



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Teemu Antila

Betonielementtien suunnittelun tehostaminen

Opinnäytetyö

Kevät 2022

SeAMK Tekniikka

Rakentamisen koulutusohjelma (ylempi AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakentaminen (ylempi AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Rakennesuunnittelu

Tekijä: Teemu Antila

Työn nimi: Betonielementtien suunnittelun tehostaminen

Ohjaaja: Martti Perälä

Vuosi: 2022

Sivumäärä: 43

Liitteiden lukumäärä: 117

Opinnäytetyössä on perehdytty betonielementtien suunnitteluun ja pyritty tehostamaan suunnittelua erityisesti Tekla Structures -mallinnusohjelman piirustusohjelmien automatisoinnilla sekä mallinnus- ja piirustusasetusten yhtenäistämällä Sarmaplan Oy:lle. Automatisointi on tehty Tekla Structures -ohjelman versioon 2019i. Piirustusohjelmien asetusten sisällöstä on tehty yritykselle ohje myöhempiä muokkaustarpeita varten. Lisäksi suunnittelun tehostamiseksi yrityksen betonielementtien suunnitteluohjeet on päivitetty koskien mallintamista ja piirustuksien tekoa.

¹ Asiasanat: betonielementit, mallintaminen, tekniset piirustukset, automaatio, suunnitteluohjeet

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Master's Degree Programme in Construction

Specialisation: Structural Design

Author: Teemu Antila

Title of thesis: Enhancing the process of designing precast concrete elements

Supervisor: Martti Perälä

Year: 2022

Number of pages: 43

Number of appendices: 117

The thesis studied the design process of precast concrete elements aiming to enhance the design process especially by automatizing the drawing templates of Tekla Structures and by unifying modelling and drawing settings for Sarmaplan Oy. The automatization was done to Tekla Structures program version 2019i. The content of the produced drawing templates was documented for the company for the needs for later editing the settings of the drawing templates. Also, for enhancing the effectivity of the design process, the company's instructions on the design process of prefabricated concrete elements were updated concerning the modelling and drawing production.

¹ Keywords: precast concrete, modelling, technical drawings, automation, planning instructions

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Opinnäytetyön taustaa	8
1.2 Opinnäytetyön tavoite.....	8
1.3 Opinnäytetyön rajaukset.....	8
2 TIETOMALLINNUS	10
2.1 Mitä on tietomallinnus.....	10
2.2 Tietomallinnuksen kehitys	10
2.3 Tietomallinnuksen tavoitteita	10
2.4 Tietomallinnuksen mallitekniisiä vaatimuksia	11
2.5 Tietomallinnuksen laadunvarmistus	11
2.6 Tietomallin hyödyntäminen.....	12
3 BETONIELEMENTIT JA ELEMENTTISUUNNITTELU	13
3.1 Betonielementit rakentamisessa.....	13
3.2 Elementtisuunnitteluprosessi.....	16
3.3 Elementtisuunnitelmien sisältö	17
4 TIETOMALLINNUS ELEMENTTISUUNNITTELUSSA.....	19
5 TEKLA STRUCTURES.....	21
5.1 Tekla Structures	21
5.2 Kansiorakenteet ja tiedostot	21
5.2.1 Initialization–tiedostot.....	21
5.2.2 Input–tiedostot	23
5.2.3 Data–tiedostot.....	24
5.2.4 Message–tiedostot.....	24
5.2.5 Standard–tiedostot.....	24

5.2.6	Property-tiedostot.....	24
5.2.7	Catalog-tiedostot.....	24
5.2.8	Font-, Symbol-, Image- ja Log-tiedostot.....	24
5.2.9	Mallipohjiin, raportteihin ja piirustuksiin liittyvät tiedostot	25
5.2.10	Kansioiden lukujärjestys	25
5.2.11	Firm-kansio ja Project-kansio	25
6	TEKLA STRUCTURES-OHJELMAN MUOKKAUS ELEMENTTISUUNNITTELUUN	27
6.1	Templates	27
6.2	Cast unit drawing properties.....	27
6.2.1	Titles	28
6.2.2	Layout	28
6.2.3	View creation	30
6.2.4	Section view.....	30
6.2.5	Detail view.....	30
6.2.6	User-defined attributes.....	30
6.3	View properties.....	31
6.4	Asetusten tallentaminen master drawing -piirustus pohjaksi	33
7	PIIRUSTUSTUOTANTOTAPOJEN VERTAILU ELEMENTTISUUNNITTELUSSA	34
7.1	Manuaalimitoituksen vertaaminen automatisoituihin pohjiin	34
7.2	Johtopäätökset.....	35
8	YHTEENVETO	37
	LÄHTEET	38
	LIITTEET	42

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Seinäelementti, mittapiirustus (Trimble Solutions Corporation 2019.).....	14
Kuvio 2. Seinäelementti, vaakaleikkaus (Trimble Solutions Corporation 2019.)	15
Kuvio 3. Seinäelementti, pystyleikkaus (Trimble Solutions Corporation 2019.)	15
Kuvio 4. Tuoteosakaupamallit (Betonia Oy 30.11.2020).	16
Kuvio 5. Aloituskokouksen asiat (Betoniteollisuus ry 2016, 12).	20
Kuvio 6. .ini-tiedostojen lukujärjestys (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 26.11.2021]) .	22
Kuvio 7. User.ini (Trimble Solutions Corporation 2019).	26
Kuvio 8. Raudoiteluettelon template avattuna template editorissa (Trimble Solutions Corporation 2019).....	27
Kuvio 9. Cast unit drawing properties, Layout (Trimble Solutions Corporation 2019)	28
Kuvio 10. Drawing layout (Trimble Solutions Corporation 2019).....	28
Kuvio 11. Layout ja Table Layouts (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 6.11.2021])	29
Kuvio 12. Tables (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 6.11.2021])	30
Kuvio 13. View properties (Trimble Solutions Corporation 2019).....	31
Kuvio 14. Dimensioning (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 1.11.2021])	32
Kuvio 15. Dimensioning rule properties (Trimble Solutions Corporation 2019).....	32
Kuvio 16. Seinän mitoitussäännöt (Trimble Solutions Corporation 2019)	35
Taulukko 1. Elementtikaupamallien laajuus (Betonia Oy 30.11.2020).....	17

Käytetyt termit ja lyhenteet

BIM	Building information modelling eli rakennuksen tietomallinnus tai building information management eli rakennuksen tiedon hallinta.
IFC	Industry foundation classes. Standardisoitu tietomallimuoto.
YTV	Rakennustiedon julkaisusarja Yleiset tietomallivaatimukset 2012.

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön taustaa

Sarmaplan Oy on Alavudella vuonna 1996 perustettu suunnittelutoimisto, jonka palveluihin kuuluvat rakenne-, teräsrakenne ja elementtisuunnittelu. Yrityksessä työskentelee kymmenen suunnittelijaa ja yritys toimii koko Suomessa, (Sarmaplan Oy, [viitattu 11.11.2021].)

Tässä opinnäytetyössä on tarkoituksenaan kehittää suunnittelutoimisto Sarmaplan Oy:n suunnitteluprosessia betonielementtien suunnittelun osalta.

1.2 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on helpottaa, selkeyttää ja nopeuttaa yrityksen betonielementtien suunnitteluprosessia sekä parantaa piirustusten laatua ja yhtenäistää tuotettujen piirustusten ulkonäköä.

1.3 Opinnäytetyön rajaukset

Opinnäytetyössä suunnitteluprosessin kehittäminen pitää sisällään mallinnus- ja piirustusasetusten yhtenäistämisen sekä mallinnustapojen ja piirustustuotantotapojen yhtenäistämisen. Kehittämisessä keskitytään erityisesti piirustustuotantoon, jota pyritään tehostamaan luomalla automatisoidut piirustusohjelmat betonielementtien mittapiirustusten osalta Tekla Structures -ohjelman versioon 2019i. Opinnäytetyössä on päivitetty yrityksen betonielementtien suunnitteluohje liitteenä 1 ja ohje piirustusohjelmien asetusten sisällöstä liitteenä 2.

Kehitystyössä luodaan automaattimittausohjelmat, joilla voidaan luoda piirustukset useimmista elementtityypeistä:

1. Seinä
2. Palkki
3. Pilari
4. Ontelolaatta
5. Laatta

Kehitystyössä luodaan myös raporttipohjat Tekla Structures 2019i -ohjelmaan Suomessa käytettävän ohjelmaympäristön raporttipohjien pohjalta sekä dwg-vientiasetukset. Lisäksi yritykselle luodaan ja otetaan käyttöön firma-kansio, johon tehdään ja kerätään tarvittavat tiedostot. Samalla luodaan yritykselle Tekla Structures 2019i-versiota varten uusi aloitusmalli. Tähän käytetään mallia, johon on luotu automaattimitoituspohjat sekä muut asetukset ja kyseisen mallin kansioista siivotaan ylimääräiset tiedostot pois.

2 TIETOMALLINNUS

2.1 Mitä on tietomallinnus

Tietomallinnus perustuu virtuaaliseen 3D-malliin, joka luodaan tietokoneen avulla. Tämä malli sisältää rakennusosien piirteet sekä ominaisuudet, joita voidaan muokata, tutkia ja hakea tietokoneella mallista ja käyttää tarvittaviin toimenpiteisiin. Tietomallinnus sopii käytettäväksi kaikenlaisten rakennusten tapauksissa. (Barnes 2019, 7.)

Tietomallinnus suunnittelussa tarjoaa yksinkertaisimmillaan mahdollisuuden rakennuksen peruspiirteiden ja toimintojen hahmottamiseen ja esittämiseen 3D-muodossa. Kehittyneempi tietomallin käyttö on rakennuksen elinkaaren eri vaiheiden simulointia. (Barnes 2019, 2.)

