



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SILTASUUNNITTELUN PIIRUSTUSASETUKSIEN KEHITTÄMINEN

Tekla Structures -ohjelmistossa

TEKIJÄ: Joni Vitikainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Joni Vitikainen			
Työn nimi Siltasuunnittelun piirustusasetuksien kehittäminen Tekla Structures -ohjelmistossa			
Päiväys	22.5.2019	Sivumäärä/Liitteet	64/34
Ohjaaja(t) lehtori Viljo Kuusela, lehtori Matti Mikkonen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Destia Oy			
Tiivistelmä			
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli automatisoida mittapistetaulukoita ja yleistekstejä, jotka saisivat tietonsa suoraan Tekla Structures -ohjelmistossa tehdystä siltamallista. Lisäksi tarkoituksena oli päivittää yrityksen nykyisin käytössä olevia piirustusasetuksia sekä kehittää uusia ominaisuuksia, joilla voitaisiin helpottaa Destia Oy:n siltasuunnittelijoiden mallista tehtävien piirustuksien tuottamista.</p> <p>Lähtötietoina työssä oli Destia Oy:llä nykyisin käytössä olevat aloituspohjat sekä tieto siitä, että Template Editorilla voidaan muokata sekä tehdä uusia aloituspohjia. Ohjeita työn toteutukseen saatiin paljolti Trimblen julkaisemista internetartikkeleista sekä työn ohjaajilta Destia Oy:stä. Trimblen asiantuntijat olivat myös valmiita auttamaan tarpeen vaatiessa. Teoriaosuuteen koottiin tietoa aiheeseen liittyvistä Trimblen internetartikkeleista sekä entisen Tielaitoksen, sittemmin Liikenneviraston ja nykyisin Väyläviraston tietomallinnusta- ja siltojen suunnitelmia koskevista ohjeista.</p> <p>Työn lopputuloksena Destia Oy:lle saatiin siltasuunnittelijoiden työtä helpottavia ja piirustusten tekemistä nopeuttavia ominaisuuksia Tekla Structures -ohjelmiston piirustusohjelmistoon sekä päivitettyä käytössä olevia ominaisuuksia ajantasalle. Näiden lisäksi yritykselle tuotettiin sisäinen ohje, josta selviää, kuinka käyttäjän tulee toimia saatukseen uudet ominaisuudet käyttöön piirustuksissa.</p>			
Avainsanat Tekla Structures, Template Editor, siltamalli, BIM			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Joni Vitikainen			
Title of Thesis Improvement of Drawing Attributes for Bridge Design by Tekla Structures Software			
Date	22 May 2019	Pages/Appendices	64/34
Supervisor(s) Mr Viljo Kuusela, Senior Lecturer, Mr Matti Mikkonen, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Destia Oy			
<p>Abstract</p> <p>The main objective of this final project was to create automated measuring point charts and common text fields, which would get the information from the bridge model created by the Tekla Structures Software. Another objective was to update the drawing settings currently used by the company and to make other minor improvements, which would make creating of new drawings from the model much easier and efficient for the bridge designers of Destia Oy.</p> <p>The initial data for the project was the templates already made by Destia Oy and the knowledge that you can modify and create new templates with Template Editor. Most of the instructions for using Template Editor and creating the required improvements were found on the internet pages published by Trimble and from thesis instructors in Destia Oy. The employees in Trimble were also ready to help when needed. Information was gathered from topic related internet pages and from the instructions of the former Finnish Road Administration, later the Finnish Transport Agency and nowadays the Finnish Transport Infrastructure Agency related to the building information modelling (BIM) and bridge plans.</p> <p>As the results of this project there were new features, which made creating drawings much faster and eased the work of bridge designers, were made for Destia Oy. Some minor updates and features were also made on the drawing templates to make them up to date. Additionally, instructions for using these new features were made for the bridge designers.</p>			
Keywords Tekla Structures, Template Editor, bridge model, BIM			

ESIPUHE

Opinnäytetyö on toteutettu Destia Oy:lle keväällä 2019 osana yrityksen valtakunnallista Tekla Structures -ohjelmiston tietomallinnusympäristön päivitystä. Haluan kiittää Destia Oy:n suunnittelijoita Otto Kuitusta ja Kimmo Kuuselaä työn ohjauksesta ja avusta Teklan toimintojen ymmärtämisessä. Iso kiitos kuuluu myös muille työtovereille, jotka kannustivat koko kevään työn tekemisessä, sekä Trimblen asiantuntijoille, jotka olivat aina valmiita auttamaan ongelmatilanteissa.

Aihe oli todella mielenkiintoinen ja työtä tehdessäni pääsin näkemään kuinka monipuolinen ja muokattava ohjelmisto Tekla oikeasti onkaan. Tästä sain oppeja tulevaisuutta varten ja päästessäni opiskelemaan myös hieman Teklassa tapahtuvaa ohjelmointia olen varma, että työstä on todella paljon hyötyä minulle jatkossa tulevaa työuraa silmällä pitäen.

Kiitokset työn valmistumisesta kuuluvat myös ohjaavalle opettajalle Viljo Kuuselalle, jolta sain hyviä huomioita ja kommentteja työn edetessä. Kiitos kuuluu myös Jarna Aromaa-Laamaselle työn kieli-asun tarkastamisesta ja virheiden huomaamisesta.

Kuopiossa 12.5.2019

Joni Vitikainen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Työn taustat ja tavoitteet	7
1.2	Toimeksiantaja	8
1.3	Lyhenteet ja määritelmät.....	8
2	SILTOJEN SUUNNITELMAT	9
2.1	Siltojen suunnitteluasiakirjojen sisältö	9
2.2	Mallista tuotettavien piirustusten sisältö	13
2.3	Mallin tietosisältö eri suunnitteluvaiheissa	16
2.3.1	Esisuunnittelu	16
2.3.2	Yleissuunnittelu.....	17
2.3.3	Siltasuunnittelu	17
2.3.4	Rakennussuunnittelu	18
2.4	Piirustusten asema mallipohjaisessa suunnittelussa	19
2.5	Mallipohjaisen suunnittelun tilanne Euroopassa.....	20
3	TYÖKALUT ATTRIBUUTTIEEN TEKEMISEEN TEKLASSA.....	25
3.1	Objects. inp.....	27
3.2	Template attribute -tiedostot (.lst)	30
3.3	Template Editor	32
3.4	Layout Editor	37
4	PÄIVITYKSET NYKYISIIN ASETUKSIIN	40
4.1	Fonttikoon muokkaaminen.....	40
4.2	Päivämäärän korjaaminen nimiöön.....	40
4.3	Nimiöiden esimerkkikuvat näkyviin	42
4.4	Hajanaiset rauditusmerkit	45
5	TEHDYT UUDET OMINAISUUDET	46
5.1	Siltatunnuksen asetukset ja näkyminen	46
5.2	Mittapistetaulukot piirustuksiin.....	47
5.2.1	Mittapisteiden prefixien uudet määritelmät	48
5.2.2	Pilarien ja anturoiden asetukset	49
5.3	Yleiset tekstit -osiot ja niiden asetukset	50
5.3.1	Part UDA:n lisäykset.....	51

5.3.2	Projektitietoihin koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä kentät	53
5.3.3	Osien class-määritykset	54
5.3.4	Vapaat tekstikentät	54
5.4	Näkymän filteröinti taulukoiden toiminnan kannalta	54
6	TULOKSET	57
7	POHDINTA.....	58
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	59
	KUVALUETTELO	60
	LIITE 1: TULOKSET (SALATTU)	65
	LIITE 2: TEHDYT MUOKKAUKSET, ATTRIBUUTIT JA ASETUKSET (SALATTU).....	69
	LIITE 3: SISÄINEN OHJE MUUTOKSISTA (SALATTU)	87
	LIITE 4: KUVIA PIIRUSTUKSISTA (SALATTU).....	95

1 JOHDANTO

1.1 Työn taustat ja tavoitteet

Tässä opinnäytetyössä perehdytään Tekla Structures -ohjelmistossa, myöhemmin Tekla, olevan Template Editorin toimintaan sekä selvitetään mitä kaikkea siltojen suunnitelmat sisältävät, mitä piirustuksia tarvitsee siltamallista tuottaa, mikä on siltojen tietomalliohjeen suhtautuminen piirustuksiin, mitä kaikkea tietoa siltamallista pitää esittää missäkin suunnitteluvaiheessa sekä mikä on mallipohjaisen suunnittelun tilanne Euroopassa.

Työn tavoitteena on tehdä Destia Oy:n siltasuunnittelussa käytettäviin piirustus pohjiin parannuksia ja uusia ominaisuuksia, jotka helpottavat siltasuunnittelijoiden työtä. Nykyisissä yrityksellä käytössä olevissa pohjissa on ilmennyt piirustusten tuottamista hidastavia ongelmakohtia nimiöiden asetuksissa sekä piirustuksien teksteissä. Nämä ongelmat pyritään korjaamaan ja poistamaan kokonaan. Lisäksi työssä on tarkoitus koota yrityksen käytössä hajallaan olevia rauditusmerkkejä yhteen ja selkeään paikkaan kaikkien siltasuunnittelijoiden käytettäväksi.

Asetuksiin tehtävien parannusten ohella opinnäytetyössä on tarkoituksena tehdä yrityksen käyttöön piirustus pohjiin uusina ominaisuuksina erillinen valikko siltatunnukselle sekä tekemistä helpottavia yleistekstejä ja mittapistetaulukkoita. Työssä käsitellään myös taulukoiden toiminnan kannalta oleellisia lisäyksiä ja muutoksia mm. mallissa olevien osien asetuksiin. Näiden lisäksi tehdyistä muokkauksista ja uusista ominaisuuksista laaditaan yrityksen käyttöön sisäinen ohje, josta selviää käyttäjille, kuinka tässä opinnäytetyössä tehdyt muutokset ja lisäykset saadaan toimimaan.

Tavoitteisiin pääsemiseksi perehdytään aluksi muokattavien ominaisuuksien asetuksiin ja niiden toimintaperiaatteisiin. Trimblen verkkojulkaisuista etsitään taustatietoa Teklan toiminnasta sekä syy-seuraussuhteista. Esimerkkien toimintoja kokeillaan käytännössä, jotta saadaan omakohtaista kokemusta niiden tekemisestä ja nähdään omin silmin, mikä vaikuttaa mihinkin. Tästä saadaan myös kokemusta ongelmanratkaisusta ja -etsinnästä, mikäli itse tehdyt asetukset eivät toimikkaan aivan kuten esimerkit näyttävät. Tämän jälkeen selvitetään yrityksellä nykyisin käytössä olevissa pohjissa esiintyvien ongelmien syitä ja lopuksi tehdään uusia toivottuja ominaisuuksia siltasuunnittelijoiden työn helpottamiseksi.

1.2 Toimeksiantaja



Kuva 1. Destia Oy:n logo (Destia.fi)

Opinnäytetyön tilaajana toimii Destia Oy (kuva 1). Destia Oy on suomalainen infra- ja rakennusalan palveluyhtiö, joka rakentaa, ylläpitää ja suunnittelee liikenneväylien ja ratojen sekä liikenne- ja teollisuusympäristöjen lisäksi kokonaisia elinympäristöjä. Yrityksen palvelut ulottuvat maanlaisesta rakentamisesta kattavaan maanpäälliseen toimintaan sekä energia- ja insinöörirakentamiseen. Destia Oy organisaatio koostuu keväällä 2019 julkaistun uuden strategian ja organisaatiomuutoksen myötä kuudesta valtakunnallisesta liiketoimintaryhmästä sekä tukitoiminnoista, jotka ovat väylä-, kunnossapito-, rata-, maa- ja kalliopalvelut, rakennustekniset palvelut sekä palvelukonseptit ja kaupunkikehitys. Uusi suunniteltu organisoituminen mahdollistaa maantieteellisen kehittämisen, yhteistyön tiivistämisen sekä kilpailukyvyyn varmistamisen muuttuvassa ja entistä vaativammassa toimintaympäristössä. (Destia.fi.)

1.3 Lyhenteet ja määritelmät

Attribute = Määritelmä tai ominaisuus, attribuutti

Class = Osan asetuksista sille annettava määritelmä yksittäisen osan väristä mallissa

Inframalli = Infrarakenteen tietomalli

Lähtötietomalli = Eri tietolähteistä saadut/mitatut suunnittelua varten hankitut lähtötiedot digitaalisessa muodossa

Nykytilamalli = Malli, joka ei sisällä suunniteltua aineistoa ja joka kuvaa kohteen nykyistä, todellista tilaa olemassa olevine rakennuksineen, rakenteineen ja suojeltavine kohteineen, yms. Sisältyy lähtötietomalliin.

Part = Tekla Structures -ohjelmistolla tehty osa

Phase = Näkymätaso, jolle osa on sidottu mallissa

Prefix = Teklalla tehdyille osille osan asetuksista annettava tarkentava etuliite tai määritelmä

SYL (Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset) = Siltarakentamiseen liittyviä yleisiä laatuvaatimuksia

Template = Teklan piirustuksissa käytetty pohja taulukoiden, tekstien ja graafisten luomuksien esittämiseen.

Template Editor = Teklassa oleva ominaisuus, jolla muokataan ja tehdään templateita.

Tietomalliselostus = Asiakirja, joka kuvaa kohteen tietomallin tilanteen mallin luovutushetkellä.

TS / Tekla = Tekla Structures -ohjelmisto

UDA (User-defined attributes) = Käyttäjän määrittelemät asetukset -valikko

Yhdistelmämalli = Yhdistetty inframalli, jolla tutkitaan eri mallien yhteensopivuutta toisiinsa.

2 SILTOJEN SUUNNITELMAT

Tämän opinnäytetyön kohteena toimii teräsbetoninen silta ja työn on tarkoitus parantaa suunnitelmien tuottamista sen tyyppisistä perussilloista. Tämän vuoksi ohjeistuksia ja piirustuksien sisältöjä käsitellään tässä luvussa tarkemmin vain teräsbetonisten siltojen osalta. Huomioitavaa on, että jäljempänä esitettyjen asiakirjojen lisäksi tulee rakennusuunnittelun yhteydessä tehdä myös sillan rakennelaskelmat sekä sillan ominaistietokortti. Näitä ei kuitenkaan käsitellä tässä luvussa.

2.1 Siltojen suunnitteluasiakirjojen sisältö

Pääpiirustukset (Siltojen suunnitelmat 2000, 14)

Pääpiirustuksessa on tarpeellista esittää sillan sovittaminen ympäristöön, ulkonäkö, rakenteet ja päämitat. Pääpiirustuksen tarkkuustasolle aiheutuu erilaisia vaatimuksia riippuen sen käyttötarkoituksesta. Nämä käyttötarkoitukset ovat:

- **Pääpiirustus tiesuunnitelmaa varten (Siltojen suunnitelmat 2000, 14)**

Tiesuunnitelmaa varten sillasta tulee ensisijaisesti käydä ilmi pääpiirustuksessa sen sovittaminen ympäristöön sekä sillan ulkonäkö (liite 4 kuva 1).

Pääpiirustuksessa esitetään

- karttapiirros tai asemapiirros sillan ympäristöstä
- tasokuva, sivukuva ja leikkaus sillasta
- rakenteet
- päämitat
- sillan sovittaminen ympäristöön
- keilojen ja etuluiskien verhoukset
- pintamateriaalit ja värit.

Pääpiirustusta täydennetään tarvittaessa havainnollistavilla viistokuvilla, perspektiivikuvilla, piirroksilla ja valokuvasovituksilla, tieltä sekä sen ulkopuolelta katsottuna. Mittakaavoina käytetään pääpiirustuksessa 1:100, 1:200 tai 1:500. Pienin mittakaava, jossa poikkileikkauksia esitetään, on 1:200. Mittakaavassa 1:1000 tai 1:2000 esitetään pääpiirustukseen liittyvä kartta.

- **Pääpiirustus vesilain mukaista lupaa varten (Siltojen suunnitelmat 2000, 15)**

Vesioikeuden käsittelyä varten sillasta tarvitaan pääpiirustus, josta selviää siitä ja siltapaikasta riittävä yleiskuva vesistötietoineen.

Pääpiirustuksessa esitetään

- sijainti- ja yleistiedot
- mitat ja geometria
- maaperä ja perustaminen

- vesistötiedot
 - muut tiedot.
- **Lopullinen pääpiirustus (Siltojen suunnitelmat 2000, 16)**
Siltasuunnitelmaan kuuluvasta lopullisesta pääpiirustuksesta tulee selvitä kohteen ulkonäkö, rakenteiden päämitat sekä tiedot rakenteista, varusteista ja perustamisesta. Vesistösiltojen osalta vesilain mukaista lupaa varten tehtyä pääpiirustusta tulee täydentää rakenteen, varusteiden ja perustamisen tietojen kohdalta. Lisäpiirustuksilla voidaan myös tarvittaessa esittää rakenteita ja mittoja. Periaatteena on, että rakenteiden päämitat tulee esittää, mutta mitoituksista määräytyviä paksuuksia ei esitetä mittaluvuilla. Kuitenkin alustavan mitoituksen antamalla tarkkuudella, piirretään kaikki mitat oikein mittakaavassa. Näiden tarkoituksena on määritellä silta riittävästi pääpiirustuksien, siltakohtaisten tuotevaatimuksien ja määräluettelon kautta siltasuunnitelman käyttötarkoitusta sekä rakennussuunnitelman laatimisen pohjaa ja tarvittaessa kokonaisvastuu-urakoiden tarjousta varten.

Rakennussuunnitelman piirustukset (Siltojen suunnitelmat 2000, 16)

Rakennussuunnitelman piirustuksiin kuuluvat seuraavat piirustukset sekä niiden sisältämät tarkennukset:

- yleispiirustus (liite 4 kuva 2)
- rakennepiirustukset yleisesti
 - rakenteiden rakennusaineet, muoto, mitat, työstö ja osien kokoonpano
 - työtapaa ja työjärjestystä koskevat ohjeet
- alusrakennepiirustukset, jotka sisältävät
 - paalupiirustuksen
 - alusrakenteen mittapiirustuksen
 - alusrakenteen raudituspiirustuksen
- päällysrakennepiirustukset, jotka sisältävät
 - betonirakenteen rakennepiirustukset
 - mittapiirustus
 - raudituspiirustus
 - jännepiirustus
 - elementtirakenteiden piirustukset
 - teräsrakenteen rakennepiirustukset
 - teräsrakenteen yleispiirustus
 - rakenneosapiirustus
 - osapiirustus
 - puurakenteen rakennepiirustukset
- varusteiden ja laitteiden piirustukset, jotka sisältävät
 - laakerit
 - laakerointipiirustus
 - laakeripiirustukset
 - liikuntasuomalaitteet

- liikuntasaumapiirustus
- liikuntasaumalaittepiirustukset
- koneisto- ja sähköpiirustukset
- maadoituspiirustus
- muut varusteet ja laitteet
- geotekniset piirustukset.

Siltakohtaiset tuotevaatimukset (Siltojen suunnitelmat 2000, 23)

Siltasuunnitelman asiakirjoihin kuuluvat myös siltakohtaiset tuotevaatimukset. Yhdessä pääpiirustusten ja määräluettelon kanssa niiden on tarkoitus määritellä rakennussuunnittelun pohjaksi silta ja sen ympäristö riittävän tarkasti.

Siltakohtaiset tuotevaatimukset sisältävät

- 1) yleiset vaatimukset ja
- 2) erityiset siltaa koskevat vaatimukset.

Näistä yleisiin vaatimuksiin (1) kuuluu täsmennyksiä seuraaviin asioihin:

- suunnitteluohjeet ja suunnittelukäytäntö
- suunnittelukuormat
- siltatyypille asetettavat vaatimukset ja rajoitukset
- poikkeamat ja lisäykset "Sillanrakentamisen yleisiin laatuvaatimuksiin" (SYL).

Erityiset vaatimukset (2) puolestaan voivat sisältää tarkennuksia mm. seuraaviin asioihin:

- siltatyyppi
- sijainti, geometria ja mitat
- aukkomitat
- rakennusaineet
- sillan ulkonäön erityisvaatimukset
- vesistötiedot
- maaperä ja perustaminen
- rakenteet ja varusteet
- muut tiedot.

Sillan koosta ja laadusta sekä pääpiirustusten sisällöstä johtuen siltaa koskevat tarpeelliset vaatimukset voivat vaihdella.

Siltakohtaiset laatuvaatimukset (Siltojen suunnitelmat 2000, 25)

Materiaaleja ja valmista rakennetta koskevia määräyksiä ja ohjeita on esitetty "Sillanrakentamisen yleisissä laatuvaatimuksissa" (SYL) niiden yleisten laatuvaatimuksien sekä laadunvalvonnan ja kelpoisuuden osoittamisen osalta.

Siltakohtaisten laatuvaatimusten tarkoituksena on

- esittää yleiskuva siltakohteesta, maaperästä ja sillan rakentamisesta.
- täydentää rakenteen laatuvaatimukset ja laadunvalvontaa ja kelpoisuuden osoittamista koskevat määräykset.
- täydentää yksityiskohdissa siltapiirustuksia.

SYL:n mukaista numerointia noudattaen esitetään laatuvaatimuksissa käsiteltävät asiat. SYL:ssa tai piirustuksissa esitettyjä asioita ei tarpeettomasti toisteta tekstissä.

Ohjeessa ”Siltakohtaisten laatuvaatimusten ja siltakohtaisen työselityksen laatimisohteet” (TIEL 2170006) on esitetty siltakohtaisten laatuvaatimusten laadintaa koskevat ohjeet.

Sillan työtapaehdotukset (Siltojen suunnitelmat 2000, 26)

Sillan työtapaehdotukset pitävät sisällään:

- tukiteline-ehdotuksen
- raudoituksen tuentaehdotuksen
- elementtirakenteen asennustapaehdotuksen
- teräsrakenteen asennustapaehdotuksen sekä
- sillan purkuehdotuksen.

Määräluettelo (Siltojen suunnitelmat 2000, 27)

Piirustusten perusteella lasketut työmäärät ja ainemenekit esitetään määräluettelossa. Ohjetta ”Sillan määräluettelo” (TIEL 2172038-99) noudatetaan määräluettelon laadinnassa.

Kustannusarvio (Siltojen suunnitelmat 2000, 27)

Määräluettelosta saatavien aine- ja työmäärien sekä arvioitujen yksikköhintojen perusteella laaditaan kustannusarvio. Ohjetta ”Sillan kustannusarvio” (TIEL 2172039-99) noudatetaan kustannusarvion laadinnassa.

Suunnitelmaselostus (Siltojen suunnitelmat 2000, 27)

Piirustusten täydennykseksi ja esi- tai yleissuunnittelussa tai siltasuunnitelmavaiheessa tehtyjen ratkaisujen perusteluksi tehtävää selostusta kutsutaan suunnitelmaselostukseksi. Sillan esisuunnitelmaan liittyvä suunnitelmaselostus liitetään yleensä koko hankkeen esisuunnitelmaraporttiin ja sen sisällön ryhmittely voi olla seuraavan kaltainen:

- sillansuunnittelun lähtötiedot
- tutkitut vaihtoehdot
- vaihtoehtojen vertailu
- valitun vaihtoehdon esittely.

Siltakohtainen hoito- ja ylläpito-ohje (Siltojen suunnitelmat 2000, 28)

Toimeksiannon mukaan laaditaan tarvittaessa siltakohtainen hoito- ja ylläpito-ohje. Suunnitelma tehdään yleensä mm. avattavia siltoja, riippu- ja vinoköysisiltoja sekä Langer-palkkisiltoja varten.

Sillan osien, varusteiden ja laitteiden tarkastus- ja huoltotarve ja -toimenpiteet sekä niiden toteuttamiseksi tarvittavat laitteet, varusteet ja kulkutiet esitetään laadittavassa suunnitelmassa. Määräaikaisten tarkistusmittausten taulukot vertailuarvoineen tulee käydä ilmi tehdystä suunnitelmasta. Siinä tulee myös ennakoita sillan tulevat kunnostuksen tarpeet.

