



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

# 3D-MALLIT JA 3D- MALLIKATSELMUKSET

Neste Jacobs

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotantopainotteinen mekatroniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Jarno Nieminen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

NIEMINEN, JARNO: 3D-mallit ja 3D-mallikatselmukset  
Neste Jacobs

Tuotantopainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 29 sivua, 10 liitesivua

Kevät 2013

## TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyö tehtiin Neste Jacobsille. Yritys tuottaa erilaisia teknologia-, suunnittelu- ja projektijohtopalveluita pääasiassa öljy-, kaasu-, petrokemian- ja kemianteollisuudelle sekä biotekniikan yrityksille. Työssä käsitellään 3D-mallinnuksen ja -mallikatselmusten sisältöä sekä niiden vaatimuksia laitossuunnitteluprojekteissa.

3D-mallinnus ja -mallikatselmukset ovat nykyisin tärkeässä osassa laitossuunnitteluprosessia, mistä on syntynyt tarve saada niitä koskeva laatuohje. Opinnäytetyön tavoitteena on laatia laatuohje, joka määritteli 3D-mallien sisällön projektin eri vaiheissa, mallinnusvastuut ja mallikatselmukset. Laatuohjeeseen liittyy oleellisena osana tarkastuslistan laatiminen. Tarkastuslista tulee suunnittelijoiden päivittäiseksi työkaluksi.

Työn aluksi esitellään laitossuunnittelua ja siellä käytettäviä 2D/3D-ohjelmistoja. Tämän jälkeen opinnäytetyössä on kolme suurempaa kokonaisuutta: 3D-mallinnus, 3D-mallikatselmukset ja johtamisjärjestelmät. Mallinnus- ja katselmuskappaleissa on määritelty suunnitteluosastoiden vastuita, mallinnettavaa sisältöä ja ohjeita katselmusten suorittamiseen. Työ on suoritettu tiiviissä yhteistyössä Neste Jacobsin kanssa, josta olen saanut tärkeitä ohjeita ja kommentteja koskien laatuohjetta.

Työn tuloksena syntyneen laatuohjeen voidaan katsoa täyttävän opinnäytetyölle asetetut vaatimukset. Laatuohjeessa kuvataan mallinnusvastuut eri suunnitteluosastoille, 3D-mallien sisältövaatimukset projektin eri vaiheissa sekä yleisiä ohjeita mallikatselmusten järjestämiseen ja suoritukseen.

Asiasanat: kolmiulotteisuus, mallikatselmus, mallintaminen, laatuohje

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

NIEMINEN, JARNO: 3D models and 3D model reviews  
Neste Jacobs

Bachelor's Thesis in Production Oriented Mechatronics, 29 pages, 10 pages of  
appendices

Spring 2013

ABSTRACT

---

This thesis was done for Neste Jacobs. Neste Jacobs produces a variety of technology, engineering and project management services, mainly to oil, gas, petrochemical, chemical and biotechnology industry companies. The thesis deals with the contents of 3D modeling and 3D model reviews, as well as their requirements for plant design projects.

Now a days 3D modeling and 3D modelreviews are an important part of the plant design process, which has created a need for quality guidelines. The aim of this thesis was to create quality guidelines, which define the contents of the 3D models in different phases of the project, modeling responsibilities and 3D model reviews. Drafting a checklist is an important part of the quality guidelines. The checklist will be a daily tool for designers.

The beginnig of the thesis presents plant engineering in general and 2D/3D programmes which are used there. After this there are three major chapters dealing with 3D modeling, 3D model reviews and management systems. The chapters on modeling and model reviews define the design responsibilities, model contents and general instructions for model reviews. The work has been carried out in close cooperation with Neste Jacobs, which provided important information and comments about the quality guidelines.

The quality quidelines which have been created on the basis of the thesis, can be considered to meet the thesis requirements. The quality guidelines describe the modeling responsibilities of the different design departments, content requirements of 3D models in different stages of the project, as well as general guidance for the organization and execution of 3D model reviews.

Key words: tridimensionality, model review, modeling, quality guidelines

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	NESTE JACOBS	2
2.1	Laitossuunnittelu	3
2.2	Layout- ja putkistosuunnittelu	3
3	OHJELMISTOT	5
3.1	Plant Design System	5
3.2	SmartPlant 3D	6
3.3	Autodesk Navisworks	8
3.4	SmartPlant Review	10
3.5	MicroStation	10
4.1	Mallinnuksen aloitus	13
4.2	Mallit ja niiden sisältö	13
4.2.1	Laitemallit	13
4.2.2	Putkistomallit	14
4.2.3	Rakennemallit	14
4.2.4	Sähkömallit	15
4.2.5	Instrumenttimallit	15
5	3D-MALLIKATSELMUKSET	17
5.1	3D-mallikatselmuksia yleisesti	17
5.2	Mallikatselmuksen kulku	17
5.2.1	Toimenpiteet ennen mallikatselmusta	18
5.2.2	Katselmuksen toteutus	19
5.2.3	Toimenpiteet mallikatselmuksen jälkeen	20
5.3	Mallikatselmusten sisällöt projektien eri vaiheissa	20
5.3.1	30 % -mallikatselmus	20
5.3.2	60 % -mallikatselmus	20
5.3.3	90 % -mallikatselmus	21
5.3.4	Pienten projektien katselmuksia	21
5.4	Verkon yli tapahtuvat mallikatselmuksia	21
5.5	Action point -lista	22
6	TOIMINTAJÄRJESTELMÄT	24
6.1	Toimintajärjestelmät yleisesti	24

6.2	ISO 9001:2008	25
6.3	ISO 9001:2008:n vaatimukset toimintajärjestelmälle	26
6.4	Laatuohjeen laatiminen	27
7	YHTEENVETO	30
	LÄHTEET	31
	LIITTEET	33

## LYHENTEET

2D	Kaksiulotteinen
3D	Kolmiulotteinen
API	Ohjelmointirajapinta (application programming interface)
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu, geometrian mallintaminen
CAE	Tietokoneavusteisten suunnittelu, analyysi ja simulointi
HSE	Terveys, turvallisuus ja ympäristö (healthy, safety and environment)
ISO	Kansainvälinen standardisoimisjärjestö
MS	MicroStation
NJ	Neste Jacobs
NW	Navisworks
PDS	Plant Design System
PI	Prosessi ja instrumentti
SP 3D	SmartPlant 3D

# 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään 3D-mallinnusta ja 3D-mallikatselmusprosessia Neste Jacobsilla. Nykyaikaisen laitossuunnitteluprosessin tärkeänä osana ovat 3D-mallinnus ja -mallikatselmukset. 3D-mallit ovat helposti muokattavissa, joten muutokset näkyvät mallissa välittömästi. Mallikatselmuksissa havaitut virheet voivat tuoda projektille huomattavia kustannussäästöjä, sillä 3D-malliin tehtävät muutokset ovat huomattavasti halvempia kuin rakennustyömaalla tehtävät. Mallikatselmukset tarjoavatkin asiakkaille ja muille projektissa mukana oleville hyvän mahdollisuuden nähdä laitos kokonaisuudessaan ennen rakentamisen aloittamista.

Työn tavoitteena on luoda laatuohje Neste Jacobsilla käytössä olevaan ISO9001:2008-sertifikoituun toimintajärjestelmään sekä selvittää laitossuunnittelussa tapahtuvaa 3D-mallinnus- ja -mallikatselmusprosessia. Näiden lisäksi selvitetään, minkälaisia vaatimuksia ISO-standardit asettavat toimintajärjestelmien dokumentoinnille ja laatuohjeille. Suunnittelijat voivat käyttää ohjetta varmistaakseen, onko kaikki tarvittava mallinnettu, kenen vastuulla mallinnus on ja mitä toimenpiteitä mallikatselmukset vaativat. Lisäksi laatuohjeella halutaan osoittaa asiakkaalle, mitä hän voi ja mitä hänen tulee vaatia projektin eri vaiheissa. Ohjetta tullaan käyttämään Neste Jacobsilla päivittäisessä projektityöskentelyssä.

Työskentelin Neste Jacobsin layout- ja putkistosuunnittelussa suunnittelijaharjoittelijana kesän ja syksyn 2012 ja sitä kautta pääsin tutustumaan putkistosuunnitteluun. Työn aihe on lähtöisin layout- ja putkistosuunnittelun päälliköltä Marko Väisäseltä, joka toimii myös ohjaajana Neste Jacobsilla.

## 2 NESTE JACOBS

Neste Jacobs (NJ) on osa öljyn jalostukseen ja myyntiin erikoistunutta suomalaisesta Neste Oil -konsernista. Neste Oil on listattu Helsingin pörssiin ja pääomistaja on Suomen valtio (50,1 %). Neste Oililla on toimintaa 15 maassa ja henkilöstöä noin 5000. Neste Oilin perinteiset öljynjalostamot sijaitsevat Porvoossa ja Naantalissa. Lisäksi yhtiöllä on kaksi uusiutuvan dieselin jalostamo, jotka sijaitsevat Singaporessa ja Rotterdamissa Hollannissa. (Neste Oil 2012.) Neste Oililla on omien jalostamoiden lisäksi yhteisomistuksessa Bahrainin perusöljyjä tuottava laitos sekä nafteenisiä öljyjä ja bitumia valmistava Nynäshamnin tuotantolaitos (Neste Oil 2012).

