvittää useita asioita. Kuvassa 4 nähdään esimerkki NDT-inspection & Consulting Oy:n tarkasturaporttipohjasta. Kuvan mukaan raportista löytyvät mm. yksilöintitiedot (tilaaja, työnumero, laitos, jne.), kuvaus vallitsevista olosuhteista (lämpötila), testattavan kohteen materiaali, pinnanlaatu, lämpökäsittelyt, osanumerot sekä piirustusnumerot.

Tarkastusta suoritettaessa, on ensiarvoisen tärkeää huomioida ja kirjata ylös valmistelevat toimenpiteet, mitä kohteessa on jouduttu tekemään ennen tarkastuksen suorittamista. Näitä ovat esim. telineiden kasausta, eristeiden purku, hionnat ja hiekkapuhallukset. Raporttiin tulee myös kirjata se tarkastusmenetelmä, mitä on käytetty kyseisessä kohteessa sekä tarkastuksen laajuus. Tuloksille on varattuna laajempi alue, minne kirjataan kaikki huomiot ja havainnot kohteesta sekä myös tarkastuksessa saadut tulokset. (Penttilä 2015)



Tarkastusraportti

Inspection report

Sivu 1 (1)
Sheet
Pöytäkirjanumero
Report number

Tilaaaja Customer	Työnro Work No.	Tarkastuspvm. Inspection date
Laitos Plant	Valmistaja tai asentaja Mfr. or installed by	Työnro Work No.
Tarkastuskohde ja -laajuus Object and extent of inspection		
Piirustus nro Drawing No.	Osanro Item No.	Lämpökäsittely Heat treatment
Rakenneaine Base plate	Pinnan laatu Surface condition	Lämpötila Temp
20 °C		
Esivalmistelut Preparations		
☐ Telineet Scaffolds	☐ Eristeiden purku Remove insulations	☐ Hionta Grinding
☐ Paine- tai höyrypuhdistus Power or steam wash	☐ Muu esivalmistelu: Other preparation:	☐ Hiekkapuhallus Sand blasting
Tarkastusmenetelmä Inspection method		
☐ Silmämääräinen Visual	☐ Tunkeumaneste Penetrant	☐ Magneettijauhe Magnetic particle
☐ Ultraääni Ultrasonic	☐ Paksuusmittaus Thickness measurement	☐ Pyörrevirta Eddy current
Tarkastuslaajuus Extent of inspection		
☐ Kunnonselvitys Condition check	☐ Pistokoe Spot check	☐ Prosenttia: Per cent:
Tulokset Results		

Kuva 4. Kunnonvalvonnan tarkastusraporttipohjan esimerkki. (NDT-inspection & Consulting Oy)

Vastaavasti menetelmäkohtainen raportti on huomattavasti tarkempi ja yksityiskohtaisempi. Esimerkkinä kuvassa 5 on esitetty NDT-Inspection & Consulting Oy:n käyttämä raporttipohja tunkeumanestetarkastuksesta. Kun siitä laaditaan raporttia, tulee huomioida useita tärkeitä tarkastustarkkuuteen vaikuttavia tekijöitä, kuten valaistus, tunkeuma-aika sekä kehitysaika. (Penttilä 2014)



Tunkeumanestetarkastus

Liquid Penetrant Inspection

Sivu
Sheet 1 (1)
Pöytäkirjanumero
Report number

Tilaja Customer	Työnro Work No.	Tarkastuspvm. Inspection date
Laitos Plant	Valmistaja tai asentaja Mfr. or installed by	Työnro Work No.
Tarkastuskohde ja -laajuus Object and extent of inspection		
Piirustus nro Drawing No.	Osanro Item No.	Lämpökäsittely Heat treatment
Rakenneaine Base plate	Pinnan laatu Surface condition	Lämpötila Temp 20 °C
Menetelmä Method used	Tunkeumaneste Penetrant	Eränro Batch No.
Tunkeumanesteen tyyppi Type of penetrant	Puhdistin Cleaner	Eränro Batch No.
Valaistus Light condition	Tunnus ID	Kehite Developer
Tunkeuma-aika Duration of penetration	Kehitysaika Duration of development	
Laadunmääritysasiakirja Quality document	Laatuvaatimus Quality requirement	
Tarkastusohje Procedure of inspection		
Tulokset Results		

Kuva 5. Tunkeumanestetarkastuksen tarkastusraportti esimerkki.

2 NDT- MENETELMÄT

Rikkomaton aineenkoetus on nimensä mukaisesti materiaalin testausta ja tutkimista ilman, että sitä rikottaisiin. Menetelmä on erinomainen laaduntarkkailuun sekä kohteen kuntoa tutkiviin kuntoarviointeihin. NDT- testaus onnistuu kenttäolosuhteissa ilman, että kohdetta tarvitaan purkaa. (Tyni, 2015)

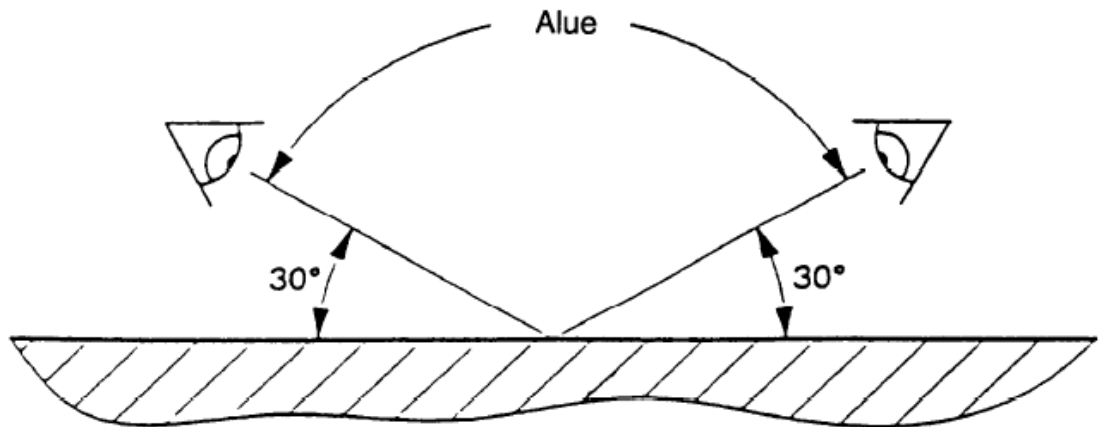
On olemassa useita erilaisia menetelmiä, jotka mahdollistavat tämän, muun muassa silmämääräinen testaus, radiograafinen testaus ja tunkeumaneste testaus.

2.1 Silmämääräinen tarkastus (VT)

Silmämääräinen tarkastus on ylivoimaisesti eniten käytetty NDT- menetelmä. Sen tuoman yleiskuvan sekä kokemukseen pohjautuvan tiedon myötä voidaan paikallistaa kriittisiä tarkastuskohteita sekä sopivan menetelmän käyttöä kysei-

sessä kohteessa. Ihmissilmä kykenee erottamaan taustasta eroavan värillisen viivan, jonka leveys on hiuskarvanluokkaa eli $n.50\mu\text{m}$ ja muodoltaan pyöreitä ja taustasta erottuvia pisteitä, mikäli niiden halkaisija on vähintään $100\mu\text{m}$. (Åström 2007, 256). Yksinkertaisimpia apuvälineitä VT- tarkastuksessa ovat suurenuslasit sekä erilaiset peililaitteistot.

Jotta visuaalinen tarkastus olisi pätevä, tulisi tarkastettavan kohteen esimerkiksi hitausauman luokse päästä vähintään 600mm etäisyydelle ja tarkastuskulma ei saisi olla enempää kuin 30° (ks. kuva 6) sekä valaistuksen tulisi olla vähintään 350 lx. Suositeltava valaistusmäärä olisi 500 lx. (SFS- EN 970:1997.)



Kuva 6. Tarkastuskulma kohteeseen (SFS EN 970)

Aina ei ole välttämätöntä tehdä tarkastuspöytäkirjaa. Kuitenkin, kun on määritelly, tulisi pöytäkirja tehdä sen osoittamiseksi, että jokainen silmämääräisen tarkastuksen olennainen kohta on varmistettu kussakin vaiheessa. Seuraavassa luetellaan tiedot, jotka tulisi sisällyttää pöytäkirjaan:

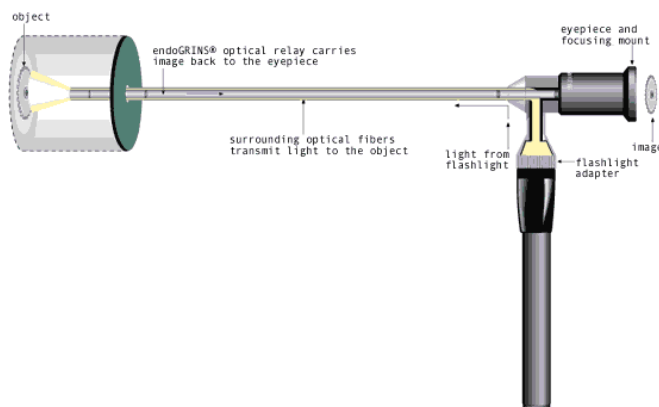
- kappaleen valmistajan nimi
- tarkastuslaitoksen nimi
- tarkastuskohteen tunnistustiedot
- materiaali
- liitosmuoto

- aineenpaksuus
- hitsausprosessi
- hyväksymisrajat
- hyväksymisrajat ylittävät hitsausvirheet ja niiden sijainti
- tarkastuslaajuus tarkoituksenmukaisiin piirustuksiin viitattuna
- käytetyt mittauslaitteet
- tarkastustulos hyväksymisrajoihin nähden
- tarkastajan nimi ja tarkastuspäivämäärä. (SFS-EN 970.)

Kun vaaditaan, että tarkastetusta hitsistä on pysyvä, visuaalinen tallenne, tulisi valokuvia tai täsmällisiä hahmotelmia tai kumpiakin tehdä siten, että kaikki hitsausvirheet on selvästi osoitettu. (SFS-EN 970:1997.)

Endoskopiata tarkastuksessa on käytössä kolme erilaista endoskooppia: boroskooppi, fiberoskooppi sekä videoskooppi.

Boroskooppi (kuva 7.) on jäykkä optinen endoskooppi, jossa valo kulkee valokuidulla tarkastettavaan kohteeseen. Boroskoopissa kuva välittyy katsojalle optisesti erilaisten linssien tai prismojen kautta. Tässä endoskooppityypissä on paras kuvanlaatu verrattuna muihin endoskooppimenetelmiin. (Åström 2007, 256).



Kuva.7 Boroskooppi

Fiberoskoopissa (kuva 8.) valo kulkee myös valokuitua pitkin, yleisesti ottaen fiberokoopin pituus vaihtelee 1,5-3m välillä. Halkaisija on 6-15mm ja niiden kuvauspäätä voidaan kääntää $\pm 120^\circ$. Nykyisin löytyy myös hyvin pienellä halkaisijalla olevia fiberoskooppeja. Näiden halkaisija on 0,9-2,7mm sekä pituus on pienentynyt myös 36millimetriin 175millimetristä (Åström 2007, 256).



Kuva 8. Fiberoskooppi

Videoskooppi (kuva 9.) on taipuisa optinen endoskooppi joka mahdollistaa kuvan lähettämisen sähköisesti tietokoneelle tai jollekin muulle näyttöpäätteelle. Rakenteellisesti nämä ovat samanlaisia kuin fiberoskoopit, mutta näillä on kuvansiirto mahdollista. Videoskoopissa on CCD-elementti perinteisen optiikan tilalla lukuun ottamatta yhtä linssiä. Tämä mahdollistaa sen, että kamera voidaan sijoittaa aivan kokonaisuudessaan kuituoptisen kaapelin päähän. Tämän kameran halkaisija on 6mm, kun kaapelilla on mittaa 2m ja 13mm, kun kaapelin mitta on 6m. (Talvitie 06). Videoskooppeja on mahdollista ohjata etänä erillisellä joy-stickillä.