Näitä toimenpiteitä varten otetaan huomioon ohje ”Siltojen hoito ja ylläpito sillansuunnittelu” (TIEL 2173450) sillan suunnittelussa ja varustamisessa sekä hoito- ja ylläpitosuunnitelman tekemisessä.

2.2 Mallista tuotettavien piirustusten sisältö

Mallista tuotettavat piirustukset ovat osa siltakohteen rakennussuunnitelman aineistoa. Nämä jakautuvat kahteen osaan, joista esim. ST-hankkeissa voidaan aikataulu syistä tuottaa ensimmäisenä työmaan tarpeisiin työjärjestyksen mukaisesti sillan alusrakenteen piirustukset ja vasta myöhemmässä vaiheessa kohteen päällysrakenteen piirustukset.

Alusrakennepiirustukset (Siltojen suunnitelmat 2000, 17)

Sillan perustukset sekä pääty- ja välituet esitetään alusrakennepiirustuksissa. Yleispiirustuksessa ja geoteknisissä piirustuksissa tai alusrakennepiirustuksissa esitetään massanvaihto, pengerpaalutus, penkereen kevennys sekä muut pohjanvahvistus toimenpiteet, jos päätytuen tai sillan tulopenkereen perustaminen niitä edellyttää. Jos rakennussuunnitelmassa esitetään pohjanvahvistukset, viitataan siihen sillan yleispiirustuksessa.

Suoraan mallista tuotetaan ainoastaan:

- **Alusrakenteen mittapiirustus (Siltojen suunnitelmat 2000, 17)**

Alusrakenteen mittapiirustuksessa (liite 4 kuva 3) tulee esittää

- peruslaattojen sijainti ja mitat
- tukien muoto ja mitat
- laakerialustat
- varauskolot
- suunnitellut työsaumat ja valujärjestys
- betonin laatu ja mahdolliset lisäainevaatimukset
- betonipinnan laatuluokka
- rakenteeseen asennettavat tartunnat
- panostilat
- tunkkaustiedot, jos ei tehdä erillistä tunkkaussuunnitelmaa
- kontaktitapit.

Siltarakenteiden mittapiirustuksissa tulee myös esittää telineiden ja muottien tuennan edellyttämät tartunnat, mikäli niitä tai muita laitteita sijoitetaan varsinaisiin siltarakenteisiin. Tämän seurauksena voidaan joutua täydentämään tehtyjä mittapiirustuksia telinesuunnittelun toteutuksen yhteydessä.

- **Alusrakenteen raudituspiirustus (Siltojen suunnitelmat 2000, 18)**

Tässä piirustuksessa (liite 4 kuva 3) tulee esittää

- rauditus, tarvittaessa rakenteesta ulosvedettynä
- käytettävä teräslaatu
- tunnus ja sijoitus rakenteeseen
- lukumäärät, halkaisijat ja keskiövälit
- taivutusmitat ja katkaisupituudet
- jatkospituudet
- kokonaismäärä rakenteen määräävissä leikkauksissa
- betonipeite rakenteen eri osissa
- työterästen koko, joka suunnittelussa on otettu huomioon.

Mittapiirustuksissa on mahdollista esittää pienen kohteen rauditus.

Päällysrakennepiirustukset (Siltojen suunnitelmat 2000, 18)

Betonirakenteen mitta-, rauditus- ja jännepiirustuksissa tulee esittää sivukuva ja tasokuva sekä tarpeellinen määrä pituus-, poikki- ja vaakaleikkauksia kyseisestä rakenteesta.

Päällysrakennepiirustuksista suoraan mallista tuotetaan betonirakenteiden osalta:

- **Päällysrakenteen mittapiirustus (Siltojen suunnitelmat 2000, 18)**

Jossa tarvitsee esittää

- rakenteen paikka mittalinjoihin nähden
- rakenteen muoto kohotuksineen ja mitat
- betonin laatu ja mahdolliset lisäainevaatimukset
- betonipinnan laatuluokka
- suunnitelman edellyttämät työsaumat ja valujärjestys
- betoniin kiinnivalettavat osat kuten pintavesiputket, tippuputket, paineentasausputket ja varusteiden kiinnikkeet
- myöhemmin asennettavia osia kuten kaiteita, liikuntasaumalaitteita ja johtokiinnikkeitä varten jätettävät varaukset
- betonipintoihin tulevat eristykset, verhoukset ja pinnoitteet
- kannen pintarakenteet yksilöityinä
- tunkkauspaikka, tunkkausvoima ja sallittu pintapaine.

Mittapiirustuksissa (liite 4 kuvat 4, 5 ja 6) ja yleispiirustuksessa (liite 4 kuva 2) annettujen tietojen perusteella pitää pystyä selkeästi laskemaan rakenteen mitat, sijainti ja muoto. Erilisinä taulukoina voidaan esittää päällysrakenteen tai muiden sillan osien tiedoista valmiiksi lasketut yksityiskohtaiset taulukot.

- **Päällysrakenteen raudituspiirustus (Siltojen suunnitelmat 2000, 19)**

Missä tulee esittää terästen

- tunnus ja sijoitus rakenteeseen
- teräslaatu
- lukumäärät, halkaisijat ja keskiövälit
- taivutusmitat ja katkaisupituudet
- jatkospituudet
- kokonaismäärä rakenteen määrävissä leikkauksissa
- betonipeite
- työterästen koko, joka suunnittelussa on otettu huomioon.

Tavallisesti taivutetut betoniteräkset esitetään piirustuksissa rakenteen vieressä yksittäisinä havainnekuvina, joista selviää mm. niiden muoto, koko ja mitat. Raudituspiirustus tulee laatia siten, että siitä ilmenee käytetty rauditus ilman erillistä betoniteräsluetteloa (liite 4 kuvat 6, 7 ja 8).

Suunniteltaessa rakenteen rauditusta, noudatetaan Tielaitoksen julkaisussa "Betonirauditusten suunnittelu" esitettyjä periaatteita sekä sen liitteessä esitettyjä betoniterästen taivutustyyppejä.

Edellä mainitun ohjeen mukaisesti esitetään rakenneosittain niiden betoniteräkset raudituspiirustuksiin liittyvissä betoniteräsluetteloissa. Betoniteräsluettelot tulee laatia siten, että paperitulosteiden lisäksi raudoitteita koskevat tiedot voidaan siirtää edellä mainitun ohjeen mukaisessa formaatissa raudoitetehtaalle.

- **Jännepiirustus (Siltojen suunnitelmat 2000, 19)**

Jännepiirustuksessa tulee esittää

- jänneiden tunnus
- jänneiden painopisteiden asema tasavälein pysty- ja vaakatasossa
- ankkureiden sijainti ja kaltevuudet pysty- ja vaakatasossa
- jännemenetelmään kuuluvat ankkurialueen erityisteräkset kaaviomaisesti ja sanallinen maininta niiden laittamisesta rakenteeseen
- kokonaisjännevoimat välittömästi lukituksen jälkeen ja kaikkien jännityshäviöiden jälkeen
- ohjeet jännittämisestä.

Näiden lisäksi piirustuksessa tulee ilmoittaa suunnittelun perustana käytetty jännemenetelmä, sekä antaa jänneistä seuraavat tiedot:

- jänneteräksen lujuusluokka ja kimmokerroin
- jännetyyppi, punosten koko ja lukumäärä sekä jänteen pinta-ala
- laskelmissa käytetyt kitka-arvot ja releksaatio
- jänteen suurin sallittu voima jännitettäessä

- o suojaputken halkaisija.

Piirustuksissa esitetään kuvissa ja taulukoissa jänteiden asennusmitat. Jännittämisestä tulee lisäksi laatia vielä erikseen alustava jännittämissuunnitelma sille tarkoitettulla lomakkeella, ”Jännittämistöiden suunnitelma”.

- **Elementtirakenteiden piirustukset (Siltojen suunnitelmat 2000, 20)**

Elementtipiirustusten tekemisessä tulee noudattaa edellä mainittuja ohjeita betonirakenteiden jänne-, mitta- ja raudituspiirustuksien laadinnasta. Näiden lisäksi piirustuksissa tulee esittää myös

- o elementin paino
- o nostokiinnikkeiden sijoitus ja rakenne
- o tarpeelliset pintojen käsittelyä sekä ulkonäköä koskevat vaatimukset.

2.3 Mallin tietosisältö eri suunnitteluvaiheissa

Lähtötietojen sisältöä sekä niiden tarkkuutta tarkennetaan siirryttäessä suunnitteluvaiheesta toiseen siltojen mallipohjaisessa suunnittelussa. Esimerkiksi pohjatutkimustiedot voivat olla pistemäisenä tietona esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa, jolloin niitä ei voida tulkita maalajirajoina, vaan ne pitää huomioida pistemäisenä tietona. Tästä syystä suunnitteluvaiheiden lähtötiedot on pidettävä erillään muusta aineistosta, jotta pystytään helposti erottelemaan viitteellinen, suunniteltu ja olemassa oleva tieto toisistaan. (Siltojen tietomalliohje 2014, 15.)

2.3.1 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa siltapaikkaluokissa 1. ja 2. tehdään mallintamista. Tässä vaiheessa maasto- ja väylämallista sekä siltavaihtoehtoista tehdyistä yhdistelmämallista voidaan eri ratkaisuja vertailla keskenään havainnollisemmassa muodossa, kuin mitä paperisilla tasokuvilla. Mallintamisen tarkkuus on esisuunnitteluvaiheessa luonnostelun tasolla. Tukilinjat, hyödyllinen leveys sekä aukkovaatimukset tulee olla mallinnettuina. (Siltojen tietomalliohje 2014, 19.)

Siltapaikasta tuotetussa yhdistelmämallissa sillan tietomallin riittävä tarkkuus on sillan näkyvien pintojen esittäminen (Siltojen tietomalliohje 2014, 19). Mallissa olevilta rakenneosilta ei tässä vaiheessa vielä vaadita tilavuus tai materiaaliominaisuuksia, mutta niiden merkitys tulee selvittää katsojalle (Siltojen tietomalliohje 2014, 20).

Siltapaikkaluokissa 1. ja 2. tyyppisilloista ei tarvitse tuottaa malleja esisuunnitteluvaiheessa, mikäli ne ovat osa pidempää väyläkokonaisuutta (Siltojen tietomalliohje 2014, 19).

2.3.2 Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaiheessa mallinnetaan siltaan liittyvät maastorakenteet, kuten keilat ja päätyluiskat. Näkyvissä olevat rakenteet ja varusteet tulee myös mallintaa. Raudoituksia ja piiloon jääviä rakennosia ei vielä tässä vaiheessa mallinneta. Näiden lisäksi tulee kuitenkin mallintaa sillan merkitseviä tietoja, kuten liikenneteknisiä mittoja, aukkovaatimuksia, väylien mittalinjoja, tukilinjoja ja pääpisteitä. (Siltojen tietomalliohje 2014, 20.)

Rakennetulla alueella tässä suunnitteluvaiheessa tehdään olemassa oleviin rakenteisiin mallipohjainen tarkastelu. Siltapaikasta tehdään myös yleissuunnitteluvaiheen yhdistelmämalli. Yhden hankkeen sisältämät kohteet kootaan tietomalliselostuksessa yhteen dokumenttiin. (Siltojen tietomalliohje 2014, 20.)

Alustavien sillansuunnittelun tai esisuunnittelun lähtötietojen pohjalta tarkastellaan sopivia vaihtoehtoja siltapaikalle sekä laaditaan esittelyä varten luonnoksia. Näiden tavoitteena on esittää kohteista erilaisia variaatioita ja selvittää niiden vaikutusta siltapaikan ympäristöön. Vertailua ja päätöksen tekoa voidaan helpottaa tekemällä mallista havainnollistamisaineistoa sekä yhdistämällä väylä- ja siltamalli keskenään. (Siltojen tietomalliohje 2014, 20.)

2.3.3 Siltasuunnittelu

Siirryttäessä siltasuunnitteluvaiheeseen tulee kaikki hankkeen sillat mallintaa vaatimusten mukaisesti siten, että jokaisesta sillasta tehty siltamalli sisältää kuitenkin vain yhden sillan siltapaikalta. Tämä tarkoittaa sitä, että siltapaikalla voi olla useampia siltoja, mutta ellei toisin ole sovittu, tehdään kaikista siltapaikan silloista omat siltamallinsa. Näkyvien rakenteiden ohella tässä vaiheessa mallinnetaan myös alusrakenteet kokonaisuudessaan edellisten vaiheiden maastorakenteiden, kuten päätyluiskien ja keilojen lisäksi. Tarkoituksenmukaisilta osiltaan tulee mallintaa siltaan kuuluvat varusteet ja laitteet. Tässäkään vaiheessa raudoituksia ei mallinneta, mutta niiden ja jänteiden määrä tulee selvittää määrätietoina rakennusosilta. (Siltojen tietomalliohje 2014, 21.) Mallin objekteilta tulee selvittää niiden merkitys, materiaalit sekä tilavuustiedot määrien laskemista varten. Näiden ohella rakennosien tulee säilyttää sijainti-, nimi-, tyyppi- ja geometriatietonsa siirrettäessä sitä formaatista toiseen. (Siltojen tietomalliohje 2014, 22.) Lähtötietomallia tulee myös tarkentaa tiedoilla kaivurajoista, maaperästä sekä väylän rakennekerroksesta ja pintarakenteesta (Siltojen tietomalliohje 2014, 21).

Siltasuunnitelman siltapaikasta laaditaan yhdistelmämalli tilaajalle ja siinä pitää olla mukana sillan tietomalli sekä lähtötietomalli, joka pitää sisällään nykytilamallin, suunnitteluvaiheen väyläaineiston sekä muut liittyvien tekniikkalajien mallit. Väylähankkeen yhdellä yhdistelmämallilla voidaan korvata yksittäisten siltapaikkojen yhdistelmämallit, mikäli siihen on tuotu siltojen tietomallit sekä liittyvät tekniikkalajit. (Siltojen tietomalliohje 2014, 22.)

Siltasuunnitelman laatiminen on suunnitteluvaihe, joka liittyy väylähankkeen tie-, rata- ja katusuunnitelman laatimiseen sekä vesistösiltojen vesilainmukaiseen käsittelyyn. Tarvittavat luvat sillan rakentamiseen haetaan tässä vaiheessa ja kohteesta laaditaan pääpiirustus, josta tulee selvitä sillan ulkonäkö, rakenteet, päämitat sekä sen sovittaminen ympäristöön ja tie-, katu-, tai ratasuunnitelmaan. Sillan tietomallin tämän vaiheen sisältövaatimukset vastaavat perinteistä pääpiirustusta. (Siltojen tietomalliohje 2014, 22.)

2.3.4 Rakennussuunnittelu

Sillasta tuotetaan rakennussuunnitteluvaiheessa täydellinen tietomalli. Siinä silta on mallinnettu kokonaisuudessaan varusteineen, laitteineen, raudoituksineen, maaperä- ja muine tietoineen mittatarkasti. (Siltojen tietomalliohje 2014, 23.) Seuraavasta listauksesta selviää mallinnuksen tarkkuuksia:

Rakennesista pitää selvitä niiden merkitys ja tyyppi sekä osien mallintaminen on pitänyt tehdä niin, että tietoa siirrettäessä formaatista toiseen, niiden sijainti, tyyppi, nimi ja geometria siirtyvät kappaleten mukana. (Siltojen tietomalliohje 2014, 25.)

Materiaalitietojen osalta kaikki oleelliset tiedot tulee käydä rakennusosista ilmi ja mm. betonin kohdalla tämä tarkoittaa lujuutta, pakkasenkestävyyttä ja rasitusluokkaa. Teräs- ja puuosien kohdalla niistä tulee selvitä materiaalin laatu ja pintakäsittely. (Siltojen tietomalliohje 2014, 25.)

Raudoitus mallinnetaan rakennussuunnitteluvaiheessa ja siitä pitää selvitä teräksien halkaisija, jakoväli, laatu, taivutustyyppi, ankkurointi ja jatkospituus. Suojaetäisyyksien ja työteräksien vaatimat tilat sekä raudoitteen keskinäinen yhteensopivuus tulee huomioida niiden mallintamisessa. (Siltojen tietomalliohje 2014, 25.)

Jännteiden osalta mallinnetaan tarvittavat suojaputket, jännemenetelmän mukainen raudoitus ja ankkurikappaleet. Lisäksi mallista tulee käydä ilmi käytetty jännittämismenetelmä, -tyyppi sekä punosten lukumäärä ja käytettävän injektointilaastin laatu. (Siltojen tietomalliohje 2014, 25.)

Köydet mallinnetaan detaljeineen (Siltojen tietomalliohje 2014, 26).

Kiinnitysosia ei tarvitse mallintaa sillan tietomalliin, jos sillasta tehdään erillinen toteutusmalli. Muussa tapauksessa kiinnitysosien pultit, hitsit ja naulaukset on mallinnettava. (Siltojen tietomalliohje 2014, 26.)

Eristyskerrokset ja pintarakenteet mallinnetaan niiden ominaispaksuuden mukaisesti. Alle 1 mm paksuisten pinnoitteiden osalta ne voidaan mallintaa joko ominaispaksuuksiensa mukaisesti tai sitten antamalla ne osien attribuuttitietoina. (Siltojen tietomalliohje 2014, 26.)

Sillan varusteet ja laitteet tulee mallintaa niin, että niiden sijainti, geometria ja tyyppi selviävät mallista. Tällaisia ovat mm. kaivot, laakerit, kaiderakenteet sekä avattavissa silloissa olevat koneistot. (Siltojen tietomalliohje 2014, 26.)

Geotekniset rakenteet ja pohjanvahvistustoimenpiteet, jotka liittyvät siltaan, tulee myös mallintaa niiden ominaiskoon ja sijainnin mukaisesti. Näiden lisäksi mallinnetaan routaeristykset, massanvaihdot, täytöt, kevytsorakevennykset ja siirtymäkiilat. (Siltojen tietomalliohje 2014, 26.)

Aineettoman tiedon mallintaminen on myös yksi sillasta mallinnettavista asioista, joka pitää sisällään mm. sillan jännemitan ja hyödyllisen leveyden esittämisen mallissa painottomina sekä materiaalittomina objekteina. Muita vastaavia asioita, joita tulee mallissa olla tällä tavoin ilmaistuna, ovat sillan aukkovaatimuksien toteutumisen osoittaminen objekteilla, sillan geometrialinjat, väylien tasausviivat sekä sillan tukilinjat. (Siltojen tietomalliohje 2014, 27.) Pääpisteiden avulla mallinnetaan sillan sijainti. *"Pääpisteet mallinnetaan jokaisen tukilinjjan ja reunapalkin todellisen sisäreunan leikkauspisteeseen reunapalkin yläreunan korkoon sekä siipimuurien ulkonurkkiin."* (Siltojen tietomalliohje 2014, 28.)

Sillan tietomalli ja erilliset rakennesuunnitelmaa tarkentavat mallit, tietomalliselostus ja muut mahdolliset täydentävät asiakirjat tehdään tilaajalle rakennesuunnittelusta. Tässä vaiheessa tehdään myös tilaajalle yhdistelmämalli siltapaikasta, josta selviää sillan tietomalli sekä suunnitteluvaiheen tarkkuuteen tarkennettu lähtötietomalli, mikä pitää sisällään kohteen nykytilamallin, suunnitteluvaiheen väyläaineiston ja muut liittyvien tekniikkalajien mallit. Sillan rakennussuunnitelma laaditaan rakennesuunnittelussa hyväksytyin siltasuunnitelman perusteella siten, että rakennustyö voidaan toteuttaa. Siltasuunnitelmassa esitetyt ratkaisut ja hyväksytyt liikennetekniset mitat ja muut mahdolliset muutokset tulee ottaa siinä huomioon. Rakenteet esitetään sellaisina kuin ne todellisuudessa toteutetaan lopullisessa rakennesuunnitelmassa. (Siltojen tietomalliohje 2014, 23.)

2.4 Piirustusten asema mallipohjaisessa suunnittelussa

Tulevaisuudessa siirrytään kohti mallipohjaista suunnittelua, jossa tavoitteena on nykymuotoisten suunnitelmadokumenttien korvaaminen tarvittavilta osin aluksi osittain ja lopulta kokonaan kohteesta tehtävällä inframallilla. Tämän edellytyksenä tietenkin on, että mallista voidaan saada ominaisuuksitietoina mm. materiaaleja, tuotevaatimuksia, pinta-aloja sekä tilavuustietoja suoraan objekteilta. Mallien ei ole tarkoitus poissulkea ainakaan vielä nykyisiä piirustuksia, vaan tarkoituksena on saada ne täydentämään toisiaan. Tämän takia mallista pitääkin pystyä tuottamaan vaadittavia piirustuksia, jotka vastaavat yhteneviltä osiltaan mallissa esitetyistä asioista. Piirustuksia vaaditaan vielä nykyisin mm. hallinnollisia käsittelyjä varten. (Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje 2017, 10.)

Suunnitelmatilanteen arvioiminen ja esittäminen minä ajanjaksona tahansa hankkeen kaikissa vaiheissa on mahdollista mallipohjaiseen suunnitteluun siirryttäessä. Lähtötietomallin aineiston ja eri tekniikkalajien osamalleista tehdyn yhdistelmämallin avulla pystytään helposti julkaisemaan suunnittelun tilannetieto kommentointia, katselua ja yhteensovittamista varten tavallisia piirustuksia paremmin.

Suunnitelmien kommentointi ja tarkastelu eri toimijoiden kesken on myös helppoa mallin avulla. Paremman kokonaiskuvan saamiseksi eri osamalleista voidaan tehdä myös erillinen esittelymalli, jossa tehty suunnitelma on esitetty mahdollisimman todenmukaisesti. Tämä antaa tavanomaisia piirustuksia paremman kuvan kokonaisuudesta ja kohteen sijoittumisesta ympäristöönsä. (Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje 2017, 10.)

Perinteiset suunnitelmapiirustukset ovat joka tapauksessa muutoksen alaisina mallipohjaisessa suunnittelussa. Tulevaisuudessa piirustusten käyttötapa ja -tarve tulevat muuttumaan, eikä niitä välttämättä tarvita enää ollenkaan. Nykyisistä kaiken kattavista ja viimeistellyistä piirustuksista ollaan siirtymässä kohti mallista saatavaa käyttötarpeen mukaista otosta tai näkymää. (Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje 2017, 13.)

Huomioitavaa on, että ellei hankkeessa ole toisin sovittu, vaaditaan suunnitelmapiirustuksia vielä ja ne tulee olla tehty voimassa olevien ohjeiden mukaisesti (Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje 2017, 13). Hankekohtaiset sisältö- ja esitystapamuutokset tulee olla esitettynä piirustuksissa ja muissa dokumenteissa. Tällaisia muutoksia voivat olla esim. joidenkin piirustusten jättäminen kokonaan pois tai niiden sisällön esittäminen ainoastaan pelkistettyinä otteina suoraan mallista. (Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje 2017, 15.)

Uuden siltojen tietomalliohjeen tekeminen on aloitettu. Ohjetta ei kuitenkaan ole vielä keretty julkaisemaan tämän opinnäytetyön tekemisen aikana.

2.5 Mallipohjaisen suunnittelun tilanne Euroopassa

Tietomallintamisesta on tulossa infrastruktuuri- ja rakennusalan globaali tapa, joka mahdollistaa yhteistyön lisäämisen ja sen valmiuksien liikkumisen maiden rajojen yli. Ennusteiden mukaan tietomallintamisesta tulee maailman julkisten infrastruktuurihankkeiden toimittamisen standardi. Esimerkiksi useiden eri puolilla maailmaa rakenteilla olevien metrojärjestelmien yhteydessä sitä käytetään jo nyt korvaamaan perinteisiä suunnitteluaineistoja. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 16.)