Neste Jacobs aloitti 1956 Neste Oy:n öljynjalostamon suunnitteluosastona. Tämän jälkeen omistaja ja nimi on vaihtunut useampaan kertaan, kunnes 2004 Jacobs Engineering tuli vähemmistöosakkaaksi ja yhtiön nimi tuli nykymuotoon. Neste Jacobsin omistussuhteet ovat seuraavat: Neste Oil 60 % ja Jacobs Engineeringin Group 40 %. Neste Jacobs on vaativien teknologia-, suunnittelu- ja projektijohtopalveluiden ja ratkaisujen toimittaja laajalle joukolle öljy- ja kaasu-, petrokemian- ja kemianteollisuuden sekä biotekniikan alan yrityksistä. Neste Jacobsilla on yli 50 vuoden kokemus teknologiakehityksestä ja investointihankkeiden toteutuksesta Euroopassa, Pohjois- ja Etelä-Amerikassa, Aasiassa ja Lähi-idässä. Yrityksessä työskentelee maailmanlaajuisesti noin 700 henkilöä. Pääkonttori sijaitsee Porvoon Kilpilahdessa ja sivutoimistoja on ympäri maailmaa esimerkiksi Naantalissa, Göteborgissa, Singaporessa, Abu Dhabissa ja Rotterdamissa. Toimitusjohtajana toimii tällä hetkellä Jarmo Suominen. Liikevaihto oli vuonna 2012 noin 100 miljoonaa euroa. (Neste Jacobs 2012 a.)

Osaamiskeskuksia on kolme, ja ne on jaoteltu seuraavasti: Technology & Process, Engineering ja Project Management. Osaamiskeskuksista löytyy tietotaito suunnitella ja rakentaa laitoksia avaimet käteen -periaatteella. Neste Jacobsin toiminnot on jaoteltu kahteen liiketoiminta-alueeseen: hiilivety (öljy, kaasu ja petrokemia) ja kehittyvät teollisuuden alat (biojalostus, kemikaalit ja käyttöhyödykkeet). (Neste Jacobs 2012 a.)



## 2.1 Laitossuunnittelu

Laitossuunnittelu on osa Neste Jacobsin engineering-osaamiskeskusta. Laitossuunnittelussa suunnitellaan erilaisia prosessilaitoksia tiiviissä yhteistyössä prosessi-, sähkö- ja instrumenttisuunnittelun sekä projektihallinnan kanssa. Laitossuunnittelu on monesta eri suunnittelualasta koostuva kokonaisuus, jossa tehdään

- rakennesuunnittelu
- laitesuunnittelu
- layout- ja putkistosuunnittelu.

Rakennesuunnittelu vastaa laitoksen "rungosta", eli tarvittavista perustuksista, suurista teräs- ja betonirakenteista, rakennuksista ja maanalaisista rakenteista. Laitesuunnittelun vastuulla on mm. suunnitella ja valita prosessissa tarvittavat laitteet, niiden eristykset, laitteiden vaatimat tasot ja tikkaat. Layout- ja putkistosuunnittelusta on kerrottu luvussa 2.2.

Tavoitteena laitossuunnittelussa on suunnitella helposti operoitava ja huollettava, turvallinen sekä kustannustehokas laitos. Suunnittelu hoidetaan pääasiassa 3D-mallinnuksen avustuksella. Laitossuunnittelussa työskentelee monen eri tekniikan alan ammattilaisia (automaatio-, kemian-, kone- ja energiatekniikan).

## 2.2 Layout- ja putkistosuunnittelu

Layout- ja putkistosuunnittelussa suunnitellaan teollisuusputkistoja prosessiteollisuuteen ja tehdään laitosten layoutsuunnittelua. Suunnittelun tavoitteena on tuottaa prosessit mahdollistava turvallinen laitos, jossa putket ja laitteet on sijoitettu niin, että ne ovat helposti operoitavissa ja huollettavissa. Suunnittelussa noudatetaan monia eri suosituksia ja standardeja. Toiminnon edellytys on tiivis yhteistyö mm. hankinta-, prosessi- ja instrumenttiosastojen kanssa.

Uudisrakentamisen ja suurempien projektien kohdalla putkistosuunnittelu luo 3D-mallit, joihin sijoitetaan esimerkiksi putket, laitteet ja rakenteet. Näistä malleista tuotetaan tarvittavat dokumentit, joiden avulla laitos voidaan rakentaa. 3D-mallinnusta käsitellään tarkemmin luvussa 4.

Joidenkin pienten projektien kohdalla ei kannata luoda 3D-mallia, koska alkuperäiset laitosten rakennusdokumentaatiot on tehty käsin. Näissä projekteissa muutokset revisoidaan alkuperäisdokumentteihin käsin piirtämällä. Alkuperäinen dokumentti voidaan myös rasteroida. Rasteroinnissa alkuperäinen piirustus skannataan, mistä saadaan pistemuodossa oleva tiedosto, jota voidaan muokata 2D-piirto-ohjelmilla. Tämän jälkeen piirustusta päivitetään vain tietokoneella.

### 3 OHJELMISTOT

Erilaiset tietokoneavusteiset suunnitteluohjelmistot ovat nykyään edellytyksenä hyvälle ja kustannustehokkaalle suunnittelulle. Siinä missä ennen tehtiin pienoismalleja, nykyään tehdään 3D-malleja. Laitossuunnittelussa suunnitteluun käytetään pääasiassa kolmea eri ohjelmistoa, jotka ovat PDS, SmartPlant 3D ja MicroStation. PDS:ää ja SP 3D:tä käytetään 3D-mallien tuottamiseen ja näitä malleja katselmoidaan Navisworksillä ja SmartPlant Reviewillä.

#### 3.1 Plant Design System

PDS on Intergraphin 1980-luvun puolivälissä julkaisema CAD/CAE-ohjelmisto, ja se onkin vuosien saatossa saavuttanut markkinajohtajuuden maailmalla. PDS soveltuu niin pieniin muutosprojekteihin kuin suurten laitospakettien suunnitteluun. (PDS 2013 a.)

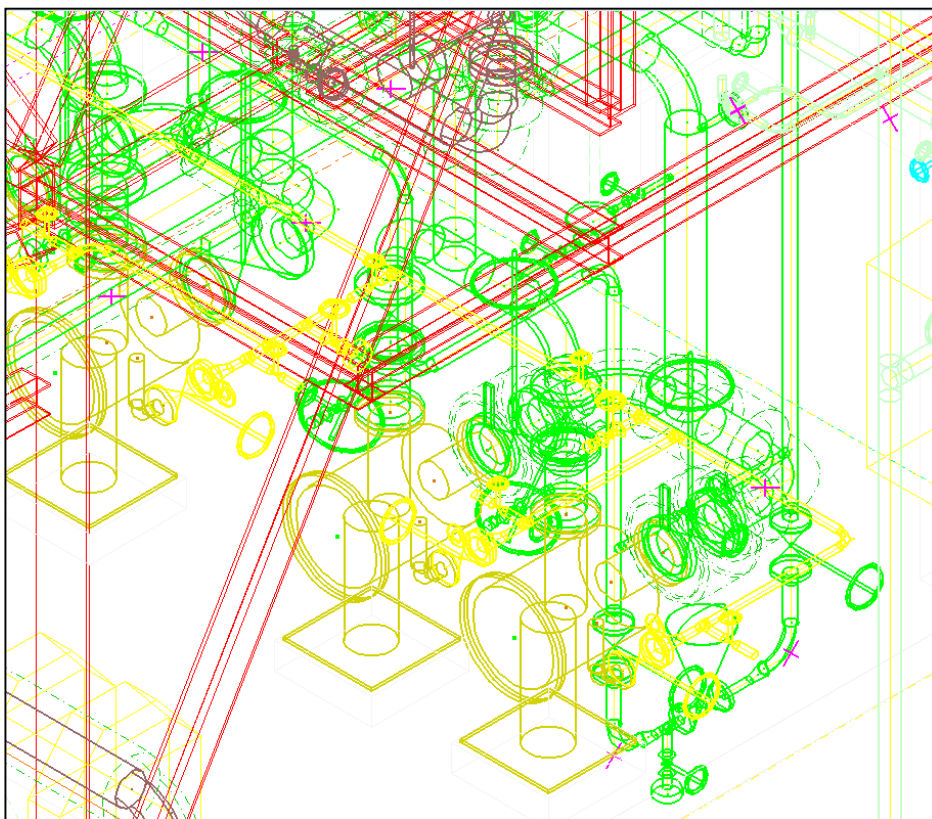
PDS koostuu seuraavista moduuleista:

- laitemoduuli
- putkistomoduli
- sähkömoduli
- rakennemoduuli
- LVI-moduuli.

Neste Jacobsilla PDS on otettu käyttöön vuonna 1986 ja sitä on vuosien saatossa hiottu vastaamaan täysin NJ:n tarpeita (Paulin 2013). Ohjelmaa käytetään 3D-mallien luomiseen prosessilaitoksista (kuviot 1). Ohjelmasta saadaan tuotettua monia erilaisia dokumentteja, joita tarvitaan projektien läpivienteihin. PDS:llä mallille voidaan suorittaa erilaisia tarkasteluja, esimerkiksi törmäystarkasteluja, joiden avulla pyritään ehkäisemään virheiden eteneminen. (PDS 2013 a.)

PDS:ää käytettäessä suuret mallit on jaoteltava pienempiin osiin, koska yhtä mallia voi muokata vain yksi suunnittelija kerrallaan. Mallit jaotellaan alakohtaisesti putkisto-, laite-, rakenne- ja sähkömalleihin. Projektit ovat usein suuria, joten näi-

tä malleja pilkotaan pienemmiksi, jotta useammat suunnittelijat pääsevät työskentelemään samanaikaisesti.



