

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

2019

Juho Niittonen

**NAVISWORKS
SIMULATE-OHJELMAN
HYÖDYNTÄMINEN
SUUNNITTELUN
LAADUNVARMISTUKSESSA**

– Valmet Technologies Oy

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka | Tuotekehitystekniikka

2019 | 28 sivua, 47 liitesivua

Juho Niittonen

NAVISWORKS SIMULATE-OHJELMAN HYÖDYNTÄMINEN SUUNNITTELUN LAADUNVARMISTUKSESSA

- Valmet Technologies Oy

Valmet Technologies Oy:n energia-liiketoimintalinjan valmistamat kattilalaitokset ovat suuria ja niiden suunnittelu koostuu monesta eri suunnitteluosastosta. Jokaisen suunnitteluosaston katselmuksien on määritetty yrityksen laatukäsikirjassa. Isoissa laitoskokonaisuuksissa tapahtuu useasti paljon muutoksia ennen lopullista toimitettavaa kokonaisuutta ja nämä muutokset tulisi yrityksen kirjata sekä dokumentoida, jotta voidaan varmistaa suunnittelun laatu.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Autodesk Navisworks-ohjelman hyödyntämistä suunnittelun laadunvarmistuksessa. Tarkoituksena oli yhtenäistää ja varmistaa katselmuksissa havaittujen muutostarpeiden dokumentointi sekä varmistua siitä että havaitut epäkohdat tulevat korjattua. Katselmuksissa havaittujen epäkohtien dokumentointi on aikaisemmin tehty käsin, eikä dokumentoinnissa ollut yhtenäisyyttä vaan jokainen teki tämän tavallaan.

Teoria osuudessa esitellään Valmet Technologies Oy:n valmistamia kattilalaitoksia sekä laitosten suunnitteluun käytettäviä ohjelmia.

Työosuudessa suunniteltiin työmenetelmä katselmusten dokumentoinnille Navisworks-ohjelmalla ja luotiin Powerpoint-ohjeistus ohjelman käytöstä. Kommentoitavien asioiden määrä saattaa kasvaa projektin aikana satoihin, minkä takia niiden dokumentointi käsin on työlästä. Navisworks-ohjelman todettiin helpottavan suunnittelun katselmusten dokumentointia sekä muutosten valvontaa

ASIASANAT:

Laadunvarmistus, kolmiulotteisuus, laitosuunnittelu, suunnittelukatselmus

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Product Development

2019 | 28 pages, 47 pages in appendices

Juho Niittonen

UTILIZING NAVISWORKS SIMULATE IN ENGINEERING QUALITY ASSURANCE

- Valmet Technologies Oy

The boiler plants designed by Valmet Technologies energy business unit are big and the design is made by many engineering departments. The needed design reviews and documentation are determined in the Valmet Technologies' quality manual. Many changes are often made in the big boiler plant projects before the final version is ready. These changes need to be documented so the quality of the engineering can be verified.

The purpose of this thesis was to investigate how to utilize Autodesk Navisworks software in engineering quality assurance. The goal was to standardize the documentation and verify that the detected things that need to be changed are documented and fixed. Documentation in design reviews was earlier done by hand and there was no standardization as everyone did it differently.

In the theory section, Valmet Technologies' boiler designs are presented as well as the needed 3D-modeling tools.

In the practical section, Navisworks utility model and Microsoft PowerPoint instruction manual were created for the design reviews. The things in need of change can grow to several hundred in one boiler plant project, which makes documentation by hand labor-consuming. It was noted that Navisworks software facilitates the documentation as well as the quality control of the things that need to be changed.

KEYWORDS:

quality assurance, three-dimensionality, plant engineering, design review

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 YRITYSESITTELY	8
2.1 BFB-kattilat	8
2.2 CFB-kattilat	9
2.3 RECOX-kattilat	10
3 LAITOSSUUNNITTELU	12
3.1 AVEVA E3D	12
3.1.1 Tietokannan toiminta	13
3.2 Solidworks	15
4 NAVISWORKS	16
4.1 Navisworks-ohjelman versiot	16
4.2 Navisworks-ohjelman tiedostomuodot	18
5 LAATUKÄSIKIRJA	19
6 NAVISWORKSIN KÄYTTÖ SUUNNITTELUN LAADUNVARMISTUKSESSA	21
6.1 Navisworks-malli	21
6.2 Katselmuksen eteneminen	22
6.3 Katselmuksen raportointi	24
6.4 Työmenetelmän kokeilu kanavisto- ja kattilakatselmuksessa	25
7 YHTEENVETO	26
LÄHTEET	27

LIITTEET

Liite 1. Navisworks katselmukslohjeet

KUVAT

Kuva 1. HYBEX-kattila (Valmet MyAcademy.)	9
Kuva 2. CYMIC-kattilan (Valmet MyAcademy.)	10
Kuva 3. RECOX-kattila (Valmet MyAcademy.)	11
Kuva 4. AVEVA E3D -käyttöliittymä. (AVEVA 2018.)	12
Kuva 5. E3D:n tietokannan toimintaperiaate (AVEVA 2012b.)	13
Kuva 6. E3D:n mallin rakennehierarkia (AVEVA 2012c.)	14
Kuva 7. Navisworks Simulaten käyttöliittymä	16
Kuva 8. Navisworks-malli kattilalaitoksesta	17
Kuva 9. Tallennettujen kuvakaappausten kansiorakenne	22
Kuva 10. Kommenttikenttä	23
Kuva 11. Find Comments toiminto	23
Kuva 12. Esimerkki punakynämerkinnöistä	24

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

3D	Kolmiulotteinen
BFB	Bubbling Fluidized Bed
CAD	Computer-aided design, tietokoneavusteinen suunnittelu
CFB	Circulating Fluidized Bed
CYMIC	Valmetin tuotenimi kiertoleijukattilalle
E3D	AVEVA Everything3D
HYBEX	Valmetin tuotenimi leijupetikattilalle
PDS	Plant design system, laitossuunnittelu ohjelma
PDMS	AVEVA plant design management system
RECOX	Valmetin tuotenimi soodakattilalle

1 JOHDANTO

Opinnäytteen alussa käsitellään Valmet Technologies Oy:n historiaan ja nykyhetkeen, jonka jälkeen käsitellään 3D-mallinnusta. 3D-mallinnusohjelmat ovat isossa osassa nykyaikaista laitossuunnittelua. Ohjelmien avulla mahdollistetaan laitoksen tarkastelu suunnittelun eri vaiheissa. Tämän ansiosta voidaan välttyä mahdollisesti tulevilta ongelmilta jo ennen laitoksen rakentamista. Tämä lisää myös kustannussäästöjä, sillä on huomattavasti helpompi tehdä muutokset malliin kuin jo rakenteilla olevaan laitokseen.

3D-suunnittelun avulla asiakkaat pääsevät tarkastelemaan ja vaikuttamaan laitokseen ennen sen rakentamista. Näin pystytään heti tarjoamaan asiakkaalle paremmin räätälöityjä kokonaisuuksia.

Insinööriyön tavoitteena on tutkia Navisworks Simulate-ohjelman toimintaa sekä tutkia ohjelmassa tehtävien kommentointien hyötyjä ja käyttömenetelmiä suunnittelukatselmuksissa. Ohjelmassa tehtävän kommentoinnin avulla halutaan myös parantaa suunnittelijoiden kommunikointia ja varmistua siitä, että katselmuksissa ilmenneet ongelmat tulevat korjattua ajallaan.

Insinööriyö toteutettiin Valmet Technologies Oy Raisiolle. Työn aiheen antoi Raison energia-liiketoimintalinjan suunnittelun osastopäällikkö Kalle Salste, joka toimi myös työnohjaajana yrityksessä.