Kuva 9. Videoskooppi

Yleisimmät kohteet, joita endoskoopeilla nykyään tarkistetaan, ovat turbiinit. Niihin on valmistusvaiheessa työstetty endoskooppireiät, joista voidaan uittaa endoskoopin varsi sisälle purkamatta turbiinia. Tämänkaltaisen tarkastusreiän tekeminen onnistuu myös jälkikäteen vanhoihin turbiineihin ja paineastioihin. (Åström 2007, 257)

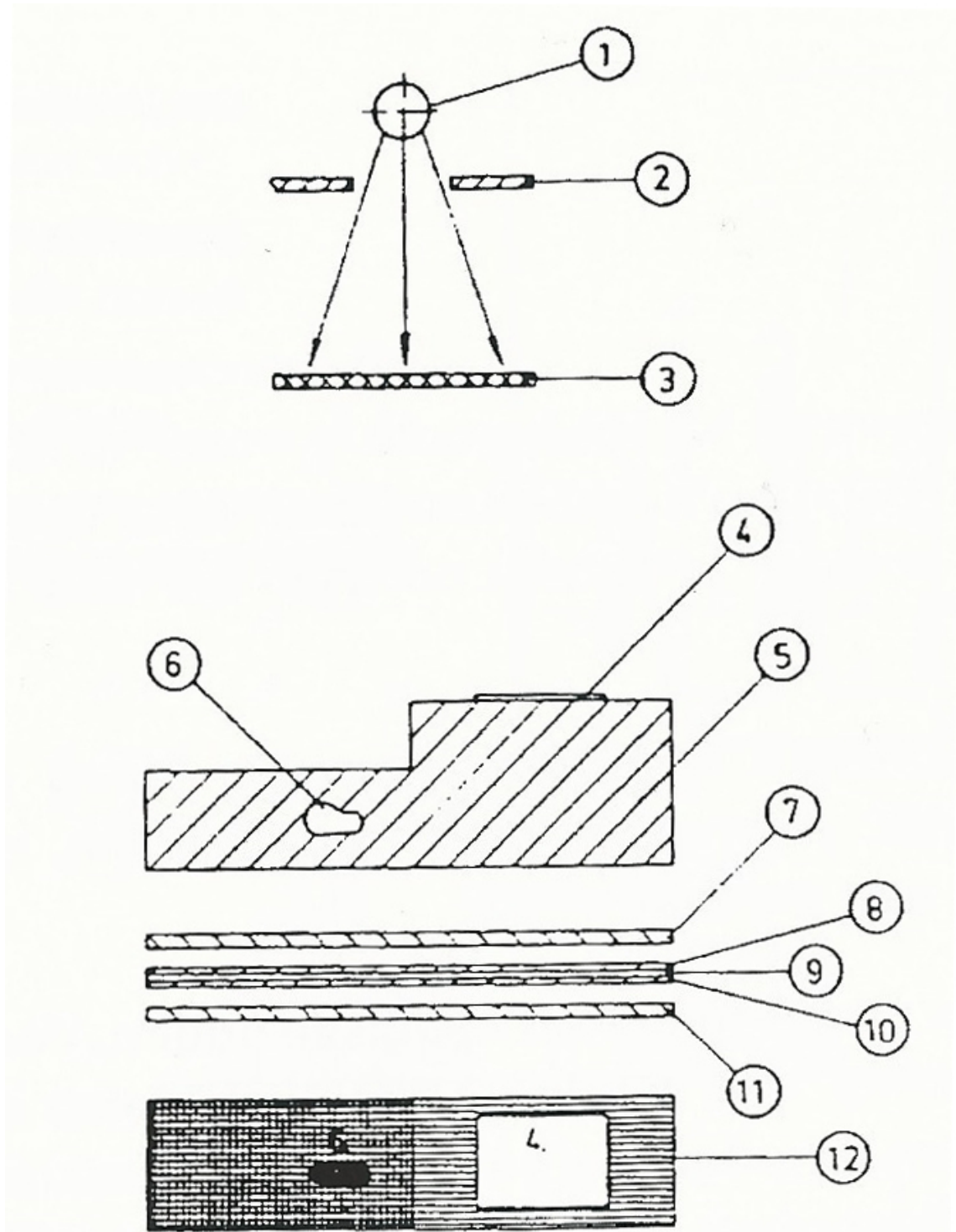
2.2 Radiograafinen kuvaus

Radiograafisessa eli röntgenkuvauksessa käytetään hyväksi ionisoivaa säteilyä jota pystytään tuottamaan joko sähköllä tai isotoopeilla. Röntgenin etu muihin rikkomattomiin aineenkoetuksiin on se, että tällä menetelmällä saadaan kuva kohteesta, joka paljastaa kohteen piilevät vauriot ja viat. Yleisesti ottaen RTG -menetelmää on käytetty hitsiliitosten tarkastamiseen. Kun tarkastettavaa kohdetta tarkistetaan, on huomioitava kohteen ominaisuudet ja sijainti, kuten materiaali, paksuus ja koko. (Åström 2007, 264)

Kun vaurioiden aiheuttamat mustumaerot kuvassa ovat yleensä pieniä, soveltuu isotooppikuvaus näihin kohteisiin huomattavasti paremmin pehmeämmän säteilyn ansioista. (Åström 2007, 264). Kuvassa 10. on esitetty radiograafisen tarkastuksen periaate.

Röntgen kuvausta suoritettaessa tulee jokainen kuva merkitä kuvaan lisättävillä lyijymerkeillä. Tämä mahdollistaa kuvien täsmällisen paikantamisen kohteeseen. Mikäli kuvattaessa esimerkiksi hitsipalkoa se ei näy kuvassa, tulee se

merkitä myös kuvaan kahdella lyijymerkillä siten, että kuvattavana ollut hitsi tulee jäämään näiden merkinnässä käytettävien palasten väliin. (SFS EN 1435:1998).



Kuva 9. Radiograafisen tarkastuksen periaate (Åström 2007. 265)

Kuvassa olevat numeroidut kohteet ovat:

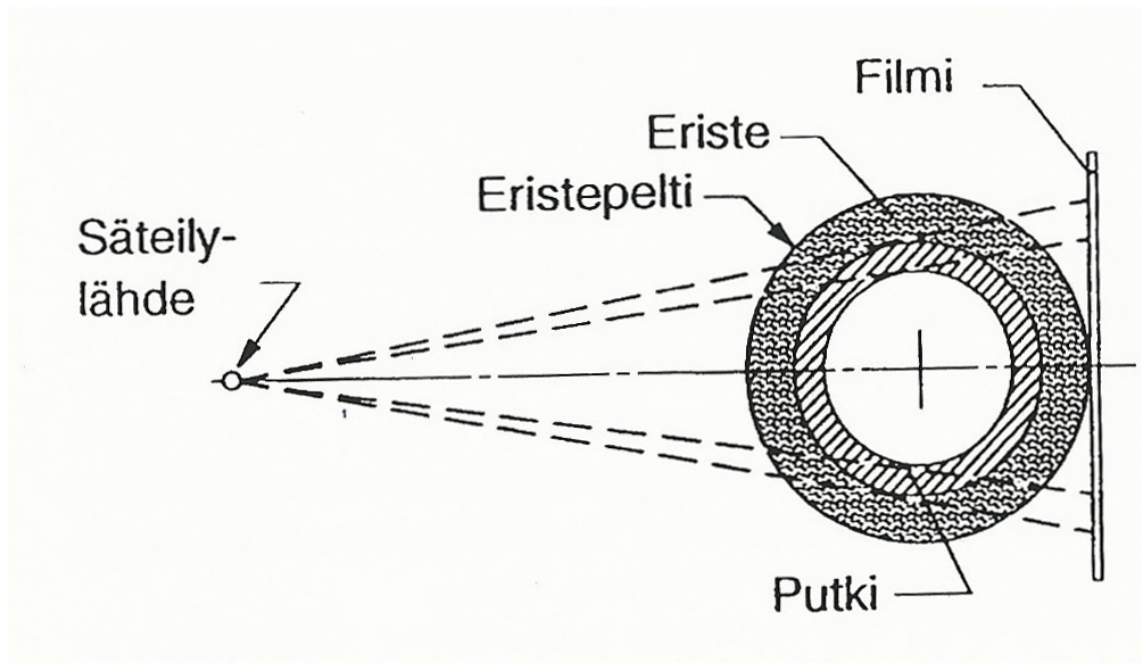
1. Säteilynlähde
2. Säteilyn rajoitin
3. Suodatin
4. Indikaattori
5. Tarkastettava kohde
6. Huokonen kohteessa
7. Suodatin
8. Etuvahvistuslevy
9. Filmi
10. Takavahvistuslevy
11. Taustasta sironneen säteilyn suodatin
12. Kehitetty filmi (Åström 2007, 265)

Kun laaditaan tarkastuspöytäkirjaa, tulee siitä löytyä seuraavat kaksikymmentäkaksi (22) kohtaa:

1. kuvauksen suorittaneen yrityksen nimi
2. tarkastuskohde
3. Materiaali
4. Lämpökäsittely
5. Hitsin geometria
6. Aineenpaksuus
7. Hitsausprosessi
8. Tarkastusohje sisältäen hyväksymisvaatimuksen

9. Kuvausohje ja tarkastustaso, tämän standardin mukaan
vaadittu kuvatarkkuus
 10. Kuvausjärjestely kohdan 6.1 mukaan (SFS EN 1435, 12)
 11. Käytetyt merkinnät
 12. Kuvauskaavio
 13. Säteilylähteen tyyppi ja koko
 14. Filmi, vahvistuslevyt ja suodattimet
 15. Käytetty putkijännite ja -virta tai aktiivisuus
 16. Valotusaika ja säteilylähde- filmi etäisyys
 17. Kehitystapa: käsin/koneellisesti
 18. Indikaattorin tyyppi ja sijoitus
 19. Tarkastustulos, mukaan lukien mustuma-arvo,
kuvatarkkuus
 20. Poikkeamat tästä standardista, erityissopimuksella
 21. Vastuu henkilön (henkilöiden) nimi, pätevyys ja allekirjoitus
 22. Kuvaus- ja raportointipäivämäärät
- (SFS EN 1435:1998)

Kunnossapidon näkökulmasta tärkein ominaisuus RTG- tutkimuksessa on isotoopin käytön mahdollisuus ns. profiilikuvauksessa. Tämä tekniikka mahdollistaa kohteiden kuvaamisen purkamatta ja tyhjentämättä kuvattavaa kohdetta. Esimerkiksi sisäpuolinen korroosio ja muut kulumisille alttiit kohteet on mahdollista kuvata profiilikuvauksella. Kuva 11 esittää profiilikuvauksen periaatteen eli siinä pyritään kuvaamaan putken perusmateriaali eristuspeltien lävitse siten, että säteily kohdistuu putken ulko- ja sisäreunaan yhtäaikaaisesti.



Kuva 11. Profiilikuvauksen periaate (Åström 2007, 265)

Digitaalinen röntgentarkastus on n.50x herkempi kuin perinteiseksi mielletty filmikuvaus. Tämä mahdollistaa sen, että voidaan käyttää heikompia röntgen säteilyarvoja mikä mahdollistaa sen, että työturvallisuus on parantunut paljon. (Penttilä 2015)

Isoimmat edut digitaalisessa röntgentarkastuksessa on kuvien nopea saanti. Käytännössä heti paikanpäällä voidaan tarkastella kuvaa, kun se siirtyy koneelle heti kuvauksen jälkeen. Tämän menetelmän yleistymistä on hidastanut paneelin huomattavan kallis hinta sekä paneelin jäykkyys: käytännössä paneeli on taivu ollenkaan. (Penttilä 2015)

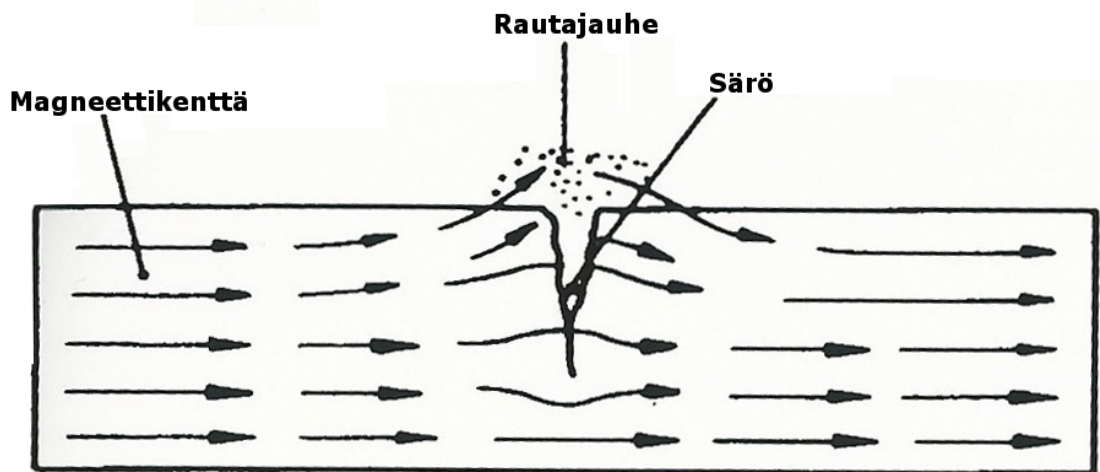
2.3 Magneettijauhetarkastus (MT)

Magneettijauhetarkastusta suoritetaan ferromagneettisille kohteille, kuten hitsille ja muille liitoksille. Tällä menetelmällä pystytään havaitsemaan syntyneitä pintavirheitä. (SFS EN 1290:1998)

Kun tarkastusta suoritetaan, tulee tarkastettavan kohteen olla puhdas. Siinä ei saa olla öljyä, koneistusjälkiä, rasvaa yms. Se voidaan tarvittaessa puhdistaa kevyesti hiomalla ja kiillottamalla, mutta näillä menetelmillä ei saa olla kohteen materiaalin heikkenemisen kanssa mitään vaikutusta. (SFS EN 1290:1998)