KUVIO 1. PDS:llä tuotettua 3D-grafiikkaa

### 3.2 SmartPlant 3D

SmartPlant 3D (SP 3D) on laitossuunnitteluun tarkoitettu ohjelmisto, jota käytetään prosessin mahdollistavien putkien, laitteiden ja rakenteiden mallinnukseen.

SP 3D on osa Intergraphin SmartPlant-tuoteperhettä, johon kuuluvat mm.

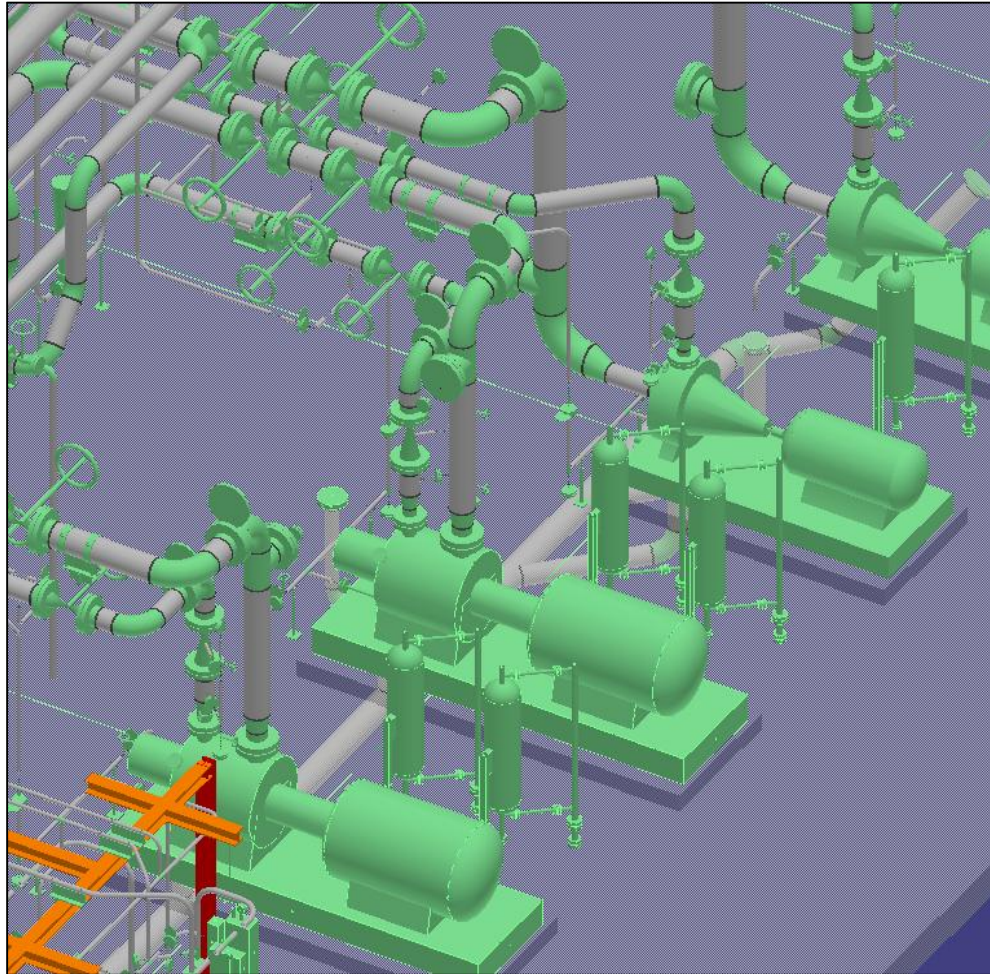
- SmartPlant 3D
- SmartPlant Foundation
- SmartPlant Electrical
- SmartPlant Instrumentation
- SmartPlant Review
- SmartPlant P & ID.

(Intergraph 2013 b.)

Tuoteperheen ohjelmat voidaan integroida toisiinsa, mikä helpottaa suunnittelu-prosessia. Tällöin suunnittelussa tapahtuvat muutokset tulevat nopeasti kaikkien projektissa mukana olevien tietoon, koska ohjelmat ilmoittavat esimerkiksi instrumentti- tai laitemuutoksista, prosessisuureissa tapahtuvista muutoksista ja putkikoon muutoksista. SmartPlant-ohjelmistoissa on myös hyvät työnjakominaisuudet, joten suunnittelijat voivat työskennellä lähes reaaliajassa samassa mallissa missä päin maailmaa tahansa. (Intergraph 2013 c.)

SP 3D on tietokantapohjainen suunnitteluohjelmisto. Siinä ei siis ole grafiikkaa vaan kaikki on oliopohjaista tietokantaa. (Paulin 2013.) Oliot (objects) ovat ns. tietopaketteja (kuviokuva 2), joihin on määritelty tiettyjä toimintatapoja ja ominaisuuksia (Hietanen 2004, 8). SP 3D:n tapauksessa oliot ovat esimerkiksi venttiileitä, laitteita ja muita suunnittelussa tarvittavia komponentteja. Oliot sisältävät erilaista dataa, kuten mittoja ja materiaalitekniisiä ominaisuuksia. Olioiden tehtävänä on tuottaa yhdessä jokin palvelukokonaisuus. (Hietanen 2004, 9.)

Neste Jacobsin layout- ja putkistosuunnittelussa ollaan lähiaikoina siirtymässä pitkään käytössä olleesta PDS:stä SmartPlant 3D:n käyttöön. SP 3D on ollut pienessä mittakaavassa käytössä NJ:llä jo muutaman vuoden ajan. (Paulin 2013.)



KUVIO 2. SmartPlant 3D:llä tuotettu oliopohjainen 3D-malli

### 3.3 Autodesk Navisworks

Navisworks (NW) on AutoDeskin kehittämä 3D-navigointi- ja projektityökalu. Neste Jacobsilla NW:ä käytetään suunnittelutyön apuvälineenä sekä asiakkaan kanssa käytävissä 3D-mallikatselmuksissa. Autodesk Navisworks -tuoteperhe sisältää kolme eri ohjelmistoa, jotka ovat

- Autodesk Navisworks Manage
- Autodesk Navisworks Simulate
- Autodesk Navisworks Freedom.

(Autodesk 2013 a.)

Manage on ohjelmistoperheen laajin ohjelma, ja se pitää sisällään samat ominaisuudet kuin Simulate (Profox 2013). NW Managen avulla voidaan helposti yhdistää eri mallit ja tiedostomuodot yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, jota on helpompi tarkastella. Kokonaisuudelle voidaan myös suorittaa törmäystarkasteluja. Managea ei ole sidottu mihinkään tiettyyn ohjelmistoon tai tiedostomuotoon. (Profox 2013.)

NW Simulate on Managea karsitumpi versio, joka on ensisijaisesti tarkoitettu 3D-navigointiin, mallikatselmuksiin sekä niiden valmisteluun. Ohjelma voidaan linkittää erilaisten projektinhallintaohjelmien kanssa, jolloin voidaan simuloida projektin eteneminen 3D-malliin. Simulatella 3D-malleista voidaan esimerkiksi tehdä fotorealistisia (kuvio 3) animoida liikkuvat osat ja tehdä leikkauskuvia. (Profox 2013.)



KUVIO 3. Esimerkki fotorealisesta 3D-mallista (Autodesk 2013 b.)

NW Managella ja Simulatella suurestakin 3D-mallista voidaan tallentaa kevyt .nwd-tiedosto, joka voidaan lähettää esimerkiksi sähköpostilla asiakkaalle (Profox 2013). Tämän jälkeen asiakas voi navigoida 3D-mallissa ilmaisella NW Freedomilla ilman kalliita ohjelmistoinvestointeja. Freedomissa on hyvät mittaus- ja tie-

donhakuominaisuudet. (Paulin 2013.) Se soveltuukin siten hyvin asiakkaille, joille usein riittää 3D-mallin näkeminen ja sen tarkastelu.

### 3.4 SmartPlant Review

SmartPlant Review on Intergraphin kehittämä 3D-mallikatselmusohjelmisto ja 3D-mallien analysointiohjelmisto. Sitä käytetään Neste Jacobsilla Navisworksin lisäksi asiakkaan kanssa käytävissä 3D-mallikatselmuksissa. SP Review tukee PDS:llä, SmartPlant 3D:llä ja SmartPlant Marinella tuotettuja 3D-malleja. (Intergraph 2013 d.)

SP Review:hen on saatavissa seuraavat lisämoduulit:

- neuvottelumoduuli
- simulointi- ja visuaaliset efektit -moduuli
- fotorealismimoduuli
- piirustusten generointimoduuli
- pistepilvimoduuli
- rakennusmoduuli
- API-moduuli.

(Intergraph 2013 e.)

Lisämoduulien avulla malliin voidaan mm. simuloida liikkuvia osia, simuloida laitoksen rakentamisen edistyminen ja hyödyntää laserskannauksesta saatavaa pistepilveä (Intergraph 2013 e).

