

Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu

Koulutuskeskus Dipoli

10. PÄÄSUUNNITTELIJAKOULUTUS 2010

**TIETOMALLINNUKSEN KÄYTTÖÖNOTTO
VESILAITOSSUUNNITTELUSSA**

Tero Pyrhönen

TIIVISTELMÄ

Tutkielmassa tarkastellaan tietomallinnuksen käyttöä vesilaitosten suunnittelussa ja mallinnukseen perustuvien suunnittelukäytäntöjen käyttöönottoa Ramboll Finland Oy:n vesilaitossuunnittelussa.

Tutkielman kirjallisuusosassa käsitellään vesilaitosten, erityisesti pohjavedenottamojen, suunnitteluhankkeiden erityispiirteitä kuten pohjavesitutkimuksia, vedenottamon perustamisen lupaprosessia sekä pääsuunnittelijan roolia ja erityisvaatimuksia suunnitteluhankkeessa.

Kirjallisuusosassa käsitellään tietomallinnuksen käyttöä yleisesti sekä mallinnuksella saavutettavia etuja ja mallinnuksen käytön haasteita. Lisäksi käsitellään tietomallinnuksen nykytilaa yleisesti Ramboll Finland Oy:ssä, yleisimmin käytössä olevia ohjelmistoja vedenkäsittelyrakennusten ja niitä ympäröivän infrastruktuurin suunnittelussa sekä tarkastellaan kahden laitossuunnittelutietomallinnusohjelmiston käyttömahdollisuuksia, hyötyjä ja haasteita vesilaitosten koneistojen, putkistojen ja instrumenttien suunnittelussa sekä prosessi- ja instrumentointikaavioiden laadinnassa.

Tutkielmatyön tutkimusosassa käsitellään tietomallinnuksen käyttöönoton vaiheita Ramboll Finland Oy:n vesilaitossuunnitteluryhmässä vuonna 2010, tietomallinnukseen perustuvien laitossuunnitteluohjelmistojen käyttökokemuksia ja yhteensopivuutta muiden mallinnusohjelmistojen kesken. Ohjelmien ominaisuuksia ja käytettävyyttä on verrailtu käyttäjien harjoitusjaksojen sekä pitemmän projektityön lomassa saamien käyttökokemusten valossa.

Tutkielman tutkimusosassa laaditaan lisäksi suuntaviivoja tietomallinnusosaamisen edelleen kehittämiseksi vesilaitossuunnitteluryhmässä sekä asetetaan tavoiteaikataulu mallinnusosaamisen kehittämiseksi siten, että vesilaitosten suunnittelutyöryhmällä on mahdollisuudet tarjota laadukasta ja virheetöntä tietomallipohjaista suunnittelua kilpailukykyiseen hintaan.

SISÄLLYS

1.	JOHDANTO	1
2.	VESILAITOKSEN SUUNNITTELUPROSESSI JA SEN ERITYISPIIRTEET	2
2.1	YLEISSUUNNITELMA	3
2.1.1	<i>Pohjavesitutkimukset.....</i>	<i>4</i>
2.1.2	<i>Käsittelyprosessin valinta ja mitoitus.....</i>	<i>4</i>
2.2	TOTEUTUSSUUNNITELMA.....	5
2.2.1	<i>Pohjatutkimukset ja rakennuskohteen kartoitus</i>	<i>5</i>
2.2.2	<i>Pääsuunnitelma</i>	<i>5</i>
2.2.3	<i>Rakennesuunnitelma.....</i>	<i>6</i>
2.2.4	<i>Sähkö-, automaatio-, ja instrumentointisuunnitelma.....</i>	<i>6</i>
2.2.5	<i>LVI -suunnitelma</i>	<i>7</i>
3.	TIETOMALLINNUKSEN KÄYTTÖ, HYÖDYT JA TAVOITTEET SUUNNITTELUPROSESSIN PARANTAMISESSA	8
3.1	TIETOMALLINNUKSEN TAVOITTEITA YLEISESTI	9
3.2	TIETOMALLINNUKSEN TAVOITTEET VESILAITOSSUUNNITTELUSSA.....	10
3.3	TIETOMALLINNUKSEN NYKYTILANNE RAMBOLL FINLAND OY:SSÄ.....	12
3.3.1	<i>Tekla Structures.....</i>	<i>12</i>
3.3.2	<i>Novapoint.....</i>	<i>13</i>
3.3.3	<i>Esimerkkejä tietomallinnushankkeista.....</i>	<i>15</i>
4.	LAITOSSUUNNITTELUN TIETOMALLIOHJELMISTOT	20
4.1	AUTODESK, AUTOCAD PLANT 3D.....	20
4.2	VERTEX, G4 PLANT	21
5.	LAITOSSUUNNITTELUOHJELMISTON KÄYTTÖÖNOTTO	26
5.1	VAIHE 1, ALUSTAVAT KOKEILUT	27
5.2	VAIHE 2, OHJELMISTON VALINTA	27
5.3	VAIHE 3, KÄYTTÄJIEN KOULUTUS JA TUOTEKEHITYSHANKE.....	28
5.4	VAIHE 4, OSAAMISEN SYVENTÄMINEN	28
5.5	VAIHE 5, MALLINNUKSESTA OSA JOKAPÄIVÄISIÄ TYÖKÄYTÄNTÖJÄ.....	29
6.	PÄÄTELMÄT	30

LIITTEET

LIITE 1 Autodesk Cad Plant 3D perehdytys, käyttäjien kokemuksia

1. JOHDANTO

Tässä Aalto-yliopiston teknillisen korkeakoulun pääsuunnittelijakurssin 10 tutkielmassa tarkastellaan tietomallinnuksen käyttöä vesilaitosten suunnittelussa.

Tutkielman kirjallisuusosassa käsitellään vesilaitosten, erityisesti pohjavedenottamojen, suunnitteluprosessin erityispiirteitä, tietomallinnuksen käyttöä rakennusten ja infran suunnittelussa yleisesti sekä tietomallinnuksen käytöllä saavutettavia etuja ja mallinnusohjelmien käytön haasteita vesilaitosten suunnittelussa.

Tutkielman tutkimusosassa käsitellään tietomallinnuksen käyttöönoton vaiheita Ramboll Finland Oy:n vesilaitossuunnitteluryhmässä vuonna 2010.

2. VESILAITOKSEN SUUNNITTELUPROSESSI JA SEN ERYTYSPIIRTEET

Uusia vedenottamoja rakennetaan Suomessa kasvukeskuksissa väestön tai elinkeinotoiminnan kasvavan vedentarpeen kattamiseksi, poikkeustilanteiden vedensaannin turvaamiseksi tai vanhojen käyttöturvallisuudeltaan ja -varmuudeltaan puutteellisten rakenteiden korvaamiseksi.

Pääosa Suomen vedenottamoista käyttää raakavetenään pohjavettä. Laitoksen vedenkäyttelyprosessi ja rakennukseen sijoitettavien koneistojen ja altainen mitoitus vaikuttavat rakennettavan käsittelylaitoksen mittoihin ja huonetilojen sijoitteluun.

Maankäyttö ja rakennuslain 120 §:n mukaan rakennushankkeella on oltava pääsuunnittelija:

”Rakennuksen suunnittelussa tulee olla suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laadusta vastaava pätevä henkilö, joka huolehtii siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sille asetetut vaatimukset (pääsuunnittelija).” <http://www.finlex.fi>

Pääsuunnittelijan kelpoisuusvaatimuksista määrätään maankäyttö ja rakennuslain 123 §:ssä:

” Rakennus- ja erityissuunnitelman laatijalla - - - tulee olla rakennushankkeen laadun ja tehtävän vaativuuden edellyttämä koulutus ja kokemus. Suunnittelussa tarvittavaa kelpoisuutta arvioidaan rakennuksen ja tilojen käyttötarkoituksen, kuormitusten ja palokuormien, suunnittelu-, laskenta- ja mitoitusmenetelmien, ympäristövaatimusten sekä suunnitteluratkaisun tavanomaisesta poikkeamisen perusteella. - - - Rakennuksen suunnittelu- ja työjohtotehtävät voidaan jakaa vaativuusluokkiin tarvittavan vähimmäiskelpoisuuden määrittämiseksi. Vähimmäiskelpoisuudesta säädetään asetuksella ja tarkemmat määräykset ja ohjeet annetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Maankäyttö- ja rakennusasetus 48 § Rakennussuunnitelman ja erityissuunnitelman laatijalla tulee olla asianomaiseen suunnittelutehtävään soveltuva rakennusalan korkeakoulututkinto taikka aikaisempi rakennusalan ammatillisen korkeasteen tai

sitä vastaava tutkinto sekä riittävä kokemus kyseisen suunnittelualan tehtävistä.

--- Rakennuksen suunnittelun kokonaisuudesta ja laadusta vastaavalla henkilöllä (pääsuunnittelija) sekä erityisalan kokonaisuudesta vastaavalla suunnittelijalla tulee lisäksi olla hyvät ammatilliset edellytykset huolehtia suunnittelun kokonaisuudesta. Suunnitelman laatijoiden kelpoisuutta arvioitaessa otetaan huomioon maankäyttö- ja rakennuslain 123 §:n 1 ja 2 momentin säännökset. Vähimmäiskelpoisuudesta annetaan tarkempia säännöksiä Suomen rakentamismääräyskokoelmassa.” <http://www.finlex.fi>

Pääsuunnittelija ilmoitetaan erillisellä lomakkeella ja hänen pätevyytensä arvioidaan tehtävän vaativuuden mukaan. Pääsuunnittelijan pätevyyden arvioi kunnan rakennusvalvontaviranomainen.