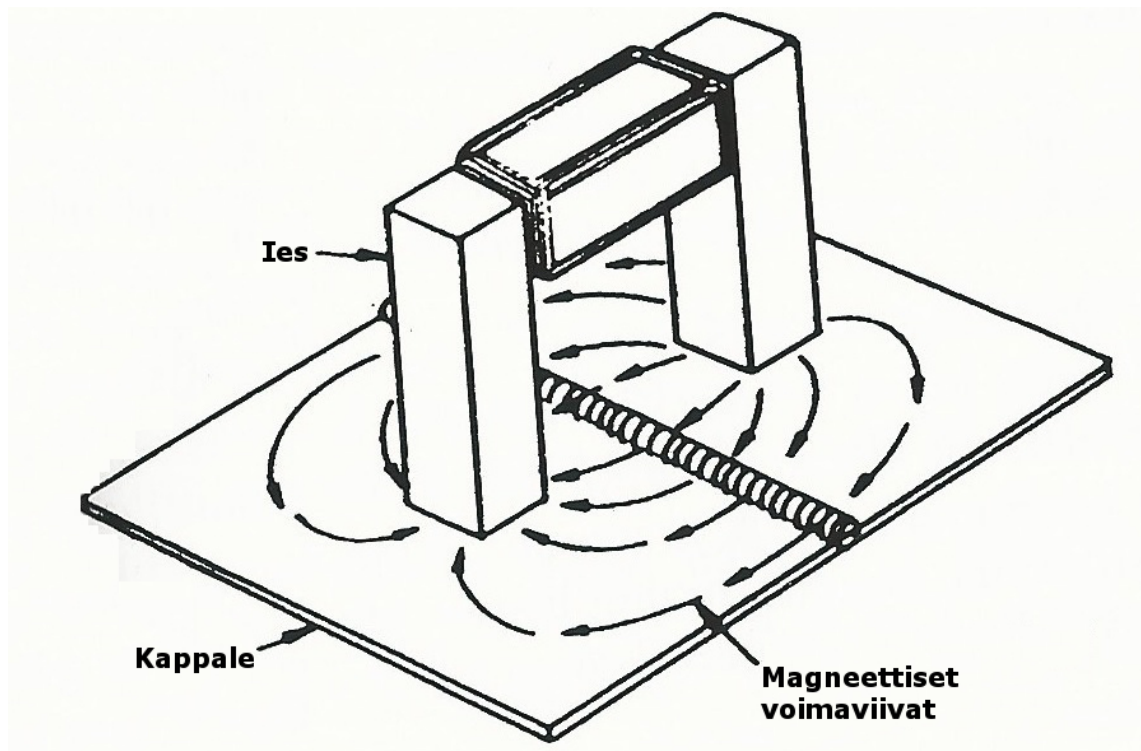
Magneettijauhetarkastus on ferromagneettisille aineille tapahtuva tarkastusmenetelmä. Tämän kaltaisella menetelmällä kyetään löytämään pintaan asti ulottuvat säröt. Magneettijauhetarkastus on erittäin hyvä erikoislaatuisten säröjen ja kapeiden epäjatkuvuuskohtien havaitsemiseen. (Åström 2007, 257)

Tarkastus suoritetaan siten, että pintaan sirotellaan rautaoksidihiuksia, jotka jäävät vuotokohtiin ja täten saadaan aikaan indikaatio eli hiukkassauma, jonka leveys suhteutettuna säröön on huomattavasti suurempi. Tämän suurennoksen ansiosta magneettijauhetarkastus soveltuu hyvin pienien säröjen tutkimiseen. Tästä esimerkki kuvassa 12, jossa on esitetty magneettikentän vaikutus rautajauheen etenemiseen särökohtalla.

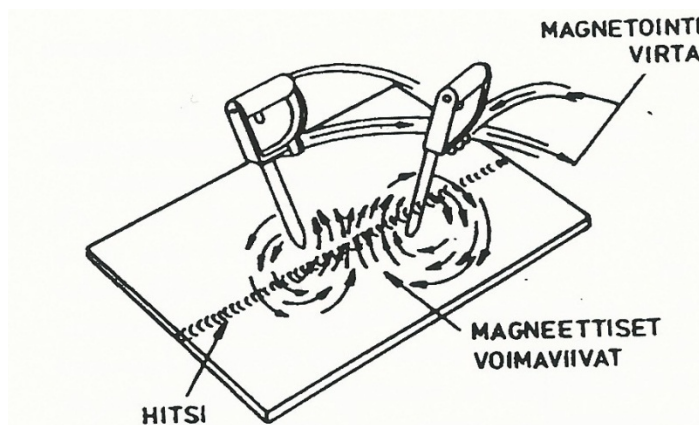


Kuva 12. Magneettivuon kulkukappaleessa, jossa pintasärö (Åström 2007, 258)

Kappale voidaan magnetoida kolmella (3) eri menetelmällä: iesmagnetoinnilla aikaansaadulla magneettivuolla (kuva 13.), magneettikelalla tai virralla, joka saadaan virtamagnetointilaitteella. (kuva 14.)



Kuva 13. Magnetointi iesmagnetointilaitteella. (Åström 2007, 258).



Kuva 14. Virtamagnetointi käsikohtiolla. (Åström 2007, 259)

Tarkastusaineita on käytössä kahdenlaisia: fluorisoivia ja värillisiä magnetointijauheita. Fluorisoivissa aineissa säröjen havaitsemistarkkuus on suurempi, mutta tarkastuksen suoritettavuus on haasteellisempaa, koska taustavalaistus ei saa olla kovin suurta ja tarkastamiseen tarvitaan myös ultraviolett-lamppu (UV-lamppu).

Magneettijauhetarkastusta käytetään yleisesti ottaen hitsien tarkistamiseen sekä sitä voidaan käyttää myös maalatuille ja päällystetyille pinnoille, mutta silloin pinnoite ei saa olla ylitse 100µm. Tästä poiketen tarkoissa kohteissa, kuten painestioissa, ainoastaan 50µm. (Åström 2007, 259)

Tarkastuspöytäkirja on laadittava. Ellei tarkastuspöytäkirjassa esitettävistä tiedoista ole etukäteen sovittu, tulisi seuraavaa luetteloa käyttää toistettavan tarkastuksen helpottamiseksi:

- tarkastuksen suorittaneen yrityksen nimi
- tarkastuskohde
- tarkastuspäivämäärä
- perusaine ja hitsiaine
- hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely
- liitosmuoto
- aineenpaksuus
- hitsausprosessi
- tarkastuskohteen lämpötila, mikäli se poikkeaa normaalista huoneenlämpötilasta
- tarkastusmenetelmä ja käytettyjen parametrien kirjaaminen mukaan lukien:
 - o tarkastustekniikka
 - o virtalaji
 - o tarkastusaine
 - o katseluolosuhteet
- toimintakokeen yksityiskohdat ja tulokset, jos suoritettu
- hyväksymisrajat
- kaikkien kirjattavien näyttämien kuvaus ja sijainti
- tarkastustulos hyväksymisrajaan nähden

- tarkastajien nimet, asianmukaiset pätevyydet ja allekirjoitukset. (SFS-EN 1290:1998.)

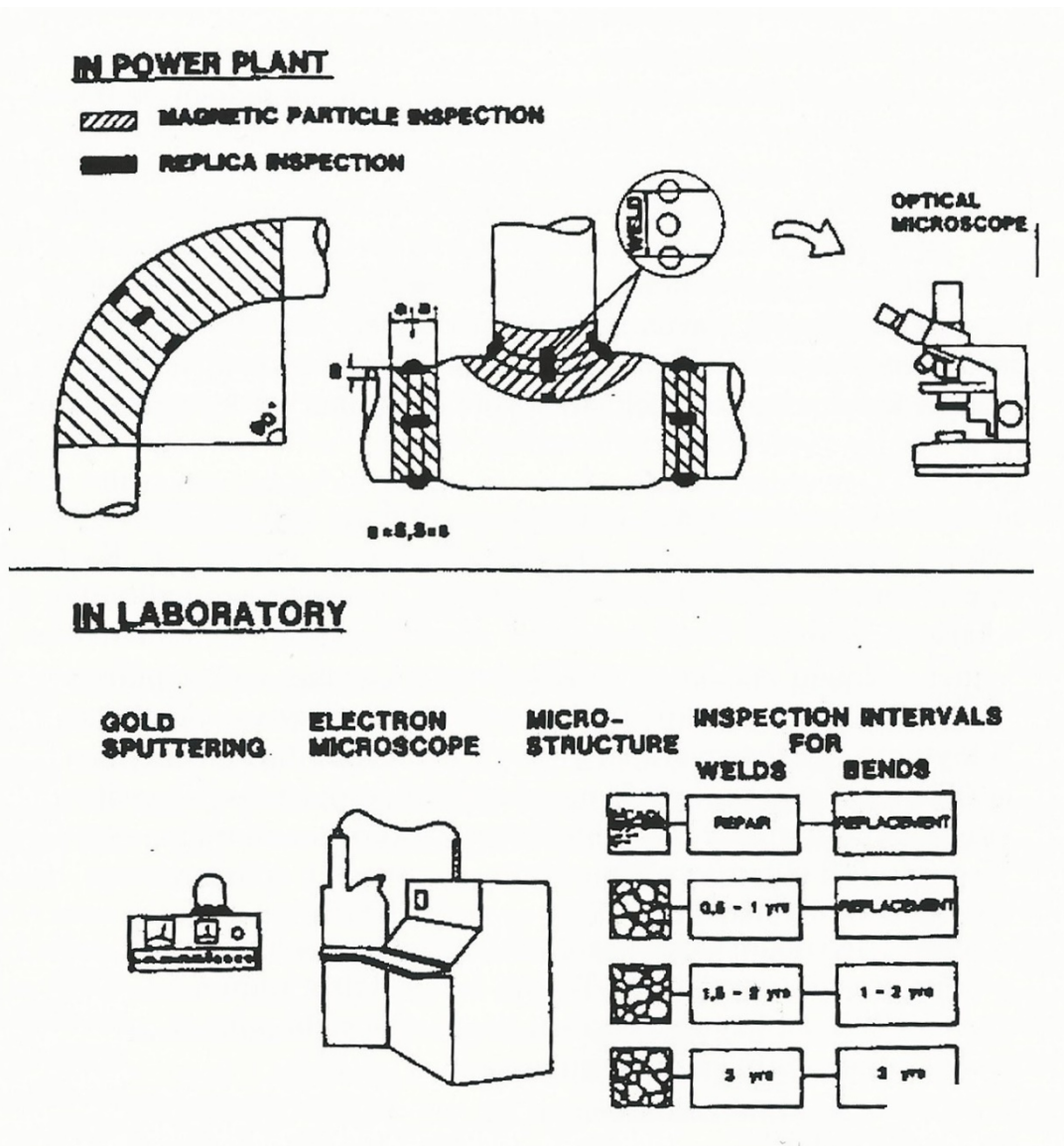
2.4 Jäljennetarkastus

Jäljennetarkastus on erinomainen menetelmä tutkia kohteen mikrorakennetta, kuitenkin hajottamatta kohdetta. Puhutaan ns. replicasta, eli jäljenteestä putken tai levyn pinnasta. Tätä jäljennettä tutkitaan jälkeinpäin laboratoriossa.

Jotta jäljenne onnistuisi hyvin, on kohde hiottava ensin mekaanisesti ja tämän jälkeen kiillotettava elektrolyyttisesti. Tämän jälkeen kohta syövytetään, ja kun metallografisesti käsitelty pinta on valmis, otetaan jäljenne muovikalvoon ja suoritetaan mikroskooppitutkimukset joko valo tai elektronimikroskoopilla. Jäljenteiden valmistus on määritelty kansainvälisessä standardissa ISO3057:1998 (Tyni, 2015).

Mikäli on tarvetta, voidaan kalvo päällystää erittäin ohuella kultakerroksella. Mikäli mikroskooppi on digitaalinen, voidaan jäljenteestä löydetty tulokset tallentaa suoraan ohjelmasta tietokoneelle kuvamuotoon. (Åström 2007.271)

Jäljennemenetelmää käytetään erityisesti teollisuudessa kattilalaitoksissa höyryputkien ja turbiinien seurannassa. Tämä menetelmä mahdollistaa putken elinajan määrittämisen sekä sen havaitsemisen, kuinka pitkälle viruminen on edennyt. Kuvassa 15 on esitetty jäljenne-menetelmän periaate. Kuvassa on kuvattu poikittaisviivalla magneettinen partikkelitutkimusalue ja tummalla suorakaitteen muotoisella alueella jäljennetutkimuksen alue. Jäljenteen tekemisen jälkeen se tutkitaan mikroskoopilla ja analysoidaan näytteestä löytyvä kohteen mikrorakenne.



