

Lauri Ervasti

Lämpöteknisen energiantuotannon ympäristö- analyysien sekä prosessien tarkistus- ja päästömittausten tiedonhallinnan kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

27.5.2016

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Lauri Ervasti Lämpöteknisen energiantuotannon ympäristöanalyysien sekä prosessien tarkistus- ja päästömittausten tiedonhallinnan kehittäminen 44 sivua + 6 liitettä 27.5.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Energia- ja ympäristötekniikka
Ohjaajat	Diplomi-insinööri Petri Vesanto Lehtori Tomi Hämäläinen
<p>Insinöörityön aiheena oli suunnitella insinööritoimisto Novox Oy:n analyysi- ja mittaustulosten tiedonhallintaa selkeämmäksi sekä käytössä olevan järjestelmän tiedonhakua yksinkertaisemmaksi. Tavoitteiksi oli asetettu helppokäyttöinen kirjasto sekä olemassa olevien ja tulevien tulosten parempi käytettävyys. Tarkasteltavat tiedot ovat päästö- ja prosessimitausten analyysi- ja mittaustuloksia.</p> <p>Työn teoriaosuudessa tutustutaan ensin energia-alaa ohjaavaan lainsäädäntöön. Käsittely tapahtuu ympäristösuojelulain ja eri asetusten osalta erillisinä osiinaan sekä paras käytettävissä oleva tekniikka omaksi käsitteekseen irrotettuna. Seuraavaksi käydään läpi voimalaitoksen toimintaan liittyvät analyysit ja mittaukset. Ne jaotellaan työssä yrityksen tiedonhallinnan kannalta optimaalisimmilla tavoilla. Lopuksi käsitellään tiedonhallintaa yleisesti tämän insinöörityön aiheen näkökulmasta.</p> <p>Tiedonhallinnan kehittämisessä hyödynnettiin teoriaosuuden oppeja. Analyysit ja mittaukset eroteltiin toimivasti ominaisuuksien ja käyttötarkoitusten mukaan käytössä olevaan tiedonhallintaohjelmistoon. Tiedonhallinnassa käytössä olevaan M-Files-ohjelmistoon määriteltiin analyysi- ja mittaustulosten hallintaa varten työssä suunnitellut jaottelu- ja hakuparametrit.</p> <p>Lopputuloksena oli ohjelmiston entistä toimivampi kokonaisuus ja tietojen parempi hyödynnettävyys sekä pohja tulevaisuuden vastaavanlaiselle tietojen jaottelulle.</p>	
Avainsanat	Ympäristösäädökset, energiantuotanto, polttoaineanalyysi, tuhka-analyysi, päästömittaukset, hyötysuhdemittaukset, tiedonhallinta

Author Title	Lauri Ervasti Development of Data Management in Thermal Energy Production's Environmental Analyses, Process Verifying and Emission Measurements
Number of Pages Date	44 pages + 6 appendices 27 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical and Production Engineering
Specialisation Option	Energy and Environmental Engineering
Instructors	Petri Vesanto, M.Sc. Tomi Hämäläinen, Senior Lecturer
<p>This Bachelor's thesis was commissioned by an engineering office, Novox Oy. The purpose of this final project was to develop their data management system of analyses and measurements. The goal was to develop an easy-to-use databank which improves the usability of the existing and future information. The information in question is analysis and measurement results of emission and process verifying measurements.</p> <p>Firstly, the legislation of energy industry is examined. The Environmental Protection Act and various decrees are dealt with in separate sections and the best available technique is discussed as a concept of its own. Secondly, various analyses and measurements in power plant operations are studied. They are divided in the most optimal way for the company's data management. Finally, data management in general is described from the point of view of the thesis.</p> <p>The knowledge from the theory part was utilized in the development of the data management system. Consequently, it was possible to divide the analyses and measurements effectively according to their features and uses in the company's data management system. The system in question is M-Files in which classification and information retrieval parameters were designed to improve the handling of analyses and measurement results.</p> <p>As a result, more functional entirety of the data management system, better utilization of information and the base for similar classification of information in the future were accomplished.</p>	
Keywords	Environmental statutes, energy production, fuel analysis, ash analysis, emission measurements, efficiency measurements, data management

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Ympäristösäädökset	2
2.1	Ympäristönsuojelulaki	2
2.2	Polttolaitosten päästöasetukset	4
2.2.1	Asetus suurten polttolaitosten päästöjen rajoittamisesta	4
2.2.2	Asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista	6
2.3	Asetus jätteen polttamisesta	7
2.4	BAT – paras käyttökelpoinen tekniikka	9
3	Analyysit	11
3.1	Polttoaineanalyysi	11
3.2	Tuhka-analyysi	14
3.3	Kerrostuma-analyysi	17
3.4	Vesianalyysi	18
3.5	Lieteanalyysi	20
4	Mittaukset	21
4.1	Hyötysuhdemittaukset	22
4.2	Päästömittaukset	23
4.2.1	Savukaasumittaukset	23
4.2.2	Jätevesimittaukset	27
4.2.3	Melumittaukset	28
5	Tiedonhallinta	29
5.1	Historia	29
5.2	Metatieto	31
5.3	Dokumenttien ja asiakirjojen hallinta	31
5.4	Tiedonhallinnan kehittäminen	33
5.5	Tiedonhallinnan tulevaisuus	34

6	Työn vaiheet	36
6.1	Alkutilanne	36
6.2	Kehitystyö	36
6.3	Lopputulos	38
7	Päätelmät	39
	Lähteet	40
	Liitteet	
	Liite 1. Eri polttoainetyyppien ominaisuuksien analysoinnin standardeja	
	Liite 2. Tuhkien alkuainekoostumuksia	
	Liite 3. DENÅ:n ja VGB:n vesisuosituksia	
	Liite 4. Analyysilista	
	Liite 5. Mittauslista	
	Liite 6. Kuvia kehitetystä tiedonhallinnan rakenteesta M-Files-ohjelmistossa	

Lyhenteet ja käsitteet

Absorptiovyö	Kun molekyyli absorboi energiaa, joka vastaa energiatasolta toiselle siirtymiseen tarvittavaa energiaa, spektrissä havaitaan viiva eli absorptiovyö.
AOX	Adsorbable Organic Halogens. Halogenoidut orgaaniset yhdisteet.
BAT	Best Available Technique. Paras käyttökelpoinen tekniikka.
BAT-AEL	BAT Associated Emission Level. BAT-päätelmiin perustuva päästötaso.
BATC	BAT Conclusions. BAT-päätelmät.
BREF	BAT Reference Document. BAT-vertailuasiakirja.
CLM	Customer Lifecycle Management. Sopimusten hallinta.
CRM	Customer Relationship Management. Asiakkuudenhallinta.
EAM	Enterprise Asset Management. Käyttöomaisuuden hallinta.
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
ERP	Enterprise Resource Planning. Toiminnanohjausjärjestelmä.
HRM	Human Resource Management. Henkilöhallinnan tietojärjestelmä.
IED	Industrial Emissions Directive. Teollisuuden päästöjä koskeva direktiivi.
LAeq	A-painotettu ekvivalentti melutaso. Tietylle äänenpainetasolle sijoittuva keskimääräinen melun voimakkuus.
L/S-suhde	Liquid to Solid ratio. Liukoisuustestissä materiaalin kanssa kontaktissa olevan nesteen kokonaismäärän suhde näytteen kuiva-aineen määrään.
NDT	Non-Destructive Testing. Rikkomaton aineenkoetus.

PAH	Polyaromatic hydrocarbons. Polyaromaattiset hiilivedyt.
PDM	Product Data Management. Suunnittelu- ja tuotetiedonhallinta.
Piippu- nomogrammi	Piipun korkeuden määrittämisessä käytetty mitoituskaavio.
PiPo-asetus	Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista.
QMS	Quality Management System. Laatujärjestelmä.
RDF	Refuse-Derived Fuel. Jätteistä mekaanisesti prosessoimalla tuotettu jätepolttoaine.
SRF	Solid Recovery Fuel. Kiinteä kierrätyspolttoaine.
SuPo-asetus	Valtioneuvoston asetus suurten polttolaitosten päästöjen rajoittamisesta.
TOC	Total Organic Carbon. Orgaaninen kokonaishiili.
VNA	Valtioneuvoston asetus.
Wobbe-luku	Kaasun lämpöarvo jaettuna sen suhteellisen tiheyden neliöjuurella.
YSL	Ympäristönsuojelulaki.

1 Johdanto

Toimiva tiedonhallinta on tärkeä osa yrityksen menestystä. Jatkuvasti kasvavaa tiedon määrää tulee pystyä hallitsemaan tehokkaasti. Tämä insinööritoimisto on tehty insinööritoimisto Novox Oy:lle tietojenkäsittelyn helpottamiseksi ja toiminnan tehostamiseksi.

Novox Oy on lämpötekniikkaan perustuviin uusiutuviin energiamuotoihin, uuteen energiatekniikkaan ja energiatalouteen erikoistunut neuvotteleva insinööritoimisto. He palvelevat asiakkaitaan lämpötekniikan energiantuotannon tekniikkaan, talouteen ja ympäristökysymyksiin liittyvissä asioissa, kuten uusien tuotantoprosessien kehittämisessä, olemassa olevien prosessien ja laitosten uudistamisessa, ympäristö- ja päästömittausten suunnittelussa sekä polttoaine-, tuhka- ja sivutuoteanalyyseissä. Voimalaitoskemian merkityksen lisääntyneenä energiantuotannossa uusien päästö määräysten ja polttoainemuutosten myötä Novox Oy tarjoaa suunnittelu- ja kehityspalvelujen osana myös kattavia voimalaitoskemian mittaus- ja analyysipalveluja yhteistyössä Ramboll Finland Oy:n kanssa. Novox Oy suunnittelee mittauksia yhdessä asiakkaan ja kokoneiden mittaajien kanssa asiakkaan tarpeita ja viranomaisten vaatimuksia vastaaviksi. Viranomaisten asettamat useat ympäristösäädökset ohjaavat vahvasti heidän toimintaansa. Näytteiden analysoinnista laaditaan raportti, jossa on sekä tarkat mittaustulokset että selkeä kuvaus ja arvio niiden käytännön merkityksestä. (Novox Oy 2016a; Novox Oy 2016b.)

Työn tavoitteena on suunnitella tiedonhallintaa selkeämmäksi sekä järjestelmän tiedonhaku yksinkertaisemmaksi. Työssä keskitytään analyysien ja mittausten hallinnan parantamiseen. Tavoitteiksi on asetettu helppokäyttöinen kirjasto sekä olemassa olevien ja tulevien analyysi- ja mittaustulosten parempi käytettävyys. Tällä hetkellä tarkimpien tietojen jaottelukriteerien alle suunniteltavien suodattimien on tarkoitus ohjata tulevaisuudessa vastaavanlaista tietojen järjestelyä ja niiden hakukriteerejä. Kyseiselle kriteerien jaottelutasolle tulee tuoda selkeyttä, joka ohjastaa myös tulevaisuuden ajattelutapaa selkeämmäksi. Tämä tarkoittaa, että suodatuksen tulee tapahtua ominaisuuksien perusteella sekä suunnittelun edetä käyttäjäystävällisyys ja tarve edellä sekä ajatellen kokonaisuutta ja sen toimivuutta. Insinööritoimistossa läpikäytyjen aiheiden käsittelytavat on valittu yrityksen tiedonhallintaa parhaiten palvelevalla tavalla.

2 Ympäristösäädökset

2.1 Ympäristönsuojelulaki

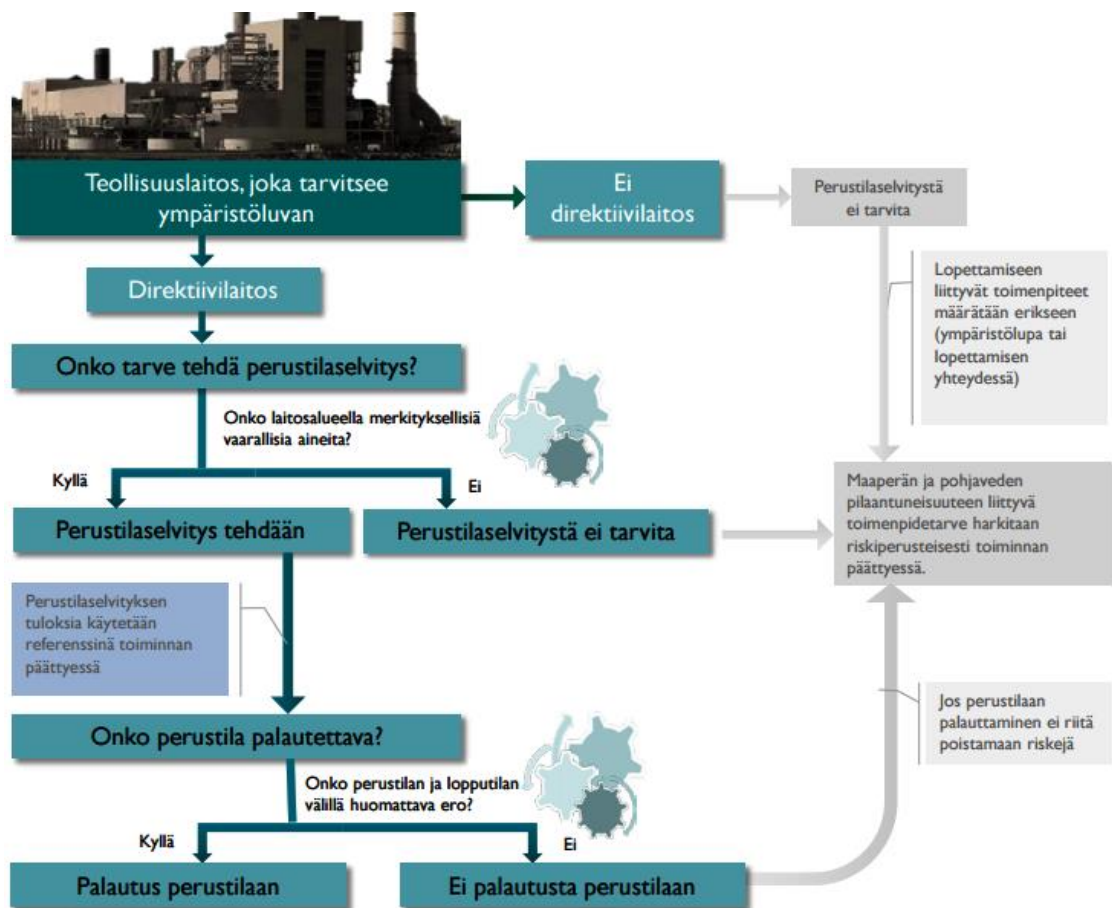
Ympäristölainsäädännön perustana toimii Ympäristönsuojelulaki (YSL 527/2014). Sen nojalla annetaan asetuksia lain tavoitteista ja täytäntöönpanosta. Tässä insinööriyössä käsitellyt valtioneuvoston asetukset on säädetty nojautuen ympäristönsuojelulakiin. YSL on hyvin laaja yleislaki, joka koskettaa paljon muutakin kuin pelkästään polttolaitoksia ja niiden toimintoja. Lain tarkoituksena on mm. ympäristön pilaantumisen ja sen vaaran ehkäiseminen, päästöjen vähentäminen, luonnonvarojen kestävän käytön edistäminen ja ilmastonmuutoksen torjuminen. Lakia sovelletaan teolliseen, muuhun mahdollisesti ympäristön pilaantumista aiheuttavaan sekä jätteen käsittelyyn ja sitä aiheuttavaan toimintaan. (YSL 527/2014: 1–2 §; Ympäristöministeriö 2014a.)

Ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan vaaditaan ympäristölupa. Näitä toimintoja ovat direktiivilaitosten ja muiden laitosten toiminnot. Direktiivilaitoksella tarkoitetaan esimerkiksi energiantuotannon, metsä-, metalli- tai kemianteollisuuden suurikapasiteettista, asetuksen liitteessä määritettyjen tuotanto- tai tehorajojen ylittävää toimintaa. (YSL 527/2014: 27 §, Liite 1.) Pilaantumisen ehkäisemiseksi ympäristöluvassa annetaan tarpeelliset määräykset liittyen muun muassa

- päästöihin, niiden ehkäisyyn ja raja-arvoihin
- maaperän ja pohjavesien pilaantumiseen ehkäisyyn
- jätteisiin sekä niiden määrään ja haitallisuuteen
- toimintaan häiriö- ja poikkeustilanteissa (YSL 527/2014: 52 §).

Ympäristölupia myöntävät lupaviranomaiset eli aluehallintovirasto sekä kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. YSL:n lisäksi ympäristönsuojeluasetuksessa on määrätty hankekohtaisesti, mikä viranomainen myöntää luvan. Kunnan ympäristönsuojeluviranomaisten ohella myös ELY-keskukset valvovat lupaehtojen noudattamista alueittain. (Ympäristöhallinto 2013a; Ympäristöhallinto 2013d.) Ympäristölupaa hakiessaan toiminnanharjoittajan on liitettävä lupahakemukseen tarpeellinen sekä riittävän asiantunteva, laskenta- ja tutkimustietoihin perustuva selvitys toiminnasta (YSL 527/2014: 39 §).

Maaperän ja pohjaveden laatuja ei saa huonontaa päästämällä tai jättämällä niihin jätettä, muuta terveyttä taikka ympäristöä haittaavaa ainetta tai pieneliöitä (YSL 527/2014: 16–17 §). Direktiivilaitoksen on laadittava maaperän ja pohjaveden perustilaselvitys, jos sen toiminnassa on mukana tai siitä syntyy näiden pilaantumista aiheuttavia vaarallisia aineita. Perustilaselvityksessä määritellään laitosalueen maaperän ja pohjaveden tila vaarallisten aineiden suhteen ennen toiminnan alkua, jotta sitä voidaan verrata tilaan toiminnan päättyessä. Jos niiden tila on selvästi heikentynyt laitoksen toiminnan päättyessä, maaperä ja pohjavesi on palautettava selvityksessä määritettyyn perustilaan. (YSL 527/2014: 66 §, 82 §, 95 §; Ympäristöministeriö 2014b: 11) Kuvassa 1 on esitetty tarve perustilaselvityksen tekemiselle.



Kuva 1. Perustilaselvityksen edellytykset (Ympäristöministeriö 2014b: 16)

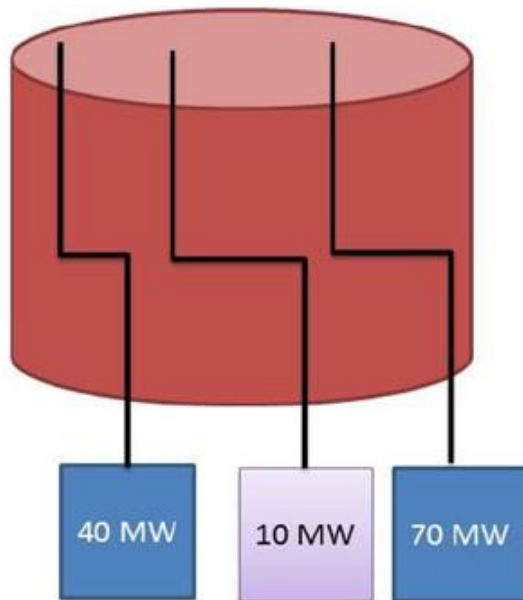
Säännöllisellä valvonnalla valtion valvontaviranomaiset tarkastavat ympäristöluvanvaraisia ja rekisteröitäviä toimintoja määräajoin. Direktiivilaitosten tarkastukset tehdään 1–3 vuoden välein, toiminnan riskitason perusteella, ja ylimääräiset, lain vaatimusten rikkomisesta johtuvat tarkastukset 6 kuukauden kuluessa rikkomuksesta. (YSL 527/2014: 168 §.)

2.2 Polttolaitosten päästöasetukset

Erilaisilla ympäristösäädöksillä pyritään jatkuvasti vähentämään polttolaitosten päästöjä. Euroopan unionin antamat direktiivit velvoittavat EU:n jäsenmaita toteuttamaan sääntelyn omassa lainsäädännössään. Tästä esimerkkinä on Euroopan parlamentin ja neuvoston antama teollisuuden päästöjen yhdenmättyä ehkäisemistä ja vähentämistä koskeva direktiivi (2010/75/EU). Tämä direktiivi on otettu osaksi kansallista lainsäädäntöä esimerkiksi ns. SuPo-asetuksen avulla.