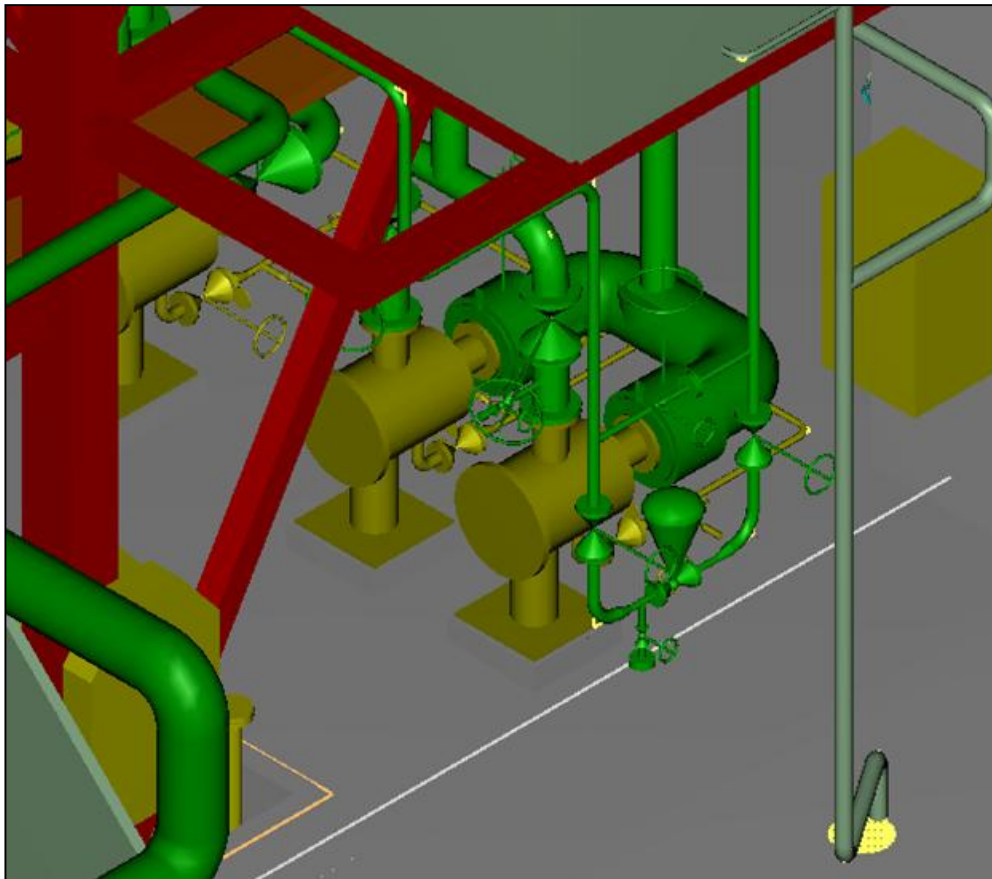
### 3.5 MicroStation

MicroStation J ja MicroStation V8i ovat molemmat Bentleyyn kehittämää 2D / 3D CAD-suunnitteluun tarkoitettuja ohjelmia. MS J on julkaistu 1998, ja se on vieläkin yleisesti käytössä, koska se on yhteensopiva PDS:n kanssa. MS V8i on julkaistu vuonna 2009, ja se on tällä hetkellä uusien MicroStation-tuotepereen jäsen (Bentley 2013). Ohjelmissa on suunnilleen samanlaiset perustoiminnot ja symbolit, joten ohjelmien välillä siirtyminen on helppoa. MS V8i on kuitenkin huomattavasti graafisempi ja sisäisesti erilainen ohjelma kuin MS J, minkä vuoksi V8i:tä



ei voi käyttää PDS:n kanssa. MS V8i:ssä on J:tä laajemmat ja monipuolisemmat työkalut, kuten AutoCad-tiedostojen käsittely, pistepilvien hyödynnysmahdollisuus ja helpokäyttöiset tulostustoiminnot (Paulin 2013).

Neste Jacobsilla MicroStation J:tä käytetään lähinnä PDS-mallien grafiikan luomiseen ja muokkaamiseen. Piirustukset, jotka eivät ole PDS-liitännäisiä, piirretään yleensä V8i:llä, koska siinä on mm. paremmat 3D-mallinus ominaisuudet. (Kuvio 4.)



KUVIO 4. MicroStation V8i:llä tuotettua 3D-grafiikkaa

#### 4 3D-MALLINNUS

"3D-mallinnuksella tarkoitetaan erilaisten tuotteiden suunnittelua kolmiulotteisesti" (Tuhola & Viitala 2008, 17). 3D-suunnittelun ehdottomana etuna voi pitää sitä, että tuotteelle voidaan antaa samat fysikaaliset ja mekaaniset ominaisuudet kuin oikealla tuotteella on. Mallinnuksella säästetään myös huomattavia kustannuksia, kun prototyyppien ja pienoismallien valmistaminen jää pois tai vähenee radikaalisti. (Tuhola & Viitala 2008, 13.) 3D-malleja on huomattavasti helpompi ja nopeampi muokata, ja niistä nähdään nopeasti, jos suunnittelussa on virheitä.

Mallinnus suoritetaan siihen tarkoitetuilla 3D-mallinnusohjelmilla. Erilaisten suunnitteluohjelmistojen määrä on kasvanut varsin suureksi, sillä lähes jokaiselle suunnittelualalle löytyy oma erikoisohjelmisto. Seuraavat ohjelmistot ovat melko suosittuja kone- ja laitesuunnittelussa maailmalla:

- AutoCad
- Solidworks
- Vertex 4G.

(Tuhola & Viitala 2008, 16.)

Layout- ja putkistosuunnitteluun on myös omat erikoisohjelmansa. Aikaisemmin luvussa 3 mainittujen ohjelmien lisäksi maailmalla on yleisesti käytössä laitosuunnittelussa Bentley'n Plant Space ja AVEVA Plant Design Management System. (Paulin 2013.) 3D-malleista saadaan ohjelmasta riippuen tuotettua paljon erilaisia dokumentteja ja piirustuksia, esimerkiksi PDS:stä voidaan mm. tuottaa seuraavia dokumentteja:

- putkistoisometrejä
- leikkaus- ja tasopiirustuksia
- materiaalilistoja
- layout-piirustuksia
- laitesijoituspiirustuksia

(Väisänen 2013.)

#### 4.1 Mallinnuksen aloitus

Kokonaan uuden prosessilaitoksen 3D-mallinnus alkaa mallinnusympäristön valinnalla. Valinnan jälkeen luodaan uusi projektipohja johonkin käytössä olevaan laitoissuunnitteluohjelmistoon, esimerkiksi PDS:ään tai SmartPlant 3D:hen. Yleensä käytettävissä on kuitenkin jokin 3D-malli, jonka pohjalle projektia aletaan toteuttaa. Jos tehdään suurempia muutosprojekteja rakennettuihin laitoksiin, joista ei löydy ylläpidettyä 3D-mallia, vaihtoehtona on hyödyntää laserkeilausta. Laserkeilauksen avulla skannataan haluttu alue, josta saadaan ns. pistepilvi, jota voidaan käyttää sellaisenaan Bentley CloudWorx:ssä tai sitten se voidaan prosessoida 3D-malliksi esim. MicroStation V8i:llä. Laserkeilaus on todella nopea tapa saada kattava 3D-malli monimutkaisistakin rakenteista ja rakennuksista. (Pöyry 2013.)

#### 4.2 Mallit ja niiden sisältö

3D-mallinnettu prosessilaitos sisältää erilaisia laitteita, instrumentteja ja putkistojä. Sisältöä 3D-malliin tuottavat: putkisto-, rakenne-, sähkö- ja instrumentointisuunnittelu. Laitimassani laatuohjeessa yhtenä tavoitteena oli selkeyttää mallinnusvastuita toimintojen välillä. Suurin osa mallinnettavasta sisällöstä on jaoteltavissa tietyille toiminnolle, esimerkiksi putket putkistosuunnittelulle, valaistus sähkösuunnittelulle sekä teräs- ja betonirakenteet rakennesuunnittelulle.

##### 4.2.1 Laitemallit

Layout- ja putkistosuunnittelun vastuulla on mallintaa laitteet ja niihin liittyvät alustavat hoitotasot ja tikkaat. Toisinaan laitteiden valmistajat tarjoavat laadukkaat 3D-mallit esimerkiksi kompressoreista ja lisäaineiden syöttöyksiköistä. Tällöin layout- ja putkistosuunnittelun vastuulle jää tarvittavien muutosten tekeminen ja liitäntäyhteiden mallintaminen. Muita mallinnettavia kohtia ovat

- laitteiden puhallusputket
- kokonaisina paketteina tulevat laitteet
- laitteisiin liittyvät varusteet

- yhdepisteet.

#### 4.2.2 Putkistomallit

Layout- ja putkistosuunnittelu mallintaa PI-kaavioissa ja linjaluetelossa esitetyt putkistot ja niihin liittyvät komponentit. Putkistojen mallinnus suoritetaan seuraavassa järjestyksessä:

1. Prosessin ja kuormituksen kannalta kriittiset putkistot
2. Suuret putkistot (koko > 24")
3. Jäljellä olevat prosessi- ja käyttöhyödykeputkistot (koko > 1½")
4. Jäljellä olevat prosessi- ja käyttöhyödykeputkistot (koko ≤ 1½").

Putkistojen lisäksi mallinnetaan

- venttiilit varusteineen
- in-line instrumentit
- putkistojen primäärikannakkeet (sekundäärikannakkeet mallinnetaan vain jos projektissa on sovittu niin)
- putkistojen maadoituskorvakkeet
- laitteisiin liittyvät varusteet
- palopostit
- maanalaiset viemärijärjestelmät pl. sadevesiviemärit.