2.2 Tietomallinnuksen kehitys

Tietomallinnuksen juuret ovat peräisin 1970-luvulta. Lyhenne BIM on keksitty 1990-luvun alkupuolella, mutta se on hyväksytty yleisesti alalla käytettäväksi lyhenteeksi vasta 2000-luvun alkupuolella, jolloin myös tietomallinnuksen käytön suosio alkoi lisääntyä ja kaikkien tarpeisiin ei voitu heti vastata. Odotuksen jälkeen BIM-työkalujen ja -ohjelmistojen kehitys pääsi vauhtiin vuonna 2010. (Holzer 2015, 4-5.)

2.3 Tietomallinnuksen tavoitteita

Tietomalleja on tarkoitus käyttää koko rakennusprojektin ajan sekä suunnittelussa että työmaalla ja lisäksi kohteen valmistumisen jälkeen esimerkiksi huoltotoimenpiteiden yhteydessä. Mallintamisen tavoitteena on siis tukea rakennushanketta suunnittelusta rakentamiseen ja ylläpitoon eri osa-alueilla, kuten laatu, tehokkuus, turvallisuus ja kestävä kehitys. (RT 10-11066, 2.)

Tietomallinnuksen yleisiä tavoitteita on tukea hankkeessa erilaisia asioita, kuten päätöksentekoon liittyviä prosesseja, kustannus- ja elinkaarianalysejä sekä tiedonsiirtoa käytönaikaiseen tiedonhallintaan. Suunnitteluun liittyen tavoitteena on suunnittelussa tehtävien ratkaisujen havainnollistaminen ja yhteensovittamisen helpottaminen sekä yleisesti suunnittelun apuna toimiminen. Tavoitteiksi mainitaan myös rakentamisen aikaisien prosessien tehostaminen sekä

laadun parantaminen ja turvaaminen rakentamisen aikana sekä valmiissa tuotteessa. Lisäksi tavoitteiksi mainitaan osapuolten sitouttaminen tavoitteisiin ja parempi turvallisuus koko projektin sekä rakennuksen elinkaaren ajan. (RT 10-11066, 2.)

Tietomallihankkeeseen osallistuvilla henkilöillä on velvollisuus tutustua Yleiset tietomallivaatimukset 2012-julkaisusarjaan vähintään oman alan, yleisen osan ja laadunvarmistuksen osalta. Lisäksi projektissa täytyy olla tiedon hallinnasta vastaava henkilö, joka hallitsee koko julkaisusarjan tiedot. (RT 10-11066, 2.)

Projektin tietomallintamisen tavoitteiden suositellaan olevan päätettynä ennen kuin projektiin valitaan suunnittelijoita, jotta suunnittelijoiden osaamistaso ei pääsisi vaikuttamaan liikaa tietomallin tasoon sekä hyödyntämismahdollisuuksiin. Tämä varmistetaan sillä, että tarjouspyynnössä määritellään tehtävät. (RT 10-11066, 2.)

2.4 Tietomallinnuksen mallitekniisiä vaatimuksia

Tarjouksissa tulee mainita yrityksen käytössä oleva mallinnusohjelma sekä sen versio ja ohjelman kanssa yhteensopivan IFC-tiedoston versio. Versioiden vaihtamisesta tulee sopia yhteistyössä projektin muiden osapuolien kanssa (Rakennustieto 2012, Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1, Yleinen osuus, 2). Suunnittelutyön tilaajalla on oikeus käyttää suunnittelutyön lopussa tilaajalle luovutettavia tietomalleja samoin ehdoin kuin muita projektissa tuotettuja dokumentteja. Jaettavat mallit eivät saa sisältää muiden suunnittelijoiden malleja missään muodossa. (RT 10-11066, 2-3.)

Mittayksikkö, jota on käytettävä tietomalleissa, on millimetri. Kohteen mallin koordinaatisto tulee toteuttaa siten, että koko kohde ympäröivine alueineen on sijoitettu siten, että se on positiivisella puolella koordinaatistoa. Origo suositellaan pitämään lähellä rakennuskohdetta ja korkeussuunnassa mallinnus tulee suorittaa kunnan korkeusjärjestelmän mukaiseen todelliseen korkeusasemaan. (RT 10-11066, 3.)

2.5 Tietomallinnuksen laadunvarmistus

Tietomallinnuksen laadunvarmistus on yhtä kuin suunnitelmien laadun parantaminen. Jokaiselle suunnittelijalle oleellimmat tavoitteet laadunvarmistuksen kannalta ovat henkilökohtaisesti tehtyjen suunnitelmien laadun parantaminen sekä samojen suunnitelmien osalta laadun

ylläpito. Lisäksi tärkeäksi tavoitteeksi mainitaan myös tiedonsiirron toimivuuden parantaminen eri suunnittelijoiden ja muiden projektin osapuolien välillä. (RT 10-11071, 2.)

2.6 Tietomallin hyödyntäminen

Tietomalleja voidaan hyödyntää työmaan kannalta tarjousvaiheessa kohteeseen tutustumisessa ja määrälaskennassa. Määrälaskentaan mallia voidaan käyttää myös rakentamisvaiheessa, ja rakentamisvaiheessa mallista saadaan mitta- ja sijaintitietoja mittalaitteisiin. Rakentamisvaiheen muita hyödyntämismahdollisuuksia ovat asioiden yhteensovittaminen sekä aikataulujen, töiden toteuttamisen järjestyksen ja työmaan toimintojen suunnittelu. Lisäksi mallin avulla voidaan seurata työmaan valmistumista. (RT 10-11078, 2.)

3 BETONIELEMENTIT JA ELEMENTTISUUNNITTELU

3.1 Betonielementit rakentamisessa

Suomessa betonia on alettu käyttää rakentamisessa 1900-luvun alkupuolella ja betonielementtejä Suomessa on alettu valmistaa 1940- ja 1950-lukujen vaihteessa. Elementtirakentamisen kehittämiseksi luotiin BES-järjestelmä vuosien 1968–1970 aikana asuntorakentamisen tarpeisiin. Järjestelmä mahdollisti helpon pohjaratkaisujen muokkauksen, koska se koostui kantavista pääty- ja väliseinistä sekä ei-kantavista ulkoseinistä, jotka olivat sandwich-seiniä. 1970-luvun alkupuolella BES-järjestelmän käyttöönoton myötä otettiin käyttöön myös ontelolaatat. (Betonia Oy 23.9.2020.)

Elementtirakentamisen kehitys jatkui 1980-luvulla, kun BES-järjestelmän rinnalle luotiin Runko-BES, joka keskittyi toimitilojen ja teollisuuden rakentamiseen. Runko-BES -järjestelmän pilari-palkkirunkojen mittajärjestelmä sekä sen erilaiset suositukset ja detaljit mahdollistivat yhdessä aiemman BES-järjestelmän kanssa monimuotoisemman betonirakentamisen 1990-luvulla. (Betonia Oy 23.9.2020.)

Tuoteosakaupan suosio lisääntyi 1980-luvulla, jolloin kaupan sisältö oli yleensä seuraavanlainen:

1. elementtien suunnittelu
2. elementtien valmistus
3. elementtien asennus
4. elementtien juotosvalut. (Betonia Oy 23.9.2020.)

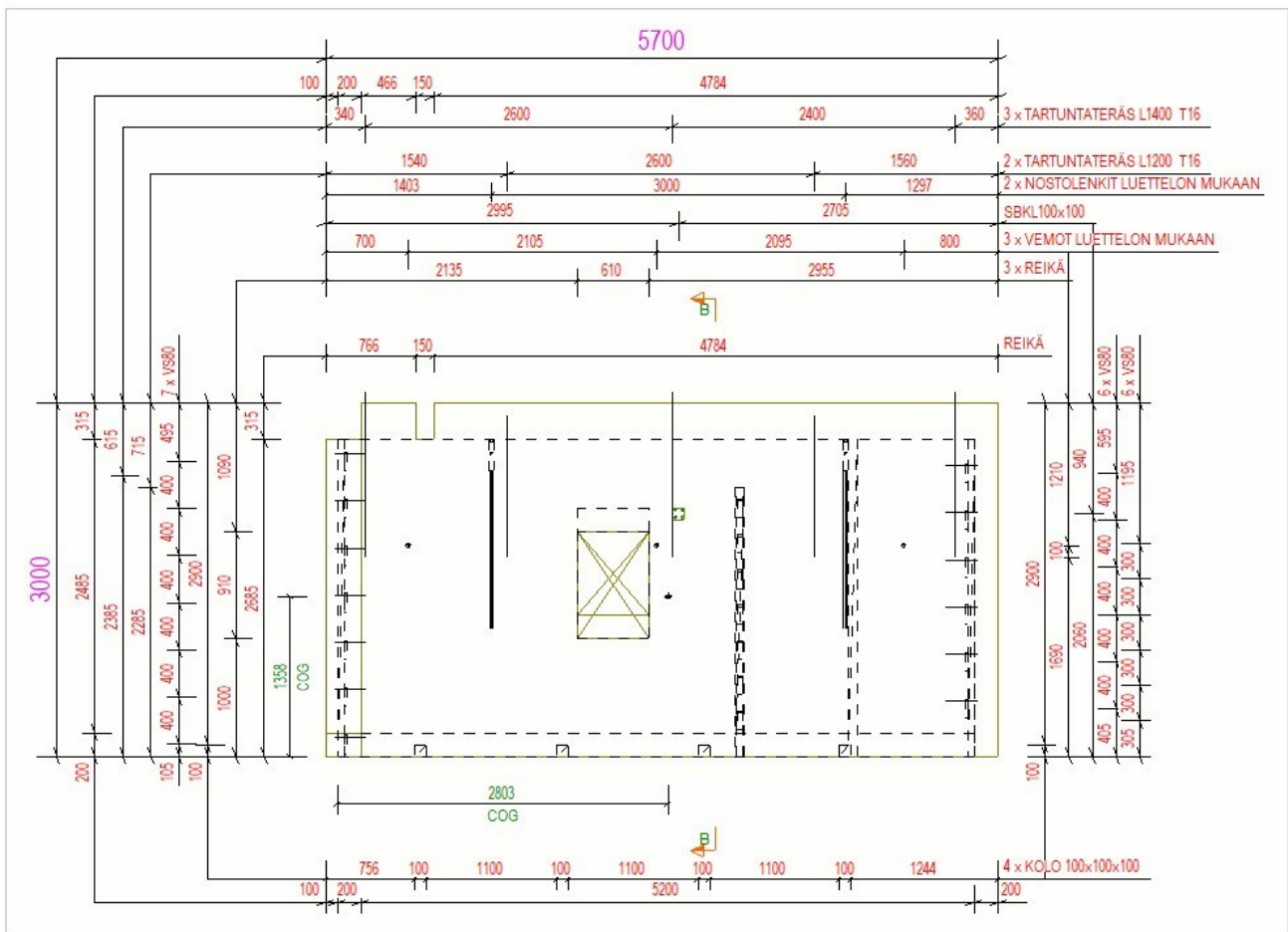
1990-luvulta lähtien elementtirakentamiseen on alkanut vaikuttaa enemmän kustannukset koko rakennuksen käyttöiän ajalta sekä rakentamisen vaikutukset ympäristölle. Lisäksi muita merkittäviksi nousseita tekijöitä ovat ominaisuudet koko rakennuksen osalta sekä arkkitehtuuri. (Betonia Oy 23.9.2020.)