Kuva 15. Jäljennetarkastuksen vaiheittainen eteneminen. (Åström 2007, 271)

2.5 Tunkeumanestetarkastus (PT)

Tunkeumanestetarkastus kuuluu pintatestausmenetelmiin, joilla kyetään selvittämään huokoisuuksia, säröjä sekä vuotoja. Menetelmänä tunkeumanestetarkastus on nopea ja helppo, mutta tällä ei voida havaita kohteen sisäisiä vikoja ja poikkeamia. Yleisimpiä tarkastuskohteita ovat alumiiniset, titaaniset, ruostumattomat ja haponkestävät teräkset, muovit ja keraamit. (Anttila 2013,14)

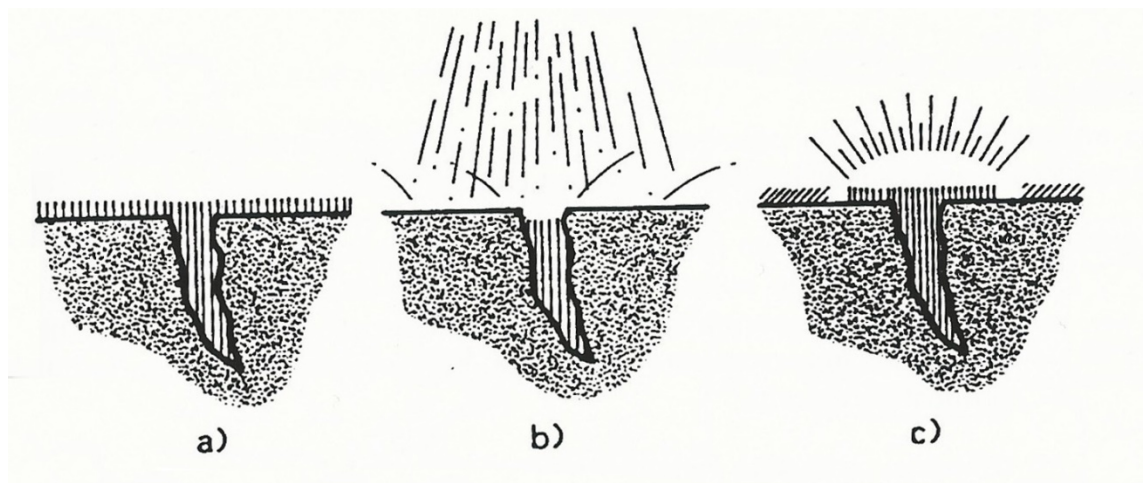
Tunkeumanestetarkastuksessa tutkittavan kohteen päälle levitetään värjäävää tai fluorisoivaa nestettä ja annetaan sen vaikuttaa hetken. Tämän jälkeen kohde

puhdistetaan ylimääräisestä nesteestä ja levitetään ohut kehitekerros, joka imee vauriokohteista tätä levitettyä nestettä ja tekee tarvittavan kokosoisen suurenoksen, jotta vauriot voidaan paikallistaa silmämääräisesti (ks. kuva 16). (Åström 2007.259). Tunkeuma-aika voi vaihdella 5-60minuttiin, sen tulisi olla kuitenkin yhtä pitkä kuin määritetty herkkyysaika. (SFS EN 571-1: 1997)

Tunkeumaneste tarkistus etenee yleensä seuraavien seitsemän (7) vaiheen kautta:

1. esivalmistelu ja esipuhdistus
2. tunkeumanesteen levitys
3. ylimääräisen tunkeumanesteen poisto
4. kehiteen levitys
5. näyttämien tarkastelu
6. tulosten tallentaminen
7. jälkipuhdistus.

(SFS EN 571-1: 1997)



Kuva 16. Tunkeumanestetarkastuksen periaate. (Åström 2007.260)

Kuvassa 16 A) kohdassa neste on imeytynyt säröön. B). Ylimääräinen neste poistetaan pinnasta ja C) Kehitekalvo toimii "imupaperina".

Ensiarvoisen tärkeää on ennen tarkastusta varmistua siitä, etteivät tarkastuksessa käytettävät kemikaalit aiheuta myöhemmin korroosiota tarkistettavana olevaan kohteeseen.

Optimaalisissa olosuhteissa tunkeumanestetarkastuksella voidaan havaita kohteessa piilevät virheet/viat, jotka ovat 1mm pituisia ja 0,1µm levyisiä. On kuitenkin huomioitava se, että tunkeumanestetarkastus on huomattavasti herkempi ulkoisille tekijöille, joten on suositeltavaa käyttää magneettijauhetarkastusta enemmän sellaisiin kohteisiin, jotka ovat magneettisia. (Åström 2007. 260)

Tarkastuspöytäkirjan tulee sisältää seuraavat tiedot viitteineen standardiin SFS-EN 571-1:1997:

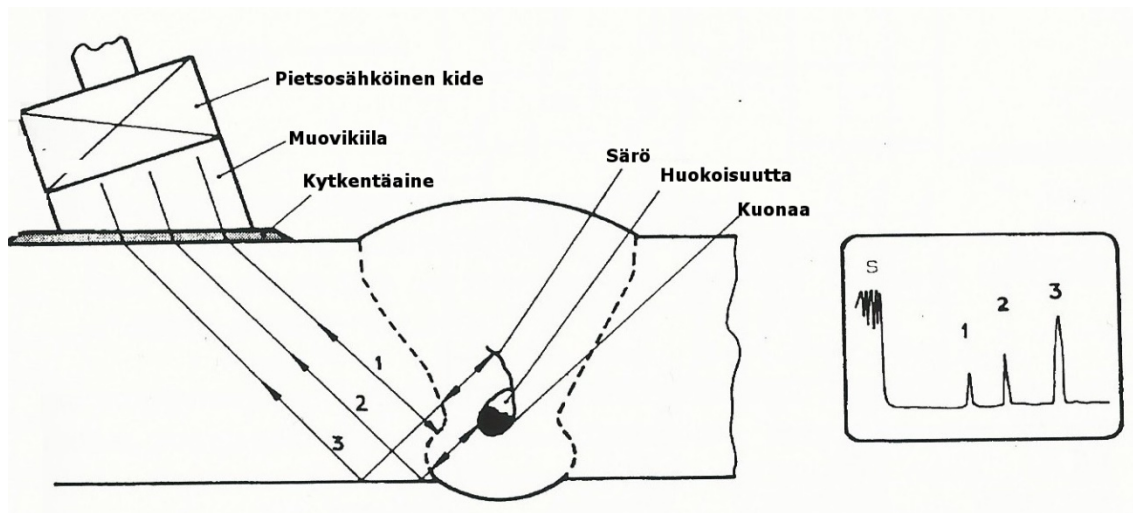
- tiedot tarkastuskohteesta
 - o nimi
 - o mitat
 - o materiaali
 - o pinnanlaatu
 - o tuotantotila
- tarkastuksen tarkoitus
- käytetyn tunkeumanestejärjestelmän tunnusmerkintä, kuten on määritelty alakohdassa 6.4, antaen valmistajan nimen ja tuotteen nimen kuten myös eränumeron
- tarkastusohjeet
- poikkeamat tarkastusohjeista
- tarkastustulokset (havaittujen epäjatkuvuuskohtien kuvaus)
- tarkastuspaikka, tarkastuksen ajankohta, tarkastajan nimi
- tarkastuksen valvojan nimi, sertifikaatti ja allekirjoitus (SFS EN 571-1.)

2.6 Ultraäänitarkastus (UT)

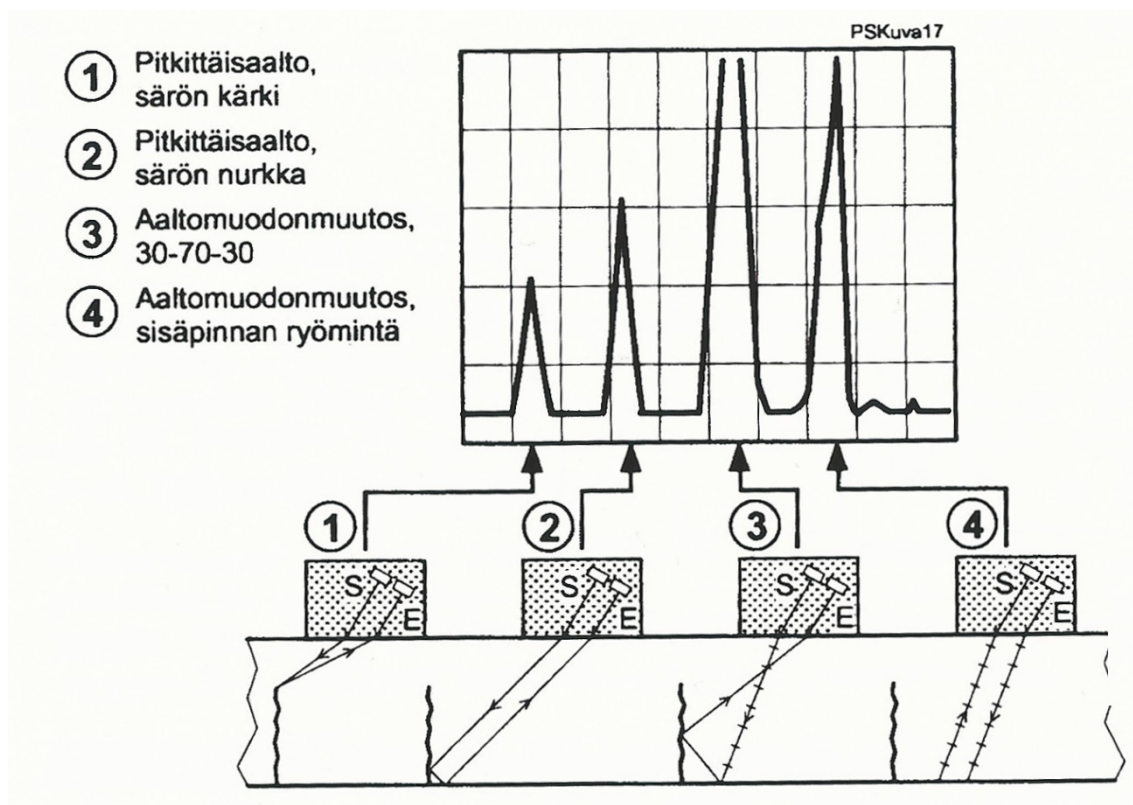
Ultraäänimittaus yksinkertaisimmillaan tarkoittaa sitä, että seurataan ultraäänen etenemistä mitattavassa kappaleessa. Jokaiselle materiaalille on luokiteltu oma äänennopeus, eli nopeus, jolla nopeudella ääni kulkee materiaalissa. Tämä mahdollistaa materiaalin sisuksen tutkimisen mahdollisten epäkohtien varalta, eli mikäli poikkeamaa näkyy UT- mittauksessa niin voidaan olettaa, että jotain muutoksia on tapahtunut materiaalissa. Viat ilmenevät äänen takaisin heijastumisena kohteesta. Näin UT- mittauksella voi erottaa esimerkiksi putkesta erilaiset säröt ja halkeamat. Ultraäänimittaus mahdollistaa siis kohteen paksuusmittauksen sekä havaitsemaan materiaalin sisäiset virheet ja muutokset. Kyseisellä menetelmällä kyetään mittamaan paksuuksia 0,01mm tarkkuudella, kun mitattava alue on 1-200mm välissä. (Mikkonen 2009, 450.)

Ultraääniluotaimena on käytössä kahta erilaista: normaali- tai kulmaluotain. Normaaliluotain erottaa parhaiten kerrostumat ja saostumat, kun taas kulmaluotain kykenee havaitsemaan paremmin halkeamat, korroosio- tai väsymisvauriot. UT- mittauksen periaatekuva on esitetty kuvassa 17. Austeniittinen teräs, eritoten valettuna tai hitsattuna tuottaa ultraäänitarkastuksessa vaikeuksia sen huonon äänen liikkuvuuden vuoksi. (Åström 2007, 261.)

Käytettäessä kulmaluotainta ja hyppäystekniikkaa ei hyppäyskulma saa olla alle 35° eikä yli 70°. Kun käytetään useita luotaimia, on ainakin yhden luotaimen täytettävä tämä vaatimus. Yhden luotaimen kulma on oltava sellainen, joka mahdollistaa sen, että äänikeila kohtaa hitsin liitospinnat mahdollisimman koh-tisuorasti. Käytettävä taajuus luotaimilla on yleensä 2...5MHz. (SFS EN 1714.)