#### 4.2.3 Rakennemallit

Betoni- ja teräsrakenteiden suunnitteluun käytetään Tekla Structures:iä, josta tuotetaan yksinkertaistettua MicroStation grafiikkaa. Sitä käytetään referenssinä laitosuunnitteluohjelmissa (PDS ja SP 3D) 3D-mallin luomiseen. Rakennesuunnittelun mallinnusvastuu kattaa kolme kokonaisuutta:

- 1) Maanalaiset rakenteet ja -betonirakenteet
  - PI-kaavioissa palotorjuntaan liittyvät laitteet
  - viemäriputket
  - valuma-altaat, kuilut, viemäriaukot jne.

- tien alitukset
- betoniset putki- ja kaapelikanavat
- perustukset
- maan päälliset betonikourut
- betoniset "table top:it"
- maastolaatat.

## 2) Teräsrakenteet

- teräspilarit, -palkit ja -vahvikkeet
- tikapuut, rappuset, laskuportaot, kaiteet, ritilälalustat ja levypäällysteiset lattiat
- nostimien ajokiskot
- putkilinjojen ja kaapelihyllyjen teräskannakkeet.

## 3) Rakennukset

- analysaattorihuone
- rakennusten muodot yksinkertaistettuna
- rakennusten sisällä olevat ilmastointikanavat.

### 4.2.4 Sähkömallit

Sähkösuunnittelun vastuulla on mallintaa

- kaapelihyllyt
- kaapelien suojaputket  $\geq 3''$
- jakorasiat
- valaistus ja sen vaatimat tuet
- sähkökaapit.

### 4.2.5 Instrumenttimallit

Instrumenttisuunnittelun tulee mallintaa instrumenttien lisäksi

- kaapelihyllyt instrumenttikaapeleille ja analysaattorilinjoille
- jakorasiat ja ohjauspaneelit instrumenteille
- hätä-seis-painikkeet
- putkilinjoista erillään olevat instrumentit.

## 5 3D-MALLIKATSELMUKSET

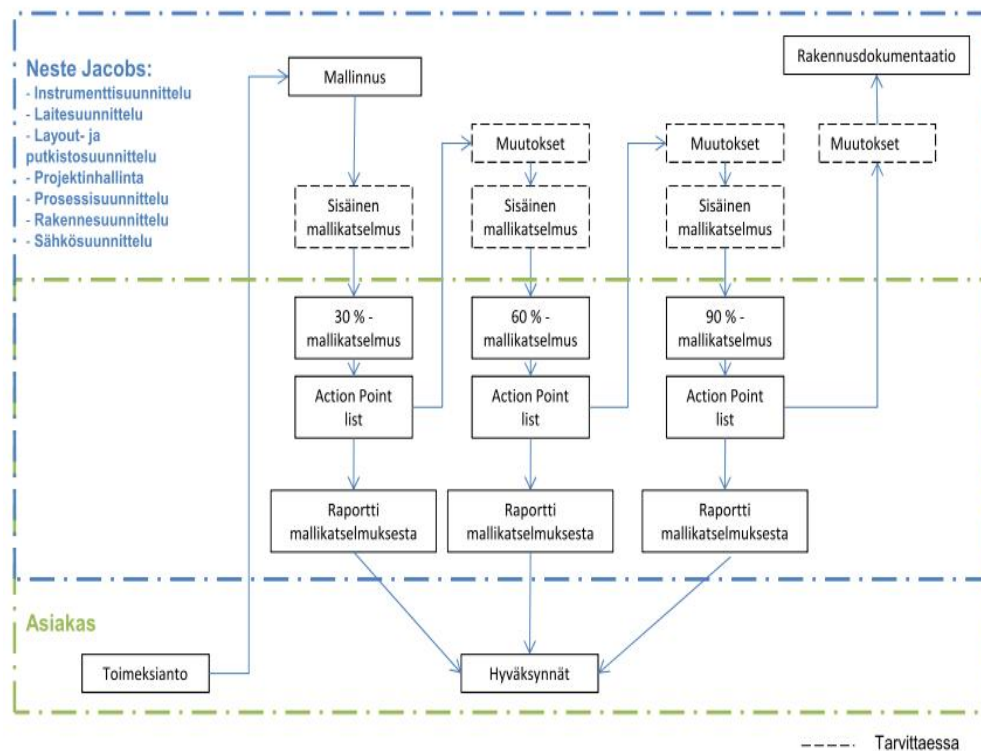
### 5.1 3D-mallikatselmukset yleisesti

3D-mallikatselmusten tarkoituksena on ensisijaisesti varmistaa, että suunnittelu-työ on tehty ohjeiden ja standardien mukaisesti ja että työ vastaa asiakkaan toivomuksia ja vaatimuksia. Katselmukset ovat suunnitteluprosessin yksi tärkeimmistä laatutyökaluista. Mallikatselmuksiin panostamalla voidaan saavuttaa todella suuria kustannussäästöjä toteutusvaiheessa, sillä mitä aikaisemmin suunnittelussa olevat virheet ja epäkohdat huomataan, sitä halvempia korjaavat toimenpiteet ovat. (Red-Bag 2013.)

Mallikatselmuksia on Neste Jacobsilla kahden tyyppisiä: asiakkaan kanssa käytävät katselmukset ja sisäiset katselmukset. Asiakkaan kanssa tapahtuvat mallikatselmukset ovat luonteeltaan virallisempia, ja ne dokumentoidaan tarkasti, sillä asiakkaalta saadaan suunnittelua koskevia hyväksyntöjä. Sisäisten mallikatselmusten tarve tulee projektiryhmän sisältä ja niitä järjestetään tarpeen mukaan. Sisäiset mallikatselmukset koskevat lähinnä suuria projekteja, jolloin on hyvä saada selvyys eri osastojen edistymisestä. Ennen asiakkaan kanssa tapahtuvaa katselmusta pidetään yleensä sisäinen mallikatselmus, jotta mahdolliset virheet saadaan karsittua ennen asiakkaalle esittelyä.

### 5.2 Mallikatselmuksen kulku

Tässä luvussa käsitellään asiakkaan kanssa tapahtuvaa mallikatselmusta ja siihen vaadittavia toimenpiteitä. Koska sisäiset mallikatselmukset ovat huomattavasti vapaamuotoisempia, niiden läpivientiä ei ole tarpeen kuvata niin tarkasti kuin asiakkaan kanssa käytävien. Kuviossa 5 on havainnollistettu 3D-mallikatselmusprosessin kulku karkeasti. Kuvion keskellä ovat tapahtumat, jotka vaativat Neste Jacobsin sekä asiakkaan osallistumista.



KUVIO 5. 3D-mallikatselmusprosessi

### 5.2.1 Toimenpiteet ennen mallikatselmusta

Mallikatselmuksen järjestäjän tulee aina laatia katselmuskutsu, joka sisältää vähintään seuraavat tiedot:

- paikka
- aika
- katselmuksen tyyppi
- asialista
- osallistujat.

Kutsu tulee toimittaa kaikille asianosaisille hyvissä ajoin ennen mallikatselmusta, ja asiakkaan tulee hyväksyä asialista ennen katselmusta. Järjestäjän vastuulla on toimittaa katselmukseen alkuperäisdokumenttipaketti, johon kirjataan mallikatselmuksessa esitetyt kommentit. Dokumenttipaketti voi koostua esimerkiksi seuraavista dokumenteista:

- asemapiirros



- pohjapiirros
- laitesijoitussuunnitelmat
- PI-kaaviot
- putkistoluettelo
- mallikatselmuksen tarkastuslista
- action point -lista.

### 5.2.2 Katselmuksen toteutus

Katselmuksen hyvään läpivientiin vaaditaan riittävän laaja yrityksen ja asiakkaan asiantuntijaryhmä, mallikatselmuksen vetäjä ja kirjuri, joka myös pyörittää 3D-mallia. Osallistujien tulisi olla aktiivisia ja kertoa rohkeasti omat näkemyksensä suunnittelusta. Yrityksen asiantuntijaryhmässä olisi hyvä olla mukana putkistosuunnittelija, rakennesuunnittelija, prosessisuunnittelija, sähkösuunnittelija, instrumenttisuunnittelija ja projektipäällikkö. Asiakkaan puolelta mallikatselmuksen osallistuvat voivat olla esimerkiksi operoinnista ja kunnossapidosta vastaavia henkilöitä.

Mallikatselmuksissa tulee aina olla selkeä ohjelma, jonka mukaan mallia käydään läpi. Ilman selkeää ohjelmaa katselmuksset voivat alkaa rönsyillä, jolloin oleellisia asioita ei ehditä käsittelemään. Katselmuksen vetäjä on vastuussa ohjelman ja aikataulun noudattamisesta.

Asiakkaalta saatavat hyväksynät kirjataan kokouksen pöytäkirjaan. Muut syntyvät kommentit kirjuri kirjaa aina action point -listaan ja tarvittaessa muihin katselmuksdokumentteihin (kts. alkuperäisdokumenttipaketti 5.2.1). Jos kommentti liittyy esim. venttiilin tai putkistojen sijoitteluun tai muuhun vastaavaan, ongelmakohdasta otetaan kuvakaappaus ja linkitetään se kommentin kanssa. Kuvalla varustettu kommentti helpottaa ja nopeuttaa työskentelyä, kun aletaan tehdä muutoksia malliin.

### 5.2.3 Toimenpiteet mallikatselmuksen jälkeen

Mallikatselmuksista kirjoitetaan aina raportti, jotta saadaan dokumentoitua käsitellyt ja sovitut asiat. Raportin tulee sisältää vähintään kokouksen pöytäkirja ja kopio action point -listasta. Muut dokumentit lisätään pyydettäessä tai jos niihin on tehty merkintöjä. Raportti toimitetaan kaikille katselmuksessa mukana olleille.