Rakennuksen koko runko on mahdollista valmistaa sekä koota elementeistä, jolloin erityisenä etuna on nopeus rungon pystytysvaiheessa. Paikallavalurakentamiseen verrattuna tehtaalla sisällä valettu elementti vähentää suojaustarvetta työmaalla etenkin talviaikaan. (Betonia Oy 1.10.2020.)

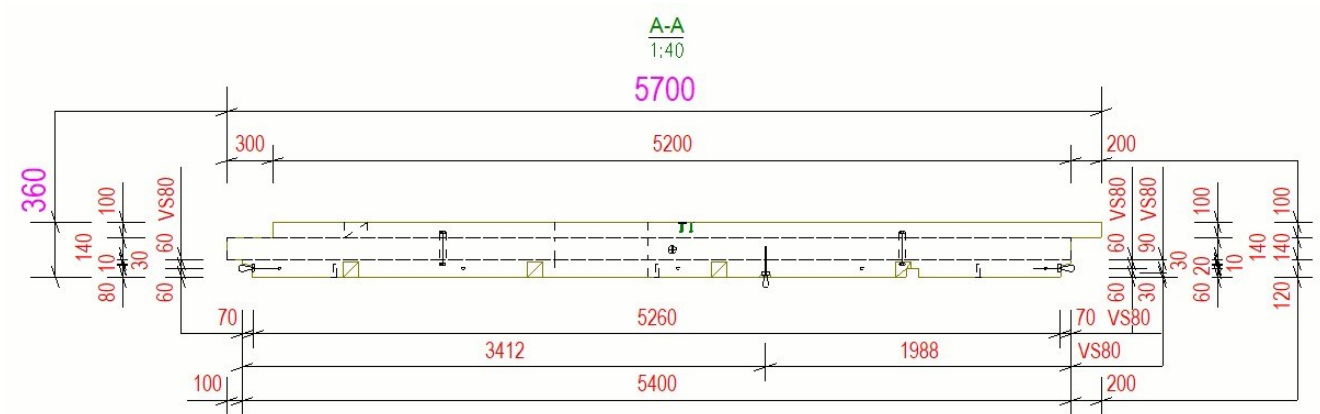
Betonia Oy:n sivuston Elementtisuunnittelu.fi mukaan eri elementtityypit ovat:

1. Perustuselementit
2. Pilarelementit
3. Seinäelementit
4. Palkkielementit
5. Laattaelementit
6. Parveke-elementit
7. Porraset
8. Hissikuilun elementit
9. Erikoiselementit. (Betonia Oy 29.9.2020a.)

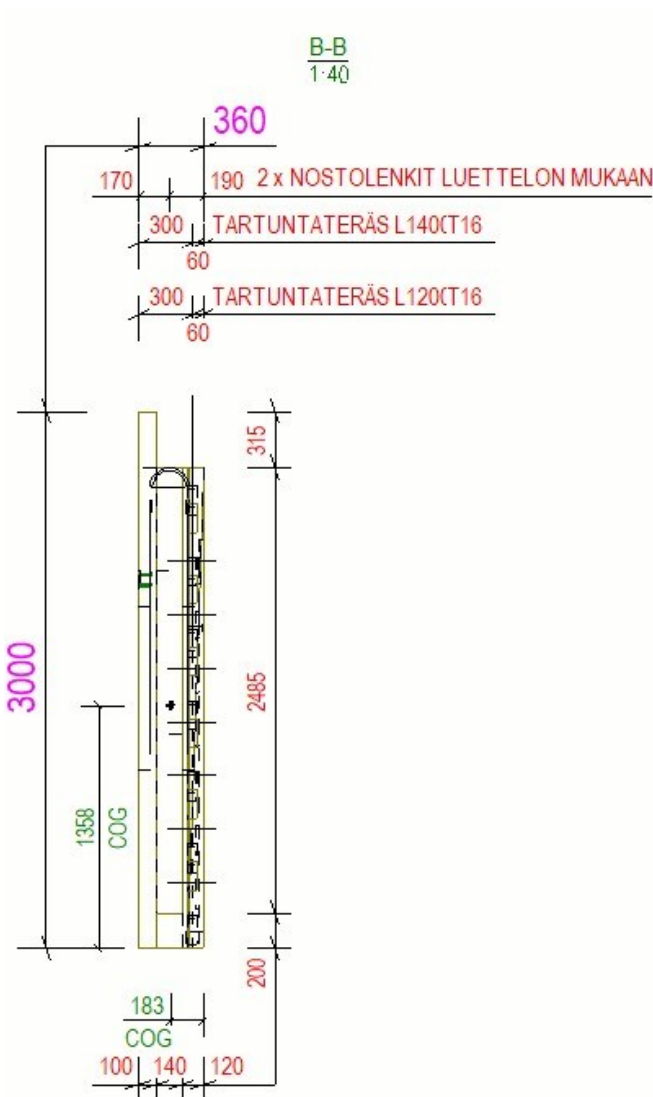
Kuvioissa 1, 2 ja 3 esitetty sandwich-seinäelementin mittapiirustukset.



Kuvio 1. Seinäelementti, mittapiirustus (Trimble Solutions Corporation 2019.)



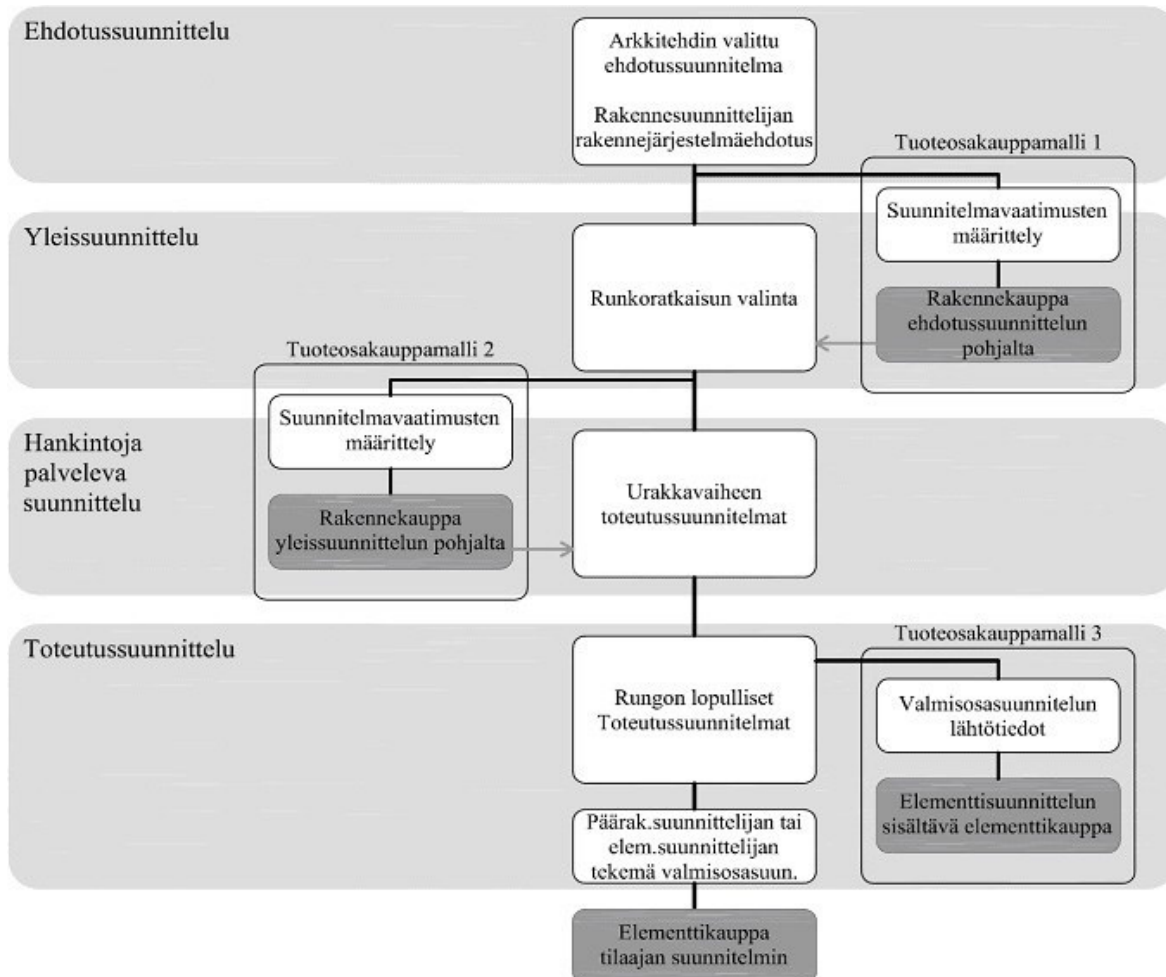
Kuvio 2. Seinäelementti, vaakaleikkaus (Trimble Solutions Corporation 2019.)