Vedenkäsittelylaitokset ovat erityiskohteita, joissa perustellusti voidaan määritellä pääsuunnittelijaksi suunnittelija, joka määrittelee laitoksen toiminnan eli vedenkäsittelyprosessin, sillä käsittelyprosessi määrittelee tilankäytön ja vaikuttaa käyttökelpoisiin rakennusratkaisuihin. Tyypillisesti pienten ja keskisuurten asemakaava-alueen ulkopuolelle sijoittuvien pohjavedenottamoiden pääsuunnittelijana toimii vedenkäsittelyprosessin suunnittelija. Rakennusteknisesti ja arkkitehtuuriltaan vaativimpien asemakaava-alueelle sijoittuvien suurten laitosten osalta pääsuunnittelijaksi on perusteltua valita arkkitehti, vaikka näidenkin rakennusten suunnittelun ensisijaisena perusteena on oltava tarkoitukseen soveltuva vedenkäsittelyprosessi altaineen, koneistoinen ja putkistoinen.

Mikäli vedenotto on suurempaa kuin 250 m³/d, pohjavedenottamon perustaminen edellyttää vesilain edellyttämän luvan hakemista aluehallintovirastolta. Vedenottoluvan tulee sisältää riittävät tiedot pohjavedenoton vaikutuksista ympäristölle, tiedot käsittelylaitoksen ja muiden rakenteiden sijainnista sekä selvitys maanomistusolosuhteista.

Seuraavassa on esitetty pääpiirteittäin miten pohjavedenottamojen suunnitteluprosessi etenee Ramboll Finland Oy:ssä.

2.1 Yleissuunnitelma

Vedenottamon yleissuunnittelun vaiheet ovat:

- 1) Raakavesilähteen alustava valinta ja vedenantoisuuden arviointi
- 2) Kaivojen sijaintipaikan valinta
- 3) Koepumppaukset kaivoalueiden antoisuuden määrittämiseksi
- 4) Vesinäytteenotto ja raakaveden laadun analyysit
- 5) Raakavedelle parhaiten soveltuvan käsittelymenetelmän yleissuunnittelu ja alustava mitoitus
- 6) Vedenkäsittelyprosessin ja prosessilaitteiden alustava mitoitus
- 7) Käsittelyrakennuksen sijaintipaikan määrittäminen
- 8) Kiinteistöjen hallintajärjestelyt ja luvat vesijohtojen sijoittamiseen

Laitoksen yleissuunnitelma liitetään vedenottolupahakemuksen liitteeksi.

2.1.1 Pohjavesitutkimukset

Pohjavesikaivojen sijaintipaikka määritetään alustavasti karttatarkastelun, maastotutkimusten ja toisinaan lämpökameroilla toteutettavan ilmakuvausten avulla. Oletetun hyvän kaivonpaikan löydyttyä kairataan maaperään pohjaveden näytteenottoputkia, joista tehtävien koepumppauksien perusteella voidaan arvioida kaivoalueen vedenantoisuus.

2.1.2 Käsittelyprosessin valinta ja mitoitus

Näytteenoton ja vesianalysien perusteella arvioidaan pohjavedelle parhaiten soveltuva vedenkäsittelyprosessi. Vedenkäsittelymenetelmien valinta riippuu raakaveden ominaisuuksista. Pohjaveden käsittelyn tavoitteena on tyypillisesti pH:n ja kalsiumtasapainon säädöllä vähentää veden verkostolle aiheuttamaa korroosiota sekä varmistaa verkostoon jaettavan veden hygieeninen laatu desinfioinnilla. Muita yleisimpiä käsittelytarpeita ovat raudan- ja mangaanin poisto kemiallisesti tai mikrobiologisesti sekä vedessä olevien epäpuhtauksien esimerkiksi torjunta-ainejäämien poistaminen aktiivihiihtisuodatuksella.

2.2 Toteutussuunnitelma

Vesilaitoksen toteutussuunnittelu alkaa yleensä vesilain mukaisten lupien vahvistamisen jälkeen. Toteutussuunnittelu aloitetaan laitoskiinteistön pohjatutkimuksilla ja kartoituksella, jota seuraa laitoksen pääsuunnittelu eli käsittelyprosessin ja sen edellyttämien altainen, koneistojen ja putkistojen yksityiskohtainen mitoitus ja suunnittelu, rakenne- suunnittelu sekä sähkö-, automaatio- ja instrumentointisuunnittelu.

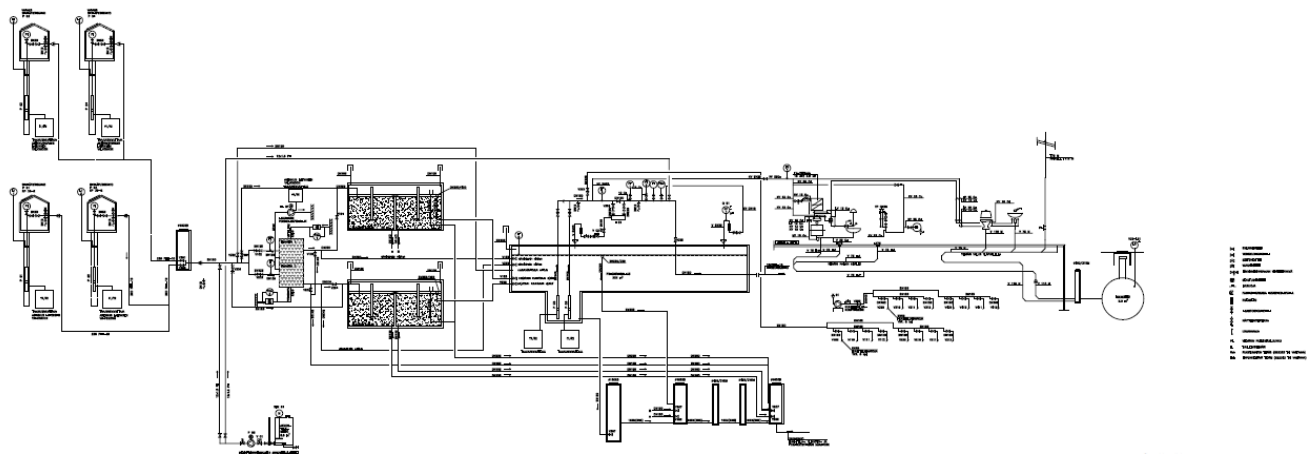
2.2.1 Pohjatutkimukset ja rakennuskohteen kartoitus

Vesilaitoksen toteutussuunnittelu alkaa rakennuskohteen kiinteistön kartoituksella ja pohjatutkimuksilla, joiden perusteella geotekniikan suunnittelija laatii perustamistapa- lausunnon. Maanpinnan kartoitustietojen perusteella maanpinnasta laaditaan kolmiulotteinen maastomalli. Ramboll Finland Oy:ssä käytetään maastomallin laatimisessa Novapoint Base-ohjelmistoa.

Maaperätutkimusten kairaustulokset sijoitetaan maastomalliin yleensä kuvaobjekteina. Novapoint mahdollistaa perustamisolosuhteista laadittavan kolmiulotteisen maaperä- mallin, mutta toistaiseksi tämän ominaisuuden käyttöön pohjavedenottamojen suunnit- telussa ei ole nähty tarpeita.

2.2.2 Pääsuunnitelma

Vedenottamon pääsuunnitelma sisältää laitoksen täsmennetyn prosessisuunnitelman, lay-out suunnitelman, koneisto ja putkistosuunnitelman, näiden perusteella laaditun pro- sessi- ja instrumentointikaavion sekä laitoksen toimintaselostuksen, joissa määritetään vesilaitoksen rakenteiden, LVI- ja sähköjärjestelmän sekä automaation suunnittelun reunaehdot.



Kuva 2.1 Esimerkki vesilaitoksen P/I-kaaviosta

Toistaiseksi pääsuunnitelman piirustusten laatimiseen on käytetty pääasiassa CadMill laitossuunnittelu-ohjelmistoa, joka on havaittu hyväksi työkaluksi putkistojen ja koneistojen kaksiulotteisia piirustuksia laadittaessa. CadMill mahdollistaa myös kolmiulotteisen mallintamisen, mutta sen kolmiulotteisen suunnittelun käyttöliittymä on havaittu vaikeasti käytettäväksi. Lisäksi ohjelman heikkouksiksi on havaittu prosessi- ja instrumentointikaaviotyökalu ja materiaalilaskennan työkalut.

2.2.3 Rakennesuunnitelma

Laitoksen rakennesuunnitelma laaditaan, pääsuunnitelmassa määritetyn lay-outin ja koneistojen ja putkistojen vaatiman tilantarpeen perusteella. Rakennesuunnittelussa käytetään pääasiassa Tekla Structures tietomallinnusohjelmistoa, lujuuslaskennassa Staad.Pro ja FEM-ohjelmistoja.

2.2.4 Sähkö-, automaatio-, ja instrumentointisuunnitelma

Rakennesuunnittelun kanssa samanaikaisesti toteutetaan sähkö- ja instrumentointisuunnitelma. Laitoksen automaatio toteutetaan instrumentointisuunnitelman ja laitoksen toimintaselostuksen perusteella. Sähkökeskusten ja taajuusmuuttajien tilavaraukset huomioidaan lay-out -suunnittelussa ja rakennesuunnittelussa muuten kolmiulotteiselle suunnittelulle ja tietomalliohjelmistojen käytölle ei ole toistaiseksi nähty tarpeita sähkösuunnitelman laatimisessa.

2.2.5 LVI-suunnitelma

Vedenottamojen LVI -suunnittelu toteutetaan samanaikaisesti rakennesuunnittelun ja sähkö- ja instrumentointisuunnittelun kanssa. Ilmanvaihtokoneet huomioidaan sähkösuunnittelussa ja LVI-linjat huomioidaan rakennesuunnittelussa. Toistaiseksi tietomallinnusta ei ole käytetty vesilaitosten LVI-suunnitelmia laadittaessa. Valmiudet esimerkiksi MagiCad-ohjelmistolla laadittaviin LVI-suunnitelmiin ovat suunnittelijoiden osalta hyvät.

