



Suunnitelmamallista piirustukseksi

Tekla Civilin piirustusohjelmat, CAD-tulostuksen ohjaustiedostot ja kuvatuotannon tehostaminen

Vili Pajunen

OPINNÄYTETYÖ
Lokakuu 2021

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus
Infrarakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen

PAJUNEN, VILI

Tietomallista piirustukseksi

Tekla Civilin piirustusohjat, CAD-tulostuksen ohjaustiedostot ja kuvatuotannon tehostaminen

Opinnäytetyö 66 sivua, joista liitteitä 33 sivua
Lokakuu 2021

Teiden ja katujen suunnittelutyö tehdään nykyisin tietomallipohjaisesti, mutta tilaajat haluavat suunnitelma-aineiston arkistoinnin ja ohjeistuksiansa vuoksi myös dokumenttipohjaisena. Piirustukset tulostetaan suunnitelmamallista, jonka jälkeen ne viimeistellään AutoCADilla luettavammiksi ja tilaajan ohjeistuksen mukaisiksi. Opinnäytetyön tavoitteena on tehostaa AFRY Oy:n katu- ja rakennussuunnitteluprojektien piirustustuotantoa luomalla Tampereen kaupungin ohjeiden mukaiset piirustusohjat ja tulostuksen ohjaustiedostot suunnitteluohjelmisto Tekla Civiliin.

Opinnäytetyön toisessa luvussa käydään läpi Yleiset inframallivaatimukset sekä ohjeita katu- ja rakennussuunnitelmien sisällöstä ja esitystavasta. Lisäksi luvussa esitellään lyhyesti Väyläviraston pilotointi tiesuunnitelman tietomallipohjaisesta hallinnollisesta käsittelystä. Kolmannessa luvussa käsitellään Tekla Civilin perusteita erityisesti piirustustuotannon näkökulmasta.

Opinnäytetyön yhteydessä kartoitettiin AFRYllä nykyisin käytössä olevista piirustusohjista käyttökelpoiset pohjat. Kartoituksen tuloksena selvisi, että Tampereen kaupungin hankkeille oli tarpeellista laatia omat piirustusohjat ja ohjaustiedostot. Sekä piirustusohjien että ohjaustiedostojen käyttöä varten laadittiin teko- ja käyttöohjeet. Laadittujen piirustusohjien ja ohjaustiedostojen avulla on mahdollista tehostaa piirustustuotantoa, mutta käyttö ei silti täysin poista tarvetta AutoCADissa tehtäville muokkauksille. Laaditut piirustusohjat ja ohjaustiedostot on tarkoitettu ainoastaan AFRY Oy:n käyttöön.

Tulevaisuudessa olisi resurssien säästämiseksi järkevintä laatia kadunsuunnitteluun kaikille tilaajille yhteinen CAD-kuvatasojärjestelmä. Tähän tarpeeseen voisi soveltaa esimerkiksi Yleisten inframallivaatimusten kanssa yhteensopivaa CAD-kuvatasojärjestelmää. Lähitulevaisuudessa ajankohtaiseksi tulee todennäköisesti myös dokumenttipohjaisten piirustusten korvautuminen tietomallilla myös arkistoinnissa ja hallinnollisessa käsittelystä. On kuitenkin todennäköistä, että piirustukset säilyvät tietomallien rinnalla myös jatkossa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction and Civil Engineering
Civil Engineering

PAJUNEN, VILI

From an Information Model to the Drawing Document

Tekla Civil Drawing Templates, Export Files and Optimizing the Drawing Production

Bachelor's thesis 66 pages, appendices 33 pages
October 2021

Road planning is done mainly by using model-based methods, but clients also want document-based plans. Drawings are exported from an information model, and they will be finalized in AutoCAD according to the customer's introductions. The goal of this thesis was to optimize the drawing document production of AFRY Oy. in street planning projects by creating drawing templates and export files in Tekla Civil.

The Common InfraBIM Requirements and the guidelines of contents and the presentation of street layouts and conceptual design are presented in the second chapter of this thesis. The Basics of the Tekla Civil's drawing production are covered in the third chapter of this thesis.

The instructions for using drawing templates and export files were made as a part of this thesis. The drawing templates and export files make it possible to optimize the drawing document production, but they can't totally eliminate the need to make some changes in AutoCAD. The completed drawing templates and export files are made only for AFRY Oy.

In the future it would be sensible to make a common CAD imagine layer system for all clients, especially for cities. This system should be used in street planning projects. There is also a CAD imagine layer system which is compatible with the Common InfraBIM Requirements, and for example this system could also be used in street planning projects. We might also soon replace document-based pictures by using administrative information model. It's still probable that the document-based pictures will also be used in the future.

Key words: tekla civil, drawing templates, autocad, export files

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	AINEISTON ESITTELY.....	7
2.1	YIV - Yleiset inframallivaatimukset	7
2.2	YIV ja Infra CAD-kuvatasojärjestelmä	8
2.3	Tietomallien ja piirustusten suhteesta	9
2.4	Katu 2020.....	10
2.4.1	Katusuunnitelman sisältö- ja esitystapa.....	10
2.4.2	Rakennussuunnitelman sisältö ja esitystapa	11
2.5	Tampereen kaupungin sisältö- ja esitystapaohje katu- ja rakennussuunnitelmien tekemiseen	11
2.5.1	Katusuunnitelmaan kuuluvat piirustukset	12
2.5.2	Rakennussuunnitelmaan kuuluvat piirustukset.....	14
2.5.3	Katu- ja rakennussuunnitelmien ulkoasu ja esitystapa	17
2.5.4	Tampereen kaupungin dwg-tasojärjestelmä.....	19
3	TEKLA CIVIL	20
3.1	Tekla Civilin perusteet.....	20
3.2	Piirustukset -sovellus	21
3.2.1	Piirustusohjelmat.....	22
3.2.2	Piirustuksen luominen ilman piirustusohjelmaa	23
3.2.3	Piirustuksen luominen pikatoiminnolla	23
3.3	Projektipiirtokohteet -sovellus.....	24
3.4	CAD-kirjoituksen ohjaus	24
3.4.1	Viennin attribuutit.....	24
3.4.2	Ohjaustiedostot.....	26
4	TULOKSET	27
4.1	Kuvatuoanto katuhankkeissa	27
4.2	Piirustusohjelmat.....	27
4.3	Ohjaustiedostot	28
5	POHDINTA	30
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET	33

LYHENTEET JA TERMIT

Maailma	Tekla Civil ohjelmistoympäristön ulottuvuus, jossa työskennellään, esimerkiksi linjan poikkileikkaus, tasausikkunan sisältö ja kaarevuuskuvaaja ovat maailmoja.
Näkymä	Rajattu osa maailmasta, joka on näkyvässä piirustuksessa.
Piirustus	Paperille tai tiedostoon tulostettava suunnitelman sivu, joka voi sisältää karttoja, pituusleikkauksia ja poikkileikkauksia eri kohteista. Lisäksi piirustuksessa voi olla muita sisältöosia.
Piirustus pohja	Piirustuksen luomiseen tarkoitettu valmis runko, johon valmiiksi tallennettu piirustuksen lehtikoko, näkymät, muut osat ja niiden sijainnit piirustuksessa.
Tilaaja	Suunnittelutehtävän toimeksiantaja, jolla on oma roolinsa ja vastuunsa hankkeen läpiviemisessä.
dwg	Tiedostoformaatti, jota esimerkiksi AutoCAD käyttää
gcf	Tekla Civilin tulostuksen ohjaustiedotojen tiedostopäätte

1 JOHDANTO

Teiden ja katujen suunnittelutyö tehdään nykyisin pääasiassa tietomallipohjaisesti, mutta tilaajat haluavat arkistoinnin ja ohjeistuksiansa vuoksi usein suunnitelma-aineiston myös dokumenttipohjaisena. Monilla kunnilla ja kaupungeilla on omat ohjeensa siihen, millaista esitystapaa suunnitelmadokumenteissa tulee käyttää. Esitystavat voivat poiketa toisistaan merkittävästikin. Erilaiset esitystavat taas kasvattavat suunnitelmadokumenttien viimeistelyyn käytettävää aikaa, koska suunnitteluohjelmat eivät tuota suoraan haluttua esitystapaa.

Opinnäytetyön tavoitteena on tehostaa AFRY Finland Oy:n Tampereen kaupungille tehtävien katujen katu- ja rakennussuunnitteluprojektien piirustustuotantoa luomalla valmiiksi tarvittavat piirustusohjelmat ja tulostuksen ohjaustiedostot suunnitteluohjelmisto Tekla Civiliin. Opinnäytetyön tarkoituksena on piirustusohjelmien ja ohjaustiedostojen avulla vähentää piirustustuotantoon käytettävää aikaa katu- ja rakennussuunnitteluprojektien loppuvaiheessa, jolloin aikataulupaine on yleensä kovimmillaan.

Lähtöselvityksessä kartoitetaan AFRYllä valmiiksi käytössä olevien piirustusohjelmien ja ohjaustiedostojen tilanne, ja tarkastellaan, millaisille pohjille ja ohjaustiedostoille on tarvetta. Opinnäytetyön aineistona käytetään Tampereen kaupungin katu- ja rakennussuunnitelmien sisältöohjetta sekä Katu 2020 -aineistoa.

Piirustusohjelmien ja ohjaustiedostojen lisäksi tarkoituksena on tuottaa ohjeistus piirustusohjelmien ja ohjaustiedostojen luomisesta, päivittämisestä ja käytöstä. Opinnäytetyön yhteydessä tuotettavat piirustusohjelmat ja tulostuksen ohjaustiedostot ohjeaineistoinen on tarkoitettu ainoastaan AFRY Finland Oy:n käyttöön, ja ne ovat salassa pidettävää materiaalia.