Tietomallintamisen digitaalista prosessia ja teknologiaa hyödyntäneet yksityisen sektorin toimijat ovat ymmärtäneet hyvin sen tuomat hyödyt. Koordinoinnin paraneminen sekä tarkan ja luotettavan tiedon tuottamisen nopeutuminen parantavat päätöksenteon ja tuotosten laatua. Julkisella sektorilla nämä hyödyt merkitsivät taloudellisia hyötyjä, kuten julkisille varoille saatavaa parempaa vastinetta toimitusvaiheessa, sekä julkisten hyödykkeiden ja palvelujen parempaa laatua rakennetun käyttöomaisuuden käytön aikana. Tietomallintaminen voi tukea myös ympäristöön liittyviä hyötyjä taloudellisten hyötyjen ohella. Näitä voisivat olla esimerkiksi tarkempi materiaalin tilaaminen, jolloin kaatopaikoille vietävä jäte vähenee, ja energia-analyysin ihanteellinen simulointi, minkä ansiosta rakennetun ympäristön energiantarve pienenee. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 18.)

Prosessiensä ja oppimisensä osalta rakennusala asiakkaineen on Euroopassa erittäin hajanainen. Alalla luotetaan suureksi osaksi kertaluonteisiin parannuksiin, jotka toteutuvat siirryttäessä hankkeesta seuraan. Tämän takia koko alan kattavaa lähestymistapaa tarvitaan pitkän aikavälin investointien, osaamisen ja valmiuksien kehittämisen tueksi. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 16.)

Eurooppalaisen rakennusalan siirtymiseksi digiaikaan käynnistettiin Euroopan komission yhteisrahoittama hanke, jonka tavoitteena on tukea rakennusalaa ja kannustaa Euroopan julkisen sektorin asiakkaita sekä päätöksentekijöitä ottamaan erityisesti tietomallintaminen johdonmukaisesti käyttöön Euroopassa. Hankkeen seurauksena syntyi käsikirja, Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla), jonka tarkoituksena on edistää julkisella sektorilla ja yksityisen teollisuuden toimijoiden parissa käytävää laajempaa vuoropuhelua eurooppalaisen rakennusalan siirtymisestä digiaikaan. Käsikirjan on tuottanut EU:n BIM-työryhmä, joka koostuu julkisen sektorin tilaajista, infrastruktuurin omistajista ja poliittisista päätöksentekijöistä yli 20 maassa eripuolilla Eurooppaa. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 9.)

"Käsikirja on tarkoitettu eurooppalaisille julkisille sidosryhmille, jotka kehittävät toimialoihin liittyvää politiikkaa, sekä julkisille tilaajille, jotka hankkivat, omistavat tai käyttävät rakennettua omaisuutta, kuten julkista infrastruktuuria tai rakennuksia." (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 10.) Suomessa tällaisia tahoja voisivat olla valtio, väylävirasto, kunnat ja kaupungit sekä alalla toimivat yritykset.

Käsikirjan käyttäjät voidaan karkeasti jakaa kolmeen ryhmään seuraavasti:

1. Julkisen politiikan päättäjät, jotka osallistuvat infrastruktuuri- tai rakennusalan politiikan kehittämiseen
2. Kansalliset tai paikalliset julkiset tilaajat, jotka hankkivat lähinnä palveluja
3. Käyttäjät, jotka vastaavat rakennetun käyttöomaisuuden tai ympäristön hallinnoinnista ja käytöstä. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 10.)

Opas tarjoaa näille käyttäjille strategisen katsauksen julkisen sektorin tietomallintamisen käyttöönottohankeisiin yhteistä eurooppalaista kehystä koskevan arvolupauksen sekä yhteiset periaatteet ja standardit, jotka voidaan omaksua keskus- ja paikallishallinnon tietomallintamisen käyttöönottoaloitusten pohjaksi. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 10.) Käsikirja pyrkii myös luomaan yhteisiä ohjeita julkisille tilaajille ja päätöksentekijöille. Euroopan maiden välisiä eroja ja vaatimuksia pyritään myös lähentämään sekä lisäämään yhteisymmärrystä ja yhdenmukaistamaan digitaalisessa työssä tarvittavaa terminologiaa. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 11.)

Käsikirjan laatimista ovat vauhdittaneet seuraavat kolme strategista tekijää:

- Euroopan julkisen sektorin johtamien tietomallintamisen käyttöönottohankkeiden nopea lisääntyminen
- EU:n julkisista hankinnoista annetussa direktiivissä (2014) oleva kannustus tietomallintamiseen julkisissa rakennusurakoissa
- Euroopan komission kehoitus rahoittaa tietomallintamisen käyttöönottoa koskevan yhteisen kehyksen laatimista Euroopan julkisten rakennusurakoiden alalla ja rakennusalalla. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 11.)

Yhä useammat eurooppalaiset hallitukset ja julkisen sektorin organisaatiot ovat käynnistäneet erilaisia ohjelmia tietomallintamisen laajemman käyttöönoton edistämiseksi kansallisella, alueellisella tai julkisten kiinteistöjen tasolla. Vuodesta 2011 lähtien julkisen sektorin johtamien kansallisten tietomallintamisen käyttöönottohankkeiden lukumäärä on kasvanut huomattavasti, ja se on puolestaan tarjonnut mahdollisuuden yhteisten käytäntöjen jakamiseen. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 11.)

Vuonna 2014 Euroopan unioni totesi, että tietomallintamisesta on hyötyä julkiselle sektorille rakennusurakoissa sen rahoille tarjoaman paremman vastineen ja innovointia edistävän vaikutuksen seurauksena. Julkisia hankkijoita eri puolilla Eurooppaa on kannustanut harkitsemaan tietomallintamisen käyttöönottoa myös aiheesta laadittu direktiivi, jonka seurauksena Euroopan julkiselta sektorilta saatavan tietomallintamista koskevan tiedon kysyntä on lisääntynyt. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 11.)

"Käsikirja ja EU:n BIM-työryhmä ovat tulosta Euroopan komission kehotuksesta rahoittaa kaksivuotista ohjelmaa, jonka tavoitteena on muodostaa julkisen sektorin eurooppalainen verkosto tietomallintamisen parhaiden käytäntöjen jakamiseksi sekä laatia suosituksia sisältävä käsikirja." (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 11.)

"Käsikirjan tarkoituksena ei ole tarjota teknistä johdantoa tietomallintamiseen (jota käsitellään laajasti muussa kirjallisuudessa) eikä laatia standardeja tai "kilpailu" standardointielinten, tutkijoiden tai toimialajärjestöjen kanssa. Siinä pyritään kertomaan tietomallintamisen käyttöönoton yhteydessä hyväksi todetuista käytännöistä ja jo laadituista standardeista sekä neuvomaan julkisen sektorin organisaatioiden päätöksentekijöitä toimimaan johdonmukaisesti toistensa ja Euroopan rakennusalan kanssa." (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 13.)

Käsikirjan keskeisinä tavoitteina on

- lisätä yhteisymmärrystä ja yhteistä kieltä
- jakaa ja edistää Tietotietomallintamisen johdonmukaista käyttöönottoa
- edistää jo laadittujen standardien ja yhteisten periaatteiden laajempaa käyttöä. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 13.)

Kun tietomallintaminen otetaan käyttöön tai määritetään kansallisella, organisaatio- tai hanketasolla, on usein epäselvää, mistä aloitetaan, mitä tehdään ja mikä erottaa tietomallihankkeen perinteisestä hankkeesta. Toiminnoista, jotka hankkeessa pitäisi hankkia ja toteuttaa sen laskemiseksi tietomallinhankkeeksi, ei ole käytössä yhtä yhtenäistä kansainvälistä standardia tai määritelmää. Tämän seurauksena julkisille hankkijoille ja yksityisen sektorin toimittajille aiheutuu sekaannusta ja eroja, jotka johtavat pahimmillaan onnistuneen hankkeen kariutumiseen. EU:n BIM-työryhmän kokemusten pohjalta strategiakehyksen vaiheittainen täytäntöönpano realistisessa aikataulussa yhdistettynä toimintojen sekä ominaisuuksien selkeään ja eriteltyyn määrittelemiseen onkin lupaavin lähestymistapa rakennusalan muuttamiseksi. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 26.)

EU:n BIM-työryhmän yhtenä tuotoksena syntyi suositukset EU:n yhteisestä mallinnustasosta ja sen ominaisuuksista, jotka kattavat neljä keskeistä määritelmäaluetta seuraavasti:

1) Toimintatapa

- Kaupallisista, oikeudellisista ja sopimusperusteisista kysymyksistä sovitaan, ne dokumentoidaan asianmukaisessa muodossa ja niistä tulee osa osapuolten välisiä sopimusjärjestelyjä.
- Tarjouspyyntömenettely sisältää asianmukaisen arvion toimittajan kyvystä, valmiudesta ja halukkuudesta täyttää tietomallintamiseen liittyvät vaatimukset.
- Rakennushankkeeseen liittyvät tietovaatimukset määritetään ja ilmaistaan niiden hankevaiheiden osalta, joita tilaaja tai toimitusketju aikoo käyttää. Tietojen liiallisen tuottamisen ja liiallisen käsittelyn välttämisen peruseriaatetta on sovellettava kaikkiin määritettyihin tietovaatimuksiin.
- Tietovaatimusten noudattamisen ja täyttämisen yksityiskohdista sovitaan ja ne dokumentoidaan asianmukaisessa muodossa.

2) Tekniset näkökohdat

- Tietovaatimuksissa määritetään, että tiedot toimitetaan toimittajaneutraaleissa, avoimissa tiedostomuodoissa.
- tietojen määrittäminen, mallintaminen ja järjestäminen on objektipohjaista.

3) Prosessi:

- Tietojen suunnittelu- ja toimitusprosessit edellyttävät säilytyspaikkaan ja yhteistyöhön perustuvia työskentelyperiaatteita.
- Yhteinen tiedonhallintaympäristö vaaditaan turvalliseksi ja yhteistyöhön perustavaksi ympäristöksi tiedon jakamiselle.
- Systeemitekniikan (systems engineering) työkaluja ja menetelmiä tarvitaan, jotta voidaan kattaa kokonaisvaltaisesti kaikkien sidosryhmien kaikki tarpeet ja vaatimukset ja kaikki arkkitehtoniset visiot (operatiiviset, toiminnalliset, orgaaniset) rakennetun käyttöomaisuuden elinkaaren kaikkien vaiheiden osalta ja jotta kaikki tieto voidaan jäsentää asianmukaisesti.

4) Ihmiset:

- Vastuu tiedonhallinnasta annetaan oikealle taholle sen mukaan, miten monimutkainen hanke on. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 27.)

Hankkeessa pitäisi toteuttaa johdonmukaisesti EU:n yhteisen mallinnustason ominaisuuksien mukaisia toimintoja, jotta se voidaan katsoa EU:n tietomallihankkeeksi. Ne pitäisi myös tulkita vähimmäisvaatimuksiksi, joita sovelletaan rakennushankkeiden hankkimisessa ja toimittamisessa yhdenmukaisella tavalla kaikkialla Euroopassa. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 26.)

"Ominaisuudet on mukautettu tarkasti nykyisiin ja valmisteilla oleviin kansainvälisiin ja unionin standardeihin sekä EU:n BIM-työryhmän esimerkkeihin parhaista käytännöistä." (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 26.)

Työryhmän laatiman EU:n yhteisen mallinnustason ominaisuudet on tarkoituksella määritelty siten, ettei se edellyttäisi mitään muutoksia oikeudellisiin kehyksiin tai sääntöihin missään jäsenvaltiossa. Työryhmän tekemät suositukset myös suojaavat liian tarkoilta vaatimuksilta, jotka saattaisivat aiheuttaa lisäkustannuksia ja hukkaa prosessin aikana. (Käsikirja tietomallintamisen käyttöön ottamisesta Euroopan julkisella sektorilla 2018, 26.)

3 TYÖKALUT ATTRIBUUTTIEN TEKEMISEEN TEKLASSA

Tekla Structures käyttää ohjelmointikielensä C#:a ja pääasiassa kaikki isommat käyttäjäkohtaiset muutokset valikoiden ulkoasuun, UDA:aan sekä uusiin toimintoihin tapahtuvat muokkaamalla tai lisäämällä uusia määritelmiä tai linkityksiä kyseisellä ohjelmointikielellä inp- tai lst-tiedostoihin. Nämä lisäykset ja muutokset eivät pelkästäänvälttämättä vielä tee uusia toimintoja tai ominaisuuksia Tekla Structuresiin vaan niillä muodostetaan vasta pohjaa esim. Template Editorissa tehtäville arvokentille ja kaavoille.

Tekla Structuresissa olevat input-tiedostot (.inp) hallinnoivat dialogikenttiä ja määrittelevät kuinka jokin komponentti toimii (Tekla.com). Erilaisia input-tiedostoja, joilla voi muokata Tekla Structuresin käyttäjäkohtaista toimintaa on esitetty taulukossa 1. Tässä opinnäytetyössä muokkauksia ja lisäyksiä on tehty input-tiedostoista vain objects.inp-tiedostoon, jossa hallinnoidaan käyttäjän määrittelemiä attribuutteja.

Taulukko 1. Erilaisia inp-tiedostoja, joilla voidaan muokata Tekla Structuresia (Tekla.com 2019-04-06)

File	Description
analysis_design_config.inp	Contains settings for analysis and design .
fltprops.inp	Includes materials and dimensions of available flat bars .
objects.inp	Used to manage user-defined attributes .
pop_mark_parts.inp	Contains settings for pop-marking .
privileges.inp	Used to control access rights .
profitab.inp	Contains available parametric profiles .
rebar_config.inp	Contains settings for reinforcement marks .
rebar_schedule_config.inp	Contains internal bending types of reinforcing bars and their mapping to area specific bending codes. Rebar Shape Manager is a more versatile way to define reinforcing bar bending shapes.

Template attribuutti -tiedostot (.lst) edustavat objectin asetuksia. Näitä attribuutteja voidaan käyttää Template Editorissa arvokentissä, kaavoissa ja rivi säännöissä hakemaan tietoa Tekla Structuresin tietokannasta. (Tekla.com.) Taulukossa 2 on esitetty missä kaikissa tiedostoissa Template attribuutteja on määritetty.

Taulukko 2. Tiedostot, joissa template attribuutteja on määritetty (Tekla.com 2019-04-06)

File name	Description
<code>contentattributes.lst</code>	<p>This is a container file listing all the files that contain the actual attribute definitions. The files are added with <code>INCLUDE</code> sentences. The order of the files included in <code>contentattributes.lst</code> defines the reading order of the files.</p> <p>This file is overwritten in the installation when you install a newer version of Tekla Structures. Ensure that you make a copy of this file before updating.</p> <p>Generally, there is no need to modify <code>contentattributes.lst</code>. Do not modify it if you are not an administrator.</p>
<code>contentattributes_global.lst</code>	<p>This file contains attributes that are hard-coded into the program. Do not edit this file.</p>
<code>contentattributes_userdefined.lst</code>	<p>This file contains user-defined attributes, the same as in the <code>objects.inp</code> file.</p> <p>This file is overwritten in the installation when you install a newer version of Tekla Structures. To use your own attributes in templates and reports, create a copy of this file and add the necessary attributes to that file.</p>

3.1 Objects.inp

Objects.inp-tiedostossa käyttäjä pystyy muokkaamaan tai tekemään uusia välilehtiä, otsikoita ja dialogi-kenttiä ikkunoihin, sekä määrittelemään komponenttien toimintaa. Uusia attribuutteja tehtäessä on kuitenkin hyvä huomioida oman inp-tiedoston sijainti, sillä vaikka Tekla yhdistää kaikkien löytämiensä inp-tiedostojen sisällön, kohdatessaan samoja attribuutteja eri tiedostoissa, käyttää Tekla vain lukujärjestyksessään ensin löytämänsä attribuuttia. (Tekla Structures system 2016, 36.) Tekla Structures lukee objects.inp-tiedostoja seuraavanlaisessa kansiojärjestyksessä (Tekla Structures system 2016, 37):

1. model-kansio
2. project-kansio
3. firm-kansio
4. system-kansio
5. inp-kansio.

Attribuutit rakentuvat `objects.inp:ssä` perustapauksissa aina samalla tavalla (kuva 2):

- Rivi alkaa määrittelemällä ensin, onko ominaisuus attribuutti vai uniikki attribuutti. Näistä ensimmäistä voidaan kopioida mallissa osalta toiselle, aivan kuten osan muitakin ominaisuuksia, mutta jälkimmäistä ei.
- Seuraavana rivillä määritellään attribuutin nimi ("*MY_INFO_1*"). Tämän nimen pitää vastata myöhemmin "`contentattributes_userdefined.lst`" -tiedostossa tehtävän attribuutin nimen kanssa.
- Kolmantena rivillä määritellään kentän otsikko ("*My Info 1*"), joka tulee Teklassa näkyviin käyttäjälle kyseisen dialogi-kentän viereen, mikäli sellainen halutaan näkyville.
- Neljänneksi riville tulee määrittely attribuutin arvotyypistä (*string*). Tehtävän ominaisuuden toiminta muuttuu sen mukaan, laitetaanko tähän kohtaan *integer* tai *float* (numeroille), *string* (tekstille), *options* (listoille) vai *label* (otsikoille). Näiden lisäksi kuvasta 5 löytyy vielä tähän kohtaan neljä muuta, vähän erikoisempaa määrittystä.
- Viidentenä ilmoitetaan kentän formaatti ("*%s*"), jossa *%s* on ehdoille ja *%d* numeroille.
- Kuudentena rivillä tulee joko *no* tai *yes*, mikä puolestaan ilmoittaa osien kohdalla huomioidaanko se numeroinnissa ja piirustuksissa näytetäänkö sen attribuutin arvo piirustusluettelossa. Muihin tällä kohdalla ei ole vaikutusta.
- Seitsemäs kohta (*none*) ilmoittaa, käytetäänkö `check_switch` -toimintoa vai ei.
- Kahdeksantena ja yhdeksäntenä kohtana ("*0.0*" ja "*0.0*") voidaan määrittää ensin attribuutin maksimiarvo ja viimeisenä sen minimiarvo. Asetuksella "*0.0*" tätä ei kuitenkaan käytetä.
- Näiden lisäksi voidaan rivin perään lisätä vielä arvokentän X- ja Y-koordinaatit sekä sen pituus (kuva 3). Options riveille voidaan myös kirjoittaa edellisten perään päälle/pois- toiminto ja määrittää attribuutti rivit, joita tämän halutaan koskevan (kuva 4).

```
attribute("MY_INFO_1", "My Info 1", string, "%s", no, none, "0.0", "0.0")
{
    value("", 0)
```

Kuva 2. Esimerkki attribuutti rivistä (Tekla.com 2019-04-09)

```
attribute("P_DESIGNR_POST_OF", "", string, "%s", no, none, "0.0", "0.0", 350,75,200)
{
    value("", 0)
}
```

Kuva 3. Attribuutti riville on annettu myös koordinaatit (Vitikainen 2019-04-09)

```
attribute("FI_STATUS", "", option, "%s", no, none, "0.0", "0.0", 150,175,225,"toggle_field:FI_STATUS_TXT=0,1,2,3")
```

Kuva 4. Attribuutti rivillä on myös toista riviä koskeva päälle/pois -toiminto (Vitikainen 2019-04-09)

Kaikille tehtäville attribuutti riveille, pois lukien *label* (otsikko)-rivit, pitää myös tehdä *value*-rivi, jossa voidaan määrittellä attribuutin esiarvo heittomerkkien väliin sekä toiminnan oletusarvo, onko päällä vai ei, ja etenkin toggle-kentillä mitä valittavista arvoista halutaan näyttää ensimmäisenä.

Taulukko 3. Objects.inp määriytyksiä (Tekla.com 2019-04-09)

Property	In the example	Description
attribute or unique_attribute	attribute	attribute is a regular attribute, which is copied with other part properties. unique_attribute is a non-copyable attribute. The value of the attribute is never copied to another part. For example part checking status attributes usually cannot be copied.
attribute_name	MY_INFO_1	Attribute name, used to find the attribute value. Ensure that Tekla Structures does not already use the attribute name you use. Consider using a prefix that ensures the name is unique, for example, your initials, or an abbreviation of your company name. The attribute name is case-sensitive. Do not use spaces or reserved characters in attribute names. The maximum length of the name can be 19 characters. To include the attribute in a report or template, add the name of the attribute to your layout in the Template Editor. When you run a report or create a drawing, Tekla Structures displays the current value of the attribute.
label_text	My Info 1	Label that Tekla Structures displays in the dialog box. Some default attributes have prompts like <code>j_comment</code> , meaning that the prompt comes from the <code>joints.all</code> message file.
value_type	string	integer or float for numbers string for text string_not_modifiable for text whose modification is prevented. A field with the <code>string_not_modifiable</code> property is always displayed as dimmed and it cannot be switched on or off. The value in the field is not saved when clicking the Apply button or modified when clicking the Modify button. option for lists date for date with small calendar date_time_min for date and time [12:00] with small calendar date_time_sec for date and time [12:00:00] with small calendar.
field_format	%a	Definition of the field format in the dialog box <ul style="list-style-type: none"> • %a for strings • %d for numbers
special_flag	no	no or yes For parts: consider in numbering For drawings: display the attribute value in drawing list For other elements: no effect
check_switch	none	none This option is not used.
attribute_value_max	0.0	0.0 This option is not used.
attribute_value_min	0.0	0.0 This option is not used.

3.2 Template attribute -tiedostot (.lst)

Teklassa on tehdasasetuksilla kolme eri tyyppistä lst-tiedostoa, joilla jokaisella on oma toimintatarkoituksensa (taulukko 2). Ensimmäinen näistä on contentattributes.lst, jossa on ainoastaan listauksena tiedostot, joissa todelliset attribuuttitiedot on määritelty. Käyttäjä voi tehdä omia attribuuttitiedostoja, mutta jos niitä ei ole listattuna contentattributes.lst:ssä, ei Tekla myöskään käytä niitä. Seuraavana tyyppinä on contentattributes_global.lst, joka pitää sisällään kaikki Teklaan koodatut perusasetukset ja -attribuutit. Tähän tiedostoon ei käyttäjällä pitäisi olla tarvetta koskea, eikä sitä myöskään suositella valmistajan taholta. Viimeinen perustyyppi on contentattributes_userdefined.lst, joka toimii oletuksena käyttäjäkohtaisten asetusten sijoituspaikkana. Mikäli käyttäjällä on Suomi-ympäristö käytössään, löytyy vielä neljäs, FI_contentattributes_userdefined.lst-tiedosto, johon on määritetty Suomi-ympäristössä käytössä olevat attribuutit. Käyttäjä voi myös tehdä omia tiedostojaan korvaamalla tai lisäämällä tiedoston nimen eteen uusia määritelmiä. (Tekla.com)

Tehtäessä uusia attribuutteja lst-tiedostoon, on hyvä tietää, miten lisäykset tulee tai kannattaa tehdä, jotta listaus pysyy selkeänä ja mitä rajoituksia ohjelmisto asettaa uusille attribuuteille. Aluksi contentattributes_userdefined.lst on jaettu kahteen osaan, joista osassa 1. (kuva 6) on esitetty kaikki tiedoston attribuutit ja niiden perusasetukset. Osassa 2. (kuva 7) edellisen osan attribuutit jaotellaan eri tyyppisille sisällöille (*contenttypes*), jonka jälkeen ne esitetään käyttäjälle siinä järjestyksessä missä ne esiintyvät sisällön määrytyslistan mukaisesti. Huomattavaa on, että kuvissa esiintyvä //-merkintä estää rivien näkymisen ulos, joten sitä voidaan käyttää esimerkkien tekemiseen tai jos halutaan kirjoittaa omia selventäviä tekstejä contentattributes_userdefined.lst-tiedoston sisälle. (Template Editor User's Guide 2017, 83.)