2.2.1 Asetus suurten polttolaitosten päästöjen rajoittamisesta

Valtioneuvoston asetus suurten polttolaitosten päästöjen rajoittamisesta (VNA 936/2014) eli niin kutsuttu SuPo-asetus astui voimaan 13.3.2014. Asetusta sovelletaan kiinteää, nestemäistä tai kaasumaista polttoainetta käyttävään, polttoaineteholtaan vähintään 50 MW:n polttolaitokseen (VNA 936/2014: 1 §), pois lukien erityistapaukset (YSL 527/2014: 97 §). Polttolaitos koostuu yhdestä tai useasta yhteiseen piippuun johdetuista energiantuotantoyksiköistä. Energiantuotantoyksiköitä ovat kattilat, kaasuturbiinit ja polttomootorit, joissa polttoaineet hapetetaan ja joissa syntyy hyödynnettävää lämpöä. (VNA 936/2014: 2 §.) Kun energiantuotantoyksiköiden savukaasut johdetaan samaan piippuun, niiden polttoainetehot lasketaan yhteen. Edellä olevaan ei kuitenkaan lasketa mukaan polttoaineteholtaan alle 15 MW:n yksiköitä, vaikka ne olisivat osa yhteistä piippua. Kuvassa 2 on esimerkki, kuinka SuPo-asetuksen vaatimuksia sovelletaan. Punainen sylinteri kuvastaa energiantuotantoyksiköiden yhteistä piippua. Polttolaitoksessa on 70 MW:n kiinteän polttoaineen yksikkö sekä 40 MW:n ja 10 MW:n öljyä käyttävät yksiköt. Yhteenlaskusäännön mukaan 70 MW:n ja 40 MW:n yksiköt laskemalla yhteen saadaan 110 MW. Näihin sovelletaan SuPo-asetusta ja 10 MW:n yksikköön sovelletaan pienemmille yksiköille sovellettua ns. PiPo-asetusta, joka selitetään insinööriydessä myöhemmin. Polttolaitoksen luvanvaraisuus määräytyy kuitenkin kokonaispolttoainetehon eli 120 MW:n perusteella.



Kuva 2. SuPo- ja PiPo-asetusten soveltaminen (Tulkintoja eräistä polttolaitoksia koskevista säännöksistä 2014: 3)

SuPo-asetuksessa on listattu uusien ja olemassa olevien energiantuotantoyksiköiden päästöraja-arvoja. Raja-arvot ovat annettu milligrammoina normaalikuutiometrissä ($\text{mg}/\text{m}^3(\text{n})$) redusoituna 6 %:n happipitoisuuteen kiinteille sekä 3 %:n happipitoisuuteen nestemäisille ja kaasumaisille polttoaineille. Kaasuturbiineille ja -moottoreille redusointi tehdään 15 %:n happipitoisuuteen. (VNA 936/2014: liitteet 1 ja 2.) Asetuksella säädetään myös olemassa olevien polttolaitosten päästöraja-arvojen noudattamisen määräaikaisista poikkeuksista, niin sanotuista joustoista ja niiden käyttämisedellytyksistä (Tulkintoja eräistä polttolaitoksia koskevista säännöksistä 2014: 10).

Energiatuotantoyksikön jatkuvien mittausten päästöraja-arvojen katsotaan noudattavan asetusta, kun päästöjen kuukausittainen keskiarvo ei ylitä raja-arvoja, vuorokausikeskiarvo ei ylitä 110 % raja-arvoja eikä 95 % kaikista vuoden aikana raja-arvoon verrattavista päästöjen tuntikeskiarvoista ylitä 200 % raja-arvoista. Raja-arvoon verrattavat tunti- ja vuorokausikeskiarvot määritetään mitatuista raja-arvoon verrattavista tuntikeskiarvoista. Mittaustuloksen 95 %:n luotettavuutta kuvaava epätarkkuus on CO:lle 10 %, SO₂:lle ja NO_x:lle 20 % sekä hiukkasille 30 % päästöraja-arvoista. Käynnistyksen ja pysäytyksen aikana sekä savukaasujen puhdistinlaitteen lyhytaikaisen epätoiminnan tai polttoaineen saatavuusongelmien ilmetessä raja-arvoja ei sovelleta. (VNA 936/2014: 14 §, 16 §, 17 §.)

Erinäiset päästöjen tarkkailujen ja mittausten veloitteet ovat listattuina SuPo-asetuksessa. Jos yksikön polttoaineteho on vähintään 100 MW, savukaasujen SO₂-

NO_x- ja hiukkaspitoisuuksia tulee mitata jatkuvasti. Mikäli edellä mainitussa yksikössä poltetaan kaasumaista polttoainetta, on myös savukaasujen CO-pitoisuutta mitattava jatkuvasti. (VNA 936/2014: liite 3.)

Toiminnanharjoittajan tulee toimittaa, ympäristöluvassa määrättyjen tietojen lisäksi, valvonta- ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle vuosittain tietoja mm. kokonaispolttoainetehosta, energiantuotantoyksikön tyypeistä ja niiden edellisen vuoden käyttötunneista sekä edellisen vuoden SO₂-, NO_x- ja hiukkaspäästöistä tonneina. (VNA 936/2014: 21 §.)

2.2.2 Asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista

Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista (VNA 750/2013) on niin kutsuttu PiPo-asetus. Asetusta sovelletaan energiantuotantoyksiköihin, joiden polttoaineteho on

- vähintään 5 MW, mutta vähemmän kuin 50 MW
- vähintään 1 MW, mutta vähemmän kuin 5 MW, jos yksikkö on samalla laitosalueella muiden yksiköiden kanssa ja niiden yhteenlaskettu polttoaineteho on suurempi kuin 5 MW tai jos yksikkö on osa ympäristöluvanvaraista toimintaa.

Asetusta ei sovelleta muun muassa jätteenpolttoyksiköissä, lämpökäsittelyuuneissa eikä jälkipolttoyksiköissä, joissa puhdistetaan savukaasuja polttamalla. (VNA 750/2013: 1 §.) Asetusta sovelletaan uusille energiantuotantoyksiköille välittömästi, mutta olemassa olevien yksiköiden vaatimukset tulevat voimaan, kun niiden ympäristöluva on tarkastettava toiminnan muutoksen tai luvassa asetetun määräajan takia, viimeistään kuitenkin 1.1.2018 (Adven 2014–2015).

Uusien, olemassa olevien sekä vara- ja huippukuorman energiantuotantoyksiköiden päästöraja-arvot on listattu asetuksessa. Ne on annettu milligrammoina normaalikuumuudessa kuten SuPo-asetuksessa. Lisäyksenä kaasuturbiinien ja -moottoreiden raja-arvojen redusointiin myös dieselmoottorien raja-arvot redusoidaan 15 %:n happipitoisuuteen. Monipolttoaineyksikön päästöraja-arvot lasketaan keskimääräisen polttoaineen käytön perusteella vuoden ajalta. Laskuissa uusille yksiköille käytetään suunniteltuja käyttömääriä ja olemassa oleville toteutuneita käyttömääriä. (VNA 750/2013: liite 1.)

Energiantuotantoyksikön savupiipun korkeuden mitoitus tulee tapahtua asetuksessa annettujen taulukkoarvojen, leviämismallilaskelman tai piippunomogrammin perusteella. Uuden yksikön kohdalla savupiipun korkeus tulee aina mitoittaa leviämismallilaskelmalla, jos alle 500 m:n päässä yksiköstä on yli 30 m:n korkeusero yksikön viereiseen maanpinnan tasoon verrattuna. Muussa tapauksessa, savupiipun korkeuden on oltava vähintään 2,5 kertaa tuotantorakennuksen korkeus. Olemassa olevan yksikön kohdalla savupiipun korkeuden on oltava vähintään 75 % taulukon vaatimuksista. (VNA 750/2013: 7 §.)

Laitoksen toiminta ja siihen liittyvät liikenne- ja lastaustoiminnot sekä polttoaineen käsittely tulee suunnitella ja sijoittaa meluhaittoja ehkäisevästi, jotta normaalissa käyttötilanteessa määrätyt melutasojen raja-arvot eivät ylitä. Näistä esimerkkeinä ovat päivän melutasoraja, joka on LAeq 55 dB, ja yön melutasoraja, joka on LAeq 50 dB. (VNA 750/2013: 8 §.)

Savukaasupesurissa ja savukaasujen lauhdutuksessa muodostuvat jätevedet on neutraloitava tai kemiallisesti saostettava, selkeytettävä ja suodatettava ennen viemäriin tai vesistöön johtamista. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää muita menetelmiä, jos kyetään osoittamaan vähintään yhtä tehokas käsittelytulos. Öljyiset jätevedet on johdettava hälytysjärjestelmällä varustettuun öljynerottimeen, jonka on oltava standardin mukainen riippuen siitä, mihin jätevedet sen jälkeen johdetaan. Viemäriin johdettaessa, välittömästi öljynerottimen jälkeen on oltava näytteenotto- ja sulkuventtiilikaivo. (VNA 750/2013: 9–10 §.)

Nestemäiset polttoaineet tulee varastoida kaksoisvaippasäiliössä tai tiiviissä suojaaltaassa sijaitsevassa säiliössä. Suoja-altaan tilavuuden on oltava vähintään 10 % suurempi kuin siihen sijoitetun nestesäiliön maksimitilavuus. Säiliöihin on laitettava ylitäytönestimet ja kaksoisvaippasäiliöihin vuodonilmaisimet. (VNA 750/2013: 13 §).

2.3 Asetus jätteen polttamisesta

Valtioneuvoston asetusta jätteen polttamisesta (VNA 151/2013) sovelletaan kiinteän ja nestemäisen jätteen polttoon poltto- ja rinnakkaispolttolaitoksessa, jossa jäte poltetaan varsinaisen polttoaineen tai tuotantoprosessin ohessa. Asetusta sovelletaan myös silloin kun poltettavan jätteen määrä on pieni (Ympäristöhallinto 2014).

Jätteenpolto- ja jätteenrinnakkaispolttolaitoksen toiminnanharjoittajan on selvítettävä jätteen laatu ja sen ominaisuudet sekä kirjattava ja punnittava jäte-erittäin vastaanotetut jätteet (VNA 151/2013: 6 §; Ympäristöhallinto 2014).

Jätteen palamisen tulee olla mahdollisimman täydellistä, joten jäte on tarvittaessa esikäsiteltävä. Rajoina seuraavat: kuonan ja pohjatuhkan TOC-pitoisuus < 3 % tai niiden hehikutushäviö < 5 % aineksen kuivapainosta. Palamisen tulee tapahtua vähintään 850 °C:ssa 2 s:n ajan (tilanne 1). Jos laitoksessa poltettavan vaarallisen jätteen AOX-pitoisuus > 1 % kloorina ilmaistuna, palamisen on tapahduttava vähintään 1 100 °C:ssa 2 s:n ajan (tilanne 2). Palamiskammio on varustettava vähintään yhdellä lisäpolttimella, jonka avulla pidetään huolta edellä mainittujen tilanteiden poltto-olosuhteista. Lisäpolttinta tulee myös käyttää laitoksen käynnistyksessä, pysäytyksessä sekä niin kauan kuin kammiossa on palamatonta jätettä.

Jätteen syöttö palamiskammioon on estettävä automaattisella järjestelmällä

- käynnistyksen aikana, kunnes tilanteissa 1 ja 2 vaaditut savukaasun lämpötilat on saavutettu
- palamisen aikana, jos tilanteissa 1 ja 2 vaaditut lämpötilat alittuvat taikka jatkuvien mittausten päästöraja-arvot ylittyvät. (VNA 151/2013: 9–11 §.)

Laitoksessa tulee mitata päästöjä ja prosessin toimintaan liittyviä muuttujia jatkuvasti asetuksessa määritettyjen reunaehtojen täytyessä. Lisäksi raskasmetallit, dioksiinit ja furaanit sekä savukaasujen viipymäaika, minimilämpötila ja O₂-pitoisuus on mitattava kertaluonteisesti määrätyn aikavälein. (VNA 151/2013: 18–19 §.)

Ilmaan ja vesiin johdettavien päästöjen tulee noudattaa asetuksen liitteissä annettuja raja-arvoja. Ilmaan johdettavien päästöjen mittaustulokset muunnetaan jätteenpolttolaitoksen osalta pääsääntöisesti vakioituihin 11 %:n, ja öljyjätettä poltettaessa 3 %:n, O₂-pitoisuuksiin. Jätettä rinnakkaispolttavan laitoksen päästöjen mittaustulokset muunnetaan useimmiten 6 %:n happipitoisuuteen. (VNA 151/2013: 14–15 §, 20 §, Liite 2; Vesanto 2016.)

Poikkeustilanteissa, kuten puhdistuslaitteiden häiriöiden tapahtuessa, jätteenpolto ei saa jatkua yhtäjaksoisesti yli 4 tuntia, jos päästö-rajat ylittyvät. Tällaisten tilanteiden sallittu vuosittainen yhteenlaskettu kesto on enintään 60 tuntia. Ilmaan johdettavat hiukkaspäästöt eivät saa ylittää missään olosuhteissa 150 mg/m³(n) puolen tunnin kes-

kiarvona ilmaistuna. Myöskään CO- ja TOC-päästöjen raja-arvot eivät saa ylittyä. (VNA 151/2013: 27 §.)

Poltosta syntyvien tuhkien ja muiden polttojätteiden kemialliset ominaisuudet ja haitallisuus ympäristölle on selvitettävä ennen niiden käsittelyä, minkä jälkeen polttojätteitä on mahdollisimman tehokkaasti kierrätettävä. Käsittelyn on tapahduttava siten, että polttojätettä kuljetettaessa ja varastoitaessa sen joutuminen ympäristöön estetään. (VNA 151/2013: 16 §.)

2.4 BAT – paras käyttökelpoinen tekniikka

Parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla tarkoitetaan mahdollisimman tehokkaita ja kehittyneitä, teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia tuotanto- ja puhdistusmenetelmiä ja toiminnan suunnittelu-, rakentamis-, ylläpito-, käyttö- sekä lopettamistapoja, joilla voidaan ehkäistä toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantumisen tai tehokkaimmin vähentää sitä ja jotka soveltuvat ympäristölupamääräysten perustaksi (Ympäristöhallinto 2013b).

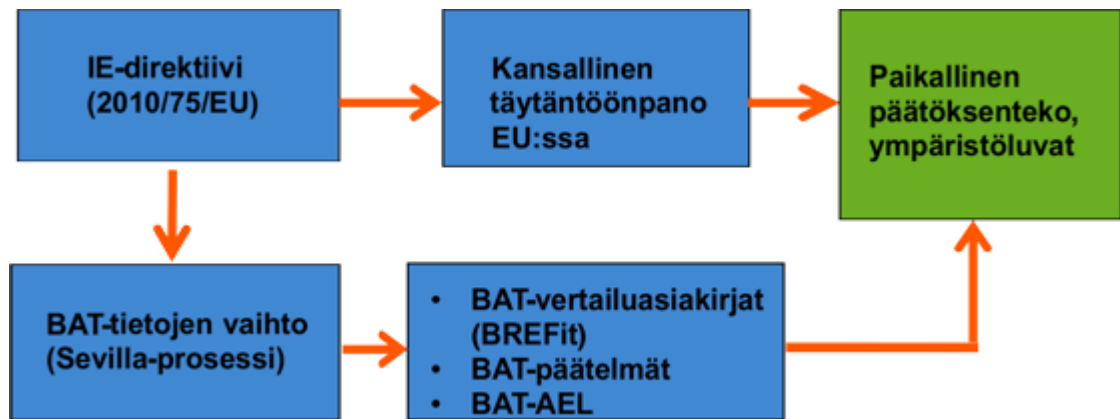
Tekniikka määritellään teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoiseksi silloin, kun se on yleisesti saatavilla ja sen soveltaminen alalla voidaan toteuttaa kohtuullisin kustannuksin (YSL 527/2014: 5 §).

Jo aiemmin työssä mainitussa, teollisuuden päästöjä koskevassa direktiivissä (IED 2010/75/EU) veloitetaan soveltamaan parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Tämä velvoite on sisällytetty ympäristönsuojelulakiin. YSL edellyttää, että laitosten lupamääräysten on perustuttava parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan. Laki ei kuitenkaan määrää tiettyjä teknisiä ratkaisuja, vaan jättää valinnan vapauden toiminnanharjoittajalle ja laitoksen suunnittelijalle. Ympäristölupahakemuksessa hakijan tulee esittää oma näkemys parhaasta käyttökelpoisesta tekniikasta omassa toiminnassaan. (YSL 527/2014: 52 §; Motiva 2014.)

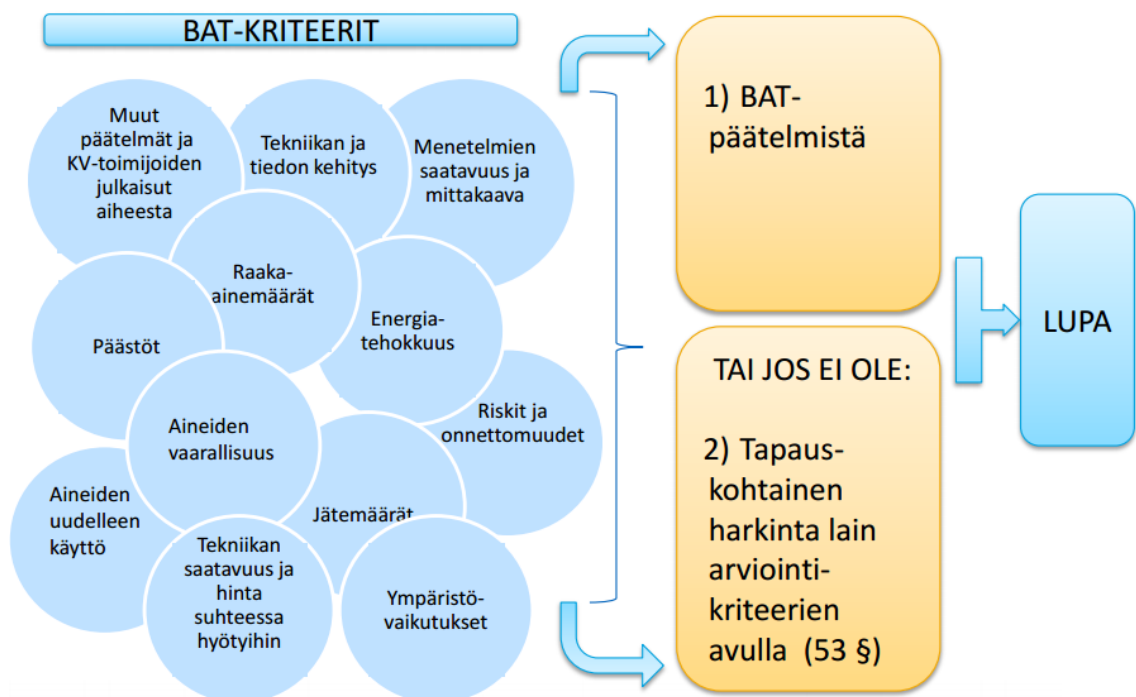
BATia määriteltäessä käytetään tekniikoita vertailevia asiakirjoja (BREF). BREFit koostuvat teollisuuden ja viranomaisten välillä käytävistä tietojenvaihdosta. Euroopan komissio, joka EU-tasolla organisoii tietojen vaihtoa, järjestää toimialoittaisia työryhmien kokouksia, joissa kootaan BREFien taustatietoja sekä arvioidaan BREFejä. BREFien keskeisimmistä elementeistä muodostuvat BAT-päätelmät (BATC), jotka ovat jäsenmaita sitovia. Suuri osa BAT-tietojenvaihdosta tapahtuu toimialaryhmissä. Näistä esimerkkeinä BAT-toimialaryhmät LCP, joka koskee suuria polttolaitoksia ja WI, joka

koskee jätteiden polttoa. Suomessa tietojen vaihtoa koordinoi Suomen ympäristökeskus, SYKE. (Ympäristöhallinto 2013b; Ympäristöhallinto 2013c.)

Kuvassa 3 näkyy parhaan käyttökelpoisen tekniikan soveltaminen direktiivin velvoituksesta, BAT-päätelmiin perustuviin päästöraja-arvoihin (BAT-AEL) ja niiden vaikutukseen ympäristöluvissa. Kuvassa 4 on lueteltu toiminnan monia eri osa-alueita, joissa BAT tulee huomioida ympäristölupaa hakiessa.



Kuva 3. BATin soveltamisketju (Ympäristöhallinto 2013b)



Kuva 4. BATin soveltamisen huomiointi laitoksen toiminnan monella eri osa-alueella ympäristölupaa hakiessa (Junnila 2015: 4)

Näistä osa-alueista yhtenä esimerkkinä on vuonna 2014 toimintansa aloittaneen Vantaan Långmossebergenin jätevoimalaitoksen jätteenpolttotekniikan valinta. Jätteenpolttotekniikaksi valittiin arinapoltto, joka on varmin tekniikka ja josta on pitkät käyttökokemukset. Tämä polttotekniikka ei edellytä jätteen esikäsittelyä, joten voimalaitoksella vältytään hylkyjätteen muodostumiselta. (Ympäristölupapäätös 2009: 12.)