Opinnäytetyössä keskitytään Tekla Civilin osalta piirustusohjelmiin, ohjaustiedostoihin ja kuvatuotantoon. Työn ulkopuolelle rajautuvat Tekla Civilin kuvaustekniikka-asetusten määrittäminen ja kuvaustekniikoiden syvällisempi tarkastelu.

2 AINEISTON ESITTELY

2.1 YIV - Yleiset inframallivaatimukset

Rakennustietosäätiön erityispäätoimikunta BuildingSMART Finland ja sen alaisuudessa toimiva infratoimialaryhmä julkaisee Yleiset inframallivaatimukset -ohjeistoa. Yleiset inframallivaatimukset toimivat inframallintamisen yleisinä ohjeina ja vaatimuksina yhdessä InfraBIM-nimikkeistön ja tiedonsiirtoformaattien määrittelyjen kanssa. Kuviossa 1 on esitetty BuildingSMART Finlandin luoma kolmikanta, joka muodostuu mallinnusvaatimuksista, InfraBIM-nimikkeistöstä ja tiedonsiirtoformaattien määrittelyistä (kuvio 1). Kaikkien kolmikannan osien tulee olla kunnossa ja yhteneväisiä, jotta tiedonhallinta olisi mahdollisimman toimivaa. (BuildingSMART Finland, 2019.)

Yleisten inframallivaatimusten lisäksi Suomessa on käytössä Inframodel -tiedonsiirtoformaatti, joka perustuu kansainväliseen LandXML-standardiin. Inframodel -formaatin on tarkoitus toimia kattavasti niin suunnitteluohjelmissa kuin mittaus- ja koneenohjaussovelluksissa. (BuildingSMART Finland, 2019.)



KUVIO 1. Tiedonhallinnan kolmikanta: Yleiset inframallivaatimukset, InfraBIM-nimikkeistö ja tiedonsiirtoformaattien määrittelyt (BuildingSMART Finland, 2019)

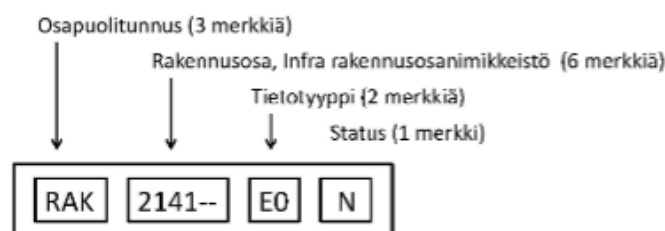
Yleisten inframallivaatimusten on tarkoitus kattaa koko hankkeen elinkaari: lähtöaineisto, suunnitteluvaiheet, rakentaminen, rakennetun todentaminen eli as-built-vaihe ja tarkepiirustukset sekä käyttö ja kunnossapito. Mallinnusohjeiden tavoitteena on yhdenmukaistaa ja kehittää infra-alan mallinnuskäytänteitä. Yleisiä

inframallivaatimuksia päivitetään osaamisen ja työvälineiden kehittymisen edessä. (BuildingSMART Finland, 2019.) Opinnäytetyön kirjoitushetkellä on käytössä 2.5.2019 ilmestynyt YIV 2019/1.

2.2 YIV ja Infra CAD-kuvatasojärjestelmä

CAD-kuvatasojärjestelmä on TK279 Infra-nimikkeistötoimikunnan ja sen tilaajaorganisaatioiden laatima CAD-tasojärjestelmäohje, josta on laadittu myös valmis AutoCAD Template-tiedosto. Infra CAD-kuvatasojärjestelmä perustuu rakennusosa- ja hankenimikkeistöön (Rakennustieto Oy, 2015). Se ei siis ole täydellisen yhteensopiva YIV:n kanssa, mutta sen tasojen nimeämiskäytännöt itsessään pitävät sisällään paljon oleellista informaatiota, esimerkiksi rakennusosanimikkeistön perusteella määräytyvän rakennusosatunnuksen ja statuksen, eli tiedon siitä, onko tasolla nykyisiä rakenteita vai suunniteltuja rakenteita. Kuvassa 1 (kuva 1) on esitetty tasonimen rakenne.

2.2 Tasonimen rakenne



Kuva 1. Tasonimen rakenne.

KUVA 1. Tasonimen rakenne (Rakennustieto Oy, 2015)

Yleiset inframallivaatimukset ohjaavat suunnittelua, ja suunnitteluohjelmistoissa tietomallit pohjautuvat yleisiin inframallivaatimuksiin. Esimerkiksi rakenteen pinnat määritellään Tekla Civilissä YIV:n mukaisille pinnoille. Yleisten inframallivaatimusten mukaisista suunnitelmamalleista taas halutaan laatia kaupunkien ohjeiden mukaiset piirustukset, joten YIV:n ja kaupunkien ohjeiden eroavaisuudet aiheuttavat piirustuksiin kohdistuvia muokkaustarpeita. Yleiset inframallivaatimukset eivät myöskään sisällä niin paljon määräytyksiä kuin CAD-kuvatasojärjestelmä, joten YIV ja CAD-kuvatasojärjestelmä eivät myöskään ole täysin yhteensopivia keskenään.

2.3 Tietomallien ja piirustusten suhteesta

Tiina Perttulan kirjoittaman, Katu 2020 -sivustolla julkaistun Tietomallit -ohjeistuksen mukaan tällä hetkellä eletään mallinnuksen suhteen murrosvaiheessa. Ohjelmistojen kehitys ohjaa käyttämään mallipohjaisia työkaluja, ja vaikka eri tekniikkalajeissa edetään eri tahdissa, on kaikkialla nähtävissä vähintäänkin mallipohjaiseen suunnitteluun liittyvän kehityksen käynnistyminen. Mallinnus helpottaa eri tekniikkalajien yhteensovitusta, toimivuuden varmistusta, tilavarauksia ja määrälaskentaa. On kuitenkin syytä huomioida myös tiedonsiirtoon liittyvät vaatimukset. Kun tietoa tuotetaan yhteisesti sovittujen sääntöjen ja standardien mukaan, tieto ei katoa tai muuta muotoaan sellaiseksi, että sitä ei voi enää hyödyntää. Standardoitu tieto on myös mahdollista arkistoida siten, että se on käytettävissä hankkeen koko elinkaaren ajan. (Perttula, 2020.)

Periaatteessa voisi siis olla mahdollista, että tietomalli korvaisi tulevaisuudessa myös nähtäville asetettavat piirustusdokumentit. Väylävirasto onkin julkaissut lokakuussa 2019 selvityksen nimeltä Tiesuunnitelman tietomallipohjaisen hallinnollisen käsittelyn pilotointi. Selvityksessä pilotoitiin tietomallipohjaista hallinnollista käsittelyä tiesuunnitelmassa ”Maantien 120 (Vihdintie) parantaminen rakentamalla Kortesmäen alikulkukäytävä” alkaen suunnitelman nähtäville asettamisesta. Työn tuloksena laadittiin hallinnollisen yhdistelmämallin mallinnussuosittukset tiesuunnitelmavaiheeseen. (Carlstedt, Ketola & Liukas, 2019, 3.)

Väyläviraston pilotoinnin selvityksen yhteenvedossa todetaan, että yhdistelmämallia on mahdollista käyttää suunnitelmien hallinnollisen käsittelyn vaiheiden tukena perinteisten suunnitelmakuvien rinnalla jo nykyisin, vaikka yhdistelmämallien tietosisältö olisikin vielä osittain puutteellista. Olennaista kuitenkin on, että tarvittavat kuvat tuotetaan mallin pohjalta, ja että malli ja tulosteet eivät ole keskenään ristiriidassa. Selvityksen yhteenvedossa todetaan myös, että ohjelmistokehittäjät olisi tärkeä saada mukaan yhteistyöhön. (Carlstedt ym. 2019, 31.)

Lisäksi selvityksessä todettiin, että tiedonhallinnan säästöpotentiaali Väyläviraston hankkeissa olisi noin 15 miljoonaa euroa. Vaikka lain mukaisesti hyväksyttä-

vien suunnitelmien hallinnolliset prosessit ovat tästä vain pieni osa, kuvaa säästöpotentiaali myös suunnitelmien hallinnollisen prosessin paremmalla tiedonhallinnalla ja digitalisaatiolla saavutettavia hyötyjä. (Carlstedt ym. 2019, 31—32.)

Paperikuvista luopumisen haasteena on Väyläviraston selvityksen mukaan puuttuva mallipohjaisen aineiston arkistointiformaatti, sekä suunnitelmien mahdollisen oikeuslaitoskäsittelyn vaatimukset. Lisäksi haasteena on esitystavan ja näkymien siirto eri ohjelmistojen välillä. Tarpeen vaatiessa aineisto täytyy myös voida säilyttää pysyvästi. (Carlstedt ym. 2019, 31.) Ennen näiden ongelmien ratkeamista on epätodennäköistä, että dokumenttipohjaiset suunnitelmat poistuisivat, joten tietomallin mahdollisuuksista huolimatta on merkityksellistä, että tarvittavat kaksiulotteiset suunnitelmakuvat voidaan tuottaa tehokkaasti.

2.4 Katu 2020

Suomen kuntatekniikan yhdistys julkaisi vuonna 2020 uuden Katu 2020 -verkkosivuston. Ohjeen tarkoituksena on toimia käsikirjana katusuunnittelijoille sekä -rakentajille. Samalla se toimii oppimateriaalina alan opiskelijoille. (Suomen kuntatekniikan yhdistys, 2020.)