3. TIETOMALLINNUKSEN KÄYTTÖ, HYÖDYT JA TAVOITTEET SUUNNITTELUPROSESSIN PARANTAMISESSA

Tietomallintamisella (BIM, Building Information Modelling) ja mallintavalla suunnittelulla tarkoitetaan sellaista kolmiulotteisiin malleihin perustuvaa suunnittelua, jossa malleihin on sisällytetty myös muuta kuin rakennuksen muotoa kuvaavaa tietoa. Rakennuksen tietojen mallintamiseen liittyy usein rakennuksen piirteiden kuvaaminen niin, että niitä voidaan käyttää toiminnallisten ominaisuuksien, kuten kustannusten, energiankulutuksen, ilmanvaihdon, valaistuksen tai akustiikan arvioinnissa. Penttilä et al., 2010.

Tietomallintamisella pystytään parantamaan hankkeen yhteistoimintaa ja tehostamaan hankkeen kokonaisvaltaista tiedonhallintaa. Tietomallihankkeissa toimijoilta tarvitaan kehityksmyönteistä asennetta, koska menetelmät ja välineet kehittyvät jatkuvasti. Tietomallintamiseen, mallintavaan suunnitteluun ja toteutukseen liittyy yleensä aina myös organisaatioiden toimintatapojen kehittämistä ja muutoksia. Penttilä et al., 2010.

Tietomallintaminen on tehokas tapa organisoida ja toteuttaa rakennushankkeen tietojen hallinta, mutta se edellyttää, että hankeosapuolten välinen yhteistoiminta tietomalleilla on suunniteltu ennakolta hyvin ja sen jälkeen toteutettu johdonmukaisesti ja kurinalaisesti. Penttilä et al., 2010.

Tietomallintaminen perustuu tehokkaaseen ja joustavaan yhteistyöhön, tiedonjaon avoimuuteen ja osapuolten väliseen luottamukseen. Myös rakennushankkeen edut ja riskit sidotaan ja jaetaan ihanteellisessa tietomallihankkeessa koko hankkeelle, eikä ainoastaan tietyille hankeosapuolille. Malleista tuotetaan hankkeessa tarvittavat kolmiulotteiset näkymät ja havainnekuvat, asiakirjat ja piirustukset, kuten kaksikulotteiset pohjapiirustukset, julkisivut, leikkaukset ja detailjipiirustukset. Malleista voidaan tuottaa myös tarvittavia luettelomaisia suunnitteluasiakirjoja. Penttilä et al., 2010.

Tietomallihankkeessa suunnittelutyötä tehdään välillä itsenäisesti ja aika-ajoin, hanke aikataulussa sovituissa tarkistuspisteissä, eri osapuolten työn tulokset yhdistetään. Nämä koordinointi- ja tarkistuspisteet sijoittuvat rakennushankkeen päätöksenteon ja keskeisten valintojen yhteyteen. Tietomallintamisen tarkistuspisteissä eri suunnittelijoiden tuottamat nk. osapuolimallit kootaan yhdistelmämalleiksi. Yhdistettyjen mallien perusteella

tehdään suunnitelmasisällön päällekkäisyys-, törmäys- ja ristiintarkastamiset. Yhdistelmämallien tarkastusten perusteella tehtävät muutokset suunnitelmiin tehdään aina alkuperäistiedostoihin ja -malleihin, minkä jälkeen osapuolet toimittavat korjatuista tiedoista uudet versiot. Korjauksista ja suunnitelmamuutoksista tiedotetaan hankkeessa sovitulla tavalla. Hankkeen johtamisessa on muistettava, että yhdistelmämallien tekeminen edellyttää aina eri hankeosapuolten ja myös tietomallikoordinaattorin tekemää työtä, joka on myös resursoitava. Penttilä et al., 2010.

Tietomallinnus ei rajoitu rakennuksen suunnitteluun liittyvään tietomalliin. Yleiskäyttöisten tietomallien ja rakennuksen suunnitteluun liittyvien tietomallien lisäksi voidaan mallintaa esimerkiksi rakennuksen elinkaaren eri vaiheita. Rakennuksen tietomallit jaetaan tästä näkökulmasta:

- 1) vaatimusmalleihin
- 2) suunnittelumalleihin
- 3) tuotantomalleihin
- 4) ylläpitomalleihin

Esimerkiksi vaatimusten mallintaminen helpottaa niiden hallintaa ja dokumentointia kuten suunnitelman mallintaminen helpottaa suunnitelman hallintaa ja dokumentointia. Vaatimus ja suunnittelumallit voivat keskustella keskenään jolloin on helpompi tutkia täyttääkö suunnitelma sille asetetut vaatimukset. Hietanen, 2005.

3.1 Tietomallinnuksen tavoitteita yleisesti

Tietomallihankkeen suunnittelullisena tavoitteena on yhtenä kokonaisuutena hyvin suunniteltu ja toimiva rakennus. Rakennus-, rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijoiden lisäksi tietomallihankkeissa suunnittelua saattavat tehdä myös eri tuotekokonaisuuksien toteutussuunnittelijat. Mallintamisella työpanostus siirtyy piirtämis-, tulostus- ja tiedonsiirtorutiineista merkittävimpiin suunnittelun tehtäviin ja sisällön tuottamiseen. Penttilä et al, 2010.

Rakennusprojektien *mallinnus ei ole itseisarvo*, vaan sen tavoitteena on suunnitelmien kolmiulotteisen tarkastelun avulla tapahtuva laadun ja osapuolten välisen tiedonsiirron

parantaminen ja suunnitteluvirheiden vähentäminen sekä suunnitteluprosessin tehostaminen ja tavoitteiden mukaisen lopputuloksen varmistaminen.

Tavoitteita suunnitteluryhmän näkökulmasta:

- 1) Suunnitelman sisällöllisten ratkaisujen luominen ja ymmärtämien
- 2) Toiminnallisten tavoitteiden tutkiminen, tiimin kommunikation tukeminen
- 3) Yhdistelmämallit: suunnitelmien yhteensopivuus ja tilavarausten riittävyys.

Tavoitteita projektinjohdon ja tilaajan näkökulmasta

- 1) suunnitelman tehokkuus
 - a) laajuustiedot
 - b) määriin pohjaavat kustannustiedot
 - c) toiminnallisuus
 - d) energiatehokkuus
- 2) suunnittelun ohjaus
- 3) vaatimustenmukaisuus
- 4) mallien monipuolinen hyödyntäminen suunnitelman kehittämisessä

Tavoitteita käyttäjän näkökulmasta

Nopea suunnitteluratkaisun havainnollistaminen ja interaktiivinen visualisointi

Rakennuksen tietomallinnus (BIM). Senaatti Kiinteistöt, 2010, www.senaatti.fi.

3.2 Tietomallinnuksen tavoitteet vesilaitossuunnittelussa

Vesilaitossuunnittelussa tuotantokoneiston eli putkistojen, venttiilien, instrumenttien ja koneikkojen mallintaminen on olennainen osa tietomallipohjaista suunnitteluprosessia. Markkinoilla olevat laitossuunnitteluohjelmistot ovat viime vuosina kehittyneet siten,

että mallinnusohjelmistojen käytöllä on saavutettavissa selkeitä hyötyjä verrattuna perinteiseen suunnitteluun, joka perustuu kaksiulotteisiin leikkauksiin sekä erikseen laadittaviin P/I kaavioihin ja laiteluetteloihin.

Mallintamisen tulee lisätä suunnittelun tehokkuutta. Vesilaitosten suunnitteluratkaisut ovat pääosin modulaarisia ja monistettavia, jolloin käsittelyn yksikköoperaatiota varten suunniteltuja valmiita moduuleja, esimerkiksi venttiiliryhmiä, pumppujen koneikkoja, altaiden huuhteluputkistoja ja muita vastaavia, voidaan monistaa ja varsin pienillä muutoksilla siirtää toisiin vastaaviin laitosmalleihin. Tätä kautta suunnittelutyö tehostuu kertaalleen mallinnettujen toimivien moduulien kertymisen myötä, vaikka alkuperäisen mallin laatiminen onkin selvästi hitaampaa kuin suunnittelu kaksiulotteisina CAD-leikkauksina.

Laitossuunnitteluohjelmiston tulee edesauttaa muita suunnittelun osa-alueita kuten helpottaa virheettömän sähkö-, instrumentointi ja automaattisuunnitelman laatimista sekä mahdollistaa virheettömän rakennesuunnitelman laatimista. Koneistomallin ja rakennesuunnitelman törmäystarkasteluilla tarkastetaan mallin virheettömyys.

Jotta laitossuunnitteluohjelmistolla saavutettaisiin selkeitä etuja käytössä oleviin suunnittelutyökaluihin verrattuna, tulee ohjelmiston ominaisuuksien kattaa seuraavat vaatimukset:

- 1) sujuva kolmiulotteiseen mallintamiseen soveltuva käyttöliittymä
- 2) kattava kirjasto Suomessa yleisesti käytössä oleville putki- ja venttiilityypeille sekä materiaaleille, rakennusosille, laitteille
- 3) kirjastojen helppo täydentäminen esimerkiksi, venttiili, pumppu- ja konevalmistajien tuottamilla kolmiulotteisilla dwg-objekteilla sekä itse mallinnetuilla moduuliratkaisuilla
- 4) automaattinen prosessi- ja instrumentointikaavion luominen, jossa on kaksisuuntainen linkitys, jolloin muutoksia malliin muutos voidaan tehdä muuttamalla kuvaa tai P/I-kaaviota
- 5) automatisoitu määräluetteloiden ja koneistoerittelyjen laatiminen
- 6) LVIS-mallin laatiminen tulee olla mahdollista samalla tai yhteensopivalla ohjelmistolla

Ohjelmiston tuottaman aineiston tulee olla riittävän hyvin yhteensopivaa Tekla Structures ja Novapoint -ohjelmistoilla tuotetun aineiston kanssa, ettei merkittäviä yhteensovitusongelmia tule maastomallin, rakennemallin ja koneisto- ja LVI-mallin yhteensovittamisessa.