The image shows a snippet of a .lst file with attribute definitions. The first line is commented out and has a red box labeled '1' around the text 'Name XXXXX'. The second line is also commented out and has a red box labeled '2' around 'Datatype FLOAT'. The third line has a red box labeled '3' around 'Justify RIGHT'. The fourth line has a red box labeled '4' around 'Cacheable TRUE'. The fifth line has a red box labeled '5' around 'Length 8'. The sixth line has a red box labeled '6' around 'Decimals 2'. The seventh line has a red box labeled '7' around 'Unit type Length'. The eighth line has a red box labeled '8' around 'Unit ft-frac'. The ninth line has a red box labeled '9' around 'Precision 1/8'. Below this, there are several lines of attribute definitions for MY_PROJECT_ATTRIBUTE_1, MY_DRAWING_ATTRIBUTE_1, MY_PART_ATTRIBUTE_1, and MY_PART_ATTRIBUTE_2, each with its own set of values for the fields shown in the first line.

```
//
// --- Please add your own attributes here
//
//MY_PROJECT_ATTRIBUTE_1      CHARACTER  LEFT   TRUE   10
//MY_DRAWING_ATTRIBUTE_1     CHARACTER  LEFT   TRUE   10
//MY_PART_ATTRIBUTE_1        CHARACTER  LEFT   TRUE   10
//MY_PART_ATTRIBUTE_2        CHARRCTER LEFT   TRUE   20
```

Kuva 5. Esimerkkikuva contentattributes_userdefined.lst-tiedoston osasta 1 (Vitikainen 2019-04-06)

Ensimmäisen osan määrytykset koostuvat yhdeksästä eri sarakkeesta kuvan 6 mukaisesti seuraavalla tavalla:

1. *Name* (attribuutin nimi, jolle on ohjelman puolesta rajausta 63 merkkiin ja se sallii käytettävien vain kirjaimia, numeroita, pisteitä ja alaviivoja)
2. *Data type*, FLOAT, CHARACTER, INTEGER. (reaaliluku, kirjaimia, kokonaisluku)
3. *Justify*, LEFT, CENTER, RIGHT (arvokentän tasaus)
4. *Cacheable*, TRUE, FALSE (oletuksena TRUE)
5. *Length* (numeroarvo, jolla ilmoitetaan kuinka monta merkkiä arvokentässä voi olla)

6. *Decimals* (numeroarvo, jolla kerrotaan desimaalien määrä. Ilmoitetaan vain, jos data type on FLOAT eikä tarkkuutta precision kentässä ole määritetty)
7. *Unit type* (yksikön tyyppi esim. Length tai Date (pituus tai päivämäärä))
8. *Unit* (yksikkö, esim. päivämäärän muoto dd.mm.yyyy)
9. *Precision* (tarkkuus)

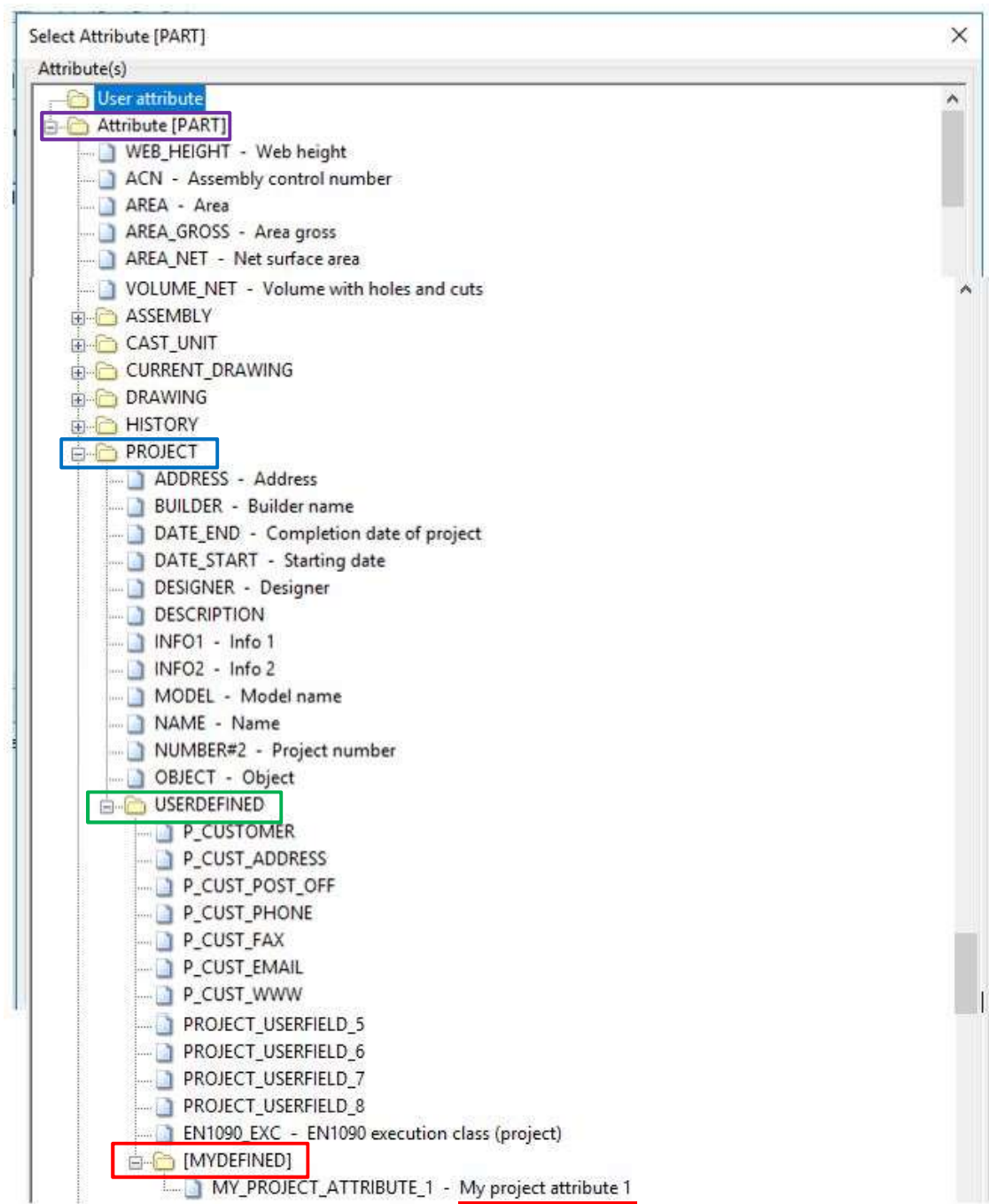
The image shows a list of content attributes from a file named 'contentattributes_userdefined.lst'. The list is organized into five columns, numbered 1 through 5. Column 1 contains attribute names (e.g., //PROJECT, //ASSEMBLY, //BOLT, //CAST_UNIT, //CONNECTION, //DRAWING, //FOOTER, //HEADER, //HOLE, //MESH, //NUT, //PAGEFOOTER, //PAGEHEADER, //PART, //REBAR, //SIMILAR_ASSEMBLY, //SIMILAR_CAST_UNIT, //SIMILAR_PART, //STUD, //SURFACING, //WASHER, //WELD). Column 2 contains the hierarchy path (e.g., PROJECT.USERDEFINED, PROJECT.USERDEFINED.MYDEFINED). Column 3 contains the attribute name (e.g., MYPROJECT_ATTRIBUTE_1). Column 4 contains the attribute type (e.g., MYDEFINED). Column 5 contains the attribute value (e.g., "My project attribute 1"). A red arrow points to the //PART line, which is highlighted with a red box. The //PART line is: //PART = PROJECT.USERDEFINED.MYDEFINED.MYPROJECT_ATTRIBUTE_1 "My project attribute 1".

Kuva 6. Esimerkkikuva contentattributes_userdefined.lst-tiedoston osasta 2 (Vitikainen 2019-04-06)

Toisen osan määrittymiset puolestaan koostuvat kolmesta pääsarakeesta ja kahdesta vaihtoehdoista lisäsarakeesta (kuva 7) seuraavalla tavalla:

1. *Content type* (Template Editorissa olevan rivin sisällöntyyppi, kertoo millä rivi tyypeillä määritetty attribuutti tulee listauksessa näkyviin).
2. Attribuutin hierarkia Template Editorissa (kertoo siis kansiorakennetta ja -polkua mistä attribuutti löytyy).
3. Käyttäjän tekemän attribuutin nimi (täytyy olla sama kuin mitä objects.inp-tiedostossa, useita saman nimisiä attribuutteja voidaan erotella lisäämällä loppuun joko juokseva numerointi tai kirjaimia esim. _1, _2 tai _A, _B).
4. Tällä sarakeella, tai lähinnä [] -merkkien välissä olevalla tekstillä, voi tehdä omia kansioita Template Editorissa esiintyvään hierarkiaan (kuva 8, punainen neliö).
5. Tässä sarakeessa "" -merkkien välinen teksti näkyy Template Editorissa attribuutin nimen perässä ja soveltuu hyvin esim. selventävien kommenttien lisäämiseen attribuuttien perään (kuva 8, punainen viiva).

Toisen osan PART-rivin asetuksilla saadaan Template Editorin näkyvässä kuvan 8 mukainen hierarkia ja kansiorakenne.

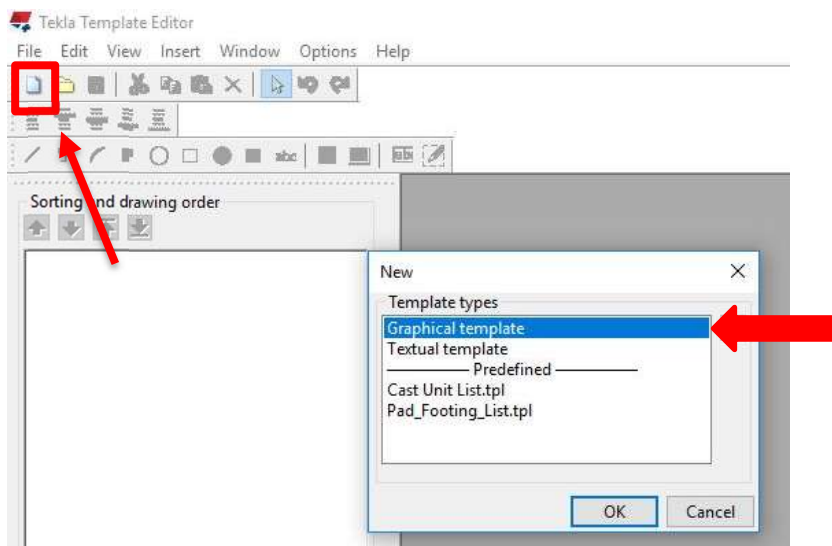


Kuva 7. Esimerkkikuva contentattributes_userdefined.lst-tiedoston PART-rivin määrittämisestä (Vitikainen 2019-04-07)

3.3 Template Editor

Template Editorilla, joka tunnetaan myös nimillä TplEd tai TempEd, tehdään, muokataan ja hallinnoidaan templateiden määrittämiä Tekla Structuresissa. Sillä voidaan tehdä mm. teksti- tai graafisia templateita, joita voidaan käyttää erilaisten raporttien pohjina, tulostusasetuksina tai vaikka piirustuksissa listojen ja taulukoiden esittämiseen. Näistä kahdesta tyypistä teksti template voi sisältää vain tekstiä, joten käyttökohteiltaan graafinen template on paljon monipuolisempi, sillä tekstin lisäksi se voi myös sisältää kuvia, sekä se tukee useampia erilaisia fontteja ja asetuksia. Tämän takia mm. kaikki tässä opinnäytetyössä tehdyt templatet ovat pohjaltaan graafisia. (Template Editor User's Guide 2017, 11.)

Uuden templatien tekeminen aloitetaan valitsemalla ensin "New Template" vasemmasta yläkulmasta ja päättämällä sen jälkeen mikä sen tyyppi on (kuva 9). Tässä tapauksessa valitaan Graphical Template.

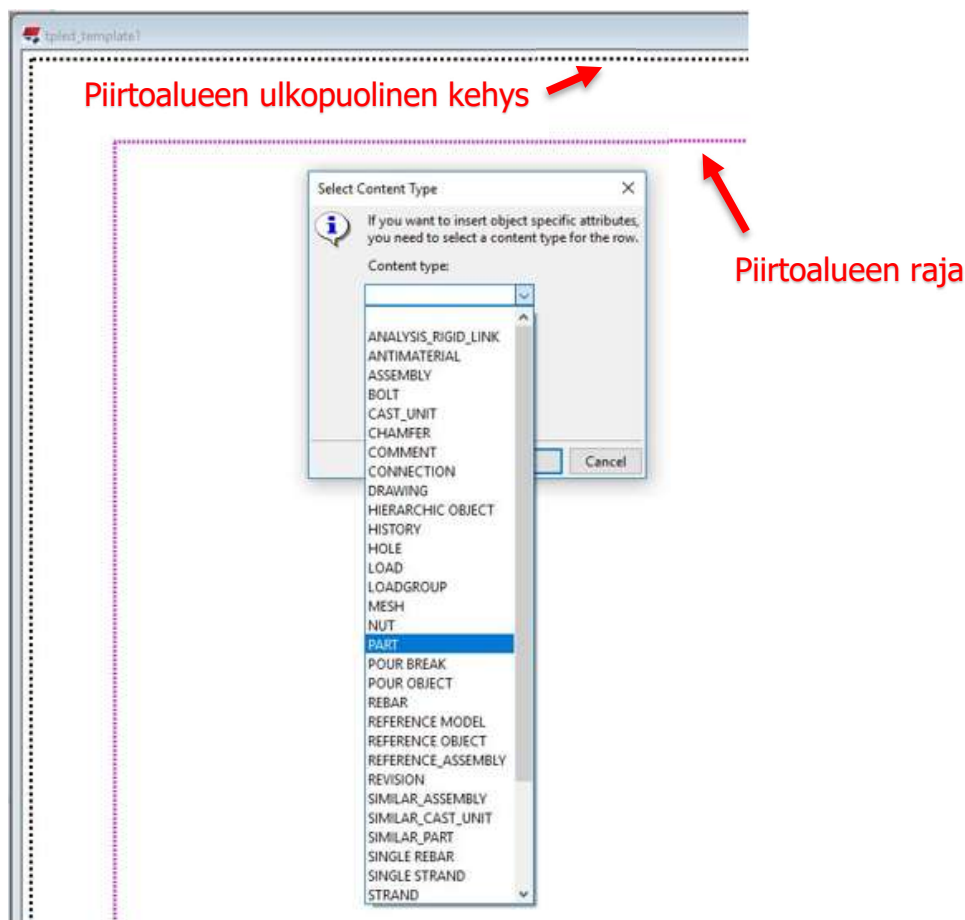


Kuva 8. Templatien tyyppin valinta (Vitikainen 2019-04-09)



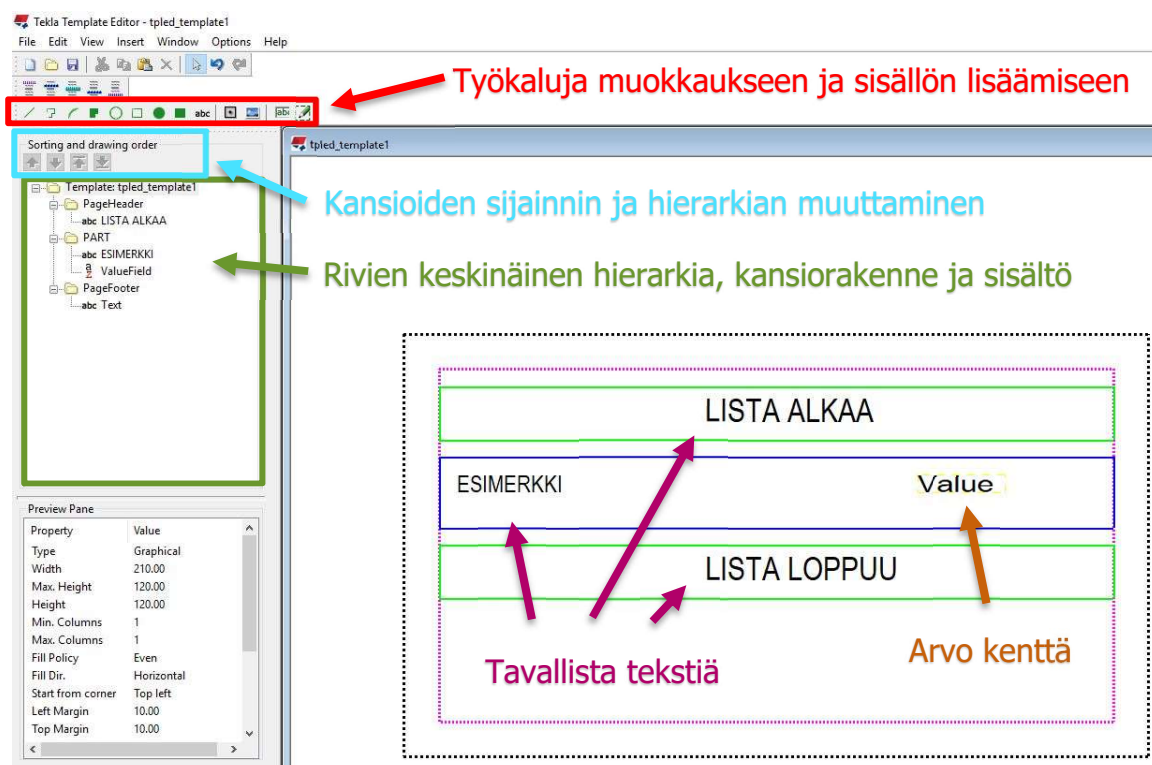
Kuva 9. Rivin tekeminen (Vitikainen 2019-04-09)

Valinnan jälkeen käyttäjän tulee lisätä vähintään yksi rivi (kuva 10) syntyneen templatien piirtoalueen sisäpuolelle. Riviä lisättäessä ohjelma kysyy myös rivin tulevaa sisältöä. Tämän sisällön määrittämisen perusteella ohjelma rajaa riville mahdollisia attribuutteja ja asetuksia, joten rivin sisältö kannattaa valita sen mukaan mitä aikoo kyseisellä rivillä esittää (kuva 11).



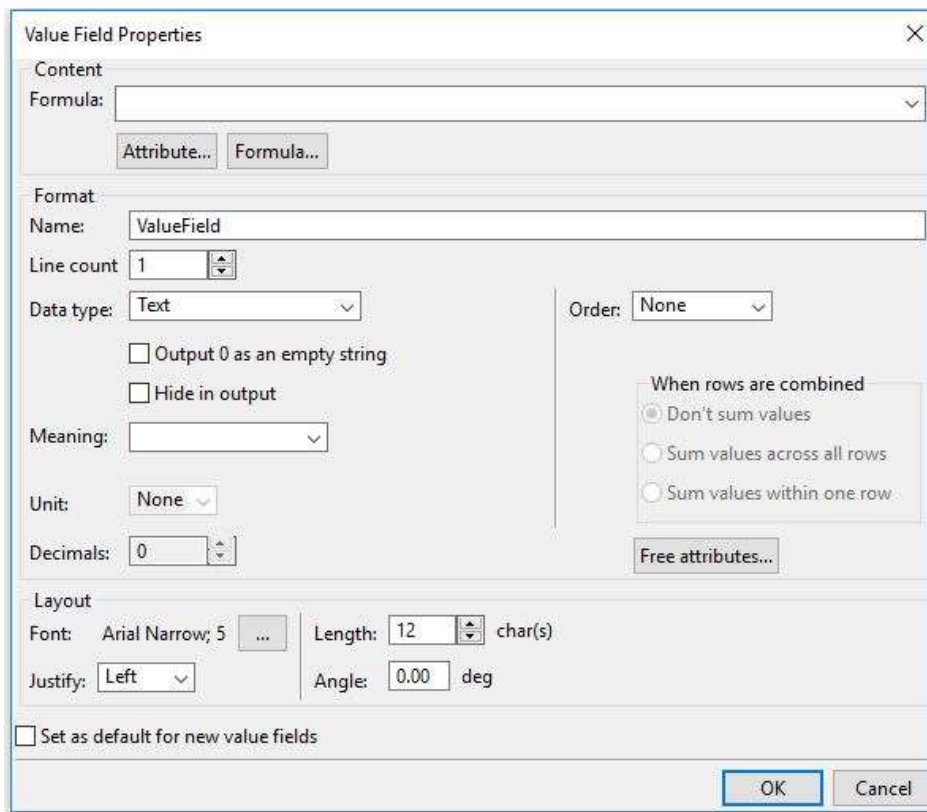
Kuva 10. Rivin sisällön valinta (Vitikainen 2019-04-09)

Tavallisten rivien tekemisen lisäksi käyttäjä voi myös tehdä aloitus-, lopetus- ja otsikkorivejä. Tehdyille riveille, riippumatta siitä mitä ne ovat, voidaan myös mm. piirtää, joskin hyvin rajallisin työkaluin, lisätä kuvia sekä muodostaa joko tavallista tekstiä tai arvokenttiä kuvan 12 mukaisesti. Näistä tavallinen teksti on käyttäjän tekemää kirjoitettua tekstiä, kun taas arvokentille voidaan hakea tehtyjä attribuutteja tai erilaisia laskentakaavoja sekä tehdä if-lauseita (kuva 14). Template Editori kasvattaa tehdyistä riveistä automaattisesti vasempaan reunaan kansiorakennetta, josta selviää kunkin rivin (kansion) sisältö ja niiden keskinäinen hierarkia. Tässä esimerkissä kaikki rivit ovat keskenään samanarvoisia, mutta käyttäjällä on myös mahdollista muuttaa rivejä toistensa alle, jolloin Tekla tarkistaa ensin ylimpänä olevan rivin asetukset ja rajaa sen alapuolisten rivien sisältöä ylemmän rivin asetusten mukaan. Näin voidaan mm. suodattaa helposti paljon asioita alapuolisten rivien sisällön ulkopuolelle tai rajata riveillä esiintyvä tieto haluttuihin rakennusosiin.

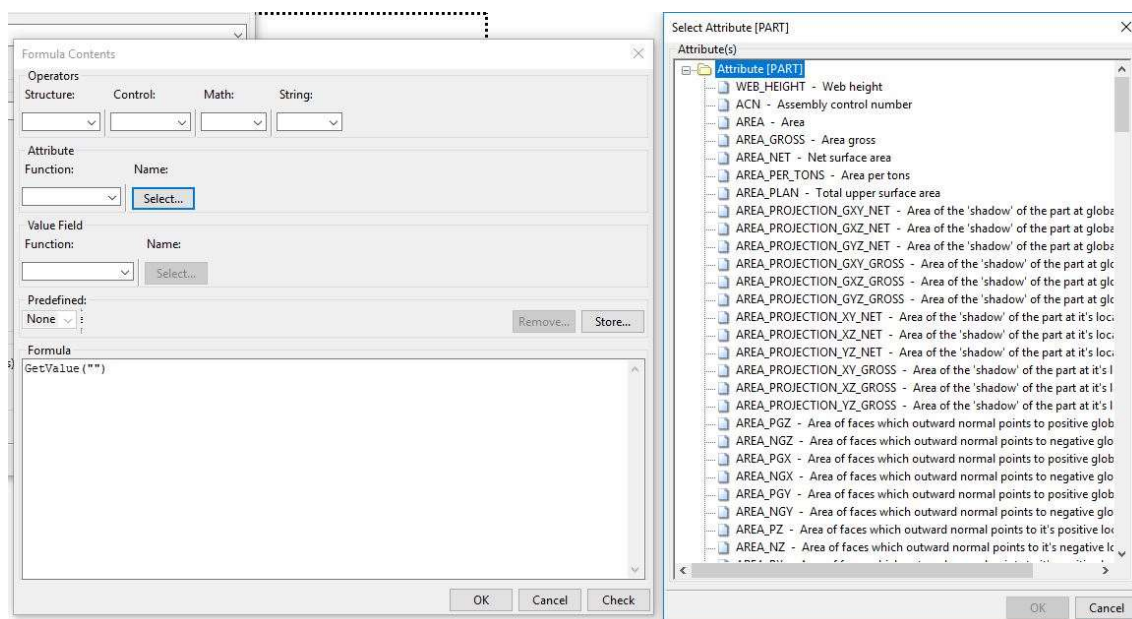


Kuva 11. Rivien sisältöjä (Vitikainen 2019-04-09)

Arvokenttien fonttia, kirjaisinkokoa, pituutta, kulmaa ja rajausta voidaan muokata vapaasti niiden ulkoasun osalta. Kentille voidaan myös mm. määrittää järjestäytymissäännöt, yhdistämistä koskevia asetuksia, sisällön tyyppi ja mittayksiköitä (kuva 13). Tärkein muokattava ominaisuus kentillä on kuitenkin niiden sisällön kaava, eli mitä tietoja kenttä näyttää tai hakee Teklan tietokannasta. Arvokentän attribuuttitiedot voidaan hakea joko suoraan Teklan omasta tietokannasta tai sitten niitä voidaan kirjoittaa käsin (kuva 14). Käsin kirjoitetuilla kaavoilla saadaan tehtyä paljon monimutkaisempia hauektoja attributeille sekä pystytään muodostamaan esimerkiksi \neq lauseita.