2.4.1 Katusuunnitelman sisältö- ja esitystapa

Tapio Siikaluoman kirjoittaman, Katu 2020 -verkkosivustolla julkaistun ohjeen mukaan katusuunnitelma on hallinnollinen yleisen alueen käyttöä koskeva suunnitelma, jonka perusteella kadulle myönnetään rakennuslupa. Katusuunnitelman sisältövaatimukset määrätään maankäyttö- ja rakennusasetuksessa. Asetuksen mukaan katusuunnitelmassa tulee esittää kadun eri käyttötarkoitukset ja kadun sopeutuminen ympäristöön. Siitä täytyy käydä ilmi myös liikennejärjestelyjen periaatteet, kuivatus ja sadevesien johtaminen, kadun korkeusasema ja päällystämateriaali sekä istutukset, pysyvät rakennelmat ja laitteet. Katusuunnitteluun sisältyy kadun vaakageometrian eli linjauksen suunnittelu, pystygeometrian eli tasanuksen suunnittelu, katupoikkileikkauksen ja katu ympäristön suunnittelu sekä liikenteen, kuivatuksen, valaistuksen ja rakenteiden suunnittelu. (Siikaluoma, 2020.)

Katusuunnitelma on asiakirja, jonka avulla rakennettavaa tai saneerattavaa katua esitellään päättäjille, asukkaille, yrityksille ja muille hankkeen sidosryhmille. Sen vuoksi on tärkeää, että katusuunnitelma on esitystavaltaan selkeä, ja että siitä käy ilmi katusuunnitelman vaikutukset liikenteeseen, ympäristöön ja maankäyttöön. Katusuunnitelma esitetään karttoina sekä poikkileikkaus- ja pituusleikkauspiirustuksina. (Siikaluoma, 2020.)

2.4.2 Rakennussuunnitelman sisältö ja esitystapa

Juha Väätäisen kirjoittaman, Katu 2020 -verkkosivustolla julkaistun ohjeen mukaan kadun rakennussuunnitelman sisältö määritellään hankekohtaisesti, ja rakennussuunnitelmavaiheen piirustukset laaditaan useimmiten kaduittain. Rakennussuunnitelmaan sisältyy pääsääntöisesti vähintään asemapiirustus, pituusleikkaus, rakennepoikkileikkaus, johtopiirustus ja tasauspiirustus liittymäalueilta. (Väätäinen, 2020.)

On todennäköistä, että tietomallit tulevat korvaamaan piirustuksia esimerkiksi paalukohtaisten poikkileikkausten osalta. Piirustusdokumentit säilyvät tietomallien rinnalla myös jatkossa arkistointia varten. Piirustusten kopioissa on perusteltua siirtyä mustavalkoisista kopioista värikopioihin ainakin siinä tapauksessa, että piirustuksessa on paljon yksityiskohtaista sisältöä. Esimerkkejä tällaisista piirustuksista ovat johto- ja vesihuoltopiirustukset. (Väätäinen, 2020.)

2.5 Tampereen kaupungin sisältö- ja esitystapaohje katu- ja rakennussuunnitelmien tekemiseen

Kunnilla ja kaupungeilla on omat katu- ja rakennussuunnitelmia koskevat sisältö- ja esitystapaohjeensa, jotka pohjautuvat maankäyttö- ja rakennusasetukseen. Tässä opinnäytetyössä perehdytään tarkemmin Tampereen kaupungin ohjeisiin.

Tampereen kaupunki on laatinut vuonna 2010 Katu- ja rakennussuunnitelmien sisältö -nimisen ohjeasiakirjan, jonka tarkoitus on yhtenäistää kaupunkiympäristön kehittämisen ja Tampereen veden tilaamien katu- ja rakennussuunnitelmien sisältöä ja ulkoasua. Ohjekansioon on koottu lisäksi asiakirjamalleja ja mallisuunnitelmia sekä uudis- että saneerauskohteista. Ohjeen mukaan katusuunnitelman

sisällön ja ulkoasun on oltava sama siitä riippumatta, millä ohjelmilla suunnitelma on tuotettu. (Tampereen kaupunki, 2010, 3.)

2.5.1 Katusuunnitelmaan kuuluvat piirustukset

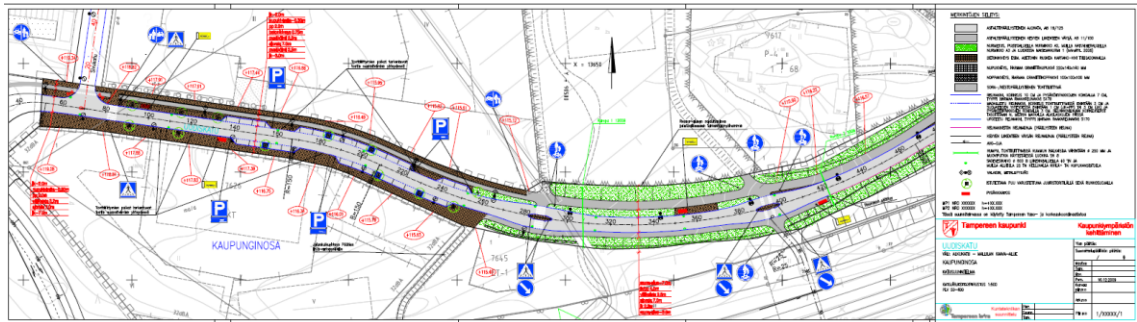
Tampereen kaupungin ohjeen mukaiseen katusuunnitelmaan sisältyy katujärjestelypiirustus, pituusleikkaus, tyyppipoikkileikkaukset ja erilaiset detaljipiirustukset (Tampereen kaupunki, 2010, 4).

Katujärjestelypiirustus esitetään mittakaavassa 1:500. Siinä täytyy esittää pohjoisnuoli, koordinaattiristit 50 metrin välein ja xy-asema vähintään yhdestä pisteestä. Katujärjestelypiirustuksessa esitetään yleensä projektin lähtötietoina saadun pohjakartan ja ajantasaisen asemakaavan päällä katualueen rajat, kadun linjat mukaan lukien mittalinja ja paalutus, reunakivilinjat madallusmerkintöineen, katukorkeudet liittymien ja katualueen rajapisteiden kohdalla. Kadun kuivatusperiaatteiden osalta esitetään hulevesikaivot tai avo-ojat, hulevesiviemärin purkukohtat, rummut, laskuojat ja hulevesikourut. (Tampereen kaupunki, 2010, 4—5.)

Katujärjestelypiirustuksesta käy ilmi poikkileikkauksien eri osien käyttötarkoitus ja mitat sekä jalkakäytävien ja pyöräteiden erotus- ja välikaistojen reunaviivat. Päällysteet esitetään kaupungin määrittämän esitystavan mukaisesti väreillä ja rastereilla. (Tampereen kaupunki, 2010, 4—5.)

Katujärjestelypiirustuksessa esitetään pysäkkien, hidasteiden, korokkeiden ja suojateiden sijainti. Siitä käy ilmi istutusalueet sekä istutettavat tai poistettavat puut ja pensaat. Saneerauskohteissa esitetään myös katuosoitteet. Taitorakenteiden osalta katujärjestelypiirustuksessa esitetään esimerkiksi sillat ja tukimuurit. Myös portaat, kaiteet, melusteet ja pollarit on tarpeen esittää katujärjestelypiirustuksessa. Liikenteenohjauksen osalta katujärjestelypiirustuksessa esitetään liikennemerkkit, liikennevalot ja portaalit. (Tampereen kaupunki, 2010, 4—5.)

Kuvassa 2 on esitetty esimerkkikuva ohjeen mukaisesta katujärjestelypiirustuksesta (kuva 1).



KUVA 2. Esimerkkikuva ohjeen mukaisesta uudiskadun katujärjestelypiirustuksesta (Tampereen kaupunki, 2010)

Pituusleikkauspiirustus esitetään Tampereen kaupungin ohjeen mukaisesti siten, että vaakasuunnan mittakaava on 1:1000 ja pystysuunnan mittakaava 1:100. Tällöin pituusleikkauspiirustuksesta on luettavissa tarvittava informaatio. Pituusleikkauksessa esitetään kadun pystygeometria, eli tasausviiva ja tasausviivaelementit taitepisteineen. Tasausviivaelementteihin kuulu sekä suorita että pyöristyskaarita. Myös pyöristyskaarien säteet ja tangenttien paikat esitetään pituusleikkauksessa. Tasauksen korkeuslukema esitetään 10 metrin välein. Myös tasausviivan elementtien taitepisteiden korkeusasema merkitään näkyviin pituusleikkaukseen. (Tampereen kaupunki, 2010, 5.)

Pituusleikkauksessa esitetään lisäksi kadun paalulukema 50 metrin välein sekä alkuperäinen maanpinta piirrettynä viivana korkeuslukemineen. Kadun sivukaltevuus esitetään kuvaajana pituusleikkauspiirustuksessa, ja kuvaajan yhteydessä esitetään myös sivukaltevuuden arvot. Pituusleikkauspiirustuksesta tulee käydä ilmi liittyvien katujen nimet ja paikat, poikkikadut, sillat mittakaavan sallimassa tarkkuudessa sekä merkittävät maanalaiset rakenteet. (Tampereen kaupunki, 2010, 5.)

Typpipoikkileikkaus esitetään mittakaavassa 1:100. Typpipoikkileikkauksesta käy ilmi katualueen rajat sekä leveys ja mittalinjan sekä tasausviivan paikka. Siinä ilmoitetaan sanallisesti, mikä paalu, tai paaluväli, on kyseessä. Leikkauksuvasta käy ilmi poikkileikkauksen eri osien käyttötarkoitus, leveys, sivukaltevuudet, pintamateriaalit ja korkeus tasausviivaan nähden. Lisäksi poikkileikkauksessa

esitetään puut ja muut istutukset, valaisinpylväät, kiinteät rakenteet ja rakennukset sekä kadun kalusteet, mikäli tarpeellista. (Tampereen kaupunki, 2010, 5.)