3 Analyysit

Analyysejä hyödynnetään muun muassa tutkimus- ja kehitysprojekteissa, kuten prosessien kehityksessä, sekä laadunvalvonnassa ja tuoteturvallisuuteen liittyvässä analytiikassa. Koostumus- ja puhtausanalyyseillä varmistetaan materiaalien sopivuus aiotuun käyttöön sekä prosessien toimivuus, sillä prosesseissa käytettävien aineiden sekä materiaalien koostumus ja puhtaus vaikuttavat keskeisesti prosessien toimivuuteen. (VTT Expert Services Oy.) Seuraavaksi on käsitelty eräitä voimalaitoksen toimintaan liittyviä analyysejä.

3.1 Polttoaineanalyysi

Polttoaineiden koostumus vaikuttaa niiden käsittelyyn, polttoon sekä savukaasujen käsittelyyn. Polttoaineanalyysissä tärkeimpiä polttoaineesta analysoitavia ominaisuuksia ovat

- kemiallinen koostumus
- kosteus
- lämpöarvo
- tuhkapitoisuus ja tuhkan ominaisuudet.

Näiden lisäksi polttoaineille usein määritetään tiheys. Kiinteille polttoaineille määritetään myös palakoko sekä jauhattaville kiinteille polttoaineille jauhattavuus. Nestemäisillä polttoaineilla tärkeitä ominaisuuksia ovat edellä olevan listan lisäksi viskositeetti, jähmepiste, samepiste ja leimahduspiste. Kaasumaisille polttoaineille puolestaan tärkeitä ominaisuuksia ovat mm. kiehumispiste, syttymisrajat ja wobbe-luku. (Alakangas 2000: 26, 137, 143.)

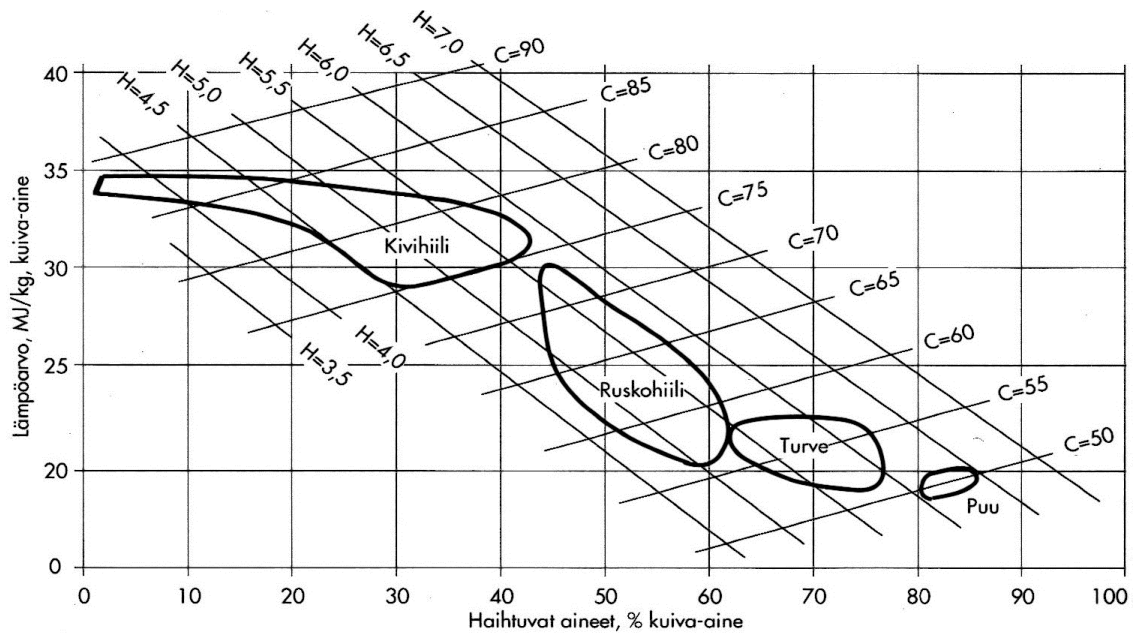
Useimmat polttoaineiden ominaisuuksien analysointimenetelmät on yhdenmukaistettu standardeissa. Eri standardimenetelmissä esitetyt toimintatavat sekä laskennat ovat pääosin hyvin samantyyppisiä vaikka niissä esiintyy myös eroavaisuuksia. (Moilanen ym. 2002: 120.) Liitteen 1 taulukossa 4 on esitetty erilaisia standardeja, joihin perustuen eri polttoainetyyppien ominaisuudet analysoidaan.

Polttoaineiden kemialliset rakenteet ovat monimutkaisia. Kivihiilen kemiallinen koostumus noudattaa hiiltymisastetta: mitä korkeampi hiiltymisaste, sitä aromaattisempi rakenne. Hiiltymisasteen kasvaessa haihtuvien aineiden määrä vähenee. Turpeen kemiallinen rakenne ja koostumus vaihtelevat turpeen kasvilajikoostumuksen ja maatumisasteen mukaan. Biopolttoaineiden kemialliseen rakenteeseen vaikuttavat kasvilajit sekä kasvin ikä ja viljelyolosuhteet, kuten sääolot, maaperä ja lannoitus. Kierrätyspolttoaineiden rakenne vaihtelee suuresti niiden raaka-aineina käytettyjen jätteiden ja valmistustavan mukaan. Polttoöljyjen koostumukset ja ominaisuudet vaihtelevat suuresti öljytyypin mukaan. Kaasumaisten polttoaineiden koostumukset puolestaan vaihtelevat kaasutyyppin mukaan, mutta pääosin ne koostuvat metaanista, muista hiilivedyistä tai hiilidioksidista.

Kemiallisesta analyysistä tärkein on alkuainekoostumuksen määrittäminen. Näin saadaan määritettyä polttoaineessa olevat pitoisuudet, kuten hiili-, vety-, typpi- ja rikki-, fosfori- ja klooripitoisuudet. Lisäksi määritetään polttoaineessa olevat haihtuvat aineet sekä raskasmetallit. (Alakangas 2000: 31, 87, 99, 135–147; Moilanen ym. 2002: 128.)

Kosteus on merkittävä polttoaineista määriteltävä ominaisuus, sillä se vaikuttaa suoraan polttoaineen teholliseen lämpöarvoon (Moilanen ym. 2002: 121). Kosteus on sitoutunut polttoaineisiin sekä ulkoisena että sisäisenä eli hygroskooppisena kosteutena. Sisäinen kosteus on sitoutunut polttoaineen huokosiin ja rakenteeseen. (Huhtinen ym. 2000: 39.)

Haihtuvilla aineilla on suuri merkitys polttoaineen syttymiseen. Mitä enemmän haihtuvia aineita polttoaine sisältää, sitä matalammassa lämpötilassa se syttyy. Syttymisen nopeus taas on suoraan verrannollinen palamisen nopeuteen ja täydellisyyteen. Esimerkiksi hiili, joka sisältää vähän haihtuvia aineita ja jolla on korkea syttymislämpötila, jauhetaan usein hienoksi ennen polttoa, jotta sen palaminen tulipesässä ehtii tapahtua mahdollisimman täydellisesti. (Huhtinen ym. 2000: 40.) Kuvassa 5 vertaillaan eri polttoaineiden tärkeimpiä ominaisuuksia.



Kuva 5. Kiinteiden polttoaineiden ominaisuuksia. H on vetypitoisuus, C on hiilipitoisuus. (Moilanen ym. 2002: 120.)

Lämpöarvo kertoo täydellisessä palamisessa vapautuvan lämpöenergian määrän polttoainemäärää kohti. Lämpöarvo voidaan ilmoittaa ylempänä lämpöarvona, jolloin polttoaineen sisältämä ja palamistapahtumassa syntyvä vesi oletetaan palamisen jälkeen nesteeksi. Se voidaan ilmoittaa myös alempana eli tehollisena lämpöarvona, jolloin kaikki vesi oletetaan höyrystyneeksi palamisen yhteydessä. Tehollinen lämpöarvo saadaan vähentämällä ylempään lämpöarvosta veden höyrystämiseksi vaadittava energia. Yleisemmin käytetään tehollista eli alemmaa lämpöarvoa, sillä kalorimetrinen lämpöarvon mittaustapa ei vastaa todellista palamistapahtumaa kattilalaitoksilla. (Moilanen ym. 2002: 122–123; Huhtinen ym. 2000: 43.)

Polttoaineen tuhkapitoisuus ilmoitetaan painoprosenttina kuiva-aineen painosta. Tuhkan ominaisuuksia analysoidaan lisäksi tarkemmin, mutta ne tehdään usein myös polttoaineanalyseistä erillisinä tuhka-analyysinä. Tämän vuoksi tuhka-analyysit käsitellään myöhemmin tässä insinööriyössä myös laajemmin erikseen.

Polttoaineen tiheys on oleellista tietää käsittelyn ja varastoinnin kannalta. Jauhautuvuus kuvastaa kivihiilen kovuutta, ja se on tärkeä tieto kivihiilen pölypolttoa edeltävässä, hiilen pölyksi jauhamisessa. Palakoko tulee tietää kaikissa murskettua polttavissa laitoksissa, sillä niissä se on ratkaiseva tekijä polttoaineen tasalaatuisuuden, syötettävyyden ja hyvän palamisen kannalta. (Huhtinen ym. 2000: 31; Moilanen ym. 2002: 127; Alakangas 2000: 112.)

Viskositeetti on öljyn käsittelyn kannalta sen tärkein ominaisuus. Se määrää nestemäisen polttoaineen käsittelylämpötilan. Lämpötilan laskiessa viskositeetti kasvaa eli juoksevuus huononee. Tietyissä lämpötilassa viskositeetti alkaa kasvaa nopeasti, jolloin öljyn sisältämät parafiiniset hiilivedyt kiteytyvät ja öljy jähmettyy. Tätä lämpötilaa kutsutaan jähmepisteeksi. Lämpötilan laskiessa jähmepisteen läheneminen havaitaan öljyn samenenemisena. Samepisteestä alkaen, lämpötilan edelleen jäähtyessä, öljystä erottuvat kiteytyvät parafiinit kasvavat kokoa, kunnes ne jähmepisteessä ovat kasvaneet niin paljon, että ne tukkivat erinäiset suodattimet. Leimahduspiste on alin lämpötila, jossa öljyssä haihtuu niin paljon kevyimpiä komponentteja, että umpinaisessa tilassa ne muodostavat syttymiskelpoisen seoksen. Siinä pisteessä ilma-polttoaineseos saadaan syttymään ulkopuolisen sytytyksen avulla. (Huhtinen ym. 2000: 35–36.)

Kaasumaisten polttoaineiden ominaisuuksista kiehumispiste on oleellinen varastoinnin kannalta. Kiehumispiste kertoo, mihin lämpötilaan kaasu pitää jäähdyttää, jotta se nesteytyy. Esimerkkinä nesteytettynä maakaasun tilantarve verrattuna kaasumaiseen olomuotoon on 1/600. Palavien kaasujen alempi ja ylempi syttymisraja määrittää sen pitoisuuden, jolloin kaasu-ilmaseos syttyy. Seoksen pitoisuuden ollessa alemman syttymisrajan alapuolella se on liian laiha palaakseen ja pitoisuuden ollessa syttymisrajan yläpuolella se on liian rikasta palaakseen. Rajat ilmoitetaan tilavuusprosentteina oletusarvoisesti kaasun osuutena ilmassa, ilmakehän paineessa ja 20 °C:n lämpötilassa. Myös kaasujen wobbe-luvut ovat oleellisia. Jotta eri kaasut soveltuvat poltettaviksi samoissa laitteissa ja polttimissa ilman muutoksia, tulee niiden wobbe-lukujen olla samoja. (Huhtinen ym. 2000: 37; Tukes 1999: 5; Suomen Kaasuyhdistys 2016.)

3.2 Tuhka-analyysi

Tuhka aiheuttaa seuraavia haittoja. Se

- vähentää polttoaineen lämpöarvoa
- likaa lämpöpintoja ja saattaa muodostaa niille syövyttäviä kerrostumia
- kuluttaa polttoaineen käsittelylaitteita
- on puhdistettava savukaasuista. (Huhtinen ym. 2000: 41.)

Tuhkaa voidaan myös hyödyntää. Sen hyötykäyttö vähentää kaatopaikkojen kuormitusta ja samalla sen tuottajat säästävät jätteenkäsittelymaksuilta sekä sen käyttäjät saavat edullista materiaalia käyttöönsä. Tuhka soveltuu laadusta riippuen maanrakentami-

seen, sedimenttien ja pehmeikköjen stabilointiin tai lannoitteeksi. Puhdas kivihiilen tuhka soveltuu hyvin sementin tai betonin raaka-aineeksi. Jos tuhkaa ei voida hyödyntää, tulee sen kaatopaikkakelpoisuus selvittää. (Motiva 2015.)

Tuhka-analyysissä selvitetään

- kemiallinen analyysi, jotta selvitetään alkuainepitoisuudet
- sulamiskäyttäytyminen, jotta saadaan selville kuonaantuminen, sintraantuminen ja likaantuminen sekä kyetään arvioimaan tuhkan aiheuttamaa korroosioherkkyyttä.

Lisäksi määritetään resistiivisyys, jotta tiedetään kuinka lentotuhka reagoi sähkösuodattimen kanssa, orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet, kuten PAH- ja TOC-pitoisuudet, sekä viskositeetti ja liukoisuus. (SGS Suomi 2016c; Labtium 2016.)

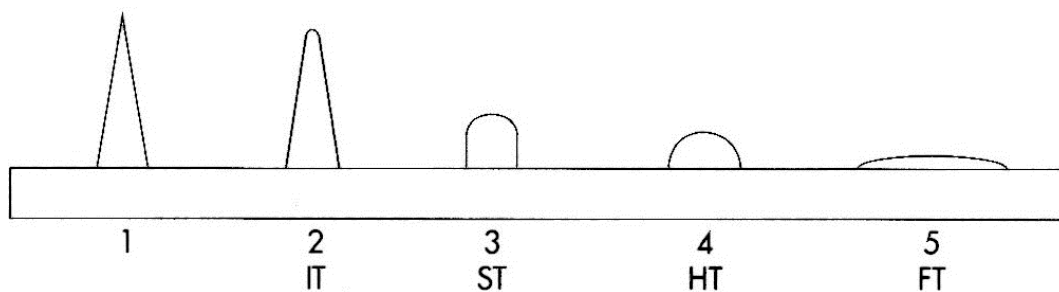
On useita erilaisia tuhkia, joten on myös monia erilaisia tuhka-analyysejä. Tuhkien koostumusvaihtelut ovat yleisesti merkittäviä. Koostumukseen vaikuttavat polttoaineen alkuperä sekä poltto-olosuhteet. (Laine-Ylijoki ym. 2002: 13.)

Tuhkan alkuainekoostumus ilmoitetaan tavallisesti siten, että kaikki komponentit oletetaan täydellisesti hapettuneiksi (Moilanen ym. 2002: 126). Liitteen 2 taulukossa 5 on esitetty erilaisten kiinteiden polttoaineiden tuhkapitoisuuksia sekä tuhkien alkuainekoostumuksia painoprosentteina alkuaineen oksideina ilmaistuna.

Leijupolton tuhka on huokoista ja usein kalkkipitoisuuden vuoksi alkalista (pH n. 12). Turpeen ja puun seospoltossa leijupetiteknikalla tärkeimpiä tuhkaa muodostavia aineita ovat pii, kalsium, kalium, rauta, alumiini, magnesium, mangaani ja fosfori. Biopolttaineiden tuhkaa muodostavat aineet ovat suureksi osaksi vesiliukoisessa muodossa tai sitoutuneena orgaanisiin yhdisteisiin. Biomassoissa ravintoaineiden, kuten fosforin ja kaliumin, määrät vaihtelevat suuresti käytettyjen lannoitteiden ja niiden määrien, maaperän ja korjuumenetelmän mukaan. Myös mahdollinen lietteen poltto seospolton yhteydessä vaikuttaa huomattavasti syntyvän lentotuhkan määrään ja koostumukseen, sillä lietteillä on yleensä korkea tuhkapitoisuus. Jätteenpolton pohjatuhka sisältää mm. maamineraaleja, metalleja, orgaanista ainesta, silikaatti- ja oksidimineraaleja, kuten rautaa ja kalkkia. Lentotuhka sisältää yleensä aina merkittävästi raskasmetalleja. Polttoöljyn tuhka sisältää pääosin vanadiinia ja nikkeliä. (Laine-Ylijoki ym. 2002: 12; Skrifvars & Hupa 2002: 270; Laine-Ylijoki ym. 2005: 24, 35; Alakangas 2000: 137.)

Yleisesti ottaen hiilituhkat ovat tasalaatuisempia ja helpommin hyödynnettäviä kuin seospolton tai biopolttoaineiden tuhkat. Kivihiilen poltosta syntyy eniten lentotuhkaa, joka on rakeisuudeltaan silttiä vastaavaa. Hiilenpolton pohjatuhka ja -kuona vastaavat rakeisuuksiltaan hiekkaa ja soraa. Turpeen ja puun poltosta syntyvä sekatuhka on yleensä kivihiilen lentotuhkaa karkeampaa. Lentotuhkan tyypillinen raekoko on 2–100 µm ja se sisältää 15–25 % pienhiukkasia (< 10 µm). (Laine-Ylijoki ym. 2002: 11.)

Tuhkan sulamiskäyttäytyminen on kattilan toimivuuden kannalta tärkeä ominaisuus. Sen avulla tiedetään pitää polttolämpötila riittävän alhaisena, jotta tuhka ei pääse sulamaan, sen jälkeen jäähtymään ja aiheuttamaan kerrostumia. Lisäksi se on myös tärkeä ominaisuus polttotekniikoissa, joissa tuhka poistetaan sulana tai joissa tuhkan sulaminen voi estää polttoilman kulkeutumista (Moilanen ym. 2002: 125). Tuhkan eri komponenttien sulamispisteet vaihtelevat laajalla lämpöalueella, 600–2900 °C:n välillä. Tulipesän kaasukoostumus myös vaikuttaa tuhkan sulamislämpötilaan. Monet tuhkat sulavat pelkistävissä olosuhteissa alhaisemmassa lämpötilassa kuin hapettavissa olosuhteissa. Sulamiskäyttäytymistä tutkitaan standardoiduilla menetelmillä, joissa koe-kappaleella määritetään eri lämpötiloissa tapahtuvat muodonmuutokset. Laboratorio-kokeiden olosuhteet eivät tosin vastaa kattilaolosuhteita, joten tulokset ovat suuntaa-antavia. (Huhtinen ym. 2000: 41.) Kuvassa 6 on esitetty standardimenetelmän ASTM D1857 mukaiset tunnusomaiset kriteerit eri lämpötiloilla. Näitä ovat muodonmuutoslämpötila (IT, initial deformation temperature), pehmenemislämpötila (ST, softening temperature), puolipallolämpötila (HT, hemispherical temperature) ja juoksevuuslämpötila (FT, fluid temperature).



Kuva 6. Tuhkan sulamiskäyttäytyminen (Moilanen ym. 2002: 126)

Kuonaantuminen tapahtuu tulipesän säteilyalueella. Kuonakerrostumat ovat yleensä paksuja sekä ulkopinnaltaan usein selvästi sulaneita. Osittain sulanut silikaattituhka usein aiheuttaa merkittäviä kuonaantumisongelmia tulipesän seinämällä ja tulistimissa, ja silloin sen viskositeettia on syytä tarkastella. Viskositeetin ollessa sopiva sula tuhka on riittävän juoksevaa, jotta se tarttuu seinämille ja kovettuu eli sintraantuu.