Yhteensovitetun aineiston tulee olla helposti muokattavissa leikkaus- ja pohjapiirustuksiksi, joista tulostetaan rakennuslupapiirustukset ja urakoitsijoiden työmaapiirustukset.

3.3 Tietomallinnuksen nykytilanne Ramboll Finland Oy:ssä

Ensimmäinen aktiiviseen käyttöön otettu tietomallinnusohjelmisto Ramboll Finland Oy:ssä on vuodesta 2005 rakennesuunnitteluun käytetty Tekla Structures. Vesihuollon linjasuunnittelijat, tie-, katu- ja aluetekniikan suunnittelijat sekä maisema- ja maankäyttösuunnittelijat käyttävät mallinnustyökalunaan yleisimmin Novapoint-ohjelmistoa. Lisäksi käytössä monia muita ohjelmistoja kuten Navisworks, Solibri, MagiCad ja ArchiCad.

3.3.1 Tekla Structures

Vesilaitosten rakennesuunnittelussa käytettävä Tekla Structures on rakennuksen tietomallinnusohjelmisto, jolla voi luoda ja hallita tarkasti detaljoituja, rakentamisen prosesseja tukevia kolmi- ja neliulotteisia rakennemalleja. Tekla-mallia voi hyödyntää rakennusprosessin kaikissa vaiheissa luonnossuunnittelusta valmistukseen, pystytykseen ja rakentamisen hallintaan.

Tekla Structures tukee alan tiedonsiirtostandardeja, sisältää avoimen rajapinnan muihin sovelluksiin ja sen pohjalle voi tarvittaessa kehittää yrityskohtaisen ratkaisun. Tekla Structures linkittyy eri järjestelmiin Tekla Open API™ -rajapinnan kautta, jonka toteutus perustuu Microsoft® .NET -tekniikkaan. Esimerkkejä Tekla Structuresin tukemista standardoiduista tiedonsiirtomuodoista ovat IFC, CIS/2, SDNF ja DSTV. Esimerkkejä Tekla Structuresin tukemista sovelluskohtaisista tiedonsiirtomuodoista ovat DWG, DXF ja DGN. <http://www.tekla.com>, 2010.

TS:n käyttäjähaastattelujen perusteella ohjelmiston sisäänajo jokapäiväiseksi työkaluksi oli varsin työläs ja käyttäjien aikaa vievä prosessi. Viime vuosina ohjelmistoa on ohjel-

mistokehittäjien ja käyttäjien välisellä yhteistyöllä parannettu, siten että siitä on muodostunut varsin helppokäyttöinen jokapäiväinen rakennesuunnittelun työkalu, jonka käyttöliittymä ja ominaisuudet tyydyttävät käyttäjien tarpeet ja jonka käytöllä saavutetaan kiistattomia etuja. Kalmari, Mäntylä 2010.

Vesilaitossuunnittelussa Tekla Structures:n käytöllä saavutettaviksi hyödyiksi on ensimmäisen rakenteiden osalta kokonaan mallinnetun vesilaitoksen (Heinolan Hevossaa-ri, 2010) yhteydessä todettu:

- 1) Rakenteiden osalta virheettömät suunnitelmat
- 2) Määrälaskenta helpompaa ja laskennan tarkkuus aiempaa parempi
- 3) Laitoksesta laaditut kolmiulotteiset havainnekuvat parantavat suunnittelijan, tilaajan ja käyttäjän välistä vuorovaikutusta ja helpottavat suunnitteluratkaisujen esittämistä

Ensimmäisen vesilaitosmallinnuskohteen rakennesuunnitteluun kului verrattuna noin 120 työtuntia, joka on noin 100 % aiempia vastaavia kaksiulotteisella CAD-suunnittelulla toteutettuja toimeksiantoja suurempi työmäärä.

Toisen vastaavan rakenteiden osalta kokonaan mallinnetun laitoksen (Pukkilan Puntarmäki, 2010) osalta saavutetaan merkittävä hyöty myös rakennesuunnitteluun käytettävän työajan osalta, sillä laitosten mitoitusvirtaamien ollessa samat allasrakenteet ja muut vedenottamon rakenneratkaisut ovat yhtenevät, jolloin olevan kolmiulotteisesti mallinnetun rakennemallin hyödyntäminen suunnittelussa mahdollistaa entistä tehokkaamman ajankäytön.

3.3.2 Novapoint

Vesilaitosten maastomallien laadintaan ja aluesuunnitteluun sekä laitosalueen vesihuoltoverkostojen suunnitteluun käytetään Vianova Systems:n Novapoint ohjelmistoja Base, Water&Sewer ja Road.

Novapoint Base on ohjelmistoperheen perusta. Base ohjelmisto sisältää seuraavat toiminnot:

- 1) Novapoint sovellusten hallinta

- 2) Maastotietokanta ja ominaisuustiedon hallinta
- 3) Kolmiointi, korkeuskäyrät ja profiilit
- 4) Symboli- ja viivakirjastot
- 5) Karttatyökalut kartan luontiin, ylläpitoon ja muokkaukseen
- 6) Tulostustyökalut kartoille ja mittausaineistoille

Maastotietokanta tukee useita eri tiedostomuotoja mm Autodesk Map ja 3D Win Light ohjelmistojen aineistomuotoja. Kun lähtöaineistot on luotu maastotietokantaan, voidaan ohjelmiston avulla käsitellä ja jalostaa aineistoa luomalla kolmio- ja neliöverkkoja, laskea korkeuskäyriä, luoda pituus- ja poikkileikkauksia, laskea tasauspiirustuksia ja luoda pintamalleja maanpinnasta, eri maalajeista ja kallionpinnasta.

Novapoint Water & Sewer ohjelmistolla voidaan luoda vesihuoltoverkoston suunnitelmia. Ohjelman perustoimintoihin kuuluvat mm. kaivantogeometrian suunnittelu samanaikaisesti pysty- sekä vaakasuunnassa, poikkileikkaukset, materiaali- ja varustekirjastot, massa- ja määrälaskennat sekä piirustusten tuottaminen. Suunnittelun pohjana käytetään Novapoint Base-ohjelmalla tehtyä maastomallia. Kaivannolle suunnitellaan linjaus ja valitaan käytettävä poikkileikkaus. Ohjelma asettaa kaivantoon putket ja taitepisteiden varusteet valitun poikkileikkauksen määrittelyjen mukaisesti. Kaivannon sijaintia voidaan muokata samanaikaisesti sekä karttakuvassa että pituusleikkauksessa. Myös kaivannon elementtien ominaisuuksia voidaan muokata. Suunnittelun apuvälineinä voidaan käyttää mm. kapasiteetti- ja kaivolaskuria sekä törmäystarkastelua. Ohjelman luoman kolmiulotteisen kuvan avulla voidaan suunnittelun eri vaiheessa helposti tarkastella johtojen ja kaivojen keskinäistä sijoittelua sekä havaita mahdolliset konfliktitilanteet.

Suunnitelmasta voidaan automaattisesti tuottaa tyypillisimmät vesihuollon piirustukset kuten karttakuva, pituus- ja poikkileikkaukset sekä kaivokortit. Piirustusten tulostamisessa voidaan myös hyödyntää kaikkia AutoCADin monipuolisia tulostustoimintoja. Suunnitelmasta voidaan tuottaa useita erilaisia raportteja, kuten johtojen ja kaivojen määräluettelot sekä kaivannon massalaskenta. Suunnitelmat voidaan toimittaa työmaalle sekä gt että LandXml -formaatin mukaisina mittaustiedostoina.

Novapoint Road sovellusta käytetään vesilaitosten tontille rakennettavien teiden ja piha-alueiden suunnitteluun. Ohjelmiston perustoimintoja ovat geometrian, väylän rakenteen

sekä liittymien suunnittelu, maaston muotoilu, näkemä- ja ajourien mitoitus sekä piirustusten raporttien ja massalaskentojen tuottaminen.

Novapoint ohjelmistoilla laadittujen aineistojen visualisointiin käytetään Virtual Map – sovellusta. Suunnitelmaa voidaan tarkastella kolmiulotteisesti varmistaen laatu, konfliktit, turvallisuus ja sopiminen ympäristöön. Lisäksi voidaan toteuttaa koordinoitimalleja monialaisen suunnitteluprojektin hallintaan. Virtuaalimallilla suunnitelmaa voidaan esitellä sidosryhmille havainnollisessa muodossa siten, että mallista on selkeästi nähtävissä suunnitelman alueelle tuomat muutokset. <http://www.vianova.fi>, 2010.