Kuvio 3. Seinäelementti, pystyleikkaus (Trimble Solutions Corporation 2019.)

3.2 Elementtisuunnitteluprosessi

Nykyään on käytössä kolme tuotesakaupmamallia, jotka on esitetty kuviossa 4 ja taulukossa 1. Käytettävä malli vaikuttaa suunnittelun määrään, koska eri malleissa suunnittelu aloitetaan eri aikaan (Betonia Oy 30.11.2020).



Kuvio 4. Tuotesakaupmamallit (Betonia Oy 30.11.2020).

Taulukko 1. Elementtikauppamallien laajuus (Betonia Oy 30.11.2020).

Tuoteosa- kauppamalli nro.	Nimi (käytetään myös nimeä)	Rakennepiirustukset					
		Rakennepiirustuksen kehitys	Rakennesuunnittelu	Elementtisuunnittelu	Punossuunnittelu	Valmistus	Asennus
1	Rakennekauppa ehdotussuunnittelun pohjalta (ST runkourakka, ST julkisivu-urakka)	X	X	X	X	X	X
2	Rakennekauppa yleisuunnittelun pohjalta (Runkourakka, Julkisivu-urakka)		X	X	X	X	X
3	Elementtisuunnittelun sisältävä elementtikauppa			X	X	X	(X)
-	Elementtikauppa tilaajan suunnitelmin				(X)	X	(X)

Yleisimmin käytetty tuoteosakauppamalli on niin sanottu sekamalli. Tässä mallissa tilaaja valitsee ja tilaa elementtisuunnittelun erilliseltä elementtisuunnittelijalta ja tuoteosatoimittajan osuudeksi suunnittelusta jää jännebetonirakenteiden punos- ja raudoitussuunnittelu. (Betonia Oy 30.11.2020.)

3.3 Elementtisuunnitelmien sisältö

Elementtisuunnittelijan tulee tehdä lujuuslaskelmat betoni- ja teräsbetonelementeistä ja tehdä laskelmiin, kohteen erikoissuunnittelijoiden ja arkkitehdin suunnitelmiin sekä rakennesuunnittelijan urakkalaskentavaiheen suunnitelmiin perustuen lopulliset valmistus- ja asennuspiirustukset sekä muut dokumentit (Betoni.com, [viitattu 16.11.2020]).

Valmistus- ja asennuspiirustukset sekä muut dokumentit sisältävät:

1. Elementtien rakennepiirustukset
2. Elementtien työpiirustukset
3. Elementtien mittapiirustukset
4. Elementtien sijaintidetajit
5. Elementtien kiinnitysdetajit
6. Elementtien liitosdetajit
7. Elementtien kuljetus- ja asennusaikaiset tuennat. (Betoni.com, [viitattu 16.11.2020].)

8. Elementtikaaviot
9. Elementtiluettelot sekä mahdolliset muut luettelot sovitusti
10. Esijännitetyjen elementtien elementtikaaviot, mittapiirustukset ja luettelot

Rakennusvalvontaan tarvittavat elementtien lujuuslaskelmat elementtisuunnittelija toimittaa rakennesuunnittelijalle ennen elementtien valmistuksen aloituskatselmusta (Betoni.com, [viitattu 16.11.2020]).

4 TIETOMALLINNUS ELEMENTTISUUNNITTELUSSA

Tietomallien käyttö on yleistymässä, joten muutosta on tapahtumassa myös suunnittelumene-
telmiin. Tietomallien käytöstä on tehty ohjeistus kansallisten tietomallintamisen tutkimushank-
keiden perusteella. (Betonia Oy 29.9.2020c.)

BEC on betonielementtien 3D-suunnittelua, tietomallinnusta ja tiedonsiirtoa koskeva kehitys-
projekti, johon osallistuivat betonielementtiteollisuus, rakennesuunnittelijat ja Tekla Oyj. Tietty-
jen sääntöjen osalta samankaltainen malli mahdollistaa mallin hyödyntämisen. BEC-ohjeistuk-
sessa määritellään näitä sääntöjä ja suositellaan kaikkia mallintavia konsultteja noudattamaan
niitä. (Betoniteollisuus ry 2016, 6.)

Suunnittelijoiden tulee seurata BEC2012-mallinnusohjetta ja lisäksi Yleiset tietomallivaatimuk-
set 2012 -ohjeistusta tarkkuustason, tiedonsiirron ja yhteistyön määrittelyiden osalta, ellei
muuta sovita hankekohtaisesti. Samassa julkaisussa hankekohtaiset tietomallinnuksen tavoit-
teet suositellaan sopimaan mallinnuksen aloituskokouksessa, jossa projektin osapuolien täytyy
käydä läpi lista asioita ja tarvittaessa sopia näistä asioista. (Betoniteollisuus ry 2016, 12.)
BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje (Betoniteollisuus ry 2016, 12) -julkaisussa lis-
tataan läpikäytäviä asioita. Nämä asiat on esitetty kuviossa 6.

Betonielementtiteollisuudelle täytyy pystyä raportoimaan tarvittavat tiedot, joten mallintaminen
täytyy olla tehty siten, että tämä on mahdollista. Mallinnus on pidettävä johdonmukaisena ja
samankaltaisena elementtityyppikohtaisesti (Betoniteollisuus ry 2016, 14). Julkaisussa
BEC2012 (Betoniteollisuus ry 2016, 14-15) on taulukoituna perustiedot, joita betonielementti-
teollisuus tarvitsee.



Kuvio 5. Aloituskokouksen asiat (Betoniteollisuus ry 2016, 12).

5 TEKLA STRUCTURES

5.1 Tekla Structures

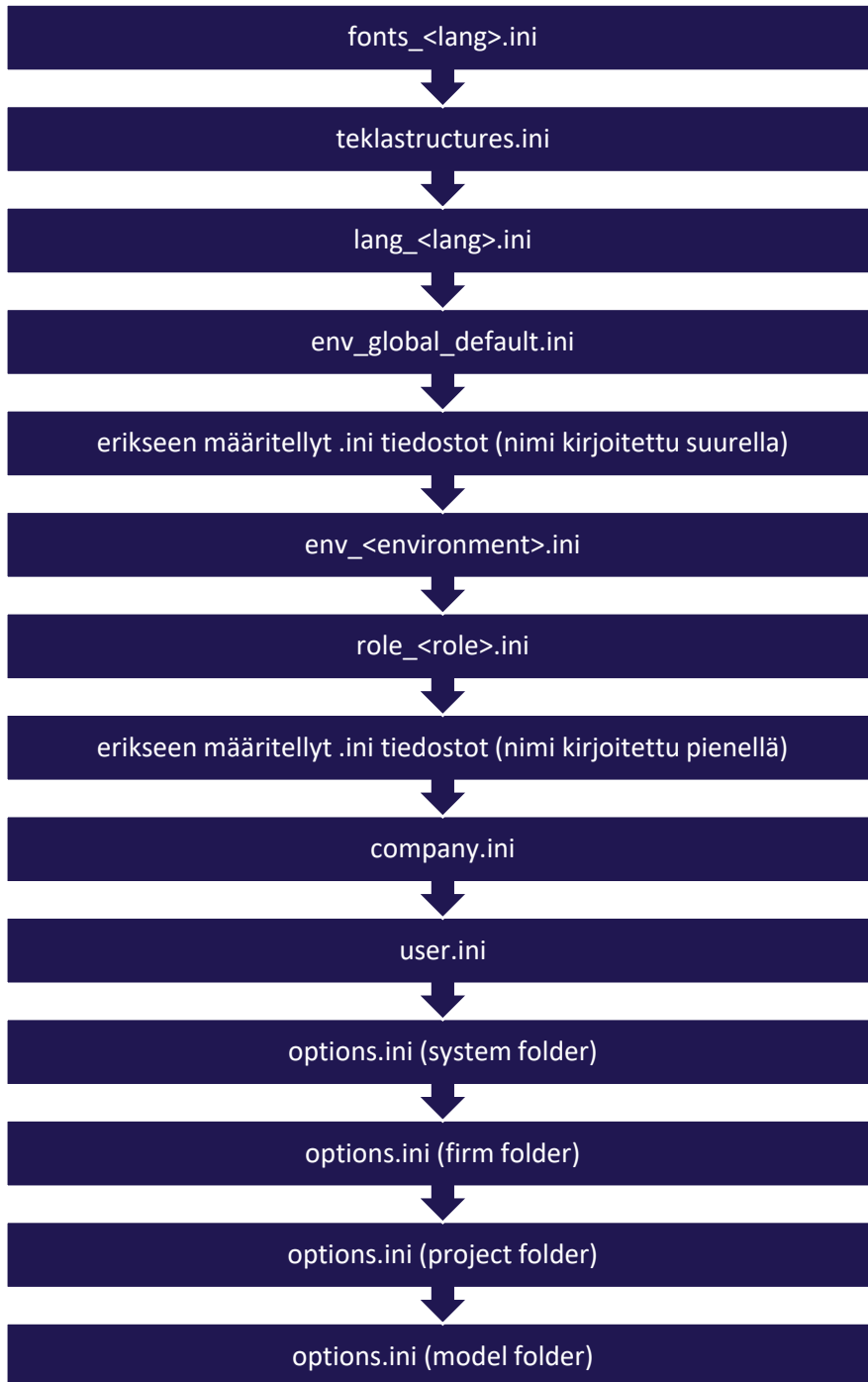
Tekla Structures on tietomallintamiseen tarkoitettu ohjelmisto, jolla on mahdollista mallintaa kaikenlaisia betonirakenteita. Lisäksi ohjelmiston toimivuus on riippumaton materiaalista, kohteen koosta tai monimutkaisuudesta (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 24.11.2020]).