2 YRITYSESITTELY

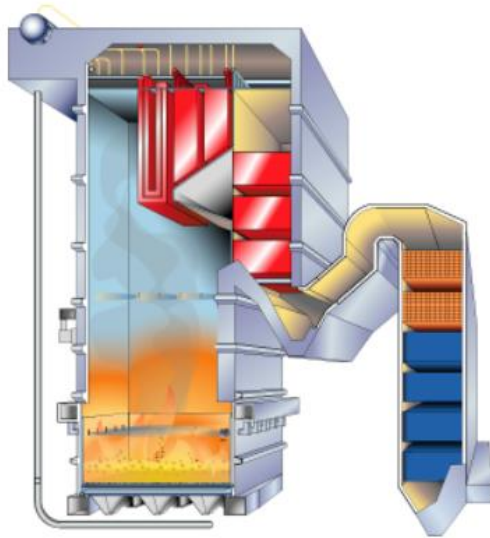
Valmetin historia teollisuudessa ulottuu yli 200 vuoden päähän. Vuonna 1946 Suomen valtion omistamat metallitehtaat yhdistyivät Valtion Metallitehtäiksi ja 5 vuotta myöhemmin 1951 nimi vaihtui Valmet Oy:ksi. Vuosien kuluessa Valmet Oy:n liiketoimintalinjat laajenivat muun muassa paperikoneisiin, laivoihin, aseisiin, hisseihin ja lentokoneisiin. (Valmet 2019a.)

Vuonna 1999 Valmet ja Rauma yhdistyivät muodostaen Metso Oyj:n. Valmet-nimi palasi uudestaan 2013, kun sellu-, paperi- ja energialiiketoiminta irtautuivat 1999 perustetusta Metso Oyj:stä. Vuonna 2015 Valmet Oyj osti Metso Oyj:lle jakautumisen jälkeen jääneen automaatioliiketoiminnan, josta muodostui Valmetin neljäs liiketoimintalinja. Valmet työllistää yli 12 000 henkeä yli 30 maassa ympäri maailmaa. Valmet Oyj kuuluu maailman johtaviin yrityksiin teknologian ja palveluiden toimittajana sekä sellu-, paperi- ja energia-teollisuuden kehittäjänä. (Valmet 2019a, Valmet 2019f.)

Valmetin Oyj:n liiketoiminta jakautuu palveluihin, automaatioon, sellu ja energiaan sekä paperiin. Palvelulinjaan kuuluvat tehdasparannukset, tela- ja verstaspalvelut sekä osa ja elinkaaripalvelut. Automaatiolinja vastaa yksittäisistä mittauksista koko tehtaan laajuisiin ratkaisuihin. Sellu ja energia -liiketoimintalinja tarjoaa ratkaisuja sellun ja energian tuotantoon, mutta myös biomassan jalostukseen. Paperilinja toimittaa kartonki-, pehmopaperi- ja paperikoneiden lisäksi koneuudistuksia. (Valmet 2019b.)

2.1 BFB-kattilat

BFB-kattilaa eli leijupetikattilaa (bubbling fluidized bed) kutsutaan Valmetilla HYBEX-tuotenimellä. BFB-kattilan päätehtävänä on tuottaa höyryä polttamalla biopolttoaineita, jätepolttoaineita tai teollisuudessa syntyviä sivutuotteita. Höyryn avulla voidaan tuottaa sähköä ja lämpöä. Leijupetikattilan suurin etu on sen mahdollisuus käyttää polttoaineita, joilla on korkea kosteusprosentti ja pieni lämpöarvo. HYBEX-kattiloiden koot vaihtelevat aina 20–400 MW ja niiden palamisreaktion hyötysuhde on 99 % kuivalla polttoaineella ja jopa 90 % kosteilla polttoaineilla. Valmet on toimittanut HYBEX-kattiloita yli 200 kappaletta ympäri maailmaa. (Valmet 2019c.)

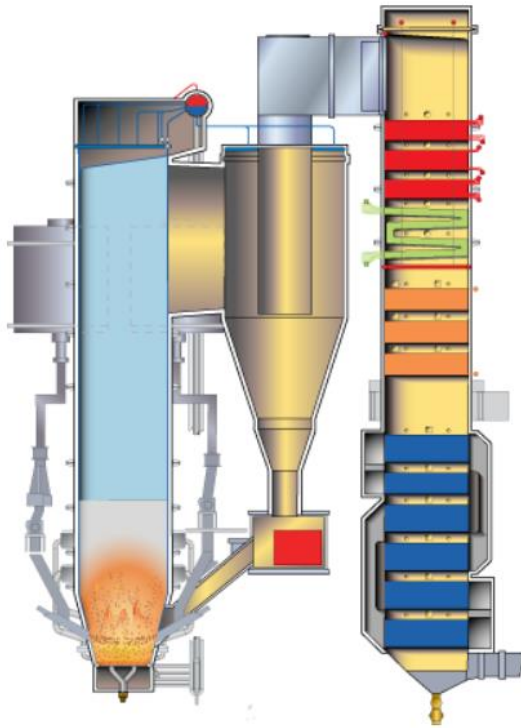


Kuva 1. HYBEX-kattila (Valmet MyAcademy.)

BFB-kattilan toiminta perustuu hiekasta, polttoaineesta ja tuhkasta koostuvan pedin leijuttamiseen paineilman avulla. Polttoaine syötetään kattilaan, jossa se sekoittuu kuuman kuplivan hiekan kanssa. Hiekan suuren lämpökapasiteetin ansiosta palamisreaktio on nopea polttoaineen laadun vaihtelusta huolimatta. (Valmet 2019c.)

2.2 CFB-kattilat

CFB-kattiloita kutsutaan Valmetilla CYMIC-tuotenimellä. CFB (circulating fluidized bed) eli kiertoleijukattilan polttoainevalikoima on vielä suurempi kuin HYBEX-kattilan. CYMIC-kattilan tehoalue kasvaa 30 MW aina 1200 MW. Suurin osa Valmet Oy:n yli 90:stä toimitetusta CYMIC-kattilasta ovat monipolttoaineisia, jotka käyttävät biomassaa ja fossiilisia polttoaineita vaihtelevin määrin. CFB-kattiloille ideaalisimpia polttoaineita ovat biomassat, kierrätetyt polttoaineet, erityyppiset hiilet, petrokemikaaliset jätteet tai kaikkien edellä mainittujen polttoaineiden kombinaatiot. (Valmet 2019d.)



Kuva 2. CYMIC-kattilan (Valmet MyAcademy.)

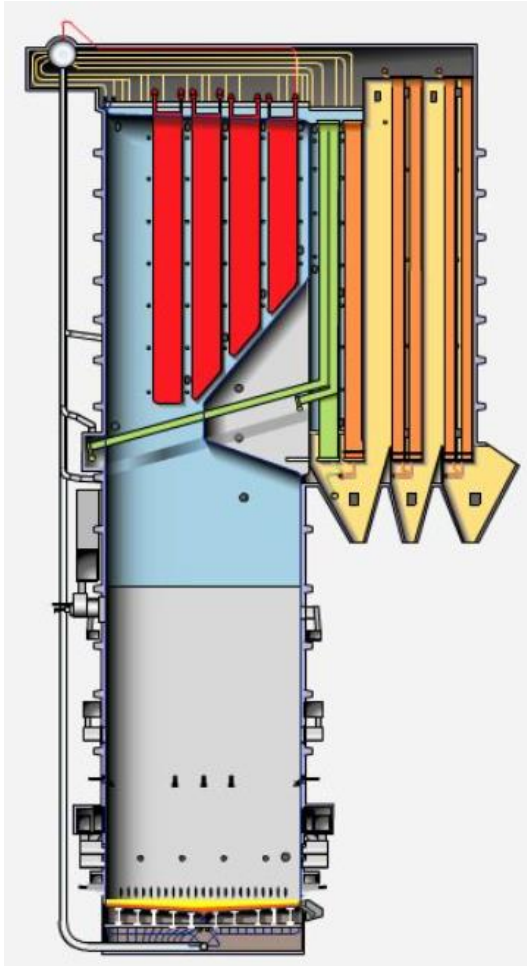
CFB-kattila koostuu 3 pääkomponentista, jotka ovat tulipesä, sykloni ja hiekkalukko. Kiertoleijukattilassa myös pedin materiaali leijuu savukaasun kanssa tulipesän läpi, jonka jälkeen savukaasu sekä pedin kiinteä aine erotellaan syklonissa toisistaan. Syklonista savukaasu kulkeutuu takavetoon ja kiinteät aineet, kuten pedin hiekka, valuvat hiekkalukon paluukanavan kautta takaisin petiin uutta kiertoa varten. Savukaasun lämpöä otetaan talteen takavedossa sijaitsevien tulistimien ja ilman sekä veden esilämmittimien avulla. (Valmet 2019d.)