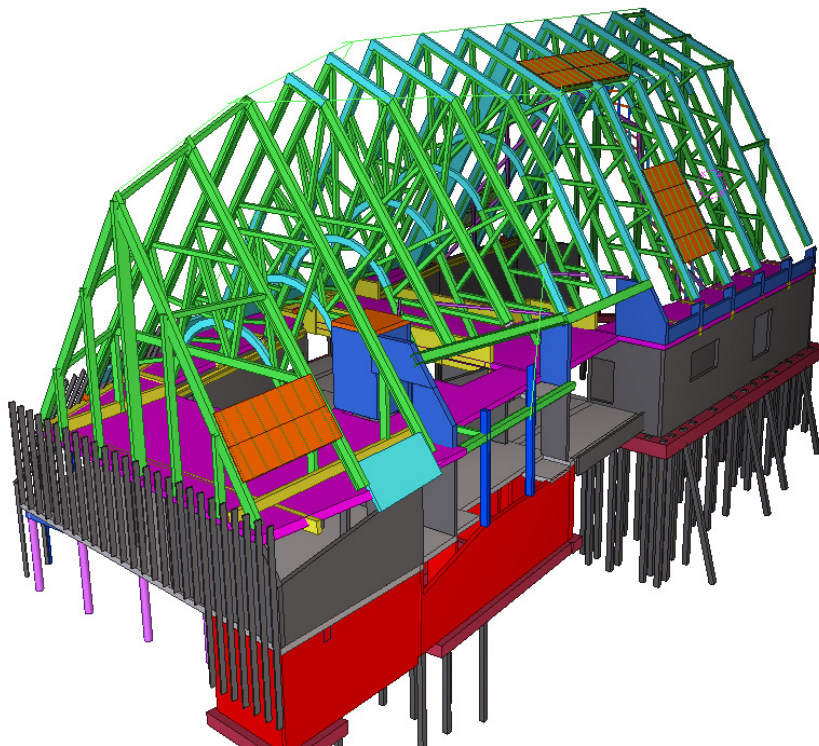
3.3.3 Esimerkkejä tietomallinnushankkeista

Kuokkalan Kirkko

Ramboll Finland Oy:n laatima Kuokkalan kirkon tietomalli voitti vuonna 2009 Tekla Structures - mallikilpailun. Kuokkalan kirkon rakenteet on mallinnettu kokonaan Tekla Structuresilla. Kirkon rakenteet koostuvat betoni-, puu- ja teräsrakenteisista rakenneosista. Kirkko oli epäsymmetrisen geometriansa johdosta erittäin haastava suunnittelukohde. Rakenneosien ja talotekniikan yhteensopivuus varmistettiin tietomallin avulla.

Kirkko on perustettu paaluperustuksella. Kellari ja ensimmäisen kerroksen lattiat ovat paikalla valettua betonia. Puurunko on liimapuuta. Katto ja ulkoseinät on katettu liuskekivin. Erillisessä kellotornissa on 14 metriä paikallavalettua seinää, jonka päällä on 11 metrinen terästorni. Mallinnuksen ansiosta haasteellinen rakenne voitiin suunnitella kokonaisuutena.

Projektissa oli suuri koordinoinnin tarve suhteessa sen kokoon. Mallinnus oli ainoa tapa, jolla eri toimistot pystyivät työstämään samaa projektia samaan aikaan. Vaikeiden yksityiskohtien toteutus oli helpompaa mallintamalla verkkopinnan muoto. Myös puurunگون liitokset betonirakenteisiin mallinnettiin. Talotekniikkamalli tuotiin referenssiksi Tekla-malliin. Tawast, 2010



Kuva 3.1 Ote Kuokkalan kirkon rakennemallista



Lassila Hirsilampi arkkitehdit Oy | Hakalankatu 10 b 60100 Seinäjoki | info@lh-ark.fi | p. 06-4141225
Arkkitehtitoimisto Jari Jansson | Minna Cantinkatu 8 A 37 40100 Jkl | jari.jansson@pp.inet.fi | p. 050-5171778

Kuva 3.2 Havainnekuva Kuokkalan kirkon sisätilasta

Skanska Oy:n pääkonttorin infratietomallinnus

Ramboll Finland Oy on laatinut yhdistelmämallin jossa Skanska Oy:n uuden pääkonttorin geo- ja kunnallistekniset suunnitelmat yhdistettiin samaan malliin. Lisäksi mallinnettiin lähtötietoina mm. johdot, katualueet, olemassa olevat rakennukset massamallina, maan- ja kalliopinnan kolmioverkot sekä tunnelit. Kolmiulotteinen malli auttoi visualisoimaan rakennuskohteen, tehosti rakentamisen suunnittelua, vähensi virheitä, paransi lopputuloksen laatua ja osapuolten välistä tiedonkulkua. Skanskan pääkonttorin rakentamisen yhteydessä hyödyt testattiin käytännössä, sillä mallin ansiosta rakennesuunnitelmien mitoituksen epätarkkuudet ajoissa. Rakennesuunnitelmia tarkennettiin, ja aikataulu, kustannukset ja laatu pysyivät kurissa.

Marja-Vantaan kaavakehitysalueen maankäyttösuunnitelman tietomallinnus

Marja-Vantaalla tehtävänä oli tuottaa maankäyttösuunnitelmaan sekä teknisiin suunnitelmiin perustuva uuden rakennusalueen luonnossuunnitteluvaiheen tietomalli. Malli pohjaa laserkeilauksen avulla tuotettuun maastomalliin, johon liitetään arkkitehdin ja liikennesuunnittelijan sekä myöhemmin muita suunnitelmia. Eri suunnitelmien yhteensopivuus varmistettiin yhdistämällä mallit kolmiulotteiseksi päällekkäistarkasteluksi. Suunnittelumalli paljastaa suunnitelmien toimivuuden ja mahdolliset ristiriitaisuudet sekä parantaa rakentamisen kustannustehokkuutta vähentäen perustamiskustannuksia.

Malliin voidaan lisätä myös esimerkiksi kunnallistekniikan suunnitelmat sekä rakennus- alueselvityksestä siirrettyjä paikkatietoja, kuten olemassa oleva kunnallistekniikka sekä luonnonsuojelualueiden, kiinteistöjen ja kaavoitusalueiden rajat. Mallin ylläpito on tehty mahdollisimman yksinkertaiseksi, jotta päivittyvät suunnitelmat saadaan lisättyä siihen vaivattomasti ja mallinnettavan kohteet tiedot olisivat ajantasaisia. Tietoja voidaan käyttää myös rakennusten tuotemallissa sekä muissa rakennushankkeen myöhemmissä vaiheissa.

Myllypuron rakennusalue suunnittelun tietomallinnus

Myllypuron kohteessa kehitettiin edelleen Marja-Vantaan projektissa hyviksi todettuja tietomallityötapoja. Myllypurossa pyrittiin tarkempiin mittaustietoihin, joten kohteessa

tehtiin tarkentavia pohjatutkimuksia sekä analysoitiin maanpinnan ja kalliopinnan välistä eroja massalaskennan yhdistämiseksi osaksi maankäytönsuunnittelua.

Suunnitteluprosessi toteutettiin läheisessä yhteistyössä arkkitehdin ja muiden suunnittelualojen kanssa. Näin tietomallilla voitiin hyvissä ajoin vaikuttamaan maankäytöllisiin ratkaisuihin, jotka vaikuttivat alueen toimivuuden parantumiseen sekä kustannuksien tarkentumiseen.

Tietomallia lähdettiin rakentamaan heti rakennusprojektin alussa ja se tarkentui suunnittelutyön edetessä. Tietomallia on mahdollista hyödyntää myös työkuohjauksessa ja mallia on mahdollista päivittää myös rakennustyön aikana tehdyillä muutoksilla.

Helsingin Myllykylän asuinalueen talojen ja niiden varastojen sekä väestönsuojan perustuksien tietomallinnus

Projektissa pientalojen valmistajalle suunniteltiin alue- ja perustussuunnittelu viiteen omakotitaloon, yhteen paritaloon ja kahteen rivitaloon. Helsingin kaupungin koordinaatistoon mallinnetuista perustuksista ja paaluista vietiin paikkatieto suoraan työmaan mittajan täkymetriin. Mallinnus vähensi virheiden mahdollisuutta sekä säästi työaikaa ja kustannuksia. Novapointista tuotujen maastokäyrien avulla perustusten korkeusasemat saatiin suunniteltua optimaaliseen asemaan suhteessa sekä olemassa oleviin että tuleviin maanpintoihin. Tällä pystyttiin vähentämään kaivumäärää, joka puolestaan toi säästöjä rakennuttajalle. Kehityshankkeessa siirrettiin tietoja usean eri ohjelman välillä, useassa eri tiedostomuodossa. Myös kohteen Archicad-ohjelmistolla mallinnettu arkkitehtisuunnittelu liitettiin samaan malliin.

Tuotemallipohjainen kolmiulotteinen suunnittelu infrahankkeissa

Tuotemallinnusta on käytetty menestyksekkäästi tie- ja ratahankkeiden paalulaattojen rakennesuunnittelussa esimerkiksi Ervelän sekä Vainikkalan ratahankkeissa ja kantatie 51 tarjousvaiheen suunnittelussa. Suunnittelijan tekemä kolmiulotteinen rakennemalli sisältää kaikki rakenneosat todellisessa, globaalissa koordinaatistossa. Myös hankkeessa jo olemassa olevat rakenteet voidaan mallintaa samaan malliin ja näin voidaan varmistaa uusien suunnitelmien integroituminen vanhojen rakenteiden kanssa. Rakennemalliin mallinnetaan myös maaperän kova pohja paalupituuksien määrittämiseksi. Kova pohja mallinnetaan kairaustulosten ja geosuunnittelijan laatimien kaksiulotteisten poikkileikkausten perusteella. Näin varmistutaan suunnitelmien paikkatietojen yhteensopivuudes-

ta ja konkreettisesti nähdään rakenteiden asemointi muihin pintarakenteisiin ja maastonmuotoihin.

Kohteiden lujuuslaskennassa on käytetty tiedonsiirtoa mallinnusohjelman ja lujuusanalyysiohjelman välillä. Paalulaattojen geometria paaluineen on siirretty Tekla Structures -ohjelmistossa Robot -lujuusanalyysiohjelmaan.

Tilaaajalle kolmiulotteisesta mallista on helppo esittää visuaalisesti suunnitelmien eteneminen ja hankkeen kokonaisuus. Mallista on helppo näyttää rakenteiden yhteensopivuus ja puuttua mahdollisiin epäkohtiin ja ongelmiin. Rakenteelliset ristiriidat havaitaan jo hyvissä ajoin ja niihin voidaan puuttua jo suunnitteluvaiheessa. Mallista saadaan raportoitua yksilölliset määrätiedot tarkasti, helposti ja luotettavasti.