5.2 Kansiorakenteet ja tiedostot

5.2.1 Initialization-tiedostot

Initialization-tiedostot ovat .ini-päätteisiä. Tekla Structuresin käynnistyksen yhteydessä kyseiset tiedostot toimivat erilaisien muuttujien ja asetusten määrittäjinä. (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 14.11.2021]).

Verkkosivulla Trimble Solutions Corporation ([viitattu 26.11.2021]) kerrotaan yleisimpien käynnistystiedostojen lukujärjestyksen kulkevan aina tietyllä tavalla ja tämä järjestys on esitetty kuviossa 6.



Kuvio 6. .ini-tiedostojen lukujärjestys (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 26.11.2021])

Fonts_<lang>.ini– ja lang_<lang>.ini–tiedostot liittyvät kieliasetuksiin, jotka on määritetty ohjelman asennuksen yhteydessä ja tallennettu asennuksen yhteydessä polkuun ..\Program Files\Tekla Structures\<version>\nt\bin\ (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 26.11.2021]). Verkkosivulla kerrotaan, että teklastructures.ini–tiedosto luetaan joka kerralla Tekla Structuresin käynnistyksen yhteydessä, koska siinä määritellään ohjelman perusasetuksia, kuten erilaisia ohjelman ja ympäristön tiedostojen sijainteja. Ohjelman asennuksen yhteydessä teklastructures.ini–tiedosto asentuu samaan kansioon kuin kieliasetustiedostot.

Env_global_default.ini-tiedoston kerrotaan sisältävän maailmanlaajuiset oletusasetukset kaikille ympäristöille ja se asentuu polkuun ..\Programdata\Trimble\Tekla Structures\\environments\common\, mistä se luetaan aina Tekla Structuresin käynnistyksen yhteydessä. Sivustolla kielletään muokkaamasta 1–4 kohtien asetuksia. (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 26.11.2021].)

User.ini-tiedosto on käyttäjäkohtainen ja sijaitsee polussa C:\Users\\Appdata\Local\Trimble\Tekla Structures\\UserSettings (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 26.11.2021]).

Tekla Structures-ohjelman Advanced options valikosta voidaan määrittää options.ini-tiedostoon tallentuvia asetuksia (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 26.11.2021]).

Advanced optionseja on seuraavat neljä eri tyyppiä:

- USER, käyttäjäkohtainen
- MODEL ja DRAWING, mallikohtainen
- SYSTEM, järjestelmäkohtainen
- ROLE, roolikohtainen (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 12.12.2020].)

Teklassa Advanced options -valikon USER-ikkunassa tehdyt muutokset tallentuvat oletuksena käyttäjän koneelle options.bin-tiedostoon polun C:\Users\\AppData\Local\Trimble\Tekla Structures\\UserSettings taakse. Jos tiedostoa halutaan käyttää muusta sijainnista, tulee se tehdä muuttamalla polku advanced options kohtaan XS_USER_SETTINGS_DIRECTORY. (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 12.12.2020].)

Options.ini-tiedostoja voi sijaita useissa kansioissa, kuten aiemmasta luettelosta käy ilmi. Ainoastaan System- ja Model-kansioiden options.ini-tiedostot ovat olemassa oletuksena. Jos Firm- tai Project -kansioihin halutaan käyttöön options.ini-tiedosto, se täytyy siirtää tai kopioida kyseisiin kansioihin. (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 26.11.2021].)

5.2.2 Input-tiedostot

Input-tiedostoihin kuuluu tiedostoja, jotka sisältävät erilaisia asetuksia työkalujen ikkunoihin sekä materiaali-, mitta- ja profiil ominaisuuksia. Lisäksi kyseiset tiedostot voivat sisältää merkintöjen ominaisuuksia. (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 15.11.2021].)

5.2.3 Data-tiedostot

Data-tietostojen pääte on .dat ja ne ovat tärkeitä määrättyjen ohjelman työkalujen kannalta, joten niiden muuttaminen ja muokkaaminen ei ole suositeltavaa (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 7.11.2021]).

5.2.4 Message-tiedostot

Message-tiedostot sisältävät tietoa teksteistä, joita tarvitaan erilaisiin ohjelman valinta- tai työkaluikkunoihin (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 17.11.2021]).

5.2.5 Standard-tiedostot

Standard-tiedostot sisältävät monenlaisten mallinnusosien työkalujen ikkunoiden vakioasetukset (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 22.11.2021]).

5.2.6 Property-tiedostot

Property-tiedostojen sisältö on sama kuin edellisen kohdan Standard-tiedostojen. Property-tiedostot sisältävät käyttäjän määrittämiä ja tallentamia asetuksia. Nämä tallentuvat mallin kansioon toisin kuin Standard-tiedostot, jotka tallentuvat ympäristön kansioon. (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 19.11.2021]).

5.2.7 Catalog-tiedostot

Catalog-tiedostot sisältävät erilaisia ympäristökohtaisia luetteloita esimerkiksi käytettävistä materiaaleista ja raudoitteista (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 2.11.2021]).

5.2.8 Font-, Symbol-, Image- ja Log-tiedostot

Tekla Structures käyttää log-tiedostoja tietojen kirjaamiseen erilaisista tapahtumista ohjelmassa (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 16.11.2021]).

Symbol- ja image-tiedostot ovat ohjelman käytössä useissa paikoissa, joissa käytetään symboleja tai kuvia (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 23.11.2021]).

5.2.9 Mallipohjiin, raportteihin ja piirustuksiin liittyvät tiedostot

Mallipohjiin, raportteihin ja piirustuksiin liittyvät tiedostot ovat esimerkiksi raportti- ja piirustus-pohjien sekä layoutien asetuksia sisältäviä tiedostoja (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 10.11.2021]).

5.2.10 Kansioden lukujärjestys

Tekla Structures etsii tarvittavat yhteensopivat käytettävät tiedostot tietyssä järjestyksessä tietyistä kansioista, kun malli avataan. Jokaisen etsityn yhteensopivan tiedoston kohdalla Tekla Structures lopettaa tiedoston etsimisen, kun ensimmäinen sellainen löytyy, joten tämän takia tiedostot on syytä pitää halutuissa kansioissa, jotta ne tulevat luetuksi. Tekla Structures lukee ensimmäisenä Current model -kansion eli avatun mallin kansion. Seuraavaksi ohjelma lukee Project-kansion, jos se on otettu käyttöön. Projektikansion jälkeen vuorossa on Firm-kansio, joka samoin kuin projektikansio luetaan vain, jos se on otettu käyttöön. Viimeisenä luetaan System-kansio (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 12.11.2020].)

Etsintäjärjestyksessä on kuitenkin poikkeuksia joidenkin tiedostojen kohdalla. Tiedostojen objects.inp ja privileges.inp etsintä päättyy inp-kansioon. Tiedostot, joita etsitään vain System-kansiosta ovat .dat-päätteisiä. Template-etsintä alkaa Advanced optionsissa XS_TEMPLATE_DIRECTORY-määrittelystä kansioista, minkä jälkeen etsintä jatkuu normaalisti Model-kansion ja Project-kansion kautta Firm-kansioon, jonka jälkeen etsintä jatkuu XS_TEMPLATE_DIRECTORY_SYSTEM-määrittelyistä ympäristökohtaisista .tpl- ja .rpt-pohjista. Template-etsintä päättyy System-kansioon. Profile-, bolt-, material- ja rebar-luettelot etsitään Model-, Project-, Firm-kansioista, minkä jälkeen XS_PROFDB-määrittelystä kansioista. Shape-luetteloa etsitään Model-, Project-, Firm- ja System-kansioista, minkä jälkeen etsitään XS_DEFAULT_BREP_PATH-määrittelystä kansioista. Printer-luetteloa etsitään Model-, Project- ja Firm-kansioista ja sen jälkeen XS_DRIVER-määrittelystä kansioista. (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 12.11.2020].)

5.2.11 Firm-kansio ja Project-kansio

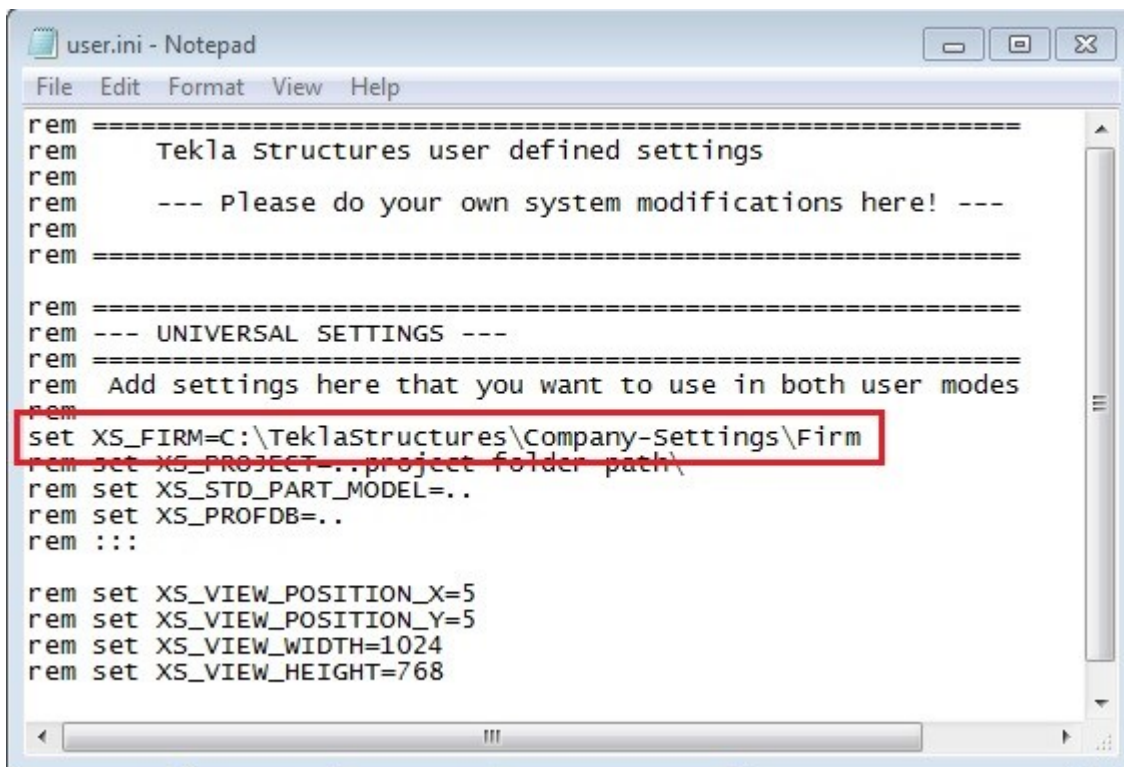
Project- ja Firm-kansioihin sekä niiden alikansioihin voidaan tallentaa erilaisia muokattuja asetuksia (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 5.12.2020]).