Toisinaan on tarpeen tehdä myös erillisiä detaljipiirustuksia havainnollistamaan lopullista kadun ulkoasua ja yksityiskohtia. Detaljipiirustusten tarkoituksena on palvella kadun esittelyä pienipiirteisten yksityiskohtien suhteen. Tällaisia yksityiskohtia voivat olla esimerkiksi katukiveykset, hidasteet. Myös havainnekuvat, esimerkiksi perspektiivikuvat ja valokuvasovitteet luokitellaan tässä tapauksessa detaljipiirustuksiksi. (Tampereen kaupunki, 2010, 5.) Tällaisia yksityiskohtia voivat olla esimerkiksi katukiveykset, hidasteet.

2.5.2 Rakennussuunnitelmaan kuuluvat piirustukset

Katu rakennetaan katusuunnitelmaa täydentävien rakennussuunnitelmien perusteella. Rakennussuunnitelmissa esitetäänkin enemmän rakentamiseen liittyviä teknisiä yksityiskohtia kuin katusuunnitelmassa. Tampereen kaupungin rakennussuunnitelmaan sisältyy asemapiirustus, tasauspiirustus, pituusleikkaus, rakenteellinen tyypipoikkileikkaus ja paalukohtaiset poikkileikkaukset. Muita rakennussuunnitelmavaiheeseen kuuluvia suunnitelmia ovat esimerkiksi mittauspiirustus, geotekniset suunnitelmat, liikenteenohjaussuunnitelma, valaistussuunnitelma ja vihersuunnitelma. (Tampereen kaupunki, 2010, 6—7.)

Rakennussuunnitelmavaiheessa katujärjestelypiirustus täydennetään asemapiirustukseksi, joka esitetään mittakaavassa 1:500. Asemapiirustukseen täydennetään katukorkeuslausunto, josta käy ilmi katuun rajoittuvien tonttien taitepisteiden korot kadun rajalla. (Tampereen kaupunki, 2010, 6.)

Kadun kuivatusperiaatteiden osalta asemapiirustukseen täydennetään kadun kuivatusperiaatteet, eli hulevesikaivot, -viemärit, ja -kourut, avo-ojat sekä salaojat. Salaojista ja hulevesiviemäreistä esitetään purkukohtat, laskuojat, tarkastusputket sekä vesijuoksu- ja liitoskorot. Lisäksi niistä esitetään putkimateriaali ja -koko. Asemapiirustuksesta käy ilmi myös nykyinen hulevesiverkosto ja liitoslausuntonumero. Myös rumpujen koko, materiaali ja korkeus esitetään asemapiirustuksessa. (Tampereen kaupunki, 2010, 6—7.)

Asemapiirustukseen täydennetään korokkeet ja liikenteenjakaajat. Siitä ilmenee myös rakenteiden suojaus-, siirto- ja purkutarpeet. Saneerauskohteiden asemapiirustukseen täydennetään lisäksi katuosoitteet, kaistamerkinnot, suojatiet sekä päällysteet materiaalimerkintöineen tontin rajaan saakka. Lisäksi saneerauskohdeiden osalta esitetään katualueen istutettavat osat. Viheralueiden osalta on mainittava myös kunnossapitoluokka. Asemapiirustukseen täydennetään myös säilytettävät, istutettavat ja poistettavat puut ja pensaat. (Tampereen kaupunki, 2010, 6—7.)

Asemapiirustukseen täydennetään tarvittaessa liikenteenohjauksen osalta erikoiskuljetusreittien vaatimuksiin liittyen. Näihin vaatimuksiin sisältyy tyyppikuvat liikenteenjakaajista ja portaaleista. (Tampereen kaupunki, 2010, 6—7.)

Rakennussuunnitelmavaiheessa asemapiirustukseen täydennetään kadun alle rakennettavat vesijohdot putkimateriaali- ja kokomerkintöineen, sulkuineen ja paloposteineen. Lisäksi vesijohdoista esitetään lukkomuhvit ja vaakakulmat. Asemapiirustukseen täydennetään jätevesiviemärit kaivoineen sekä materiaali- ja kokomerkintöineen. Kaivoviiksistä ilmenee sekä kaivon kannen että vesijuoksujen korkeusasema. (Tampereen kaupunki, 2010, 6—7.)

Rakennussuunnitelmaan sisältyvä tasauspiirustus esitetään kohteesta riippuen mittakaavassa 1:500 tai 1:200. Siinä esitetään kadun päällystettyjen osien korkeusasema viettoviivoin 0,10 metrin välein, eli toisin sanottuna tasauspiirustuksessa esitetään korkeuskäyrät 10 senttimetrin välein. Viettoviivat merkitään korkeuslukemin ja viettosuuntaa ilmaisevin poikkiviivoin. Tarvittaessa tasauspiirustuksessa esitetään korkeustietoja myös katuun liittyvistä rakenteista. (Tampereen kaupunki, 2010, 7.)

Rakennussuunnitelmaan sisältyvän pituusleikkauksen vaakamittakaava on 1:1000 ja pystymittakaava 1:100. Pituusleikkauspiirustus täydentyy rakennussuunnitelmavaiheessa paljon. Siihen lisätään arvioitu kalliopinta, kairausdiagrammit, mahdollisten maanäytteiden tiedot ja päällysrakenteen alapinnan osalta mahdollinen irtilouhinta sekä täytöt. Pituusleikkaukseen on tarpeen täydentää myös pohjanvahvistukset, siirtymäkiilat sekä tarvittaessa salaojat ja vettä pidät-

tävät padot, esimerkiksi savisulut. Katurakennetyyppi täydennetään pituusleikkauspiirustukseen siinä tapauksessa, että katurakennetyyppi muuttuu. Jos katurakennetyyppi pysyy samana pituusleikkauksen paaluvälillä, sitä ei Tampereen sisältö- ja esitystapaohjeen mukaan tarvitse ilmoittaa pituusleikkauspiirustuksessa. Pituusleikkauspiirustukseen lisätään rakennussuunnitelmavaiheessa myös työturvallisuuslomake. Esimerkki työturvallisuuslomakkeesta on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 3). (Tampereen kaupunki, 2010, 7—8.)

TYÖTURVALLISUUS

Suunnitteluvaiheessa pystytään huomioimaan tietyt työturvallisuusseikkoja, jotka on esitetty alla luettelonomaisesti. Työmaiden on kuitenkin ehdottomasti kiinnitettävä huomiota myös muihin seikkoihin ja erityisesti säästä (sateet, routa) ja liikenteestä aiheutuviin seikkoihin. Työmaan kohdemestarin on tarkkailtava tilannetta ja mikäli hän havaitsee suunnittelutilanteeseen tulleen muutoksen tai suunnitteluvirheen, on hänen välittömästi otettava yhteys suunnittelijaan.

KAIVANTO:

- tukematon	- luiskakaltevuus	<u>2 : 1</u>
	- käytettävä kaivantokasettia K/E	<u>E</u>
	- maiden läjitys kaivannon reunalle:	
	- etäisyys kaivannon reunasta	<u>1,5 m</u>
	- läjityskorkeus	<u>1,0 m</u>
	- koneen etäisyys kaivannon reunasta	<u>1,5 m</u>
- tuettu	- katso kaivantosuunnitelma piir.no	<u>-</u>

POHJAVESI:

- ei havaintoja	<u>+ -</u>
- perusmaa häiriintymisherkkä K/E	<u>E</u>

ILMAJOHDOT:

- korkeus maanpinnasta min.	<u>- m</u>
-----------------------------	------------

MUUTA:

KUVA 3. Esimerkki työturvallisuuslomakkeesta (Tampereen kaupunki, 2010)

Pituusleikkauspiirustukseen täydennetään myös ajoradan sivukaltevuus ajoradan kummankin puolen osalta. Oikean puolen sivukaltevuudesta käytetään tunnusta q_0 , ja vasemman puolen sivukaltevuudesta käytetään tunnusta q_v . Kaltevuus esitetään kaltevuuskuvaajana sekä prosentti- tai desimaalilukuna, esimerkiksi $q_0 = 3 \%$, tai $q_0 = 0,03$. Lisäksi pituusleikkauksesta käy ilmi kaltevuuden muutosjärjestelyt. Jos kadun ajonopeus on enemmän kuin 40 km/h, merkitään pituusleikkaukseen myös kaltevuuden muutosnopeus, esimerkiksi 1 % /15 m. Sivukaltevuutta ei tarvitse esittää, jos kyseiseltä katuosuudelta on laadittu erikseen tasauspiirustus. (Tampereen kaupunki, 2010 7—8.)

Pituusleikkauspiirustukseen täydennetään nykyiset viemärit ja vesijohdot ja muut merkittävät maanalaiset rakenteet. Siihen lisätään myös rakennettavien putkien perustamistapa sekä viemärit ja vesijohdot korkeustietoineen sekä koko-, materiaali- ja laatuluokkamerkintöineen. Lisäksi siihen täydennetään tarkastuskaivot kaivotunnuksineen. Vesijohtojen osalta pituusleikkauksessa esitetään lukkomuhvit ja pystykulmat. (Tampereen kaupunki, 2010 7—8.)

Rakennussuunnitelmanvaiheen tyyppipoikkileikkaus esitetään mittakaavassa 1:100. Siihen täydennetään päällysrakennekerrostaulukko sekä reunakivien materiaali ja koko, mahdolliset maanalaiset rakenteet sekä putki- ja johtokaivannot, putket ja johdot sekä niiden perustamistapa. Nykyiset putket esitetään harmaalla ja uudet mustalla. (Tampereen kaupunki, 2010, 8.)

Paalukohtaiset poikkileikkaukset esitetään mittakaavassa 1:100, ja ne toimitetaan erikseen pyydettyinä dwg- ja pdf-formaatissa. Leikkausväli määritellään kohteen tarpeiden perusteella. Paalukohtaisista poikkileikkauksista käy ilmi paaluluku, tasausviiva, maanpinta ja päällysrakenteen alapinta. Tarvittaessa esitetään kalliopinta, maalajirajat, kairausdiagrammit, maanäytetiedot ja mahdollinen pohjaveden pinta. (Tampereen kaupunki, 2010, 8—9.)