Kuva 17. Periaatekuva hitsin ultraääniluotauksesta. (Åström 2007, 262)



Kuva 17. Monikaikutekniikan periaate. (Åström 2007, 263)

Tarkastuspöytäkirjaa laadittaessa sieltä tulisi löytyä standardissa SFS-EN 1714:1998 sivulla 20 mainitut kohdat:

- Yleistiedot
 - o tarkastettavan kohteen tunnistaminen

- materiaali ja tuotemuoto
 - mitat
 - hitsin tai hitsien sijainti
 - piirroskohteen muodoista (mikäli tarvetta)
 - viittaus hitsausohjeeseen tai lämpökäsittelyyn
 - valmistustila
 - pinnan laatu
 - kohteen lämpötila, jos muu kuin 0...40 °C
- o sopimukset esityt vaatimukset, esimerkiksi spesifikaatiot, ohjeet, erityissopimukset jne.
- o tarkastuspaikka- ja päivämäärä
- o tarkastuslaitos sekä tarkastajan tunnus ja pätevyys
- o tarkastusviranomainen
- tiedot tarkastustekniikasta
 - o tarkastustaso ja viittaukset erilliseen ohjeeseen, jos käytetty
 - o tarkastuslaajuus
 - o luotausalueiden sijainti
 - o nollapisteiden sijainti ja koordinaatiston yksityiskohdat, kuten esitetty kohdassa 12.4
 - o luotaimien sijainti, kuten esitetty liitteessä A tai piirroksen avulla
 - o etäisyysasteikko
 - o vahvistuksen säätämistapa ja arvot (vertailutason vahvistusarvo ja siirtymiskorjauksen arvo)
 - o vertailutaso
 - o perusaineen tarkastustulokset
 - o hyväksymisrajastandardi

- o poikkeamat tästä standardista tai sopimuksen vaatimuksista
- tarkastustulokset
 - o virheen koordinaatit, kohdan 12.4 mukaan ja käytetyt luotaimet ja niiden sijainnit
 - o kaiun enimmäiskorkeus kohdan 12.5.2 mukaan ja vaadittaessa, virheenmuoto ja koko
 - o virheenpituus kohdan 12.5.3 mukaan
 - o tarkastustulokset hyväksymisrajojen mukaan (SFS-EN 1714)

3 KUNNONVALVONTAJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO

Kunnonvalvontajärjestelmiä on useita erilaisia, eri toimittajilta ja keskittyen usein melko kapealle erikoisosaamisalalle. Kiinteän kunnonvalvontajärjestelmän suuri etu on sen turvallisuus prosessihenkilökunnalle, kun mittalaitteet voidaan sijoittaa sen tyyppisiin kohteisiin joissa tapaturma riski olisi huomattava tai itse kohde on sinne pääsemättömässä paikassa. Kiinteästi sijoitettu kunnonvalvontaa suorittavat mittarit tuovat siis informaatiota reaaliaikaisesti prosessinhoitajien käyttöön. (Tolonen 2012, 37)

Kunnonvalvontajärjestelmää hankittaessa tulee huomioida se, että ohjelmisto on täysin valmispaketti. Tämä tarkoittaa sitä, että tilaajan toimeksi tulee hoitaa työtilat ja tarvittava laitteisto, mutta ohjelmiston kehittäjät tekevät työn ja hoitavat järjestelmän käyttökuntoiseksi. (Opinnäytetyö, Juha-Pekka Tolonen)

Tietojärjestelmän käyttöönotto on erittäin epävarma projekti. On tehty karkea arvio, että 75% kaikista käyttöönottoprojekteista ei ikinä saavuta valmiin projektin hyväksyntää, eli ei saavuta käyttöönottovaihetta (Paavolainen 2009,16.)

Tietojärjestelmä koostuu ihmisistä, tiedostoja hallinnoivasta koneistosta, siirtolaitteista sekä ohjelmistoista. Ne voivat olla täysautomaattisia ja manuaalisia tietojärjestelmiä. Opinnäytetyön aikana käyttöönotettiin ja laadittiin manuaalietojärjestelmä eli järjestelmään tulevat uudet ja vanhat tiedot siirretään jonkun henkilön toimesta manuaalisesti järjestelmään. Tätä voidaan kutsua myös nimellä pakettiohjelma/ asiakaskohtaisesti räätälöityohjelma.

Tietojärjestelmän käyttöönotto vaatii ainakin ohjelmiston laatimisen, mikäli ei ole valmista pohjaa saatavilla, projektisuunnitelman eli aikataulutuksen, järjestelmän asennuksen kohteen palvelimille, tiedostojen lisäyksen, ohjelmiston käytön opetuksen sekä hyväksymistestauksen läpäisemisen. (Kiuru 2006)

3.1 Organisatorinen käyttöönotto

Organisatorisessa järjestelmän käyttöönotossa johtoporras tekee päätöksen järjestelmän tarpeellisuudesta sekä siitä kenelle käyttöoikeudet tulevat. (Paavola 2009, 21)

Käyttöoikeus voidaan jaotella luku- ja kirjoitusoikeuteen. Esimerkiksi prosessihenkilöstö voi selata dokumentteja, muttei voi tehdä muutoksia tietoihin, kun taas erinäiset toimihenkilöt voivat lukea sekä kirjoittaa tietoja eli tehdä muutoksia jo olemassa oleviin tietoihin sekä lisätä dokumentteja järjestelmään.

3.2 Käyttöönoton haasteet työyhteisölle

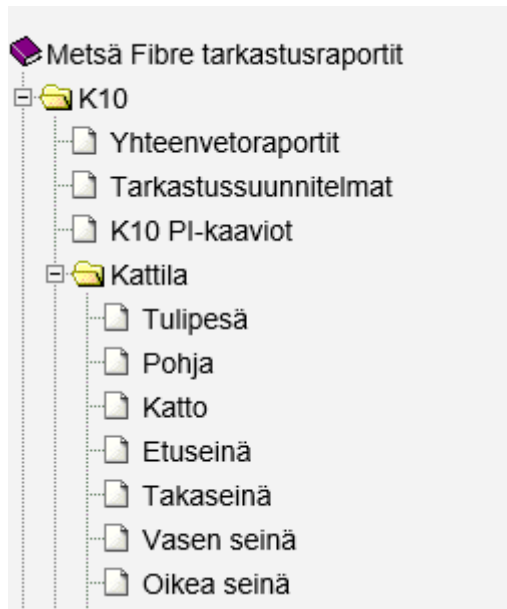
Tietojärjestelmän käyttöönotto on haastava projekti myös työyhteisölle. Kaikki eivät ole mukana tuotteen kehityksessä ja tätä myöden myös heidän tietonsa kyseisestä ohjelmistosta ei tule olemaan sama, kuin ohjelmiston kehitykseen osallistuneilla. Tämä tietenkin vaikuttaa myös valmiin ohjelmiston käyttöön ja sen opetteluun. Sen vuoksi työyhteisön tulisi tukea ja auttaa niitä henkilöitä, joille ohjelmiston käyttö ei ole arkipäiväistä.

Myös tietojärjestelmän laadinnan ja tietojen keräyksen aikana haastetta työyhteisölle tuo myös vanhempien tiedostojen etsintä sekä niiden jakaminen ja syöttäminen valmiiseen ohjelmistoon. Mikäli ohjelmistoa ei opettele käyttämään alusta alkaen järjestelmällisesti, tulee sen käytön aloittamisen kynnys kokoajan suuremmaksi.

3.3 Laitepaikkahierarkia

Hierarkian tarkoituksena on työstää sellainen navigointipuu, joka mahdollistaa sujuvan selaamisen useiden eri tuotantopaikkojen ja kohteiden välille. Perus-

idea on kerätä kohteet ryhmiin ja yhden pääkohdan alle kaikki siihen liittyvät pienemmät kokonaisuudet. Tässä voidaan edetä putkitus - instrumentointi kaavion tyyllillä. (PI- kaavio). (Timo Parantainen 2007, 223.)



Kuva 18. Laitehierarkia kunnonvalvontaraporttien hallinnointijärjestelmästä

4 KÄYTÄNNÖN OSUUS

Opinnäytetyön alkuvaiheessa tärkeimpänä työvaiheena oli selvittää se mikä on kunnonvalvontaraporttien hallinnointijärjestelmän tilaajan eli BMS:n visio ohjelmasta ja sen toiminnasta.

Työssä sovittiin tarkasteltavan kuorikattilaa, koska se oli laitepaikkahierarkian laajuuden vuoksi sopiva kokonaisuus opinnäytetyötä varten. Opinnäytetyössä sovittiin myös tehtäväksi ohjelmiston käytön opetusmateriaali. Lopullisena tavoitteena oli tehdä kunnonvalvontajärjestelmälle käyttöönotonmalli, jota voidaan hyödyntää jatkossa laajennettaessa sen käyttöä muille tehdasalueille.

4.1 Laitehierarkia

Laitehierarkia tai navigointipuu tuli määritellä ohjelmistoa tekevän yrityksen NDT Inspection & Consulting Oy:n henkilöstölle mahdollisimman nopealla aikataulul-

la, jotta päästäisiin tekemään perusrunko ohjelmistolle valmiiksi tiedostojen syöttämistä sekä testausvaihdetta varten.

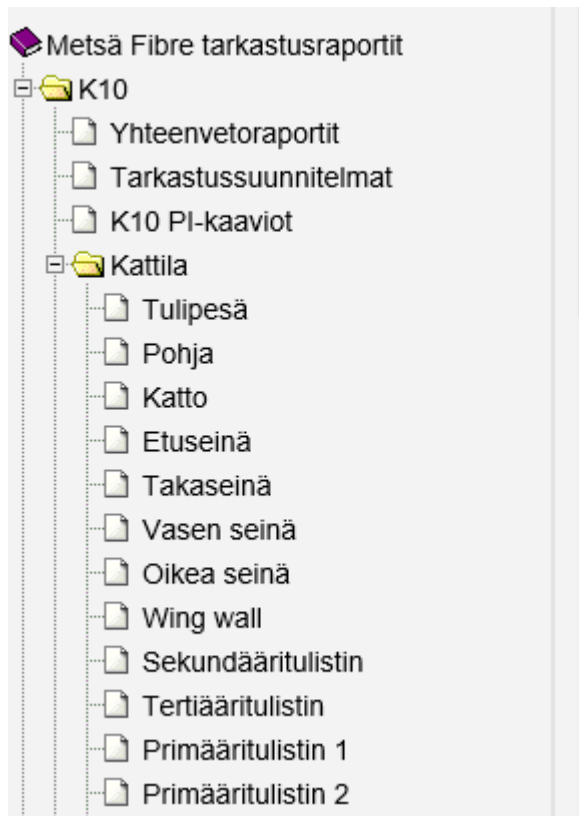
Laitehierarkiana päädyttiin käyttämään tehtaan SAP- toiminnanohjausjärjestelmän laitepaikkaluetteloa. Tämän pohjalta selvitettiin kunnossapitotoimintoja johtavien henkilöiden kanssa yhteistyössä mitkä laitteet otettiin kunnonvalvonnan raportoinnin piiriin. Tämä vaihe vei noin viikon verran työaikaa. Määritelty laitehierarkia oli selkeä ja johdonmukaisesti prosessikiertoa noudattava. (ks. kuva 19.)

Laitehierarkian määrittelyn valmistuttua oli mahdollista luoda kyseinen hierarkia ohjelmistoon. Kuvassa 20 nähdään esimerkki ohjelmistoon syötetystä laitehierarkiasta. Käyttöliittymänä se muistuttaa Windowsin tiedostonhallintanäkymää ja kansiot muodostavat linkin kyseisen kohteen raporttiedostoihin (kohdetiedot, piirustukset, kunnonvalvontaraportit ja mittaustulokset).

Ohjelmistoon päätettiin sisällyttää seuraavat prosessit kuorikattilan alueelta:

- Kattila
 - o Kattilan alaisuudessa on 24 eri toimintopaikkaa, joista hierarkiaan tulevat muun muassa seinät, tulistimet sekä lieriö,
- Syöttövesijärjestelmä
 - o Syöttövesijärjestelmään kuuluu 12 toimintopaikkaa, joista muun muassa syöttövesiputkistot, syöttöveden pääsulkuventtiilit, sekä syöttövesipumput
- Höyryjärjestelmä
 - o Höyryjärjestelmään kuuluu 9 toimintopaikkaa, joista muun muassa höyryputket, lauhdepumput sekä ulospuhallussäiliö
- Palamisilma- ja savukaasujärjestelmä
 - o Tämän kohdan alaisuuteen kuuluu 11 toimintopaikkaa, joista muun muassa savukaasupuhaltimet, pääilmapuhallin sekä savukanavat

- Tuhkankäsittely- ja sähkösuotimet
 - o Tuhkankäsittelyn alaisuuteen kuuluu 12 eri toimintopaikkaa, joista muun muassa sähkösuotimet, tuhkaputket sekä tuhksiilo
- Nuohousjärjestelmä
 - o Nuohousjärjestelmään kuuluu 5 toimintopaikkaa, joista muun muassa nuohoushöyryn käsisulkuventtiilit sekä nuohoimet 1-25
- Polttoöljyjärjestelmä
 - o Tämän kohdan alle kuuluu vain kolme eri toimintopaikkaa, jotka ovat öljyn esilämmitin, öljyputkistot sekä polttoöljyn esilämmitin
- Polttoaineensyöttö ja kuorikuljettimet
 - o Polttoaineensyöttöön kuuluu 11 toimintopaikkaa, joista muun muassa polttoainekuljettimet, polttoainesiilot sekä polttoaineen syöttöruuvit
- Yhteiset
 - o Tänne sijoittuu vain kaksi toimintopaikkaa, jotka ovat hiekkasiilo sekä hiekkaputket
- Putkistot
 - o Putkistoihin on sijoitettu kemikaaliputket sekä lauhdeputket
- Säiliöt
 - o Kemikaalisäiliöt sekä rekisteröidyt painelaitteet ovat omina kokonaisuuksina järjestelmässä.