Kiertoleijuteknologia mahdollistaa tasaisen palamisreaktion, jonka ansiosta se täyttää usean polttoaineen käyttämiseen vaadittavat kriteerit. Tasaisella palamisreaktiolla primääripäästöt pienenevät, polttohyötysuhde kasvaa sekä lisäaineiden hyöty kasvaa rikkiä poistettaessa. (Valmet 2019d.)

2.3 RECOX-kattilat

RECOX-kattila eli soodakattila on tarkoitettu osaksi sellutehdasta polttamaan sellunjalostuksessa syntyvää mustalipeää. Mustalipeä on puusta liuenneita aineksia ja keittokemikaaleja sisältävä jäteliemi, jota syntyy sulfaattisellun keitosta. Kattila toimii sekä

kemikaalien talteenottajana että höyrykattilana. Suuri osa selluloosakattilassa valmistusprosessissa käytettävistä kemikaaleista saadaan takaisin talteen ja uusiokäyttöön. Liuoksen palavalla materiaalilla tuotetaan höyryä laitoksen eri prosesseihin. (Valmet 2019e, Valmet Technologies Oy.)



Kuva 3. RECOX-kattila (Valmet MyAcademy.)

Valmet on toimittanut soodakattiloita yli 300 kappaletta, ja niistä 30 on toimitettu laitoksiin, joissa sellun tuotanto on yli miljoona tonnia vuodessa. RECOX-kattilan tärkeimmät edut ovat korkea energiantuotanto ja hyötysuhde, pieni likaantuminen sekä hyvä korrosionkesto. Kattila täyttää tiukimmat ympäristönormit ja on turvallinen työskentely-ympäristö. RECOX-kattiloissa on paljon erilaisia ominaisuuksia, joiden ansiosta ne ovat erittäin luotettavia ja huoltovapaita. Lisättyjen ominaisuuksien ansiosta kattilan huoltoväli on jopa 18 kuukautta. (Valmet 2019e, Valmet 2019i, Valmet Technologies Oy.)

3 LAITOSSUUNNITTELU

Laitossuunnittelu eli layout suunnittelu koostuu monesta eri osasta. Laitossuunnittelu pitää sisällään kaiken teräsrakennesuunnittelusta putkistosuunnitteluun. Aluksi laitosmalli kootaan mallilaitteista, jotta kaikki laitokseen tarvittavat elementit pystytään sijoittamaan rakennuksen sisään. Mallilaitteet yleensä korvataan toimittajan mallintamalla 3D-malleilla, kun ostopäätös laitteistoista on tehty. Laitosmalli saattaa lopussa sisältää 3D-malleja todella monesta eri CAD-ohjelmasta, minkä takia laitossuunnitteluun käytettävän ohjelmiston täytyy pystyä käsittelemään monia eri tiedostomuotoja.

3.1 AVEVA E3D

E3D eli Everything3D on 3D-laitossuunnitteluun tarkoitettu ohjelma, jonka on kehittänyt englantilainen yritys AVEVA. E3D on seuraavan sukupolven 3D-laitossuunnitteluohjelma, joka korvasi sen edeltäjän AVEVA PDMS:n. Ensimmäinen versio PDMS:stä eli Plant Design Management Systemistä kehitettiin 1976 ja sitä kehitettiin aina vuoteen 2012 asti, jonka jälkeen AVEVA julkaisi sen seuraajan E3D:n. E3D perustuu PDMS-ohjelmaan, ja E3D jakaakin täysin PDMS-ohjelman rakenteen tietokannassa sekä käyttöliittymässä. E3D-ohjelma eroaa vanhasta PDMS-ohjelmasta muutamalla lisätyllä ominaisuudella ja käyttöliittymän visuaalisella päivityksellä. (AVEVA 2019.)



Kuva 4. AVEVA E3D -käyttöliittymä. (AVEVA 2018.)

Ohjelma koostuu kolmesta päämoduulista, joita ovat MODEL, DRAW ja ISODRAFT. MODEL-moduulilla luodaan laitoksen 3D-malli ja osaluettelo, ja sen avulla tarkastellaan laitoksen kokonaisuutta. DRAW-moduulilla voidaan luoda piirustuksia 3D-mallista, ja ISODRAFT-moduulilla saadaan putkiston isometrikuvat suoraan 3D-mallista. (AVEVA 2015)

E3D on Valmet Technologies Oy:n ensisijainen laitossuunnitteluohjelma. Ohjelman avulla luodaan 3D-malli laitoksesta yhdistämällä siihen Solidworks:llä ja muilla CAD-ohjelmilla mallinnettuja elementtejä.

Valmiista mallista tehdään Navisworksin kanssa yhteensopiva NWD-malli, jota voidaan myöhemmin käyttää suunnittelukatselmuksissa sekä asiakastapaamisissa.

3.1.1 Tietokannan toiminta

3D-malliin voidaan sisällyttää suuri määrä kappaleiden kokoon, osanumeroihin, paikoitukseen ja niiden geometrisiin suhteisiin liittyvää tietoa. Tietomääränsä ansiosta jokainen suunnitteluosasto voi käyttää mallia yhtenä isona tiedonlähteenä. (AVEVA 2012a.)

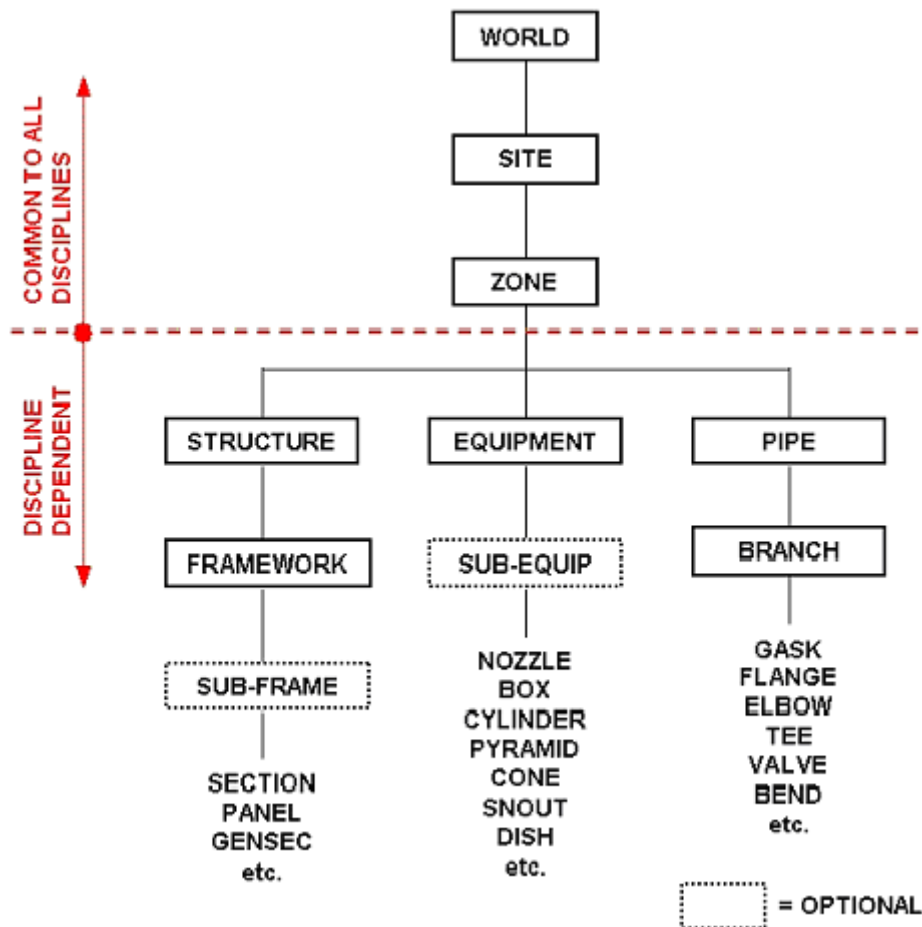
E3D on tietokantapohjainen ohjelma, ja sen sisältämää tietoa voidaan jakaa monen eri kanavan kautta. Itse 3D-grafiikan lisäksi mallista saadaan täysin mitoitettut layout, putkisto ja kanavistoisometrit sekä erilaisia kirjallisia raporteja. (AVEVA 2012a.)