## 5.3 Mallikatselmusten sisällöt projektien eri vaiheissa

### 5.3.1 30 % -mallikatselmus

Pääpainona tässä katselmuksessa on esteettömyys, rakennettavuus, HSE, huollettavuus ja operoitavuus. Ensimmäisellä katselmuksella on suuri rooli koko projektin kannalta, sillä siinä määritellään suurten laitteiden ja putkistojen karkea sijoittelu. Seuraavien katselmusten jälkeen suurten laitteiden tai putkien sijoittelun muuttaminen voi tulla kalliiksi ja olla erittäin aikaa vievää. Tämän takia on tärkeää, että asiakas ymmärtää ja hyväksyy ensimmäisessä mallikatselmuksessa seuraavat asiat: laitteiden sijoitukset, sekä tärkeimmät rakenteet ja tasot. Liitteen 1 kohdassa 5.3 olen määritellyt tarkemmin hyväksyttäviä kohteita.

### 5.3.2 60 % -mallikatselmus

Pääkohtina katselmuksessa ovat suunnittelun toteutus, käytetty teknologia ja ensimmäisen katselmuksen jälkeen mallinnetut osiot. 60 %-mallikatselmuksissa tarkastetaan edellisen katselmuksen poikkeamat ja se, onko ne korjattu. Tässä vaiheessa kaikkien yli 2" putkien tulisi olla reititettyjä sekä laitteiden, suurimpien teräsrakenteiden ja kaapelihyllyjen tulisi olla mallinnettuina. Mallikatselmuksessa asiakkaalle esitellään ja pyydetään hyväksyntää seuraaviin kohtiin:

- laitteiden miesluukkujen, tikkaiden ja hoitotasojen suunnat sekä korkeudet
- laitteiden huollettavuus ja operoitavuus
- suuret teräsrakenteet ml. nostolaitteet ja niiden sijainnit
- prosessi kriittisten putkistojen sijoitus
- venttiileiden sijoitus, suuntaus, operoitavuus ja huollettavuus

- varoventtiileiden suuntaus ja sijoitus
- palotorjuntalaitteiston sijoitus.

Liitteen 1 kohdassa 5.4 olen määritellyt tarkemmin hyväksyttäviä kohteita.

### 5.3.3 90 % -mallikatselmus

90 % -mallikatselmuksessa keskitytään lähinnä siihen, että suunnittelu on tehty ohjeiden ja vaatimusten mukaisesti. Tässä vaiheessa pyritään siihen, että 3D-mallissa olisi mallinnettuna kaikki putket, laitteet ja kaapelihyllyt. Putkilla tai laitteilla, joita ei ole mallinnettu, ei saa olla vaikutusta mallinnettuihin osiin, turvallisuuteen tai käytettävyyteen.

Viimeinen mallikatselmus tarjoaa hyvän tilaisuuden eri suunnitteluosastoille ja erityisesti asiakkaalle nähdä laitos ennen rakentamisen aloittamista. Katselmuksessa syntyvät poikkeamat korjataan rakentamiseen hyväksytyihin dokumentteihin sekä 3D-malliin. Mallikatselmuksessa asiakkaalle esitellään ja pyydetään hyväksyntä seuraavissa kohdissa: suuriin putkistoihin liittyvät reititys-, instrumentti- ja tuentamuutokset sekä huohotin- ja poistoputkien muutokset. Liitteen 1 kohdassa 5.5 olen määritellyt tarkemmin hyväksyttäviä kohteita.

### 5.3.4 Pienten projektien katselmukset

Pienempien projektien kohdalla ei ole mielekästä eikä kustannustehokasta pitää useampaa kuin yhtä mallikatselmusta. Tällaisia projekteja ovat esimerkiksi laitemuutokset tai putkistojen reititysmuutokset. Mallikatselmus pidetään tällöin useimmiten ennen rakentamisen aloittamista, jolloin hyväksytään tehty suunnittelu. Mallikatselmusten lukumäärä tulee määritellä yhdessä asiakkaan kanssa projektin alkuvaiheessa.

## 5.4 Verkon yli tapahtuvat mallikatselmukset

Kehittynyt tietotekniikka ja nopeat tietoliikenneyhteydet mahdollistavat 3D-mallikatselmusten suorittamisen videoneuvottelun kautta ympäri maailmaa kustannustehokkaasti (VideoFunet 2013). Verkon yli tapahtuvilla katselmuksilla vä-

hennetään huomattavasti matkusteluun kuluvaan aikaan ja siitä syntyviä kuluja. Neste Jacobsilla onkin jokaisessa toimipisteessään hyvin varustettuja videoneuvotteluhuoneita, jotka mahdollistavat videoneuvottelujen tehokkaan hyödyntämisen.

Jotta videoneuvottelun kautta käytävä mallikatselmus olisi miellyttävä molemmille osapuolille, asiakkaalla tulisi olla vähintään kaksi näyttöpäätettä, jolloin toiseen saa näkymään 3D-mallin ja toiseen videoyhteyden NJ:lle. Verkon yli tapahtuvat mallikatselmuksien suoritetaan samalla tavalla kuin perinteiset katselmuksien. Erotuksena on se, että katselmuksen vetäjä ja asiakas ovat eri paikassa.

### 5.5 Action point -lista

Action point -lista on tärkeässä osassa mallikatselmusten dokumentointia, sillä siihen tulevat kaikki mallia ja suunnittelua koskevat kommentit, jotka vaativat toimenpiteitä. Action point -listaan kirjataan seuraavat tiedot poikkeamasta:

- numero ja mahdollisen mallista otetun kuvakaappauksen numero
- sijainti
- kuvaus
- se minkä suunnitteluosaston vastuulla poikkeama on
- vastuuhenkilö Neste Jacobsilla
- päivämäärä
- kommentit.

Poikkeaman korjaamisen jälkeen action point -listaan lisätään korjaavan toimenpiteen päivämäärä, tila muutetaan avoimesta suljetuksi ja asiakkaan hyväksyntä korjaavalle toimenpiteelle.

Alkutilanteessa action point -lista ei ollut Neste Jacobsin virallinen lomake ja sen käyttö oli varsin pientä. Lista oli sinällään toimiva, mutta siitä haluttiin virallinen lomake ja sen käytettävyyttä sekä selkeyttä haluttiin parantaa. Listaa haluttiin kehittää, koska se lähetetään asiakkaalle aina mallikatselmusraportin yhteydessä.

Aloin miettiä erilaisia toteutustapoja ja ulkoasuja listalle, mutta lopulta päädyin tekemään muutokset alkuperäiseen pohjaan, sillä muutokset olivat sen verran pie-

niä. Tämän jälkeen esittelin listan NJ:llä, josta sain muutamia kommentteja koskien lähinnä asettelua. Muutokset tehtyäni sain hyväksynnän listalle (liite 3), ja se otetaan käyttöön laatimani laatuohjeen yhteydessä.

## 6 TOIMINTAJÄRJESTELMÄT

Tässä luvussa kerron aluksi yleisesti toimintajärjestelmistä, ISO 9001:2008 -standardin vaatimuksista ja lopuksi laatuohjeen laatimisprosessista.

### 6.1 Toimintajärjestelmät yleisesti

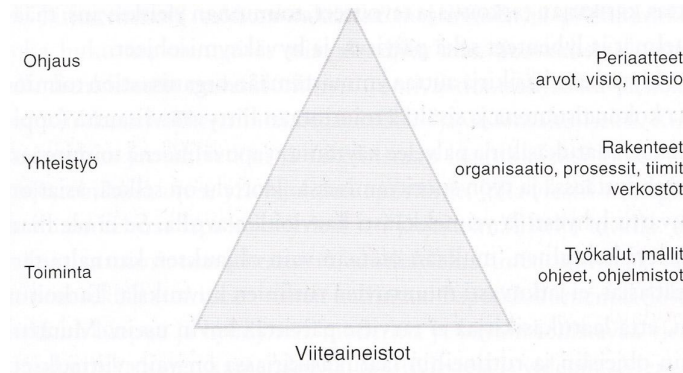
Erilaiset johtamis- ja toimintajärjestelmät ovat tärkeä osa nykyaikaista yritystoimintaa. Lähtökohtana ovat asiakkaat ja heidän tyytyväisyytensä saamaansa tuotteeseen tai palveluun. Hyvin toteutettu järjestelmä tarjoaa vastaukset kysymyksiin mitä, miksi, miten, kuka, missä ja milloin. (Lecklin 2006, 30.) Yrityksen on helppo analysoida sekä kehittää omia prosessejaan ja asiakastarpeitaan, kun ne on dokumentoitu toimintajärjestelmään. Tavoitteet ovat tärkeä osa toimintajärjestelmää ja sen sisältöä. Yleisimpiä tavoitteita ovat

- asiakastyytyväisyys
- työn tuottavuuden parantaminen
- järjestelmällisyyden lisääminen
- yhtenäisten käytäntöjen luominen.

Yrityksissä käytössä olevien johtamis- ja toimintajärjestelmien laatu ja laajuus vaihtelevat suuresti. Sertifikoimalla järjestelmä esim. ISO 9001:2008 mukaiseksi voidaan asiakkaalle osoittaa luotettavasti, että yritys toimii asiakaslähtöisesti ja on sitoutunut laadun kehittämiseen. (Inspecta 2013.) Neste Jacobsilla on käytössä ISO 9001:2008 -sertifioitu toimintajärjestelmä (sertifikoija Det Norske Veritas). (Neste Jacobs 2013 b.)