Urakoitsijalle virheetön geometrian suunnittelu takaa myös joustavan rakennustyön, kun voidaan olla varmoja siitä, ettei asennusaikaisia ongelmia aiheudu suunnitelmien laadusta johtuen. Mallista saadaan työpiirustuksiin paljon informaatiota eri tarpeiden mukaan. Esimerkiksi paalutusurakoitsijalle saadaan paalukohtaiset paalupituudet joko koordinaatteina tai pituustietona. Koskela, 2010.

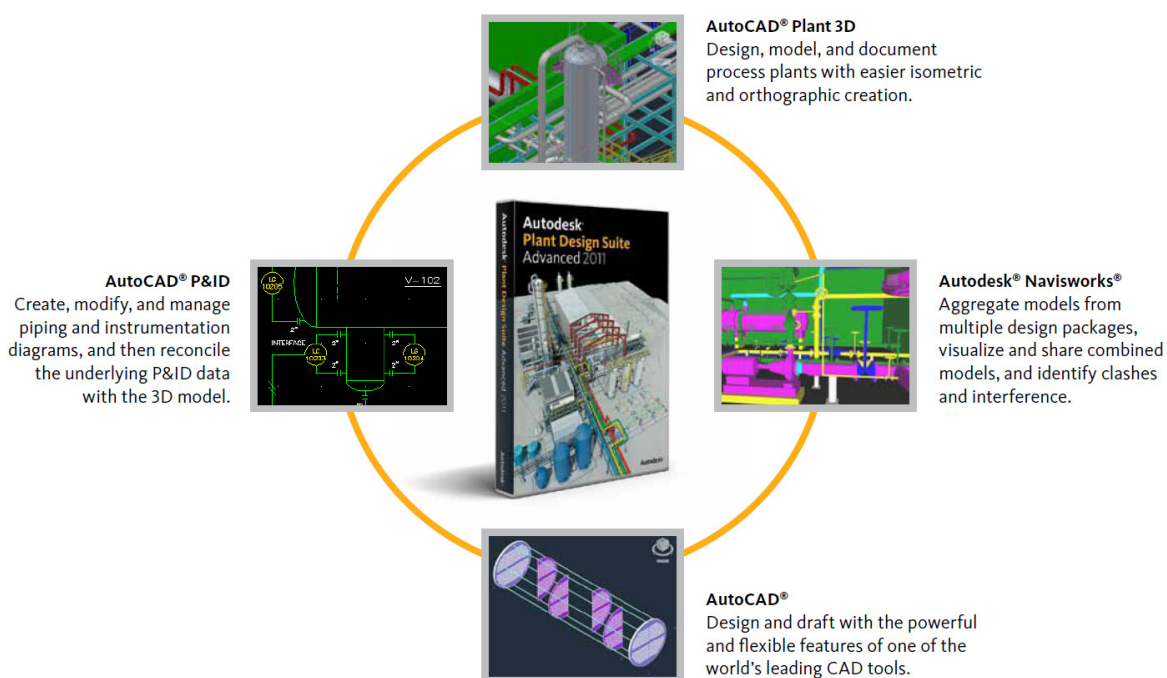
4. LAITOSSUUNNITTELUN TIETOMALLIOHJELMISTOT

Vesilaitostensuunnittelun tietomallinnusohjelmistojen vertailuun valittiin kaksi ohjelmistoa Autodeskin AutoCAD Plant 3D apuohjelmiseen sekä Vertex G4Plant apuohjelmiseen.

Ohjelmien ominaisuuksia ja käytettävyyttä on vertailtu käyttäjien harjoitusjaksojen ja pitemmän projektityön lomassa saaman käyttökokemuksen valossa.

4.1 Autodesk, AutoCAD Plant 3D

AutoCAD Plant 3D on vuonna 2010 julkaistu Autodesk laitosten tietomallinnusohjelmisto. Ohjelmiston käyttö yhdessä P&ID ja NavisWorks -ohjelmistojen kanssa mahdollistaa laitossuunnittelun tietomallien laatimisen vesilaitossuunnitteluryhmän tarpeiden edellyttämässä laajuudessa.



Kuva 4.1 AutoCAD Plant 3D ohjelmisto apuohjelmiseen

Ohjelmiston käyttöön perehdytettiin keväällä 2010 kolme suunnittelijaa kaikilta vesilaitossuunnittelua toteuttavilta toimistoilta (Helsinki, Hollola ja Tampere).

<http://www.cadigroup.fi>

Liitteessä 1 on esitetty käyttäjien kommentteja ja arviota ohjelmiston käyttökelpoisuudesta perehdytysjakson jälkeen.

Ohjelmiston vahvuudet

- erittäin laaja yhteensopivuus muiden Autodesk -ohjelmistojen kanssa
- kohtuullisen helppokäyttöinen, yhden päivän perehdytyksen jälkeen käyttäjät osaavat piirtää kolmiulotteisia putkistoja ja liittää niihin koneikkomalleja
- Tekla Structures:lla luotu kolmiulotteinen dwg aineisto on yhdistettävissä laitosmalliin

Ohjelmiston heikkoudet

- Uusi ohjelmisto, ensimmäiset kaupalliset versiot käytössä vasta 2010
- Ensimmäisen käyttökokemuksen perusteella varsin paljon bugeja
- Tulosteiden laatiminen ei onnistu siten, että kaikki näytöllä näkyvät viivat tulostuisivat

Blomster, Toikkanen, Kivilahti, 2010

4.2 Vertex, G4 Plant

Vertex G4Plant on parametrinen ja piirrepohjainen suunnitteluohjelmisto, joka kuuluu Vertex G4 -mekaniikkasuunnitteluohjelmistoperheeseen. Pohjalla on G4-rakenteeseen perustuva geometrian hallinta piirteiden, osien tai kokoonpanojen välisten ehtojen sekä rajoitusten ratkaisijan avulla.

Rakennuksen ja prosessilaitteiden kolmiulotteinen suunnittelu on luonnospohjaista. Mallin rakenne ja työvaiheet esitetään piirrepuun avulla. Piirustukset, niiden sisältämät kuvannot, leikkaukset ja osasuurennokset ovat aidosti assosiatiivisia.

Kolmiulotteisesta mallista saadaan automaattisesti isometrit ja profiilien kuvalliset katkaisulistat. Mallien materiaaliluettelot listataan halutussa muodossa suoraan exceliin tai tekstitiedostoon. Levyntaivutus- ja levityskuvat, räjäytyskuvat, massalaskenta ja kinemaattiset tarkastelut kuuluvat perusominaisuuksiin.

Lisäoptiona saatavia ominaisuuksia ovat mm. Lightworks-visualisointipaketti fotorealistisia näkymäkuvia varten, animaatiotyökalut sekä liityntä kappaleiden FEM-analysointia varten. Vertex G4Plant -työryhmäohjelmisto on ratkaisu eri paikkakunnille hajautettua rinnakkaissuunnittelua ja laajennettua tuotetiedon hallintaa varten.

Vertex G4Plant -ohjelmistolla laadittavat mallit ovat päätyypeiltään osa- ja kokoonpanomalleja. Kokoonpanomalli koostuu yksittäisistä osista, joiden välille voidaan määrittää geometrisia riippuvuuksia. Osat voivat olla yksittäisiä osia tai alikokoonpanoja. Ne tuodaan kokoonpanoon joko linkkeinä tai paikallisina osina. Yksittäiset osat voivat olla älykkäitä ja niitä ohjataan mittataulukon parametreilla. Osien mitat voidaan syöttää myös vapaasti mittataulukosta poiketen. Osien mallinnus pohjautuu käyttäjän tekemään luonnokseen tai valmiisiin kirjastoluonnoksiin. Luonnos on tyypillisesti esimerkiksi poikkileikkaus, jota halutaan pursottaa, kiertää tai käyttää myöhemmin sellaisenaan pelkkänä poikkileikkauksena. Luonnos voi myös poistaa ainetta olemassa olevasta kappaleesta ja se voidaan määritellä ohjauskäyräksi, jota voidaan myöhemmin käyttää kokoonpanossa eri tarkoituksiin. Kun luonnosta käytetään edellä mainituissa tapauksissa, puhutaan muokkaavista piirteistä. Esimerkiksi luonnosta pursotettaessa syntyy ainetta lisäävä pursotus-piirre. Aineen lisäyksen kautta syntyy kappaleita, kun taas aineen poiston kautta luonnoksella poistetaan ainetta olemassa olevasta kappaleesta. Osaa muokattaessa syntyy piirteitä, kuten pyöristys, viistäminen, koverrus jne.

Osien ja kokoonpanojen väliset riippuvuudet määritellään geometrysten ehtojen avulla. Rajoitusten avulla osat liittyvät toisiinsa annettujen ehtojen mukaisesti, jolloin osia voidaan hiiren avulla liikutella annettujen ehtojen sallimissa rajoissa.

VERTEX Prosessi- ja Instrumenttikaaviosuunnittelu on työkalu vaativien prosessien ja instrumenttijärjestelmien suunnitteluun. Suunnittelussa syntyneet dokumentit ja kaavion tietokanta voidaan hyödyntää muilla VERTEX-työkaluilla asiakasdokumentteina, osaluetteloina ja muina listauksina tai VERTEX Laitossuunnittelussa kolmiulotteisessa mallinnuksessa. Älykäs kaavio tietokantatietoineen on sähköisessä muodossaan. VER-

TEX-järjestelmä on integroitu kokonaisuus, joka sisältää tietokantajärjestelmän ja kaavionpiirto-ohjelmiston, jolla voidaan tuottaa kytkentätietoa sisältäviä kaavioita.

VERTEX-tietokantajärjestelmä toimii kaikkien sovellusten tiedonhallinnan ytimenä. Se on monen käyttäjän relaatiotietokanta. Taulujen muoto, käsittely, raportit sekä relaatiot ovat käyttäjän määriteltävissä. Sekä kaavioista saatavat luettelot että VERTEXin arkistot ovat järjestelmässä tietokantatauluina. Tarvittaessa tiedot voidaan joustavasti siirtää muihin tietokantoihin, taulukko-ohjelmiin ja grafiikkamuotoihin.