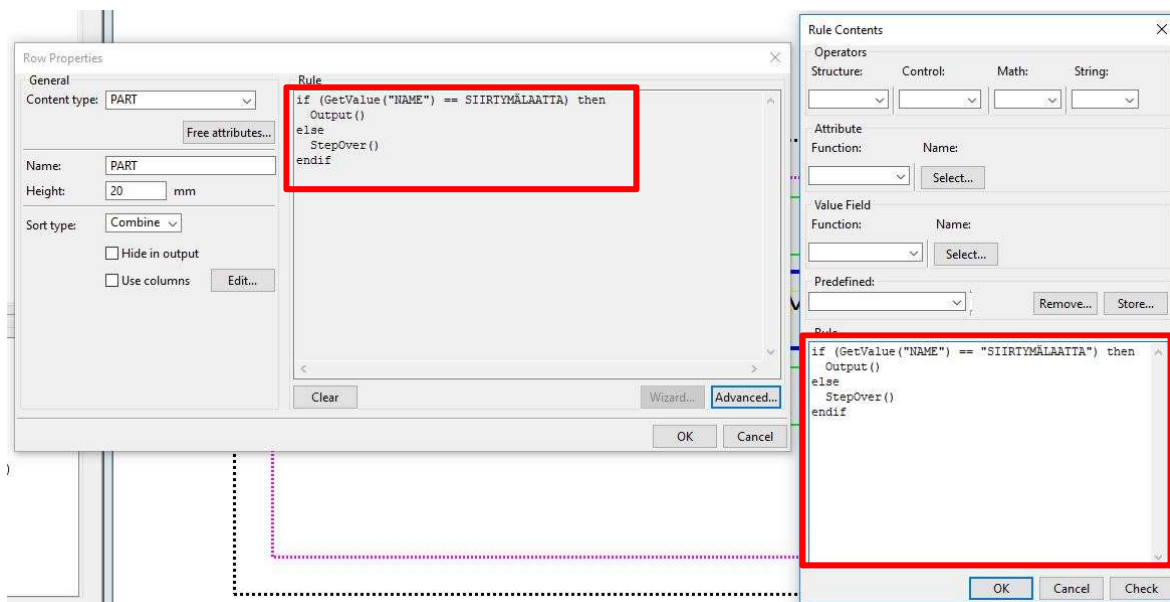


Kuva 12. Arvokentän perusasetukset (Vitikainen 2019-04-09)

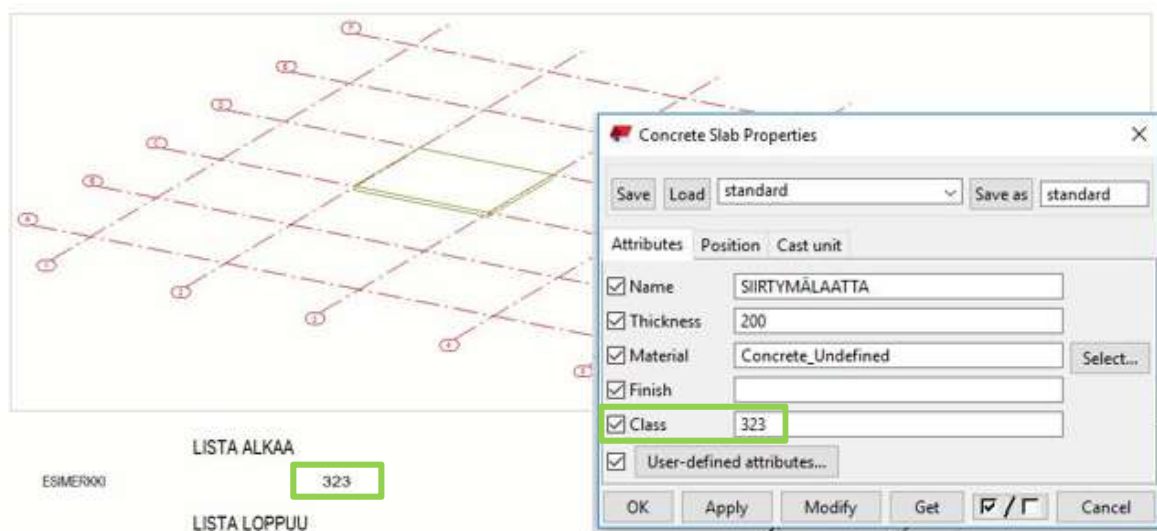


Kuva 13. Arvokentän kaavojen asetukset ja attribuuttivalikko (Vitikainen 2019-04-09)

Arvokenttien lisäksi myös riveille voidaan antaa sääntöjä ja ehtoja (Template Editor User's Guide 2017, 61). Näin saadaan mm. tässä esimerkissä rajattua rivi näkymään vain, jos kappaleen nimi on SIIRTYMÄLAATTA ja piilottamaan rivi, jos kappaleen nimenä on joku muu (kuva 15). Rivin sisäinen arvokenttä on laitettu hakemaan pelkästään osien CLASS-tietoja. Mallissa olevilla kappaleen tiedoilla saadaan näiden kuvien esimerkin asetuksilla piirustukseen tulemaan kuvan 16 näköinen lista.



Kuva 14. Esimerkin riville annetut ehdot kappaleen nimestä (Vitikainen 2019-04-09)



Kuva 15. Mallissa olevan kappaleen asetukset ja tehdyn templatien ulkonäkö piirustuksessa (Vitikainen 2019-04-09)

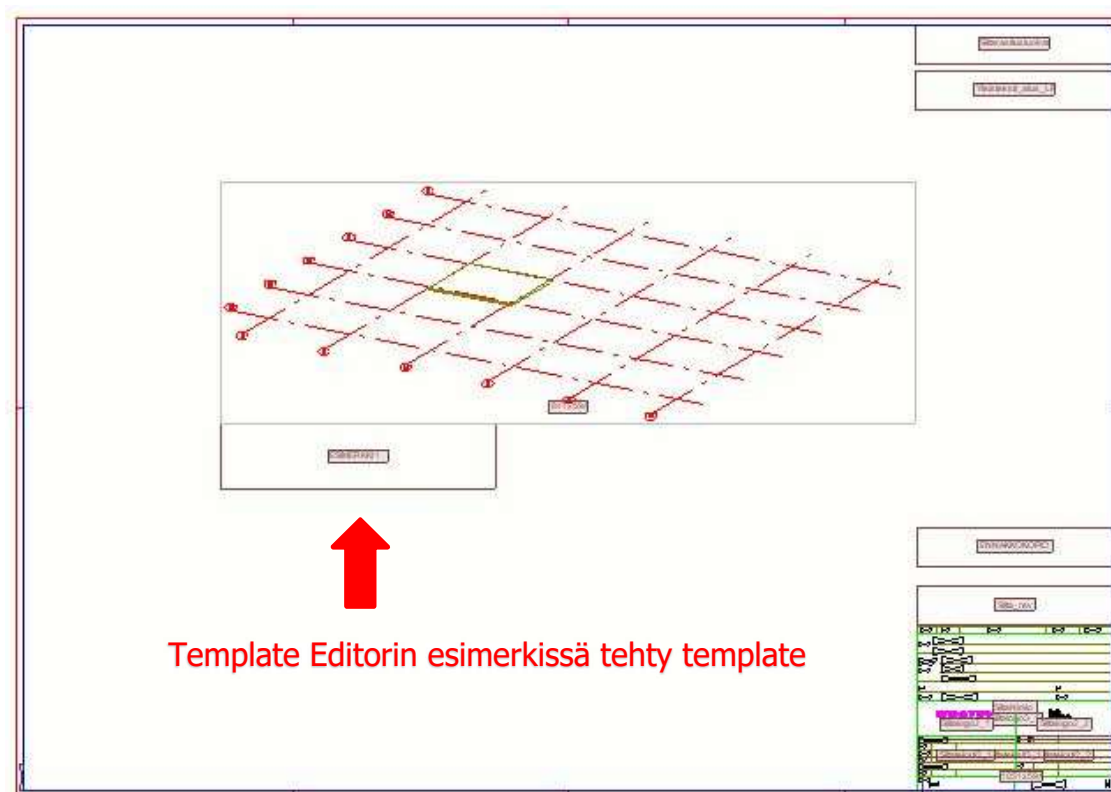
Template Editorilla pystytään tekemään arvokenttien ja rivien kaavoista todella monipuolisia sekä monimutkaisia, joten tässä osiossa on vain pelkkä lyhyt katsaus kaikkiin sen ominaisuuksiin ja mahdollisuuksiin.

3.4 Layout Editor

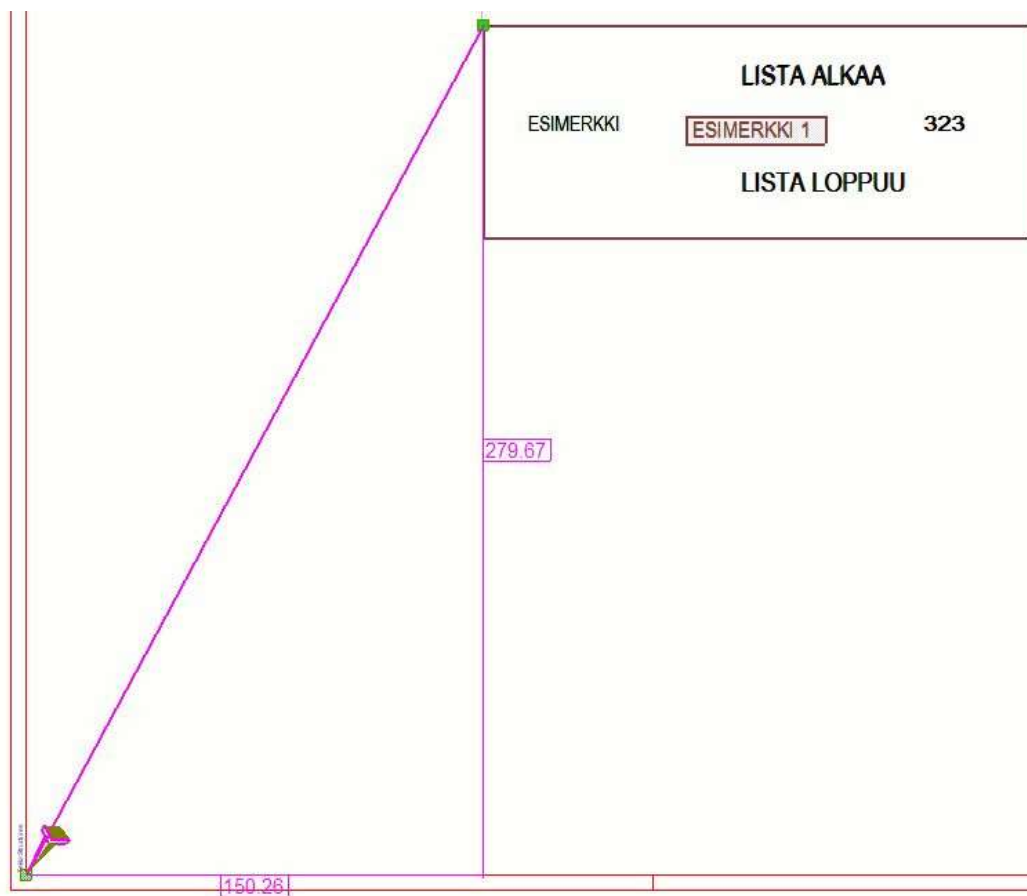
Layout Editor on Teklaan oleva sovellus, jonka avulla käyttäjä pystyy muokkaamaan olemassa olevia piirustus pohjia. Piirustus pohja saadaan mm. muokkaamaan piirustuksen reunit ja nimiö paperikoon mukaan sopivaksi (Tekla.com). Layout Editorin valikosta (kuva 17) voidaan valita olemassa olevista ja itse tehdyistä templeteista piirustus pohjaan näkyviin haluttuja asioita sekä sijoitella (kuva 18) ja kiinnittää niitä piirustuksen eri osiin (kuva 19).



Kuva 16. Layout Editorin käytössä olevat templatet, sekä piirustuksessa jo olevat templatet (Vitikainen 2019-04-09)



Kuva 17. Piirustus pohja, johon on upotettu useampi template (Vitikainen 2019-04-09)



Kuva 18. Templaten ankkurointi piirustus pohjaan (Vitikainen 2019-04-09)

4 PÄIVITYKSET NYKYISIIN ASETUKSIIN

Ongelmakohtia kartoitettaessa ilmeni tarve tehdä muokkauksia Teklan piirustuspuolen tekstien oletusfonttien kokoon, nimiöissä esiintyvien päivämäärien asetuksiin sekä nimiöitä valittaessa niiden esimerkkikuvien näkymiseen. Lisäksi projektien alle tehdyt muokkaukset ja lisäykset rauditusmerkkeihin aiheuttivat ongelmia niiden hajanaisen ja osaltaan tuntemattomien sijaintien takia. Näissä kaikissa kohdissa huomattiin olevan puutteita ja niistä jokainen vaikutti hidastavasti piirustusten tuottamiseen. Vaikka mikään näistä kohdista ei estänyt piirustusten tekemistä, ne kaikki koettiin virheelliseksi ja etenkin uusille käyttäjille ongelmallisiksi. Opinnäytetyössä päädyttiin näiden syiden takia muokkaamaan ja tekemään parannuksia kyseisiin asetuksiin.

4.1 Fonttikoon muokkaaminen

Tekla Structuresin piirustuspuolen perusasetuksissa on tekstien, mittojen ja leikkausmerkkien kooksi määritetty standard-profiilissa 2,5. Destialla kuitenkin käytetään piirustuksissa kyseisten tekstien kooksa 3,5 ja tämän haluttiin tulevan automaattisesti lisääessä tekstejä, mittoja ja leikkauksia piirustuksiin. Lisäksi toivomuksena oli, että uusien näkymien otsikoiden tekstin kooksi tulisi 7 samaan tapaan automaattisesti, ohjelmassa oletuksena olevan 2,5 sijaan.

Ongelma ratkaistiin niin, että tehtiin uudet profiilit teksteille, mitoille ja leikkausmerkeille sekä nimettiin ne selvillä nimillä, jonka seurauksena niiden löytäminen mallikansiosta helpottui. Seuraavaksi kyseiset tiedostot etsittiin mallikansiosta ja siirrettiin ne yrityksen XS_FIRM-kansion alle ennalta määritettyyn paikkaan. Samalla tiedostot nimettiin uudelleen standard.xxx tyylisesti, jossa .xxx korvattiin kunkin tiedostomuodon mukaisella loppupääätteellä, esim. mitoille .dim. Tämä tehtiin siksi, että Destian roolitiedostossa on määritetty Teklalle kansioiden latausjärjestys, ja siellä XS_FIRM on määritetty latausjärjestyksessä ensimmäiseksi. Näin saatiin Tekla lataamaan kyseiset standard-tiedostot ensin ja ottamaan ne perusasetuksiksi piirustuspuolelle.

Otsikoiden kahdelle riville tehtiin omat asetukset, joissa ilmoitettavien tekstien fonttikoko on 7. Tämä ei kuitenkaan tule automaattisesti, vaan pitää käydä valitsemassa ja lataamassa käyttöön aina kyseiselle riville. Asetus olisi mahdollisesti saatavissa tulemaan automaattisesti, jos sen tallentaa silta_a1-aloituspohjaan, mutta tätä ei päästy opinnäytetyön yhteydessä vielä testaamaan.

4.2 Päivämäärän korjaaminen nimiöön

Piirustusten nimiöissä on esitetty mm. kuvien piirtäjä, suunnittelija ja tarkastaja, sekä näihin liittyen kyseisen toimenpiteen tekijän nimi ja päivämäärä toimenpiteen suorittamiselle. Project propertiesin User-defined attributes -valikosta valitaan aluksi nimiövalinta-välilehdeltä nimiön tyyppi, sarakkeiden määräksi kaksi tai kolme saraketta, sarakkeiden logot, minkälaiset nimiöt kuudesta eri vaihtoehdosta halutaan sekä niihin tulevat otsikot. Seuraavaksi piirustuksen UDA:sta määritetään mitä nimiöiden soluihin tulee tekstinä ja päivämäärinä (kuva 20).

The screenshot shows a data entry form in Tekla Structures. It has three columns labeled Sarake1, Sarake2, and Sarake3. Each column has a 'Nimi' field and a 'PVM' (date) field. Below these are 'Status' and 'Status date' fields. The form contains data for four rows (Rivi1 to Rivi4). The data is as follows:

	Sarake1 Nimi	Sarake1 PVM	Sarake2 Nimi	Sarake2 PVM	Sarake3 Nimi	Sarake3 PVM
Rivi1	AAAA	01.02.2019	EEEE	11.02.2019	IIII	18.02.2019
Rivi2	BBBB	02.02.2019	FFFF	12.02.2019	JJJJ	19.02.2019
Rivi3	CCCC	03.02.2019	GGGG	13.02.2019	KKKK	20.02.2019
Rivi4	DDDD	04.02.2019	HHHH	14.02.2019	LLLL	21.02.2019

Below the columns, there are 'Status' and 'Status date' fields. The 'Status' field has a dropdown menu with 'TYHJÄ' selected. The 'Status date' field has a dropdown menu. There are also 'Man/auto' and 'Scale1', 'Scale2', 'Scale3' fields.

Kuva 19. Nimiöihin kirjoitettavien tietojen arvokentät (Vitikainen 2019-04-04)

Kahden sarakkeen päivämäärän esityksessä on kuitenkin piirustusohjissa esiintynyt tuntematon ongelma, jonka seurauksena sarakkeen 2 rivin 3 päivämäärä hakee tiedon sarakkeen 3 saman rivin päivämäärästä, eikä sarakkeen 3 kyseisen rivin päivämäärää saa mitenkään näkyviin. Ongelman seurauksena siis sarakkeen 2 riville 3 syötetty päivämäärä ei näy missään ja sarakkeen 3 riville 3 syötetty päivämäärä näkyy sarakkeen 2 vastaavalla rivillä päivämäärän kohdalla (kuva 21).

Siltasuunnittelu			TARK./HYV.	11.02.2019	EEEE			
PIIRT.	01.02.2019	AAAA				TARK./HYV.	18.02.2019	IIII
SUUNN.	02.02.2019	BBBB						
TARK.	03.02.2019	CCCC	TARK.	12.02.2019	FFFF	TARK.	19.02.2019	JJJJ
Geosuunnittelu			HYV.	20.02.2019	GGGG	HYV.		KKKK
TARK.	04.02.2019	DDDD	GEOTARK.	14.02.2019	HHHH	GEOTARK.	21.02.2019	LLLL

Kuva 20. Piirustukseen tulevat virheelliset nimiön tiedot (Vitikainen 2019-04-04)

Aluksi selvitettiin miten nimiöiden arvokentät toimivat, missä ne on määritetty ja mihin niiden Template Editorin arvokentät viittaavat. Objects.inp:stä löytyi projektiasetuksien välilehtien parametrin, sekä myöhemmin piirustuksen UDA:n välilehdet ja niiden solut. Päällisin puolin attribuutit ja välilehdet näyttivät olevan kunnossa, eikä niissä esiintynyt sinällään mitään epäloogisuuksia tai ongelmia (kuva 22 ja kuva 23). Seuraavaksi tarkasteltiin Template Editorin arvokenttien viittaukset. Niissäkään ei ilmennyt mitään selviä ongelmia, vaan niiden viittaukset kävivät hyvin järkeen objects.inp:n määrittelyjen kanssa. Ainut epäselvyyttä aiheuttanut asia oli se, ettei tehtyjä omia parametrejä löytynyt yhdestäkään contentattributes_userdefined.lst-tiedostosta.

```
attribute("DR_INSPECTOR_A", "", string,"%s", no, none, "0.0", "0.0",550,100,150)
{
  value("", 0)
}
```

Kuva 21. Objects.inp-tiedoston nimiö sarakkeen 2 rivin 3 attribuutti (Vitikainen 2019-04-04)

```
attribute("DR_INSPECTOR_DATE_A2", "", date,"%d", no, none, "0.0", "0.0",1150,100,125)
{
  value("", 0)
}
```

Kuva 22. Objects.inp-tiedoston nimiö sarakkeen 3 rivin 3 attribuutti (Vitikainen 2019-04-04)

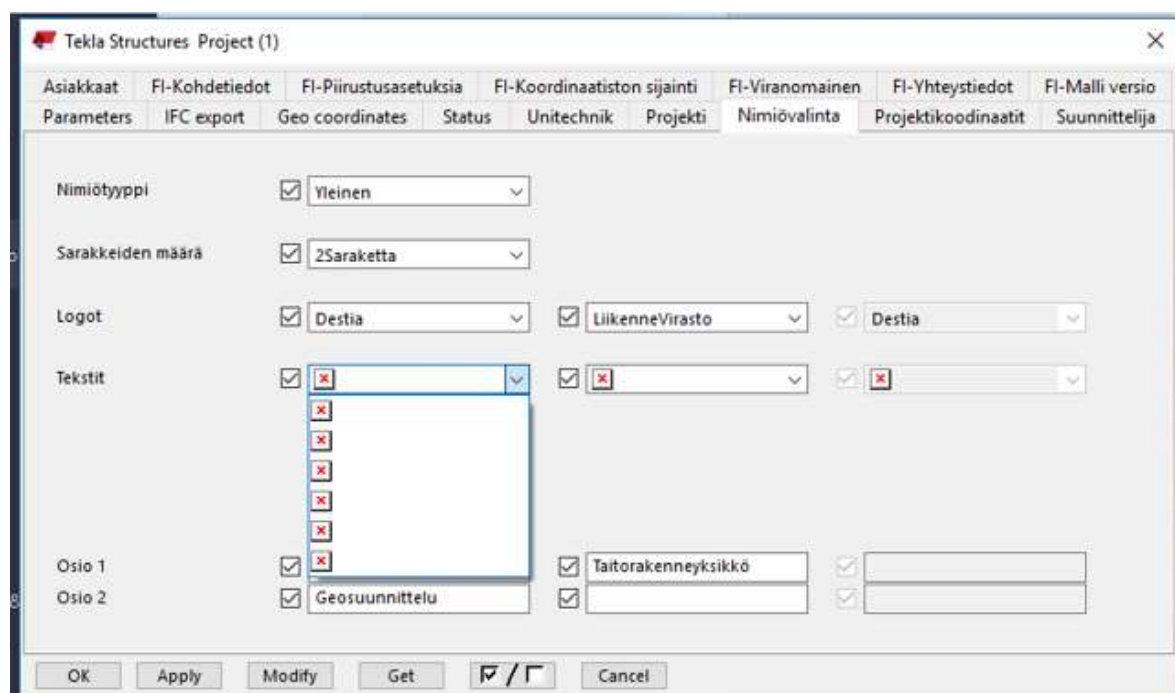
Ongelma oli lopulta päällekkäisissä viitauksissa objects.inp:n ja Suomi-ympäristön määrittelyissä. Solujen attribuutteina oli INSPECTOR_DATE, INSPECTOR_DATE_A ja INSPECTOR_DATE_A2, joissa _A ja _A2 ovat eritteleviä määritelmiä. Näin päivämäärät olivat määritettyinä objects.inp-tiedostossa. Samalla kuitenkin Suomi-ympäristön omissa asetuksissa oli myös käytössä INSPECTORS_DATE, joka sotki attribuutit Template Editorissa. Ongelma korjaantui kun objects.inp:iin muutti attribuutin nimen kyseisille soluille HYVAKSYNTA_PVM, HYVAKSYNTA_PVM_1 ja HYVAKSYNTA_PVM_2, sekä teki näille oman attribuutin DESTIA_contentattributes_userdefined.lst:hen. Template Editorissa arvokentät muutettiin hakemaan tietonsa näistä uusista attribuuteista. Näin nimiöiden sarakkeiden 2 ja 3 rivien 3 solujen päivämäärät alkoivat toimimaan kuten oli alun perin ollut tarkoituskin (kuva 24).

