

Opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri AMK

Infratekniikka

2020

Joonas Lepistö

TIETOMALLINTAMISEN HYÖDYT VESIHUOLTOVERKOSTO- HANKKEISSA

OPINNÄYTETYÖ AMK | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

Ohjaaja DI Pirjo Oksanen

2020 | 41 sivua, 2 liitesivua

Joona Lepistö

TIETOMALLINTAMISEN HYÖDYT VESIHUOLTOVERKOSTOHANKKEISSA

Tietomallintaminen on 2010-luvulla yleistynyt infrarakennushankkeiden suunnittelussa. Tietomallipohjaiset suunnitelmat ovat olleet käytössä enemmän talonrakennuspuolella, kuin infrarakentamisessa. Nykyään tietomallit vesihuoltoverkkojen suunnittelussa on yleistymässä, eikä niiden käytöstä ole vielä paljon kokemusta.

Tietomallilla tarkoitetaan visuaalista 3D-mallia, johon on yhdistetty tietoa. Vesihuoltoverkostoissa tämä voi esimerkiksi tarkoittaa jätevesiviemäriinjaa varusteineen kuvattuna 3D-mallina ja malliin on sisällytetty tieto varusteiden materiaalista, halkaisijasta ja rakennusvuodesta. Tietomallit eroavat perinteisistä dokumenttipohjaisista suunnitelmista siinä, että ne ovat kokonaan digitaalisia ja ne esiintyvät 3D-maailmassa.

Tässä työssä tutkittiin tietomallintamisen hyötyjä vesihuoltoverkoston suunnittelussa. Tutkimus toteutettiin haastattelemalla vesihuoltoverkostojen omistajia, suunnittelutyön tilaajia, urakoitsijoita ja suunnittelijoita. Työssä havainnollistettiin tietomallintamisen tuomat hyödyt vesihuoltoverkostojen suunnitteluun.

Tietomallien hyötyjä on tutkittu rakennusalan kehittyessä useasta eri näkökulmasta. Jo selvitettyjä hyötyjä on suunnitelmien visuaalisuus, suunnittelutyön tehostuminen ja virheiden väheneminen suunnittelussa. Usein kuitenkin tietomallipohjaisten suunnitelmien tekeminen on vähäistä, koska alalla on vielä havaittavissa tietotaidon puutetta erityisesti tilaajien osalta. Jotta tietomallipohjaiset suunnitelmat yleistyisivät vesihuoltoverkostohankkeissa, täytyisi osaamisen vajetta paikata koulutuksilla ja pilottihankkeiden avulla. Todettuja hyötyjä tässä työssä olivat suunnitelmien visuaalisuus, laaja muokattavuus ja suorien virheiden väheneminen suunnittelussa.

ASIASANAT:

tietomalli, vesihuolto, hyöty

BACHELOR'S | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering

Instructor Pirjo Oksanen M.Sc. Eng.

2020 |41 of pages, 2 pages in appendices

Joona Lepistö

THE BENEFITS OF MODEL-BASED PLANNING IN WATER SUPPLY AND SEWERAGE NETWORK PROJECT

Model-based planning has been become more common in 2010s in the planning of construction projects. Model-based plans have been used more generally in building side than infrastructure construction. In water supply and sewerage model-based plans are become more popular but there is not so much information about using them in real life.

Model-based plans which are usually called BIM (Building Information Model) refer to a 3D model which have been connected information. In water supply and sewerage this could be for example wastewater line which is modelled to 3D and model includes information about the pipe material, diameter or building year. BIM usually differ traditional construction plans that is completely digital, and they are presented on 3D world.

The target of this thesis was to determine the benefits of model-based planning in water supply and sewerage network project by research. The research was implemented by interviewing owners of the water supply and sewerage network, contractor and designers.

The benefits of model-based planning have various viewpoints in different research. The typical benefits are visuality of plans, more effective planning and reduction of errors. Usually model-based plans in water supply and sewerage projects are not common because there is lack of information about BIM among owners of the networks. A solution for that problem is increase education and with pilot projects. Benefits demonstrated in this thesis were better plan solutions, better customizability and visuality of plans.

KEYWORDS:

BIM, water supply and sewerage, benefit

SISÄLTÖ

SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 VESIHUOLTOVERKOSTO JA TIETOMALLINTAMINEN	9
2.1 Vesihuoltoverkoston rakenne	9
2.2 Vesihuoltoverkosto tietomallissa	11
2.3 Hankkeen suunnittelu	13
2.4 Hankkeen toteutus	15
2.5 Hyödyt vesihuoltoverkostohankkeissa	16
2.6 Omaisuudenhallinnan visualistaminen	18
2.7 Taloudelliset vaikutukset vesihuoltoverkostohankkeeseen	20
3 SELVITYS TIETOMALLINTAMISEN HYÖDYISTÄ VESIHUOLTOVERKOSTOHANKKEISSA	23
3.1 Haastattelututkimus	23
3.2 Lähtötietojen vaikutus suunnitteluun	24
3.3 Tietomallin visuaalisuus suunnitelmissa	25
3.4 Tietomallipohjaisen hankkeen aikataulu	25
3.5 Tietomallipohjaisen hankkeen kustannukset	26
3.6 Koneohjaus ja tietomalli	27
3.7 Tietomallien käyttö ja osaaminen	28
4 TIETOMALLIT SUUNNITTELUSSA	30
4.1 Lähtötiedot	30
4.2 Tilaajan vaatimukset	31
4.3 Suunnittelu	32
4.4 Rakentamisen aikana	33
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	35
LÄHTEET	40

LIITTEET

Liite 1. Kysely haastateltaville

KUVAT

Kuva 1. Periaatekuva vesihuoltoverkosta.	10
Kuva 2. Esimerkki vesihuoltoverkosta vietyinä tietomalliin.	12
Kuva 3. Tietomallipohjaista lisättyä todellisuutta putkiverkostosta laitoshankkeessa.	19
Kuva 4. Esimerkki virtuaalisen todellisuuden käyttämisestä tietomallien havainnollistajana.	20
Kuva 5. Tietomallipohjaisten suunnitelmien hyödyt projektille ja vaikutukset talouteen	21
Kuva 6. Esimerkki koneohjausjärjestelmän näytöstä, jossa on koneohjausmalli.	27
Kuva 7. Tiedonhallintasuunnitelmassa esitettävät asiat.	32
Kuva 8. Trimble Connect.	34
Kuva 9. Havaintoja tutkimuksesta.	36

KUVIOT

Kuvio 1. Esimerkki omaisuuden jakautumisesta.	11
Kuvio 2. Tietomallihankkeeseen liittyvät päätehtävät.	14
Kuvio 3. Esimerkki tietojen päivittämisestä mallipohjaisessa suunnittelussa.	18
Kuvio 4. Lähtöaineiston kasaaminen suunnittelua varten.	30

SANASTO

AR	lisätty todellisuus, joka poikkeaa virtuaalitodellisuudesta siten, että tässä on yhdistetty sekä todellista maailmaa että virtuaalisia elementtejä; augmented reality (Koukka 2019, 33)
mallipohjainen	tiedon käsittelyn paradigma tai soveltamistapa, jossa esimerkiksi tuotetta kuvataan tietokonesovelluksilla mallina ja sen muodostavina osina, ja sovellukset pystyvät automaattisesti tulkitsemaan mallin sisältämiä tuotetietoja (Eurostep Oy 2014, 28)
objekti	Katso olio.
olio	tietyä asiaa kuvaavien tietojen kooste, jota sovelluksissa käsitellään yhtenä kokonaisuutena; oliopohjaisessa mallintamisessa tai tuotemallintamisessa asioita kuvataan oliolla, joilla on ominaisuuksia ja yhteyksiä toisiin olioihin (Eurostep Oy 2014, 6).
semanttinen	sisältää geometriatiedon lisäksi myös kohteiden rakenteellisia ominaisuustietoja. Mallin avulla voidaan tehdä 3D-visualisoinnin lisäksi kaupunkitasoisia analyysejä esimerkiksi energiankulutuksesta, ympäristön ominaisuuksista sekä kaupunkisuunnittelusta. Mallin tietoa voidaan rikastaa myös analyysien tulosten avulla (Suomisto 2014).
tietomalli	tietojen formaatin määrittely, joka määrittelee tiedot ja niiden väliset yhteydet (Eurostep Oy 2014, 4).
VR	virtuaalinen todellisuus on nimensä mukaisesti ketinotekoinen ympäristö, joka on toteutettu 3D-mallintamalla, eli kaikki mitä nähdään, on virtuaalista; virtual reality (Koukka 2019, 33)

1 JOHDANTO

Suunnitelmat rakennusalalla ovat siirtyneet sähköiseen muotoon ja suunnittelu on muuttunut tietokoneavusteiseksi. Tietokoneella pystytään tarkempaan laskentaan ja suunnitelmat muodostuvat siksi nopeammin. Tämä muutos on tuonut mahdollisuuden suunnitella kohteita 3D-malleina. 3D-mallit ovat visualisoituja suunnitelmia, joissa rakennusosat kuvataan samalla tavalla, kuin ne oikeassakin maailmassa esiintyvät. Ainoa ero oikeaan maailmaan on se, että malli sijaitsee tietokoneen tai muun älylaitteen näytöllä. Mallista nähdään helposti suunnitelman detajit ja niiden suunnittelu pystytään myös tekemään tarkasti. Nämä kaksi tapaa yhdistetään tietomallintamisessa, kun tieto kohteesta on yhdistetty tiettyyn 3D-malliin.

Mallipohjaisella suunnittelulla saadaan aikaan varsin tarkkoja kuvauksia kohteesta millaiselta se tulee näyttämään valmiina jo suunnittelun aikana. Tällä pyritään saavuttamaan tehokkuutta, kustannussäästöjä ja parempaa tiedonhallintaa. Parempi tiedonhallinta on arvokasta esimerkiksi vesijohtoverkoston omistajille, koska näin omaa omaisuutta pystytään hallitsemaan paremmin. Kustannussäästöjä syntyy esimerkiksi, kun virheet pystytään ennakoimaan jo suunnitteluvaiheessa, eikä vasta rakentaessa.

Yleisesti tietomallipohjainen suunnittelu on ollut yleisempää talonrakennuspuolella, kuin infrarakentamisessa. Kuitenkin 2010-luvulla tehdyt harppaukset suunnitteluohjelmien käyttöönotossa ja niiden hyödyntämistä infran suunnitelmissa on vienyt alaa eteenpäin. Tietomallinnus osana suunnittelua antaa uusia mahdollisuuksia ja siinä päästään entistä tarkempiin lopputuloksiin. Tiedon yhdistäminen mallinnettuun kuvaan kohteesta auttaa jokaista kohteen kanssa työskentelevää ymmärtämään paremmin projektin kohdetta, kun kaikki tieto on kerättyä yhteen paikkaan.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään tietomallinnusta vesihuoltoverkoston suunnittelun näkökulmasta ja pyritään löytämään selkeitä hyötyjä, mitä tietomallintamisella saavutetaan. Tämä voi olla esimerkiksi vanhojen suunnitelmien yhdistäminen uusiin suunnitelmiin. Kohteesta pystytään mallintamaan tarkasti uudet linjat ja huomioimaan ne yhdessä vanhojen linjojen kanssa yhdessä toteumamallissa.

Vesihuoltoala ja infrarakentaminen ovat tietomallintamisen murroksessa. Tietomallipohjaisia suunnitelmia käytetään yhä enemmän ja paine niiden käyttöönottamiselle kasvaa. Siksi tässä opinnäytetyössä selvitettävät asiat ovat ajankohtaisia ja ne hyödyttävät

erityisesti verkostojen omistajia, joiden tehtävänä on päättää suunniteltavien hankkeiden toteutusformaatti.

Opinnäytetyön kvalitatiivisessa osassa on tarkoitus selvittää, mitä hyötyä tietomallinnus on tuonut vesihuoltoverkostohankkeisiin verkostojen omistajien ja suunnittelun näkökulmista. Selvityksessä on tarkoitus löytää kokemusperäisen tiedon kautta vastauksia tietomallipohjaisensuunnittelun hyödyntämiseen vesihuoltoverkostohankkeissa.