Paalukohtaisissa poikkileikkauksissa esitetään johtokaivanto putkineen, sekä kaiteet, tukimuurit, pohjanvahvistukset, siirtymäkiilat ja muut rakenteet. Korkeuslukemat esitetään päällysteen taite- ja reunapisteistä. (Tampereen kaupunki, 2010, 8—9.)


2.5.3 Katu- ja rakennussuunnitelmien ulkoasu ja esitystapa

Katu- ja rakennussuunnitelmat voidaan esittää tarpeen mukaan eri koossa. Tampereen kaupungin ilmoittama lehtikoko on 210 x 300 millimetriä, ja suunnitelman koko voi vaihdella 210 x 300 millimetristä 1160 x 900 millimetriin. Suunnitelman koko kasvaa tai pienenee sekä vaaka että pystysuunnassa yhden lehden verran, mutta tarpeen vaatiessa pystysuunnassa voi käyttää myös puolikasta lehteä. Ohjeelliset koot on esitetty alla olevassa taulukossa (taulukko 1).




TAULUKKO 1. Tampereen kaupungin katu- ja rakennussuunnitelmien koot
(Tampereen kaupunki, 2010, 10)

210 x 300	420 x 300	630 x 300	840 x 300	1160 x 300
210 x 600	420 x 600	630 x 600	840 x 600	1160 x 600
210 x 900	420 x 900	630 x 900	840 x 900	1160 x 900




Suunnitelmissa käytetään erilaista nimiöpohjaa riippuen siitä, onko tilaajana Kaupunkiympäristön kehittäminen, Tampereen Vesi, vai kumpikin. Nimiöesimerkit ovat nähtävillä alla olevissa kuvissa (kuvat 4—6). Nimiöissä esitetään piirustusnumerot muodostuvat etunumerosta, suunnitelmanumerosta ja takanumerosta. Etunumero määrittelee, millainen kohde on kyseessä, suunnitelmanumero taas on jokaisella suunnitelmalla oma, ja takanumerolla merkitään järjestyksnumeroa kyseisen suunnitelman sisällä. Nimiöesimerkit ovat nähtävillä alla olevissa kuvissa. (Tampereen kaupunki, 2010,11.)

 Tampereen kaupunki		Kaupunkiympäristön kehittäminen															
KOHTEEN NIMI VÄLI: KAUPUNGINOSA <u>KATUSUUNNITELMA</u> KATUJÄRJESTELYPIIRUSTUS 1:500 PITUUSLEIKKAUS 1:1000/1:100 TYYPPIPOIKKILEIKKAUS 1:100		Ylan päätös: Suunnittelupäällikön päätös: / §															
 Tampereen Infra		Kuntatekniikan suunnittelu	<table border="1"> <tr><td>Muutos</td><td></td></tr> <tr><td>Tark.</td><td></td></tr> <tr><td>Hyv.</td><td></td></tr> <tr><td>Pvm.</td><td>PÄIVÄMÄÄRÄ</td></tr> <tr><td>Korvaa piir.n:o</td><td></td></tr> <tr><td>Ark.n:o</td><td></td></tr> <tr><td>Piir.n:o</td><td>NUMERO</td></tr> </table>	Muutos		Tark.		Hyv.		Pvm.	PÄIVÄMÄÄRÄ	Korvaa piir.n:o		Ark.n:o		Piir.n:o	NUMERO
Muutos																	
Tark.																	
Hyv.																	
Pvm.	PÄIVÄMÄÄRÄ																
Korvaa piir.n:o																	
Ark.n:o																	
Piir.n:o	NUMERO																
	<table border="1"> <tr><td>Piirt.</td><td>NIMI</td></tr> <tr><td>Suunn.</td><td>NIMI</td></tr> <tr><td>Tark.</td><td>NIMI</td></tr> </table>	Piirt.	NIMI	Suunn.	NIMI	Tark.	NIMI										
Piirt.	NIMI																
Suunn.	NIMI																
Tark.	NIMI																

KUVA 4. Nimiö, jos tilaajana on Kaupunkiympäristön kehittäminen (Tampereen kaupunki, 2010, 10.)

 Tampereen kaupunki		 TAMPEREEN VESI																			
KOHTEEN NIMI VÄLI: KAUPUNGINOSA <u>RAKENUSSUUNNITELMA</u> <u>VESIJOHTO- JA VIEMÄRISUUNNITELMA</u> <u>SANEERAUSSUUNNITELMA</u> ASEMAPIIRUSTUS 1:500 PITUUSLEIKKAUS 1:1000/1:100 TYYPPIPOIKKILEIKKAUS 1:100		<table border="1"> <tr><td>Hyv.</td><td></td></tr> <tr><td>Pvm.</td><td></td></tr> <tr><td>Piirt.</td><td></td></tr> <tr><td>Suunn.</td><td></td></tr> <tr><td>Tark.</td><td></td></tr> <tr><td>Pvm.</td><td></td></tr> <tr><td>Korvaa piir.n:o</td><td></td></tr> <tr><td>Ark.n:o</td><td></td></tr> <tr><td>Piir.n:o</td><td>NUMERO</td></tr> </table>		Hyv.		Pvm.		Piirt.		Suunn.		Tark.		Pvm.		Korvaa piir.n:o		Ark.n:o		Piir.n:o	NUMERO
Hyv.																					
Pvm.																					
Piirt.																					
Suunn.																					
Tark.																					
Pvm.																					
Korvaa piir.n:o																					
Ark.n:o																					
Piir.n:o	NUMERO																				
 Tampereen Infra		Kuntatekniikan suunnittelu																			

KUVA 5. Nimiö, jos tilaajana on Tampereen Vesi (Tampereen kaupunki, 2010, 10)

 Tampereen kaupunki		Kaupunkiympäristön kehittäminen	
KOHTEEN NIMI VÄLI: KAUPUNGINOSA RAKENUSSUUNNITELMA VESIJOHTO- JA VIEMÄRISUUNNITELMA SANEERAUSSUUNNITELMA ASEMAPIIRUSTUS 1:500 PITUUSLEIKKAUS 1:1000/1:100 TYYPPIPOIKKILEIKKAUS 1:100		Muutos Tark. Hyv. Pvm	PÄIVÄMÄÄRÄ
 Tampereen Infra		Kuntatekniikan suunnittelu	 Hyv. Pvm. Korvaa piir.n:o Ark.n:o
	Piirt. NIMI Suunn. NIMI Tark. NIMI	Piir.n:o	NUMERO

KUVA 6. Nimiö, jos tilaajana on sekä Kaupunkiympäristön kehittäminen että Tampereen Vesi (Tampereen kaupunki, 2010, 11)

2.5.4 Tampereen kaupungin dwg-tasojärjestelmä

Tampereen kaupungilla on lisäksi oma dwg-tiedostonsa, josta käy ilmi perusasetukset eli piirustuksissa käytettävät tasot, viivatyypit, rasterit, tekstit ja rakennekerrostaulukkovaihtoehdot. Lisäksi siinä on esitetty erilaisia pyörätelinemalleja ja havainnesymboleita. Dwg-tiedostosta löytyy lisäksi tekstejä skaalattuna käytettäviin mittakaavoihin. Tässä opinnäytetyössä laadittu tulostuksen ohjaustiedosto on tehty Tampereen perusasetusten pohjalta. Käytössä olevat perusasetukset on julkaistu 22.2.2021.

3 TEKLA CIVIL

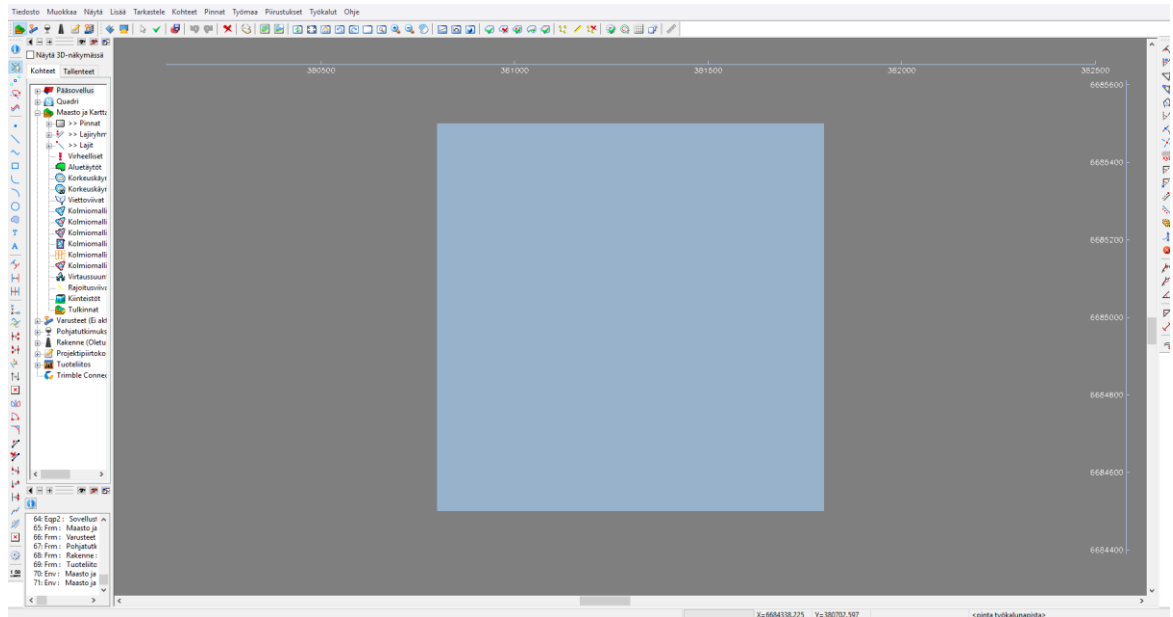
3.1 Tekla Civilin perusteet

Tekla Civil -ohjelmisto on osa Trimble Oy:n omistamaa Tekla -tuoteperhettä. Suunnittelu Tekla Civilillä perustuu tietomallipohjaiseen suunnitteluun. Ohjelmisto käyttää hyväkseen tietokantaa, joten samaa projektia voi tehdä reaaliaikaisesti useampi suunnittelija. Tietokantapohjaisuuden ansiosta oleellinen suunnitelmatieto on tarvittaessa saatavilla, ja kaikki malliin tehdyt muutokset päivittyvät käyttäjille samanaikaisesti. (Trimble Solutions, 2021.)