Project-kansiota voidaan käyttää, jos halutaan käyttää projektikohtaisia asetuksia (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 5.12.2020]). Näitä asetuksia voidaan käyttää useiden henkilöiden ja tiimien toimesta projektin sisällä useissa malleissa tai eri yritysten kesken yhdessä jaetussa mallissa.

Firm-kansiota voidaan käyttää asetuksille, jotka halutaan käyttöön kaikille yrityksen työntekijöille kaikkiin projekteihin (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 5.12.2020]).

Näiden kansioden luominen aloitetaan luomalla ja nimeämällä tyhjä kansio esimerkiksi palvelimelle tai muuhun sijaintiin, joka on jaettu yrityksen Tekla-käyttäjille. Seuraavaksi määritellään XS_FIRM tai XS_PROJECT-polut Tekla Structuresin Advanced Optionsissa, minkä jälkeen Tekla tulee käynnistää uudelleen, jotta asetukset saadaan käyttöön. (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 5.12.2020].)

Kansioden käyttöönottoa varten user.ini-tiedostoon tarvitsee tehdä muutoksia. User.ini-tiedoston XS_FIRM tai XS_PROJECT-kohdista poistetaan teksti rem ja lisätään polku Firm- tai Project-kansioon. User.ini-tiedoston näkymä esitetty kuviossa 7. (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 5.12.2020].)



```

user.ini - Notepad
File Edit Format View Help
rem =====
rem      Tekla structures user defined settings
rem
rem      --- Please do your own system modifications here! ---
rem
rem =====
rem
rem =====
rem --- UNIVERSAL SETTINGS ---
rem =====
rem Add settings here that you want to use in both user modes
rem
rem set XS_FIRM=C:\TeklaStructures\Company-Settings\Firm
rem set XS_PROJECT=..\project folder path\
rem set XS_STD_PART_MODEL=..
rem set XS_PROFDB=..
rem :::
rem
rem set XS_VIEW_POSITION_X=5
rem set XS_VIEW_POSITION_Y=5
rem set XS_VIEW_WIDTH=1024
rem set XS_VIEW_HEIGHT=768

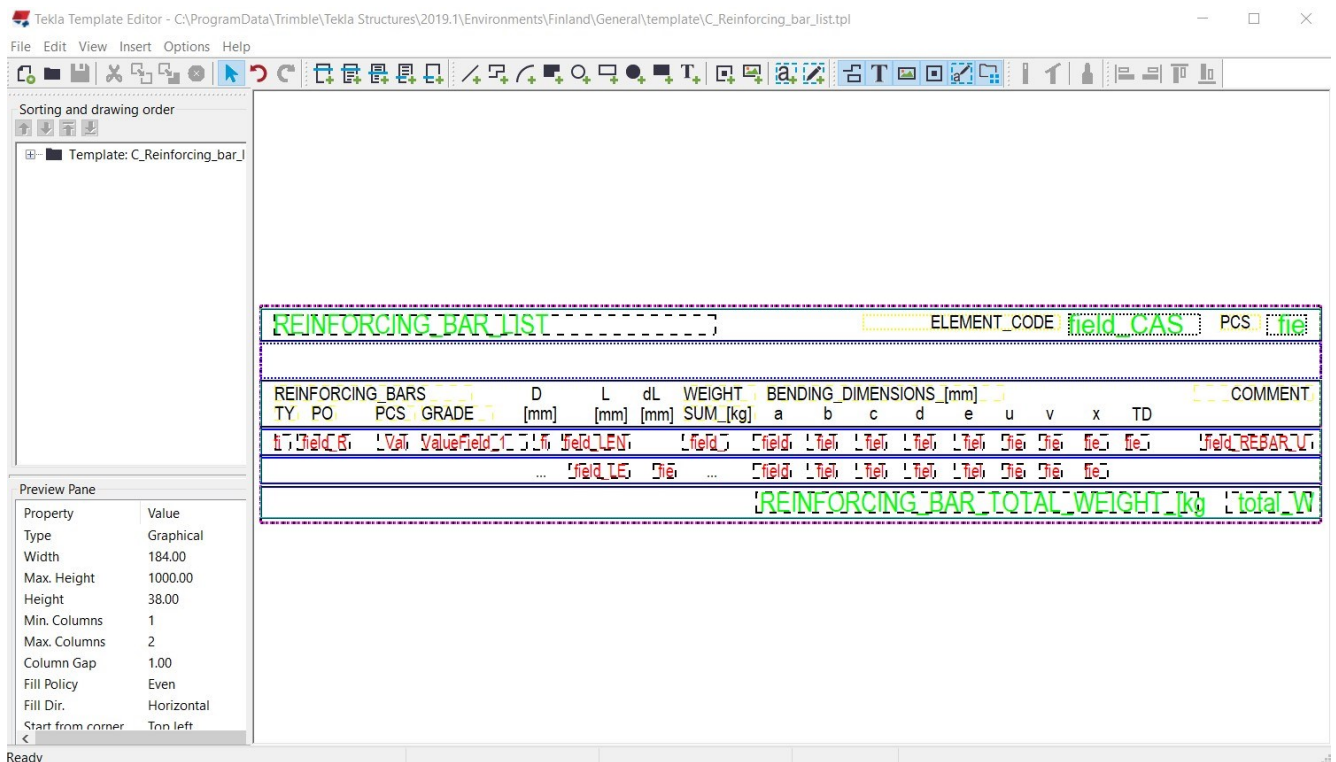
```

Kuvio 7. User.ini (Trimble Solutions Corporation 2019).

6 TEKLA STRUCTURES-OHJELMAN MUOKKAUS ELEMENTTISUUNNITTELUUN

6.1 Templates

Templatet ovat erilaisia pohjia, jotka voivat sisältää kuvioita tai tekstiä tai näitä molempia. Templateja käytetään esimerkiksi raporttipohjina sekä layouteihin valittavina Tableina. Graafiset template-pohjat tallennetaan muotoon .tpl ja ainoastaan tekstiä sisältävät muotoon .rpt. (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 25.11.2021]). Tekla Structures 2019i -version suomessa käytettävän ohjelmaympäristön vakioraudoiteluettelon graafinen template avattuna template editorissa on esitetty kuviossa 8.



Kuvio 8. Raudoiteluettelon template avattuna template editorissa (Trimble Solutions Corporation 2019)

6.2 Cast unit drawing properties

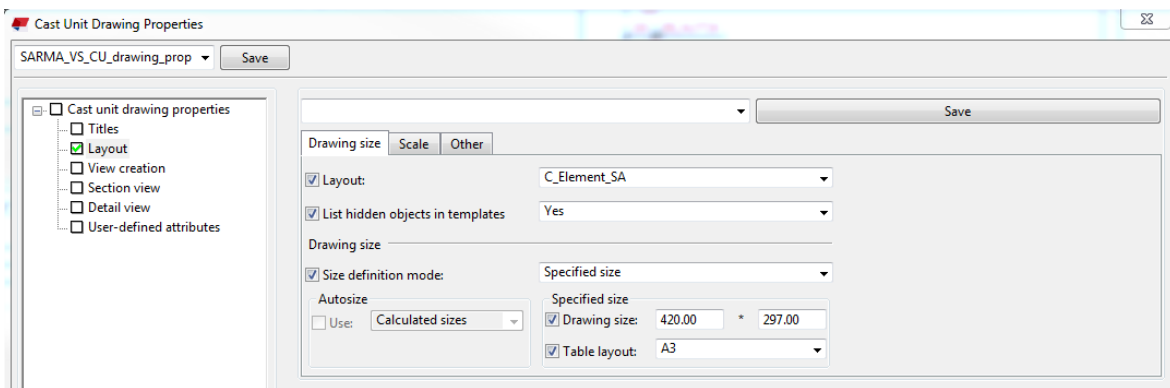
Cast unit drawing properties on valikko, josta voidaan muokata piirustuksen asetuksia. (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 21.11.2021]).

6.2.1 Titles

Name- ja title-kohtiin voidaan syöttää piirustukselle nimi ja erilaisia tarkempia kuvauksia piirustuksen sisällöstä (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 21.11.2021]).