Likaantuminen puolestaan tapahtuu kattilan konvektio-osissa, jolloin kerrostuman lämpötila on alhaisempi ja se on suurimmalta osin kiinteässä muodossa. (Skrifvars & Hupa 2002: 275)

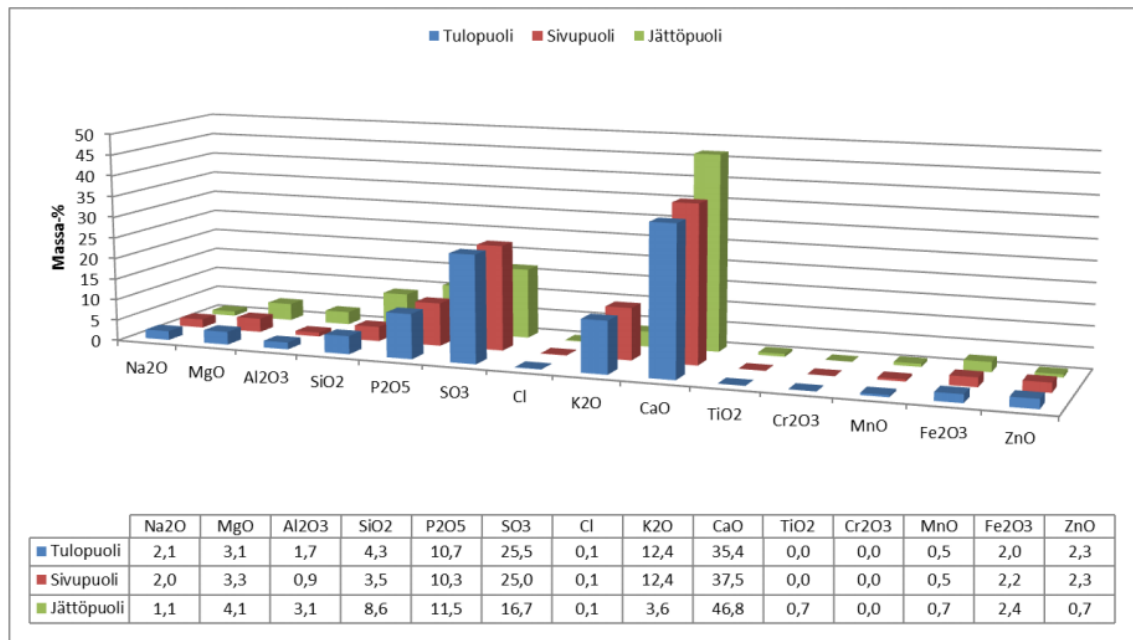
Mahdollisten haitta-aineiden liukoisuutta tuhkasta tutkitaan laadunvalvontaan sekä karakterisointiin soveltuvilla liukoisuustesteillä. Lisäksi arvioidaan tuhkan liukoisuuskäytetyymisen muuttumista erilaisissa ympäristö- ja sijoituspaikkaolosuhteissa. Liukoisuustesteillä voidaan arvioida eri materiaalien päästöt ympäristöön lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Tuhkien sijoituskelpoisuus määräytyykin pitkälti liukoisuustestituloksien perusteella. Liukenevia määriä tulkitaan yleensä L/S-suhteella huomioiden materiaalin kanssa kosketuksessa olevan veden määrä. (Laine-Ylijoki ym. 2002: 3, 24.)

3.3 Kerrostuma-analyysi

Savukaasun reaktiot tuhkahiukkasten kanssa voivat aiheuttaa kerrostumia. Kerrostuma-analyyseillä on osoitettu, että sulfaatin muodostus ja karbonaattimuodostus edistävät kalsiumpitoisten tuhkahiukkasten sintraantumista. Uusien savukaasupuhdistusmenetelmien, kuten injektiokemikaalien myötä kattiloiden kuonaantumis-, likaantumis-, ja korroosio-ongelmat muuttuvat. Injektioalkki voi muodostaa kovettuneita kerrostumia kattilan tulistinpinnoille reagoidessaan joko hiilidioksidin tai rikkidioksidin kanssa. (Skrifvars & Hupa 2002: 283, 291.)

Kerrostuma-analyysien avulla saadaan lisää tietoa haitallisten kerrostumien muodostumisista kattiloissa, parannettua kerrostumiin liittyvien ongelmien ennustettavuutta ja ratkaistua ilmenneitä ongelmia tutkittavilla polttoaineseoksilla (Aho 2016).

Puuta poltettaessa palamisprosessissa aiheutuu nuohouksista huolimatta kerrostumia kattiloiden lämmönsiirtopinnoille ja tällöin korroosioriskit kasvavat (Hämäläinen & Makkonen 2003: 3). Kemiallisen koostumuksen avulla kyetään arvioimaan kerrostuman korrosiivisuus. Sekä tuhka- että kerrostuma-analyyseissä määritetään paljon samoja ominaisuuksia ja tekijöitä, sillä analysoitavat kerrostumat ovat usein ajan myötä kertyneitä tuhkerrostumia. Kuvassa 7 esitetään pajunpoltossa tapahtuneen kerrostuman kemiallinen koostumus. Kerrostumaa kerättiin kolme tuntia tulistinputkea simuloivalle holkille. (Hurskainen ym. 2013: 19–23.)



Kuva 7. Kerrostuma-analyysi (Hurskainen ym. 2013: 23)

Voimalaitoksen kattilaputkien sisäpuolisilla kerrostuma-analyseillä määritetään niissä esiintyviä yhdisteitä ja niiden ominaisuuksia. Kerrostuman alkuainekoostumuksen määrittäminen on analysoinnissa tarpeen, jotta voidaan arvioida kerrostuman muodostumisolosuhteita ja lämmönjohtavuutta. Vaikka on olemassa kustannustehokkaita ja kattavia tapoja mitata kerrostumia, kuten ultraäänimittaus, ne eivät kuitenkaan poista kerrostuma-analyysien tarvetta, vaan niiden avulla voidaan täydentää mittaustuloksia. (Lähde 2015: 51, 102–103.)

3.4 Vesianalyysi

Prosessiveden laatuvaatimukset riippuvat höyrykattilan rakenteesta, käyttöpaineesta, ja -tavasta, kattilan suurimmasta paikallisesta lämpökuormasta sekä höyryn käyttötarkoituksesta. Voimalaitosten prosessivesille tehdään analyyseja, jotta saadaan tietoon prosessien kannalta veden oleelliset ominaisuudet, joiden mittaamiseen ei ole saatavilla tai ei ole järkevää käyttää jatkuvatoimisia mittauksia. Näitä prosessivesien osalujuuksia ovat vesi-höyrypiirin syöttövesi, kattilavesi, lisävesi, lauhdevesi sekä höyry. Niistä analysoidaan rauta- ja jälkiannostuskemikaali-, fosfaatti-, Na-, Si-, Fe-, Cu- ja orgaanisten aineiden pitoisuudet. Lisäksi analysoidaan kovuus, alkaliteetti ja KMnO_4 -kulutus.

Veden kovuus aiheutuu magnesium- ja kalsiumsuoloista. Alkaliteetti eli happokapasiteetti kuvastaa veden puskurikykyä, kykyä vastustaa pH-muutoksia. Jos alkaliteetti on hyvin pieni, veden pH laskee heti, kun siihen lisätään happamia aineita. Kokonaisalkaliteetti tarkoittaa vedessä olevien vetykarbonaatti-, karbonaatti-, ja hydroksidi-ionien yhteismäärää. Alkaliteetti ja bikarbonaattikovuus ovat pH:n lisäksi merkityksellisiä mm. veden korroosio-ominaisuuksien arvioinnissa. (Aalto ym. 2016) KMnO_4 - eli kaliumpermanganaattikulutus on lukuarvo, joka kuvastaa kuinka paljon kaliumpermanganaattia tarvitaan yhdessä kg:ssa vettä olevien orgaanisten epäpuhtauksien hapettamiseksi. Sen avulla voidaan määrittää siis epäpuhtauksien eli humusten määrä.

Laitosten prosessivesille on laadittu ohjearvoja ja suosituksia eri käyttöpaineille, kattilatyypeille sekä laadunvalvonnassa tehtäville määräyksille. (Huhtinen ym. 2000: 298–300; Vähäsarja 2016: 13–14.) Liitteen 3 taulukoissa 6 ja 7 esitetään DENÅ:n ja VGB:n ohjearvot ja suositukset.

Jätevesianalyseilla selvitetään ympäristöä saastuttavien aineiden pitoisuudet ja kyetään tarvittaessa suunnittelemaan toimivat puhdistustoimenpiteet (SGS Suomi 2016a). Jätevesien johtamista ympäristöön rajoittavat useat säädökset. Analyysien avulla kyetään noudattamaan säädettyjä raja-arvoja. Jätevesianalyysiin kuuluu mm. mikrobiologiaa, bakteriologiaa, epäorgaanisten (anionit, metallit, ravinteet) ja orgaanisten (liuotimet, hiilivedyt, torjunta-aineet) saasteiden, sekä alkaliteetin ja sähkönjohtavuuden tutkiminen. (SGS Suomi 2016b.)

Talousvesianalyysit voivat olla erittäin kattavia. Kun vuosina 2008–2009 analysoitiin raakaveden vaikutus Helsingissä käytettävän talousveden laatuun, tutkittiin 95 eri muuttujaa. Niihin sisältyi mm. mikrobiologisia muuttujia, metalleja ja anioneja, orgaanisia haitallisia yhdisteitä sekä ravinteisiin, tekniseen ja aistinvaraiseen laatuun liittyviä muuttujia. (Pönkä ym. 2011: 4.)

3.5 Lieteanalyysi

Lietteiden määrät ovat viime vuosikymmenenä kasvaneet sekä lietteitä koskevat ympäristönormit ovat tiukentuneet. Nämä seikat ovat johtaneet siihen, että uusia lietteenkäsittelyvaihtoehtoja etsitään. (Lohiniva ym. 2001: 3) Lietteitä voidaan hyödyntää aineina tai polttamalla ja hyödyntämällä niiden energiasisältö. Lietteitä syntyy muun muassa metsäteollisuudessa sekä jätevedenpuhdistamoilla. (Alakangas 2000: 125.)

Metsäteollisuuden lietteitä ovat esimerkiksi primääriliete, bioliete ja siistausliete. Primäärilietteen laatu riippuu muun muassa tuotantoprosessista. Sen tuhkapitoisuus on selluteollisuudessa 5–20 % ja hienopaperitehtailla 50–60 %. Primäärilietteen kosteus on 60–70 % ja tehollinen lämpöarvo on käyttökosteudessa 4–6 MJ/kg. Bioliete sisältää mikrobiomassan lisäksi puun uuteaineita, ligniiniyhdisteitä ja adsorboituneita klooriorgaanisia yhdisteitä. Siistausliete on pääosin tuhkaa ja kuitua. Sen keskimääräinen tuhkapitoisuus 30–60 %. Metsäteollisuuden lietteiden raskasmetallipitoisuudet ovat yleensä melko pieniä. (Alakangas 2000: 124–126.) Taulukossa 1 näkyy erilaisten lietteiden koostumuksia ja ominaisuuksia.

Taulukko 1. Lietteiden koostumuksia ja ominaisuuksia kuiva-aineesta (Alakangas 2000: 125)

Ominaisuus	Sellutehtaan sekaliete	Primääriliete	Paperitehtaan sekaliete	Bioliete	Siistausliete	Kuorimoliete
Hiili, %	40–42	44	44–46	47	25–45	50
Vety, %	4,5–5,0	6	5,5–6,0	5,2	4–5,5	6
Rikki, %	0,4–0,9	0,1	0,05–0,1	1,2	0,1–0,3	0,02
Typpi, %	1,3–1,6	0,4	0,5–0,7	1,6	0,1–0,3	0,8
Happi, %	25–29	25		30	22	34
Tuhka, %	16–21	0,4	12–20	16	30–60	2,5
Kloori, %	0,1–0,6		0,0–0,1		0,2–0,6	
Tehollinen lämpöarvo kuiva- aineessa, MJ/kg	14–16			17,4	8–13	3,0
Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, MJ/kg	9,3	2,3		0	2,9	
Kosteus	75–80	70		85	60	70

Puhdistamolietteet sisältävät erilaisia ravinteita, fosforia, typpeä sekä hivenaineita. Lietteiden kaliumin määrä on vähäinen sekä raskasmetallipitoisuudet vaihtelevat riippuen yhdyskunnan ja pienteollisuuden jätevesien laadusta. Puhdistamolietettä voidaan hyödyntää polttamisen lisäksi myös maanviljelyssä. (Lohiniva ym. 2001: 30.)

4 Mittaukset

Voimalaitostoiminnassa on paljon erilaisten mittausten kohteita, joita mitataan laitoksen käytettävyyden kannalta taikka lainsäädännön velvoituksesta. Mittauksia on erilaisia eri käyttötarkoituksia varten. Yleisimmät ja tärkeimmät mittaukset voimalaitoksilla ovat lämpötilan, paineen, virtauksen ja pinnankorkeuden mittaukset. Eri suureiden mittaus-tapoja on lukuisia. Taulukossa 2 käsitellään eräitä yleisesti käytössä olevia mittaustekniikoita.

Taulukko 2. Eräitä yleisesti käytössä olevia mittaustekniikoita (Haltunen 2007: 84–98; Majane 2007: 100–101; Frondelius 2005)

Mitattava suure	Mittaustekniikka	Toiminta
Lämpötila	Vastusanturi	Vastusanturin metallilangan lämmitessä sen resistanssi kasvaa suoraan verrannollisesti lämpötilan kasvuun nähden.
	Termoelementti	Termoelementti on kahdesta erilaisesta metallista muodostuva termosähköiseen jännitteeseen perustuva lämpötila-anturi. Kahden metallin välille on tehty kaksi liitosta, toinen lämpötilan mittausta ja toinen vertailulämpötilaa varten. Liitosten välinen lämpötilaero mitataan syntyvän termosähköisen jännitteen eli sähkömotorisen voiman perusteella.
	Pyrometri	Pyrometri mittaa lämpösäteilyä. Sen toiminta perustuu mittauskohteen ja kalibroidun valonlähteen lähettämien säteilyjen väliseen intensiteettien vertailuun. Pyrometrillä mittaaminen tapahtuu koskettamatta kohdetta, mutta vaatii näköyhteyden siihen.
Paine	Kalvorakenteisiin perustuva	Kalvon muodonmuutosta mitataan siirtymäantureilla tai venymäliuskoilla. Muodonmuutos on suoraan verrannollinen paineen muutokseen.
Virtaus	Mittalaippa	Mittalaipassa metallilevy kuristaa putkessa virtaava ainetta. Paine-ero, ennen ja jälkeen kuristuksen, on suoraan verrannollinen virtauksen suuruuteen.
	Pitot-putki	Mittaus perustuu patopaineen eli kokonaispaineen ja staattisen paineen välisen eron mittamiseen.
	Vortex eli Pyörrevana	Virtaukseen sijoitettu estekappale aiheuttaa virtauksen pyörteilyn. Pyörteily aiheuttaa virtauksessa paineen vaihteluita. Pyörteilyn taajuus on suoraan verrannollinen virtausnopeuteen.
Pinnankorkeus	Paine	Pinnankorkeutta mitattaessa mitataan hydrostaattista painetta. Lähetin asennetaan säiliön alaosaan. Mitä korkeammalla on nesteen pinta, sitä suurempi on paine.
	Paine-ero	Suljetun säiliön (kuten lieriön) pinnankorkeus voidaan mitata paine-erona. Mitataan paine säiliön yläosasta ja pohjasta sekä määritetään näiden välinen paine-ero.
	Ultraääni	Mittaus perustuu äänipulssin takaisineijastumiseen kuluneeseen ajan mittaukseen.

4.1 Hyötysuhdemittaukset

Hyötysuhdemittauksia tehdään tyypillisesti uusille laitoksille ja laitoksen osille suunniteltutavoitteiden ja niiden valmistajien takuehtojen täyttymisen todentamiseksi. Mittauksia tehdään tyypillisesti myös toimintaongelmien selvittämiseksi ja merkittävien laitteistojen, kuten kattiloiden ja turbiinien, kunnan valvomiseksi. Hyötysuhdemittaukset ovat kalliita ja vaativia, erillisiä mittauksia, jotka eivät ole osa rutiinivalvontaa. Uusien laitosten ohjaus- ja valvontajärjestelmissä toteutetaan vaativissa kohteissa nykyisin myös jatkuvatoimisia hyötysuhdelaskentoja. (Vesanto 2016.)

Kattiloiden hyötysuhdemittauksiin sovelletaan standardeja. Mittausten laajuus valitaan sellaiseksi, että kattiloiden osahäviöt saadaan määritettyä. Aina määritettäviä ominaisuuksia ovat CO- ja O₂ -pitoisuudet sekä savukaasun lämpötila. Mittaukset tehdään nimellispisteessä ja sellaisilla kattilakuormilla, että mittaustulokset saadaan kattiloiden normaalilta käyttöalueelta. Tulosten perusteella lasketaan kattilaan syötetty energia, energiahäviöt ja tuotetun energian määrä. Näistä saadaan kattilan hyötysuhde. Hyötysuhdetta ja päästöjen määrää verrataan kyseiseen kattilatyyppiin sekä käytössä olevan polttoaineen saavutettavissa oleviin arvoihin. Vertailua tehdään myös nykyisin uudella tekniikalla saavutettaviin hyötysuhteisiin. Voimalaitoksen apukattiloille ei yleensä tehdä hyötysuhdemittauksia, jos niiden vuosittainen käyttöaika on lyhyt. (Koski ym. 2002: 22; Vesanto 2016.)

Turbiinien mittaukset suunnitellaan ja toteutetaan siinä laajuudessa, että tulokseksi saadaan luotettavaa tietoa todellisista käyttötilanteiden hyötysuhteista. Mittaukset tehdään suurille turbiineille määräajoin, ongelmien selvittämiseksi, uuden laitteiston sopimuksen mukaisen toiminnan toteuttamiseksi sekä suurten korjaustöiden jälkeen työn jäljen tarkastamiseksi. Turbiinien hyötysuhteita mitataan tarkkuusmittareilla, joilla voidaan hyötysuhteen ja kuntotilanteen määrittämisen lisäksi tarkistaa voimalaitoksen kiinteiden mittausten toiminta ja mittaustulosten edustavuus. Mittaukset tehdään normien ja standardien ohjeistuksilla. (Koski ym. 2002: 23; Vesanto 2016.)

Eniten käyvien suurten puhaltimien ja pumppujen hyötysuhteiden mittaamisen tarpeellisuus arvioidaan tyypillisesti voimalaitoksen energia-analyysin yhteydessä. (Koski ym. 2002: 22).

4.2 Päästömittaukset

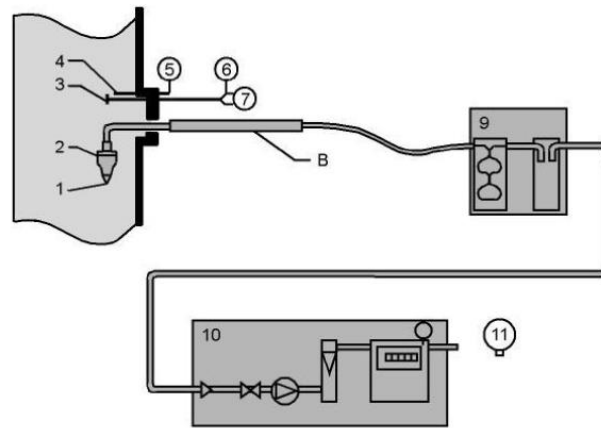
Voimalaitostoiminnasta aiheutuu monia erilaisia päästöjä, joita tulee mitata lainsäädännön velvoituksesta tai prosessin toimivuuden seurannan kannalta. Näistä esimerkkeinä ovat seuraavaksi käsiteltävät savukaasumittaukset, jätevesimittaukset ja melumittaukset.

4.2.1 Savukaasumittaukset

Savukaasupäästömittauksia tehdään teollisuusprosessien päästöjen määrän ja laadun selvittämiseksi sekä esimerkiksi polttoprosessin tai puhdistuslaitteen takuuarvojen täyttymisen toteamiseksi. Lisäksi prosessin optimoinnin ja tuotehävikkien selvittämisen tai puhdistuslaitteinvestointien suunnittelun tueksi on usein tarvetta selvittää päästöt mittaamalla.

EU:n direktiivien perusteella säädetyt kansalliset ilmansuojeluun liittyvät asetukset sekä erityisesti kansalliset ja kansainväliset standardit (kuten CEN, ISO, SFS, EPA, VDI) ohjaavat päästömittauksien toteuttamista. (Päästömittaustekniikan perusteet 2007: 5.)

Savukaasujen hiukkasmittaukset perustuvat useimmin optisiin mittausperiaatteisiin. Mittalaitteen lähettämä valo vaimenee savukanavassa hiukkasten absorption ja sironnan vaikutuksesta. Optiset mittalaitteet mittaavat hiukkaspitoisuutta läpi savukaasukanavan tai osassa sitä. Mittauksissa lähetin-vastaanotin asennetaan kanavan seinämään ja vastakkaiselle puolelle asennetaan optiikka, joka kääntää valonsäteet takaisin. Näin saadaan lisää herkkyyttä pienten pitoisuuksien mittauksessa. (Hoffren 2007: 114.) Hiukkasmittauksessa voidaan käyttää myös näytteenottoon perustuvia in-stack tai out-stack -menetelmiä, jotka eroavat toisistaan suodattimen sijainnin perusteella. Suodatin voi olla joko mitattavassa piipussa, jolloin kyseessä on in-stack -menetelmä (kuva 8) tai sen ulkopuolella, jolloin kyseessä on out-stack -menetelmä. (Päästömittaustekniikan perusteet 2007: 21–22.) Kuvassa 8 esitetään in-stack -mittausperiaate.