Suunnittelun parametreinä toimivat pysty- ja vaakageometrian elementit sekä rakennepoikkileikkaukset. Suunnittelussa käytetään pisteitä, suoria ja kaarielementtejä. Parametrien avulla ohjelma mallintaa esimerkiksi tien tai kadun rakenteet siten, että se ottaa huomioon suunnitellun tasauksen ja maaston muotojen vaihtelun. (Salo, 2017, 12—13.)

Tekla Civilissä on useita eri sovelluksia, joita käytetään ohjelmiston pääsovelluksen päällä. Pääsovellus sisältää Tekla Civilin perustoiminnallisuuden ja eri sovelluksille yhteiset toiminnot, mutta se ei voi koskaan olla ainoa käytössä oleva sovellus. Ohjelman pääikkunassa onkin aina käytössä pääsovelluksen lisäksi käyttöön valitun sovelluksen toiminnot. (Trimble Solutions Corporation, 2016, 1.)

Kuvassa 7 on esitetty Tekla Civilin pääikkuna (kuva 7). Se koostuu otsikkorivistä, valikkotoiminnoista, työkaluriveistä, puuhakemistosta, karttaikkunasta, tilarivistä ja viesti-ikkunasta. Pääikkunan lisäksi ohjelmisto muodostaa erillisiä ikkunoita suurennoksia, leikkaus- ja 3D-kuvia ja rakennemallien suunnittelua varten. (Trimble Solutions Corporation, 2016, 2.)



KUVA 7. Kuvakaappaus Tekla Civilin pääikkunasta

Tekla Civilin sovelluksia ovat:

- Maasto ja kartta -sovellus
- Varusteet -sovellus
- Pohjatutkimukset -sovellus
- Rakenne -sovellus
- Solution-liitos -sovellus
- Piirustukset -sovellus
- Projektipiirto-kohteet -sovellus

Opinnäytetyön aiheajuksesta johtuen luvuissa 3.2 ja 3.3 keskitytään tarkemmin Piirustukset -sovellukseen ja Projektipiirto-kohteet -sovellukseen.

3.2 Piirustukset -sovellus

Piirustukset -sovellusta käytetään piirustusten luomiseen, tallentamiseen ja tulostamiseen. Suunnitelma-aineisto laaditaan muissa sovelluksissa ja Piirustukset -sovellusta käyttäen tuotetaan aineistosta suunnitelmakartat, pituusleikkaukset ja poikkileikkaukset. Sovellusta käytetään omassa ikkunassaan, jossa on piirustusnäkömän lisäksi käytettävissä puuhakemisto, valikkotoiminnot ja työkalurivit. Pii-

rustukset tallentuvat tietokantaan, joten ne ovat kaikkien käyttäjien saatavilla. Piirustukset näkyvät kuitenkin ainoastaan siinä projektissa, johon ne on luotu ja tallennettu. (Trimble Solutions Corporation, 2016, 888.)

Piirustusten tuottaminen Tekla Civilissä perustuu mallipohjaisuuteen. Piirustus ei siis ole pelkkiä viivoja ja symboleja, vaan se on tietoa tiedosta. Piirustusten sisältö vastaa aina viimeisimpiä tietomalliin tehtyjä muutoksia, koska ohjelma päivittää kartta-, pituusleikkaus- ja poikkileikkausnäkyvät, kun piirustus avataan. (Trimble Solutions Corporation, 2016, 889.)

Piirustuksen eri osat kootaan yhteen ja sijoitetaan haluttuun kohtaan piirustusikkunassa. Piirustuksen kaikille sisältöosille määritetään sijainti. Osat voivat sijaita suunnitelmakartan tai pituus- ja poikkileikkauksien päällä tai niiden ulkopuolella. Piirustus tulostuu aina samannäköisenä, kuin piirustusikkunassa näkyvä piirustus. (Trimble Solutions Corporation, 2016, 889.)

Piirustuksiin voi lisätä täydentäviä piirtokohteita. Piirtokohteet ovat piirustuksen päälle lisättäviä viivoja, symboleita ja muita kuvioita, joilla täydennetään piirustusta. Piirtokohteet eivät ole osa piirustuksen näkymien sisällä olevaa varsinaista suunnittelua, eivätkä ne ole mukana tietomalleissa tai määrälaskennoissa. Piirtokohteet voi lisätä joko piirustuslehden, eli paperin koordinaateissa tai valitun näkymän koordinaateissa. Niille voidaan lisäksi määrittää ulkoasu ja kohteiden piirtojärjestykseen vaikuttava hierarkia. Piirtokohteiden kuvaustekniikka määritetään erikseen suoraan piirtokohteelle itselleen. Piirtokohteet näytetään puuhakemistossa joko näkymän tai paperin Piirustukset -haaran alla. Piirtokohteiden järjestys puuhakemistossa määräytyy hierarkian ja piirtokohteen tyyppin mukaan. (Trimble Solutions Corporation, 2016, 913.)

3.2.1 Piirustusohjat

Piirustuksen luomisessa voi käyttää apuna piirustusohjaa. Piirustusohja on piirustuksen luomiseen tarkoitettu valmis runko, johon on valmiiksi tallennettu piirustuksen lehtikoko, näkyvät, muut osat ja niiden sijainnit piirustuksessa. Kun piirustus laaditaan piirustusohjalle, siihen täydennetään varsinainen piirustuksen sisältö. (Trimble Solutions Corporation, 2016, 894.)

Tekla Civilin asennuspaketin mukana toimitetaan oletuspiirustus pohjia, ja lisäksi järjestelmään voi käyttäjä itse luoda piirustus pohjia. Oletuspiirustus pohjista voi muokata ja tallentaa uusilla nimillä organisaation käyttöön sopivia piirustus pohjia. On tärkeää, että oletuspiirustus pohjat tallennetaan uusilla nimillä, vaikka niitä ei muokattaisikaan, sillä oletuspiirustus pohjat korvautuvat aina uuden ohjelmistoversion mukana tulevilla piirustus pohjilla. (Trimble Solutions Corporation, 2016, 895.)

Piirustus pohjan käyttäminen nopeuttaa piirustuksen luomista, koska tällöin piirustusta ei tarvitse luoda alusta asti itse, vaan pohjassa on jo valmiina sopiva lehtikoko ja tarvittavat näkymät. Mikäli tarve vaatii, voi valmista piirustus pohjaa muokata vastaamaan sen hetkisiä tarpeita. Kaikki tietokantaan tallennetut piirustus pohjat ovat kaikkien projektien käytettävissä, eli piirustus pohjat, toisin kuin piirustukset, eivät ole projektikohtaisia.

3.2.2 Piirustuksen luominen ilman piirustus pohjaa

Piirustus on mahdollista luoda joka kerta kokonaan alusta käyttämättä varsinaista piirustus pohjaa. Tällöin piirustukseen on erikseen lisättävä haluttu lehtikoko ja tarvittavat näkymät. Lisäämisen jälkeen näkymä täydennetään halutulla sisällöllä siten, että maailmasta lisätään haluttu osa piirustukseen näkymään. (Tekla Civil, Käyttäjän käsikirja, 2016, 891.) Kun piirustus luodaan ilman piirustus pohjaa, se tehdään niin sanotusti tyhjästä, eli kaikki halutut näkymät on lisättävä alusta asti käsin, joten esimerkiksi näkymien asetukset täytyy muokata vastaamaan projektin tarpeita.

3.2.3 Piirustuksen luominen pikatoiminnolla

Edellä mainittujen tapojen lisäksi joitakin piirustuksia voi luoda pikatoiminnolla suoraan pääikkunan aineistosta, jos niille on määritetty piirustus pohja. Tällaisia piirustuksia ovat karttapiirustus, linjan pituusleikkaus, pohjatutkimuskortti ja putkipituusleikkaus. Tällöin on tärkeää, että käytettävä piirustus pohja on määritetty pääsovelluksen yleisasetukset -ikkunassa kyseisessä piirustustyyppissä käytettä-

väksi pohjaksi, esimerkiksi karttapiirustus pohjaksi, eli sille on annettu karttapiirustus pohjan id-tunniste. Pikatoiminnolla luotuja piirustuksia pystyy muokkaamaan kuten muitakin piirustuksia. (Tekla Civil, Käyttäjän käsikirja, 2016, 897.)

3.3 Projekti piirtokohteet -sovellus

Projekti piirtokohteet -sovellus ei varsinaisesti ole oma suunnittelusovelluksensa, vaan sitä käytetään täydentämään varsinaista suunnittelua. Sen avulla lisätään pääkartalle vapaasti piirrettäviä piirtokohteita, eli piirustuksen päälle lisättäviä viivoja, symboleita ja muita piirustuksen täydentämiseen käytettäviä kuvioita. Projekti piirtokohteiden lisäämiseen käytetään pääsovelluksen toimintoja, ja niiden muokkaus ja ulkoasun määrittäminen on pääpiirteittäin samanlaista kuin piirustukset -sovelluksen piirtokohteiden lisäys ja muokkaus. Projekti piirtokohteita muokattaessa sovelluksen tulee olla käytössä. (Tekla Civil, Käyttäjän käsikirja, 2016, 1006.)