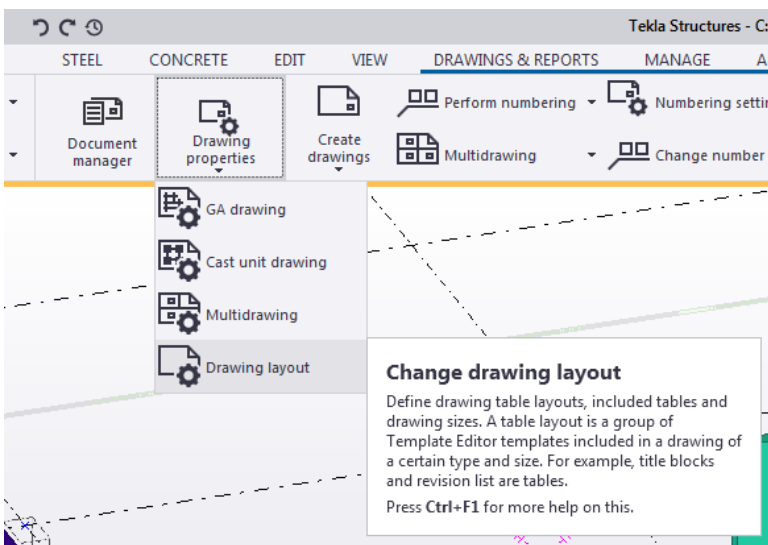
6.2.2 Layout

Kuvion 9 layout-näkymässä voidaan määrittää piirustuksen asetteluun liittyviä asioita (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 21.11.2021]).



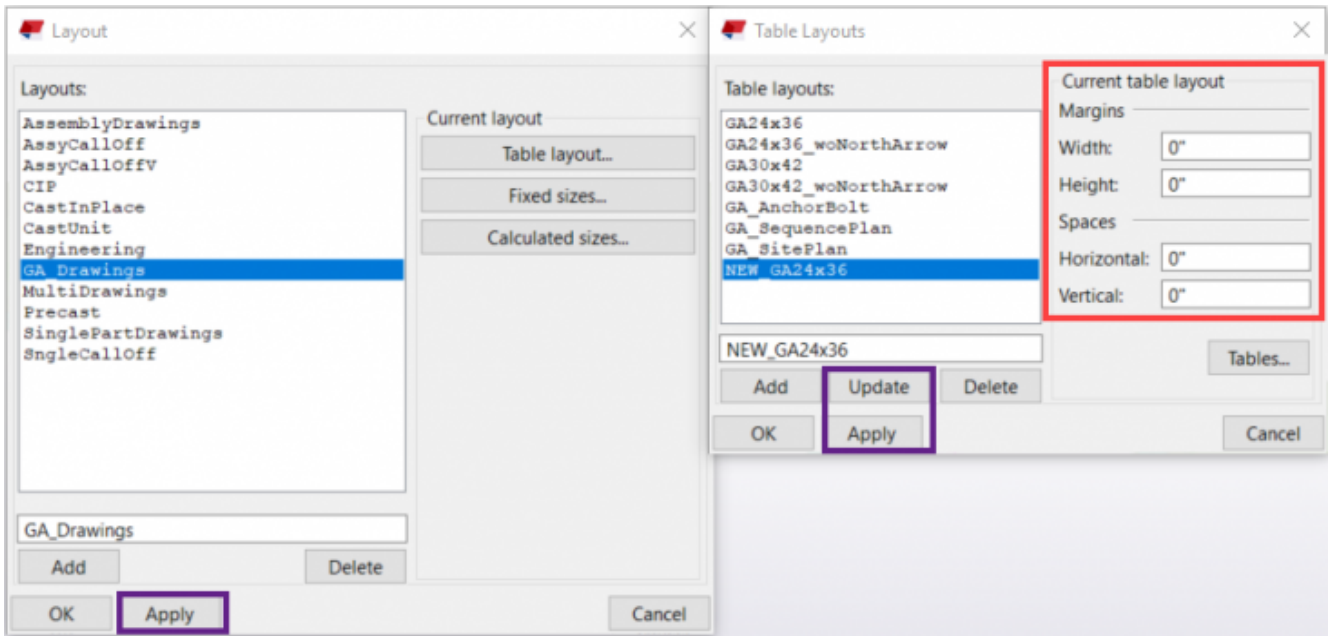
Kuvio 9. Cast unit drawing properties, Layout (Trimble Solutions Corporation 2019)

Näkymässä valitaan esimerkiksi piirustuksen asettelupohja eli layout. Uusi layout-pohja voidaan luoda tai vanhaa voidaan muokata avaamalla Drawing Layout -ikkuna kohdasta Drawing & Reports ja sen alta Drawing Properties (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 6.11.2021]). Edellä mainittu valikko on esitetty kuviossa 10.



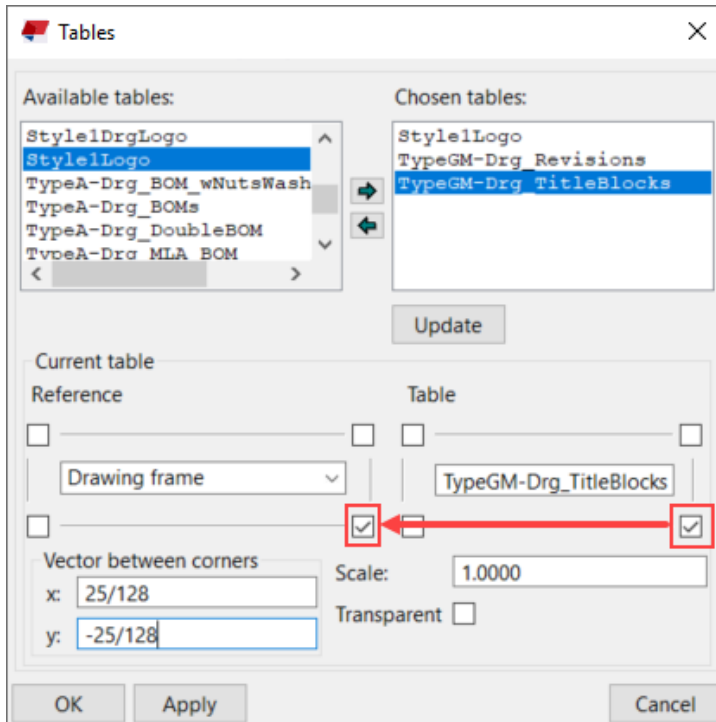
Kuvio 10. Drawing layout (Trimble Solutions Corporation 2019)

Layout-ikkunassa (kuvio 11) voidaan valita käytettävä layout olemassa olevista pohjista tai luoda uusi. Lisäksi layout-ikkunasta voidaan jatkaa Table layouts-ikkunaan (kuvio 11), jossa voidaan myös valita käytettävät Table layoutit tai luoda uusia. (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 31.10.2021]).



Kuvio 11. Layout ja Table Layouts (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 6.11.2021])

Table layout -ikkunasta päästään Tables-ikkunaan (kuvio 12), jossa voidaan valita käytettävät Table layoutit haluttuihin Table layouteihin (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 31.10.2021]).



Kuvio 12. Tables (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 6.11.2021])

6.2.3 View creation

View creation -näkömön kautta voidaan luoda asetukset piirustukseen luotaville näkömille (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 21.11.2021]).

6.2.4 Section view

Section view -näkömön kautta voidaan luoda asetukset piirustukseen luotaville automaattisille leikkausnäkömille (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 20.11.2021]).

6.2.5 Detail view

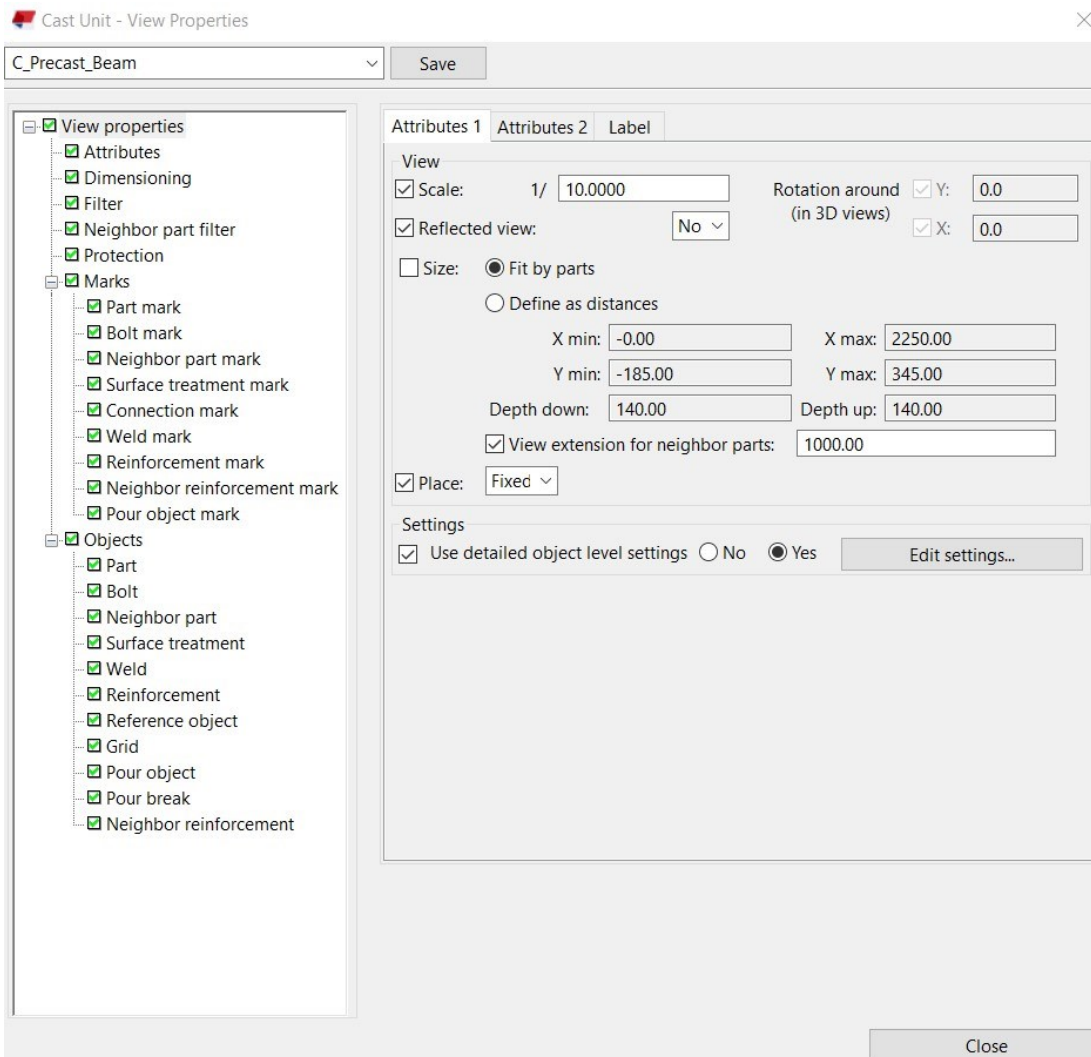
Detail view -näkömön kautta voidaan luoda asetukset detajji-näkömien merkinnöille (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 18.11.2021]).