2 VESIHUOLTOVERKOSTO JA TIETOMALLINTAMINEN

2.1 Vesihuoltoverkoston rakenne

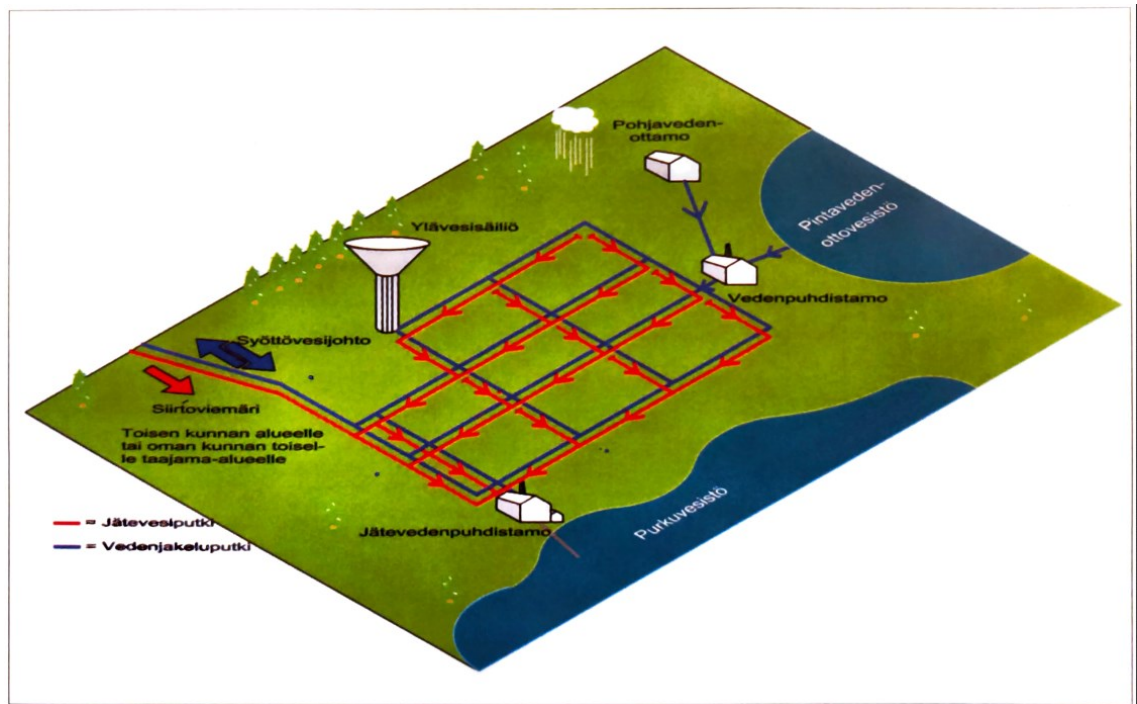
Vesihuollolla tarkoitetaan veden johtamista, käsittelyä ja toimittamista talousvetenä käytettäväksi, sekä jäteveden poisjohtamista ja käsittelyä. (Vesihuoltolaki 199/2001). Lisäksi verkoston tarkoituksena on varmistaa yhteiskuntamme veden saanti. Maamme vesihuoltoverkostot omistavat joko kunnat tai vesiosuuskunnat, jotka myös vastaavat verkoston rakennuttamisesta ja kunnossapidosta. (VVY 2020a)

Vesihuoltoverkostot ovat keskeisin osa vesihuoltoa ja ne koostuvat niihin kuuluvista vesijohtoverkostoista, jätevesiviemäri- ja hulevesiverkostoista sekä niihin liittyvistä pumpaamoista. Lisäksi verkostojen rakenteeseen kuuluu vesihuoltoverkoston varusteet, kuten esimerkiksi kaivot, sulkuventtiilit tai palopostit. Verkostojen teknisten ratkaisujen elinkaari on noin 50 vuotta, mutta parhaimmillaan yli 100 vuotta. Suomen vesihuoltoverkosta suurin osa on rakennettu 50–60 vuotta sitten 1960–1970-luvuilla. Joten verkostojen korjaaminen on ajankohtaista lähitulevaisuudessa. (VVY 2020a) Vesihuoltolaitosten korjausvelan kartoittaminen ja sen arviointi on tärkeää vesihuoltoverkoston kunnossapidon ja toimivuuden kannalta. Siksi erilaisten mittareiden ja tutkimuksen kehittäminen verkoston kunnonarvioinnissa on ratkaisevassa asemassa verkostojen kunnossa pysymisen kannalta. (VTT 2013.)

Ikääntyvästä verkostosta huolimatta Suomen vesihuolto on maailman huippuluokkaa. Ilman toimivaa vesihuoltoa yhteiskuntamme olisi hyvin erilainen. Esimerkiksi kaikki päivittäiset rutiinimme olisi hyvin erilaisia ilman vesihuoltoverkostoa, joka maassamme on. Voisi siis todeta, että ilman toimivaa vesihuoltoverkostoa ei olisi nykyisenlaista toimivaa yhteiskuntaa. Ja siksi meidän tulee pitää se yhtä korkealla tasolla aktiivisella tutkimus- ja kehitystoiminnalla. (Katko & Juuti 2018, 20.)

Vesihuoltoverkостosta (kuva 1) viemäriverkosto muistuttaa rakenteeltaan haaroittuvaa oksistoa tai luonnonojastoa. Tämän tyyppinen viemäriverkosto toimii yleensä painovoimaisesti. Painovoimaisella viemärillä tarkoitetaan sitä, että virtaus putkessa tapahtuu painovoimaisesti viettäen aina korkeammasta pisteestä matalampaan pisteeseen. Toinen viemäriverkoston toimintaperiaatteista on paineellinen jätevesiviemäri. Sen toiminta perustuu jätevesipumppaamoiden aiheuttamaan paineeseen verkostossa. Paineen avulla saadaan aikaan virtaus putkessa. Viemäriverkoston tyypillisimpiä varusteita ovat

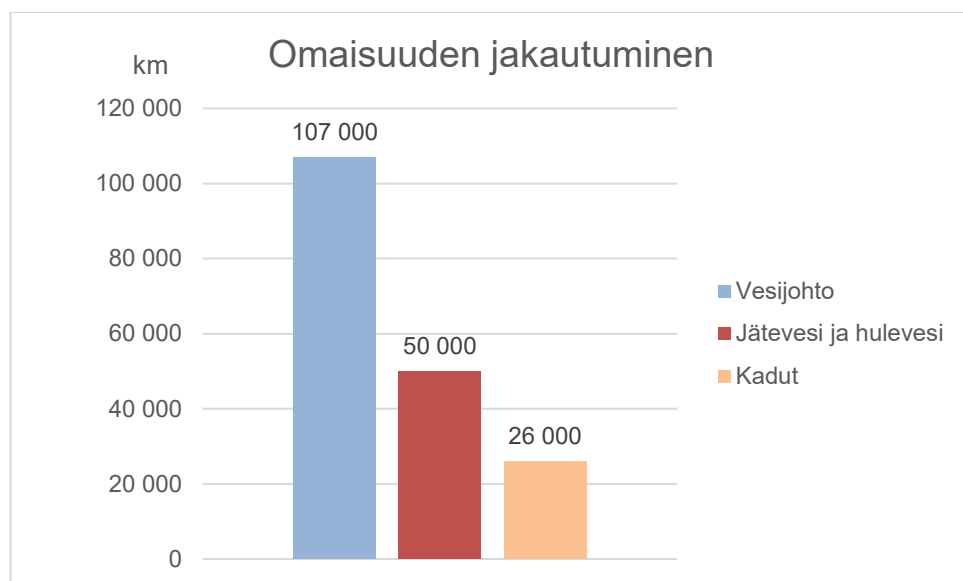
viemäriputket, jotka jakautuvat kokooja- ja pääviemäreihin. Viemäriputkiin liitetään liitoksilla erilaisia kaivoja, kuten esimerkiksi tonttikaivot, kokoojakaivot ja tarkastuskaivot. Lisäksi viemäriverkostoon kuuluu kiinteistökohtaiset tonttiliittymät, joilla kiinteistöt liitetään viemäriverkostoon. Paineviemäriverkostoon kuuluu lisäksi sulkuventtiileitä sekä jätevesipumppaamoita. Jätevesi kerääntyy kokoojaviemäreiden kautta pääviemäreihin. Pääviemärit kuljettavat jätevettä pumppaamoiden kautta jätevedenpuhdistamoille. (Karttunen 2010, 25–26.)



Kuva 1. Periaatekuva vesihuoltoverkosta. (Karttunen 2010, 25.)

Vesijohtoverkosto rakentuu vedenottamon ja kulutuspaikan välille rakennetusta vesijohtoverkostosta. Vesijohtoverkoston rakenteella pyritään saavuttamaan tilanne, jossa venttiileitä sulkemalla saadaan katkosten aikainen häiriö rajattua mahdollisimman pieneksi. Vesijohtoverkosto on siksi rakenteeltaan, joko haarautuva tai lenkkimäinen. Vesijohtoverkoston varusteisiin kuuluvat tyypillisesti vesijohdot, joiden tehtävänä on kuljettaa vesi kulutuspaikkaan. Sulkuventtiilit, joilla säädellään veden kulkua verkostossa joko avaamalla tai sulkemalla niitä. Vesijohtoverkoston kuuluu olennaisesti myös paineenkorotusasemat, joilla verkoston painetta saadaan lisättyä haluttuun tasoon. Lisäksi verkostossa on esimerkiksi palo- ja vesiposteja väliaikaiseen vedenjakeluun. (Karttunen 2010, 25–26.)

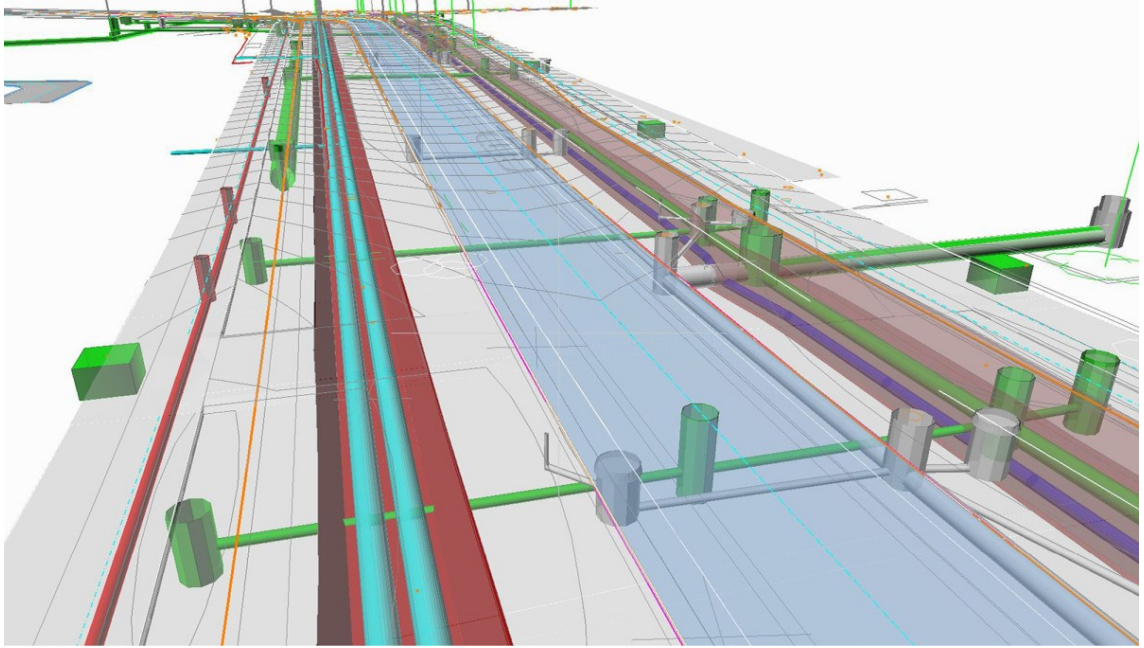
Suomessa on noin 107 000 kilometriä yleistä vesijohtoverkostoa ja noin 50 000 kilometriä jätevesiviemäri- ja hulevesiverkostoa sekä näihin kuuluvia järjestelmiä (kuvio 1). Tämä muodostaa noin 80 % koko vesihuoltoverkoston omistajan omaisuudesta vesihuollon osalta. Lukuihin ei sisälly kiinteistöjen tonttijohdot. (ROTI 2019, 22.) Vertailun vuoksi vesihuoltoverkostojen omistajilla, jotka pääasiassa ovat kuntia ja kaupunkeja, on katuverkkoa yhteensä noin 26 000 kilometriä. Tämä on noin 84 % verkostoa vähemmän, kun verrataan katuverkkoa vesihuoltoverkostoon. Siksi vesihuoltoverkoston laajuutta yhteiskunnassamme ei tule unohtaa vaikka suurin osa siitä on piilossa maan alla. (Väylä 2020.)



Kuvio 1. Esimerkki omaisuuden jakautumisesta. (ROTI 2019, 22; Väylä 2020.)

2.2 Vesihuoltoverkosto tietomallissa

Tietomallintamisella vesihuoltoverkostohankkeissa luodaan kuva verkostosta 3D-mallina (kuva 2). Tämä tarkoittaa esimerkiksi yhden putkilinjan esittämistä 3D-kuvana. Tähän 3D-kuvaan on sisällytetty tietoa. Tietomallin ei tarvitse sisältää kuitenkaan kuvaa kohteesta 3D-mallina, vaan se voi olla myös pelkkää digitaalista tiedonkäsittelyä. (Henkilökohtainen tiedonanto 2020.)



Kuva 2. Esimerkki vesihuoltoverkosta vietynä tietomalliin. (Kuntatekniikka, 2015.)

Isommassa mittakaavassa vesihuoltoverkosta voidaan kuvata sekä semanttisina alue-tason tietomalleina, että yksityiskohtaisemmin rakennustietoa sisältävinä tietomalleina. Ensin mainitussa malli sisältää tietoa isoista alueista ja sen tarkoituksena on luoda kuva koko yhdyskuntarakenteesta. Semanttisia malleja voidaan käyttää uusien projektien lähtötietoina, kun tiedot edellisistä urakoista on tallennettu projektin päättymisen jälkeen. Semanttisia malleja tulisi päivittää aina, kun alueella tehdään rakenteisiin muutoksia. Esimerkiksi saneeraustyö vesihuoltoverkossa. Tällöin malliin tulee päivittää uudet tiedot siitä, mitä alueella on tehty ja korjattu. (Huntus 2018, 12.)