- | | |
|------------------------------|---|
| 1 Suutin | 7 Dynaamisen paineen mittaus |
| 2 Suodatinkotelo | 8 Suodatinkotelon tukitanko |
| 3 Pitot-putki | 9 Näytekaasun jäädytys ja kuivaus |
| 4 Lämpötila-anturi | 10 Pumppu, näytekaasumäärän hallinta ja mittaus |
| 5 Lämpömittari | 11 Ilmanpaineen mittaus |
| 6 Staattisen paineen mittaus | |

Kuva 8. In-stack -mittausperiaate (Päästömittaustekniikan perusteet 2007: 21)

Savukaasun eri kaasukomponenttien yleisimmät jatkuvatoimiset mittausmenetelmät on listattu taulukossa 3. Niistä eräiden, yleisesti käytössä olevien mittausmenetelmien tekniikat käydään läpi seuraavaksi.

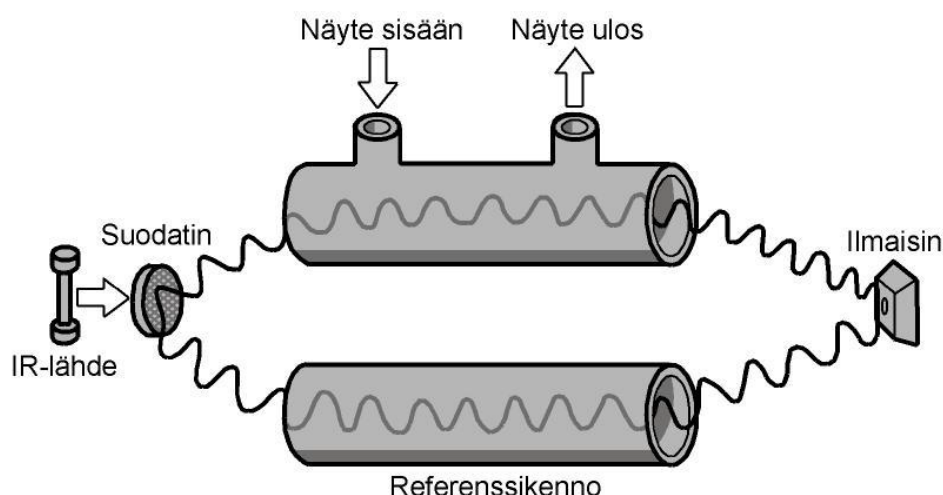
Taulukko 3. Yleisimmät jatkuvatoimiset mittausmenetelmät eri kaasukomponenteille (Päästömittaustekniikan perusteet 2007: 28)

Komponentti	Mittausmenetelmä
O ₂	Zirkoniumoksidikenna, Paramagnetisiin perustuvat menetelmät, Sähkökemialliset kennot
O ₃	UV, FTIR
H ₂	Palavan kaasun detektorit, Lämmönjohtavuusdetektorit
H ₂ O	Kuiva/märkälämpötilojen määrittäminen, Lämmitetty IR tai kanavan läpi mitattaava IR, Psykrometrinen määrittäminen, FTIR
N ₂	Kaasukromatografia, Massaspektrometria
CO ₂	IR, FTIR, Lämmönjohtavuusdetektorit
CO	IR, FTIR, Sähkökemialliset kennot, Puolijohdeanturit, Palavan kaasun detektorit
SO ₂	IR, FTIR, UV, UV –fluoresenssi, Sähkökemialliset kennot
TRS	Konvertteri/UV –fluoresenssi, konvertteri/FTIR
H ₂ SO ₄	Absorbointi liuokseen, kolorimetrinen määrittäminen
H ₂ S	UV, Kaasukromatografia, Sähkökemialliset kennot
NO/NO ₂	Kemiluminesenssi, IR, FTIR, UV, Sähkökemialliset kennot
N ₂ O	IR, FTIR
NH ₃	UV, Kemiluminesenssi, IR, FTIR
HCN	IR, FTIR
HCl	IR, FTIR
HF	IR, FTIR
Cl ₂	UV absorptio, Massaspektrometria
CH ₄	IR, FTIR, Palavan kaasun detektorit
Yksittäiset hiilivedyt	IR, FTIR, Kaasukromatografia
Orgaanisen kokonaishiilen (TOC) määrittäminen	Liekki-ionisaatioilmaisimella FID

IR

IR-tekniikalla voidaan mitata savukaasuista monia eri kaasukomponentteja. Infrapunaspektrometria perustuu siihen, että lähes kaikki kaasut absorboivat kullekin kaasulle ominaisia aallonpituuksia.

Säteilylähteestä lähtevä valo kulkee referenssi- ja näytekennon läpi ilmaisimelle. Referenssikello sisältää valoa absorboimatonta kaasua, kuten typpeä tai argonia. Valon kulkiessa referenssikennon läpi, sen energia ei muutu. Kun valo kulkee tutkittavaa kaasua sisältävän näytekennon läpi, se absorboituu tähän kaasuun, jolloin kennon läpäisevän valon määrä pienenee. Mitattavan kaasun pitoisuus voidaan määrittää ilmaisimen tunnistamalla energiaerolla. (Hernberg & Linna 2002: 650; Päästömittaustekniikan perusteet 2007: 28–29.) Kuvassa 9 esitetään IR-analysaattorin toiminta.



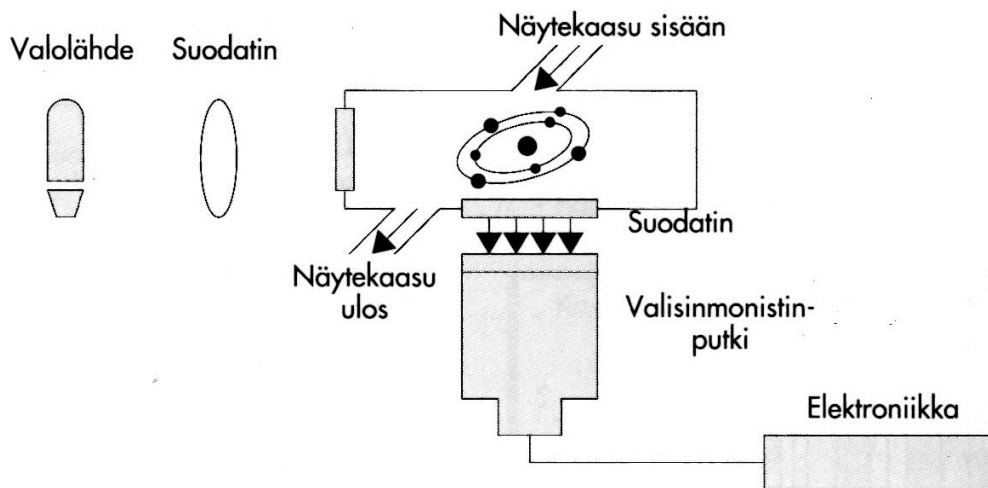
Kuva 9. IR-analysaattorin toiminta (Päästömittaustekniikan perusteet 2007: 29)

FTIR

FTIR (Fourier Transform Infra Red) -menetelmän avulla yhdellä analysaattorilla voidaan määrittää jatkuvasti useita savukaasun komponentteja kerralla. Mittaustuloksena saadaan spektri, josta voidaan määrittää näytekäasussa esiintyvät komponentit. Tämä spektri sisältää monen eri komponentin absorptiovyöt päällekkäin. Laskennan avulla voidaan erotella jokaiselle komponentille ominaiset absorptiovyöt ja näin saadaan tuloksena puhdistettu spektri, josta mitattavien kaasujen pitoisuudet voidaan määrittää luotettavasti. (Hernberg & Linna 2002: 652–653.)

UV-fluoresenssi

UV-fluoresenssimenetelmä on yleisin rikkidioksidin jatkuvatoiminen mittaussuunnitelma. UV-valo suodatetaan ja kohdistetaan mittauskammioon, jossa se virittää näytekaasun SO_2 -molekyylejä. Molekyylien viritystilojen purkautuessa ne emittoivat niille ominaista säteilyä, joka kulkee valonilmaisimelle suodattimen läpi. Säteilyn intensiteetti on suoraan verrannollinen mitattavien SO_2 -molekyylien määrään. (Hernberg & Linna 2002: 651; Päästömittaustekniikan perusteet 2007: 31–32.) Kuvassa 10 esitetään UV-fluoresenssiin perustuvan SO_2 -analysoijan toimintaperiaate.

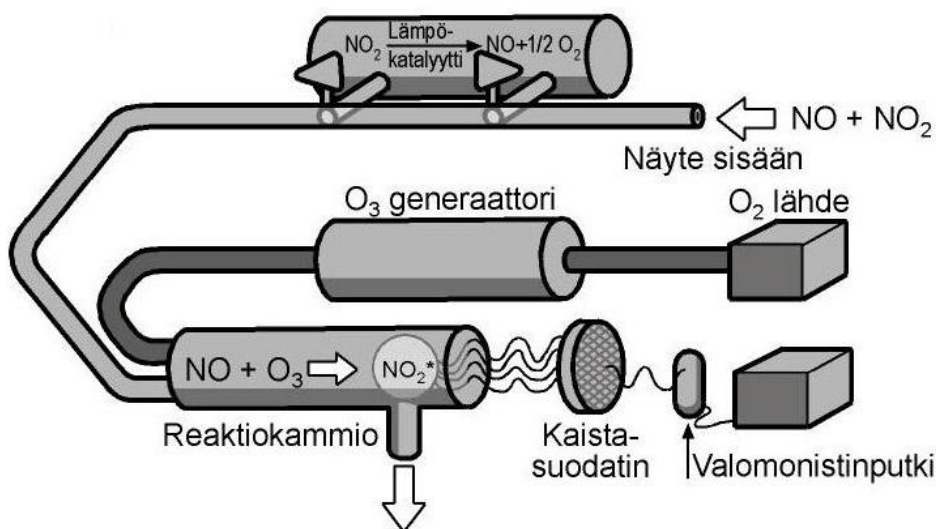


Kuva 10. UV-fluoresenssianalysoijan toimintaperiaate (Hernberg & Linna 2002: 652)

Kemiluminesenssi

Menetelmällä mitataan typen oksideja (NO_x). Se perustuu typpimonoksidin (NO) ja otsonin (O_3) väliseen reaktioon. Reaktiossa NO ja O_3 tuottavat virittyneitä NO_2 -molekyylejä, jotka emittoivat fotoneja palatessaan perustilaan. Tämä on kemiluminesenssi-ilmiö.

Mitattaessa kaasun NO_x -pitoisuutta ($\text{NO} + \text{NO}_2$), johdetaan näytekaasu muuntimeen, jossa kaasun sisältämä NO_2 pelkistyy NO:ksi. Kun tämä kaasuseos menee reaktiokammioon, saadaan tulokseksi typen oksidien kokonaispitoisuus. Mittauksen tulos muutetaan laskennallisesti, tyypillisesti moolimäärän kautta, NO_2 -pitoisuudeksi. (Hernberg & Linna 2002: 649; Päästömittaustekniikan perusteet 2007: 30–31.) Kuvassa 11 on esitetty kemiluminesenssianalysoijan toimintaperiaate.



Kuva 11. Kemiluminenssianalyysattorin toiminta, NO_x -mittaus (Päästömittaustekniikan perusteet 2007: 31)

Liekki-ionisaatio

Liekki-ionisaatioilmaisimessa näyttegaasu, ilma ja polttokaasu, vety tai vetyheliumseos, johdetaan analyysattorin ilmaisimeen. Palaessaan vetyliekissä savukaasujen sisältämät hiilivedyt ionisoituvat ja aiheuttavat pienen sähkövirran, jota voidaan mitata. Virran voimakkuus on suoraan verrannollinen savukaasun sisältämään hiiliatomien määrään. (Päästömittaustekniikan perusteet 2007: 34; Huhtinen ym. 2000: 292.)

4.2.2 Jätevesimittaukset

Pääosa jätevesivirtauksista on avokanavavirtauksia, joiden määriä mitataan venturimittarilla tai mittapadolla. Virtausarvo saadaan mittaamalla virtausesteen yläpuolista pinnankorkeutta ja laskemalla virtaus purkausyhtälöstä. Pinnankorkeuden mittaamiseen käytetään muun muassa ultraääntä tai paineantureita. Putkivirtausten mittaamiseen käytetään magneettisia määramittareita sekä ultraäänimittareita.

Jätevesien virtausmittauksien tarkkuusvaatimuksia tulee sekä voimalaitoksen sisältä että sen ulkopuolelta. Prosessitekniisiä tarkkuusvaatimuksia aiheuttaa puhdistuskemikaalien tarkka annostelu suhteessa käsiteltäviin vesimääriin. Liiketaloudellisista syistä tarkkuutta vaaditaan, kun laitos itse pumpkaa jätevetensä toisen yrityksen tai kunnan puhdistettavaksi ja jätevesimäärä on laskutuksen perustana. Ulkoisia vaatimuksia tarkkuudelle asettavat teollisuuden laatu järjestelmät ja ympäristöviranomaiset. (Kuoppamäki 2003: 2.)

4.2.3 Melumittaukset

Ympäristömelu voi olla peräisin voimalaitoksen toiminnasta tai siihen liittyvästä liikenteestä. Ympäristömelun arviointiin voidaan käyttää melumittauksia tai -mallinnuksia. Mittauksilla voidaan varmentaa melumallinnusten paikkansapitävyyttä. Mittausten avulla voidaan selvittää meluongelmien laajuutta ja informoida asukkaita, päättäjiä, viranomaisia ja toiminnanharjoittajia melua aiheuttavan toiminnon meluvaikutuksista. Mittalaitteina voi olla esimerkiksi tarkkuusäänitasomittareita, meluanalysaattoreita ja rakennusakustiikan mittauslaitteistoa. Melumittauksia voidaan käyttää apuna kaupunki- ja liikennesuunnittelussa sekä niiden avulla kyetään arvioimaan mahdollisesti tarvittavia meluntorjuntatoimenpiteitä. (SGM Consulting 2015; Ramboll Finland Oy 2016.)

Melumittauksista esimerkkinä on Espoon Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen ympäristössä vuonna 2014 tehty mittaus, jossa mitattiin melua kolmessa pisteessä. Mittaukset suoritettiin päiväsaikaan, normaalin toiminnan aikana, tunnin mittausjaksoilla. Niissä otettiin muun muassa huomioon ympäristöministeriön laatimat vaatimukset tuuliolosuhteiden osalta. Mittauksissa arvioitiin lisäksi melun impulssimaisuutta ja kapeakaisuutta. (Ramboll Finland Oy 2014: 1–5.)

5 Tiedonhallinta

Tiedonhallinnan voi määritellä monella eri tavalla. Se voi olla tietokantojen hallintaa (*Database Management*), tietämyksen hallintaa (*Knowledge Management*) tai liiketoimintatiedon hallintaa (*Business Intelligence*). Kaikenkattavana tiedonhallinnan voi määritellä kaikkeen organisaatioon liittyvän tiedon hallintana (*Enterprise Content Management, ECM*). Tämä käsittää tiedon monimuotoisuuden ja sen eri tasot.

Kehittyneissä maissa suuri osa ihmisistä tekee tietotyötä, jossa tietoa käytetään, käsitellään ja tuotetaan. Tietotyö on tiedonhallinnan kannalta katsottuna tietosisältöjen etsimistä, yhdistelemistä sekä jalostamista organisaation useista tietovarastoista. Tietotyö voi usein olla asiantuntijatyötä. Tällöin siihen liittyy prosesseja, joita ei tule kiinnittää liian sitovasti ennalta määrättyyn ja joustamattomaan muotoon. Tietotyön tehokkuustekijöitä ovat tiedon haku- ja yhdistelytekniikoiden mielekäs soveltaminen ja tietosisältöjen keskinäisen yhteensopivuuden lisääminen. (Kaario & Peltola 2008: 3–4.)

Itsenäisen työskentelyn korostuessa ihmisiltä ja tekniikalta vaaditaan enemmän. Tällöin työntekijöiden henkilökohtaisen tiedonhallinnan vastuu kasvaa. Työntekijöiden on kyettävä hallitsemaan suurempia määriä monimutkaista tietoa ja ymmärrettävä entistä paremmin eri tietojen välisiä riippuvuuksia. Liiketoiminnan globaalistuttua tietojärjestelmiä kehitetään yhteistoimintaympäristöiksi. Päivittäistä tiedonhallintaa tulee pystyä hoitamaan paikasta, ajasta ja käytössä olevista laitteista riippumatta. Nämä vaatimukset edellyttävät jatkuvasti parantuvia toimintatapoja. (Lindén 2015: 9–10.)

5.1 Historia

Analoginen tieto, kuten kirjoissa ja lehdissä oleva, kattoi valtaosan tiedosta aina 2000-luvun alkuun asti. Digitaalinen tieto aloitti kasvunsa 90-luvun puolessa välissä ja 2000-luvun alussa kasvoi räjähdysmäisesti. (Dahlberg 2015: 5.) Analogisen tiedon sijaintipohjainen tallentaminen tarkoitti paperien mapitusta. Mapissa olevat eri välilehdet toimivat ohjeistuksena oikean paperin löytämisessä. Tämä sama, sijaintiin perustuva tiedon tallentaminen siirtyi sähköisen tiedon tallentamiseen. (Lindén 2015: 34.)

Tiedon etsiminen hierarkkisista kansiorakenteista on toimimattomimmillaan arvailua, päättelyä ja kokeilua. Esimerkkinä tilanne, jossa yrityksen eri osastoilla toimivat henkilöt ovat tekemisissä saman tarjousdokumentin kanssa. Jokainen tallentaa dokumentin

oman työkuvansa kannalta loogisimpaan kansioon. Tämä loogisuus ei päde eri osastoilla toimivien henkilöiden työkuvassa. Ensimmäinen käyttäjä löytää tiedoston ja päivittää sitä. Toinen käyttäjä löytää tiedoston vanhan version tietämättä, että päivitetty versio löytyisi muualta. Kolmas käyttäjä tietää, mistä uusin versio löytyy, mutta hänellä ei ole käyttöoikeuksia kyseiseen kansioon, eikä hän pääse hyödyntämään dokumenttia työssään. Neljäs käyttäjä löytää uusimman version ja lähettää sen sähköpostilla asiakkaalle kommentoitavaksi. Jos asiakas lähettää muokatun tarjouksen takaisin, se jää neljännen käyttäjän sähköpostiin. Tällöin muut jatkavat jälleen työskentelyä vanhojen versioiden parissa.

Tiedonhallinnan tehostamisessa yrityksillä on apuna eri tietojärjestelmiä, kuten

- CLM (Customer Lifecycle Management, Sopimusten hallinta)
- CRM (Customer Relationship Management, Asiakkuudenhallinta)
- EAM (Enterprise Asset Management, Käyttöomaisuuden hallinta)
- ERP (Enterprise Resource Planning, Toiminnanohjausjärjestelmä)
- HRM (Human Resource Management, Henkilöhallinnan tietojärjestelmä)
- Osto- ja myyntireskontra (Taloushallinto)
- PDM (Product Data Management, Suunnittelu- ja tuotetiedonhallinta)
- QMS (Quality Management System, Laatuja järjestelmä).

Nämä järjestelmät ovat erikoistuneet hoitamaan vain rajatun alueen tiedonhallinnasta. Yksittäiset, toimintokohtaiset tietojärjestelmät palvelevat tehokkaasti, kun niiden käyttö on rajattu organisaatiossa niiden tarkoitetulle osa-alueelle. On myös järjestelmien välistä integraatioita, joilla pystytään ratkaisemaan yksittäisiä ja kiireellisiä tiedonsaannin tarpeita yrityksen eri osastojen välillä. Näiden integraatioiden toteutuksissa on harvoin yhtenäistä mallia, joten niistä nopeasti muodostuu erittäin monimutkaisia. Yrityksen ulkopuoliset tahot kuten asiakkaat, alihankkijat ja yhteistyökumppanit tarvitsevat myös tietoa yrityksen sisäisestä tietojärjestelmästä. Tähän on ollut ratkaisuna erillinen ulkopuolisille tahoille suunnattu järjestelmä, johon yritys on tallentanut tietoa sitä mukaa kun sitä on tarvittu. (Lindén 2015: 35–49.)

5.2 Metatieto

Sisältöpohjaisessa tiedonhallinnassa dokumentit ja data löytyvät niitä kuvaavilla hakusanoilla eli metatiedoilla (Lindén 2015: 54). Metatieto on tietoa tiedosta. Se on objekteihin liittyvää tietoa, joka kertoo käyttäjälle objektin olemassaolosta ja ominaisuuksista. Se on tiedon kontekstia, sisältöä ja rakennetta sekä niiden hallintaa ja käsittelyä kuvaavaa informaatiota koko tiedon elinkaaren ajalta. Metatieto helpottaa aineiston hakua, paikallistamista, tunnistamista ja säilyttämistä sähköisessä muodossa. (Kaario & Peltola 2008: 157–158.)