Kuva 5. E3D:n tietokannan toimintaperiaate (AVEVA 2012b.)

3D-mallin datan oikeellisuutta pyritään hallitsemaan esimääritellyillä elementeillä ja ominaisuuksilla. Mallissa tarvittavista ominaisuuksista, kuten putkisto ja teräs spesifikaatioista, luodaan valmis katalogi, jota suunnittelijat käyttävät. Mallia voi tehdä moni suunnittelija samanaikaisesti, minkä takia katalogi luodaan helpottamaan suunnittelijan työtä ja vähentämään mahdollisten virheiden määrää. (AVEVA 2012a.)

E3D:n tietokanta mallissa rakentuu kuvan 6 mukaisesta puumaisesta hierarkiasta.



Kuva 6. E3D:n mallin rakennehierarkia (AVEVA 2012c.)

Mallin tietokannan luonti alkaa aina World-tasolta. Tämän jälkeen malli jaetaan Site- ja Zone-alikansioihin. Site- ja Zone-tasoilla ei välttämättä tarkoiteta mitään tiettyä fyysistä kohtaa vaan ne toimivat yläkansioina samantyyppisille nimikkeille. Site voidaan nimetä esimerkiksi "equipment" ja Zone "water pumps". Näiden yläkansioiden alle rakentuu alikansiot rakenteidensa mukaan. Structure-, Equipment- ja Pipe-alikansiot pitävät sisälleen itse mallissa näkyvät osat.

3.2 Solidworks

Solidworks perustettiin 1993, ja ensimmäinen CAD-ohjelmisto julkaistiin 1995. Vuonna 1997 ranskalainen Dassault Systèmes S.A. osti Solidworks-yrityksen ja tänä päivänä ohjelmalla on yli 5,6 miljoonaa käyttäjää maailmanlaajuisesti. Solidworksillä voi esimerkiksi mallintaa osa- ja pintamalleja, tehdä piirustuksia, simuloida ja luoda kokoonpanoja. (Solidworks 2016.)

Solidworks 3D-CAD on suunnittelijoille tarkoitettu työkalu, joka tarjoaa muun muassa mallinnus-, simulointi-, valmistus- ja tiedostohallintatyökalut. Solidworks-ohjelman ajatus mallintamiseen perustuu yksittäisten osien mallintamiseen, joista sitten kasataan koneenrakennuslogiikalla kokoonpano. Mallintaminen ohjelmalla aloitetaan aina samaa kaavaa käyttäen. Osasta tehdään ensin luonnos (sketch), josta muodostetaan osan perusta. Tämän jälkeen osaa muokataan lisäämällä tai poistamalla siitä ominaisuuksia, kunnes kappale on halutun mukainen. (Cadworks, Ruiz 2010, 2.) Valmetilla Solidworks-ohjelmaa käytetään esimerkiksi kattilan painerungon mallintamiseen.

Solidworks-ohjelmistossa on kolme eri tasoa, jotka ovat

- Standard
- Professional
- Premium

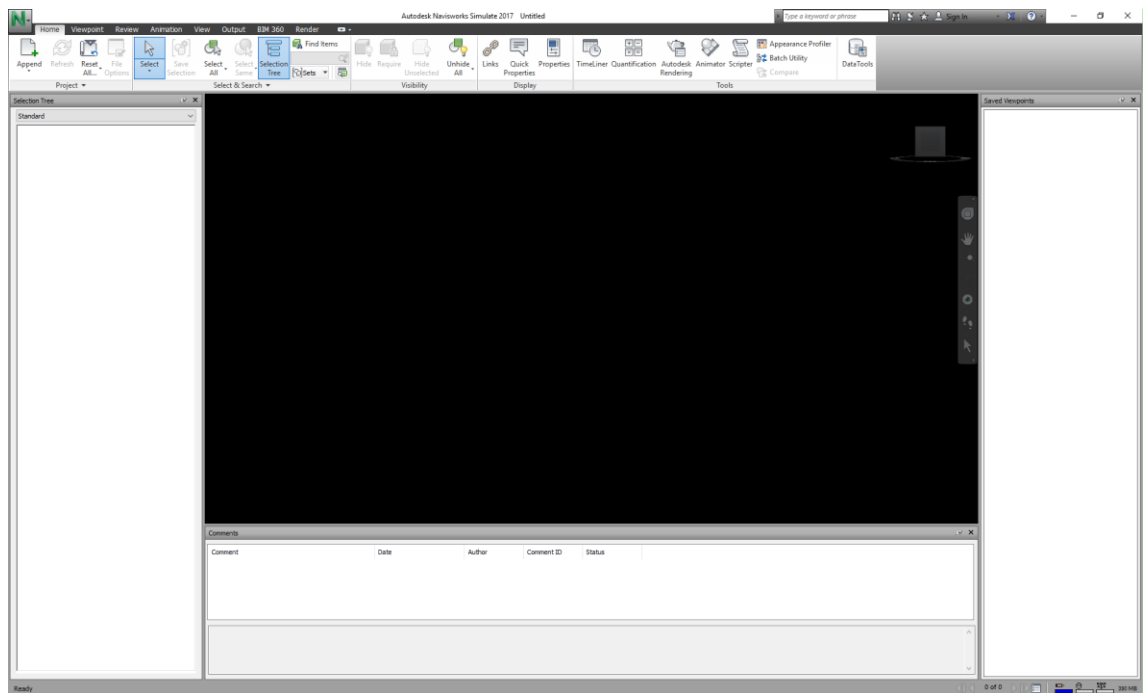
Standard-versio on ohjelmiston perusversio. Perusversio pitää sisällään kaikki 3D-mallien ja kokoonpanojen luomiseksi tarvittavat työkalut. Tämän lisäksi ohjelma sisältää CAM-työkalun, jolla voidaan luoda automaattisesti CNC-ohjelmia mallinnetuista kappaleista. (Solidworks 2018.)

Professional rakentuu Standard-ohjelmiston pohjalta, mutta siihen on lisätty tuottavuutta parantavia työkaluja. Ohjelmaan on lisätty valmistuskustannusten arviointityökalu, automaattiset mallin ja piirustusten tarkistustyökalu, pitkälle kehitetty komponentti ja osakirjasto ja automaattinen tehtävien aikataulutus ja valmistuserien käsittely. (Solidworks 2018.)

Solidworks Premium on ohjelmistoista kattavin. Standard- ja Professional-ohjelmien ominaisuuksien lisäksi Premium-versioon on lisätty erilaisia simulointityökaluja, rakenteellisten osien ja kokoonpanojen analyysijä ja putkisto-, kanava- ja sähkökaapeli-reititys. (Solidworks 2018.)