Jälkimmäinen rakennustietoa sisältävä tietomalli sopii kuvaamaan vesihuoltoverkoston rakennetta yksityiskohtaisemmin. Tämä malli syntyy suunnittelun lopputuloksena ja sitä voidaan käyttää rakennushankkeiden toteutusvaiheessa. Aineistoa voidaan päivittää rakentamisen aikana ja sen avulla rakentamisesta saadaan paljon tarkempaa. (Huntus 2018, 12.)

Vesihuoltoverkostat kuvataan tietomalleissa solmulinkki verkostona. Tämä tarkoittaa, että vesihuoltoverkoston kaivot ja laitteet ovat solmuja johon putket linkittyvät. Nämä ovat tietomallin objekteja. Tietomallissa jokainen verkoston objekti tietää kuinka se kytkeytyy seuraavaan osaan ja miten se käyttäytyy oikeassa maailmassa. Verkoston tiedot ovat laajasti muokattavissa ja niihin voidaan syöttää runsaasti lisätietoja. Tietoa voi olla esimerkiksi materiaali, sisä- ja ulkohalkaisija tai kaivon kannen tyyppi. Kaikki objektit saavat

tiedon todellisista parametreista mitkä niille on ohjelmaan syötetty. Näin tietomalliin pystytään kertomaan tarkasti verkoston rakenne ja verkoston objektien keskinäiset suhteet. Ja siten aineistosta saadaan huomattavasti informatiivisempi kuin perinteisestä dokumenttipohjaisesta suunnitelmasta. (Junnonen 2009, 52; Future Group 2017.)

Verkostoa mallinnettaessa malli voi perustua myös ennalta määritettyihin katalogeihin eli osaluetteloihin, jotka sisältävät tietoa verkoston eri objekteista. Katalogit perustuvat suunnittelukriteereihin. Katalogien käyttö nopeuttaa ja helpottaa suunnittelua, koska objektien parametreja ei tarvitse erikseen määrittää. Suunnittelijat ja toimistot voivat itse määrittää ennalta omia katalogeja. Lisäksi katalogeja suunnitteluohjelmiin voi kehittää ja lisätä esimerkiksi tuotteiden valmistajat. Näin mallintamisesta ja suunnittelutyöstä saadaan paljon nopeampaa, kun tiedon käytettävästä tuotteesta on jo valmiina suunnitteluohjelmassa. (Future Group 2017.)

2.3 Hankkeen suunnittelu

Vesihuoltoverkoston suunnittelun tavoitteena on toimiva vesihuolto. Suunnittelu käsittää hankkeen mukaan jätevesiviemäreiden tai vesijohdon suunnittelun tai pelkästään osan siitä. Siksi vedenjakelujärjestelmien ja viemäroinnin toimintavarmuus on varmistettava suunniteltaessa vesihuoltoverkostoa. Seuraavissa kappaleissa on kuvattuna, miten tietomallipohjaisessa hankkeessa suunnittelun eri roolit jakautuvat. (Myllylä 2012, 16.)

Yleisesti mallinnushankkeisiin sekä suunnittelu- että rakennusvaiheessa sisältyy useita eri tehtäviä ja rooleja (kuviot 2). Jokainen tehtävä on erilainen ja ne vaihtelevat paljon hankkeen sisällön, laajuuden ja suunnitelmavaiheen mukaan. Siksi hankkeen suunnitelmallisuus ja koordinointi ovat tärkeitä erityisesti laajoissa hankkeissa. Pienemmissä hankkeissa roolit sulautuvat ja sisältyvät muihin suunnittelutehtäviin. Tietomallipohjaisen hankkeen päätehtävät on esitetty kuvassa 4. (YIV 2019, 22.)



Kuvio 2. Tietomallihankkeeseen liittyvät päätehtävät (YIV 2019, 22.)

Keskeisin rooli tietomallihankkeissa on tilaajalla. Tilaaja tekee hanketta koskevat päätökset ja hankinnat. Tehtäviin kuuluu myös vastata hankkeissa niiden valmistelusta ja läpiviennistä sekä suorittaa vastaanoton lopputuloksesta ja tekee arkistoinnin omiin järjestelmiinsä. Siksi hankkeen onnistumisen kannalta tilaajan tietotason tulee olla hyvä. Tarvittaessa tilaaja voi käyttää hankkeissa ulkopuolista konsulttia tekemään tilaajalle kuuluvat tehtävät. (YIV 2019, 23.)

Suunnittelun näkökulmasta tärkein rooli on hankkeen pääsuunnittelijalla. Hänen tehtäviinsä kuuluu vastata suunnittelun kokonaisorganisoinnista ja aikataulutuksesta. Kuitenkin tarvittaessa tietomallikoordinaattori hoitaa pääsuunnittelijan tehtävät. Erityisesti isoimmissa hankkeissa tätä käytetään tyypillisesti. Tietomallikoordinaattorin tehtävänä on vastata hankkeen mallintamisen onnistumisesta kaikilla osa-alueilla ja huolehtia, että vuoropuhelu kaikkien organisaatioiden välillä toimii. (YIV 2019, 23.)

Suunnittelijat vastaavat tietomallipohjaisissa hankkeissa kohteiden suunnittelusta. He laativat oman tekniikka-alueensa suunnitelmat mallipohjaisesti noudattaen tiedonhallintasuunnitelmassa noudatettavaksi sovittuja suunnittelu- ja mallinnusohjeita. Tehtäviin

kuuluu myös huolehtia vuoropuhelun onnistuneisuudesta muiden tekniikka-alan suunnittelijoiden ja projektijohdon kanssa, sekä varmistaa suunnitelmamalliensa yhteensopivuus muiden suunnitelmien kanssa. Lopullisten suunnitelmien dokumentointi tapahtuu yhdessä hankkeen tietomallikoordinaattorin kanssa. (YIV 2019, 24.)

Tietomallin jalkauttaminen suunnitteluun on tunnettu haaste, joka johtuu usein tilaajaorganisaation osaamisen puutteesta tehdä suunnitelmat tietomallipohjaisesti. Tilaajaorganisaatio voi linjata, että kaikki uudiskohteet suunnitellaan tietomallipohjaisesti, jolloin se luo painetta tietomallin käyttöönottoon suunnittelussa. Lisäksi suunnitteluohjelmien yhteensopivuus ja sovellettavuus ei ole vielä kaikilla organisaatioilla samalla tasolla. Mikä vaikeuttaa suunnittelun jatkuvuutta, jos suunnittelun aikana katoaa tietoa tai vuoropuhelu on puutteellista. (Henkilökohtainen tiedonanto, Turun kaupunki & Turun vesihuolto, 24.5.2020.)

2.4 Hankkeen toteutus

Toteutuksen tasolla tietomallilla saadaan tehostettua rakentamisen aikataulua, kun tieto ajasta poimitaan suunnitelmien objekteista. Työmaasta voidaan tällä tavoin luoda simulaatioita, ja mahdollisiin ongelmakohtiin pystytään puuttumaan ajoissa. Ongelmakohtia voi olla esimerkiksi työvoiman, -välineiden puute tai turvallisuuteen liittyvät ongelmat. (Korpela 2011, 8-9.)

Kokonaisuudessa hankkeiden toteutusvaiheessa tietomallipohjaisella rakentamisella pyritään tuottavuuden lisäämiseen ja laadun selkeään paranemiseen. Kaikki suunnittelussa tarkastellut virheet ja riskitilanteet on joko ratkaistu tai niihin on pystytty paremmin varautumaan verrattaessa dokumenttipohjaisiin suunnitelmiin. Tällöin työpanos on enemmän projektisuunnittelussa, jolloin kokonaiskustannuksiin pystytään paremmin vaikuttamaan. Tarkemman suunnittelun avulla pystytään tekemään entistä realistisempia ja tarkempia aikataulusuunnitelmia, mikä vaikuttaa projektin laatuun suoraan. Lisäksi työntehokkuuteen pystytään vaikuttamaan, kun suunnitelmat pystytään yhdistämään työmaalla käytettäviin koneisiin. (Peippo 2015, 18.)

Tietomalleista saatava tieto kytkeytyy urakoissa käytettävien koneiden koneohjausjärjestelmiin. Koneen liikkeet on siis synkronoitu järjestelmään ja siksi järjestelmä sekä malli keskustelevat keskenään toisilleen. Esimerkiksi perinteisesti rakentamalla konekuskin perämiehen on tarvinnut mitata oikea korko työmaan korkeuskepeistä. Nykyään kuski

näkee mallista korkeuden, vanhat linjat ja tonttien rajat. Tämä helpottaa ja nopeuttaa kaivamista. (Novatron 2014.)

Koneohjausmalleja voidaan nykyään käyttää pääsääntöisesti aina sellaisissa kohteissa, milloin niissä tarvittaisiin yleensä mittamiestä. Mallit ovat helppoja tehdä hyvinkin suppeasta lähtötietomateriaalista, eikä niiden tekemiseen tarvita suoraan puhtaita tietomallipohjaisia suunnitelmia. Koneohjausmallien avulla kuskit pystyvät siis itsenäisempään työskentelyyn koneohjausmallien avulla. Siksi turhat odottamiset työnteossa jäävät pois, mikä näkyy suoraan hankkeen kustannuksissa. (Novatron 2020.)

2.5 Hyödyt vesihuoltoverkostohankkeissa

Tietomallilla saadaan tietoa hankkeen yksityiskohdista. Tämä tieto helpottaa esimerkiksi päätöksentekoa, kun hankkeesta on olemassa tietoa kustannuksista, materiaaleista ja alustavasta aikataulusta. Näiden tietojen avulla voidaan jo hyvin arvioida hankkeen kannattavuutta. Tietomallilla voidaan myös arvioida koko hankkeen elinkaaren kustannuksia ja millainen ekologinen vaikutus sillä on ympäristöön. (Korpela 2011, 7.)

Tietomalleja pystytään nykyään parhaiten hyödyntämään kohteen visualisoinnissa, koneohjauksessa ja erilaisten dokumenttien tuottamisessa. Tästä syystä eri organisaatiot käyttävät keskinäiseen tiedonsiirtoon perinteisiä dokumenttipohjaisia suunnitelmia tai huomattavasti kevyempiä malleja, jolloin tietomallin hyöty toteutuu vain osittain. Nykyään suunnittelu tapahtuukin jo pääasiassa 3D maailmassa, mutta suunnitelmat tilaajalle ja työmaalle toimitetaan pääasiassa perinteisinä dokumenttipohjaisina suunnitelmina. (Huntus 2018, 30.)

Suunnittelijan luodessa tietomallia hän luo objekteja eli olioita, jotka ovat keskenään yhteydessä toisiinsa ja muodostavat yhdessä kokonaisen suunnittelumallin. Yksittäiseen objektiin saadaan tallennettua tieto vain sitä koskevista ominaisuuksista ja käyttäytymissäännöistä. Esimerkiksi yhden jätevesiputkilinjan putki sisältää tiedon kaadosta, joka on tieto putken kaltevuudesta ja millä korkeudella se kytkeytyy kaivoon. Lisäksi putkesta kerrotaan tieto halkaisijasta ja materiaalista. (Future Group, 2017, 17.)

Tietomallintamisen tuoma tarkkuus suunnitelmiin on saanut aikaan suunnitelmien parantumista. Objektien keskustellessa keskenään vähentyvät virheet geometriassa ja sijoittelussa. Suunnitelmien tarkastus helpottuu ja vesihuoltoverkostoille tärkeät törmäystarkastelut on helppo tehdä koko hankkeen yhdistelmämallista. Lisäksi tarkastelun on

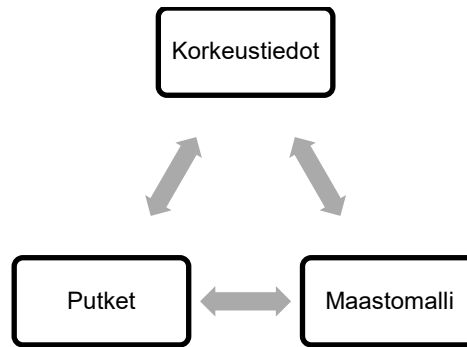
todettu vähentävän huomattavasti työmaalla tapahtuvaa muutossuunnittelua. Muutossuunnittelu voi pahimmillaan johtaa jopa useiden viikkojen viivästymiseen työmaalla. Toisaalta työn suunnittelu helpottuu työmaalla, kun tietomallista pystytään havainnoimaan tulevia rakennusvaiheita. (Korpela 2011, 7–8; Hämäläinen R, 2014, 14.)