Kuva 19. Navigointipuu kunnonvalvontaraporttien hallinnointijärjestelmästä

Vasen seinä

Valmistaja/vuosi:	Ahlström
Rekisterinumero:	
Toimintopaikka:	KEM_775HK06-1
Uusittu/ muutettu/ vuosi:	
Materiaali/t:	ST45.8 III
Nimellispaksuudet:	63.5x6.3 mm
Hälytysraja:	
Laskennallinen minimi:	
Sisältö:	
Suurin sallittu käyttöpaine:	133 bar
Suurin sallittu lämpötila:	333 C
Tilavuus:	

Tarkastusraportit

[Iso piirustuskuva](#)

[Piirustukset ja materiaalitiedot - kansio](#)

[Valokuvat - kansio](#)

[Muut tiedot ja dokumentit - kansio](#)

[Painelaitetarkastukset - kansio](#)

Kuva 20. Kohdesivu, mittalinja linkkeineen

Kohdesivulta löytyy suorat pikalinkit muun muassa tarkastusraportteihin, piirustukuviin, valokuvakansioon sekä materiaalitiedot -kansioon. (kuva 21. Tarkastusraportit kansio)

ETUSIVU		
Leijutusilmapuhallin		
Tarkastusraportit - kansio[1]		
Nimi ja linkki dokumenttiin	Tarkastaja	Pvm.
Leijuilmapuhallin K10	NDT E.Huhta Oy	22.8.2013
Leijuusilmapuhallin K10	Botnia Mill Service	22.8.2013

Kuva 21. Tarkastusraportit kansio

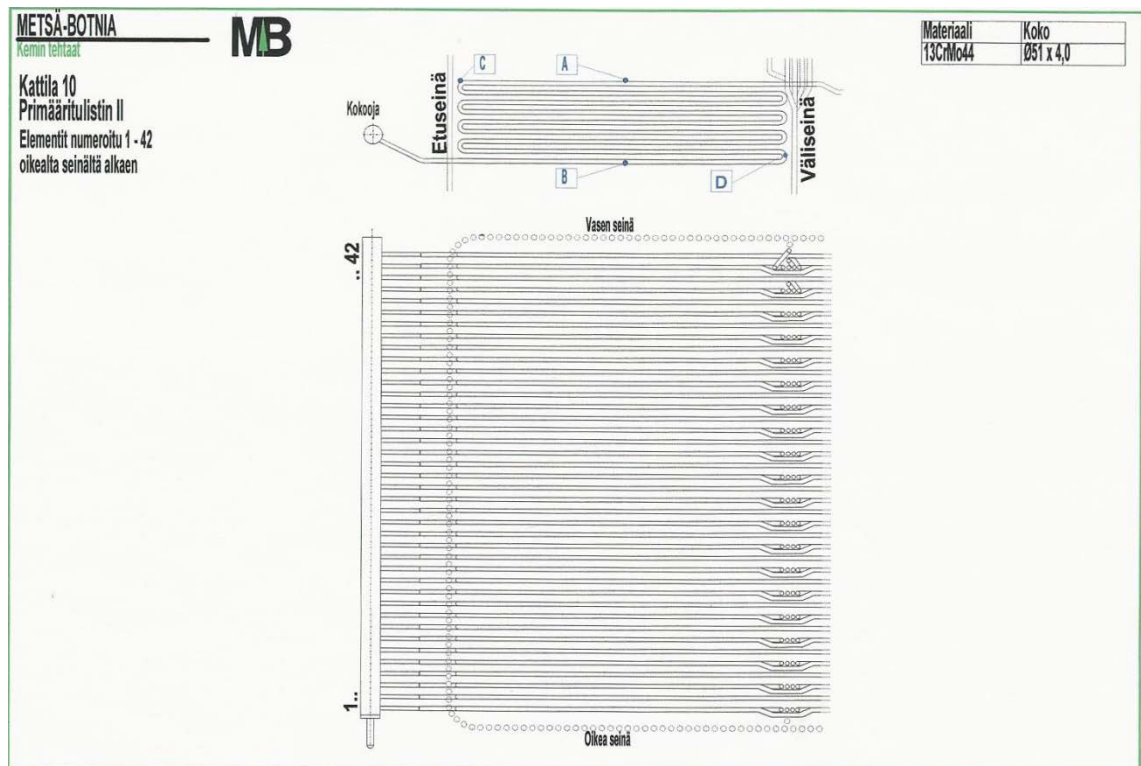
4.2 Raporttien hankinta

Järjestelmään päätettiin sisällyttää raporttien kymmenenvuotta (10) vanhat historiatiedot ja tämän jälkeen viiden(5) vuoden aikajaksolta vuosittain raportit ohjelmistoon, mikäli sinä vuonna oli tehty tarkastuksia. Siitäkin huolimatta ohjelmistoon tuli myös huomattavasti vanhempia raportteja johtuen raporttien saamisen vaikeudesta. Osittain näitä vaikeuksia toi myös aiemmin käytössä olleen mittaustulosten hallinnointi ohjelman hajoaminen, tämän takia joka vuodelta mittatuloksia ei ollut saatavilla. Raporttien etsiminen ja jälkikäsitteily oli projektin selkeästi työteliäin ja aikaa vievin osuus. Tämä käsitti yli kuukauden mittaisen paperikansioiden selauksen, skannuksen ja kuvankäsittelyn. Kun tähän mennessä kaikki raportit olivat paperisina versioina, tuli ne saattaa sähköiseen muotoon skannaamalla ja kuvankäsittelyllä, jotta ne saatiin ohjelmistossa käytettäviksi. Oman haasteensa työhön toi se, että eri yritysten toimittamat raportit olivat yleensä myös tehty erilaisille dokumenttipohjille eli niissä oli hyvin vähän yhteneväisyyttä.

4.3 Piirustukset sekä mittalinjat

Piirustukset olivat pääsääntöisesti erittäin hyvin arkistoituina arkistossa, josta oli kohtuullisen helppoa etsiä tarvittavat piirustukset. Myös BMS:n sähköisen arkiston hoitajalta sai erittäin paljon kuvia suoraan muistitikulle, josta pystyi muokkaamaan kuvista hieman laadukkaampia sekä muuttaa kuvat oikeaan tiedostomuotoon. Eritoten suurikokoiset piirustuskuvat tuli viedä arkistonhoitajalle skannattaviksi. Piirustuskuvista löytyi karkeasti arvioiden n. 90 prosenttia, niistä joita oli etsittävänä.

Mittalinjakuvasta selviävät kunnonvalvonnan alaisuudessa olevan kohteen tarkastettavat kohdat. Nämä kohdat ovat tarkasti määriteltyjä kohteita, joissa on havaittu muutoksia prosessista sekä ajasta johtuen. (kuva 21.) Kuvassa 21 on esiteltynä mittalinjat primääritulistin 2:sesta kirjaimilla A, B, C ja D. Ennalta määritellyt mittalinjat mahdollistavat systemaattisen seurannan kohteelle, kun aina tarkastuksia tehtäessä suoritetaan tarkastukset samoille mittalinjakohdille. Tämä mahdollistaa seurannan siitä, mitä muutoksia materiaalissa vuosien varrella ja näin pystytään ennakoimaan mahdollinen putkistonvaihto ilman suurempaa remonttia, joka olisi johtunut rikkoutuneesta kohteesta.



Kuva 21. Mittalinjakuva primääritulistin 2.

Mittalinjakuvat täytyi skannata paperisista versioista ja kuvankäsittelyohjelmalla parantaa kuvien selkeyttä. Mittalinjakuvat olivat edellisten vuosien tarkastusraporttikansioissa tulostettuna. Koska edellinen raporttienhallinnointijärjestelmä oli tuhoutunut, tästä johtuen ei ollut mahdollisuutta käyttää sähköisiä alkuperäisversioita hyväksi. Tämä aiheutti lisätyötä kuvien muokkaamisen suhteen, kun monesti skannatut kuvat menettävät suuren osan tarkkuudestaan.

4.4 Ohjelmiston testaus

Valmis ohjelmisto siirrettiin Metsä Fibren palvelimelle. Tämä aiheutti pientä viivettä testaamaan pääsyssä, koska ohjelmiston siirtäminen suojatulle palvelimelle tarvitsee useiden henkilöiden hyväksynnän. Jotta ohjelmisto saatiin Metsä Fibren verkosta, myös BMS:n tuli ohjelmisto linkittää myös tehdasalueella käytössä olleeseen Citrix- palvelimeen, joka mahdollistaa myös BMS:n valituille henkilöille ohjelmiston käytön.

Kun ohjelmistoa pääsi koeponnistamaan verkon kautta, se toimi pääsääntöisesti, niin kuin pitikin. Ainoa pieni heikkous siinä oli se, että tiedostojen lisääminen ja kohdetietojen päivittäminen ovat huomattavasti hitaampaa Citrix:n kautta, kuin suoraan Metsä Fibren verkossa olevalla koneella. Tämä johtuu siitä, kun Citrix:n kautta ohjelmistoa käyttävät Caverionin verkossa olevat koneet menevät useamman palomuurin läpi, kuin Metsä Fibren verkossa olevat tietokoneet. Tiedostojen lisääminen onnistuu kuitenkin myös Citrix:n kautta, mutta se ottaa hieman enemmän aikaa. Tämän vuoksi ehdotan, että Metsä Fibre hankkisi kunnonvalvontaraportteja hallinnoivalle henkilölle tietokoneen, joka olisi Metsä Fibren verkossa, tämä mahdollistaisi sujuvamman ja nopeamman ohjelmiston käytön.

4.5 Ohjeistuksen tekeminen ja ohjelmiston opetus

Opinnäytetyöhön liittyi myös ohjelman käyttöön liittyvän ohjeistuksen laatiminen. Laadin tämän ohjeistuksen sillä periaatteella, että jokainen, joka tulee jossain vaiheessa käyttämään tätä ohjelmistoa, osaa tehdä tarvittavat muutokset ja lisäykset ohjelmistoon itsenäisesti näiden ohjeiden avulla. Katso liite 1.

Käytännönopetus pidettiin Jarno Penttilän kanssa 3. helmikuuta 2015 soodakatilan palaverihuoneessa. Tilaisuudessa käytiin läpi, kuinka ohjelmisto toimii, mikä sen funktio on sekä se, kuinka lisätään tiedostoja ohjelmistoon ja muutetaan kohdetietoja. Palaverissa ei huomattu suuria puutteita ohjelmistossa.

4.6 Havainnot tehtaalla käytettävistä kunnonvalvontaraporteista

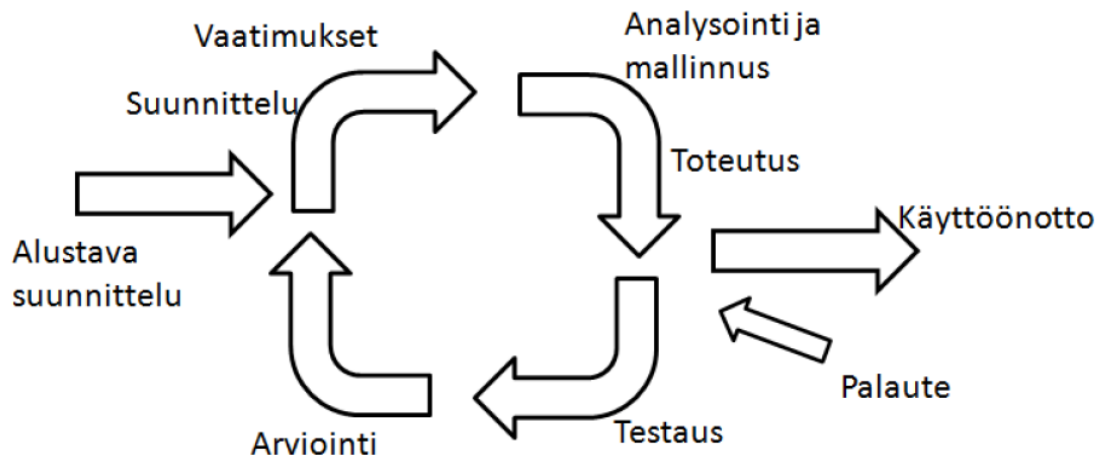
Suurin ihmettelyn aihe oli raportointi pohjien kirjava valikoima. Käytössä ei ollut kertaakaan ns. standardin mukaista raportointipohjaa mikä on määritelty SFS-EN 970, 1435, 1714, 571-1, 1290 standardeissa. Osa standardeissa määriteltyistä kohdista löytyy raporteista, mutta pääsääntöisesti kaikkia standardeissa määriteltyjä kohtia ei ole kirjattuna raporteihin, joita on luovutettu tarkastuksen jälkeen. Tämän vuoksi ehdottaisin, että tehtaalla selkeyden vuoksi otettaisiin käyttöön jokaista tarkastusmenetelmää kohti yksi(1) tietty raportointipohja, joka

on täysin SFS-standardien mukainen, jota tulisi käyttää aina tarkastusta tehtäessä.