4 NAVISWORKS

Navisworks on Autodesk-yhtiön katselmusten tekemiseen tarkoitettu ohjelma. Suunnittelutoimistoissa käytetään usein eri 3D-CAD-järjestelmiä, josta muodostuu yleensä ongelmia kokonaisuuden tarkastelussa. Kokonaisuuden tarkastelun haasteet näkyvät etenkin työmailla, johon ei ole järkevää ostaa kalliita CAD-lisenssejä.



Kuva 7. Navisworks Simulaten käyttöliittymä

4.1 Navisworks-ohjelman versiot

Valmet Oy:ssä Navisworks ohjelmistoa käytetään suunnittelukatselmuksissa ja asiakastapaamisissa. Navisworks-ohjelmistosta on kolme eritasoista versiota, nämä versiot ovat

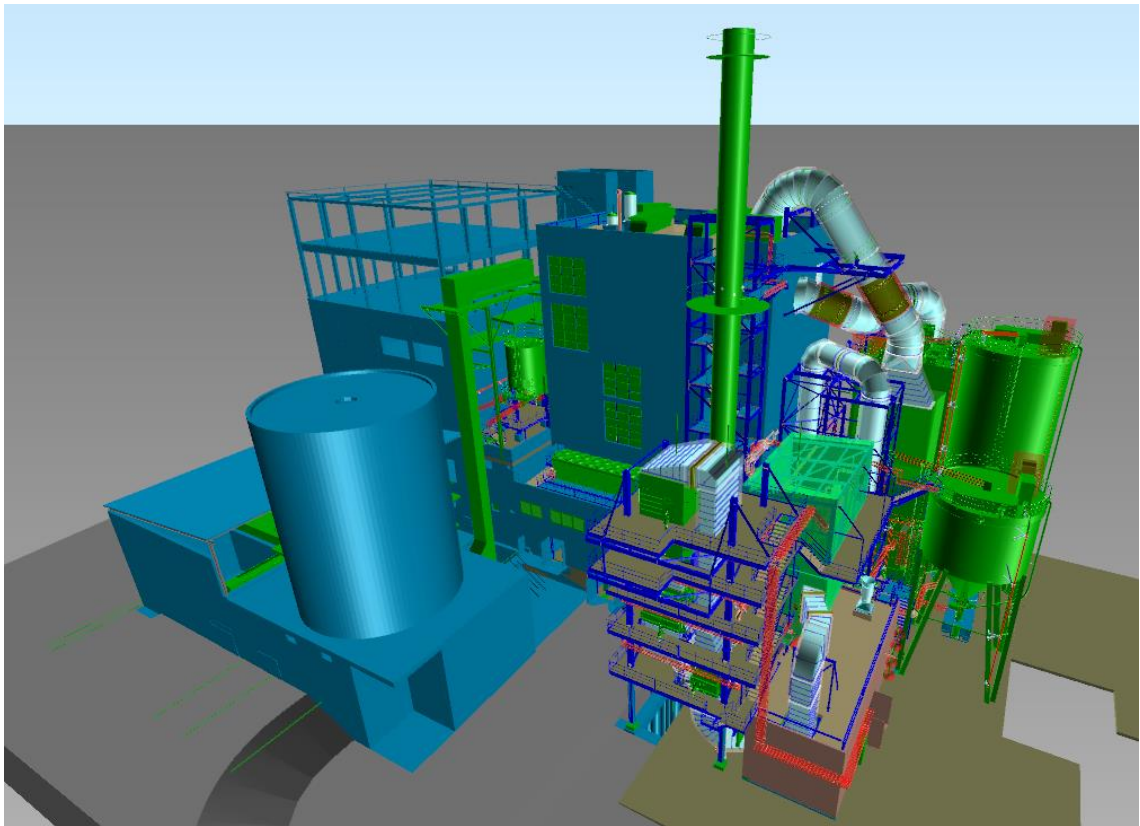
- Navisworks Manage
- Navisworks Simulate
- Navisworks Freedom.

Navisworks Manage -ohjelma on kaikista kolmesta kattavin versio. Manage on muuten sisällöltään samanlainen kuin Simulate, mutta siihen sisältyy myös törmäystarkastelu. Törmäystarkastelun avulla saadaan mallin päällekkäisyydet näkyviin, jonka jälkeen ne

voidaan dokumentoida kommentointia hyväksi käyttäen. Tämä helpottaa isoissa mallissa virheiden löytämistä huomattavasti. (Profox 2014.)

Simulate-ohjelman avulla voidaan koota Navisworks malli eri CAD-ohjelmistojen tiedostoista. Simulaten avulla voidaan myös ottaa mallista kuvakaappauksia ja luoda kommentteja niihin, jotka näkyvät kaikille. Mallista voidaan myös tehdä esittelyvideoita ohjelman avulla.

Freedom on tuoteperheen ilmainen versio, jonka voi ladata ohjelmiston verkkosivuilta. Freedomilla voi tarkastella ja mitata manage tai simulatella luotua NWD-mallia, mutta muut ominaisuudet on karsittu tästä. Ohjelmisto on yleensä käytössä työmailla, johon ei ole järkevää ostaa kalliita CAD-lisenssejä, mutta mallin tarkastelu on kuitenkin kriittistä. (Profox 2014; Profox 2019.)



Kuva 8. Navisworks-malli kattilalaitoksesta

4.2 Navisworks-ohjelman tiedostomuodot

Navisworks tukee suurinta osaa 3D-ohjelmistojen tiedostomuotoja. Navisworks muuntaa ja pakkaa 3D-tiedostot ohjelman omaan tiedostoformaattiin, kun kappale lisätään Navisworks-ohjelmaan. Tiedostojen pakkauksen ansiosta, malli voi olla jopa 80 % pienempi kuin alkuperäinen, mikä helpottaa suurien kokonaisuuksien katselemista ja jakamista. Navisworks sisältää kolme omaa tiedostomuotoa: NWC, NWD ja NWF.

Navisworks muuttaa muiden 3D-ohjelmien mallit omaan NWC-tiedostomuotoon automaattisesti, kun tiedosto lisätään Navisworks-ohjelmaan. NWC eli Navisworks Cache-tiedostot ovat vain lukutiedostoja, jotka toimivat muiden CAD-tiedostojen siirtomekanismina Navisworks-ohjelmaan. Cache-tiedosto pitää sisällään kaiken informaation alkuperäisestä CAD-tiedostosta. Tähän tiedostoformaattiin ei tallennu mitään malliin tehtyjä merkintöjä, kuten punakynämerkintöjä tai tallennettuja katselupisteitä. Kun tiedosto tuodaan ensimmäisen kerran Navisworks-ohjelmaan, tallentuu siitä alkuperäisen tiedoston kanssa saman niminen tiedosto .nwc-päätellä samaan kansioon. Cache-tiedosto pysyy ajan tasalla, vaikka alkuperäiseen CAD-tiedostoon tulisi muutoksia. Kun Navisworks-malli päivitetään, tarkastaa ohjelma onko alkuperäisen CAD-tiedoston ja Cache-tiedoston välillä eroja ja tarvittaessa päivittää NWC-tiedoston. (Dodds & Johnson 2011, 31–33.)

NWD eli Navisworks Document file sisältää kaiken mahdollisen informaation, joka malliin on lisätty. NWD-tiedostoa voidaankin pitää mallin sen hetkisenä tilannevedoksena. Malli pitää sisällään kaiken tiedon kappaleiden ominaisuuksista aina Navisworks-malliin tehtyihin katselupisteisiin ja kommentteihin. Tämä on ainut tiedostomuoto, jonka pystyy avaamaan jokaisella Navisworks-ohjelmalla. (Dodds & Johnson 2011, 31–33.)