3.4 CAD-kirjoituksen ohjaus

3.4.1 Viennin attribuutit

Tekla Civilissä tiedostoon kirjoituksen asetuksia voi muokata Viennin attribuutit -ikkunassa. Ikkunassa säädetään tiedostoon kirjoituksen ominaisuuksia, jotka on avattu alla olevassa taulukossa (taulukko 2). Kirjoitus tiedostoon voidaan tehdä dxf-, dwg-, ja dgn-formaateissa.

TAULUKKO 2. Viennin attribuutit Tekla Civilissä

Attribuutti	Esimerkkiarvo	Mitä attribuutti tekee
Versio	ACAD2004	Valitaan AutoCAD-versio, johon tiedosto halutaan kirjoittaa. Vaihtoehtoja on useita.
Tyyppi	Blocks	Vaihtoehtoja on kaksi: Blocks ja WYSIWYG (What you see is what you get). Blocks-tyyppi tuottaa mahdollisimman korkeatasoisia kohteita, joissa on pyritty hyödyntämään formaatin erityispiirteitä. Tällöin symbolit pysyvät symboleina, tekstit teksteinä, kaaret kaarina ja viivat käyttävät viivatyyppejä. Formaattien rajoituksista riippuen kaikki kohteet eivät välttämättä siirry tismalleen saman näköisinä. WYSIWYG-muoto tuottaa vektorigrafiikan mahdollisimman saman näköisenä kuin se sovelluksessa on. Tällöin symbolit, tekstit, kaaret ja katkoviivat hajoavat pieniksi osiksi, ja kohteet leikkautuvat rajaavan alueen reunoilla.
Aseta Z-arvo nolllaksi	Kyllä	Oletusarvoisesti sovellus kirjoittaa tiedostoon myös z-koordinaatin arvot. Tällä asetuksella z-arvo voidaan kirjoittaa tarvittaessa nolllaksi. Piirustuksi tehdessä z-arvo kannattaa asettaa nolllaksi, koska silloin piirustuksia on helpompi muokata.
Muunna leikkauskoordinaatit karttakoordinaateiksi	Ei	Määritetään muunnetaanko leikkauksen koordinaatit karttakoordinaateiksi. Tämä on käytössä vain dgn-kirjoituksessa.
Muunna koordinaatit ensimmäisen karttanäkymän perusteella	Kyllä	Vaihtoehtoja on kaksi, kyllä tai ei. Ei: Kun tulostetaan piirustus-sovelluksesta, karttanäkymän koordinaatit tulevat paperikoordinaatistossa Kyllä: Kun tulostetaan piirustus-sovelluksesta, karttanäkymien koordinaatit muunnetaan ensimmäisen karttanäkymän koordinaatistoon.
Vaihda X- ja Y-koordinaatit	Ei	Määritetään, vaihdetaanko X- ja Y-koordinaatit.
Koordinaattimuunnos (affiininen)	Ei muunnosta	Valmiiksi luotu koordinaattimuunnos on valittavissa tästä.
Leikkaustyyli	Leikkaa näkymien perusteella	Valitaan leikkaustyyli. Oletusarvona on leikkaa näkymän perusteella. Ei leikkausta: Tiedostoon kirjoitetaan kaikki piirretty aineisto riippumatta näkyvästä alueesta tai piirustusten näkymistä. Leikkaa näkyvän alueen perusteella: Tiedostoon kirjoitetaan kaikki ikkunassa näkyvät kohteet Leikkaa näkymän perusteella:
Tekstin sovitus	Left	
Kolmioverkon vientitapa	Viivoina	Kolmioverkot voidaan viedä tiedostoon, viivoina, pintoina tai näiden yhdistelmänä.
Rasteritiedoston formaatti	JPEG	Rasterit voidaan viedä tiedostoon GIF-, TIFF-, tai JPEG-muodossa.
Kirjoituksen ohjaustiedosto		Kirjoituksen ohjaustiedostosta kerrotaan tarkemmin tämän opinnäytetyön luvussa 3.4.2.
Kirjoituksen tasojen ohjaustiedosto		Kirjoituksen tasojen ohjaustiedostosta kerrotaan tarkemmin tämän opinnäytetyön luvussa 3.4.2.
Kirjoita lokitiedosto	Kyllä	Tekla Civil kirjaa lokitiedostoon tulostuksessa tapahtuvat mahdolliset virheet. Debug-attribuuttia voi käyttää jos haluaa, että Tekla Civil etsii ja poistaa virheet tulostuksesta.
Maasto- ja kartta: viivat murtoviivoina	Kyllä	Määrittää tulostetaanko maasto- ja kartta -sovelluksen viivat murtoviivoina vai yksittäisinä, lyhyinä viivoina
Rakennesovellus: kohteiden geometria	Kyllä	Rakennesovelluksesta voidaan erikseen määrittää, tulostetaanko geometria XYZ-murtoviivana. Tällöin Z-arvo on mukana tulostuksessa.

3.4.2 Ohjaustiedostot

Edellisessä luvussa mainittujen viennin attribuuttien lisäksi Tekla Civilissä CAD-kirjoitusta ohjataan kahdella ohjaustiedostolla. Ohjaustiedostot ovat gcf-päätteisiä tekstitiedostoja, joilla ohjataan esimerkiksi Tekla Civil -kohteiden esitystapaa, tasoja ja värejä. Uloskirjauksessa voidaan määrittää lajikohtaisesti, käytetäänkö Blocks- vai WYSIWYG-muotoa. (Salo, 2017, 21.)

Toista ohjaustiedostoa kutsutaan kohdetiedostoksi, ja toista tasotiedostoksi. Kohdetiedostolla ohjataan Tekla Civilistä kohteet CAD-tasolle esimerkiksi lajin tai piirustusluokan mukaisesti. Kohteita suodatetaan määrittämällä tiedostoon sekä kohteen ominaisuus, jonka perusteella kohde halutaan suodattaa että kohdetta vastaava CAD-tiedostossa vastaava taso. Ohjaustiedostojen määrittämisessä käytetään pääasiassa tekstiä ja numeroita. Näiden lisäksi on mahdollista käyttää esimerkiksi *-merkkiä, joka voi olla mikä tahansa merkki tai merkkijono. (Salo, 2017, 21—23.) Kohdetiedoston luomista ja käyttöä käsitellään opinnäytetyön salassa pidettävässä liitteessä 2.

Ohjaustiedoston lisäksi Tekla Civilissä voi käyttää tasotiedostoa. Tasotiedostoa käytettäessä kohdetiedostoon ei tarvitse erikseen määrittää tasojen ominaisuuksia. Kuten kohdetiedosto, myös tasotiedosto on gcf-päätteinen tiedosto. (Salo, 2017, 24.) Tasotiedoston luomista ja käyttöä käsitellään opinnäytetyön salassa pidettävässä liitteessä 2.

4 TULOKSET

4.1 Kuvatuoanto katuhankkeissa

Katuhankkeiden tilaajina toimivat pääosin kunnat ja kaupungit, ja kuten tämän opinnäytetyön luvussa 2.4 todetaan, useilla kunnilla ja kaupungeilla on omat sisältö- ja esitystapaohjeensa. Toisinaan ohjeet ovat kuitenkin epätarkat, ja niitä joutuu soveltamaan projektikohtaisesti. Epäselvyys hidastaa kuvatuoantoa, ja toisistaan poikkeavat käytännöt piirustusten sisältöön ja esitystapaan liittyen vaikeuttavat piirustus pohjien ja ohjaustiedostojen laatimista ja käyttöä.

4.2 Piirustus pohjat

Tekla Civilin piirustus pohjien on tarkoitus nopeuttaa ja helpottaa tietomallista tehtävää piirustustuotantoa. Parhaimmillaan piirustus pohjat toimisivat siten, että niihin tarvitsisi lisätä vain piirustuksen sisältö, mutta todellisuudessa piirustuksia joudutaan joka tapauksessa muokkaamaan joko Tekla Civilissä tai AutoCADissa. Muokkaustarpeesta, tietomallista ja piirustuksen tekijän taidoista riippuu, onko tarvittavat muokkaukset helpompi suorittaa Tekla Civilin vai AutoCADin puolella. Kaikkea piirustuksessa esitettävää tietoa ei ole edes mahdollista muokata tilaajan toiveiden mukaiseksi Tekla Civilissä.

Piirustus pohja toimii erityisen hyvin pituus- ja poikkileikkauspiirustuksia laadittaessa. Pohjaan on mahdollista lisätä erikseen esimerkiksi tasausnäkyvä ja näkyvät putkitiedoille ja sivukaltevuudelle. Näkyvät helpottavat sisällön lisäämistä piirustukseen, ja jos tasausnäkyvän alinäkyville on säädetty oikeat asetukset, ne osaavat hakea esimerkiksi kaltevuustiedot sekä maanpinnan ja tasausviivan korkeuden automaattisesti suoraan tasausnäkyvästä.

Katujärjestelypiirustuksen tai asemapiirustuksen tulostamista varten ei ole tarpeellista laatia omaa piirustus pohjaa, koska pääsääntöisesti suunnitelmakartat koostetaan AutoCADissa erillisistä viitekuvista eli xref-tiedoista. Katujärjestelypiirustukseen tai asemapiirustukseen liitettävien xref-tiedostojen tulostami-

sessä olennaista on, että tulostettavat tiedot ohjautuisivat oikeille, tilaajan toivomille tasoille. Tällöin piirustuksen muokkaaminen AutoCADin puolella on nopeampaa.

Yksi piirustus pohjien käyttöön ja tekemiseen liittyvä haaste on se, että piirustus pohjat eivät välttämättä ole suunnittelijoille kovinkaan tuttuja, jolloin piirustus pohjan laatiminen ja sisällön lisääminen on työläämpää ja hitaampaa kuin kuvan muokkaaminen AutoCADissa. Usein kuvatuotantoa saattaa kuitenkin tehdä myös tekninen piirtäjä tai suunnittelijaharjoittelija. Tällöin suunnitteluaineiston valmiiksi saattamista helpottaa huomattavasti se, että kuvat ovat jo Tekla Civilistä tulostettaessa mahdollisimman pitkällä ja piirustuskohteet sijaitsevat oikeilla tasoilla. Piirtäjällä pitäisi vähintäänkin helposti olla saatavilla informaatio siitä, mitä milläkin tasolla sijaitsee, että kuvatuotanto olisi tehokasta.