Törmäystarkastelulla tarkoitetaan putkilinjojen yhteensovittamista muun rakennetun ympäristön kanssa maan alla. Esimerkiksi muiden putkilinjojen tai rakennusten perustusten kanssa. Törmäystarkastelulla nostetaan hankkeen laatua paremmaksi, koska virheiltä pystytään välttymään jo suunnitteluvaiheessa tai ainakin niitä pystytään vähentämään. Lisäksi tietomallipohjaisissa suunnitelmissa voidaan jo ensimmäisen suunnittelumallinnuksen jälkeen arvioida reittejä ja linjojen pituuksia sekä arvioida rakentamisesta aiheutuvia kustannuksia ja arvioida alustavasti erivaihtoehtojen sopivuutta olemassa olevaan ympäristöön. (Novapoint, 2020; Junnonen J, 2009, 27.)

Kuitenkin haasteellista uuden ja vanhan yhdistämisessä on tiedon pirstaleisuus. Tieto voi olla piilossa nykyisissä laitosten järjestelmissä tai paperisissa arkistoissa. Lisäksi on lukuisia eri tallennus- ja siirtomuotoja, jotka hidastavat kaikki suunnitelutiedon yhdistämistä. (Huntus 2018, 11.)

Eryisesti tietomalli omaisuudenhallinnan työkaluna on tärkeä ominaisuus vesihuoltoverkoston omistajille. Yleensä verkoston omistaa kunta, koska kunnilla on vastuu vesihuollon kehittämisestä ja järjestämisestä. (Vesihuoltolaki 199/2001). Siksi omaisuuden hallinta hankkeen alusta koko sen elinkaaren läpi on hyöty, mikä on erityisen tärkeä verkostojen omistajille. Lisäksi vesihuoltolaissa edellytetään, että kaikki tieto vesihuoltoverkostoista täytyy olla siirretty sähköiseen muotoon vuoden 2016 loppuun mennessä. Laissa ei ole kuitenkaan määritelty yhtä yhteistä järjestelmää, ja siksi tieto on tallennettu eritaivoin eri laitoksissa. (Vesihuoltolaki 199/2001.)

Tietomallin muokattavuus on ja sen kautta suunnittelutyön helpottuminen on selkeä ominaisuus, miksi tietomalli on parempi kuin perinteinen dokumenttipohjainen suunnitelma. Suunnitelmia muutettaessa eri objektien tiedot päivittyvät koko malliin samalla ja suunnittelu helpottuu. Esimerkiksi suunnitelmien pohjana oleva maastomallia päivittämällä päivittyvät samalla muut mallissa olevat objektit (kuvio 3). Mallista päivittyy pituus-, poikileikkaukset, korkeuskäyrät, linjojen korkeudet ja tasaukset. Lisäksi vuoropuhelu eri suunnittelijoiden välillä paranee, kun kaikki hankkeen suunnittelutieto on yhteistä ja suunnittelijat muokkaavat samaa aineistoa ja kaikilla on käsitys hankkeen kehittämisestä reaaliaikaisesti. (Future Group 2017, 17.)



Kuvio 3. Esimerkki tietojen päivittämisestä mallipohjaisessa suunnittelussa. (Future Group 2017.)

2.6 Omaisuudenhallinnan visualistaminen

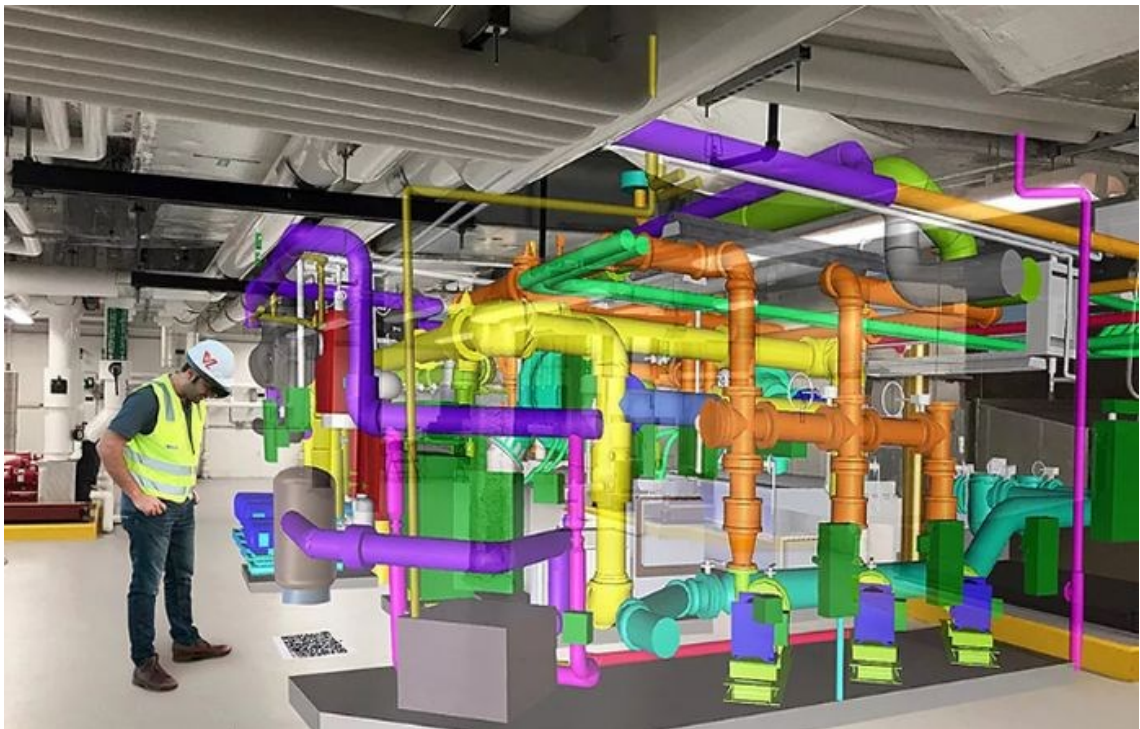
Vesihuoltoalalla on valtavasti tietoa, jota ei ole tallennettu digitaalisesti. Näin ollen sen hyödyntäminen ei ole kaikilta osin tehokasta. Sähköisten järjestelmien käyttöönotto on tapahtunut toistaiseksi vain noin kymmenellä prosentilla maamme vesihuoltolaitoksista. Laitosten täytyisikin ensin ottaa käyttöön enemmän digitaalisia ratkaisuja oman omaisuutensa hallinnassa, jotta omaisuuden hallintaa voitaisiin systemaattisesti parantaa. (ROTI 2019, 23.)

Nykyään vesihuoltoverkostojen omaisuudenhallintaan digitaalisesti on kehitetty useita erilaisia järjestelmiä, joiden toiminta perustuu paikkatietojärjestelmien hyödyntämiseen. Niillä pystytään esimerkiksi keräämään omaisuustietoa järjestelmään tai tekemään verkostomallinnuksia vesihuoltoverkoston kapasiteetistä ja toiminnasta. Nämä järjestelmät eivät kuitenkaan ole tietomallipohjaisia, mutta ne sekoittuvat helposti keskenään tietomalleihin. (KeyPro & Fluidit 2020.)

Tietomallipohjaisten suunnitelmien pilotointi vesihuoltoverkostohankkeissa auttaisi verkostojen omistajia käyttämään myöhemmin suunnitelmien ominaisuuksia verkoston kunnossapidossa hyväksi. Tämä lisäisi myös omaisuudenhallinnan työkalujen kehittämistä. Tällöin pitäisi laatia ohjeistus tietomallipohjaisten suunnitelmien ja toteumatietojen luovuudelle. Silloin vanhat suunnitelmat toimisivat uusien hankkeiden lähtötietoina siinä vaiheessa, kun tietomallipohjaiset suunnitelmat on otettu käyttöön laitoksessa. Lisäksi suunnitelmia voidaan siirtää erilaisiin omaisuudenhallinnan sovelluksiin. (VVY 2020b, 45.)

Tärkeintä tietomallien hyödyntämisessä vesihuoltolaitosten omaisuudenhallinnassa on tietomallipohjaisten digiratkaisujen hallittu ylös ajaminen ja prosessin tulee tapahtua portaittain. Todellisuudessa tietomallipohjainen omaisuudenhallinta on isoja vesihuoltolaitoksia varten, eivätkä pienet laitokset pysty vielä lähitulevaisuudessa hyödyntämään tietomallipohjaisia suunnitelmia omassa omaisuudenhallinnassaan. (VVY 2020b, 63.)

Vesihuoltoverkoston omistajille tärkeintä on hallita heidän omistamaa omaisuutta ja olla tietoinen sen kunnosta, laadusta ja kehitystarpeista. Tietomallipohjaisilla suunnitelmissa ja verkostosta kerättävällä datalla vesihuoltoverkostosta pystytään luomaan digitaalinen kaksonen. Digitaalisella kaksosella tarkoitetaan vesihuoltoverkostosta tehtyä mallia digitaaliseen muotoon. Sen avulla verkoston omistajat pystyvät luomaan todellisen ja digitaalisen maailman välille integraatioita, joita pystytään tarkastelemaan esimerkiksi AR- (lisätty todellisuus) ja VR- (virtuaalinen todellisuus) teknologioilla (kuva 4 ja 5). (VVY 2020b, 36.)



Kuva 3. Tietomallipohjaista lisättyä todellisuutta putkiverkostosta laitoshankkeessa. (Atom, 2018.)



Kuva 4. Esimerkki virtuaalisen todellisuuden käyttämisestä tietomallien havainnollistajana. (YIV 2019, 29.)

Tietomallipohjaisia omaisuudenhallinnan työkaluja ei ole vielä toistaiseksi otettu laajasti yleiseen käyttöön. Tulevaisuudessa verkostoja rasittavia riskejä voitaisiin analysoida erilaisilla skenaarioilla. Verkostojen toimintaa pystyttäisiin simuloimaan täydellisessä kaupunkiympäristössä. Käytännössä pystyttäisiin analysoimaan ja simuloimaan erilaisia tapahtumasarjoja, jollaisia vesihuoltoverkostoihin liittyvien rakenteiden viat tai rikkoutumiset voivat aiheuttaa. (Becker & al. 2011, 2.)

2.7 Taloudelliset vaikutukset vesihuoltoverkostohankkeeseen

Tietomallintamisen hyötyjä ja vaikutuksia vesihuollon hankkeisiin on tutkittu: ”The business value of BIM for Water Projects, 2018” tutkimuksessa (kuva 5), jossa todetaan, että tuottavuus paranee, kun suunnitelmat ovat yhteisiä ja kaikki suunnittelijat muokkaavat samaa suunnitelmaa. Saman suunnitelman muokkaaminen mahdollistuu, kun suunnitelmat ovat yhteisessä projektikansiossa. Näin tiedonhallinta parantuu ja jokaisella suunnittelijalla on saavilla aina viimeisin versio suunnitelmasta. (Dodge 2018, 4.)

Taloudelliset hyödyt:

- Parempi yhteistyö projektin jäsenien kanssa
- Asiakastyytyväisyyden parantuminen
- Uusien asiakassuhteiden solmiminen
- Lahjakkaat työn tekijät tulevat mielellään yritykseen töihin
- Yhteydet vanhoihin asiakkaisiin ja markkinointi heille
- Projektin tuottoasteen parantuminen

Hyödyt projektille:

- Paremmat suunnitteluratkaisut
- Suunnitteluvirheiden väheneminen
- Vähentää suunnitelmien korjailua suunnitteluvaiheessa
- Parantamaan hankkeen taloudellisuutta
- Vähentää työkuluja eri osapuolten välillä
- Vähentää rakentamisen aikaisia kuluja
- Työturvallisuus hankkeen toteutuksessa parantuu
- Suunnittelutyö nopeutuu
- Aikataulusäästöt koko hankkeessa

Kuva 5. Tietomallipohjaisten suunnitelmien hyödyt projektille ja vaikutukset talouteen. (Dodge 2018, 12 & 18)

Samat suunnittelutavat ja ohjelmat lisäävät yhteistyötä muiden yritysten ja tilaajien kanssa, koska suunnitelmat ovat samassa tietokannassa ja niiden muokkaaminen tapahtuu aina samassa paikassa. Siksi informaatiokatkoksia tai virheitä ei pääse synty- mään, kun verrataan esimerkiksi periteiseen dokumenttipohjaiseen suunnitteluun, jossa jokainen suunnittelija suunnittelee yrityksen omassa tietokannassa ja tiedon päivittyminen hankaloituu yhteistyö projekteissa. Tämän kaltaisia yhteistyöprojekteja ovat esimerkiksi allianssit. (Dodge 2018, 5.)

Lisäksi asiakkaat arvostavat tietomallipohjaisia suunnitelmia ja arvostus suunnitelmia kohtaan kasvaa. Tämä selittyy suunnitelmien visuaalisuudella. Kun asiakkaalle pystytään esittämään rakennettava kohde jo ennen varsinaista rakentamista, saadaan 3D-mallilla luotua kuva kohteesta. Tätä mallia voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi esitel- täessä kohdetta isommalle yleisölle yleisötilaisuuksissa tai kunnan päättäjille. (Dodge 2018, 5.)

Tutkimuksessa todettiin tietomallipohjaisten suunnitelmien tarjoavan uusia palveluita asi- akkaille. Tämänlaisia palveluita ovat esimerkiksi parempi omaisuudenhallinta tietomallin avulla, visuaalisemmat suunnitelmat verrattuna vanhoihin dokumenttipohjaisiin suunni- telmiin tai entistä tarkempi suunnittelutyö, kun virheitä pystytään tarkastelemaan parem- min jo suunnitelmien detaljitasolla. (Dodge 2018, 18.)