VERTEX sisältää arkistotoiminnot, joiden avulla dokumentteja hallitaan projekti-, piirustus ja revisiotasolla. Dokumentit löytyvät järjestelmästä dokumentin tunnuksella tai hakuehtojen avulla.

Kuvat voidaan siirtää ulkopuoliseen PDM - järjestelmään eri katseluformaatteihin tai niitä voi katsella VERTEX-katseluohjelmalla.

Putkilinjojen väri, viivatyyppejä ja kynänleveys voidaan määrittää automaattisesti virtaavan aineen perusteella. Putkilinjan virtaava aine on vaihdettavissa jälkikäteen, jolloin linjan viivaparametrit vaihtuvat valitun aineen mukaisiksi.

Putkilinjat ja linjoille lisättävät varusteet sisältävät tarvittavat tekniset tiedot listauksia ja suunnittelua varten. Lisättävät tiedot ovat varustekohtaisia ja niitä voidaan muokata eri tarpeisiin. Putkilinjoille ja varusteille voidaan hakea positiot automaattisesti haluttujen suunnittelusääntöjen mukaisesti. Putkilinjat tunnistavat 'mistä-mihin' tiedot. Putkilinjan tiedot periytyvät linjalle lisätyille varusteille.

Kaavioiden muokkaukseen voidaan käyttää yleisiä elementtien käsittelytoimintoja, kuten venytys, elementin siirto, jne. Kaavion sisältämät positiot on mahdollista korvata uusilla, jolloin myös kaaviossa olevien elementtien suunnittelutiedot päivitetään uusia positiota vastaaviksi. Kaavion sisältämien elementtien tekniset tiedot voidaan päivittää muuttuneiden tietojen osalta nimiketietokannasta.

Ohjelma voidaan sovittaa käyttäjien tarpeisiin. Tietokannat, listaukset, ym. voidaan räätälöidä tapauskohtaisesti. Kirjastokomponentteja lisättäessä putkilinja katkeaa automaattisesti komponentin kohdalta. Komponenttia poistettaessa putkilinja korjautuu yhtenäiseksi. Komponentti voidaan siirtää linjalla toiseen paikkaan. Komponentti voidaan siirtää myös sivuun putkilinjalta jolloin putkilinja korjautuu yhtenäiseksi.

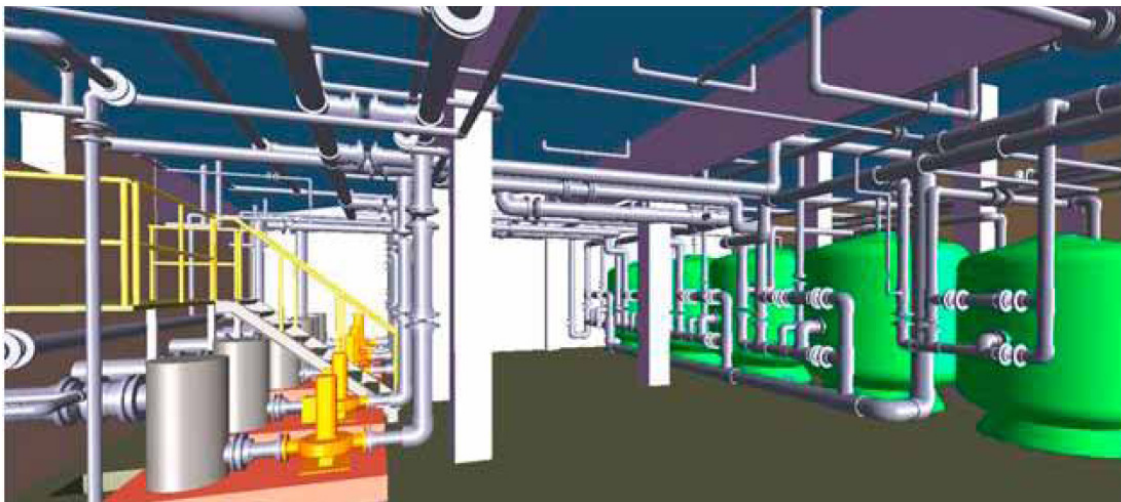
Olemassa olevaa komponenttikirjastoa voidaan täydentää uusilla käyttäjäkohtaisilla symboleilla. Komponenttien tiedot voidaan hakea nimiketietokannasta. Nimiketiedot on mahdollista siirtää myös toisista järjestelmistä Vertexin käyttöön.

Kaaviossa olevien putkilinjojen ja varusteiden suunnittelutieto voidaan viedä VERTEX Laitossuunnittelu 3D-ohjelmistoon. Mallinnettava putkilinja voidaan osoittaa suoraan kaaviosta jolloin kolmiulotteiseen ympäristöön reititetylle putkilinjalle tulee suoraan kaaviossa oleva tieto. Myös varusteet voidaan lisätä putkilinjalle osoittamalla ne kaaviosta.

Laitossuunnittelussa voidaan käyttää samoja tietokantoja PI -kaaviosuunnittelun kanssa. Komponenttikirjastot ja suunnittelutiedot voidaan siirtää muista tietokantaohjelmista Vertex -tietokantoihin tietokantasiirron avulla.

Tietokantoja on mahdollista käyttää myös ODBC -yhteyden kautta, jolloin windows – tietokantaa voidaan käyttää kuten Vertex -tietokantaa. Kaavioista tuotetut listaukset voidaan siirtää suoraan esim. Excel -taulukkoon. Kaavioiden grafiikka voidaan tallettaa myös muissa kuvaformaateissa, kuten DWG, DXF, IGES.

<http://www2.vertex.fi>



Kuva 4.2 VERTEX G4Plant ohjelmistolla laadittu malli uimahallin vedenkäsittelylaitteista

Ohjelmiston vahvuudet

- Putkien törmäykset helppo tarkastaa
- Vertexin perustoiminnot on helppo omaksua.

- Komponenttien (esim. venttiilit ja laitteet) lisäys Vertexin kirjastoihin
- Kun pyytää apua Vertexin ylläpitohenkilöstöltä, vastaus tulee nopeasti.
- Suunnittelu on paljon havainnollisempaa kuin 2D:ssä.

Ohjelmiston heikkoudet

- Muoviputkia on heikosti tarjolla Vertexin kirjastoissa, mutta niiden lisäys sinne onnistuu.

Hatvala, 2010

5. LAITOSSUUNNITTELUOHJELMISTON KÄYTTÖÖNOTTO

Vedenottamojen lay-out ja rakennesuunnittelussa on vuoteen 2009 asti käytetty kaksiulotteista CAD-piirtämistä sekä koneisto ja LVI-suunnittelussa CADMill- ohjelmistoa.

CADMill mahdollistaa periaatteessa putkistojen ja koneikkojen kolmiulotteisen suunnittelun, mutta ohjelman käyttöliittymä kolmiulotteisten mallien luomiseen on havaittu vaikeakäyttöiseksi. Ohjelmiston käyttö prosessi- ja instrumentointikaavion automaattiseen luomiseen on työlästä ja vaikeaa. CADMill ohjelmiston puutteiden johdosta on vuoden 2010 alkupuoliskon aikana kartoitettu uuden laitossuunnitteluohjelmiston käyttöönoton mahdollisuudet ja koulutettu pääkäyttäjiä laitossuunnitteluohjelmistojen käyttöön.

Laitossuunnitteluohjelmisto otetaan vaiheittain käyttöön jokapäiväisen projektityön ohessa. Tavoitteena on, että käyttäjät oppivat ohjelmiston käyttöön mahdollisimman luontevasti normaalin suunnittelutyön lomassa. Työn kautta opettelun lisäksi järjestetään koulutusta aluksi kolmelle avainkäyttäjälle (Helsinki, Hollola, Tampere, yksi henkilö kussakin toimipaikassa), jotka edelleen kouluttavat muita suunnittelijoita ohjelman käyttöön.

Käyttöönotossa tehdään välittömästi yhteistyötä rakennesuunnittelijoiden kanssa ensisijaisena tavoitteena saavuttaa hyvä yhteensopivuus laitossuunnitteluohjelmiston ja Tekla Structures ohjelmiston aineistojen yhdistämisessä sopivalla alustalla. Kun tämä on saavutettu, voidaan saman mallin kautta laatia kaikki rakennusurakoitsijan ja viranomaisten edellyttämät suunnitelmapiirustukset mallin leikkauksia tulostaen. Mallien yhdistämisellä havaitaan törmäykset ja vältetään virheet, jotka voivat aiheuttaa viivästyksiä ja kustannuksia toteutusvaiheessa.

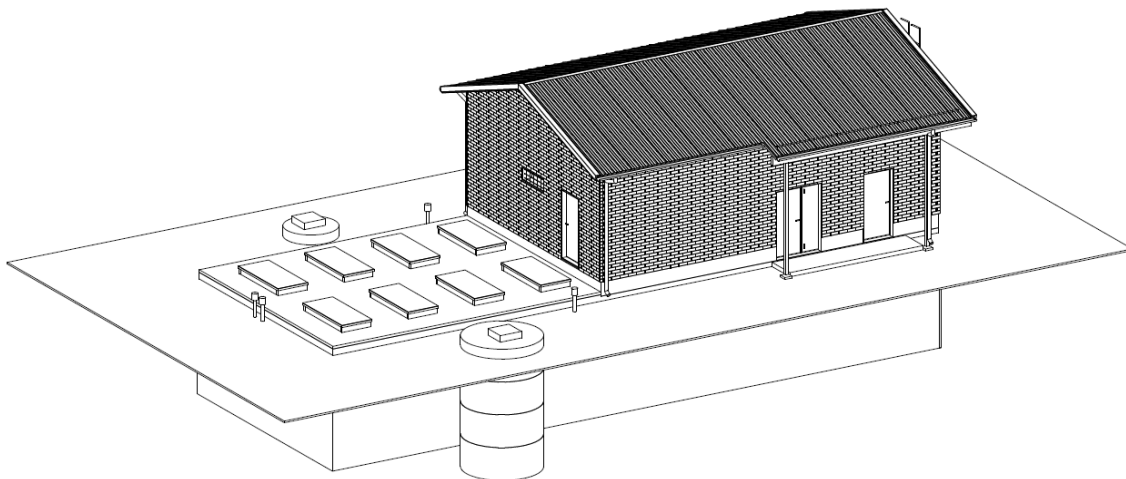
Vesilaitosten aluesuunnittelussa käytetään Novapoint ohjelmistoa. Pitemmän aikajänteen tavoitteena on yhdistää Novapoint, Tekla Structures ja laitossuunnittelun tietomallit yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Toistaiseksi tällä ei saavuteta merkittäviä hyötyjä muutoin kuin visualisoinnin tason parantamisen muodossa, joten sitä ei pidetä ensisijaisena kehityskohteena.