Toimintajärjestelmässä dokumentointi on tärkeässä osassa, sillä vain dokumentoimalla laatuasiakirjat voidaan luotettavasti todistaa laadunhallinnan tila yrityksessä (Finassialan Keskusliitto 2011, 4). Rakennetta ja dokumentointivaatimuksia on havainnollistettu kuvio 6:ssa. Ylimmällä tasolla luodaan ja määritellään yrityksen arvot ja periaatteet, visiot, strategiat ja laatutekniikan vaatimukset. (Lecklin 2006, 30.) Keskimmaisella tasolla keskipisteessä ovat yrityksen prosessit ja niiden tunnistaminen. Prosessikaavioiden avulla voidaan kuvata selkeästi vastualueet ja vaatimukset prosessin toteutumiselle. Alimalla tasolla keskitytään työn suoritta-

miseen tarvittaviin ohjeisiin. Siinä on kuvattu mm. työohjeet ja työtapakuvaukset, joiden laatuvaatimukset ja -vastuut on usein liitetty ohjeisiin. (Lecklin 2006, 30.)



KUVIO 6. Toimintajärjestelmän dokumentointirakenne yksinkertaistettuna (Lecklin 2006, 30.)

## 6.2 ISO 9001:2008

ISO (International Organization for Standardization) 9000 -tuoteperhe sisältää ohjeita ja työkaluja laadunhallintajärjestelmien toteutukseen ja ylläpitoon. Tärkeimmät tuoteperheen standardeista ovat

- ISO 9001:2008 (vaatimukset laadunhallintajärjestelmälle)
  - ISO 9000:2005 (perusteet ja sanasto)
  - ISO 9004:2009 (laadunhallintajärjestelmän tehokkuuden parantaminen)
  - ISO 19011:2011 (ohjeet sisäisiin ja ulkoisiin auditointeihin)
- (ISO 2013).

Tuoteperheen standardit pohjautuvat kahdeksaan laadunhallinnan peruseriaatteen, jotka ovat

1. Asiakassuuntautuneisuus
2. Johtajuus ja johdon vastuu
3. Työntekijöiden sitoutuminen
4. Prosessimainen toimintamalli
5. Järjestelmäkeskeinen johtamistapa
6. Jatkuva parantaminen

7. Tosiasioihin perustuva päätöksenteko
8. Suhteet toimittajiin  
(Finassialan Keskusliitto 2011, 5).

Ainoa tuoteperheen sertifikoitavissa oleva standardi on ISO 9001:2008. Suomessa sertifikoitajia tekevät mm. Det Norske Veritas, Inspecta, SGS ja VTT. ISO 9001:2008 on toimialariippumaton ja yrityksen koosta riippumaton standardi. ISO 9001:2008 onkin käytössä yli miljoonassa eri yrityksessä, yli 170 maassa. (ISO 2013) Standardin käyttö edellyttää yritykseltä prosessimaista toimintamallia.

### 6.3 ISO 9001:2008:n vaatimukset toimintajärjestelmälle

Standardi määrittelee vaatimuksia toimintajärjestelmän eri osille, jotta voidaan osoittaa kyky toimittaa tuotteita ja palveluita, jotka täyttävät asiakkaan tarpeet ja lakisääteiset vaatimukset (SFS 9000, 8). Vaatimukset on lajiteltu kahteen ryhmään: yleisiin ja dokumentointia koskeviin.

Yleisiin vaatimuksiin oleellisena sisältyy tärkeiden prosessien määrittäminen, prosessien järjestys ja niiden vuorovaikutukset toisiinsa. Prosessien toimintaan, ohjaukseen ja seurantaan tarvitaan selkeät kriteerit ja menetelmät. Prosessien seuranta, mittaus ja analysointi ovat vaatimuksena hyvälle järjestelmälle. (SFS 9001 2008, 14.)

Dokumentointia koskevissa vaatimuksissa mainitaan, mitä toimintajärjestelmästä tulee vähintään löytyä ja miten dokumentteja säilytetään sekä muokataan. Toimintajärjestelmästä tulee löytyä seuraavat dokumentit:

- laatupolitiikka ja laatutavoitteet kirjallisena
- laatukäsikirja
- kansainvälisen standardin edellyttämät menettelyohjeet ja tallenteet
- prosessien suunnittelun, toiminnan ja ohjauksen kannalta tarpeellisiksi määritellyt asiakirjat.

(SFS 9001 2008, 16.)



Laatuasiakirjassa tulee olla merkittynä asiasta vastaava henkilö, joka huolehtii asiakirjan päivityksestä, informoinnista ja tarvittaessa henkilöstön koulutuksesta (Finassialan Keskusliitto 2011, 9). Kaikilla yrityksessä työskentelevillä tulee olla pääsy ajantasaisiin laatudokumentteihin (Finassialan Keskusliitto 2011, 9).

Sisäiset auditoinnit tarjoavat mahdollisuuden tarkastella yrityksen toimintaa sekä selvittää kunnossa olevat ja parantamista vaativat asiat (Lecklin 2006, 72). Yrityksen tulee määrittää aikataulu sisäisille auditoinneille ja suorittaa ne sen mukaisesti. Yleensä sisäisiä auditointeja pidetään kerran tai kaksi vuodessa. (SFS 9001 2008, 34.) Sisäisen auditoinnin suorittaa yleensä yrityksen henkilökunnasta valittu ryhmä. Auditoojia tulee olla vähintään kaksi, sillä omaa työtään ei saa auditoida. (SFS 9001 2008, 34.) Auditoinnissa vertaillaan johtamisjärjestelmässä kuvattua prosessia siihen, miten prosessi toteutetaan käytännössä. Mahdolliset poikkeamat kirjataan ja niistä tehdään korjausehdotus. Auditoinnin suorittajalla on vastuu seurata, että poikkeamat korjataan.

Ulkoinen auditointi suoritetaan aina virallisen auditoijan toimesta, ja se onkin yleensä luonteeltaan virallisempi (Lecklin 2006, 73). Ulkopuolisen suorittama auditointi tarjoaa puolueettoman näkökulman yrityksen laadunhallinnan tilasta. ISO 9001:2008 -sertifikaatti vaatii ulkoisen auditoinnin joka 3. vuosi, jotta se pysy voimassa. (Manninen 2013.)

#### 6.4 Laatuohjeen laatiminen

Lähtötilanteena oli se, että Neste Jacobsilla ei ollut laatuohjetta 3D-mallien sisällölle ja asiakkaan kanssa tapahtuviin mallikatselmuksiin. ISO 9001:2008 määrittellee, että toimintamallit on dokumentoitu ja että jokaisella työntekijällä on mahdollisuus tutustua niihin.

Alkutietoja laatuohjeeseen sain Marko Väisäseltä ja laitossuunnittelun johtajalta Teppo Kainulaiselta. Ohje haluttiin pitää kohtuullisen kevyenä, eli tarkkoja työkuvauksia tuli välttää. Laatuohjeen tuli lisäksi olla sovellettavissa kaikkiin käytössä oleviin suunnitteluohjelmistoihin. Suunnittelijalle haluttiin myös tarkistuslista 3D-mallin sisällölle.

Näiden toiveiden pohjalta aloin miettiä rakennetta ja sisältöä laatuohjeelle. Pääsin myös osallistumaan kahteen erilaiseen 3D-mallikatselmukseen, joista ensimmäinen mallikatselmuks oli ns. perinteinen ja toinen oli videoneuvottelun kautta suoritettu. Nämä mallikatselmuks auttoivat ymmärtämään prosessia ja tarjosivat hyvää materiaalia ohjetta varten. Neste Jacobsilta saamiini alkutietoihin tutustuminen vaati huomattavasti aikaa, koska ne sisälsivät varsin paljon erikoissanastoa ja aihe oli varsin tuntematon. Ohjeen kirjoituksessa ongelmana oli tiivistää tarvittava tieto kompaktiin pakettiin.

Saatuani ohjeen ensimmäisen version kasattua esittelin sen Väisäselle ja Kainulaiselle, jotka antoivat esimerkiksi seuraavia muutosehdotuksia ensimmäisestä versiosta:

- mallin perustamisosuus turha
- otsikoinnin muutoksia
- 3D-mallinnuksen ja mallikatselmusten sisällön tarkennuksia
- termien muuttaminen NJ:llä tunnettuihin termeihin
- mallikatselmusten kuvaus kevyemmäksi.

Kommentit olivat todella arvokkaita, ja niistä oli huomattavaa apua kirjoittaessani ohjeen toista versiota. Oli erityisen tärkeää, että sain tarkennettua osastojen välisiä mallinnusvastuita sekä mallin sisältöä ohjeen laadun kannalta. Tarkastuslistan pohjana käytin ohjeen ensimmäisestä versiosta poistettuja mallien sisältökappaleita. Jonkin verran myös lisäilin kohtia ja tarkensin niitä.

Saamani kommentit laatuohjeen toisesta versiosta olivat lähinnä pieniä muutoksia sanamuotoihin sekä lisäyksiä ja tarkennuksia mallien sisältöihin. Tekemäni tarkastuslista sen sijaan sai enemmän kommentteja, joista tärkeimmät olivat seuraavat:

- tarkastuskohtien jaottelu osastokohtaiseksi
- Excel-pohjan vaihto Wordiin
- layout- ja putkistosuunnittelulle tarkemmin määritellyt kohdat.