Lähes yhtä tärkeäksi uusien palveluiden kanssa todettiin mahdollisuus markkinoida uusia palveluita asiakkaille. Tietomallipohjaiset suunnitelmat ovat vieraita vielä suurelle osalle tilaajista ja niiden markkinointi sekä referenssitöiden esittely on tärkeää tulevaisuuden kannalta. (Dodge 2018, 18.)

Tietomalliohjelmien käyttö yrityksessä houkuttelee lahjakkaita työntekijöitä, joiden osamiseen kuuluu juuri kyseiset suunnitteluohjelmat. Eli se, että yrityksellään on käytössään viimeisin versio käytössä olevasta suunnitteluohjelmasta, on tärkeää työpaikan houkuttavuuden kannalta. Myös yhteydet vanhoihin asiakkaisiin uusien projektien muodossa koetaan tärkeäksi, kun heille markkinoidaan tietomallipohjaisia suunnitelmia. Lopuksi osa myös ilmoittaa tutkimuksessa tietomallipohjaisten suunnitelmien nostavan projektin tuottoastetta, kun projekti toteutetaan juuri tietomallipohjaisesti. (Dodge 2018, 18.)

Tutkimuksessa selvitettiin myös tietomallipohjaisten suunnitelmien hyötyjä projektin näkökulmasta. Siinä nostetaan esiin suunnitteluratkaisujen selkeämpi esitystapa, virheiden väheneminen suunnitelmista ja parempi laadunhallinta projekteissa. Paremmilla suunnitteluratkaisuilla saadaan aikaan laadun paranemista suunnitelmissa. Suunnitelmat ovat paremmin ymmärrettävissä ja tuotantovaiheessa suunnitelmavirheistä johtuvat viivästykset tai karkeat virheet, jotka aiheuttavat viivästyksiä työmaalla vähenevät. (Dodge 2018, 19)

Projektin kannalta tietomallipohjaiset suunnitelmat vähensivät uudelleen tehtävää työtä rakentamisen aikana, koska virheet pystytään jo suurimmaksi osaksi välttämään projektin suunnitteluvaiheessa. Tämä myös tarkoittaa parempaa kustannusten hallintaa projektin edetessä, kun kustannukset voidaan arvioida paremmin mallipohjaisesti. (Dodge 2018, 19)

Tutkimuksessa todetaan aikataulun paranevan, kun työtehtävät pystytään määrittämään entistä paremmin suoraan tietomallista. Lisäksi mallipohjaiset suunnitelmat tuovat parantavat työturvallisuutta, kun esimerkiksi kaivantojen vaatima tila pystytään mallintamalla saamaan entistä realistisemmaksi verrattuna perinteiseen dokumenttipohjaiseen suunnittelutapaan. (Dodge 2018, 21)

3 SELVITYS TIETOMALLINTAMISEN HYÖDYISTÄ VESIHUOLTOVERKOSTOHANKKEISSA

3.1 Haastattelututkimus

Opinnäytetyössä toteutettiin kvalitatiivinen tutkimus tietomallintamisen tuomista hyödyistä vesihuoltoverkostohankkeissa. Haastatteluissa etsittiin vastauksia hankkeiden tilaajan, urakoitsijan ja suunnittelijan näkökulmista. Haastattelujen otanta on 10 henkilöä, ja ne toteutettiin videohaastatteluna alkukesästä 2020.

Tarkoituksena oli selvittää eri organisaatioiden ja siellä työskentelevien henkilöiden kokemuksia tietomallipohjaisesta suunnittelusta ja erityisesti vesihuoltoverkostohankkeissa. Tutkimus haluttiin toteuttaa keskustelemalla aiheesta haastateltavan kanssa. Kysymykset, jotka toimivat haastattelun runkona, ovat liitteenä.

Kohdehenkilöiksi valittiin organisaatioista asiantuntijoita, joilla on jo kokemusta tietomallipohjaisesta hankkeesta vesihuoltoverkostojen osalta tai henkilöt tekevät työkseen töitä vesihuoltoverkostojen kanssa. Henkilöt valikoituvat työhön tämän opinnäytetyön toimeksiantajan kautta. Heidät kutsuttiin haastatteluihin sähköpostitse ja haastettuaika sovittiin pääasiassa puhelimitse.

Tutkimusta tehdessä selvisi, että jos organisaatiolla ei ole kokemusta vielä tietomallipohjaisesta hankkeesta, se ei ole valmis vastaamaan tätä opinnäytetyötä koskeviin kysymyksiin. Tiedon puute antoi kuitenkin vastauksia kysymyksiin tietomallipohjaisen suunnittelun käyttämisestä ja sen avulla pystyttiin tekemään johtopäätöksiä opinnäytetyön tutkimusta varten.

Haastattelut nauhoitettiin ja tallennettiin tämän opinnäytetyön taustamateriaaliksi. Tallenteet dokumentoitiin sekä analysoitiin ja niistä poimittiin asiat, jotka nousivat selkeästi esille eri haastatteluissa. Tutkimukseen osallistuneille henkilöille ilmoitettiin haastattelun alussa haastattelun tallentamisesta.

3.2 Lähtötietojen vaikutus suunnitteluun

Lähtötiedot ja niiden saatavuus koettiin tärkeäksi, kun lähdetään toteuttamaan tietomallipohjaista suunnittelua. Lähtötiedoilla tarkoitetaan sitä, miten muut rakenteet on rakennettu ja pystytäänkö niillä mallintamaan hankkeen lähtötietomalli tarkasti. Suunniteltaessa rakennettuun ympäristöön, kuten kaupunkiin, lähtötietojen puute on selkeä ongelma.

Monesti tilaajaorganisaatiolla on hyvät tai kohtuu hyvät tiedot vesihuoltoverkoston putkien sijainneista, mutta korkeustietojen puuttuminen kokonaan tai osittain on ongelma. Tämän takia tiedot korkeuksista ovat usein arvioita, eikä niitä pystytä varmistamaan, kuin vain tarkemmittauksella. Tämä on selkeää kehittämisen kohde organisaatioiden vesihuollon johtokartoissa ja päivitettävää tietoa tulee aktiivisesti tallentaa, kun sitä on saatavilla. Esimerkiksi kunnossapitotyöt, uusien johtolinjojen rakentamisen tai verkoston saneerauksen yhteydessä. Korkeustiedosta hyötyvät erityisesti urakoitsijat, jotka pystyvät ennakoidaan kaivuussa mahdollisesti eteen tulevista putkista tai muista rakenteista.

Eräs haastateltu totesi, että:

Jos lähtötietoa on saatavilla tarpeeksi, silloin voidaan tietomalleja soveltaa useisiin hankkeisiin. Eli lähtöaineisto rajoittaa mallin luomista. Kuitenkin mallin käytettävyys riippuu paljon siitä, onko kohde uudis- vai saneerauskohde.

Lähtötietojen ja muussa tiedonhallinnassa tärkeää on tiedonhallintasuunnitelman laatiminen. Tiedonhallintasuunnitelmassa sovitaan yhteiset asiat suunniteltaessa tietomallipohjaisesti. Suunnitelmaan kirjataan käytettävät ohjelmat ja kommunikointitavat suunnittelun aikana. Kun edellä mainitut asiat ovat sovittuna, eri osapuolille pitäisi olla suunnittelun käytänteet selviä suunnittelutyön aikana.

Lähtötiedoista haastattelussa todettiin:

Lähtötiedoissa on parannettavaa. Jos lähtötiedot olisivat paremmat, niitä pystyttäisiin paremmin jakamaan eteenpäin suunnittelijalle. Usein ongelmana on tiedon jalkauttaminen ja yhdenmukainen toimintatapa.

3.3 Tietomallin visuaalisuus suunnitelmissa

Kohteen visualisointi jo suunnittelun aikana on myös tärkeä tutkimuksessa esille tullut asia. Visuaalisessa puolessa pidettiin tärkeänä törmäystarkastelujen tekemisen mahdollisuutta uuden ja vanhan verkoston välillä. Lisäksi visuaalisuuden tuoma lisä siihen, että kohde nähdään luonnollisessa koossa jo suunnitteluvaiheessa. Lisää suunnitteluun varmuutta, kun virheitä pystytään karsimaan aikaisessa vaiheessa. Kuitenkin visuaalisuutta täytyy tarkastella kriittisesti ja se toimii parhaiten ammattilaisten käytössä, kuin malleina katsojille, joille tietomallipohjaiset suunnitelmat ja niiden käyttäytymien ei ole tuttua. Suunnitelmista täytyy siis ymmärtää, että ne ovat tietokoneella luotuja ja todellisuudessa ne tulevat näyttämään hieman erilaisilta. Visuaalisilla suunnitelmissa saadaan kuitenkin aikaan tarkempaa arviota siitä, miltä kohde näyttää valmistuttuaan.

Haastatteluille oli yhtenäistä visuaalisuuden osalta:

Vaikeus on se, että on puhuttu tietomallista pelkästään 3D-muodossa, vaikka se sisältää myös tietoutta.

Kuka tahansa, joka katsoo suunnitelmaa, näkee sen sellaisena, kuin se on. Lisäksi suunnitteluvirheet vähenevät, kun mallista nähdään suoraan mahdolliset tarkastelut esimerkiksi törmäysten suhteen.

Lisäksi visuaalisuus koettiin tärkeänä, kun hanketta ollaan rakentamassa. Erityisesti kaivantojen mallintamista työmaan koneissa käytettäviin koneohjausmalleihin olisi tärkeää kehittää eteenpäin. Kaivantojen mallintamisella pienennettäisiin työturvallisuusriskiä, koska silloin kaivannon kaltevuuden vaihtumisen näkisi suoraan mallista. Nykyään turvallisin tapa vielä on seurata kaivannon mallia dokumenttipohjaisista suunnitelmista.

3.4 Tietomallipohjaisen hankkeen aikataulu

Tietomalli nopeuttaa suunnittelua hankkeen suunnitteluvaiheessa. Suunnittelu on nopeampaa ja sujuvampaa valmiiden objektikirjastojen ansiosta, mitkä suunnittelijan on helppo valita oikea objekti oikeaan kohtaan. Virheiden väheneminen suunnittelussa aiheuttaa myös aikataulusäästöjä, koska aikaa kuluu vähemmän suunnitelmien

korjaamiseen. Aikaisemmin kuvatut tavat tehdä törmäystarkasteluja ja visualisoida kohde oikeaan maailmaan suunnitteluohjelmassa, antavat tietomallipohjaisille suunnitelmille selkeän kilpailuedun verrattuna perinteisiin dokumenttipohjaisiin suunnitelmiin.

Kuitenkin vaikutus aikatauluun voi olla myös negatiivinen, jos tietomallipohjaisia suunnitelmia käyttävässä organisaatiossa ei ole riittävästi kokemusta tietomallien suunnittelu- tai lukuohjelmien käytössä. Luultavasti tämä näkyy pidempinä aikatauluina, kun suunnittelua ja ohjelmien käyttöä joudutaan kouluttamaan ja opettelemaan. Siksi vaikutukset aikatauluun kokeneella organisaatiolla tai suunnittelijalla ovat erilaiset kuin organisaatiossa tai suunnittelijalla, jolla ei ole tarpeeksi kokemusta tietomallin käytöstä suunnittelussa.

Aikataulun osalta eräs haastateltu totesi:

Aikataulullisesti hankkeiden laatu on parantunut. Työskentely on nopeampaa, mutta esimerkiksi vesihuoltolinjoissa joudutaan vielä käyttämään putkilaseria, koska konemallit eivät pysty ilmoittamaan vielä riittävän tarkasti putkien kaatoja. Lisäksi materiaalienekin ovat optimaalisempia.

3.5 Tietomallipohjaisen hankkeen kustannukset

Vaikutus kustannuksiin on yleensä positiivinen, kun vertaillaan tietomallia ja perinteisiä suunnitelmia. Toki tietomallipohjaiset suunnitelmat voivat maksaa enemmän, johtuen suunnitteluvaiheessa tehtävän työmäärän suuruudesta. Tosin kustannukset laskevat, kun tietotaito kehittyy ja suunnitteluohjelmien käytöstä tulee sujuvampaa tulevaisuudessa.

Tietomallissa jo suunnittelun aikana tehtävät virhetarkastelut voivat vähentää hankkeen aikana eteen tulevia ongelmakohtia, jotka voivat maksaa huomattavasti ja pahimmassa tapauksessa seisauttaa työn tekemisen pitkäksi aikaa. Tällainen voisi esimerkiksi olla vesihuoltoverkoston yhteensopimattomuus olemassa olevien rakenteiden kanssa, jolloin suunnitelmat jouduttaisiin viemään uudestaan suunnittelupöydälle.

Myöhemmin hankkeen toteutusvaiheessa syntyy kustannussäästöjä koneohjausmallien ja työmaan simuloinnin avulla. Tietomallien avulla työmaasta voidaan luoda erilaisia simulaatioita ja lisätä niihin eri riskitekijöitä ja arvioida niiden vaikutusta hankkeen kulkuun ja aikatauluun. Tällä tavoin hankkeen toteutuksen aikataulua saadaan parannettua

paljon tehokkaammaksi. Lisäksi materiaalimenekit voidaan laskea tarkasti tietomallista tai arvioida niitä paremmin kuin perinteisistä dokumenttipohjaisista suunnitelmista. Tämä ominaisuus hyödyttää erityisesti hankkeen urakoitsijaa, mutta myös tilaajaa.