Navisworks file format eli NWF-tiedosto ei pidä sisällään mitään 3D-geometriaa vaan se koostuu linkeistä alkuperäisiin tiedostoihin. Sisäisen geometrian puuttumisen vuoksi, NWF-tiedosto on hyvin pieni kooltaan, mutta tiedostomuodon käyttö vaatii käyttäjältä pääsyn alkuperäisiin tiedostoihin, jotta mallin tarkastelu onnistuisi. NWF-formaattiin voi tehdä esimerkiksi merkintöjä kuten NWD-tiedostoon, mutta nämä merkinnät jäävät vain kyseiseen NWF-tiedostoon. Siinä missä NWD-tiedostoa pidetään staattisena tilannevedoksena mallin tilanteesta on NWF dynaaminen, mikä mahdollistaa sen päivittymisen reaaliajassa. (Dodds & Johnson 2011, 31–33.)

5 LAATUKÄSIKIRJA

Valmet Technologies Oy:n sellu ja energia -liiketoiminnan laatukäsikirja määrittelee suunnittelun aikana tarvittavat katselmukset ja niiden kriteerit. Laatukäsikirjassa suunnittelu on jaettu neljään porttiin G0-G4. Käsikirjassa on määritetty minimivaatimukset katselmusten määrästä osastokohtaisesti, mutta todellisuudessa näitä toteutetaan projektin aikana useammin. (Valmet Technologies Oy.)

Laatukäsikirjassa suunnittelu on jaoteltu (Valmet Technologies Oy.)

- teknologiasuunnitteluun
- prosessisuunnitteluun
- rakennus ja arkkitehtuuriseen suunnitteluun
- laitossuunnitteluun
- putkistosuunnitteluun
- kattilasuunnitteluun
- laite ja varustesuunnitteluun
- sähköistykseen ja automaatioon.

Suunnittelukatselmus tarkoittaa systemaattista, kokonaisvaltaista, dokumentoitavaa analyysiä mallista, jossa määritellään mallin kyky ja vastaavuus sille asetettuihin vaatimuksiin. Katselmus toimii myös nykyisten ja mahdollisten tulevien ongelmien tunnistamisessa. Katselmuksia voidaan pitää eri osastojen kesken tai osastokohtaisesti. (Valmet Technologies Oy.)

Tuotteesta tehtävien monien eri katselmusten tarkoituksena on turvata (Valmet Technologies Oy.)

- tuotteen turvallisuus ja muiden lainsäädännöllisten asioiden täytyminen
- asiakkaan vaatimusten täytyminen
- edellisten projektien tietotaidon hyödyntäminen
- järjestelmällinen tiedonvälitys eri osastojen välillä
- järjestelmällinen tiedonvälitys alihankkijoiden ja asiakkaiden välillä
- kustannustehokkaimmat ratkaisut.

Suunnittelukatselmuksen jälkeen malli jäädytetään ja kaikki suunnittelukatselmuksessa sovitut muutokset tulee dokumentoida. Mikäli katselmuksessa tulee ilmi muutoksia, jotka

vaikuttavat kustannuksiin tai aikatauluun tulee näistä saada projektipäällikön hyväksyntä. (Valmet Technologies Oy.)

Kaikista katselmuksista tehdään dokumentit, missä ilmenee läsnäolijat, päivämäärä, käytyt asiat ja tarvittavat korjaustoimenpiteet. Seuraavassa katselmuksessa edellisellä kerralla listatut asiat tulee käsitellä ja kuitata tehdyt muutokset. Mallia tarkastellaan niin pitkään kunnes viimeisessä katselmuksessa ei enää havaita puutteita tai muutostarpeita. Dokumentit pitää tallentaa yrityksen tietojärjestelmään, jotta tarpeen tullen voidaan osoittaa, että suunnittelun laatua valvotaan. (Valmet Technologies Oy.)

6 NAVISWORKSIN KÄYTTÖ SUUNNITTELUN LAADUNVARMISTUKSESSA

Valmet Technologies Oy Raision osastopäällikkö antoi aiheen tutkia yrityksessä käytössä olevan Autodesk Navisworks-ohjelman käyttömahdollisuuksia suunnittelun laadunvarmistuksessa. Ohjelma on ollut yrityksessä käytössä jo vuodesta 2014, mutta sen mahdollisia käyttöominaisuuksia suunnittelukatselmuksissa ei ole tutkittu tarkemmin.

Aloituspalaverissa pohdittiin kriteereitä mitkä ohjelman tulisi täyttää, jotta laatukäsikirjan määrittämät ehdot täytyisivät. Laatukäsikirja velvoittaa dokumentoimaan ja arkistoimaan projektin aikana käydyt suunnittelukatselmuksiset. Tämän lisäksi laatukäsikirjassa määritellään katselmuksissa paikalla tarvittavat henkilöt, katselmusten vähimmäismäärän ja osastokohtaiset tehtäväalueet. Yksittäisestä katselmuksen raportista tulee selvittää päivämäärä, läsnäolijat, osasto ja katselmuksessa käsitellyt asiat.

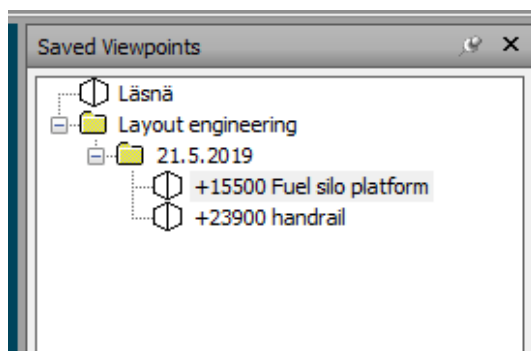
Opinnäytetyö aloitettiin tutkimalla ohjelman käyttöliittymää ja arvioimalla, miten ohjelman sisältämiä ominaisuuksia voitaisiin hyödyntää suunnittelun laadunvarmistuksessa ja dokumentoinnissa.

6.1 Navisworks-malli

Projektin alussa laitosmallista luodaan päivittäin päivittyvä NWD Navisworks-malli. Malli sisältää koko laitoksen, joten sitä voidaan käyttää jokaisen suunnitteluosaston katselmuksissa. NWD-mallia ei voida kuitenkaan suoraan käyttää jokaisen osaston katselmuksiin, sillä siihen tehtävät kuvakaappaukset ja kommentoinnit tulisivat näkymään jokaisen osaston raporteissa. Tästä syystä jokaisen suunnitteluosaston tulee tallentaa päivittyvästä mallista oma NWF-tiedosto, jotta kuvakaappaukset ja kommentoinnit näkyvät vain kyseisen osaston raporteissa. NWF-tiedosto tallennetaan projektin osastokohtaiseen suunnittelukansioon. Vaikka mallista tallennetaan erillinen NWF-tiedosto pitää Navisworks linkin alkuperäiseen NWD-tiedostoon. Linkin ansiosta osastojen NWF-tiedostot pysyvät ajan tasalla uusimman laitosmallin kanssa.