Toinen haaste on sama kuin kuvatuotannossa yleisesti. Eri tilaajilla on erilaiset vaatimukset piirustusten sisällölle ja esitystavalle, eikä näin ollen ole mahdollista luoda täydellistä piirustus pohjaa, joka sopisi sellaisenaan kaikille projekteille. Piirustus pohjien kopiointi ja muokkaaminen on kuitenkin melko helppoa ja nopeaa, joten kun on olemassa yksi toimiva pohja, voi sen kopioida ja muokata tarvittavilta osin muidenkin projektien käyttöön.

Kolmas haaste piirustus pohjien laadinnassa on se, että Tekla Civilissä on paljon erilaisia kuvaustekniikka-asetuksia. Osa asetuksista määritetään erillisissä kuvaustekniikan määrittelytiedoissa, joihin perehtyminen olisi vaatinut niin syvälistä tarkastelua, että sen tekeminen ei ollut perusteltua opinnäytetyön rajauksen sisällä.

4.3 Ohjaustiedostot

Ohjaustiedostojen tarkoituksena on ratkoa tietomallipohjaisen ja dokumenttipohjaisen suunnittelun yhdistämiseen liittyviä haasteita. Ohjelmistoja ei itsessään kannata muokata yksittäisten tilaajien, esimerkiksi kuntien tai kaupunkien tarpeiden mukaan. Ohjaustiedostojen laatiminen on kuitenkin työlästä, joten siksi kannattaa miettiä tarkkaan, miten laajan ohjaustiedoston laatiminen on tarkoituksenmukaista.

Yksi suurimmista ohjaustiedoston laatimisen haasteista on määritellä, millä perusteella tulostettava aineisto suodattuu omille tasoilleen. Suodatusmenetelmät eivät läheskään aina ole yhteen sovitettavissa tilaajan tasojärjestelmän kanssa, eivätkä Tekla Civilin käyttämät lajit näin ollen tulostu halutuille tasoille. Täydellisen ohjaustiedoston laatiminen onkin tällä hetkellä vielä mahdotonta useastakin syystä. Tekla Civil esimerkiksi käyttää kaikille reunakiville samaa kuvaustekniikan lajia, ja usein tilaajilla, esimerkiksi Tampereen kaupungilla on reunakiville useita eri tasoja reunakiven materiaalista ja korkeudesta riippuen.

Kuvaustekniikan lajiin liittyvät ongelmat muodostavat myös yksittäisiä tapauksia laajemman haasteen ohjaustiedostojen laadinnalle. Kohteet olisi helpointa suodattaa omille tasoilleen juuri kuvaustekniikan lajin kautta, mutta kuvaustekniikan laji on esimerkiksi tien reunalla, reunakivellä ja mittalinjalla sama. Tällöin suodatukselle olisi löydettävä jokin muu attribuutti, esimerkiksi vihjeteksti.

Teoriassa voisi olla mahdollista kehittää laajempikin tilaajakohtainen ohjaustiedosto, jota käyttäjät voisivat muokata tarpeen vaatiessa. Ohjaustiedostot, kuten piirustusohjelmatkin, ovat tilaajien erilaisten tasojärjestelmien vuoksi tilaajakohtaisia. Tämä ymmärrettävästi lisää ohjaustiedostojen laadintaan ja päivittämiseen liittyvää resurssitarvetta. Lisäksi tällaisen ohjaustiedoston luominen, käyttöönotto ja päivitys edellyttäisi henkilöstön koulutusta joko ulkoisesti tai sisäisesti.

5 POHDINTA

Kuvatuoantoa tehostaisi merkittävästi se, että kunnilla ja kaupungeilla olisi yhtenevät sisältö- ja esitystapaohjeet sekä kuvatason nimeämiskäytännöt. Tällöin suunnittelu- ja konsulttitoimistot voisivat käyttää samoja piirustusohjeita, ohjaus-tiedostoja ja perusasetuksia, joten resursseja jäisi enemmän suunnittelutyöhön ja laadunvarmistukseen. Tällöin olisi enemmän mahdollisuuksia keskittyä muuhun kuin piirustustuotannon kehittämiseen, joten kehitystyön hyödyt olisivat laajemmalla ja saavutettavissa useissa eri hankkeissa. Yhtenäisistä sisältö- ja esitystapaohjeista hyötyisivät myös tilaajat, koska tällöin kaikilla hankkeen osapuolilla jäisi enemmän aikaa suunnitelmien sisällön tarkasteluun, ja työn laatu paranisi.

On valitettavasti kuitenkin epätodennäköistä, että käytäntöjen ja ohjeistusten yhtenäistäminen olisi mahdollista. Osaltaan tähän tarpeeseen vastaa CAD-kuvatasojärjestelmä ja tässäkin opinnäytetyössä lähteenä käytetty Katu 2020 -sivusto. Sivuston ohjeiden haltuun otosta on vielä kuitenkin pitkä matka siihen, että kunnilla olisi käytössä sekä yhtenäiset sisältö- ja esitystapaohjeet että perusasetukset. Edelleen on siis tarpeellista kehittää kuvatuoantoa helpottavia ratkaisuja merkittävimpien tilaajien projekteille. Tällaisia tilaajia ovat esimerkiksi Suomen suurimmat kaupungit.

Yksi mahdollisuus käytäntöjen yhtenäistämiseen voisi olla se, että myös katuhankeet tehtäisiin yleisten inframallivaatimusten ja infraCAD-kuvatasojärjestelmän mukaisesti. Tämä helpottaisi myös sellaisia hankkeita, joissa on tilaajana sekä kunta että valtio. Tällöin toisistaan poikkeavat kuvatason nimeämiskäytännöt eivät tuottaisi sekaannuksia ja ylimääräistä työtä.

Piirustuksilla on edelleen merkittävä rooli hallinnollisessa prosessissa, esimerkiksi nähtävillä olon aikana ja arkistoinnissa. On todennäköistä, että kaikki hankkeesta kiinnostuneet osapuolet eivät osaisi käyttää selainpohjaistakaan hallinnollista yhdistelmämallia. Tällöin suunnitelman nähtävillä olo ei välttämättä toteutuisi siten, että kuntalaisilla olisi riittävä mahdollisuus osallistua kunnan toimintaan.

Piirustusohjien ja ohjaustiedostojen laadintaan oli saatavilla vain niukasti ohjeita Tekla Civilin käyttäjän käsikirjassa. Selkeät ohjeet helpottaisivat toimintojen käyttöä, ja mahdollistaisivat uusien suunnittelijoiden tehokkaamman perehdyttämisen piirustustuotantoon.

Onnistuneen piirustuksen tuottaminen Tekla Civiliin tehdystä tietomallista on oikeastaan piirustusohjien, CAD-tulostuksen ohjauksen, AutoCADissa tehtävien muokkausten ja PDF:ksi tulostamisen ketju, jonka jokaisen osan täytyy suunnitelman sisällön lisäksi olla tekijällä edes tyydyttävästi hallinnassa, että kuvatuotanto toimii tehokkaasti. Opinnäytetyön suurin hyöty on piirustustuotantoon liittyvien työvaiheiden tekeminen näkyväksi.

LÄHTEET

BuildingSMART Finland. 02.05.2020. Yleiset Inframallivaatimukset YIV 2019/1. Luettu 6.8.2021

Carlstedt, M.;Ketola, M.;& Liukas, J. 2019. Tiesuunnitelman tietomallipohjaisen käsittelyn pilotointi. Luettu 6.8.201. https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2019-10_tiesuunnitelman_tietomallipohjaisen_web.pdf

Perttula, T. 2020. Katu 2020: Tietomallit. Luettu 6.8.2021. <https://katu2020.info/2020/2020/09/30/tietomallit/>

Rakennustieto Oy. 15.2.2015. Infra 2015. CAD-kuvatasojärjestelmä. Luettu 15.10.2021.

Salo, M. 2017. Tekla Civilin piirustustuotannon tehostaminen. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Luettu 6.8.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/125362/Salo_Mirva.pdf?sequence=1

Siikaluoma, T. 2020. Katu 2020: Katusuunnittelu. Luettu 6.8.2021. <https://katu2020.info/2020/2020/09/30/katusuunnittelu/>

Tampereen kaupunki. 2. 8 2010. Katu- ja rakennussuunnitelmien sisältö. Luettu 6.8.2021. https://www.tampere.fi/tiedostot/l/vKquF8p7j/LIITE_4_Katu-ja_rakennussuunnitelmien_sisalto.pdf

Tampereen kaupunki. 2.8.210. Katusuunnittelun ohjekansio. Mallikuvat.

Trimble Solutions Corporation. 2016. Tekla Civil: Käyttäjän käsikirja, versio 16.2.

Trimble Solutions Corporation. 2021. Tekla Civil -tuote-esittely. Luettu 6.8.2021. <https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-civil>

Väätäinen, J. 2020. Katu 2020: *Kadun rakennussuunnitelman sisältö*. Luettu 6.8.2021. <https://katu2020.info/2020/2020/09/30/tekninen-suunnittelu-liite/>

LIITTEET

Tämän opinnäytetyön kaikki liitteet ovat salassa pidettäviä ja tarkoitettu ainoastaan AFRY Finland Oy:n käyttöön.

Liite 1: Kehitysehdotukset

Liite 2: Piirustusohjien käyttö- ja teko-ohjeet

Liite 3: Ohjaustiedostojen käyttö- ja teko-ohjeet