Siltasuunnittelu			TARK./HYV.	11.02.2019	EEEE			
PIIRT.	01.02.2019	AAAA				TARK./HYV.	18.02.2019	IIII
SUUNN.	02.02.2019	BBBB						
TARK.	03.02.2019	CCCC	TARK.	12.02.2019	FFFF	TARK.	19.02.2019	JJJJ
Geosuunnittelu			HYV.	13.02.2019	GGGG	HYV.	20.02.2019	KKKK
TARK.	04.02.2019	DDDD	GEOTARK.	14.02.2019	HHHH	GEOTARK.	21.02.2019	LLLL

Kuva 23. Piirustukseen tulevat korjatut nimiön tiedot (Vitikainen 2019-04-04)

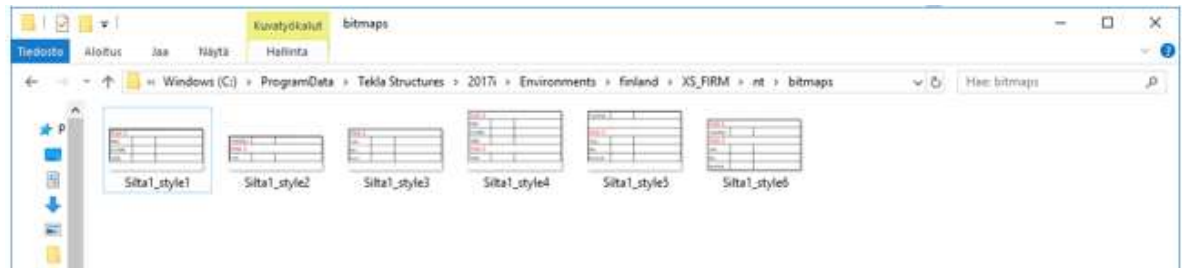
4.3 Nimiöiden esimerkkikuvat näkyviin

Projekti asetusten User-defined attributes -valikon nimiövalinta välilehdeltä voidaan valita halutut nimiöt piirustuksiin. Aikaisemmin alavetovalikon vaihtoehtoista on ollut esimerkkikuvat, jotka ovat näyttäneet kunkin nimiön muodon. Tämä toiminto oli jossakin päivitysvaiheessa lakannut toimimasta, jolloin esimerkkikuvakkeiden paikalle oli tullut vain pieni neliö punaisella rastilla (kuva 25).



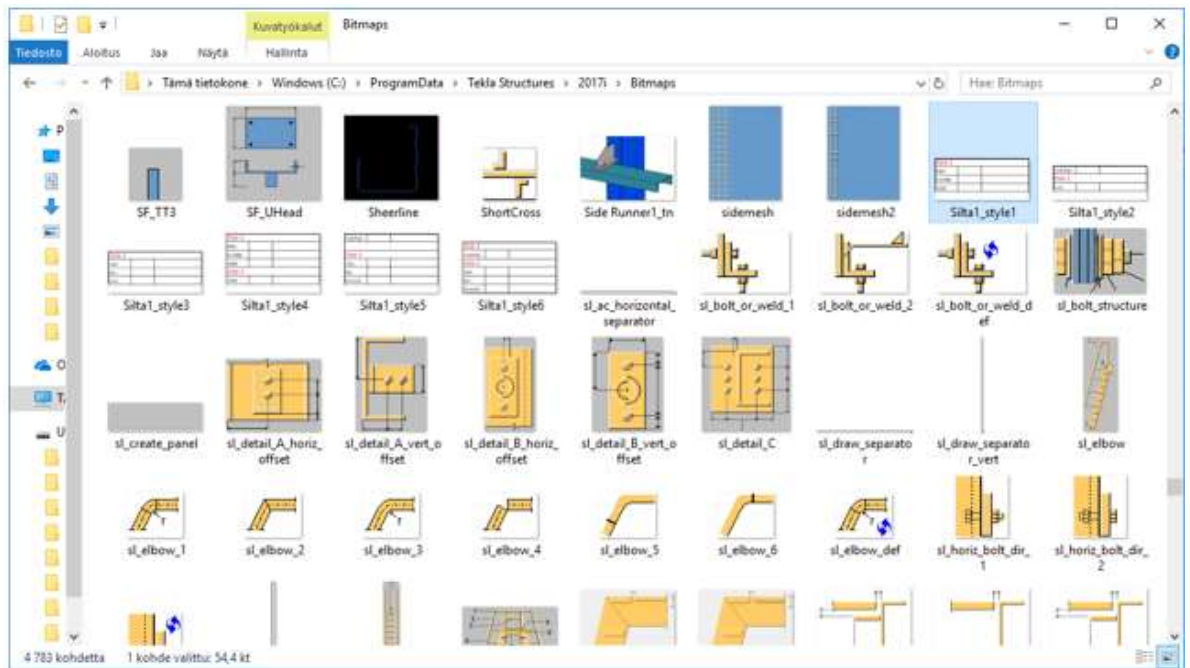
Kuva 24. Nimiöiden esimerkkikuvakkeet eivät näy oikein (Vitikainen 2019-04-04)

Ongelman tutkiminen aloitettiin tarkistamalla ensin objects.inp:ssä tehdyt attribuutti määrytykset ja niiden viittaukset kuviin. Tässä tarkistuksessa ei huomattu puutteita ja niiden määrytyksien perusteella kuvakkeiden olisi pitänyt näkyä aivan oikein. Seuraavaksi etsittiin kansio, jossa kuvakkeiden pitäisi olla. Kansio löytyi ja kuvat sen mukana oikeassa tiedostomuodossa (kuva 26).

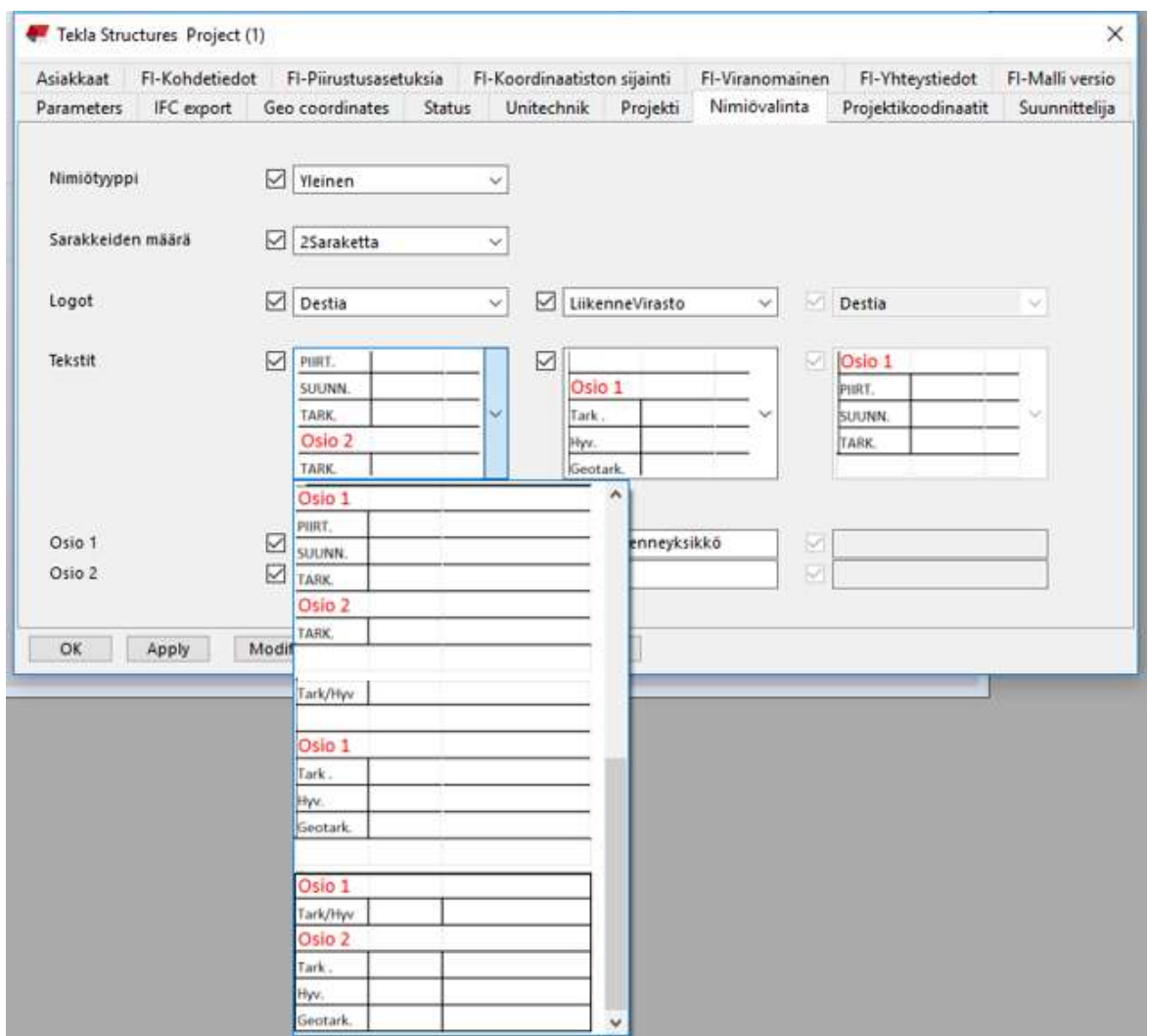


Kuva 25. Esimerkkikuvakkeiden alkuperäinen sijainti (Vitikainen 2019-04-04)

Tekla Structuresin tukisivuston artikkeleista (Tekla.com) löytyi ohjeet, kuinka alavetovalikoiden kuvakkeet ylipäätään tehdään ja saadaan näkymään. Tätä ohjetta seurattaessa ja toimintoja toistettaessa huomattiin, että vaikka kuvat olivat oikeassa tiedostomuodossa, eli .bmp, ja ne sijaitsivat sinällään oikeassa paikassa bitmaps-kansiossa, tosin XS_FIRM:in alikansioiden alikansioissa, ne eivät siltikään toimineet kuten piti. Tutkinnan seurauksena bitmaps-kansio löydettiin myös oletuspaikaltaan, joka sijaitsee ennen XS_FIRM -kansiota. Lisäämällä nimiöiden erimerkkikuvat tuohon kyseiseen kansioon, saatiin ne toimimaan alavetovalikossa halutulla tavalla. Tästä muodostettiin johtopäätös, jossa todettiin, että todennäköisesti jonkun päivityksen seurauksena tai XS_FIRMI:ä tehtäessä, kuvien sijainti on joko muuttunut tai kansion polkuun on tullut merkkiraja ja ne ovat olleet yksinkertaisesti liian kaukana alikansioissa. Siirtämällä kuvakkeet aikaisempaan bitmaps-kansioon (kuva 27) ongelma ratkesi ja erimerkkikuvakkeet näkyivät taas alavetovalikoissa (kuva 28). Tämä tietysti aiheutti sen, että kuvat eivät enää seuraa XS_FIRM-kansion mukana ja näin ollen uusille käyttäjille/asennuksille kuvat pitää käydä erikseen etsimässä ja lisäämässä aikaisempaan bitmaps-kansioon.



Kuva 26. Esimerkkikuvakkeiden uusi sijainti (Vitikainen 2019-04-04)



Kuva 27. Nimiöiden esimerkkikuvakkeet toimivat (Vitikainen 2019-04-04)

4.4 Hajanaiset raudoitusmerkit

Destialla tehdään siltasuunnittelua usealla eri toimipisteellä ympäri Suomea ja tästä syystä käytettyihin raudoitusmerkkeihin piirustuksissa on tullut muokkauksia ja parannuksia eriävästi eri toimipisteiden välillä. Joissain tapauksissa on jopa tehty kokonaan uusia merkkejä, jotka helpottavat raudoituksen esittämistä piirustuksissa. Tämä on johtanut siihen, että esimerkiksi toisaalla tuskailaan yhden tyyppisen raudoituksen esittämisessä, kun taas toisaalla sille on tehty oma merkki, joka näyttää raudoituksen oikein napin painalluksella. Tästä syystä syntyi tarve koota ja yhdistää projekteissa käytetyjä raudoitusmerkkejä aloituspohjassa yhteen paikkaan, jolloin parannellut, muokatut ja kokonaan uudet merkit saataisiin kaikkien siltasuunnittelijoiden yhteiseen käyttöön.

Aluksi kartoitettiin missä projekteissa olisi mahdollisesti käytetty uusia tai muokattuja raudoitusmerkkejä. Ilmeni, että etenkin pilarien kierrehaat olivat olleet ongelmallisia esitettäviä, joten näitä etsittiin ensimmäisenä. Uusia merkkejä tai muokkauksia oli tehty hyvin satunnaisesti projektista ja tarpeesta riippuen. Tämän seurauksena ne olivat myös tallennettuina satunnaisesti kyseisten kohteiden mallien alle, ja mikäli suunnittelija ei itse muistanut missä projektissa oli näitä merkkejä käyttänyt, muodostui niiden löytäminen hyvin haasteelliseksi.

Raudoitusmerkkejä löydettiin ja niitä siirrettiin yrityksen käytössä olevan XS_FIRM-kansion alle. Näin merkit löytyvät nyt yhdestä paikasta ja ne latautuvat kaikkien siltasuunnittelijoiden käyttöön Destian aloituspohjan ohella. Merkit saadaan myös uusille käyttäjille siirrettävän XS_FIRM-kansion mukana. Tämä ei poistanut sitä ongelmaa, että jos joku muokkaa tai tekee uusia merkkejä, ne jäävät vieläkin vain kyseisen käyttäjän mallin tai XS_FIRM-kansion alle.

5 TEHDYT UUDET OMINAISUUDET

5.1 Siltatunnuksen asetukset ja näkyminen

Siltarekisteri-järjestelmän aikaan Tielaitoksen ohjeiden mukaan silloille tuli antaa tiepiirin mukainen kirjaintunnus, esim. SK = Savo Karjala, sekä Tielaitoksen määrittämä sillan suunnitelman tunnus numeroilla (Siltojen suunnitelmat 2000, liite 4, 1). Nykyisin taitorakennerekisterin kirjaintunnus määritetään sillan maantieteellisen sijainnin perusteella ja numero sen perään taitorakennerekisteristä saatavalla pienimmällä mahdollisella vapaalla numerolla (Taitorakenteiden tiedon käsittely 2018, 11).

Toivomuksena oli saada valikko projektiasetukseen (kuva 29), josta voisi valita taitorakennerekisterissä ilmoitettavan siltatunnuksen näkyvyyden ja lisäksi kirjoittaa vapaalla tekstillä vaihtuvan siltatunnuksen. Näin tiedon voisi kirjata vain yhteen paikkaan ja se tulisi kaikkiin piirustuksiin näkyviin samalle kohtaa.

Aluksi tehtiin objects.inp:n projektiasetuksien UDA:aan oma otsikko ja attribuuttikenttä projekti-välilehdelle, josta voi ensin valita kyllä/ei vaihtoehdolla tekstin näkymisen piirustuksissa. Tämän jälkeen sen alapuolelle tehtiin vapaan tekstin -kenttä, johon voi kirjata vaihtuvan siltatunnuksen, mikäli näkyvyysasetukseen on laitettu kyllä. Seuraavana tehtiin DESTIA_contentattributes_userdefined-tiedostoon attribuutti vapaan tekstin -kentälle. Tehdyn attribuutin avulla syötetty teksti saadaan tulemaan piirustukseen näkyviin Template Editorissa tehtyyn kenttään ja Layout Editorissa määritettyyn paikkaan paperilla (kuva 30).

Kuva 28. Siltatunnuksen asetukset projekti-välilehdellä (Vitikainen 2019-04-15)

Kuva 29. Siltatunnus näkyvissä piirustuksessa (Vitikainen 2019-04-15)

5.2 Mittapistetaulukot piirustuksiin

Piirustuksissa on tarve esittää koordinaattitietoja rakennusosilta mm. anturoiden nurkista, siipimuurista, siltakannen alapinnasta, pilareilta sekä pääpisteiltä. Näiden esittäminen on toteutettu tekemällä siltamalliin mittapisteitä ennakkoon määritetyillä asetuksilla. Nykyisin mittapisteistä tehdään raportti, joka sitten tuodaan käsin erilaisten muokkausten jälkeen piirustukseen kuvana tai tekstiedostona ja mahdollisesti vielä jatko muokataan siellä. Tämä koetaan hyvin työlääksi, virhealttiiksi sekä epäkäytännölliseksi ja siihen haluttiin muutosta.

Mittapistetaulukoiden automatisointi aloitettiin selvittämällä mitä eri mittapisteitä siltamallissa normaalisti ilmoitetaan ja mitkä niiden asetukset ovat. Asetuksia vertailemalla etsittiin yhteisiä tekijöitä eri mittapisteiden välillä sekä jaoteltiin niitä tehtäville taulukoille. Toisissa taulukoissa oli tarve esittää useampaa eri mittapistettä samassa taulukossa, kun taas toisissa tarvitsi ilmoittaa vain yhtä mittapistetyyppiä.

Näistä päädyttiin seuraavaksi tekemään uutta välilehteä piirustuksen UDA:aan sekä määrittämään sen ulkoasua. Viidelle erilaiselle taulukolle tehtiin valintamahdollisuudet kunkin taulukon näyttämisestä piirustuksessa kuten myös sille, halutaanko niissä kirjoittaa vapaata tekstiä (kuva 31). Tästä siirryttiin tekemään taulukoiden pohjia Template Editorilla ja kehittämään kaavoja, millä halutun pisteen koordinaatit saadaan tulemaan samalle riville.

	Päälle/Pois	Teksti	Vapaa teksti (Max 55 merkkiä/rivi)
Anturoiden nurkkapisteet:	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="text"/>
Siipimuurit ja pääpisteet:	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="text"/>
Pilarien sijainnit:	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="text"/>
Siipimuurien nurkat:	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="text"/>
Kannen alapinta:	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="text"/>

Kuva 30. Mittapistetaulukot-välilehden asetukset (Vitikainen 2019-04-16)

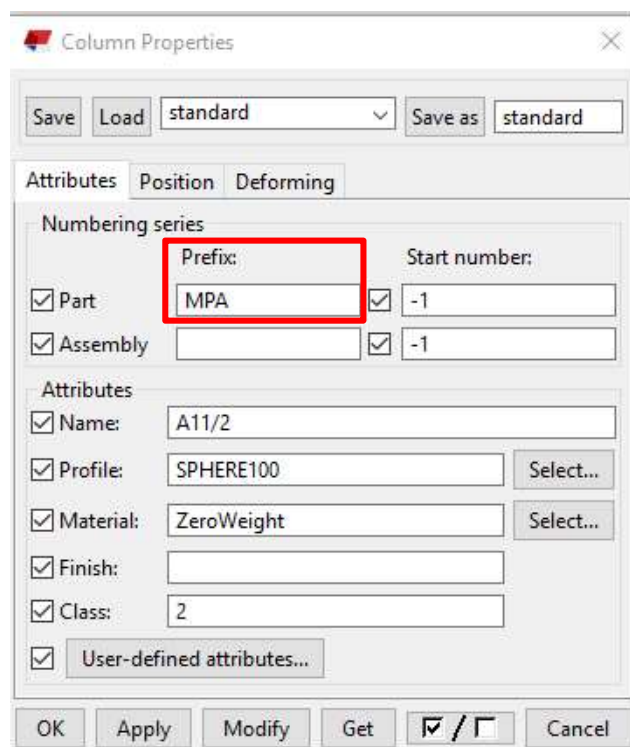
Lopputuloksena saatiin tehtyä taulukot, joiden tiedot tulevat suoraan mallissa olevilta, rivi määrityksissä rajatuilta mittapisteiltä kuvan 32 mukaisesti.

ANTUROIDEN NURKKAPISTEIDEN KOORDINAATIT			
PISTE	X	Y	Z
A11/1	6848616.002	27525637.443	103.850
A11/2	6848612.572	27525638.136	103.850
A11/3	6848616.696	27525640.873	103.850
A11/4	6848613.265	27525641.567	103.850
A12/1	6848609.141	27525638.830	103.850

Kuva 31. Ote mittapistetaulukosta (Vitikainen 2019-04-16)

5.2.1 Mittapisteiden prefixien uudet määritelmät

Destialla malliin tehtävät mittapisteet toteutetaan column-työkalulla. Tehdyistä pilareista muutetaan sen jälkeen yrityksen ohjeistuksen mukaisesti nimi, profiili, materiaali sekä class sen mukaan mikä mittapiste on kyseessä. Kaikissa mittapisteissä on sama materiaali, class ja phase. Profiileja on käytössä kahta tyyppiä.



Kuva 32. Mittapisteelle annettavia tietoja (Vitikainen 2019-04-05)

Jotta jokainen mittapiste saadaan tulemaan sille tehtyyn oikeaan taulukkoon, pitää niillä olla jokin yhteinen erottava tekijä sen mukaan, mikä mittapiste on kyseessä. Käytössä olleissa ominaisuuksissa ainut tällainen tekijä olisi voinut olla nimi, mutta koska nimeä on pääasiassa käytetty kertomaan mihin mittapiste liittyy yleisemmin sekä yksilöimään yksittäinen piste numeroilla, esim. A 11/2 (Anturan nurkan mittapiste tuella 1, anturassa 1, mittapiste 2) ei tätä kenttää voinut käyttää taulukon mittapisteiden valintaperusteena.

Tämän seurauksena päädyttiin ratkaisuun, jossa tehtiin eri tyyppisille mittapisteille Prefix-määritelmät, sekä ohjeistus niiden käytöstä, ja muodostettiin taulukoiden mittapisteiden jaottelu Prefixin perusteella (kuva 33).

5.2.2 Pilarien ja anturoiden asetukset

Mittapistetaulukon tekeminen pilareiden osalta vaati hieman erilaista toteutustapaa kuin mitä muissa mittapistetaulukoissa. Pilareiden taulukko eroaa siten, että tuotoksessa tarvitsee esittää kolme eri Z-koordinaattia (Z1, Z2 ja Z3), jotka muodostuvat mittapisteestä pilarin yläpäässä (Z1) sekä anturan ala- ja yläpinnan koroista (Z2 ja Z3).

Listaus toteutettiin hakemalla Z-koordinaatin tietoja mittapisteeltä pilarin yläpäästä (Z1) sekä pilarin alapäästä (Z2) ja lisäämällä niihin projektitiedoissa tehty koordinaattimuutoksen arvo. Z3-koordinaatti puolestaan haettiin anturan alapinnasta ja siihenkin lisättiin Z-akselin koordinaattimuutos. Koordinaattimuutosta ei Z-akselin osalta ole sinällään tarvetta tehdä, koska Tekla Structuresin etäisyudet riittävät vielä hyvin korkeusaseman osalta, mutta X- ja Y-akselin osalta niitä joudutaan tekemään, jotta kohde saadaan sijoitettua Teklan ymmärtämälle alueelle. Z-akselin lisäys päätettiin kuitenkin tehdä, jotta taulukko toimii silloinkin, jos muutosta joutuisi jostain syystä tekemään myös Z-akselin osalta.