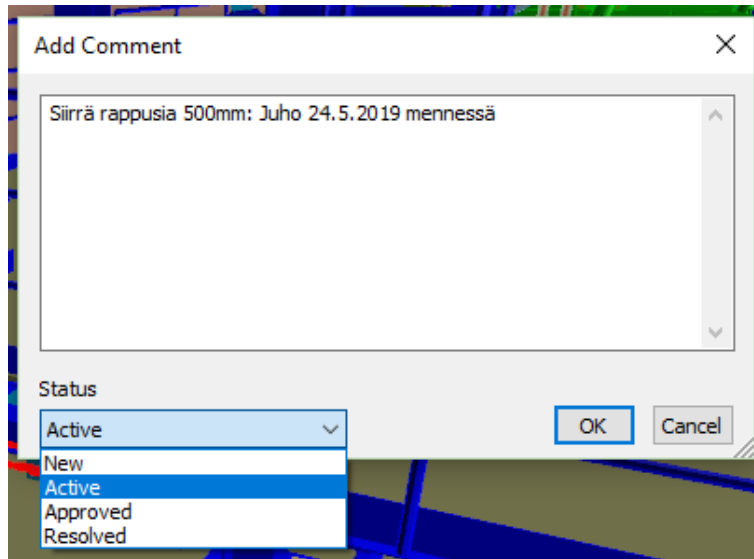
6.2 Katselmuksen eteneminen

Osastokohtaisen NWF-mallin luonnin jälkeen, voidaan katselmus aloittaa. Ensimmäisestä kuvakaappauksesta tehdään katselmusten läsnäololista. Kuvaan lisätään kommentti, jossa näkyy päivämäärä ja katselmuksessa läsnäolleet. Tähän kuvaan tullaan lisäämään kommentti läsnäolijoista jokaisen katselmuksen alussa. Läsnäololistan luonnin jälkeen luodaan katselmuserroille yläkansio osaston mukaan esimerkiksi Layout engineering. Osastokansion alle luodaan alikansio, joka nimetään päivämäärän mukaan. Läsnäolijoiden merkinnän ja kansioiden luontien jälkeen voidaan aloittaa katselmus. Katselmuksien kuvakaappaukset nimetään niin, että kuvan nimestä käy ilmi mihin se liittyy.



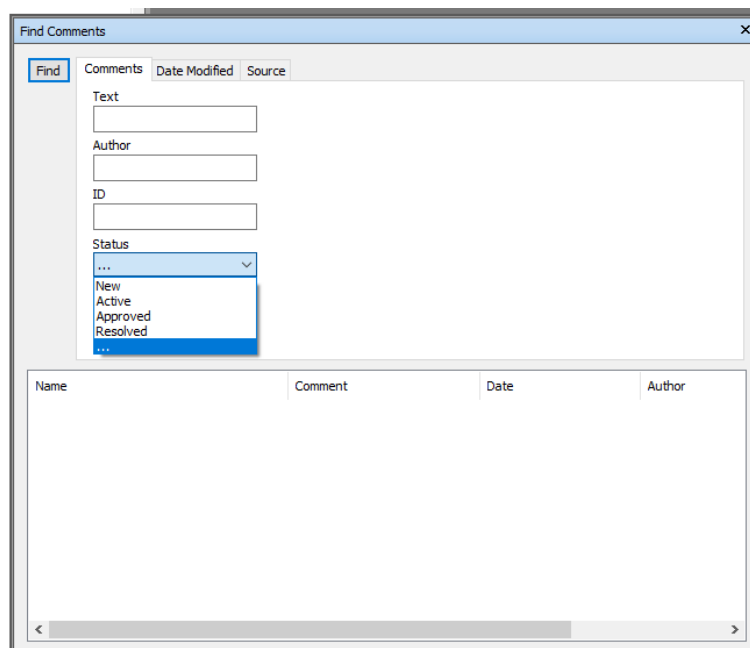
Kuva 9. Tallennettujen kuvakaappausten kansiorakenne

Kuvaan tehtävällä kommentilla on tarkoitus kuvata tarkemmin muutosta vaativa kohta. Kommenttiin tulee myös merkitä kenen vastuulle työ kuuluu ja koska sen on oltava valmis. Ohjelmassa on mahdollista valita kommentille status neljästä vaihtoehdosta New, Active, Approved ja Resolved. Näistä käytettäväksi valittiin Active ja Approved, jotta käytöstä tulisi yhtenäistä.



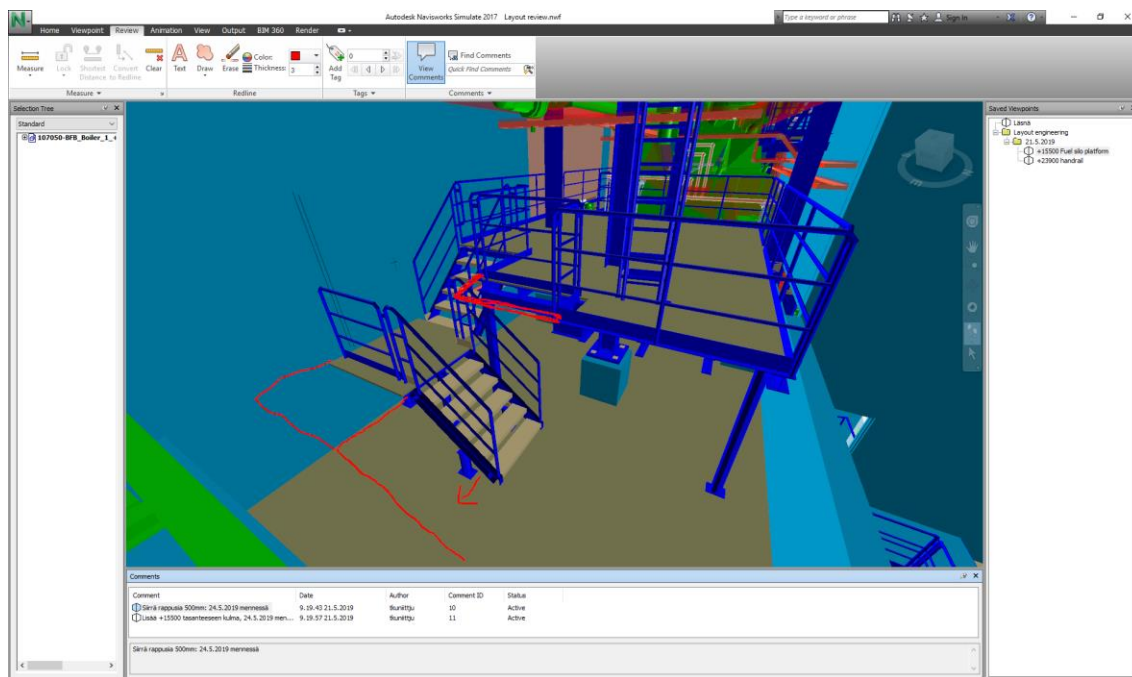
Kuva 10. Kommenttikenttä

Find Comments toiminnon avulla voidaan kommentteja etsiä tekstistä, luojasta, ID-numeron perusteella tai statuksen mukaan. Projektien aikana kommentteja saattaa tulla satoja. Kaikkia kommentteja ei välttämättä ehditä tai pystytä korjaamaan seuraavaan katselmukseen mennessä, minkä takia status haku on erittäin tärkeä. Status haulla saadaan kommentit eroteltua helposti aktiivisten ja hyväksytyjen välillä.



Kuva 11. Find Comments toiminto

Kommentin lisäksi kuvakaappaukseen voidaan tehdä punakynämerkintöjä. Kuvaan voidaan piirtää, lisätä tekstiä, merkintöjä ja mittoja. Kuvaan tehdyt punakynämerkinnät säilyvät, vaikka malli päivittyisi. Tämä ominaisuus nopeuttaa edellisissä katselmuksissa tehtyjen huomioiden tarkistamista.



Kuva 12. Esimerkki punakynämerkinnöistä

6.3 Katselmuksen raportointi

Navisworks-ohjelmasta tallennetaan XML- sekä HTML-muotoinen raportti. XML-raportin voi jakaa ja tuoda Navisworks-malliin, jos käyttäjällä ei ole mahdollisuutta avata osasto-kohtaista NWF-tiedostoa. XML-tiedosto on myös huomattavasti pienempi kooltaan kuin esimerkiksi koko NWD-tiedosto.

Ohjelman tuottama HTML-raportti todettiin tarpeeksi kattavaksi, jotta sitä voitaisiin käyttää katselmusten viralliseen dokumentointiin. HTML-raportissa näkyy ohjelman sisällä tallennettu kuvakaappaus, kameran koordinaatit mallissa, päivämäärä, kellonaika, kuvan ottaja, sekä kommentin tila. Kommentin statuksen määrittäminen todettiin yhdeksi tärkeimmistä ominaisuuksista, mitä ohjelmalla voi tehdä. Tämä helpottaa tehtyjen muutosten valvontaa ja tarkistusta. Statuksen vaihdosta jää myös leima raporttiin, josta nähdään koska muutos on hyväksytty.