3.6 Koneohjaus ja tietomalli

Koneohjausmallien (kuva 6) tuoma visuaalisuus kaivuuseen ja kauhan liikkeidenseurantaan tarkasti oli hyöty, joka korostuu työmailla. Koneen kuski pystyy ohjaamosta käsin seuraamaan kauhan liikkeitä tarkemmin kauhaan kiinnitettyjen sensorien avulla. Kuski näkee koneohjausjärjestelmän näytöltä tarkasti suunnitellut kaivuusyvytydet ja missä kohtaa kauha liikkuu.

Erään urakoitsijan mielipide koneohjausmallien hyödyntämisestä:

Urakoitsijalle riittää mallista vähempi tieto, mitä tietomallipohjaisista suunnitelmista lopputuloksena muodostuu. Tärkein tieto on olemassa olevien rakenteiden sijainti ja leikkuupinnat, jotka viedään koneohjausmalliin.



Kuva 6. Esimerkki koneohjausjärjestelmän näytöstä, jossa on koneohjausmalli. (Novatron 2020.)

Lisäksi koneohjausmalleissa pidettiin tärkeänä kaivantojen liikakaivuun vähentyminen, kun kauhan liike on kalibroitu koneohjausmallin kanssa yhteen. Kaivuu tehostuu ja työskentely on paljon massataloudellisempaa, kuin ilman koneohjausmallia. Myös aikataullisesti koneohjausmallit ovat tuoneet tehokkuutta urakoiden toteutukseen, kun tiedetään tarkasti kaivettava syvyys ja asennettavien verkoston varusteiden paikat. Tämä vähentää mittaamista työmaalla, kun oikea sijaintieto on koneen kauhaan kalibroidussa laitteistossa. Kuitenkaan koneohjausmallien tekemiseen ei koettu tarvittavan täydellistä tietomallia ja ne pystytään toteuttamaan myös perinteisistä dokumenttipohjaisista suunnitelmista.

3.7 Tietomallien käyttö ja osaaminen

Halukkuus ottaa tietomallipohjainen suunnittelu vesihuoltoverkostohankkeissa on suurempaa isoissa kaupungeissa, joissa on tehty oma kehitys- ja tutkimustyötä tietomallipohjaisesta suunnittelusta infrahankkeissa. Pienempien tilaajaorganisaatioiden kohdalla ei ole havaittavissa aktiivista kehitystyötä tietomallipohjaisten suunnitelmien eteenpäin viemiseksi vesihuoltoverkostohankkeissa, eikä yleisesti infrahankkeissakaan. Yleensä organisaatioon tarvitaan henkilö, joka aktiivisesti kehittää tietomallipohjaisia suunnitelmia eteenpäin ja alkaa vaatimaan niiden käyttöä hankkeissa. Ilman tilaajien aktiivisuutta tietomallipohjaisten suunnitelmien kehittyminen jää enemmän konsulttitoimistojen ja isompien tilaajaorganisaatioiden kehitettäväksi.

Erään haastatellun tilaajan kommentti:

Tietomallien käyttöönotto ei ole ajankohtaista, koska meillä ei ole vielä tarpeeksi tietotaitoa ja aikaa perehtyä aiheeseen. Liian vähäisen resurssit rajaavat siis liikaa käyttöönottoa.

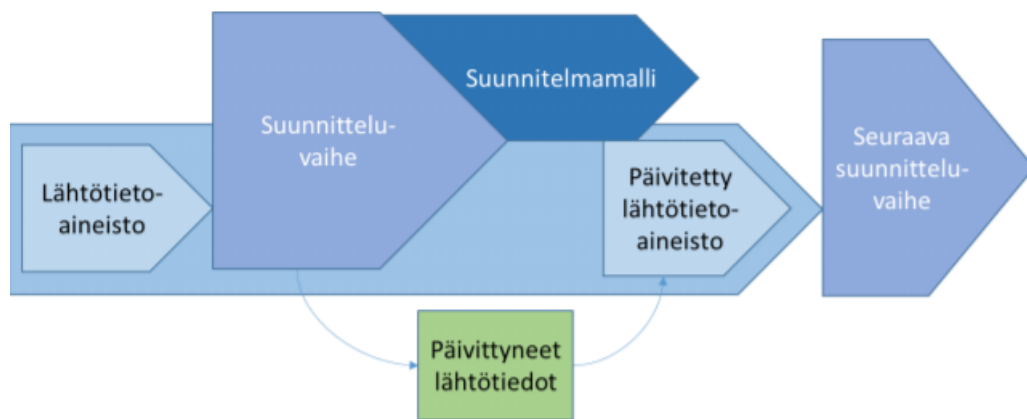
Erot pienten ja isojen organisaatioiden välillä selittyvät osaamisen ja resurssien käytettävyydelle. Isoimmissa organisaatioissa pystytään keskittämään enemmän resursseja tietomallipohjaisen suunnittelun kehittämiseen ja tietotaidon kasvattamiseen, kun taas pienemmissä organisaatioissa ei ole usein resursseja riittävästi käytettävissä. Isot organisaatiot ovat tässä opinnäytetyössä noin 200 000 asukkaan kaupunkeja ja pienet organisaatiot ovat kaupungin ympäryskuntia tai -kaupunkeja. Resursseilla tarkoitetaan henkilöstöresursseja.

Osaajapulaa selittää osin vesihuoltoalan murros, jonka seurauksena lähitulevaisuudessa suurin osa nykyisistä työntekijöistä eläköityy. Esimerkiksi VVY:n vuonna 2014 tekemässä selvityksessä ”Vesihuoltoalan korkeakouluopetuksen tarveselvitys 2015” todetaan, että vesihuoltoalalla tarvitaan vuosittain noin 15–25 uutta korkeakoulutasoista valmistunutta henkilö paikkaamaan tulevaisuuden osaajapula pelkästään vesihuoltolaitoksilla. Lisäksi alan yrityksissä osaajapula arvioidaan olevan kutakuinkin saman verran tai hieman enemmän. (VVY 2014.)

4 TIETOMALLIT SUUNNITTELUSSA

4.1 Lähtötiedot

Aloitettaessa tietomallipohjaista vesihuoltoverkoston suunnitteluhanketta suunnittelija saa lähtötiedot (kuvio 4) suunnittelun pohjaksi. Lähtötietoina toimivat yleensä alueelle aikaisemmin tehdyt suunnitelmat tai mittaukset. Lisäksi suunnittelija voi tilata lisätutkimuksia tai mittauksia selvittääkseen mahdollisimman tarkasti alueen nykytilan. Lähtötiedot saatuaan suunnittelija alkaa hahmottelemaan suunnittelualueelle suunniteltavaa kohdetta.



Kuvio 4. Lähtöaineiston kasaaminen suunnittelua varten. (YIV 2019).

Tietomallipohjaiselle hankkeelle ongelmaksi muodostuu lähtötietojen soveltuvuus juuri tietomallihankkeille. Esimerkiksi useilla tilaajilla on vesihuoltoverkostohankkeissa johtokartta, jonka he voivat toimittaa perinteisenä suunnittelutiedostona, mutta eivät tietomallipohjaisena. Siksi suunnittelija joutuu tekemään aluksi usein ylimääräistä työtä saadakseen perinteisessä muodossa toimitut suunnitelmat tietomallipohjaisiksi. Lähtötietomallit täytyy siis rakentaa tyhjästä aloitettaessa uutta suunnitteluhanketta.

Toisaalta tilaajilla voi olla valmiina heidän vanhoista hankkeistaan tietomallipohjaisia suunnitelmia, jotka voivat toimia lähtötietoina uusille tietomallinnettaville hankkeille. Tulevaisuudessa, kun hankkeita on toteutettu enemmän tietomallintamalla ovat lähtötietojakin saatavilla luonnollisesti paljon paremmin. Siksi vesihuoltoverkostohankkeissa lähtötietomallien saatavuus on parempaa tulevaisuudessa kuin nykyään.

4.2 Tilaajan vaatimukset

Monet tilaajat eivät vielä vaadi tietomallipohjaista suunnittelua. Antaessaan toimeksiannon vesihuoltoverkostojen suunnittelusta monesti heille riittää suunnittelun lopputuloksena edelleen perinteiset dokumenttipohjaiset suunnitelmat. Kuten jo opinnäytetyössä edellä on todettu, usein isommat tilaajat alkavat vaatia enemmän tietomallipohjaisia suunnitelmia toimeksiannoissaan.

Syy, miksi tilaajat eivät vaadi tai tilaa suunnitelmia tietomallipohjaisena on koulutuksen ja tietotaidon puutteessa. Tilaajaorganisaatioissa ei aina välttämättä tiedetä tietomallintamaisen mahdollisuuksista ja siksi vaatimuksiakaan heidän osaltansa ei ole ja suunnitelmien toimittaminen dokumenttipohjaisesti on heille edelleen riittävä muoto.

Tilaajan vaatimukset on usein esitetty tiedonhallintasuunnitelmassa, jos hanke toteutetaan mallipohjaisesti. Tiedonhallintasuunnitelmaan dokumentoidaan tiedonhallintaan liittyviä asioita, mm. suunnitelmapiirustusten nimeämiseen ja projektipankkiin liittyviä ohjeita. (YIV 2019, 26.)

Tiedonhallintasuunnitelmassa (kuva 7) kuvataan mallinnuksen tavoitteet ja toteutus sekä hankkeen tietomallimuotoisen aineiston tiedonhallinta. Suunnitelmaan sisällytetään tietomallien käyttötarkoituksesta ja tarkkuustasosta sekä käydään läpi hankkeen mallipohjaisen prosessin periaatteet, vaiheet ja aikataulu. Lisäksi sinne kirjataan hankkeen osapuolien roolit ja vastuut sekä huomautetaan, jos hanke on erityisellä tavalla poikkeava. (YIV 2019, 26.)

Tiedonhallintasuunnitelma:

- **Tietomallintamisen tiedonhallinta**
 - Inframallien nimeäminen ja revisiointi
 - Mallinnuksen dokumentointi
- **Työn aikana noudatettavat ohjeet**
- **Hankkeen koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä**
- **Mallipohjainen toimintaprosessi ja sen organisointi**
 - Mallinnuksen vastuuhenkilöt ja heidän roolinsa ja vastuunsa
 - Toimioden välinen yhteistyö ja tiedonvaihto
 - Mallinnusprosessin päävaiheiden aikataulu suhteessa koko työn aikatauluun
- **Mallinnuksen sisältö, laajuus ja tarkkuustaso**
- **Miten lähtötiedot mallinnetaan**
- **Yhdistelmämallin kokoaminen ja ylläpito**
 - Käytetty ohjelmisto ja versio
 - Kokoaminen, käyttö ja julkaisu
 - Päivitysaikataulu suhteessa suunnitteluprosessiin
- **Mallinnuksen hyödyntäminen yhteistyössä ja vuorovaikutuksessa**
 - Mahdollinen esittelymalli
- **Mallien tarkastus ja laadunvarmistustoimenpiteet**
- **Mallinnuksessa käytettävät ohjelmistot eri käyttäjätahot huomioiden**
- **Malliaineiston tallennus, jakelu ja luovutus**
- **Tiedonsiirtotavat ja formaatit**
- **Mahdolliset poikkeukset vaatimuksiin nähden**

Kuva 7. Tiedonhallintasuunnitelmassa esitettävät asiat. (YIV 2019, 26).

Tilaaaja määrittelee tarjouspyyntöön hankekohtaiset inframallinnusta koskevat vaatimukset. Vaatimukset voivat olla sekä teknisiä että toiminnallisia vaatimuksia. Nämä vaatimukset muodostavat alustavan tiedonhallintasuunnitelman. Suunnitelman toteuttaa joko suunnittelija, hankkeen tilaaja tai tietomallikoordinaattori. Tarvittaessa tiedonhallintasuunnitelmaa voidaan päivittää suunnittelun aikana. (YIV 2019, 26.)

4.3 Suunnittelu

Itse suunnittelun kulku vesihuoltoverkostohankkeissa riippuu paljon käytettävistä ohjelmista ja niiden ominaisuuksista. Kaikille suunnitteluohjelmille kuitenkin yhteistä on objektien dynaaminen päivittyminen, kun suunnitelmiin tehdään muutoksia. Tämä siis vaikuttaa suunnittelunopeuteen, kun suunnitelman eri objekteja ei tarvitse manuaalisesti itse päivittää säästää se samalla aikaa ja lisää varmuutta suunnittelun lopputulokseen.

Varmuus suunnittelun lopputuloksessa lisääntyy, koska virheet minimoituvat samalla, kun suunnitelman eri objektit keskustelevat keskenään ja päivittyvät automaattisesti.