5.1 Vaihe 1, alustavat kokeilut

Tietomallinnukseen soveltuvia laitossuunnitteluohjelmistoja kartoitettiin vuoden 2009 aikana. Ensimmäinen suunnitelma, jonka yhteydessä koekäytettiin AutoCad 3D - ohjelmistoa putkien, koneistojen ja rakenteiden kolmiulotteiseen mallintamisesta oli Lohjan Moision jätevedenpumppaamon perusparannussuunnitelma keväällä 2010.

Ensimmäinen vesilaitossuunnitteluhanke, jossa rakenteet mallinnettiin kokonaan Tekla Structures ohjelmistolla, oli Heinolan Hevossaaren vedenottamo, joka suunniteltiin keväällä 2010 ja rakennetaan syksyllä 2010.

3D-HAVAINNEKUVA



Kuva 5.1 Havainnekuva Hevossaaren vedenkäsittelyrakennuksesta

Rakennesuunnitelmien ohella tietomallinnusta harjoiteltiin myös laitossuunnitteluohjelmiston osalta mallintamalla osa Hevossaaren vedenottamon putkistoista AutoCAD Plant 3D ohjelmistolla ja yhdistämällä Teklan rakennemalli tähän aineistoon kolmiulotteisena dwg-aineistona. Eri ohjelmilla laadittujen mallien yhdistäminen sujui varsin ongelmitta, mutta tulosteiden laatimisen kanssa havaittiin merkittäviä ongelmia.

5.2 Vaihe 2, ohjelmiston valinta

Ramboll Finland Oy:n ja Tritonet Oy:n syksyllä 2010 tapahtuneen yhdistymisen myötä vesilaitossuunnitteluryhmään liittyi kokeneita VERTEX-osaajia ja kaksi kelluvaa käytösisenssiä. Yritysten yhdistymisen myötä on päätetty alkaa kehittää laitossuunnittelun

tietomallinnusta ensisijaisesti VERTEX - ohjelmistoon perustuen. Autodeskin AutoCAD Plant 3D ohjelmiston kehitystä seurataan, mutta ohjelmistolisenssiä ei toistaiseksi hankita.

5.3 Vaihe 3, käyttäjien koulutus ja tuotekehityshanke

Huhtikuussa 2010 laitossuunnitteluohjelmiston käyttöönottoa varten perustettiin erillinen T&K projekti, jotta ohjelmiston käytön harjoittelu ja eri ohjelmilla laadittujen aineistojen yhteensovittamiseen kuluva aikaa voitiin tiliöidä tuntikirjanpitoon tuotekehitykseen.

Aikaa alkuvaiheen harjoitteluun ja yhteensovittamiseen varattiin kahdelle työntekijälle noin 20 työtuntia / työntekijä. Lisäksi AutoCAD Plant 3D ohjelmiston käytön opettelua varten tilattiin kolmelle työntekijälle yhden työpäivän kestävä perehdytyskoulutus, jossa käytiin läpi ohjelmiston käyttömahdollisuudet ja perustoiminnot.

Ramboll Finland Oy:n ja Tritonet Oy:n yhdistyessä saadaan vesilaitossuunnitteluryhmään VERTEX- laitossuunnitteluohjelmiston lisenssit ja henkilöstöä, joka on perehtynyt ohjelmiston käyttöön. Tritonet Oy:ssä VERTEX-ohjelmistoa on käytetty uimahallin vedenkäsittelylaitteiston mallintamiseen. Syys - lokakuussa 2010 mallinnetaan kaksi eri tyyppistä kalkkikivirouhealkalointiin perustuvaa vesilaitosta.

VERTEX -ohjelmiston aineistojen yhteensopivuutta Tekla Structures ja Novapoint ohjelmistojen aineistojen kanssa testataan syys-lokakuussa 2010. Aineistojen yhteensovituksen testaamisen jälkeen aloitetaan VERTEX-osaamisen laajentaminen laitossuunnitteluryhmässä. Ohjelmiston toiminta esitellään koko vesilaitossuunnitteluryhmälle marraskuussa 2010.

5.4 Vaihe 4, osaamisen syventäminen

Tavoitteena on, että vesilaitossuunnitteluryhmässä on vuoden 2010 loppuun mennessä kolme suunnittelijaa yksi Helsingissä, yksi Hollolassa ja yksi Tampereella, jotka osaavat sujuvasti käyttää laitossuunnitteluohjelmistoa ja kaikkia sen vesilaitossuunnittelun kannalta olennaisia osia kuten, putkistosuunnittelua, laitekirjastoja P/I kaavion laadintatyö-

kaluja ja jotka hallitsevat leikkauspiirustusten ja muiden tarvittavien tulosteiden laatimisen ohjelmistolla. Lisäksi pääkäyttäjien ohella tulee kunkin paikkakunnan laitossuunnitteluryhmässä olla vähintään kaksi muuta suunnittelijaa, joilla on riittävät perustaidot ohjelman käyttöön.

Osaamisen syventämiseen kuuluu lisäksi muilla tietomalliohjelmilla laadittujen aineistojen yhdistämisen käytäntöjen opettelu.

5.5 Vaihe 5, mallinnuksesta osa jokapäiväisiä työkäytäntöjä

Vuoden 2011 aikana tavoitteena on saada laitossuunnittelun tietomalliohjelmistojen käyttö yhtä jokapäiväiseksi osaksi vesilaitossuunnittelun työkäytäntöjä, kuin kaksiulotteinen CAD-piirtäminen tällä hetkellä on.

Ohjelmiston käytön arkipäiväistyessä vesihuoltoryhmän teknisiä avustajia koulutetaan ohjelmiston kautta laadittavien piirustusten laatimiseen. Tavoitteena on, että vuoden 2011 saavutetaan osaamisen taso siten, että kaikilla vesilaitossuunnittelua toteuttavilla toimistoilla on vähintään yksi tietomallinnuksen hyvin hallitseva Guru-suunnittelija ja kaikilla laitosten suunnittelun asiantuntijoilla on vähintään perustaidot tietomallien laatimisesta.

6. PÄÄTELMÄT

Tietomallinnuksen avulla on mahdollista saavuttaa hyötyjä erityisesti suunnittelutyön tehostumisessa, suunnitelmien virheettömyyden sekä suunnitelmien visualisoinnin parantamisen kautta. Mallintaminen sinällään ei ole itseisarvo, johon tulee pyrkiä joka tilanteessa.

Ohjelmistojen käytön sisäänajo suunnitteluryhmässä voi olla varsin raskassoutuinen jopa useita vuosia kestävä prosessi, jonka aikana tunteja kuluu ja suunnittelutyön katteista joudutaan tinkimään. Ohjelmiston käyttöönoton suunnittelu, laitossuunnitteluohjelmiston käyttöön kouluttaminen, vuoropuhelu käyttäjien ja ohjelmiston kehittäjien välillä sekä sopivien välitavoitteiden asettelu osaamisen laajentamisessa edesauttaa ohjelmiston sujuvaa sisäänajoa, käytön oppimista ja käyttäjien motivoitumista suunnittelukäytäntöjen muutokseen.

Sisäänajovaiheen jälkeen ohjelmistojen hyödyt tulevat esiin laadukkaampina virheettömämpinä suunnitelmina ja aiempien suunnittelukohteiden yhteydessä laadittujen valmiiden moduuliratkaisujen kautta nopeampana ja tehokkaampana suunnittelutyönä.

LÄHDELUETTELO

Blomster Anne-Maj, Toikkanen Eliisa, Kivilahti Jussi, Hatvala Veli-Matti, käyttökokemuksia AutoDesk AutoCAD Plant 3D – ohjelmistosta, 2010

Hatvala Veli-Matti, käyttökokemuksia Vertex 4Gplant ja PI – ohjelmistosta käytännön suunnittelutyössä, 2010

Kalmari Mikko, Mäntylä Ville, käyttökokemuksia Tekla Structures – ohjelmistosta, 2010

Koskela, Veli-Pekka, ”Tietomallinnus Ramboll Finland Oy:ssä” yhtiön sisäinen referenssitietokanta, 2010

Hietanen Jiri, ”Tietomallit ja rakennusten suunnittelu – Filosofinen selvitys tieto- ja viestintätekniikan mahdollisuuksista.” Rakennustieto Oy, 2005. 95 s.

Penttilä, Hannu et al, ”RT 10-10992 Tietomallinnettava rakennushanke, ohjeita rakennuttajalle” Rakennustieto Oy, 2010

Tawast, Ismo ”Tietomalli kesytti Kuokkalan kirkon vaativan geometrian” Projektixtra, Rambollin projektilehti 1/2010

<http://www.finlex.fi/>

<http://www.senaatti.fi>

<http://www2.vertex.fi>

<http://www.cadigroup.fi>

<http://www.tekla.com>

<http://www.vianova.fi>