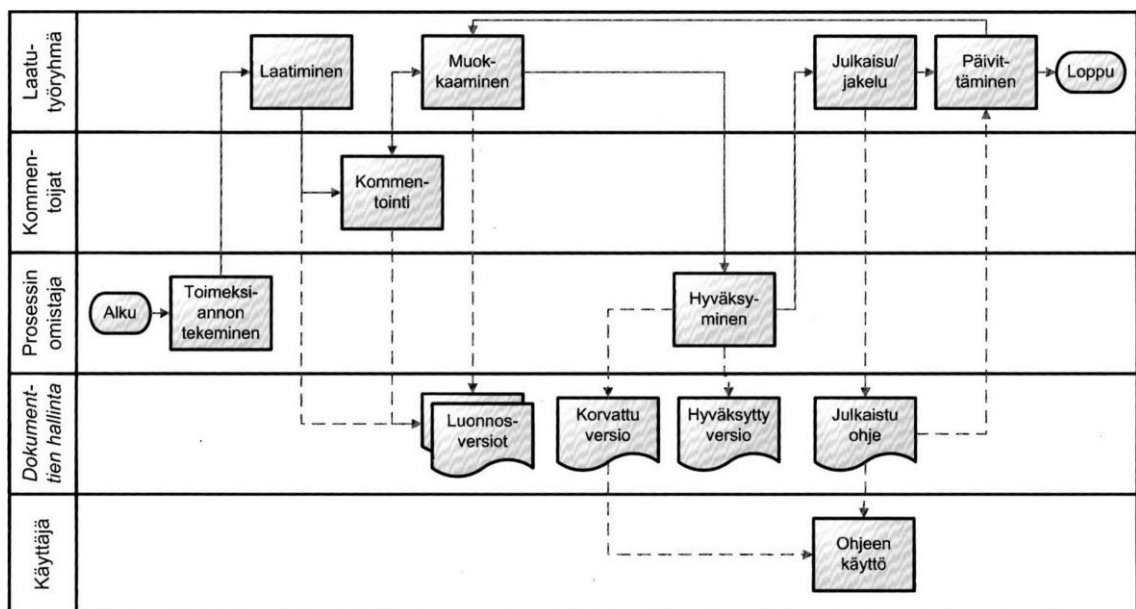
Metatiedoilla hallitaan ja ohjataan tiedon koko elinkaarta sen luomisesta julkaisuun, arkistointiin ja hävittämiseen. Sitä siis kertyy koko tiedon elinkaaren ajan. Yksinkertaisimpia asiakirjoihin liittyviä metatietoja ovat hallinnalliset metatiedot, kuten asiakirjan tekijä, muokkausaika ja käyttöoikeudet. Monimutkaisempia ovat sisällölliset metatiedot, jotka kuvaavat ja luokittelevat dokumentin sisältöä. Metatietojen hallinnan ja organisaatioiden välisen tiedon siirrettävyyden kannalta on oleellista, että metatiedot ovat järjestelmällisiä ja kontrolloituja sekä niiden käsitteet ovat yhdenmukaisesti ymmärrettäviä. (Kaario & Peltola 2008: 25–27.)

5.3 Dokumenttien ja asiakirjojen hallinta

Organisaation merkityksellisimpiin asiakirjoihin kuuluu elinkaareen liittyviä yksityiskoh-
tia, kuten mistä tietolähteistä asiakirjan sisältö on peräisin, ketkä sen ovat luoneet ja
kuinka kauan sitä tulee säilyttää. Usein tiedon elinkaaren hallintaan on myös lakien ja
standardien asettamia vaatimuksia.

Työnkulku ja dokumentin versiointi liittyvät toisiinsa saumattomasti. Dokumentista
muodostuu sen elinkaaren aikana ja jokaisen työnkulun vaiheessa useita eri versioita
kuten luonnoksia, väliversioita ja virallisia sekä julkaistuja versioita. Versionhallinnalla
pidetään huolta, että saatavilla on dokumentin viimeisin versio. Tämän lisäksi myös
edellisiä versioita pystytään tarvittaessa hallitsemaan ja palauttamaan. Yhteiskäytön
kannalta versionhallinnassa tulee olla tiedostojen lukitsemismahdollisuus, jonka avulla
dokumentin versio voidaan lukita muokkauksen ajaksi. Muokkauksen päätyttyä doku-
mentti vapautetaan muille sekä siitä tallennetaan uusi versio. Näin vältetään muokka-
usten päällekkäisyyksiltä. (Kaario & Peltola 2008: 22–29.)

Jokaisella yrityksellä on työprosesseja, joissa olevia asioita tarkistetaan, hyväksytään ja seurataan. Sähköisessä työnkulussa ja hyväksynnässä asian käsittelyn etenemisen vaiheet on tunnistettu ja luotu vakioitu prosessi. Näin mahdollistetaan asian käsittelyn eteneminen ja seuranta. Tämän avulla tehtyjä suoritteita voidaan seurata, jälkepäin todentaa ja raportoida sekä varmistaa tärkeimpien työsuoritteiden oikea tekotapa ja -järjestys. Sähköinen hyväksyntä voi olla yksittäiselle tai useammalle osapuolelle sähköpostiin tuleva tai käytössä olevan järjestelmän sisäinen automaattinen ilmoitus työnkulun vaiheista. Se voi sisältää linkin kohteena olevaan dokumenttiin ja kuvauksen vaadittavasta työnkulun mukaisesta hyväksyntätoimenpiteestä. (Lindén 2015: 92, 156.) Kuvassa 12 näkyy esimerkki ohjeen työnkulusta, versioinnista ja hyväksymisestä.



Kuva 12. Dokumentin elinkaari (Kaario & Peltola 2008: 31)

Dokumentin ollessa rakenteinen, se sisältää ennalta määritellyjä rakenneosia eli elementtejä. Rakenteisen dokumentin ulkoasu ei ole sen sisällöstä riippuvainen, joten tuloksena saadaan asiakirjojen yhtenäinen visuaalinen ilme sisällöntuottajasta riippumatta. Etukäteen suunniteltu rakenne ohjaa tietosisällön tuottamista sekä estää rakenteesta poikkeamisen. Rakenteisuus myös helpottaa eri kirjoittajien tekstisisältöjen yhteen sovittamista sekä toisten tekstien tulkitsemista. Se luo edellytykset tiedon jatko-hyödyntämiselle ja tehokkaalle uudelleenkäytölle. Tiedon hakeminen rakenteisista asiakirjoista onnistuu tehokkaasti, sillä haut voidaan kohdistaa haluttuihin rakenneosiin. Tällaiset dokumentit soveltuvat hyvin käyttöön mm. silloin, kun dokumentteja tuotetaan samanmuotoisina monia, niitä käytetään usein uudelleen ja niistä tehdään koosteita muihin dokumentteihin. (Kaario & Peltola 2008: 39–40.)

Sähköpostien käsittelyä tukevalla dokumentinhallinnalla varmistetaan, että voidaan tallentaa tärkeimmät sähköpostit liitteineen automaattisesti tai manuaalisesti. Näin löytyvät tarvittaessa esim. asiakkaaseen, projektiin tai sopimukseen liittyvät tärkeät sähköpostit kertaalleen tallennettuina eikä niistä synny turhia kopioita. Tämä dokumentinhallinnan ratkaisu myös varmistaa, ettei tärkeitä sähköposteja ja liitteitä jää piiloon vastaanottajien henkilökohtaisiin sähköpostilaatikoihin. (Lindén 2015: 89.)

5.4 Tiedonhallinnan kehittäminen

Tiedonhallinnan kehittämisen motivaatio voi löytyä tehokkuuden optimoinnin, tiedon hallinnan laadun ja palvelevuuden optimoinnista. Moderneilla ratkaisuilla luodaan lisäarvoa organisaatiolle tai uusia palveluja eri sidosryhmille. Tiedonhallinnan kehittämisessä tuodaan esille toiminnan tehokkuuteen liittyvät tavoitteet, kuten nopeammin löydettyjen tietojen tuoma ajansäästö sekä tietoresurssien tehokkaampi käyttö. Lisäksi tulee myös huomioida laatu ja riskien hallinta sekä kehittämisen palvelevuusnäkökulma. Taulukossa 4 tavoitteet ovat jaettu kolmeen edellä mainittuun kategoriaan.

Taulukko 4. Tiedonhallinnan kehittämistavoitteet

Kategoria	Tavoitteita
Tehokkuus	<p>Ryhmätyön tuottavuuden parantaminen organisaation sisäisenä sekä organisaatioverkostossa</p> <p>Tietosisältöjen käsittelyn automaatiotason nostaminen – rutiini- ja manuaalitoimintojen vähentäminen</p> <p>Tietosisältöjen löydettävyyden nopeuttaminen</p> <p>Sisällöntuotannon ja -hallinnan tehokkaammat työtavat ja toimintamallit</p> <p>Organisaation tietopääoman tehokkaampi käyttö</p> <p>Päällekkäistallennuksen välttäminen</p> <p>Monistettavien toimintatapojen ja teknologiaratkaisujen tuottaminen kasvavan ja muuttuvan organisaation tarpeisiin</p>
Laatu ja riskien hallinta	<p>Virheiden minimointi laadukkaamman ja luotettavamman sähköisen tietosisällön avulla</p> <p>Personoitava ja käyttäjäkohtaisesti fokuoitu tietosisältö</p> <p>Laadukkaat hakutulokset tietosisältöihin</p> <p>Tietoturvallisuus</p> <p>Selkeät vastuunjaot tietosisältöjen tuotannossa ja hallinnassa</p> <p>Vastaaminen tiedonhallinnan säädöksiin ja standardeihin</p> <p>Organisaatiomuistin kerryttäminen</p> <p>Vastaaminen lainsäädännöllisiin vaatimuksiin</p>
Palvelevuus	<p>Kokonaan uusien palveluiden tuottaminen</p> <p>Lisäarvon tuottaminen olemassa oleville palveluille</p> <p>Tietojen saatavuus ja läpinäkyvyys organisaation sisäisille ja ulkoisille sidosryhmille</p> <p>Tietotyön mielekkyyden lisääminen helpottamalla tiedon hallinnan rutiinitehtäviä</p> <p>Nopeutunut asiakaspalveluprosessi</p> <p>Laajennettavuus ja yhteensopivuus tulevaisuuden tarpeisiin</p> <p>Jatkuva tuki organisaation ydinprosesseille</p> <p>Ammattimainen ja moderni organisaatioimago asiakkaille ja muille ulkoisille sidosryhmille</p>

Kehittämisen tavoitteiden toteutumista ja kehittämiseen käytettyjen investointien tuottavuutta tulisi arvioida numeerisen takaisinmaksuajan lisäksi laatu- ja palvelevuusmittareilla, joilla voidaan arvioida tietosisältöjen luotettavuutta, virheiden määrä ja tietoturvaa. Lisäksi tulisi arvioida myös yrityksen kyvykkyyttä toteuttaa kokonaan uutta toimintamallia tai liiketoimintastrategiaa uusilla tiedonhallinnan tekniikoilla ja toimintatavoilla. (Kaario & Peltola 2008: 127–129.)

5.5 Tiedonhallinnan tulevaisuus

Tiedonhallinnan ympäristökijät muuttuvat. Verkostoitumisen seurauksena muodostuu yhteenliittymiä ja palveluketjuja, jotka edellyttävät prosessien yhtenäistymistä. Tällöin yhteistyötä tekevien organisaatioiden välille muodostuu integroituneita palveluprosesseja. Samaan aikaan sisäisiä prosesseja muokataan vastaamaan yhteistä arvoketjua. Tämä edellyttää tietosisältöjen ja -järjestelmien sujuvaa yhteistyötä. Palvelujen siirtymässä entistä enemmän verkkoon, asiakkaat ja muut sidosryhmät vaativat liiketoiminnassa entistä laadukkaampia ja oikea-aikaisempia palveluja oikeassa paikassa. Tiedonhallinta on muuttumassa entistä säädelymmäksi ja kontrolloidummaksi liiketoimintakriittisten tietosisältöjen, etenkin henkilötietojen, osalta. Viranomaiset vaativat organisaatioiden tiedonhallinnan jämakkyttä ja laatua kiristäen lainsäädäntöä tietojen muutoksenhallinnan suhteen sekä normeilla tietojen säilyttämisen asianmukaisesta toteuttamisesta.

Tiedon jakamisen ja hyödyntämisen kannalta uudet toimintamallit liittyvät sosiaalisiin verkostoihin. Erilaisten jatkuvien ja tilapäisten työryhmien runsauden takia työryhmien tukipalveluiden vaatimukset lisääntyvät, sillä ryhmätyöskentelyn voidaan olettaa olevan tietotyön yleisin muoto nykyajan verkostoituneissa ja maantieteellisesti hajallaan olevissa organisaatioissa. Internetin sosiaaliset tiedonhallinnat, kuten wikit, blogit ja pikaviestimet tulevat entistä enemmän ammattikäyttöön.

Big data-käsite konkretisoituu tulevaisuudessa entisestään. Nopeasti kasvava ja monipuolistuva tiedon määrä jatkaa kasvuaan. Se luo organisaatioille ja yhteiskunnalle haasteen, mitä ratkaisuja tähän tulee tarjota. Tietosisällön muuttuessa tiedosta tulee itseään kuvailevaa. Dokumentit tulevat sisältämään yhä enemmän mm. sisäänrakennettua muutoshistoriaa, käyttöoikeustietoa ja kontekstietoa. Tällöin niiden uudelleenkäyttö ja jatko-hyödyntäminen lisääntyvät entisestään. Myös ääni- ja videotiedostot tulevat muodostumaan yhä tärkeämmiksi osiksi organisaation tietopääomaa, kun näiden sisältöä voidaan indeksoida automaattisilla tunnistustekniikoilla ja kuvailutietojen

liittämällä. Tällöin niihin voidaan tehdä metatieto- ja sisältöhakuja aivan kuten teksti-tiedostoissa. Näin kaikesta tietosisällöstä tulee entistä vertailukelpoisempaa tiedon hakemisessa ja yhdistelemisessä. (Kaario & Peltola 2008: 147–151; Salo 2013: 10.)

Sosiaalisesta mediasta jo tuttu tietojen mittaaminen ja seuranta yleistyy yrityskäytössä. Tiedon käyttöseurannan avulla pystytään seuraamaan yrityksen tietoympäristössä muun muassa seuraavia tietotarpeita.

- Montako kertaa dokumenttia on etsitty?
- Kuinka usein samaan tietoon on palattu?
- Minkälaisia tietoja etsitään eniten?
- Mitä tietoa muokataan eniten?
- Kuinka useasti määrätyt hakukriteerit löytyvät sisällöstä?

Dokumenttien käyttöseurantatietojen saaminen on tärkeää. Niiden perusteella nähdään mikä on kiinnostavaa, mikä koetaan hyödylliseksi ja minkälaista tietoa jatkossa kannattaa tuottaa. (Lindén 2015: 238–239.)

6 Työn vaiheet

6.1 Alkutilanne

Novox Oy:llä on käytössä tiedonhallintaohjelmisto, M-Files. Se perustuu tiedon hallintaan sen ominaisuuksien eikä sijainnin perusteella. M-Files organisoii kaiken tiedon siihen liitetyn metadatan mukaan perinteisen kansiohierarkian sijasta. Tilannetta kuvaava hyvin miellekartta eli mind map. Yksittäinen dokumentti ja sen sisältämä metadata toimii avainsanana, jonka ympärille lisätään erilaisia haarautumia, joihin tiedosto on kytköksissä ja jotka kuvaavat dokumentin sisältöä. Näitä kytköksiä voi olla eri tiedostoille äärimmäisen monia, mikä tekee tietojen hallinnasta hankalaa. Tähän ohjelmiston ratkaisu on dynaamiset näkymät. Kaikki ohjelmiston tietokantaan tallennetut tiedot on järjestetty M-Filesin dynaamisessa näkymässä, joka näkyy käyttäjälle kansioina. Nämä näkymät toimivat suodattimina, joiden avulla käyttäjä saa hakuhetkellä tarvitsemansa tiedot esiin. M-Files-ohjelmistoa on mahdollista käyttää yrityksen oman tallennuskapasiteetin ja konesalin varassa, pilvipalveluna tai näiden hybridinä. (M-Files 2016a; M-Files 2016b.)

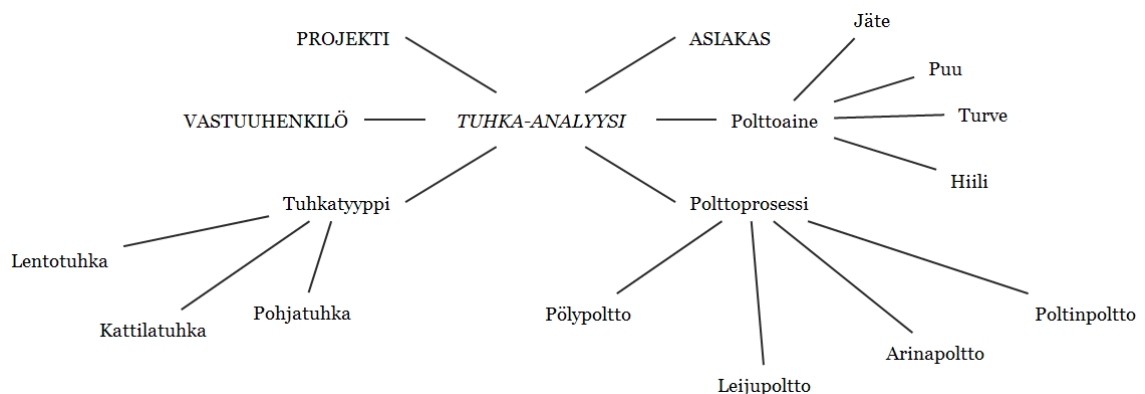
Novoxilla ohjelmisto on käytössä pilvipalvelupohjaisena. Edellä mainittujen näkymien järjestelyjä halutaan kehittää. Tiedostoja voi tällä hetkellä hakea asiakkaan, projektin ja sen alla olevan subjektin mukaan. Subjekti toimii tarkimpana suodattimena ja hakukriteerinä. Esimerkkinä subjekti voi olla polttoaineet. Tämä on vielä turhan epämääräinen ja avoin kriteeri, joten yksittäisen tiedonjyvän etsiminen alati kasvavan datamäärän seasta on työlästä ja hankalaa. Subjektitasoon ja sen alla olevaan suodatustasoon tarvitaan lisätarkennusta dokumentin metatietojen perusteella.

6.2 Kehitystyö

Kehitystyö alkoi yrityksen olemassa oleviin analyysihin ja mittauksiin sekä niiden jäsentelyperiaatteisiin tutustumisella. Seuraavaksi haastateltiin yrityksen työntekijöitä toimivaan jaottelupohjaan ja erilaisiin toimintaa tehostaviin tiedonhallintaominaisuuksiin liittyen. Haastattelut toteutettiin kasvotusten tai puhelimitse. Tämän jälkeen perehdyttiin muihin, eri lähteiden olemassa oleviin analyysien ja mittausten jäsentelyperiaatteisiin. Lukuisista kirjallisuuden ja digitaalisten tiedonlähteiden jäsentelyperiaatteista tuli valita tiedon hallinnan sekä käytettävyyden kannalta parhaita lajitteluperiaatteita.

Analyysien erittely toteutettiin järjestelmään metadata-valinnoiksi tallennettavien ominaisuuksien perusteella. Tämä oli selkeästi toimivin tapa, sillä kun yritys tulevaisuudessa etsii analyyseistä tietoa tai vertailee niitä keskenään, se tapahtuu ominaisuuksien perusteella. Liitteessä 4 on esitetty eri analyysityyppien lista, jonka mukaan jaottelukriteerit syötettiin metadata-valinnoiksi tiedonhallintaohjelmistoon. Mittausten osalta jaottelukriteereinä käytettiin ominaisuuksien sijasta mittaustyyppiä ja -kohdetta. Ominaisuuksiin perustuva jaottelu ei mittaustulosten kohdalla toiminut, sillä mitattavat ominaisuudet toistuvat useassa voimalaitoksella tehtävässä mittauksessa. Esimerkkinä ovat, hyötysuhdemittaukset ja päästömittaukset. Edellä mainituissa mitataan muun muassa lämpötilaa, painetta ja virtausta, mutta tulosten käyttötarkoitus ja näin ollen myös niiden käsittely vaihtelee suuresti. Liitteessä 5 on esitetty erilaisten mittausten lista, jonka mukaan mittausten jaottelut syötettiin tiedonhallintaohjelmistoon.

Analyysi- ja mittaustietojen jaottelut tuli tehdä käytössä olevan ohjelmiston toimintaperiaatteen sekä tilanteen hahmottamisen takia listaksi. Käyttötilanteessa eri tiedot ovat kytkeytyneitä keskenään, jolloin niiden esitystapa vaihtuu mind map -tyyliseksi. Kuvassa 13 on esimerkki siitä, kuinka yksittäisestä tuhka-analyysissä oleva tieto on riippuvainen monesta eri tekijästä, kuten tuhkatyypistä, polttoprosessista ja käytetystä polttoaineesta sekä yrityksen tiedonhallinnan kannalta eri tekijöistä.