Haastavinta suunnittelussa on käytettävissä olevien suunnitteluohjelmien käytön tehokkuus. Uudet suunnitteluohjelmat vaativat käyttäjiltä perehtyneisyyttä ohjelmien käyttöön. Käytännössä tämä tarkoittaa työvoiman lisäkouluttamista, jotta tietomallipohjaisia suunnitteluohjelmia voidaan ottaa laajemmin käyttöön. Siksi uusien projektien aloittaminen tietomallipohjaisesti koetaan usein hankalammaksi, kuin niiden tekeminen perinteisesti dokumenttipohjaisena.

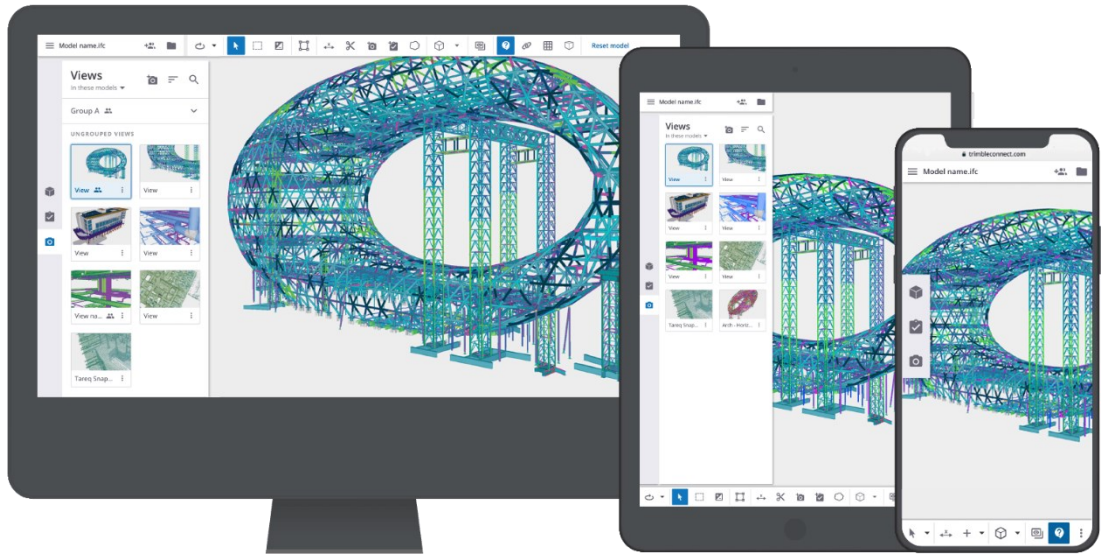
Kokonaisuudessaan tietomallipohjainen suunnittelu ja suunnitteluohjelmien käyttö on karkeasti sanottuna yksinkertaisempaa ja helpompaa verrattuna perinteiseen dokumenttipohjaiseen suunnittelutapaan. Kuitenkin ohjelmien käyttöönotto vaatii enemmän niin käyttäjältä kuin suunniteluun käytettävältä tietokoneelta. Tämä voi näkyä aluksi kohonneina kustannuksina, kun koulutetaan työvoimaa ja päivitetään tietokoneet. Mutta tulevaisuuden kannalta olisi hyvä panostaa näihin asioihin lähitulevaisuudessa.

4.4 Rakentamisen aikana

Rakentamisen aikana tietomallipohjaiset suunnitelmat vesihuoltoverkostohankkeissa ovat vielä pienessä osassa. Ja usein tilaajat ja urakoitsijat haluavat vain koneohjausmallin työkoneisiin dokumenttipohjaisten suunnitelmien lisäksi. Koneohjausmalleja on käsitelty aiemmin tässä opinnäytetyössä kappaleessa 2.6.

Työmaalla tapahtuneen yllättävän löydöksen tai aiheutuneen virheen takia suunnittelija voi joutua tekemään muutoksia suunnitelmiin rakentamisen aikana, mikä vaikuttaa ratkaisevasti urakan toteutukseen. Tällaiset viivästykset ovat myös yleisiä tehtäessä suunnitelmia perinteisesti dokumenttipohjaisesti.

Tietomalleilla työnaikaisia toteumia voidaan seurata urakan yhteisessä projektipankissa, johon on pääsy urakan kaikilla osapuolilla. Tähän projektipankkiin myös suunnittelija toimittaa omat suunnitelmansa ja päivitykset suunnitelmiin. Yleinen alusta tämänlaiselle projektipankille on esimerkiksi Trimble Connect (kuva 8).



Kuva 8. Trimble Connect. (Tekla 2020.)

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tuloksia vertailtaessa jo olemassa olevaan kirjallisuustietoon ja kokemuseräisen tiedon välillä pitävät hyvin paikkansa. Kuvassa 9 on tiivistetysti koottu tässä työssä havaittuja asioita. Tietomallintaminen vesihuoltoverkostohankkeissa on vielä varsin uutta, etenkin pienemmissä tilaajaorganisaatioissa ei ole aina edes täysin selvillä tietomallintamisen tuomat mahdollisuudet. Puhuttaessa mallintamisesta sekoitetaan usein verkoston kapasiteetin mallintamisen, joka ei ole tietomallintamista.

Tämä opinnäytetyö toimiikin hyvänä lähtöaineistona, kun halutaan selvittää tietomallipohjaisten suunnitelmien toteuttamista niin tilaaja- kuin konsulttipuolellakin. Työssä todettuja asioita voi käyttää hyödyksi arvioidessa tietomallipohjaisten suunnitelmien kannattavuutta eri hankkeisiin sekä markkinoidessa tietomallintamisen hyötyjen tuomia mahdollisuuksia vesihuoltoverkostohankkeissa verkostojenomistajille.

Yleisesti voidaankin todeta, että ero vesihuoltoverkostojen tietomallipohjaisten suunnitelmien ja muiden alojen tietomallipohjaisten suunnitelmien välillä ei ole suuri. Vesihuoltoverkostojen rakentamista tietomallipohjaisesti tulisikin tutkia enemmän esimerkiksi kadunrakennushankkeiden yhteydessä ja tuoda siinä havaittuja näkökulmia enemmän vesihuoltoverkostosuunnittelun käyttöön. Usein kadunsuunnittelu ja vesihuoltoverkostojen suunnittelu kulkevat käsi kädessä. Poikkeuksena verkostojen väliset siirtolinjat. Ja lisäksi vesihuoltoverkostojen omistajat ovat usein myös katuverkostojen omistajia. Siksi havaitut hyödyt, kehitettävät asiat ja ongelmat ovat myös rinnastettavissa katuverkostojen suunnitteluun, toteutukseen ja kunnossapitoon.

Tämän opinnäytetyön ajankohtaisuus huomioiden ja saatavilla olleiden lähtötietojen kautta työstä muodostui hyvä katsaus tietomallien hyödyntämiseen vesihuoltoverkostohankkeiden suunnittelussa. Tietomallipohjaisten suunnitelmien kehitys etenee ja tämä tuo uusia mahdollisuuksia suunnitteluun. Useissa eri tutkimuksissa onkin havaittu, että tietomallipohjainen suunnittelu ei ole vielä saavuttanut kehityskäyränsä huippua, minkä perinteinen dokumenttipohjainen suunnittelu on jo ehkä saavuttanut.

Hyödyt

- **Visuaalisuus suunnitelmissa**
 - AR- ja VR-teknologiat
- **Tietomallipohjainenhanke sopii kaiken kokoisiin hankkeisiin**
- **Tuottavuus urakoissa ja suunnittelussa paranee**
- **Virheiden ja ongelmien ratkaiseminen jo suunnitteluvaiheessa**
- **Riskien analysointi mahdollisesti tulevaisuudessa**

Kehitettävää

- **Tietotaito suunnittelussa ja sen tilaamisessa**
- **Lähtötiedot yhtenäisemmiksi**
- **Yhteiset käytännöt tiedonhallintaan**

Ongelmat

- **Resurssien puute tilaajaorganisaatioissa**
- **Tietomallin ymmärtäminen oikein**
- **Lähtötietojen puute tietomallipohjaisena**

Kuva 9. Havaintoja tutkimuksesta.

Hyödyt

Tietomallin tuoma visuaalisuus on isoin hyöty, joka tässä työssä on korostettu. Sen avulla suunnitelmat pystytään havainnollistamaan paremmin ja käyttämään suunnitelmia paremmin hyödyksi esimerkiksi yleisötilaisuuksissa. Toki suunnitelmien tekeminen 3D-malleina on ollut mahdollista jo ilman tietomallia, mutta niitä ei ole juurikaan hyödynnetty esitettäessä suunnitelmia.

Visuaalisuuden huonompi puoli on se, että mallin katsoja ei saa olla liian kriittinen tehtyä suunnitelmaa kohtaan sen visuaalisuuden kannalta. Tämä tarkoittaa sitä, että tietomallin 3D-kuva ei ole lopullinen hankkeen tulos ja suunnitelma ei tule istumaan sen oikeaan ympäristöön juuri samalla tavalla, kuin se on esitetty mallissa. Mutta visuaalinen tarkastelu on todella hyvä välinen suunnitteluvaiheessa, kun suunnitelmille halutaan tehdä esimerkiksi törmäystarkasteluja.

Ehdottomasti yksi visuaalisen puolen vahvuuksista tietomallipohjaisissa suunnitelmissa on sen yhdistäminen lisättyyn- tai virtuaaliseen todellisuuteen. Tämä ei haastattelututkimuksessa noussut esille, mutta sen vaikutusta tulevaisuuden kannalta halutaan korostaa. Vesihuoltoverkostojen omistajat pystyvät hyödyntämään tätä työkalua koko verkoston elinkaarenläpi. Erityisesti verkostojen kunnossapidon kannalta tämä ominaisuus on erittäin hyödyllinen. Silloin rakenteet pystytään näkemään entistä tarkemmin maastossa

esimerkiksi älylaitteen näytöltä katseltavan tietomallin pohjalta, joka on yhdistetty oikeaan maailmaan laitteen kameran avulla. Tällä tavalla suunnitelmien visuaalinen ulottuvuus korostuu entisestään.

Tietomallin käyttö on nykypäivänä rajoittunut lähinnä suuren kokoluokan uudishankkeisiin. Siksi tietomallipohjaisia suunnitelmia tulisi enemmän ajaa sisään myös pienikokoisempiin hankkeisiin. Vesihuoltoverkostohankkeissa tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi pienen kunnalla tehtävää verkoston saneeraussuunnittelua.

Tietomallipohjaisia suunnitelmia ei ole vielä päästy hyödyntämään kunnolla vesihuoltoverkostohankkeissa. Suunnitelmien sisältö on rajoittunut lähinnä koneohjausmallien tarvitsemaan tietouteen, joka on tietomallisuunnitelmiin verrattuna paljon suppeampaa tietoa. Erityisesti vesihuoltoverkostojen kaivantojen mallintaminen on tärkeää työturvallisuuden kannalta. Siksi kaivantojen mallintaminen verkostohankkeissa on lähitulevaisuudessa myös kehitettävää, jotta urakoitsijat pystyisivät hyödyntämään malleja työmailla.

Lisäksi virheiden minimointi jo suunnitteluvaiheessa on tietomallipohjaisen suunnittelun yksi tärkeimmistä ominaisuuksista. Tässä työssä useasti esiin nostettu asia on suunnitelmien lopputuloksen kannalta oleellinen. Dynaaminen työskentely näkyy suunnittelun tehostumisella aikataulullisesti, kun objekti suunnitteluohjelmassa päivittyvät automaattisesti. Lisäksi jo suunnitteluvaiheessa huomatu virheet tuovat kustannussäästöjä hankkeen toteutusvaiheessa. Silloin voitaisiin pahimmillaan joutua tilanteeseen, jossa työ on pysähdyksissä pitkiä aikoja suunnittelussa tapahtuneen virheen takia, mikä olisi voitu estää tietomallissa tehdyllä tarkastelulla.

Omaisuuksienhallinnan näkökulmasta tietomallit eivät ole vielä saavuttaneet täydellistä potentiaaliaan. Niiden käyttäminen mahdollisten riskitilanteiden arviointiin tai mahdolliseen varustevaurioon verkostossa on ehdottomasti selkeä hyöty tulevaisuudessa.

Kehitettävät asiat

Tietomallien kehittyessä tarve osaamisen kehittämiseksi on suuri haaste. Työntekijöiden kouluttaminen käyttämään tietomallipohjaista suunnittelua on lähitulevaisuudessa edessä monessa eri organisaatiossa tilaaja-, urakoitsija- ja konsulttipuolella. Erityisesti tämä näkyy organisaatioissa, jotka tekevät vesihuoltoverkostojen suunnittelua työkseen. Suurimmat tilaajaorganisaatiot, joissa on tietomallien pohjaisen suunnittelun osaamista tai on resursseja kouluttaa henkilöstöä käyttämään sitä. Tai konsulttiyrityksissä, jotka

tekevät töitä sekä pienemmille tai isoimmille tilaajaorganisaatioille. Mutta täytyy myös muistaa, että pienemmät kunnat ja vesihuoltolaitoksen tarvitsevat tulevaisuudessa tietomalliosaamista.