Tarkastuslistan toisessa versiossa keskityin enemmän layout- ja putkistosuunnittelun tarpeisiin, joten niiden alle tuli jonkin verran lisää tarkastuskohteita. Jaottelin tarkastuskohdat osastokohtaisiksi ja näin sain listasta helppolukuisemman. Suu-

rimpana haasteena oli määrittää se, missä vaiheessa projektia (30 %, 60 % vai 90 %) kyseinen tarkastuskohta olisi oltava valmiina. Myös tarkastuskohtien järjestyks ja oleellisuus olivat haasteellisia.

Tehtyäni muutokset laatuohjeen toiseen versioon lähetettiin se sähkösuunnittelulle kommentoitavaksi. Sähkösuunnittelu kommentoi myös instrumentoinnin osuutta. Saadut kommentit olivat lähinnä tarkennuksia ja lisäyksiä mallinnettaviin osioihin sekä mallinnusvastuisiin. Sain tässä vaiheessa käyttööni NJ:n toimintajärjestelmässä olevan asiakirjojen hallintaan liittyvän CP 819 -ohjeen. Ohjeesta sain hyödyllistä tietoa mm. muotoilua ja lajittelua koskien. Tarkastuslistan kolmatta versiota varten sain tarkemmat ohjeet listaan halutuista tarkastuskohdista sekä niiden tärkeysjärjestyksestä. Ohjeet olivat hyviä, ja sain kolmannen version kasattua varsin nopeasti.

Laatuohjeen ja tarkastuslistan (kts. liite 2) kolmas versio vastasivat niille asetetuksi tavoitteita, joten tämän jälkeen työohjeelle suoritetaan virallinen tarkistus (Väisänen) ja hyväksyntä (Kainulainen). Hyväksynnän jälkeen työohje liitteineen julkaistaan Neste Jacobsin toimintajärjestelmässä.

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia 3D-mallinnukselle ja 3D-mallikatselmuksille laatuohje, jota voidaan käyttää apuna laitossuunnitteluprojekteissa. Laatuohjeella haluttiin voida myös osoittaa asiakkaalle, miten 3D-mallinnus ja -mallikatselmuksien suoritetaan Neste Jacobsilla.

Pääpaino opinnäytetyössä on mallinnusvastuiden jaottelussa ja mallikatselmusten kuvaamisessa. Työn tuloksena syntyneen laatuohjeen (kts. liite 1) voidaan katsoa täyttävän työlle asetetut vaatimukset. Laatuohjeesta löytyvät mallinnusvastuut eri suunnitteluosastoille, 3D-mallien sisältövaatimukset projektin eri vaiheissa sekä yleisiä ohjeita mallikatselmusten järjestämiseen ja suoritukseen. Toivon laatuohjeen lisäksi laadittujen suunnittelijan tarkastuslistan ja kehitetyn action point -listan avustavan tulevaisuudessa Neste Jacobsin suunnittelijoita heidän päivittäisessään työssään.

Työn tekeminen on ollut varsin mielenkiintoista ja opettavaista. Työn edetessä olen oppinut aiheesta paljon uutta. Haasteet syntyivät pitkälti omasta kokemattomuudestani ja tietämättömydestäni. Olisin mielelläni tutkinut ja paneutunut enemmän 3D-mallikatselmuksiin, mutta aiheesta ei ole saatavissa juurikaan lähdekirjallisuutta. Toivon, että laatuohje saadaan julkaistua vielä tämän kevään aikana Neste Jacobsin toimintajärjestelmään ja että se otetaan aktiiviseen käyttöön eri toiminnoissa.

## LÄHTEET

### **Painetut lähteet**

Hietanen P. 2004. C++ ja olio-ohjelmointi. 3. painos. Jyväskylä: Docendo.

Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. painos. Hämeenlinna: Karisto Oy.

SFS-EN ISO 9000. 2005. Laadunhallintajärjestelmät, perusteet ja sanasto. 2. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS SFS-EN ISO. 2008. Laadunhallintajärjestelmät, vaatimukset. 4. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Tuohola, E. & Viitanen, K. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Jyväskylä: Gummerus.

### **Elektroniset lähteet**

Autodesk. 2013 a. Autodesk Navisworks Products. Autodesk [viitattu 10.1.2013]. Saatavissa:

<http://www.autodesk.co.uk/adsk/servlet/pc/index?siteID=452932&id=14551584>

Autodesk. 2013 b. Fotorealistinen mallien simulointi. Autodesk [viitattu 10.1.2013]. Saatavissa:

[http://images.autodesk.com/emea\\_nw\\_w\\_main/images/1\\_NAVI\\_2.JPG](http://images.autodesk.com/emea_nw_w_main/images/1_NAVI_2.JPG)

Bentley. 2013. History of MicroStation. Bentley [viitattu 9.2.2013]. Saatavissa:

[http://communities.bentley.com/products/microstation/w/microstation\\_\\_wiki/history-of-microstation.aspx](http://communities.bentley.com/products/microstation/w/microstation__wiki/history-of-microstation.aspx)

Finassialan Keskusliitto. 2011. ISO 9001:2008 laatukäsikirjan laatimismalli. Finassialan Keskusliitto [viitattu 19.2.2013]. Saatavissa:

[http://www.fkl.fi/materiaalipankki/hakemukset/Dokumentit/ISO\\_9001\\_2008\\_Laatu\\_kasikirjan\\_laatimismalli\\_FK2009.pdf](http://www.fkl.fi/materiaalipankki/hakemukset/Dokumentit/ISO_9001_2008_Laatu_kasikirjan_laatimismalli_FK2009.pdf)

Inspecta. 2013. Laatujärjestelmän sertifiointi (ISO 9001). Inspecta [viitattu 17.2.2013]. Saatavissa:  
<http://www.inspecta.com/fi/Palvelut/Sertifiointi/Jarjestelmasertifiointi/Laatujarjestelman-sertifiointi-ISO-9001/>

Intergraph. 2013 a. Product sheet PDS. Intergraph [viitattu 10.1.2013]. Saatavissa:  
[http://www.intergraph.com/assets/pdf/PPM-US-0011B-ENG\\_screen.pdf](http://www.intergraph.com/assets/pdf/PPM-US-0011B-ENG_screen.pdf)

Intergraph. 2013 b. Products. Intergraph [viitattu 10.1.2013]. Saatavissa:  
<http://www.intergraph.com/ppm/products.aspx>

Intergraph . 2013 c. SmartPlant 3D. Intergraph [viitattu 12.1.2013]. Saatavissa:  
<http://www.intergraph.com/products/ppm/smartplant/3d/default.aspx>

Intergraph . 2013 d. SmartPlant Review. Intergraph [viitattu 13.4.2013]. Saatavissa:  
<http://www.intergraph.com/products/ppm/smartplant/review/default.aspx>

Intergraph . 2013 e. SmartPlant Review Product Sheet. Intergraph. [viitattu 13.4.2013]. Saatavissa:  
[http://www.intergraph.com/assets/plugins/ppmcollaterals/files/SmartPlant\\_Review.pdf](http://www.intergraph.com/assets/plugins/ppmcollaterals/files/SmartPlant_Review.pdf)

International Organization for Standardization . 2013. ISO 9000 - Quality management. ISO [viitattu 17.2.2013]. Saatavissa:  
[http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso\\_9000.htm](http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso_9000.htm)

Manninen A. 2013. Käytännön kokemuksia toimintajärjestelmistä. Sertifikointi. [viitattu 26.2.2013]. Saatavissa: <http://sertifiointi.com/kaytannon-kokemuksia/>

Neste Jacobs. 2012 a. Neste Jacobs in brief. Neste Jacobs [viitattu 12.12.2012]. Saatavissa: <http://www.nestejacobs.com/default.asp?path=111,360,13761,13793>

Neste Jacobs. 2013 b. Health, Safety, Environment and Quality. Neste Jacobs [viitattu 17.2.2013]. Saatavissa:  
<http://www.nestejacobs.com/default.asp?path=111,360,13761,13797>

Neste Oil. 2012. Historia. Neste Oil [viitattu 12.12.2012]. Saatavissa:  
<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,163>

Profox. 2013. Autodesk® Navisworks® ohjelmisto projektienhallintaan. Profox [viitattu 1.3.2013]. Saatavissa:  
[http://www.profox.com/navisworks\\_fin.html#!navisworks/cqsy](http://www.profox.com/navisworks_fin.html#!navisworks/cqsy)

Pöyry. 2013. Paikkatiedon 3D mallinnus. Pöyry [viitattu 24.2.2013]. Saatavissa:  
<http://www.poyry.fi/sites/www.poyry.fi.mosaic.fi/files/188.pdf>

Red-Bag. 2013. BN-DG-C13 Conducting 3D PDS Piping Model Reviews. Red-Bag [viitattu 11.3.2013]. Saatavissa: <http://www.red-bag.com/jcms/design-guides/357-bn-dg-c13-conducting-3d-pds-piping-model-reviews.html>

VideoFunet. 2013. Tietoa videoneuvottelusta: määritelmä. VideoFunet [viitattu 27.3.2013]. Saatavissa: <http://video.funet.fi/videoneuvotteluopas/tietoa-videoneuvottelusta/document.2009-02-25.3638039910>

### **Suulliset lähteet**

Paulin, S. 2013. CAD Manager. Neste Jacobs. Haastattelu 28.1.2013.

Väisänen, M. 2013. Manager, Layout and Piping. Neste Jacobs. Haastattelu 8.3.2013.

## LIITTEET

LIITE 1. Työn tuloksena syntynyt laatuohje

LIITE 2. Tarkastuslista

LIITE 3. Kehitetty action point lista