Navisworks-ohjelmasta saatavasta raportista tehdään zip-tiedosto ja pakattu tiedosto siirretään käytössä olevaan arkistointijärjestelmään. Jokainen raportti nimetään niin, että siitä käy ilmi suunnitteluosasto, revisionumero ja päivämäärä.

6.4 Työmenetelmän kokeilu kanavisto- ja kattilakatselmuksessa

Navisworks-ohjelman työmenetelmää ja raportointia ehdittiin kokeilemaan vain kahdessa katselmuksessa ennen työn valmistumista. Kanavistokatselmus ja kattilakatselmus sujuivat ongelmitta, eikä työmenetelmään tullut näin pienellä otannalla korjausehdotuksia. Ohjelman käyttö on kuitenkin monille vielä vierasta, jonka vuoksi kysymyksiä tai parannusehdotuksia ei välttämättä herännyt.

Työmenetelmä ja ohjeistus saattavat vielä muokkautua, kun useampi katselmus ehdittään pitämään ja ohjelma tulee käyttäjilleen tutummaksi. Tämän jälkeen ohjeet voidaan julkaista virallisesti yrityksen sisällä ja pitää koulutus uudesta toimintatavasta.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia ohjeistus Valmet Technologies Oy:lle Autodesk Navisworks-ohjelman käytöstä suunnittelukatselmuksissa. Ohjeistuksella haluttiin tehostaa olemassa olevan ohjelman käyttöä, sekä yhtenäistää projektien katselmusten raportointia.

Tuloksena syntyi Microsoft Powerpoint-käyttöopas, jossa kuvataan Navisworks-ohjelman käyttö, sekä tulosten raportointi katselmuksen jälkeen. Lisäksi ohjelman käytön avulla katselmuksissa ilmenneiden ongelmakohtien korjausten valvonta helpottui huomattavasti aikaisempaan dokumentointiin verrattuna.

Suunnittelija voi nyt helposti navigoida kuvakaappauksen avulla Navisworks-ohjelmassa hänelle määrättyyn kohtaan, joka helpottaa paikan hahmottamista 3D-CAD-mallissa. Navisworks-ohjelmaa käytettäessä myös projektipäälliköiden on helpompi pysyä ajan tasalla suunnittelun edistymisestä ja ohjata osastojen toimintaa. Ohjeen avulla raportointi sujuu nopeammin ja vaivattomammin, eikä katselmusten raportointiin tarvitse käyttää muita ohjelmia. Raportteihin jää myös leima siitä, että asia on käsitelty ja hyväksytty, jolloin myös laatukäsikirjan vaatimukset täyttyvät.

Navisworks-ohjelman ohjeet tulevat varmasti päivittymään tulevaisuudessa, kun useampi suunnittelukatselmuksia ehditään pitämään. Ohjeiden päivittämiseen saattaa johtaa myös mahdolliset ohjelmistopäivitykset ja niiden mukana tulevat uudet ominaisuudet.

Ohjeiden luontivaiheessa olisi toivottu muutamia ominaisuuksia, joilla ongelmakohtien korjaajan olisi ollut helpompi löytää itselleen määrättyt työt. Yksi toivotuista uudistuksista olisi kommenttien määrääminen suoraan tietylle käyttäjälle tämän käyttäjätunnuksen mukaan.

Muita mahdollisia uudistuksia voisi olla raportin luominen suoraan PDF-muodossa, jolloin raportista tulisi suoraan yksittäinen tiedosto, eikä raporteja tarvitsisi muuttaa zip-tiedostoiksi.

LÄHTEET

AVEVA. 2019. AVEVA ABOUT US, Milestones. Viitattu 2.4.2019 https://www.aveva.com/en/About/AVEVA_Milestones/.

AVEVA. 2015. AVEVA E3D product brochure. Viitattu 2.4.2019 https://www.aveva.com/en/solutions/product_finder/aveva_everything3d/

AVEVA 2012a. AVEVA E3D help. Viitattu 16.5.2019 http://help.aveva.com/AVEVA_Everything3D/2.1.0.16/wwhelp/wwhimpl/js/html/wwhelp.htm#href=GS/GS2.2.1.html#1063192

AVEVA 2012b. AVEVA E3D:n tietokanta. Viitattu 16.5.2019 http://help.aveva.com/AVEVA_Everything3D/2.1.0.16/GS/images/GSPDMS_00001.png

AVEVA 2012c. AVEVA E3D:n hierarkia. Viitattu 16.5.2019 http://help.aveva.com/AVEVA_Everything3D/2.1.0.16/GS/images/GSPDMS_00008.png

Cadworks. Solidworks standard 3D CAD. Viitattu 17.5.2019 <http://www.cadworks.fi/fi/tuotteet/solidworks-standard-3d-cad>

Dodds, J. & Johnson S. 2011. Mastering Autodesk Navisworks 2012. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc. [Luettu 2.5.2019] <https://ebookcentral.proquest.com/lib/turkuamk-ebooks/reader.action?docID=818771>

Profox 2019. Autodesk Navisworks ohjelmisto projektinhallintaan. Viitattu 12.3.2019 <https://www.profox.com/navisworks>

Profox 2014. Navis2014Peruskoulutus. Viitattu 11.3.2019 Valmetin sisäinen koulutusmateriaali.

Ruiz, A.; Jack, G & Mings J. 2010. Solidworks 2010: No Experience Required. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc. [Luettu 17.5.2019] <https://ebookcentral.proquest.com/lib/turkuamk-ebooks/reader.action?docID=487704>

Solidworks 2016. Solidworks fact sheet. Viitattu 13.5.2019 https://www.solidworks.com/sw/docs/3DS_2016_SWK_CorpFactSheet_2015_2H.pdf

Solidworks 2018. Solidworks 2018 data sheet. Viitattu 13.5.2019 <https://www.solidworks.com/sites/default/files/2018-08/3DS-2018-SWK-Launch2019-DataSheet-3D-CAD.pdf>

Valmet 2018. AVEVA_E3D2.1_Familiarisation_Valmet_2018. Luettu 2.4.2019 Valmet intranet

Valmet Technologies Oy. Valmet MyAcademy. Viitattu 28.4.2019. Valmet intranet

Valmet Technologies Oy. Valmet Technologies direction handbook. Viitattu 6.5.2019 Valmet intranet

Valmet 2019a. Valmet historia. Viitattu 12.3.2019 <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/historia/>.

Valmet 2019b, Valmet liiketoiminnat. Viitattu 2.4.2019 <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/liiketoiminnat/>

Valmet 2019c. BFB boilers. Viitattu 29.4.2019 <https://www.valmet.com/energyproduction/bfb-boilers/>

Valmet 2019d. CFB boilers. Viitattu 29.4.2019 <https://www.valmet.com/energyproduction/cfb-boilers/>

Valmet 2019e. Recovery boiler. Viitattu 29.4.2019 <https://www.valmet.com/pulp/chemical-recovery/recovery>

Valmet 2019f. Valmet avainluvut. Viitattu 17.5.2019 <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/avainluvut/>

Valmet 2019g. Valmet liiketoiminnat. Viitattu 17.5.2019 <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/liiketoiminnat/>

Valmet 2019h. Valmet lyhyesti. Viitattu 12.3.2019 <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti>

Valmet 2019i. Reliable Recovery Boilers with High Power Generation. Viitattu 29.3.2019 https://valmetsites.secure.force.com/solutionfinderweb/FilePreview?id=06958000000bPNWAA2&_ga=2.137272115.2016120446.1558423898-1556535306.1551870544