5 KUNNONVALVONTAJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTON MALLI

Tässä työssä tehtiin käyttöönotto kunnonvalvonnan raportointijärjestelmälle selutehtaan kuorikattilalle. Tarkoitus on jatkossa ottaa järjestelmä käyttöön myös tehtaan muihin prosesseihin. Kun tämä tehdään, tulee noudattaa seuraavassa kuvattua mallia.

Tietojärjestelmän käyttöönotto käsittää kaikissa tapauksissa karkeasti seuraavat vaiheet: 1. mahdollinen esiselvitys, 2. määrittely, 3. analysointi ja suunnittelu, 4. toteutus, 5. testaus ja 6. ylläpito / mahdolliset kehitystoimenpiteet (ks. kuva 22).

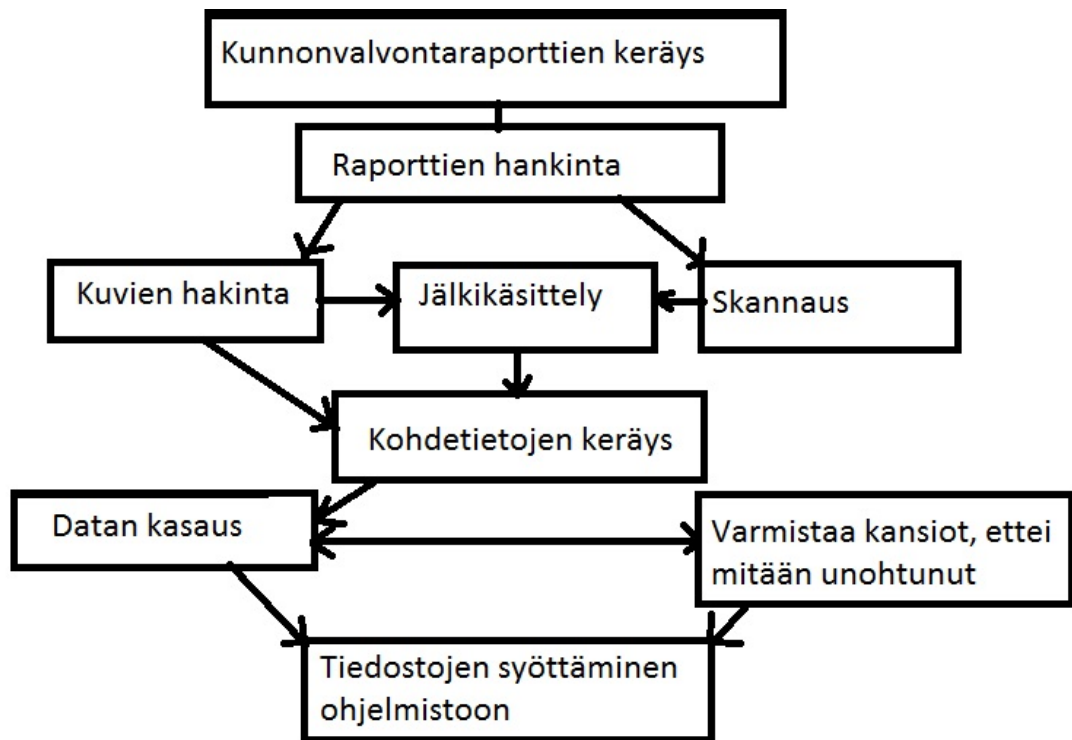


Kuva 22. Ketterä ohjelmistokehitys. (Aikkila, Saukko 2012, 7)

Järjestelmän määrittely on tehty tässä työssä. Tämän vaiheen tuloksena syntyi mm. päätös siitä, mitä prosesseja ja toimintopaikkoja järjestelmään otetaan mukaan (ks. luku 7.1 laitehierarkia). Tehty määrittely pätee myös muille tulevaisuudessa järjestelmään mukaan otettaville prosesseille.

Analysointi ja suunnitteluvaihe jakaantui siten, että tässä työssä keskityttiin tulevan raportointijärjestelmän sisällön tuottamiseen ja ohjelmiston toimittaja vastasi järjestelmän tietoteknisestä suunnittelusta. Sisällön tuottaminen käsitti mm. tarvittavien dokumenttien (raportit, piirustuskuvat, mittalinjakaaviot, jne.) luomisen.

Tämä tarkoitti myös sitä, että jouduttiin tekemään mittava työ lähdeaineiston kokoamisessa ja sen digitalisoinnissa. Kuvassa 23 on esitetty toimintamalli siihen, miten lähdeaineiston kokoaminen kannattaa tehdä seuraavaa prosessia käsiteltäessä.



Kuva 23. Toimintamalli järjestelmän datan keräyksen.

Järjestelmän toteutusvaiheessa tähän työhön kuului määriteltyjen dokumenttien ja tietojen syöttäminen ohjelmistoon. Tämä tapahtui sen jälkeen, kun kaikki tarvittavat tiedot ja dokumentit oli saatu sähköiseen muotoon.

Kun nämä kohdat on suoritettu, tulee etsiä ne tiedot ja dokumentit jotka on sovitettu ohjelmistosta löytyvän. Tämän jälkeen tulee ne syöttää ohjelmistoon sisälle sekä varmistaa ohjelmiston toimivuus. Suurin työ järjestelmän käyttöönotossa tulee olemaan ylivoimaisesti dokumenttien hankinta ja niiden syöttäminen ohjelmistoon. Tämä vaihe riippuen laajuudesta tulee viemään karkeasti 70...80 % ajasta jota kuluu kunnonvalvontajärjestelmän käyttöönottoon.

Järjestelmän ollessa valmiina käyttöön, alkaa tärkein vaihe. Opetus. Jotta kunnonvalvontajärjestelmästä saisi kaiken hyödyn tulee käyttäjät perehdyttää huolella käytettävään järjestelmään sekä luoda heille selkeä kirjallinen ohjeistus pulmatilanteita varten. Ilman selkeää perehdytystä järjestelmästä ei olisi mitään hyötyä yritykselle kun osa ohjelmiston toiminnoista voisi jäädä kokonaan hämärän peittoon.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön funktiona oli kehittää ja käyttöönottaa kunnonvalvontaraporttien hallinnointijärjestelmä. Työssä oli mukana aktiivisesti ohjelmiston pääkehittäjät NDT Inspection & Consulting yrityksestä Jarno Penttilä sekä Santeri Anttila sekä BMS:n puolelta Heikki Ojanen. Ohjelmisto tuli sijoitetuksi Metsä Fibren verkolevylle, johon BMS:llä on pääsy Citrix palvelimen kautta. Vastaavanlaista järjestelmää ei ole käytössä missään muualla, joten tämä on räätälöity ohjelmisto suoraan Metsä Fibren henkilöstön sekä Botnia Mill Service:n henkilöstön toiveiden mukaisesti.

Ensimmäisenä työvaiheena oli määrittää haluttu navigointipuu, eli laitehierarkia, joka toimii perustana raporttien ja kohdetietojen syöttämiseksi. Tämä oli nopein työvaihe suorittaa työssä, kun kävin haastattelemassa niitä henkilöitä, jotka tulevat tätä ohjelmaa aktiivisesti käyttämään. Heiltä saatu tieto oli melko yhtenäistä, joten laitehierarkian muodostuminen kävi nopeasti. Kaikki oli kuitenkin SAP-käyttöjärjestelmän mukaista, lähinnä vain eräiden kohteiden poisjättämistä sekä pientä viilaamista järjestyksestä. Tämän vaiheen suurin aikatauluongelma oli tarvittavien tunnusten saaminen verkkoon ja tietokoneelle. Kun ne tulivat kuntoon, työ alkoi etenemään tasaisesti eteenpäin.

Suurin haaste aikataulutuksessa oli pysyminen suunnitellussa aikataulussa raporttien hankinnan osalta. Koska kaikki raportit eri vuosilta ovat paperisena, oli suuri työ niiden skannauksessa, käsittelyssä sekä kuvien etsimisessä. Onneksi suuri osa kuvista oli sähköisenä verkossa. Tämä työvaihe hieman myöhästyi aikataulusta, mutta saimme kaikki saatavilla olleet raportit syötettyä ohjelmistoon.

Testausvaiheessa oli suuret odotukset ohjelmiston toimimiselle, ja kyllähän se toimikin suurin piirtein niin kuin pitkin. Mutta isoin yllätys oli kuitenkin se, miten hitaasti Citrix:n kautta lisättävä tieto latautuu palvelimelle. Tämä johtuu täysin siitä, kun Citrix:n kautta lisättävä tieto menee usean eri palomuurin läpi, joten

tietenkin latausajatkin ovat pidemmät, kuin suoraan Metsä Fibren verkossa li-sätyinä. Johtopäätöksenä tämän ongelman ratkaisemiseksi sovimme, että tulee yksi yhteinen tietokone, joka on Metsä Fibren verkossa, ja sillä tehdään kaikki suuremmat raporttien lataukset seisakkien aikana, jotta se sujuisi mahdollisim-man sulavasti.

Omasta mielestäni tämä opinnäytetyö oli erinomainen työn erilaisuuden vuoksi. Tämä lisäsi huomattavan paljon tietouttani kunnonvalvontaraporteista, niiden sisällöstä ja sekä siitä, mitä järjestelmän käyttöönotto todellisuudessa vaatii. Ennen tätä työtä järjestelmienkäyttöönottotieto on ollut vain lähinnä sivusta seu-raajana silloin tällöin, kun on työelämässä nähnyt, että jokin järjestelmämuutos on nyt tekeillä.

LÄHTEET

Aikkila, P. Saukko, T. 2012. Tietojärjestelmän käyttöönotto ja ylläpito. Lappeenranta teknillinen yliopisto. Kandidaatintyö.

Anttila, S. 2013. NDT- menetelmistä ja niiden valinnasta tutkimustyössä. Lapin ammattikorkeakoulu. Tekniikan ja liikenteen ala. Opinnäytetyö.

Anttila, S. 2014 NDT- Inspection & Consulting Oy Manager. Keskustelu 13.11.2014.

BMS Excellence 2013

BMS yritysesittelymateriaali

Hakkinen, T. 2014. Vesiturbiinin kunnonvalvonta. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Tekniikan ja liikenteen ala. Opinnäytetyö.

Inspecta, 2015. Rikkomatonaineenkoetus. Viitattu 7.1.2015
<http://www.inspecta.com/fi/Palvelut/Testaus/Rikkomaton-aineenkoetus-NDT-Non-Destructive-Testing/>.

Inspecta, 2015. Rikkovanaineenkoetuksen. Viitattu 7.1.2015
<http://www.inspecta.com/fi/Palvelut/Testaus/Rikkova-aineenkoetus-DT/>

Järviö, J. Piispa, T. Parantainen, T. Åström, T, 2007. Kunnossapito. 10. painos. Helsinki: KP-Media Oy

Kauppi, T. Kyröläinen, J. Lukkari. Hitsauksen materiaalioppi, käsikirjoitus, Suomen hitsaustekninen yhdistys ry., 2015.

Kiuru, V. 2006. Tietojärjestelmän käyttöönottoprojekti. Lahden ammattikorkeakoulu. Taloushallinto. Projekti.

Metlab 2015. Rikkovassa aineenkoetuksessa käytettävät standardit. Viitattu 7.1.2015

Opetushallitus 2015. Johdatus kunnonvalvontaan. Viitattu 6.3.2015
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_k1_johdanto_kunnonvalvontaan.html

Paavolainen, A. 2009. Tietojärjestelmän käyttöönotto käyttäjän näkökulmasta. Lahden ammattikorkeakoulu. Tietojenkäsittely. Opinnäytetyö

Penttilä, J. 2014&2015. NDT- Inspection & Consulting Oy, Manager. Keskusteluita 19.12.2014 & 15.1.2015.

Rikkomaton aineenkoetus. Viitattu 7.1.2015
<http://aboutit.co.nz/ianda/ISImplementationGuidelines%5B29kb%5D.pdf>.

SFS EN 1290

SFS EN 1435

SFS EN 1714

SFS EN 571-1

SFS EN 970

Tolonen, J-P 2012. Selvitys karkeamurskaamon kiinteästä kunnonvalvonnasta.
Kajaanin ammattikorkeakoulu. Tekniikan ja liikenteen ala. Opinnäytetyö.