Kuva 13. Esimerkki tuhka-analyysistä saatavan tiedon riippuvuuksista eri tekijöihin

6.3 Lopputulos

Lopputuloksena on eheämpi analyysien ja mittaustietojen hallinta, joka mahdollistaa tehokkaamman tiedon hakemisen ja hyödyntämisen. Tämä kehitystyö pohjustaa myös tulevaisuudessa kasvavan tiedonmäärän vastaavanlaista selkeää ja toimivaa tietojen järjestämistä.

Liitteen 6 kuvissa esitetään otteita työn lopputuloksena saadusta kehitetystä tiedonhallintaohjelmasta. Kuvassa 14 esitetään näkymän luominen. Kuvassa luodaan Analyysinäkymä. Näkymien rakennetta voidaan muokata Grouping levels -toiminnon avulla. Allekkain luoduilla tasoilla käyttäjä voi muokata näkymää käyttötarkoitukselleen sopivaksi. Kuvassa 15 esitetään dokumentin tallennus ohjelmistoon. Kuvassa oleva dokumentti on metsähakepolttoaineanalyysi, jota ollaan tallentamassa järjestelmään. Ohjelmisto on antanut dokumentille kuvassa näkyvät metatiedot valmiiksi aiemmin määritettyjen näkymien perusteella. Käyttäjän tulee vielä lisätä dokumentille tähdellä merkityt metatiedot, jotta tallennus järjestelmään onnistuu sekä dokumentin löytäminen tehostuu. Kuvassa 16 esitetään valmis näkymä, jolla dokumentti löytyy ohjelmistosta. Ylhäällä näkyvä polku koostuu tiedostolle määritetyistä ominaisuuksista ja sisältöön liittyvistä metatiedoista. Kuvan monitiedostoinen dokumentti pitää sisällään saman dokumentin kaksi eri tallennusmuotoa. Tallennusmuotojen alla näkyvät hallinnolliset metatiedot, kuten asiakas, vastuhenkilö ja se, mihin projektiin dokumentti kuuluu.

7 Päätelmät

Tässä insinööriyössä on luotu katsaus voimalaitostoimintaa ohjaavaan lainsäädäntöön, laitoksen toimintaan liittyviin analyysihin, mittauksiin sekä analysoitavien ja mitattavien kohteiden ominaisuuksiin. Lisäksi on myös tutustuttu tiedonhallintaan sekä yleisellä tasolla että yrityksen asiakirjojen ja dokumenttien tehokkaamman hallinnan kannalta.

Energia-alan ja ympäristölainsäädännön pohjana toimiva ympäristönsuojelulaki vaikuttaa moniin voimalaitostoiminnanharjoittajaa ohjaaviin asetuksiin ja säädöksiin. Eri asetukset ohjaavat toiminnanharjoittajaa eri tavoin riippuen toiminnan muodosta sekä tuotanto- ja tehorojoista. Asetuksiin on ympäristönsuojelulain myötä sisällytetty parhaan käyttökelpoisen tekniikan toteuttamisvelvoite.

Analyysejä hyödynnetään voimalaitoksilla muun muassa tutkimus- ja kehitysprojektien sekä laadunvalvonnan apuvälineinä. Niiden avulla selvitetään mm. aineiden kemiallisia koostumuksia, käyttäytymistä eri tilanteissa, kosteuksia ja lämpöarvoja. Analyysien avulla varmistetaan aineiden ja materiaalien sopivuus aiottuun käyttöön sekä näin ollen myös prosessien toimivuudet.

Mittauksia on voimalaitostoiminnassa paljon erilaisia, ja niitä tulee tehdä eri käyttötarkoituksia varten. Niitä ovat esimerkiksi hyötysuhdemittaukset, joita tulee suorittaa laitoksen käytettävyyden kannalta, sekä erinäiset päästömittaukset, kuten savukaasu- ja melumittaukset, joita tulee tehdä lainsäädännön velvoituksesta.

Insinööriyössä perehdyttiin tiedonhallintaan pääosin analyysi- ja mittaustietojen jaottelun eli sisällöllisen metatiedon puolesta. Se kuvaa ja luokittelee dokumenttien sisältöä. Metatietojen hallinnan ja tiedon siirrettävyyden kannalta on tärkeää, että metatiedot ovat järjestelmällisiä ja niiden käsitteet ovat yhdenmukaisesti ymmärrettäviä.

Työ oli hyvin opettavainen. Aiheina voimalaitosten toimintaan liittyvä lainsäädäntö sekä analyysit ja mittaukset ovat erittäin laajoja. Työn aikana perehdyin lainsäädäntöön yrityksen toimintaan useimmiten vaikuttavien ympäristösäädösten kautta sekä analyysihin ja mittauksiin niistä saatavan tiedon myötä. Insinööriyön aikana tuli myös vastaan toimivan tiedonhallinnan näkökulmasta useita tärkeitä tekijöitä. Työn lopputuloksena saatu, olemassa olevaan tiedonhallintaohjelmaan integroitu, analyysi- ja mittaustulosten uudistettu hallinta toimii alussa määritettyjen kriteerien mukaisesti.

Lähteet

Aalto Marja, Hakola Erkki, Koski Päivi, Leppänen Helena, Malvikko Suvi-Päivi, Seppälä Christina, Sorjonen Tuula & Vodzogbe Margit. 2016. Vesianalyysin parametrejä. Helsingin yliopiston ympäristötieteen kurssin kehitystehtävä. Verkkodokumentti. <<http://www.sci.fi/~ehakola/vesi/tutkimus/alkalite.htm>>. Luettu 10.4.2016.

Adven. 2014–2015. Pipo kiristyy! – Halusitpa tai et. Verkkodokumentti. <<http://www.polttavamuutos.fi/pipo-asetus/>>. Luettu 20.3.2016.

Aho, Martti. 2016. Uuden ennustemenetelmän kehittäminen kerrostumamuodostukselle. Verkkodokumentti. <http://virtual.vtt.fi/virtual/waste/tiiv_t11uusi.htm>. Luettu 4.4.2016.

Alakangas, Eija. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Verkkodokumentti. <www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/t2045.pdf>. Luettu 2.4.2016.

Dahlberg, Tomi. 2015. Miten hallitsemme digitaalista tietoa vuonna 2040 jos sitä on 33 miljoonaa kertaa nykyistä enemmän? Verkkodokumentti. Turun yliopisto. <<http://www.sfs.fi/files/8009/Dahlberg-vuosiseminaari-2015.pdf>>. Luettu 15.4.2016.

Eurofins. 2015. Polttoaineanalyysit. Verkkodokumentti. <<http://www.eurofins.fi/palvelumme/energia-analyysit/polttoaineanalyysit.aspx>>. Luettu 2.4.2016.

Frondelius, Leila. 2005. Yhteenveto yleisimmistä mittausantureista ja niiden toimintaperiaatteista. Keski-Uudenmaan koulutuskuntayhtymä Keuda. Verkkodokumentti. <<http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/MITTAUS/YHTEENVETO/index1.htm>>. Luettu 24.4.2016.

Haltunen, Jouko. 2007. Virtauksen, lämpötilan ja paineen mittaukset. Teoksessa Joronen Tero, Kovács Jenő & Majanne Yrjö (toim.). Voimalaitosautomaatio. Helsinki: Suomen Automaatio ry.

Hernberg, Rolf & Linna, Veli. 2002. Optiset mittausmenetelmät poltto- ja kaasutusprosesseissa. Teoksesta: Poltto ja palaminen. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Hoffren, Heikki. 2007. Voimalaitosten päästömittaukset. Teoksessa Joronen Tero, Kovács Jenő & Majanne Yrjö (toim.). Voimalaitosautomaatio. Helsinki: Suomen Automaatio ry.

Huhtinen Markku, Kettunen Arto, Nurminen Pasi & Pakkanen Heikki. 2000. Höyrykattilatekniikka. Helsinki: Oy Edita Ab.

Hurskainen Markus, Kärki Janne, Korpijärvi Kirsi, Leinonen Arvo & Impola Risto. 2013. Pajun käyttö polttoaineena kerrosleijukattiloissa. Verkkodokumentti. <<http://www.forestenergy2020.org/openfile/194>>. Luettu 4.4.2016.

Hämäläinen, Jouni & Makkonen, Pasi. 2003. Leijupolttoteknologia: vihreää energiaa. Verkkodokumentti. <<http://ppom.mbnet.fi/PDF/R.Y.pdf>>. Luettu 4.4.2016.

Junnila, Jaana. 2015. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT) ympäristöluvituksessa. Verkkodokumentti. <<http://www.ym.fi/download/noname/%7BCB57C73D-17A3-43DD-890E-68A410B8D1E0%7D/110484>>. Luettu 27.3.2016.

Kuoppamäki, Risto. 2003. Teollisuuden jätevesimittaukset ja niiden laadussapito. Oy Indmeas Ab. Verkkodokumentti. <<http://www.indmeas.com/sendfile?fid=86>>. Luettu 18.4.2016.

Koski Pertti, Timonen Tuomas, Kohtamäki Kimmo & Suominen Markku. 2002. Voimalaitoksen energia-analyysi. Motiva Oy. Verkkodokumentti. <http://www.motiva.fi/files/7932/Voimalaitoksen_energia-analyysi.pdf>. Luettu 16.4.2016.

Kaario, Kimmo & Peltola, Tuomo. 2008. Tiedonhallinta – Avain tietotyön tuottavuuteen. Jyväskylä: Docendo.

Labtium. 2016. Teollisuuden sivutuotteiden, tuhkan ja jätteiden hyötykäyttö ja kaato-
paikkakelpoisuus. Verkkodokumentti. <<http://www.labtium.fi/fi/palvelumme/energia/tuhkien-liukoisuus>>. Luettu 3.4.2016.

Laine-Ylijoki Jutta, Wahlström Margareta, Peltola Kari, Pihlajaniemi Miina & Mäkelä Esa. 2002. Seospolton tuhkien koostumus ja ympäristölaadunvarmistusjärjestelmä. Verkkodokumentti. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2141.pdf>>. Luettu 5.4.2016.

Laine-Ylijoki Jutta, Mroueh Ulla-Maija, Vahanne Pasi, Wahlström Margareta, Vestola Elina, Salonen Sakari & Havukainen Jorma. 2005. Yhdyskuntajätteiden termisen käsittelyn kuonista ja tuhkista hyötykäytettäviä ja loppusijoitettavia tuotteita. Verkkodokumentti. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2291.pdf>>. Luettu 11.4.2016.

Lindén, Jukka-Pekka. 2015. Tiedonhallinta & yrityksen menestys. Lempäälä: Netera Consulting.

Lohiniva Elina, Mäkinen Tuula & Sipilä Kai. 2001. Lietteiden käsittely. Verkkodokumentti. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2001/T2081.pdf>>. Luettu 3.4.2016.

Lähde, Jussi. 2015. Voimalaitosten kattilaputkien sisäpuolisten kerrostumien paksuuden mittaaminen ultraäänimenetelmällä. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Verkkodokumentti. <<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/118581/Diplomity%C3%B6%20Jussi%20L%C3%A4hde.pdf?sequence=2>>. Luettu 4.4.2016.

Majanne, Yrjö. 2007. Lieriön pinnankorkeuden mittaaminen. Teoksessa Joronen Tero, Kovács Jenő & Majanne Yrjö (toim.). Voimalaitosautomaatio. Helsinki: Suomen Automaatio ry.

M-Files. 2016a. Tietoja M-Filesistä. Verkkodokumentti. <<http://www.m-files.com/fi/about-m-files>>. Luettu 26.3.2016.

M-Files. 2016b. Dynaamiset näkymät. Verkkodokumentti. <<http://www.m-files.com/fi/top-ecm-features-new#dynaamisetnkymt>>. Luettu 26.3.2016.

Moilanen Antero, Nieminen Matti & Alén Raimo. 2002. Optiset mittausmenetelmät poltto- ja kaasutusprosesseissa. Teoksesta: Poltto ja palaminen. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Motiva. 2014. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT). Verkkodokumentti. <[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/bioenergian_tuotantotekniikka/saantely/paras_kayttokelpoinen_tekniikka_\(bat\)](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/bioenergian_tuotantotekniikka/saantely/paras_kayttokelpoinen_tekniikka_(bat))>. Päivitetty 28.3.2014. Luettu 23.3.2016.

Motiva. 2015. Tuhkan hyötykäyttö. Verkkodokumentti. <http://www.motiva.fi/toimialueet/materiaalitehokkuus/materiaalitehokkuuden_edistaminen_kunnissa/yhdyskuntasuunnittelu_ja_infrarakentaminen/uusiomateriaalit_maarakentamisessa/tuhkan_hyotykyaytto>. Luettu 3.4.2016.

Novox Oy. 2016a. Esittely. Verkkodokumentti. <<http://www.novox.fi/fi/esittely>>. Luettu 1.3.2016.

Novox Oy. 2016b. Palvelut asiakkaillemme. Verkkodokumentti. <<http://www.novox.fi/fi/palvelut>>. Luettu 1.3.2016.

Päästömittaustekniikan perusteet. 2007. Päästömittausten käsikirja, osa 1. Ilmansuojeluyhdistys ry. & VTT Prosessit. Verkkodokumentti. <<https://ilmansuojeluyhdistys.files.wordpress.com/2015/05/osa1.pdf>>. Luettu 28.3.2016.

Pönkä Antti, Hiillos Kirsi, Kivikoski Lotta, Nikkola Kirsti, Vuorilehto Veli-Pekka & Kalso Seija. 2011. Raakaveden vaikutus Helsingissä käytettävän talousveden laatuun. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisu 4/2011. Verkkodokumentti. <http://www.hel.fi/hel2/ymk/julkaisut/2011/Julkaistu_04_11_net.pdf>. Luettu 10.4.2016.

Ramboll Finland Oy. 2016. Akustiikka. Verkkodokumentti. <http://www.ramboll.fi/palvelut/vesi_ja_ymparisto/akustiikka_ja_melu>. Luettu 18.4.2016.

Ramboll Finland Oy. 2014. Ämmäsuon jätteenkäsittelykeskus, Espoo - Ympäristömelumittaukset. Mittausraportti. Verkkodokumentti. <https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/jatehuolto/Documents/Ammassuon_ymparistomelumittaukset%20_raportti_2014.pdf>. Luettu 18.4.2016.

Salo, Immo. 2013. Big Data – Tiedon vallankumous. Jyväskylä: Docendo Oy.

SGS Suomi. 2016a. Laboratorioanalyysit. Verkkodokumentti. <<http://www.sgs.fi/fi-FI/Chemical/Finished-Product-Services/Industrial-Chemicals/Acids-and-Alkalis/Laboratory-Analysis.aspx>>. Luettu 4.4.2016.

SGS Suomi. 2016b. Teollisuus- ja jätevesitutkimukset. Verkkodokumentti. <<http://www.sgs.fi/fi-FI/Chemical/Quality-Health-Safety-and-Environment/Environment/Water/Industrial-and-Waste-Water-Studies.aspx>>. Luettu 4.4.2016.

SGS Suomi. 2016c. Tuhkan analyysi. Verkkodokumentti. <<http://www.sgs.fi/fi-FI/Finance/Trade/Ore-Coal-Biofuels-Steel-and-Fertilizers/Coal-Coke-and-Biofuels-Analysis/Ash-Analysis.aspx>>. Luettu 3.4.2016.

SGM Consulting. 2015. Melumittaukset ja -mallinnukset. Verkkodokumentti. <<http://sgmconsulting.fi/palvelut/ymparistosuunnittelu/melumittaukset-ja-mallinnukset/>>. Luettu 18.4.2016.

Skrifvars, Bengt-Johan & Hupa, Mikko. 2002. Tuhka, kuonaantuminen, likaantuminen ja korroosio. Teoksesta: Poltto ja palaminen. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Suomen Kaasuyhdistys. 2016. Maakaasun koostumus ja ominaisuudet. Verkkodokumentti. <<http://www.kaasuyhdistys.fi/kirjat/maakaasukasikirja/maakaasun-koostumus-ja-ominaisuudet>>. Luettu 15.4.2016.

Tilastokeskus. 2002. Informaatiosta yhä pienempi osuus hyötykäyttöön. Verkkodokumentti. <http://www.stat.fi/tup/tieto aika/tilaajat/ta_07_02_faktuaari.html>. Päivitetty 7.7.2002. Luettu 15.4.2016.

Tukes. 1999. Luettelo yleisimmin palavista nesteistä. Verkkodokumentti. <http://www.tukes.fi/tiedostot/julkaisut/7_99.pdf>. Luettu 5.5.2016.

Tulkintoja eräistä polttolaitoksia koskevista säännöksistä. 2014. Ympäristönsuojelulain toimeenpanoprojekti 5, muistio. Verkkodokumentti. <<http://www.ym.fi/download/noname/%7BF8CD436C-54E7-40D0-AF15-80C06917F37A%7D/99712>>. Luettu 18.3.2016.

VNA 151/2013. Valtioneuvoston asetus jätteenpolttamisesta.

VNA 750/2013. Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista.

VNA 936/2014. Valtioneuvoston asetus suurten polttolaitosten päästöjen rajoittamisesta.

Vesanto, Petri. 2016. Diplomi-insinööri. Novox Oy. Lopputyön kommentit. Sähköpostiviesti 7.5.2016.

VTT Expert Services Oy. Koostumus- ja puhtausanalyysit. Verkkodokumentti.
<http://www.vttextpertservices.fi/Pages/koostumus_puhtausanalyysit.aspx>. Luettu 11.4.2016.

Vähäsarja, Susanna. 2016. Voimalaitoksen vesikemian yleiset tavoitteet ja peruskäsitteitä. ÅF-Consult. Verkkodokumentti.
<https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/194237/mod_resource/content/1/aalto-vesikemia%20yleinen_4.2.pdf>. Luettu 3.4.2016.

Ympäristöhallinto. 2013a. Kuka luvan myöntää? Verkkodokumentti.
<http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa/Kuka_luvan_myontaa>. Päivitetty 18.6.2015. Luettu 23.3.2016.

Ympäristöhallinto. 2013b. Paras käyttökelpoinen tekniikka BAT. Verkkodokumentti.
<http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Paras_tekniikka_BAT>. Päivitetty 10.9.2015. Luettu 23.3.2016.

Ympäristöhallinto. 2013c. Tietojenvaihdon organisointi. Verkkodokumentti.
<http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Paras_tekniikka_BAT/Tietojenvaihdon_organisointi>. Päivitetty 14.1.2016. Luettu 23.3.2016.

Ympäristöhallinto. 2013d. Ympäristölupien valvonta. Verkkodokumentti.
<http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa/Valvonta?f=Uudenmaan_ELYkeskus>. Päivitetty 16.11.2015. Luettu 23.3.2016.

Ympäristöhallinto. 2014. Jätteenpoltto- ja rinnakkaispolttolaitokset - Uusimaa. Verkkodokumentti. <[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa/Valvonta/Jatteenpoltto_ja_rinnakkaispolttolaitoks\(31999\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa/Valvonta/Jatteenpoltto_ja_rinnakkaispolttolaitoks(31999))>. Päivitetty 21.11.2014. Luettu 21.3.2016.

Ympäristölupapäätös. 2009. Uudenmaan Ympäristökeskus. Verkkodokumentti.
<<http://www.sll.fi/uusimaa/kannanotot/ymparistolupa-vantaa-polttolaitos>>. Luettu 24.3.2016.

Ympäristöministeriö. 2014a. Lainsäädäntö ja ohjeet ympäristönsuojelussa. Verkkodokumentti. <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet>. Päivitetty 27.7.2015. Luettu 25.3.2016.

Ympäristöministeriö. 2014b. Ympäristönsuojelulain mukainen perustilaselvitys. Verkkodokumentti.
<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/136558/OH_8_2014.pdf?sequence=1>. Luettu 24.3.2016.

YSL 527/2014. Ympäristönsuojelulaki.