Ongelmaksi listauksen tekemisessä muodostui tarve esittää koordinaatit samalla rivillä, vaikka korkeusaseman tiedot haetaan eri osilta. Taulukon muodostamiseksi käytettiin riville annettuja määrityksiä, joiden perusteella rivillä olevat arvokentät näyttävät osista tietoja. Jotta rivin sai hakemaan tietoja toiselta osalta, piti se tehdä uutena rivinä edellisen kanssa samalle hierarkiatasolle ja määrittää sille kriteerit seuraavasta osasta, jolta haettavia tietoja haluttiin. Tästä puolestaan seurasi se, että koordinaatit eivät tulleet eri osilta samalle riville, vaan ensin listautuivat porrastetusti rivin 1 tiedot, seuraavaksi rivin 2 tiedot ja lopuksi rivin 3 tiedot. Tämä ei kuitenkaan ollut suotavaa, joten ongelma ratkaistiin tekemällä Template Editorilla yhden templatien sijaan kolme erillistä templatea ja sijoittamalla ne Layout Editorissa toisiinsa sidonnaisina päällekkäin. Näin päätemplate teki taulukonpohjan, pilarin nimen, X-koordinaatin, Y-koordinaatin sekä Z1-koordinaatin. Seuraava template sidottiin päätemplateen ja asemoitiin samaan tasoon suhteessa päätemplatien Z1-koordinaattikentän kanssa. Tämän templatien rivillä ilmoitettiin vain pilarin alapään koordinaattia Z2. Viimeinen template sidottiin ja asemoitiin samoin kuin edellinenkin, mutta siinä puolestaan ilmoitettiin vain anturan alapinnan koordinaattia Z3.

Lopputuloksena kolmen templatien yhdistelmä taulukko ilmoittaa samalla rivillä samaan pilariin liittyvät kolme eri Z-koordinaattia. Koordinaatit saadaan aina samalta pilarilta siten, että riveille on annettu järjestäytymissäntö kohteen nimen mukaan aakkosjärjestykseen sekä numeroiden mukaan kasvamaan pienemmästä suurempaan ja koska nimeämislogiikka on pilarien (PILARI P11), mittapistesten (T11) ja anturoiden (ANTURA A11) osalta sama, tulevat listautuvat tiedot keskenään samaan järjestykseen.

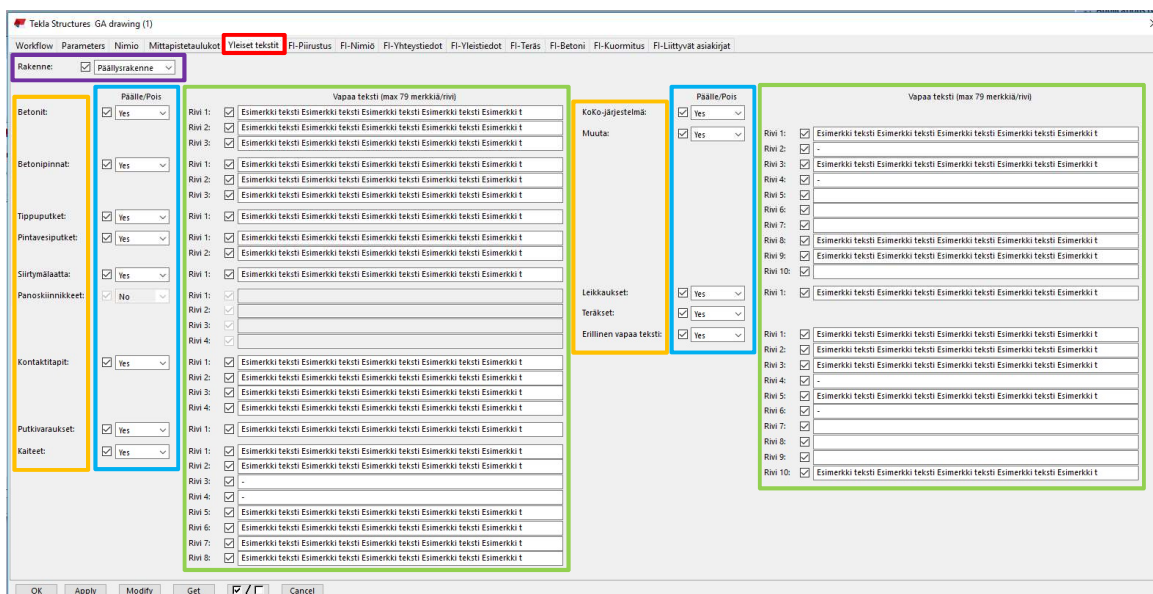
5.3 Yleiset tekstit -osiot ja niiden asetukset

Piirustuksissa esitetään siltakohteesta erilaisia tarkentavia tekstejä, jotka riippuvat pitkälti projektista sekä kyseessä olevan piirustuksen sisällöstä. Osassa piirustuksista kuitenkin esitetään asioita, jotka ilmenevät vain siinä piirustuksessa, kun taas toisissa kerrotaan samoja yleistietoja kohteesta, piirustuksesta riippumatta. Samojen asioiden kertominen jokaisessa piirustuksessa erikseen on kuitenkin hyvin työlästä ja kasvattaa riskiä ristiriitaisien tietojen ilmoittamiseen inhimillisten virheiden seurauksena.

Tämän ongelman minimoimiseksi tehtiin yleiset tekstit -osio piirustusten UDA:an, jossa voitaisiin päättää yhdestä paikasta piirustukseen tulevat tekstikentät, sekä määrittää niiden sisältöä. Nämä asetukset olisivat sitten helppo kopioida seuraavaan piirustukseen ja näin moneen kertaan kirjoitetun saman tekstin mahdolliset virheet saataisiin eliminoitua. Lisäksi näin määritetyn tekstin ulkoasu ja asettelu piirustuksessa pysyisi aina samanlaisena tekijästä riippumatta. Tekstikentät voisivat myös saada suoraan mallissa olevilta osilta mm. betonitietoja, joka sekin puolestaan nopeuttaisi piirustusten tuottamista.

Tekstikenttien tekeminen aloitettiin kartoittamalla ensin mitä otsikoita taulukoihin tarvitaan sekä mihin niistä pitäisi saada suoraan mallista tulemaan tietoja. Tämän perusteella objects.inp-tiedostoon lisättiin GA-piirustuksen UDA-asetusten alle attribuuttitiedot uudesta välilehdestä. Sen sisälle kerättiin seuraavaksi tarpeellisia määrittämiä välilehdelle tulevista otsikoista, dialogikentistä sekä valikoista. Nämä asetukset määrittivät piirustuksen UDA:aan syntyneen välilehden ulkoasun.

Uudelle välilehdelle haluttiin tehdä aluksi valikko, josta voitaisiin valita, onko kyseessä kohteen alusvai päällysrakenteen piirustus, sillä tämä määrittelee joitakin piirustuksessa esitettäviä tietoja. Tämä toteutettiin tekemällä alkuun ikkuna, josta kyseisen valinnan voi tehdä. Valinnan seurauksena toiminto joko avaa tai muuttaa listattuja otsikoita ja niiden sisältöjä käyttöön sen mukaan, kumpi rakenne on sillä hetkellä valittuna. Taulukkoon tulevista otsikoista voidaan vielä valita otsikko kohtaisesti, halutaanko kyseistä otsikkoa näyttää sekä onko sille tarvetta syöttää vapaata tekstiä (kuva 34).



Kuva 33. Yleiset tekstit -välilehden asetukset (Vitikainen 2019-04-12)

Näiden tietojen perusteella Template Editorissa tehty pohja kasaa ja näyttää otsikoita sekä rivejä.

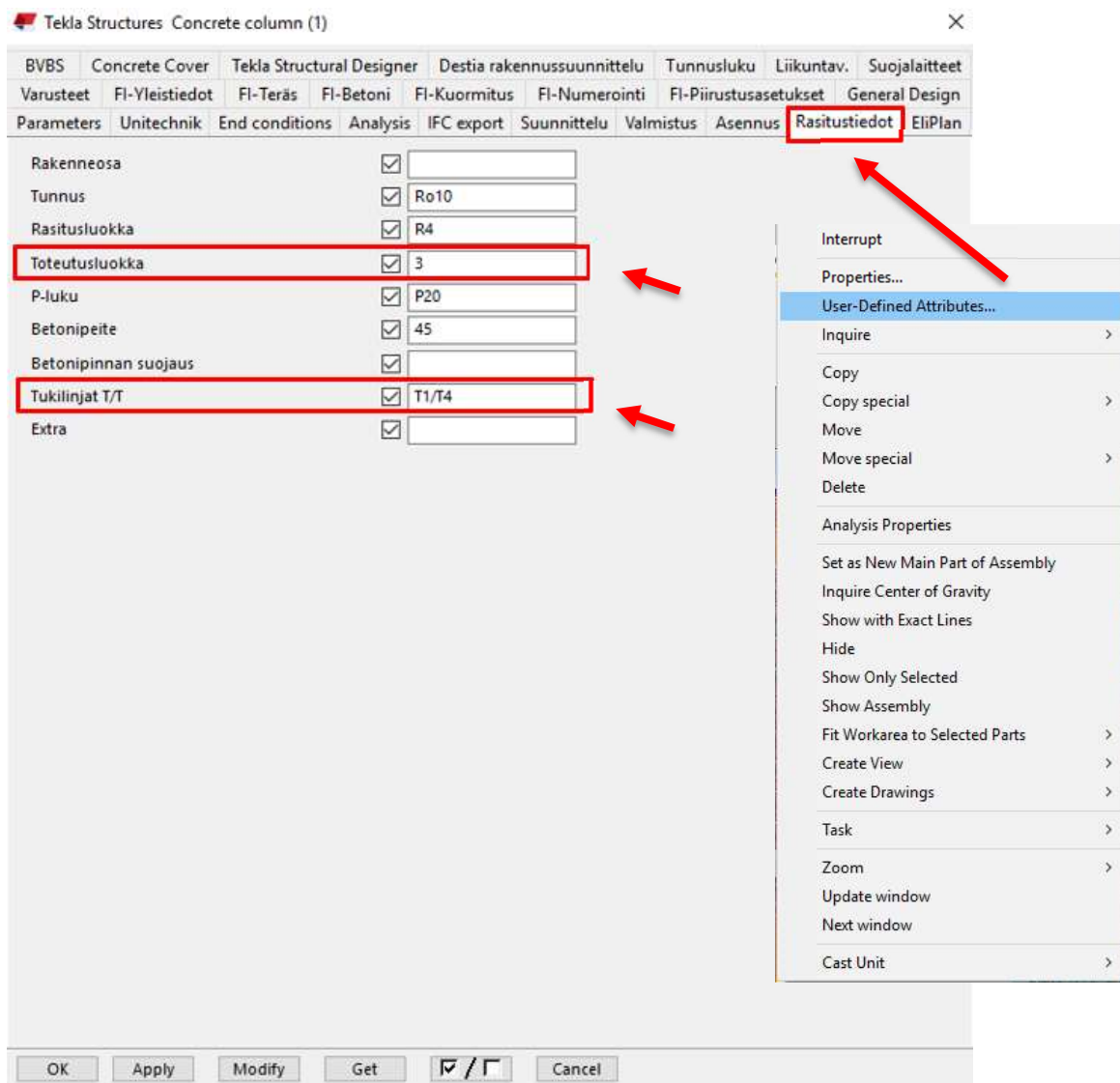
Siltamalliin osille syötettyjä tietoja tulee suoraan otsikoille:

- Betonit (alus- ja päälysrakenteella omansa)
 - pilareiden ja anturoiden osalta tukilinja tieto
 - tunnus
 - rasitusluokka
 - materiaali
 - toteutusluokka
 - p-luku
 - betonipeite
- Tippuputket
 - kpl määrä suoraan mallista
- Pintavesiputket
 - kpl määrä suoraan mallista
- Koko-järjestelmä (Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä)
 - määritetään projekti asetuksista
- Teräsket
 - mallinnetun raudoituksen materiaali.

5.3.1 Part UDA:n lisäykset

Yleiset tekstit -kenttään tehtyä Betonit-kohtaa varten tarvitsi mallipuolen osien UDA:n lisätä uudet rivit materiaalin, eli käytännössä betonin, toteutusluokalle sekä pilareihin liittyen tieto niiden tukilinjasta (kuva 35). Näitä tietoja ei aikaisemmin ollut ilmoitettu osien tiedoissa, vaan ne oli lisätty käsin piirustuspuolen teksteihin.

Toteutusluokka haluttiin tehtävään Betonit-taulukon osaan näkyviin heti materiaalin perään ja koska sitä ei alun perin pystynyt ilmoittamaan missään eikä sen tietoa myöskään tullut mallista suoraan, piti sille tehdä oma attribute-rivi ensin objects.inp-tiedostoon ja sen myötä myös DESTIA_contentattributes_userdefined.lst-tiedostoon. Tämän jälkeen Template Editorissa tehtyyn pohjaan lisättiin riville erillinen arvokenttä, joka linkitettiin äsken muodostettuun attribuuttiin. Näin part UDA:n toteutusluokka tulee suoraan materiaalin perään näkyviin Betonit-taulukossa.



Kuva 34. PART-UDA:n uudet lisärivit (Vitikainen 2019-04-05)

Tukilinjoista tehty rivi puolestaan on käytössä toisessa Betonit-taulukon osassa, jossa ilmoitetaan pilareiden materiaalitietoja (kuva 36). Toivomuksena oli, että pilarit eivät listautuisi taulukoon yksittäin, vaan että ne tulisivat ilmoitettua tukilinjojen mukaan. Tämä siitä syystä, että riippuen esim. alittavan väylän suolauksesta ja liikennemäärästä, voi eri tukilinjoille tulla eriäviä materiaalitietoja, mutta samalla tukilinjalla olevien pilareiden materiaalitiedot ovat kuitenkin keskenään vastaavia.

Tässäkin tapauksessa lähdettiin liikkeelle tekemällä ensin tukilinjatiedoille oma attribute-rivi objects.inp-tiedostoon ja sen myötä myös DESTIA_contentattributes_userdefined.lst-tiedostoon. Sa-

maiseen Template Editorissa tehtyyn pohjaan lisättiin seuraavaksi arvokenttä, johon juuri tehty attribuutti linkitettiin. Kyseinen arvokenttä laitettiin myös toimimaan rivejä järjestelevänä muuttujana, jolloin tukilinjoilta tulevat tiedot listautuvat taulukossa aakkos- ja numerojärjestyksessä.

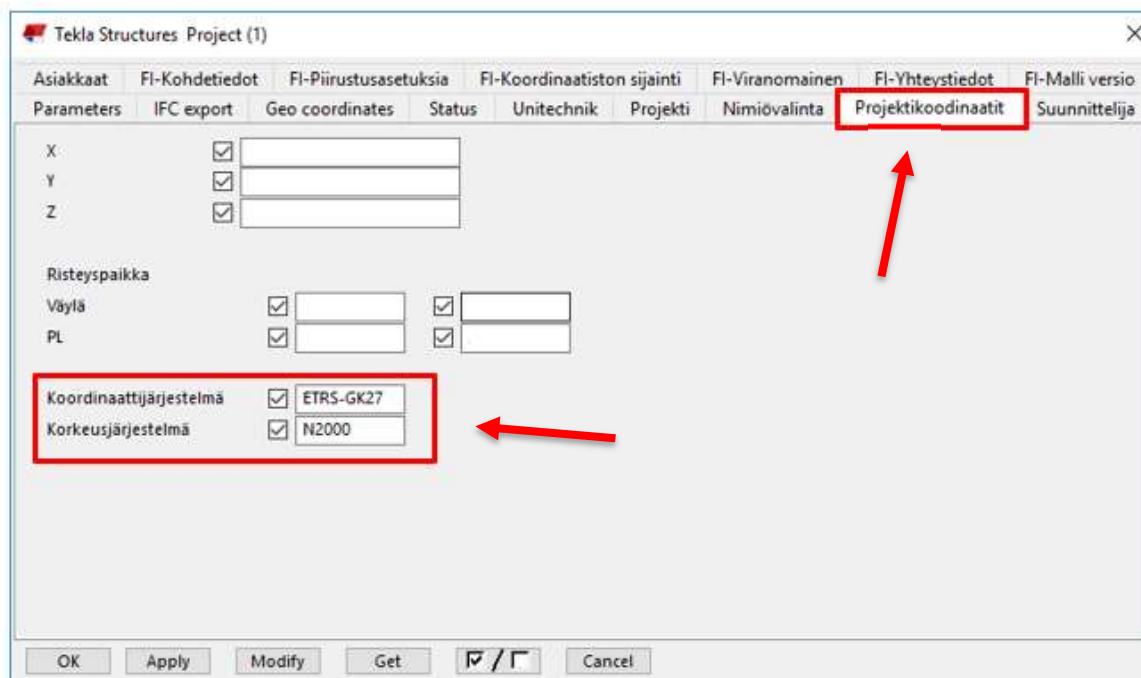
- Pilarit:

T1/T4	Ro10 , R4 , C30/37 -3 P20 , Cnom =	45 mm
T2/T3	Ro10 , R4 , C30/37 -3 P20 , Cnom =	45 mm

Kuva 35. Betonit taulukon tietoja pilareilta (Vitikainen 2019-04-05)

5.3.2 Projektitietoihin koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä kentät

Yleiset tekstit -kenttiä tehtäessä ilmeni tarve ilmoittaa koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä projektitietojen yhteydessä, jotta saataisiin niiden tiedot tulemaan yhdestä selkeästä paikasta tekstikenttiin. Kentän paikka päätettiin laittaa projektikoordinaatit-välilehdelle, sillä siellä sijaitisivat muutkin projektiin liittyvät koordinaatti- ja korkeustiedot, joten tämä ratkaisu tuntui luontevalta ja loogiselta (kuva 37).



Kuva 36. KoKo-järjestelmän kentät projektikoordinaateissa (Vitikainen 2019-04-05)

Aluksi Objects.inp-tiedostoon tehtiin projektikoordinaatit-välilehdelle attribuutit tarvittavista otsikoista ja tietokentistä. Tämän jälkeen DESTIA_contentattributes_userdefined.lst-tiedostoon tehtiin attribuutit koordinaatti- ja korkeusjärjestelmille. Näiden attribuuttien perusteella Template Editorissa määritetyt arvokentät hakevat projektitietojen kentistä niihin syötetyt, projektissa käytetyt korkeus- ja koordinaattijärjestelmät sekä näyttää ne halutuissa kohdissa piirustuksien taulukoita.

5.3.3 Osien class-määrittelyt

Taulukon rivitasolle tehtyjen määrittelyjen perusteella tapahtuu suodatusta niissä esiintyvistä tiedoista ja yhtenä määrittävänä tekijänä toimii osien class, joka on laitettu osille mallin puolella niiden asetuksista. Tämän seurauksena onkin ensiarvoisen tärkeää, että määritetyt classit pysyvät mallista toiseen samanlaisina, jotta taulukkoon kirjautuvat tiedot tulisivat mallista oikeilta osilta. Destialla on jo ennestään olemassa kattavia määrittelyjä ja yhtenäisiä käytäntöjä malliin laitettavien osien asetuksista, joten tämän osalta ei ongelmia pitäisi syntyä, kunhan vain olemassa olevia ohjeistuksia noudatetaan.

5.3.4 Vapaat tekstikentät

Vaikka yleiset tekstit -taulukon toimintaa haluttiin automatisoida ja saada siihen tulemaan tietoja suoraan mallista, oli toivomuksena saada myös tekstille kirjoitusmahdollisuus kohteesta toiseen vaihtuvien tietojen syöttämiseksi. Vapaan tekstin -kenttien avulla muuttuvia tietoja voidaan kirjoittaa samaan taulukkoon mallista saatavien tietojen kanssa ja näin ollen piirustuksen ulkoasu pysyy samanlaisena kohteesta toiseen ja tekijästä riippumatta.

Tekstin kirjoitusmahdollisuus toteutettiin tekemällä aluksi objects.inp:iin attribuutit piirustuksen UDA:ssa näkyville otsikoille ja kirjoituskentille. Vapaan tekstin -kentät linkitettiin näkymään sen mukaan, onko ylipäättään kyseistä taulukon osaa valittu näkyviin. Tämän jälkeen tehtiin DESTIA_contentattributes_userdefined.lst:hen vastaavat attribuutit tekstikentille. Template Editorissa taulukkoon tehdyille vapaan tekstin -riveille laitettiin arvokentät ja niiden attribuuteiksi määritettiin äsken tehdyt arvot DESTIA_contentattributes_userdefined.lst:stä. Ohjelmiston puolelta ilmeni 79 merkin rajoitus kirjoitettavan tekstin osalta, joten rivejä piti tehdä useita jokaiselle otsikolle.

Ylimääräisten rivien näkyminen piirustuksessa vie turhaa tilaa, ellei niissä ole kirjoitettua tekstiä, joten jokaiselle riville tehtiin rivitasolla erilliset asetukset, jotka määrittävät rivin näkymisen sen mukaan onko sille kirjoitettu jotain. Tällä tavalla vain rivit, joilla oli kirjoitettua tekstiä, saatiin näkyviin piirustuksissa ja taulukosta muodostui kompaktimpi.

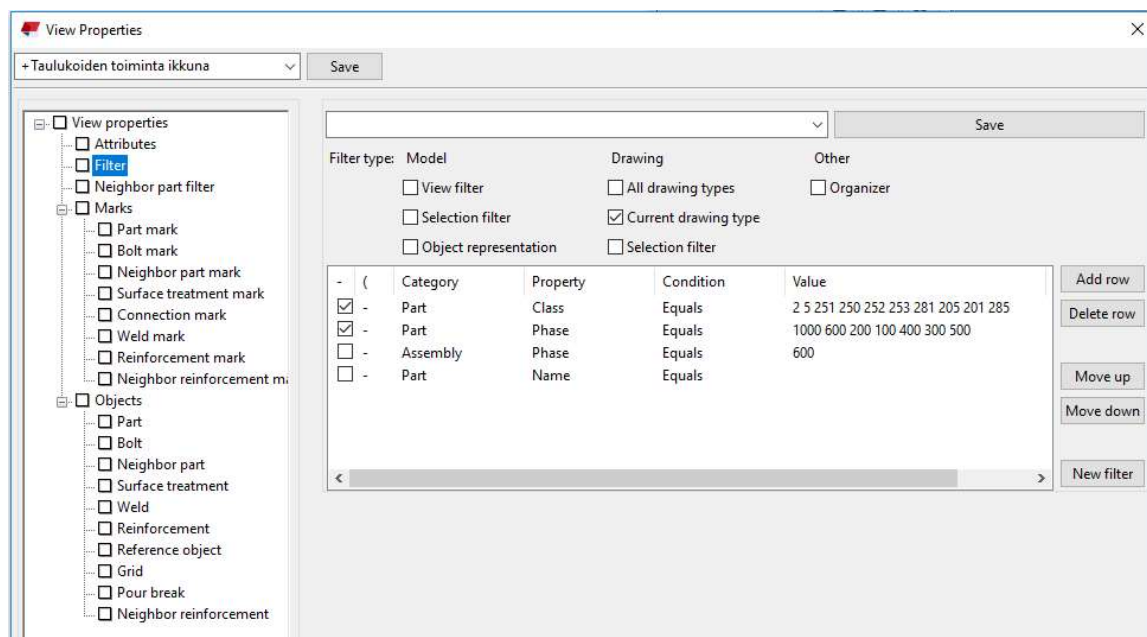
5.4 Näkymän filttäminen taulukoiden toiminnan kannalta

Tekla Structuresin 2017i ominaisuuksien perusteella piirustuspuolen listauksien toiminnan yhtenä edellytyksenä on esitettävien osien sekä niiden osien, joilta tietoja haetaan, näkyminen jollain tavalla piirustuksessa. Piirustuksissa esitetään kuitenkin hyvin erilaisia asioita, eivätkä kaikki rakennusosat tai haettavat tiedot välttämättä näy juuri sen piirustuksen näkymäikkunoissa. Tämä esti suurelta osin tehtyjen listauksien ja taulukoiden toimintaa.