LIITTEET

- Liite 1. Kunnonvalvontaraporttien hallinnointijärjestelmän käyttöohjeet 1(5)
- Liite 2. Navigointipuu kokonaisuudessaan

Liite 1



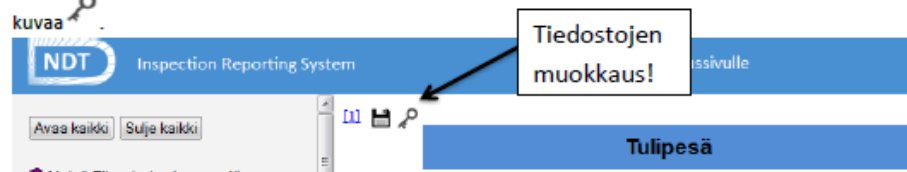
TARKASTUSDOKUMENTTIEN
HALLINNOINTIJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖOHJE

Olli Honkalampi
8.1.2015

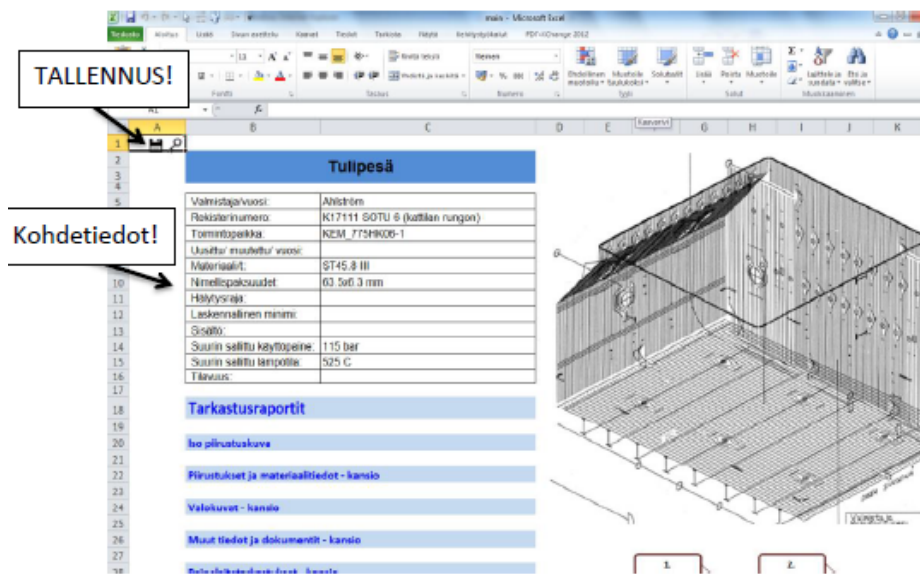
NDT- tarkastusraporttien hallinnointijärjestelmän käyttöohjeet

Ohjelman tarkoituksena on säilyttää ja tehdä ns. varmuuskopio tehdyistä kunnonvalvonta raporteista.

Ohjelmaan tietojen syöttäminen tapahtuu kohdesivun vasemmasta yläkulmasta painamalla avaimen

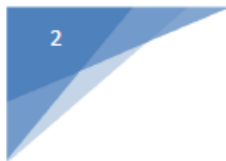


Tämän jälkeen aukeaa Microsoft Excel- ohjelmisto jossa tehdään kaikki muutokset kyseiselle sivulle joka on aukaistuna avaimesta.



Tähän näkymään päästyäsi pystyt lisäämään kohdetietoja rivistöille sekä lisäämään tarkastusraportteja, mittauksia, valokuvia yms. Mitä sivulta löytyy alikansioita.

Kun olet lisännyt esimerkiksi suurimmaksi sallituksi lämpötilaksi 525 C. Sen jälkeen tallentaaksesi tiedon sinun tulee painaa levykkeen kuvaa vasemmasta yläkulmasta.



TARKASTUSDOKUMENTTIEN HALLINNOINTIJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖOHJE

Olli Honkalampi
8.1.2015

Tarkastusraportin lisääminen ja linkittäminen



Lisätäksesi tarkastusraportin sinun tulee aukaista se kohdesivu ohjelmasta jonka raportin haluat lisätä painaa avaimen kuvaa vasemmasta yläkulmasta (katso yllä oleva kuva).

Sen jälkeen klikata kohtaa "tarkastusraportit".

Tarkastusraportit

Tämän jälkeen kun sivu on aukaistuna tulee sinun klikata seuraavaksi kohtaa missä lukee "tarkastusraportit kansio[1]".

Tarkastusraportit - kansio		
Nimi ja linkki dokumenttiin	Tarkastaja	Pvm.
Tulipesän oikea seinä MT- tarkastus	NDT-Inspection & Consulting Oy	27.5.2014
Tulipesän tarkastus	NDT-Inspection & Consulting Oy	27.5.2014

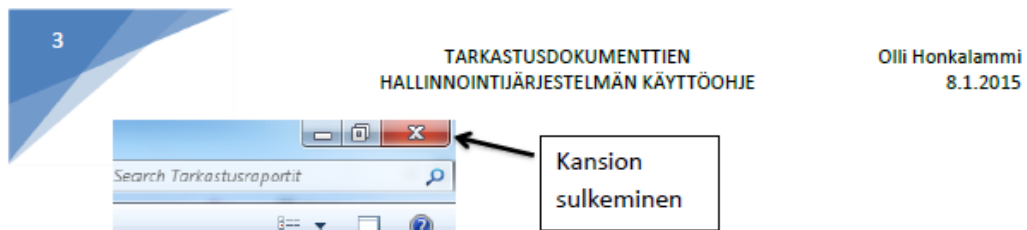
Tässä kohtaa pitäisi aueta kansio minne kopioidaan se raportti minkä haluat lisätä ohjelmaan oikean vuoden alaisuuteen. (ps. Mikäli excel kysyy haluatko avata tämän tiedoston klikatessasi "tarkastusraportit kansio" kohdetta niin paina vain OK!)

Raporttien
vuosi listaus.

- Tarkastusraportit 2005
- Tarkastusraportit 2006
- Tarkastusraportit 2007
- Tarkastusraportit 2008
- Tarkastusraportit 2009
- Tarkastusraportit 2010
- Tarkastusraportit 2011
- Tarkastusraportit 2012
- Tarkastusraportit 2013
- Tarkastusraportit 2014
- Tarkastusraportit 2015
- Tarkastusraportit 2016
- Tarkastusraportit 2017
- Tarkastusraportit 2018
- Tarkastusraportit 2019
- Tarkastusraportit 2020

Kun tiedosto on siirretty sulje vain avautunut kansio.





Hyperlinkin tekeminen raporttiin

Kun raportti on siirrettyä kohdekansioon, tulee tehdä pikalinkki eli hyperlinkki tähän raporttiin. Tämä onnistuu siten, että kirjoita exceliin dokumentin nimitiedot, tekijä ja päivämäärä seuraavalle tyhjälle sarakkeelle.

Kuvan osoittaman esimerkin mukaisesti.

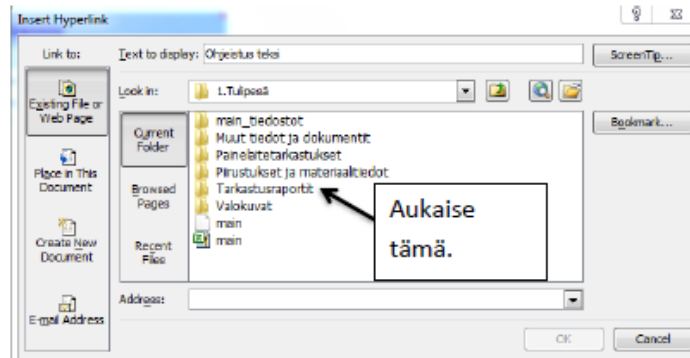
Tulipesä		
Tarkastusraportit - kansio		
Nimi ja linkki dokumenttiin	Tarkastaja	Pvm.
Tulipesän oikea seinä MT- tarkastus	NDT-Inspection & Consulting Oy	27.5.2014
Tulipesän tarkastus	NDT-Inspection & Consulting Oy	27.5.2014

Kun olet nämä tiedot kirjoittanut paina dokumentin nimi kohta aktiiviseksi hiirellä.

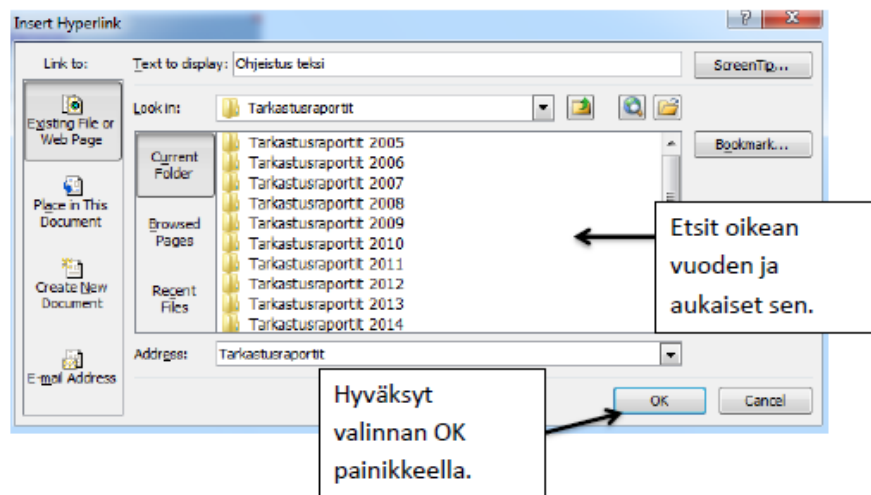
Tarkastusraportit - kansio		
Nimi ja linkki dokumenttiin	Tarkastaja	Pvm.
Tulipesän oikea seinä MT- tarkastus	NDT-Inspection & Consulting Oy	27.5.2014
Tulipesän tarkastus	NDT-Inspection & Consulting Oy	27.5.2014
Ohjeistus teksti	Yrityksen nimi	8.1.2015

Seuraavaksi lisää hyperlinkki kyseiseen dokumenttiin painamalla hiiren oikeaan näppäintä ja valitsemalla kohta "hyperlinkki". (Pikanäppäin hyperlinkin lisäämiseen on CTRL+K.)

Tämän jälkeen pitäisi aueta valikko ”lisää hyperlinkki”. Saattaa lukea myös englanniksi ”Insert Hyperlink”.



Seuraavaksi aukaiset siitä kohdan ”tarkastusraportit” ja sen jälkeen etsit oikean vuoden alaisuudesta sen raportit jonka aikaisemmin kävit lisäämässä sinne.



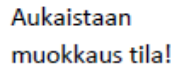
Kun olet sen löytänyt klikkaat sen hiirellä aktiiviseksi ja painat ”OK” Tämän jälkeen hyperlinkki on lisätty.

Tallenna tehdyt muutokset/lisäykset siten, että painat yläkulmassa olevaa etusivu ”

ETUSIVU

painiketta ja sen jälkeen levykkeen kuvaa .

Mittaustulokset lisätään siten, että aukaistaan kohdesivu edellä opitulla tavalla ja painetaan sitä mittalinjaa osoittavaa pikalinkki numeroa jonka tulokset ollaan syöttämässä.



Mittalinjaa
osoittava
pikalinkki!

[illegible]

Kun kaikki mittalinjan tulokset on lisätty, jälleen tallennus tapahtuu etusivun "ETUSIVU" kautta levykkeen kuvasta.

Liite 2.

Avaa kaikki Sulje kaikki Metsä Fibre tarkastusraportit K10 Yhteenvetoraportit Tarkastussuunnitelmat K10 PI-kaaviot Kattila Tulipesä Pohja Katto Etuseinä Takaseinä Vasen seinä Oikea seinä Wing wall Sekundääritulistin Tertiääritulistin Primääritulistin 1 Primääritulistin 2 Väliseinä Höyryn kostutuskammio prim. sek. Höyryn kostutuskammio sek. ter. Kuuma eko Kylmä eko Kylmä luvo Kuuma luvo Teräspanputki luvo Kiertoputkistot Lieriö Kattokaappi Laskuputket Syöttövesijärjestelmä Syöttövesiputket Syöttöveden takaiskuventtiili Syöttöveden pääsulku SYVE-Turbiinit, Sulkuventtiili SYVE-Pumppu 1, Sulkuventtiili pain. Hönlämmönvaihdin Turbiinipumppu, syöttövesi Sähköpumppu, syöttövesi Syöttövesipumppu SYVE-Kaasunerotin SYVE-Hönläuhdutin Syöttövesisäiliö Höyryjärjestelmä Jatkuvan ulospuhalluksen lämmönvaihdin Jatkuvan ulospuhalluksen paisuntasäiliö Päähöyryn varoventtiilit Korkeapainehöyry Korkeapainehöyryn ohitus Omakäyttölauhdesäiliö Lauhdepumput Ulospuhallussäiliö Höyryputket Palamisilma ja savukaasujärjestelmä Savukanavat Ilmakanavat Leijutusilman lämmönvaihdin Pääilmapuhallin Savukaasupuhallin 1 Savukaasupuhallin 2 Kiertokaasupuhallin Leijutusilmapuhallin Heittoilmapuhallin vas.