Eri polttoainetyyppien ominaisuuksien analysoinnin standardeja

Taulukko 5. Eri polttoainetyyppien ominaisuuksien analysoinnin standardeja (Eurofins 2015)

SRF (REF) polttoaineet	Hiili, muut fossiiliset	Biopolttoaineet (pelletti, turve)
Kosteus - CEN/TS 15414-2	Kosteus - DIN 51718	Kosteus - EN 14774-2
Tuhka (550 °C) - EN 15403	Tuhka (815 °C) - DIN 51719	Tuhka (550 °C) - EN 14775
Hiili (C) - EN 15407	Hiili (C) - DIN 51732	Hiili (C) - EN 15104
Vety (H) - EN 15407	Vety (H) - DIN 51732	Vety (H) - EN 15104
Typpi (N) - EN 15407	Typpi (N) - DIN 51732	Typpi (N) - EN 15104
Rikki (S) - EN 15408	Rikki (S) - DIN 51724-3	Rikki (S) - EN 15289
Kloori (Cl)		Kloori (Cl)
Happi (O) - Laskennallisena erotuksena	Happi (O) - Laskennallisena erotuksena	Happi (O) - Laskennallisena erotuksena (EN 15296)
Kalorimetrinen - EN 15400 lämpöarvo	Kalorimetrinen - DIN 51900 lämpöarvo (Ho, V)	Kalorimetrinen - EN 14918 lämpöarvo (qp)
Tehollinen - EN 15400 lämpöarvo	Tehollinen - DIN 51900 lämpöarvo (Hu,p)	Tehollinen - EN 14918 lämpöarvo (qp)
Vesiliukoiset - EN 15105 natrium ja kalium	Haihtuvat - DIN 51720 yhdisteet	Pelletin - EN 15210 kestävyys
Päästökerroin - EN 15440 bioperäisen hiilen osuus	Päästökerroin - laskennallinen DEHST muk.	Hienoaines - EN 15210 <3,15 mm
Raskasmetallit / - EN 15411 hivenalkuaineet	Raskasmetallit / - DIN 22022 hivenalkuaineet	Fysikaaliset - EN 16127 parametrit
		Raskasmetallit / - EN 15297 hivenalkuaineet

Tuhkien alkuainekoostumuksia

Taulukko 6. Tuhkien alkuainekoostumuksia (Skrifvars & Hupa 2002: 271)

Polttoaine	tuhka %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	muu*
Hiilet											
Ruskohiili	5,2	9,8	1,6	11,3		51,2		0,1	0,1	1,3	24,6
	22,0	42,6	9,7	1,3		8,9		6,2	0,9	15,6	14,8
	4,9	12,6	8,0	14,0		16,9	4,8	9,3	0,2	23,7	10,5
Bituminen	7,5	43,2	21,5	13,7		6,9	3,0	2,8	0,5	0,8	7,6
Antrasiitti	7,4	46,6	23,6	8,1		7,0	1,2	0,1	0,5	6,0	6,9
Turpeet											
	1,6	31,8	13,1	11,0		21,1	6,0	1,4	2,0		13,6
	16,8	20,0	5,2	70,0	2,2	4,7	0,7	0,5	0,7		—**
	19,6	57,0	13,0	17,0	1,6	4,4	1,4	2,3	2,0		1,3
Puut											
Koivu	0,3	0,9			3,5	45,8	11,6	8,7	15,1	2,6	11,8
Mänty	0,2	3,5			2,7	41,8	16,1	3,1	15,3	4,5	13,0
Kuusi	0,3	1,0			2,7	36,8	9,8	3,2	29,6	4,3	12,6
Paju	1,7	0,09	0,06		9,9	33,3	5,1		0,2	2,4	48,9
Eukalyptus	0,4	0,6	0,2	0,3	5,9	35,1	10,4	2,3	13,6	1,9	29,7
Kuoret											
Koivu	1,6	3,0		1,0	3,0	60,3	5,9	0,7	4,1		22,0
Mänty	1,8	14,5		3,8	2,7	40,0	5,1	2,1	3,4		28,4
Kuusi	3,4	21,7		1,8	2,7	50,5	4,2	2,8	3,5		12,8
Tammi	1,5	11,1	0,1	3,3		64,5	1,2	8,9	0,2		10,7
Olki											
Olki	5,8	40,0	0,6	0,4	3,1	12,0		0,4	32,0	3,3	8,2
Bagassi	1,8	48,8	6,4	1,9	2,9	3,9	5,5	0,8	18,9	3,5	7,4
Energia ruoho	8,4	3,3	0,3	0,3	7,6	27,7	3,1	0,7	28,4	1,9	26,7
Ruokohelpi	8,9	65,7	1,7	1,4	5,0	2,7	1,8	0,3	4,6	1,4	15,4
Öljyliuske, Virol.	42,5	28,2	12,2	6,1		39,8	4,3	0,5	3,3	5,6	0,0
Öljyliuske, Israel	44,0	17,4	6,8	3,5	2,3	48,1	0,6	0,6	0,4	9,0	11,3
* laskettu erotuksena, ** erotus negatiivinen											

DENÄ:n ja VGB:n vesisuosituksia

Taulukko 7. DENÄ:n vesisuositukset eri käyttöpaineille ja kattilatyypeille (Huhtinen ym. 2000: 301)

Lieriöpaine	ylipaine	bar	24	35	67	90	125	160
Tulist. höyry	ylipaine	bar	22	32	62	84	110	140
pH ₂₅ yläraja	<		9,1 + lgγ ₂₅ [mS/m]					
pH ₂₅ alaraja	>		9,5	9,5	9,0	9,0	8,5	8,5
p-arvo	I	mval/kg <	8	6	2	0,75	0,20	0,05
	II	mval/kg	1 ... 8	1 ... 6	1 ... 2			
Konduktiivisuus	γ ₂₅ *	mS/m <	400	350	80	40	15	4
Natrium + kalium	Na	mg/kg <	800	650	150	80	30	8
Fosfaatti	PO ₄	II mg/kg	10 ... 20	< 15	< 15	2 ... 6	2 ... 6	2 ... 6
Siilikaatti	SiO ₂	mg/kg <	60 + 6 p	35 + 3,5 p	7	3,0	1,0	0,35
KMnO ₄ -kulutus		mg/kg <	300	200	80	40	15	5

Eri kattiloiden vedenerotuskyky on hyvin yksilöllinen. Turbiinikäytössä on valvottava höyryn puhtautta sekä tämän perusteella määriteltävä sallittava kattilaveden korkein suolapitoisuus kullekin kattilalle yksilöllisesti. Tämä suolapitoisuus saattaa olla paljon alempi kuin taulukossa mainitut arvot.

Kun lämpökuorma nousee kattilassa paikallisestikin yli 230 kW/m², olisi kaikilla kattilapaineilla sovellettava, SiO₂:ta lukuunottamatta, 160 bar:n ohjearvoja; syöttövesi >67 bar ohjearvosuositusten mukaisesti.

I Maksimi p-arvo vedenkäsittelystä riippumatta.

II Käytettäessä fosfaatteja jäännöskovuuden sitomiseen. Käytettäessä koordinoitua fosfaattimenetelmää kattilaveden pH:n valvontaan 10 ... 20 mg PO₄/kg paineluokissa 35 ... 90 bar ja 7 ... 15 mg PO₄/kg 67 ... 125 bar.

*γ₂₅ Konduktiivisuus kattilavedessä analysoituina neutraloidusta näytteestä 25 °C.

Vesi-höyrykierto

Analyysiarvot	Vesilaatu	Puhdas vesi	Lisävesi MB:n jälkeen	Syöttövesi ja lauhde					Kyll. höyry tulistimeen	
				Lieriöpaine Ylipaine bar		Läpivirtauskattila Ajotapa			Turbiinikäyttö ilman Lieriöpaine bar turb.	
				≤ 67	> 67	Alkali	Kombi	Neutraali	≤ 40	> 40
pH ₂₅			>6	8,5 ... 9,5 *	9,0 ... 8,5	8,0 ... 8,5	> 6,5			
Happi	O ₂	mg/kg		< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,15 ... 0,30 ***	> 0,05 ***		
Kovuus		mval/kg <	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001		
Kokonaisrauta	Fe	mg/kg <	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Kokonaisalumiini	Al	mg/kg <	0,10							
Kokonaiskupari	Cu	mg/kg <		0,01	0,003	0,003	0,003	0,003	0,01	0,003
KMnO ₄ -kulutus		mg/kg <	10	3						
Siilikaatti	SiO ₂	mg/kg <		0,02						
Natrium + kalium	Na	mg/kg <		0,02						
Konduktiivisuus	γ ₂₅	mS/m <		0,05						
Konduktiivisuus	***	mS/m <								
Oljy + liete + vaahtoineet										

* Ellei syöttöpumpun valmistaja vaadi korkeampaa pH-arvoa. Alkalointi yli 67 bar kattiloilla mieluummin (läpivirtauskattiloilla pelkästään) haihtuvilla alkaleilla. Jos järjestelmässä on kuparimetalleja, höyryn ja lauhteen pH₂₅:n yläraja on 9,2

** Jos turbiinissa tulisi olemaan siilikaattivaikeuksia, suositellaan kattilaveden ja höyryn SiO₂-pitoisuuksien alentamista puoleen yllä mainituista pitoisuuksista.

*** Hapooelvytetyn kationinvaihtimen jälkeen.

Taulukko 8. VGB:n suositus vesi-höyrykiertojärjestelmän laadunvalvonnassa tehtävistä määrittelyksistä (Huhtinen ym. 2000: 300)

Ominaisuus	Näyte		Saostuslaitos		Pehmennys-suodatin		Kationinvaihdin		CO ₂ -poistin		Heikko anioninvaihdin		Vahva anioninvaihdin		Sekavaihdin		Lauhteet	Lämpötilan syöttövesi	Lieriökattilan syöttövesi	Kattilavesi	Jäähdytysvesi läpivirtausjäähdytyksessä		
	e	j	e	j	e	j	e	j	e	j	e	j	e	j	bar								
Lämpötila			x	x			x	x	x	x	x	x	x								x	x	x
Sameus			x																		(x)	(x)	x
Konduktiivisuus							x	x				x	R	x	R		R	R	R		x	x	(x)
pH											(x)		(x)	(x)			(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x
Happokapasiteetti (p, m)			x	x	x	x	x				x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x
Hapettuvuus			(x)				x	x			x	x	x				(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
SiO ₂			(x)								(x)	x	x	(R)		x	R	x	(x)	x	(x)	x	
O ₂									x								R	R	R		x	x	
CO ₂									x								(x)	(x)	x	(x)	x	(x)	(x)
Kokonaiskovuus			x	x	x													(x)	x	(x)	(x)	(x)	x
SO ₄ ⁻⁻																							
Cl ⁻					x	x						x				x	x	x	x	x	x	x	x
PO ₄ ⁻⁻⁻			x																x	x	x	x	
Cu ⁺⁺																	(x)		(x)	(x)	(x)	x	
Fe ⁺⁺			(x)	x	x	(x)	(x)				(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x	x	x	(x)	x	x	
Na							x				x	(x)	x	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)		(x)		
NH ₄ ⁺																	x	x	x				
N ₂ H ₄																	x	x	x				
Öljy																	(x)	(x)	x	(x)	(x)		

x = valvonta välttämätön R = jatkuvatoiminen mittaus välttämätön e = ennen
 (x) = valvonta suositeltava (R) = jatkuvatoiminen mittaus suositeltavaa j = jälkeen

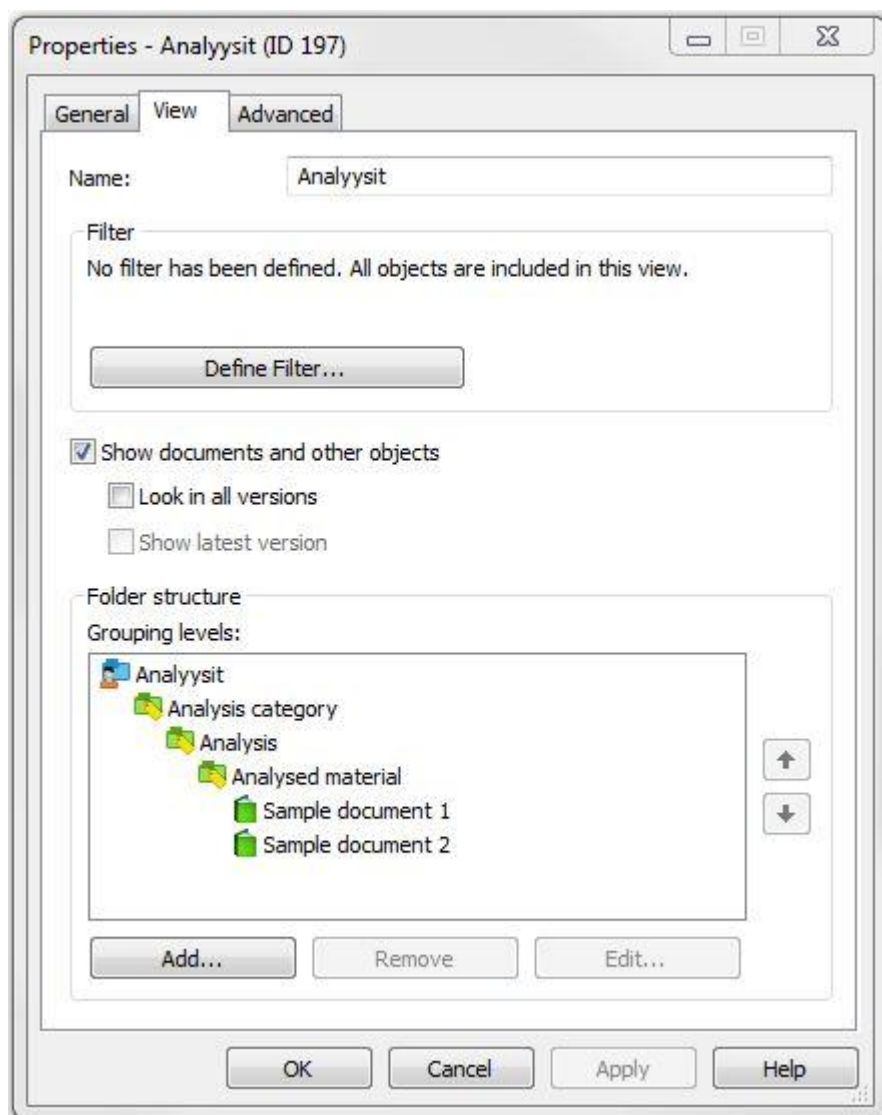
Analyyseistä

- Polttoaineet
 - Puu
 - Metsähake/-murske
 - Rankahake/-murske
 - Kantomurske
 - Puuhake
 - Puupelletti
 - Biohiili
 - Vaneri
 - Agrobiomassa
 - Olki
 - Aurinkokukka
 - Ruokohelpi
 - Viljajäte
 - Mäskijäte
 - rypsi/rapsi
 - Kaura
 - Vehnä
 - Turve
 - Jyrsinturve, Suomi
 - Palaturve, Suomi
 - Jyrsinturve, muut maat
 - Palaturve, muut maat
 - Turvejalosteet
 - Kivihiili
 - Puola
 - Venäjä
 - Australia
 - USA
 - Etelä-Afrikka
 - Ruskohiili
 - Saksa
 - Venäjä
 - USA
 - Puola
 - Polttoöljyt
 - Raskas polttoöljy
 - Kevyt polttoöljy
 - Bioöljy
- Kaasut
 - Maakaasu
 - Nestekaasu
 - Biokaasu
 - Kaasutuskaasu
 - Masuunikaasu
 - Vety
- Poltettava jäte tai sivutuote
 - Teollisuudesta tuleva sivutuote
 - Kemialliset jätteet
 - Lietteet
 - Paperi ja pahvijätteet
 - Muovijätteet
 - Kumijätteet
 - Käsittelemätön puu
 - Kemiallisesti käsitelty puu
 - Kotitalousjätteet
 - Eläin- ja kasvijätteet
 - Rakennusjätteet
 - Vaaralliset jätteet

- Tuhkat
 - Leijupolton tuhka
 - Lentotuhka
 - Pohjatuhka
 - Kattilatuhka
 - Pölypolton tuhka
 - Lentotuhka
 - Pohjatuhka/-kuona
 - Arinapolton tuhka
 - Lentotuhka
 - Pohjatuhka/-kuona
 - Kattilatuhka
 - Nestemäisten polttoaineiden tuhkat
 - Lentotuhka
 - Kattilatuhka
- Polttolaitoksen jätteet
 - Savukaasun puhdistusjätteet
 - APC-jäte
 - Kipsi
 - Pesuriliuosten käsitte-lylietteet
 - Vedenpuhdistusjätteet
 - Lauhteen epäpuhtau-
det
 - Veden käsittelyn suolat
ja rejektit
- Lietteet
 - Jätevedenkäsittelyn lietteet
 - Raakalietteet
 - Mädätetyt lietteet
 - Metsäteollisuuden lietteet
 - Kuitulietteet
 - Biolietteet
 - Siistaamolietteet
 - Elintarviketeollisuuden lietteet
 - Kemianteollisuuden lietteet
 - Nokiliete
 - Maatalouden lietteet
 - Lantalietteet
 - Kemikaali- ja öljyjätteet
 - Hydrauliiikka- ja voite-
luöljyt
 - Liuottimet
- Kerrostumat
 - Kuumien alueiden kerrostumat
 - Biopolton kerrostumat
 - Hiilenpolton kerros-
tumat
 - Jätteenpolton kerros-
tumat
 - Viilleiden alueiden kerrostumat
 - Biopolton kerrostumat
 - Hiilenpolton kerros-
tumat
 - Jätteenpolton kerros-
tumat
- Apuaineet ja kemikaalit
 - Polton ja sk:n puhdistukset
apuaaineet
 - Petihiekat
 - Kalkki
 - Ammoniakki ja urea
 - Bikarbonaatit
 - Aktiivihieki
 - Rikki ja rikkiyhdisteet
 - Veden käsittely
 - Raakaveden käsittely
 - Kattilaveden käsittely
 - Jäteveden puhdistus
- Maaperä
 - Öljyt
 - Raskasmetallit
 - Epäorgaaniset yhdisteet
 - PAH
 - Dioksiinit ja Furaanit
 - Muut orgaaniset aineet
- Vesi
 - Raakavesi
 - Vesijohtovesi
 - Joki- tai järvi-
vesi
 - Merivesi
 - Puhdistettu prosessivesi
 - Kattilavesi
 - Kaukolämpövesi
 - Jätevesi
 - Puhdistamaton jätevesi
 - Puhdistettu jätevesi

Mittauslista

- Takuukoemittaukset
 - Kattila
 - Turbiini
 - Savukaasun puhdistuslaitteet
 - Pesurit
 - Lämpökeskukset
- Hyötysuhdemittaukset
 - Kuivaamo
 - Kompressori/puhallin
 - Syöttövesijärjestelmä
 - Kattila
 - Pumppu
 - Turbiini
 - Generaattori
- Kunnonvalvontamittaukset
 - Kattila
 - Syöttövesi
 - Turbiini
 - Generaattori
 - Apulaitteet
 - Melu
- Prosessimittaukset
 - Polttoainejärjestelmä
 - Mylly/murskain
 - Kuivaamo
 - Syöttövesijärjestelmä
 - Lieriöt ja säiliöt
 - Ilma ja savukaasu
 - Kattila
 - Höyry
 - Turbiini
 - Generaattori
 - Kaukolämpöjärjestelmä
 - Lauhde
 - Lietteenkäsittely
 - Sähkösuodin
 - Letkusuodin/kuiva-absorberi
 - Savukaasupesuri
- Päästömittaukset
 - Savukaasupäästöt
 - Vertailumittaukset (kansalliset/kansainväliset)
 - Leijuva pöly
 - Jätevesipäästöt
 - Melu

Kuvia kehitetystä tiedonhallinnan rakenteesta M-Files-ohjelmistossa

Kuva 14. Näkymän luominen

New Document

Untitled

Multi-file document

0

Class*	Analyses
NAME OR TITLE*	
Analysis category*	Polttoaineet kiinteät
Analysis*	Puuperäiset polttoaineet
Analysed material*	Metsähake/-murske
PROJECT*	---
CUSTOMER*	---
SUBJECT*	---
Main contact person	---
Other contact person	---
Novox responsible person	---
Novox members	---
Purchase package	---
Due date for comments	---
Keywords	---

[Add property](#)

Full control for all internal and external users

Open for editing

Check in immediately

Create Cancel

Kuva 15. Dokumentin tallentaminen

Novox Project Portal > Analyysit > Polttoaineet kiinteät > Puuperäiset polttoaineet > Metsähake(2)-murske

Search Search within this view Advanced Search Lauri Ervasti

Name	Size	Date Modified
Forest residue, fuel properties		12.4.2016 17:17
Forest residue, fuel properties	35 KB	27.6.2014 14:07
Forest residue, fuel properties	88 KB	27.6.2014 14:09
Customers (1)		
Main contact person (1)		
Novox members (6)		
Novox responsible person (1)		
Projects (1)		

Forest residue, fuel properties

Document ID 91679 Version 4 Created 27.6.2014 13:55 Petri Vesanto
Last modified 12.4.2016 17:17 Kjell Strandström

Class*	Analyses
NAME OR TITLE*	Forest residue, fuel properties
Analysis category*	Polttoaineet kiinteät
Analysis*	Puuperäiset polttoaineet
Analysed material*	Metsähake/-murske
PROJECT*	Novox - Tietoarkisto
CUSTOMER*	Novox Oy
SUBJECT*	Polttoaineet
Main contact person	Novox -sisäisiin projekteihin
Other contact person	---
Novox responsible person	Petri Vesanto
Novox members	Kaisu Kyröläinen Matti Hiltunen Jorma Isotalo Lauri Ervasti Petri Vesanto Kjell Strandström

Automatic permissions from object properties

Default document workflow

Draft, internal

Kuva 16. Valmis näkymä