Kuva 37. Uusi näkymäikkuna piirustuksen ulkopuolella (Vitikainen 2019-04-03)

Ongelma ratkaistiin tekemällä piirustusnäkyvän ulkopuolelle erillinen näkymäikkuna, jossa näkyy koko malli kaikkine rakennusosineen ja objekteineen (kuva 38). Koko mallin esittäminen joka piirustuksessa, vaikkakin piirustusnäkyvän ulkopuolella, ei kuitenkaan ollut kovin mielekästä, sillä kuvan liikuttaminen ja toiminta tulee hyvin hitaaksi ja raskaaksi Teklan ladatessa sekä päivittäessä näkymää jatkuvasti. Tämä saatiin kierrettyä tekemällä uudet filteri-asetukset kyseiselle ikkunalle (kuva 39). Näillä filtereillä rajattiin kuvassa näkyvät asiat classien ja phasejen mukaan, sekä asetettiin niiden näkyville viivoille piirtotyyliksi näkymätön. Lopuksi vielä ikkunan skaalaus muutettiin 1:1000. Näiden toimien seurauksena uusi erillinen näkymäikkuna ei käytännössä hidastanut piirustuksen käsittelyä laisinkaan.



Kuva 38. Näkymälle annettuja filttireitä (Vitikainen 2019-04-03)

6 TULOKSET

Opinnäytetyön tuloksina saatiin tehtyä siltasuunnittelijoiden käyttöön piirustusten tekemistä helpottavia ominaisuuksia. Automatisoidut mittapistetaulukot näyttävät tietonsa suoraan siltamallissa olevilta mittapisteiltä ja näin taulukoiden tietojen vaivalloisesta manuaalisesta käsittelystä päästiin eroon. Yleistekstikenttien avulla käyttäjät voivat nyt määrittellä selkeästi yhdestä paikasta piirustuksessa esitettävät tiedot sekä suoraan mallista saatavilla, esim. osien materiaalitiedoilla, välttyään moneen kertaan kirjoitettavilta samoilta asioilta. Tekstien ulkoasu pysyy nyt myös samanlaisena tekijästä riippumatta. Käyttäjät voivat lisätä uuden valikon avulla siltatunnuksen piirustuksiin yhdestä paikasta jokaiseen piirustukseen samaan kohtaan.

Pienillä päivityksillä saatiin myös parannettua nykyisten ominaisuuksien käytettävyyttä. Piirustuksien fonttikokojen profiileilla käyttäjien ei tarvitse enää muistaa vaihtaa Teklassa oletuksena olevaa kirjaisinkokoa jokaiseen tekstiin. Otsikoille pitää vielä tällä hetkellä vaihtaa uusi profiili käyttöön manuaalisesti. Nimiöiden päivämäärään toiminnan korjaaminen nopeuttaa nimiön tekemistä ja vähentää ylimääräisten korjauksien tarvetta piirustuksessa. Esimerkkikuvien näkyminen jälleen nimiötä valittaessa helpottaa käyttäjää saamaan haluamansa nimiömallin käyttöön piirustuksiin ilman, että tietää missä järjestyksessä ne esiintyvät listassa. Etenkin uusille käyttäjille visuaalinen hahmottaminen nimiön muodosta helpottaa sen valintaa huomattavasti. Hajallaan olleita raudoitusmerkkejä saatiin koottua yhteen paikkaan kaikkien siltasuunnittelijoiden käytettäväksi ja näin helpotettiin sekä yhtenäistettiin raudoitusten esittämistä piirustuksissa.

Uusien ominaisuuksien ja toimintojen ohella yrityksen käyttöön tehtiin myös oma DESTIA_contentattributes_userdefined.lst-tiedosto linkityksineen, joka helpottaa jatkossa uusien ja nykyisten omien attribuuttien tekemistä. Tiedoston ja sen sisältävien asetusten avulla attribuutit erottuvat selkeästi Teklan ja Suomi-ympäristön omista attribuuteista niitä tehtäessä sekä Template Editorissa kansiorakenteensa puolesta ne löytyvät yhdestä selkeästä paikasta.

Siltasuunnittelijoiden käyttöön tehtiin myös yrityksen sisäinen ohje, jota seuraamalla käyttäjä löytää uudet ominaisuudet ja asetukset, sekä ymmärtää kuinka niitä tulee käyttää. Ohje pitää sisällään myös tiedot mahdollisista muutoksista nykyisiin toimintatapoihin.

7 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää ominaisuuksia, joilla voidaan helpottaa Destia Oy:n siltasuunnittelijoiden työtä sekä nopeuttaa piirustusten tuottamista Tekla Structures -ohjelmistolla tehdystä siltamallista. Näiden lisäksi tavoitteena oli tehdä päivityksiä ja parannuksia nykyisiin piirustuspuolen toimintoihin. Henkilökohtaisiksi tavoitteiksi olin asettanut opinnäytetyön tekemisen osalta oman ammattitaidon kehittämisen Tekla Structuresin saralla ja etenkin sen syvällisempien asetusten ja toimintaperiaatteiden ymmärtämisen.

Työn lopputuloksina saatiin tuotettua yritykselle toimivat mittapistetaulukot sekä yleistekstit, jotka saavat tietojaan suoraan siltamallista. Lisäksi muita pienempiä siltasuunnittelijoiden työtä helpottavia parannuksia ja päivityksiä onnistuttiin toteuttamaan piirustusohjelmistoon. Viimeisimpänä tehtiin myös uusia ominaisuuksia ja toiminnoita Destia Oy:n siltasuunnittelijoiden käyttöön yrityksen sisäinen ohje, jota seuraamalla käyttäjä löytää uudet asetukset ja saa ne helposti käyttöönsä. Tekla Structuresin monipuolisten ja helposti muokattavien ominaisuuksien vuoksi opinnäytetyön edetessä nousi esiin myös uusia kehityskohteita ja ideoita, joilla voitaisiin vielä entisestään yksinkertaistaa ja helpottaa etenkin piirustusten tuottamista. Esimerkiksi erillisille näkymille voisi tehdä omat filteröinti-asetukset, jolloin suoraan listasta voitaisiin valita mitä näkymässä halutaan näyttää sen mukaan mitä ollaan tekemässä. Aiheista voisi saada useammankin opinnäytetyön aiheen aikaiseksi, mutta uusia töitä mietittäessä kannattaa huomioida nykyinen kehityssuunta siltojen tietomallinnuksessa, jossa mennään kasvavissa määrin kohti tietomallipainotteista sisällön tuottamista. Tulevaisuudessa ollaan luopumassa piirustusten tekemisestä kokonaan tai ainakin siirrytään esittämään piirustuksissa vain työmaan käyttöön tulevia, työn toteutuksen kannalta oleellisia asioita. Muu informaatio siltakohteesta olisi tällöin sisällytetty suoraan malliin ja muut tahot saisivat tarvitsemansa tiedot tätä kautta.

Isoimpina haasteina opinnäytetyön toteutuksessa oli ehdottomasti oman tietämyksen puute ohjelmoinnista sekä perusteellisemmän tiedon puute Tekla Structuresissa ylipäätään mahdollisista toiminnoista. Ennen opinnäytetyön aloittamista en ollut edes kuullut Template Editorista enkä siitä mitä kaikkea sillä voidaan tehdä. Taustatietojen selvittämiseen mitä, missä ja miten kului runsaasti aikaa, etenkin työn alkumetreillä. Tiedon ja taidon lisääntyessä tuli myös huomattua moneen otteeseen, kuinka jonkun jo tehdyn toiminnon olisi voinut tehdä toisin paljon helpommin ja yksinkertaisemmin. Ideat työn toteutuksesta jalostuivat myös käytännöllisempään suuntaan sitä mukaan, kun mistä seuraa mitään -kuvioit ohjelman toiminnasta alkoivat selkeytyä.

Itselleni asettamat oppimistavoitteet Tekla Structuresin toiminnan paremmasta ymmärtämisestä sekä oman ammattitaitoni kehittämistä ohjelmiston parissa saavutettiin. Henkilökohtaisesti hieman yllätyin uuden tiedon määrästä sekä siitä, kuinka kattavia ja muokattavia ominaisuuksia Tekla Structuresista löytyykään. Päivittäinen ohjelman käyttäminen ja sen toimintoihin tutustuminen on antanut minulle varmasti hyvän pohjan Teklan käytöstä tulevaa työuraa silmällä pitäen.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- DESTIA.FI [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-30] Saatavissa: <https://www.destia.fi/yritys.html>.
- SILTOJEN SUUNNITELMAT. 2000. [verkkoaineisto]. Tielaitos [viitattu 2019-04-20]. Saatavissa: <https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/silsuu00.pdf>.
- DESTIA OY, SILTASUUNNITTELU. 2019. Destia Oy Kuopio, arkisto. [Viitattu 2019-05-22]
- SILTOJEN TIETOMALLIOHJE. 2014. [verkkoaineisto]. Liikennevirasto [viitattu 2019-05-03]. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2014-06_siltojen_tietomalliohje_web.pdf.
- TIE- JA RATAHANKKEIDEN INFRAMALLIOHJE. 2017. [verkkoaineisto]. Liikennevirasto [viitattu 2019-05-04]. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-12_tie_ratahankkeiden_web.pdf.
- KÄSIKIRJA TIETOMALLINTAMISEN KÄYTTÖÖN OTTAMISESTA EUROOPAN JULKISELLA SEKTORILLA. 2018. [verkkoaineisto]. EUBIM Taskgroup [viitattu 2019-05-10]. Saatavissa: <http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2018/10/GROW-2017-01356-00-00-FI-TRA-00.pdf>.
- TEKLA.COM [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-06] Saatavissa: https://teklastructures.support.tekla.com/2018/en/sys_input_files.
- TEKLA.COM [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-06] Saatavissa: https://teklastructures.support.tekla.com/2018i/en/rep_template_attribute_files.
- TEKLA STRUCTURES SYSTEM. 2016. [verkkoaineisto]. Trimble [viitattu 2019-04-09]. Saatavissa: <https://teklastructures.support.tekla.com/system/files/manual/Tekla%20Structures%20system.pdf>.
- TEKLA.COM [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-06] Saatavissa: https://teklastructures.support.tekla.com/2018i/en/rep_template_attribute_files.
- TEMPLATE EDITOR USER'S GUIDE. 2017. [verkkoaineisto]. Trimble [viitattu 2019-04-09]. Saatavissa: https://teklastructures.support.tekla.com/system/files/manual/Template_Editor_User_Guide.pdf.
- TEKLA.COM [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-09] Saatavissa: https://teklastructures.support.tekla.com/2019/en/dra_drawing_layout.
- TEKLA.COM [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-04] Saatavissa: https://teklastructures.support.tekla.com/2018i/en/det_cc_add_list_with_images.
- TAITORAKENTEIDEN TIEDON KÄSITTELY. 2018. [verkkoaineisto]. Liikennevirasto [viitattu 2019-05-07]. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-36_taitorakenteiden_tiedon_web.pdf.

KUNNAN KUVUETTELON

TULUKOT.

Taulukko 1: TEKLA.COM [verkkoaineisto]. Trimble [viitattu 2019-04-06]. Erilaisia inp-tiedostoja, joilla voidaan muokata Tekla Structuresia. Saatavissa: https://teklastructures.support.tekla.com/2018/en/sys_input_files	26
Taulukko 2: TEKLA.COM [verkkoaineisto]. Trimble [viitattu 2019-04-06]. Tiedostot, joissa template attribuutteja on määritetty. Saatavissa: https://teklastructures.support.tekla.com/2018/en/rep_template_attribute_files	27
Taulukko 3: TEKLA.COM [verkkoaineisto]. Trimble [viitattu 2019-04-09]. Objects.inp määrittäjä. Saatavissa: https://teklastructures.support.tekla.com/2018/en/sys_objects_inp_properties	29

KUVAT.

Kuva 1: DESTIA.FI [verkkoaineisto]. Destia Oy [viitattu 2019-04-30] Destia Oy:n logo. Saatavissa: https://www.destia.fi/	8
Kuva 2: TEKLA.COM [verkkoaineisto]. Trimble [viitattu 2019-04-09]. Esimerkki attribuutti rivistä. Saatavissa: https://teklastructures.support.tekla.com/2018/en/sys_objects_inp_properties	28
Kuva 3: VITIKAINEN, Joni 2019-04-09. Attribuutti riville on annettu myös koordinaatit [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	28
Kuva 4: VITIKAINEN, Joni 2019-04-09. Attribuutti rivillä on myös toista riviä koskeva päälle/pois -toiminto [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	28
Kuva 5: VITIKAINEN, Joni 2019-04-06. Esimerkkikuva contentattributes_userdefined.lst-tiedoston osasta 1. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	30
Kuva 6: VITIKAINEN, Joni 2019-04-06. Esimerkkikuva contentattributes_userdefined.lst-tiedoston osasta 2. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	31
Kuva 7: VITIKAINEN, Joni 2019-04-07. Esimerkkikuva contentattributes_userdefined.lst-tiedoston PART-rivin määrittäjästä [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	32
Kuva 8: VITIKAINEN, Joni 2019-04-09. Templaten tyyppin valinta [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	33
Kuva 9: VITIKAINEN, Joni 2019-04-09. Rivin tekeminen [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	33
Kuva 10: VITIKAINEN, Joni 2019-04-09. Rivin sisällön valinta [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	34
Kuva 11: VITIKAINEN, Joni 2019-04-09. Rivien sisältöjä [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	35
Kuva 12: VITIKAINEN, Joni 2019-04-09. Arvokentän perusasetukset [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	36
Kuva 13: VITIKAINEN, Joni 2019-04-09. Arvokentän kaavojen asetukset ja attribuuttivalikko [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	36
Kuva 14: VITIKAINEN, Joni 2019-04-09. Esimerkin riville annetut ehdot kappaleen nimestä [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	37
Kuva 15: VITIKAINEN, Joni 2019-04-09. Mallissa olevan kappaleen asetukset ja tehdyn templatien ulkonäkö piirustuksessa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	37
Kuva 16: VITIKAINEN, Joni 2019-04-09. Layout Editorin käytössä olevat templatet, sekä piirustuksessa jo olevat templatet [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	38

Kuva 17: VITIKAINEN, Joni 2019-04-09. Piirustus pohja, johon on upotettu useampi template [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	38
Kuva 18: VITIKAINEN, Joni 2019-04-09. Templaten ankkurointi piirustus pohjaan [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	39
Kuva 19: VITIKAINEN, Joni 2019-04-04. Nimiöihin kirjoitettavien tietojen arvokentät [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	41
Kuva 20: VITIKAINEN, Joni 2019-04-04. Piirustukseen tulevat virheelliset nimiön tiedot [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	41
Kuva 21: VITIKAINEN, Joni 2019-04-04. Objects.inp-tiedoston nimiö sarakkeen 2 rivin 3 attribuutti [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	41
Kuva 22: VITIKAINEN, Joni 2019-04-04. Objects.inp-tiedoston nimiö sarakkeen 3 rivin 3 attribuutti [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	41
Kuva 23: VITIKAINEN, Joni 2019-04-04. Piirustukseen tulevat korjatut nimiön tiedot [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	42
Kuva 24: VITIKAINEN, Joni 2019-04-04. Nimiöiden esimerkkikuvakkeet eivät näy oikein [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	42
Kuva 25: VITIKAINEN, Joni 2019-04-04. Esimerkkikuvakkeiden alkuperäinen sijainti [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	43
Kuva 26: VITIKAINEN, Joni 2019-04-04. Esimerkkikuvakkeiden uusi sijainti [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	44
Kuva 27: VITIKAINEN, Joni 2019-04-04. Nimiöiden esimerkkikuvakkeet toimivat [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	44
Kuva 28: VITIKAINEN, Joni 2019-04-15. Siltatunnuksen asetukset projekti-välilehdellä [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	46
Kuva 29: VITIKAINEN, Joni 2019-04-15. Siltatunnus näkyvässä piirustuksessa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	46
Kuva 30: VITIKAINEN, Joni 2019-04-16. Mittapistetaulukot-välilehden asetukset [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	47
Kuva 31: VITIKAINEN, Joni 2019-04-16. Ote mittapistetaulukosta [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	48
Kuva 32: VITIKAINEN, Joni 2019-04-05. Mittapisteelle annettavia tietoja [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	48
Kuva 33: VITIKAINEN, Joni 2019-04-12. Yleiset tekstit -välilehden asetukset [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	51
Kuva 34: VITIKAINEN, Joni 2019-04-05. PART-UDA:n uudet lisärivit [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	52
Kuva 35: VITIKAINEN, Joni 2019-04-05. Betonit taulukon tietoja pilareilta [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	53
Kuva 36: VITIKAINEN, Joni 2019-04-05. KoKo-järjestelmän kentät projektikoordinaateissa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	53
Kuva 37: VITIKAINEN, Joni 2019-04-03. Uusi näkymäikkuna piirustuksen ulkopuolella [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	55
Kuva 38: VITIKAINEN, Joni 2019-04-03. Näkymälle annettuja filtereitä [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	56

LIITE 1.

Kuva 1: VITIKAINEN, Joni 2019-04-26. DESTIA_contentattributes_userdefined.lst-tiedosto ja sen sijainti [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	65
Kuva 2: VITIKAINEN, Joni 2019-04-26. Objects.inp-tiedosto ja sen sijainti [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.	65
Kuva 3: VITIKAINEN, Joni 2019-04-26. Template Editorin käyttämän contentattributes.lst-tiedoston sijainti [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	66
Kuva 4: VITIKAINEN, Joni 2019-04-26. Template Editorin käyttämään contentattributes.lst-tiedostoon tehty lisäys [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	66
Kuva 5: VITIKAINEN, Joni 2019-04-26. Destia_contentattributes_userdefined.lst-tiedostoon tehdyt attribuutit Template Editorissa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	67
Kuva 6: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Mittapistetaulukoiden templatet [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	68
Kuva 7: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Siltatunnuksen ja yleisien tekstien templatet [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	68

LIITE 2.

Kuva 1: VITIKAINEN, Joni 2019-04-26. Destia_contentattributes_userdefined.lst-tiedostoon tehdyt attribuutit osa 1. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	69
Kuva 2: VITIKAINEN, Joni 2019-04-26. Destia_contentattributes_userdefined.lst-tiedostoon tehdyt attribuutit osa 2. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	69
Kuva 3: VITIKAINEN, Joni 2019-04-26. Destia_contentattributes_userdefined.lst-tiedostoon tehdyt attribuutit osa 3. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	70
Kuva 4: VITIKAINEN, Joni 2019-04-26. Destia_contentattributes_userdefined.lst-tiedostoon tehdyt attribuutit osa 4. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	71
Kuva 5: VITIKAINEN, Joni 2019-04-26. Destia_contentattributes_userdefined.lst-tiedostoon tehdyt attribuutit osa 5. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	72
Kuva 6: VITIKAINEN, Joni 2019-04-26. Siltatunnuksen asetukset objects.inp-tiedostossa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	73
Kuva 7: VITIKAINEN, Joni 2019-04-26. KoKo-järjestelmän asetukset objects.inp-tiedostossa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	73
Kuva 8: VITIKAINEN, Joni 2019-04-26. Part UDA asetukset objects.inp-tiedostossa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	74
Kuva 9: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Mittapistetaulukoiden asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 1 [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	74
Kuva 10: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Mittapistetaulukoiden asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 2. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	75
Kuva 11: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Mittapistetaulukoiden asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 3. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	75
Kuva 12: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Mittapistetaulukoiden asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 4 [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	75
Kuva 13: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Nimiöiden päivämäärän korjaus objects.inp-tiedostossa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	76

Kuva 14: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Yleisien tekstikenttien asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 1. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	76
Kuva 15: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Yleisien tekstikenttien asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 2. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	77
Kuva 16: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Yleisien tekstikenttien asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 3. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	77
Kuva 17: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Yleisien tekstikenttien asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 4. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	77
Kuva 18: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Yleisien tekstikenttien asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 5. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	78
Kuva 19: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Yleisien tekstikenttien asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 6. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	79
Kuva 20: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Yleisien tekstikenttien asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 7. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	79
Kuva 21: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Yleisien tekstikenttien asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 8. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	79
Kuva 22: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Yleisien tekstikenttien asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 9. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	80
Kuva 23: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Yleisien tekstikenttien asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 10. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	80
Kuva 24: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Yleisien tekstikenttien asetuksia objects.inp-tiedostossa osa 11. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	81
Kuva 25: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Siltatunnus-template Template Editorissa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	82
Kuva 26: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Template anturoiden nurkkapisteistä Template Editorissa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	82
Kuva 27: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Template pääpisteistä ja siipimuureista Template Editorissa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	83
Kuva 28: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Template 1. pilareiden mittapisteistä Template Editorissa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	83
Kuva 29: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Template 2. pilareiden mittapisteisteiden Z2 koordinaatista Template Editorissa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	84
Kuva 30: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Template 3. pilareiden mittapisteisteiden Z3 koordinaatista Template Editorissa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	84
Kuva 31: Template siipimuurien nurkista Template Editorissa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	84
Kuva 32: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Template kannen alapinnan koordinaateista Template Editorissa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	85
Kuva 33: VITIKAINEN, Joni 2019-04-30. Template yleisistä teksteistä Template Editorissa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	86

LIITE 3.

Kuva 1: VITIKAINEN, Joni 2019-04-05. Mittapisteen asetuksia [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	87
Kuva 2: VITIKAINEN, Joni 2019-04-05. Part-UDA:n lisärivit [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	88
Kuva 3: VITIKAINEN, Joni 2019-04-15. Siltatunnus piirustuksessa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	89
Kuva 4: VITIKAINEN, Joni 2019-04-15. Siltatunnuksen asetusten sijainti valikoissa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	90
Kuva 5: VITIKAINEN, Joni 2019-04-08. Mittapistetaulukot-välilehden asetukset piirustuksen UDA:ssa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	91
Kuva 6: VITIKAINEN, Joni 2019-04-08. Mittapistetaulukot piirustuksessa kuvan 5 asetuksilla [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	91
Kuva 7: VITIKAINEN, Joni 2019-04-12. Piirustuksen UDA:ssa yleiset tekstit-välilehden asetuksia [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	92
Kuva 8: VITIKAINEN, Joni 2019-04-12. Yleiset tekstit-välilehdellä tehtyjen kuvan 7 mukaisten määrittelyjen tuottama taulukko piirustuksessa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.....	93
Kuva 9: VITIKAINEN, Joni 2019-04-08. KoKo-järjestelmän tietojen sijainti projektitiedoissa [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat	94

LIITE 4.

Kuva 1: DESTIA OY 2019-05-21. RS-vaiheen pääpiirustus [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Destian arkisto	95
Kuva 2: DESTIA OY 2019-05-21. Yleispiirustus [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Destian arkisto	95
Kuva 3: DESTIA OY 2019-05-21. Alusrakenteen mitta- ja raudoituspiirustus [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Destian arkisto	96
Kuva 4: DESTIA OY 2019-05-21. Päälysrakenteen mittapiirustus 1 [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Destian arkisto	96
Kuva 5: DESTIA OY 2019-05-21. Päälysrakenteen mittapiirustus 2 [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Destian arkisto	97
Kuva 6: DESTIA OY 2019-05-21. Päälysrakenteen raudoituspiirustus 1 [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Destian arkisto	97
Kuva 7: DESTIA OY 2019-05-21. Päälysrakenteen raudoituspiirustus 2 [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Destian arkisto	98
Kuva 8: DESTIA OY 2019-05-21. Päälysrakenteen raudoituspiirustus 3 [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Destian arkisto	98

LIITE 1: TULOKSET (SALATTU)

LIITE 2: TEHDYT MUOKKAUKSET, ATTRIBUUTIT JA ASETUKSET (SALATTU)

LIITE 3: SISÄINEN OHJE MUUTOKSISTA (SALATTU)

LIITE 4: KUVIA PIIRUSTUKSISTA (SALATTU)