Usein kehityksen askeleet tapahtuvat ensin yksityisellä konsulttipuolella ja siksi myös tietomallintaminen on vesihuoltoverkostohankkeissa ottamassa isoja harppauksia eteenpäin. Lähitulevaisuudessa, kun yritykset ovat ottaneet käyttöön tietomallipohjaisen suunnittelun vesihuoltoverkostohankkeissa, tulisi heidän aktiivisesti alkaa kouluttamaan ja markkinoimaan tietomallipohjaisia suunnitelmia myös yksityiselle puolelle ja hankkeiden toteutusvaiheeseen. Tällä tavoin tietomallintamista vesihuoltoverkostohankkeissa saataisiin jalkautettua enemmän erityisesti pienempien tilaajien suuntaan.

Tietomallipohjaisten suunnitelmien käyttö talonrakentamisen suunnittelussa ja rakentamisessa on myös siirtynyt infrahankkeisiin 2010-luvulla. Tässä opinnäytetyössä selvitettyjen hyötyjen, käyttökokemusten ja tulevaisuuden näkymien perusteella. Tietomallit ovat yhä enemmän siirtymässä spesifimmin tiettyihin hankkeisiin, eikä se ole ainoastaan isojen hankkeiden etuoikeus. Mallintaminen sopii siis hankkeeseen kuin hankkeeseen sen koosta riippumatta. Ainoastaan lähtötiedot ja niiden saatavuus ovat usein rajoittava tekijä suunnittelua aloitettaessa.

Usein lähtötiedot ja niiden jalkauttamien on pieni ongelma tietomallipohjaisten suunnitelmien kannalta. Lähtötiedot ovat joko vajavaiset tai niitä ei ole ollenkaan. Asia kuitenkin tulee tulevaisuudessa korjaantumaan, kun tietomallipohjaiset suunnitelmat tulevat yleistyään suunnittelussa. Sitä kautta tilaajat pystyvät jakamaan paremmin lähtötietoa hankkeiden suunnitteluun.

Kiinnostus tietomallien hyödyntämistä kohtaan on selkeästi nousussa. Ainoastaan tiedon jalkauttaminen kaikille hankkeen osapuolille on haaste, joka on ratkaistavissa riittävällä koulutuksella ja motivoituneilla koulutettavilla. Tällöin tietomalli tulee kehittymään yhä informatiivisempaan suuntaan.

Ongelmat

Tässä työssä havaittiin ongelmaksi osaamisen puute tietomallipohjaisissa hankkeissa erityisesti tilaajaorganisaatioissa. Ratkaisuksi tähän ongelmaan esitettiin aikaisemmassa kappaleessa riittävää koulutusta ja tiedon jakamista. Haasteena tässä on kuitenkin resurssien puute tietomallipohjaisten suunnitelmien käyttöönotossa. Ongelmaa ei helpota vesihuoltoalalla lähitulevaisuudessa tapahtuva sukupolvenvaihdos, jolloin iso osa nykyisestä henkilöstä eläköityy. Tämä tilanne johtaa siihen, että Suomessa korkeakouluista ei valmistu tällä hetkellä korkeakouluopiskelijoita riittävästi paikkaamaan tätä syntyvää vajetta lähitulevaisuudessa.

Toinen huomattavan iso ongelma tietomallipohjaisten suunnitelmien käyttöönotossa ja hyödyntämisessä vesihuoltoverkostohankkeissa on niiden ymmärtäminen oikein. Usein tietomallista ymmärretään vain sen visuaalinen puoli ja ei ymmärretä sen tietoa sisältävää osuutta. Tai ymmärretään visuaalinen puoli oikein, mutta tulkitaan sitä liian realistisesti. Tämä voi pahimmillaan johtaa räikeästi väärin tulkintoihin ja erimielisyyksiin urakan luovutusvaiheessa. Kuitenkaan visuaalisen puolen ymmärtämättömyys ei vesihuoltoverkostohankkeissa ole suuressa osassa, kuin talonrakennushankkeissa. Tällaisia esimerkkejä meillä on esittää lähihistoriastamme useita.

Lisäksi lähtötietojen puuttuminen aloitettaessa tietomallipohjaista suunnittelua on ongelma erityisesti olemassa olevien rakenteiden kannalta. Monilla vesihuoltoverkostojen omistajilla tiedot verkoston rakenteesta ovat hyvät ja ne on viety digitaaliseen muotoon johonkin omaisuudenhallintajärjestelmään. Kuitenkin tiedot esimerkiksi putkien korkeuksista voivat olla puutteelliset tai puuttuvat kokonaan. Myös sijaintitiedot ovat usein suuntaa antavia, eivätkä ole usein kovin täydellisiä.

LÄHTEET

199/2001 Vesihuoltolaki. Annettu Helsingissä 9.2.2001. Viim. muutos 14.5.2020. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>.

Atom 2018. Skanska early UK adopter of new BIM AR system. Viitattu 18.10.2020. <https://www.constructionmanagemagazine.com/skanska-early-uk-adopter-new-bim-ar-system/>.

Becker, T.; Nagel, C. & Kolbe, T. 2011. Integrated 3D modeling of multi-utility networks and their interdependencies for critical infrastructure analysis. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography.

Yleiset inframallivaatimukset (YIV) 2019. Building SMART Finland & Infra-toimialaryhmä. Viitattu 20.10.2020 https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019_1.pdf.

Eurostep Oy 2014. K. Serén (toim.) InfraBIM-sanasto. Saatavilla sähköisesti osoitteessa https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2013/10/InfraBIM_Sanasto_0-7.pdf.

DODGE Data&Analytics 2018, The business value of BIM for Water Projects. Viitattu 20.6.2020 <https://www.awwa.org/Portals/0/AWWA/ETS/Resources/BusinessValueofBIMforWaterProjectsSMRFinal.pdf?ver=2019-01-03-142115-797>.

Future Group Oy, AutoCAD Civil 3D 2017 perusteet. Rajoitettu saatavuus.

Fluidit, 2020. Viitattu 14.10.2020 <https://www.fluidit.com/>.

Huntus, E. 2018. Katsaus tietomallien potentiaaliin vesihuoltoverkosto-omaisuuden hallinnassa. Diplomityö. Vesi- ja ympäristötekniikan maisteriohjelma. Espoo: Aalto yliopisto. Viitattu 18.5.2020.

Hämäläinen R, 2014. Tietomallinnuksen hyödyntäminen infrahankkeissa. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.5.2020 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/74808/Hamalainen_Rauli.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Junnonen, J. 2009. Tietotekniikkaa hyödyntävä infrasuunnittelu. Helsinki: Rakennusteollisuuden kustannus.

Katko T. S.& Juuti P. 2018. Suomen vesihuollon kehitys kansainvälisessä kontekstissa. Tekniikan Waiheita. Helsinki: Tekniikan Historian Seura ry.

KeyPro, 2020. Viitattu 14.10.2020 <https://www.keypro.fi/fi-fi/>.

Korpela, J. 2011. Tietomallintamisen hyödyt ja haasteet rakennushankkeen eri osapuolien näkökulmasta. Diplomityö. Rakentamistalous. Espoo: Aalto yliopisto. Viitattu 15.6.2020.

Lahden ammattikorkeakoulu, Koukka H, 2018, Smart Business Annual Review. Viitattu 15.10.2020 https://www.researchgate.net/profile/Brett_Fifield/publication/332589311_Smart_Business_Annual_Review_2018/links/5cbf1272299bf12097799972/Smart-Business-Annual-Review-2018.pdf.

Kuntatekniikka, 2015, Inframalleilla tehoa suunnitteluun ja työmaalle. Viitattu 1.10.2020 <https://kuntatekniikka.fi/lehtiarkisto/04-2015/inframalleilla-tehoa-suunnitteluun-ja-tyomaille> .

Maanmittauslaitos, Suomisto J., 2017, Semantiikka mullistaa 3D-kaupunkimallin käyttömahdollisuudet. Viitattu 15.10.2020. https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2017/06/Semantiikka_mullistaa_3D-kaupunkimallin_kayttomahdollisuudet.pdf .

Novapoint, 2020. Viitattu 1.10.2020 <http://resourcecenter.novapoint.com/>.

Myllylä H, 2012. Vesihuollon suunnitteluohje. Opinnäytetyö. Infrarakentamisen koulutusohjelma. Metropolia ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.7.2020 <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/42439/Vesihuol.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Peippo E, 2015, Tietomallin hyödyntäminen infran laadunvalvonnassa. Opinnäytetyö. Infrarakentamisen koulutusohjelma. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 13.6.2020 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/92519/Peippo_Elina.pdf?sequence=1.

Rakennetun omaisuuden tila (ROTI) 2019. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL. Viitattu 26.8.2020 https://www.ril.fi/media/2019/roti/roti_2019_raportti.pdf.

Vesihuoltolaitosyhdistys (VVY). Mitä vesihuolto on. 2020a. Viitattu 20.5.2020. <https://www.vvy.fi/>.

Vesihuoltolaitosyhdistys, (VVY), 2020b. Vesihuoltolaitosten digistrategia – portaat digitalisaation hyödyntämiseen. Viitattu 20.5.2020 https://www.vvy.fi/site/assets/files/3211/vvy_digitalisaatiostrategia_loppuraportti.pdf.

Vesihuoltolaitosyhdistys, (VVY), 2015. Vesihuoltoalan korkeakouluopetuksen tarveselvitys 2015/VVY. Viitattu 20.5.2020 https://www.vvy.fi/site/assets/files/3069/vesihuoltoalan_korkeakouluopetuksen_tarveselvitys_loppuraportti_1303.pdf.

VTT, 2013, Vesihuoltoverkoston kunnon ja arvon määrittäminen. Viitattu 16.8.2020 <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2012/VTT-R-08119-12.pdf>.

Väylävirasto 2020, Tieverkko. Viitattu 1.10.2020 <https://vayla.fi/vaylista/tieverkko>.

Kysely haastateltaville

Kysely: Tietomallintamisen hyödyt vesihuoltoverkostohankkeissa

Tekijä: Joona Lepistö

Osa 1 Tietomallintaminen yleisesti

- 1.1** Onko organisaatio käyttänyt tietomallintamista projekteissaan?
- 1.2** Mitkä ovat olleet tietomallintamisen käyttökokemukset?
Hyvät puolet:
Huonot puolet:
- 1.3** Mitkä valmiudet organisaatiolla on siirtyä tietomallipohjaisiin suunnitelmiin?
- 1.4** Mitkä valmiudet organisaatiolla on kehittää tietomallipohjaista suunnittelua? Ja tuottaa tietomallipohjaista aineistoa?
- 1.5** Mitkä valmiudet organisaatiolla on toteuttaa tietomallipohjaista suunnittelua?
- 1.6** Mitä suunnitteluohjelmia organisaatiolla on käytössä tietomallinnuksessa?
- 1.7** Millaisia käyttökokemuksia organisaatiolla on tietomallintamisesta?
- 1.8** Miten tietomallinnus näkyy nykypäivän suunnittelussa ja työn teossa verrattaessa vanhaan manuaaliseen työskentelytapaan, jossa syntyi 2D-tulosteita ja suunnitelmia?
Hyvät puolet:
Huonot puolet:
- 1.9** Millaista asioita tietomallipohjaisissa hankkeissa kaivataan lisää? Esimerkiksi lähtötiedot.
- 1.10** Millaisesta tiedosta on erityisesti ollut hyötyä tehdessä tietomallipohjaisia hankkeita?

Osa 2 Tietomallintaminen vesihuoltoverkostohankkeissa

- 2.1** Mitä suunnitteluohjelmia organisaatiolla on käytössä vesihuoltoverkostohankkeissa?
- 2.2** Miten eri ohjelmien ominaisuuksia käytetään suunnittelussa hyväksi?

- 2.3** Millaisia valmiuksia tai tarpeita organisaatiolla on siirtyä tietomallipohjaiseen suunnitteluun vesihuoltoverkostohankkeissa tulevaisuudessa?
- 2.4** Kuinka monesta mallipohjaisesta hankkeesta organisaatiolla on kokemusta?
- 2.5** Mainitse 1–5 tärkeintä ominaisuutta tietomallipohjaisessa suunnittelussa?
- 2.6** Mainitse 1–5 huonoa ominaisuutta tietomallipohjaisessa suunnittelussa?
- Osa 3** **Tuottavuus vesihuoltoverkostohankkeissa**
- 3.1** Miten tietomallintaminen on näkynyt hankkeiden kustannuksissa?
Hyvät puolet:
Huonot puolet:
- 3.2** Miten tietomallintaminen on vaikuttanut suunnittelun aikatauluun?
Hyvät puolet:
Huonot puolet:
- 3.3** Miten tietomallintaminen on vaikuttanut tiedon- (omaisuuden) hallintaan? Esimerkiksi verkostojen hallinta.
- 3.4** Onko tietomallintaminen helpottanut tai vaikeuttanut tiedonhallintaa? Jos on niin miten?
- 3.5** Miten tietomallintaminen on vaikuttanut suunnitelmien laatuun?
- 3.6** Onko tietomallintaminen helpottanut tai vaikeuttanut suunnittelua? Jos on niin miten?
- 3.7** Miten tietomallintaminen on vaikuttanut työn turvallisuuteen? (urakoitsijat)
- 3.8** Miten tuottavuutta mitataan urakoissa tai hankkeissa? Esimerkiksi kustannukset ja ajansäästö.
- 3.9** Miten tietomallipohjainen hanke on vaikuttanut hankkeen toetutukseen?