6.2.6 User-defined attributes

User-defined attributes -näkömässä voidaan lisätä elementin tietoihin manuaalisesti tapauskohtaisesti tarvittavia lisätietoja (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 21.11.2021]).

6.3 View properties

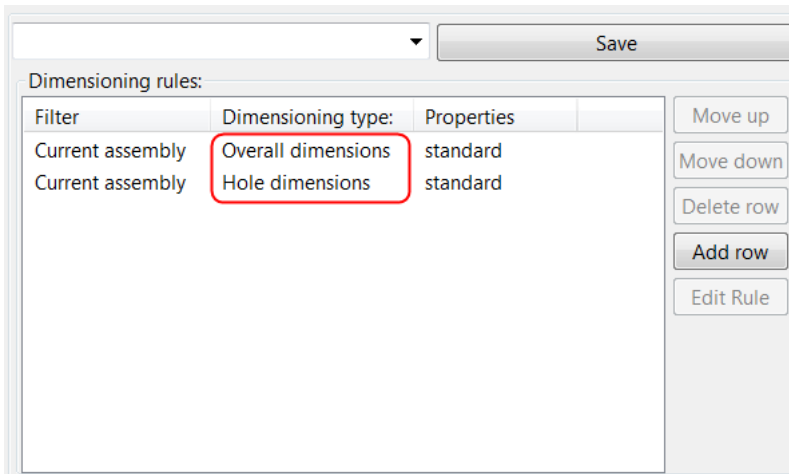
View properties -asetuksiin päästään View creation -näkyvän kautta (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 21.11.2021]). View properties -ikkuna on esitetty kuviossa 13.



Kuvio 13. View properties (Trimble Solutions Corporation 2019)

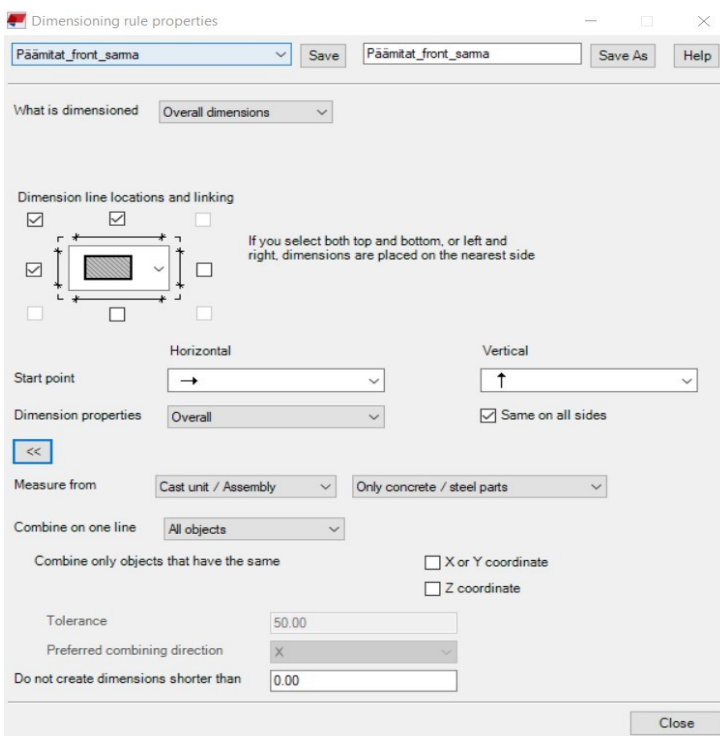
View properties -näkyvän välilehdillä Attributes, Attributes 2 ja Label voidaan asettaa esimerkiksi näkyvän skaalaus, koko ja nimi (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 27.11.2021]).

Dimensioning-ikkunan kautta voidaan määrittää, mitä mitoitetaan ja mistä sekä tarkemmat ominaisuudet mitoitukselle (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 1.11.2021]). Dimensioning-ikkuna on esitetty kuviossa 14.



Kuvio 14. Dimensioning (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 1.11.2021])

Dimensioning rule properties -ikkunaan (kuvio 15) päästään valitsemalla haluttu mitoitussääntö Dimensioning-ikkunassa ja valitsemalla tämän jälkeen Edit rule (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 8.11.2021]).



Kuvio 15. Dimensioning rule properties (Trimble Solutions Corporation 2019)

Filter-ikkunassa voidaan luoda, valita ja tallentaa erilaisia suodattimia. Ikkunassa käyttöön valittu suodatin suodattaa näkymässä osia näkyviin tai pois näkyvistä (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 4.11.2021]). Kyseisessä ikkunassa luotuja ja tallennettuja suodattimia voidaan

käyttää myös esimerkiksi suodattimena sille mitä mitoitetaan (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 8.11.2021]).

Verkkosivun View properties in drawings (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 27.11.2021]) muita view propertiesin kautta muokattavia asetuksia ovat:

- viereisien osien esityksen suodatus asetukset
- asetukset näkymän alueiden suojaukseen mitoilta ja merkinnöiltä
- merkintöjen esityksen asetukset
- osien esityksen asetukset.

6.4 Asetusten tallentaminen master drawing -piirustus pohjaksi

Kun kaikki asetukset on tehty, Drawing properties -ikkunassa syötetään nimi piirustusasetukselle ja tallennetaan. Tallennetut piirustusasetukset tulevat automaattisesti näkymään Master drawing catalog -valikkoon. (Trimble Solutions Corporation, [viitattu 24.10.2021].)

7 PIIRUSTUSTUOTANTOTAPOJEN VERTAILU ELEMENTTISUUNNITTELUSSA

7.1 Manuaalimitoituksen vertaaminen automatisoituihin pohjiin

Manuaalimitoitusta käytettäessä piirustus luodaan yrityksessä käyttämällä sellaista piirustus pohjaa, jossa ei ole mitään automaattimitoitussääntöjä. Tämä piirustus pohja sisältää kuitenkin elementin normaalit paino- ja tilavuustiedot sekä nimiön ja valutarvikeluettelon. Kyseisestä pohjasta puuttuu luettelo elementin tarkemmista ominaisuuksista. Raudoituskäytännöt täytyy manuaalimitoituspohjassa lisätä manuaalisesti ja raudoituspiirustus tehdään loppuun eri ohjelmalla. Manuaalimitoituksessa jokainen mittaviiva ja sen mittapisteet sekä tekstit luodaan yksittellen manuaalisesti samoin kuin muut merkinnät ja tekstit. Manuaalimitoitettua piirustusta voidaan käyttää kloonauspohjana luotaessa piirustusta seuraavasta elementistä. Kloonaattaessa piirustuksia ei tarvitse tehdä jokaista mittaviivaa ja merkintää erikseen alusta asti, mutta kloonnattu piirustus tulee tarkistaa seuraavista syistä:

1. Uuden piirustuksen elementti ei sisällä kaikkea, mitä kloonauspiirustus sisältää ja tästä syystä piirustukseen jää ylimääräisiä mittoja tai väärin pisteisiin mittaavia mittaviivoja.
2. Uuden piirustuksen elementti sisältää jotain, mitä kloonauspiirustuksen elementti ei sisällä, jolloin kyseisen osan mitoitus jää puuttumaan.
3. Valutarvikkeita on elementeissä eri määrä, jolloin piirustuksessa voi olla ylimääräisiä mittapisteitä tai mittapisteitä voi puuttua.
4. Mitat eivät päivyty tai mittaviivat eivät tartu oikeisiin pisteisiin.
5. Mitat, merkinnät ja näkymät ovat väärissä paikoissa tai päällekkäin.

Edellä mainittujen kohtien perusteella tehdään tarvittavat lisäykset, muutokset ja korjaukset kloonaattuihin manuaalimitoituspohjiin.

Automaattimitoituspohjat on luotu siten, että ne sisältävät mitoitussäännöt yleisimmin käytetyille valutarvikkeille ja normaalisti tarvittaville elementin muodoille. Automaattipohjat sisältävät kaikki tarvittavat luettelot, joihin tarvittavat tiedot pohja hakee elementtiin mallinnusvaiheessa syötetyistä tiedoista. Automaattipohjiin on luotu näkymien käynnön helpottamiseksi valmiit asetukset. Piirustus voidaan luoda käyttämällä automaattimitoituspohjan Master drawingia,

jolloin piirustus tekee automaattisesti määrätyt näkymät ja luettelot sekä määrätyt merkinnät ja mitoitukset näkyviin. Piirustus voidaan luoda myös esimerkiksi manuaalimitoituspohjasta tai kloonamalla edellisellä pohjalla ja tämän jälkeen valitsemalla piirustuksen asetuksiksi Cast unit drawing properties -valikosta haluttu tallennettu automaattimitoituspohjan asetus ja päivittämällä piirustus. Automaattimitoituspohjilla luodut piirustukset tulee tarkistaa, jotta voidaan varmistua, että piirustukset sisältävät kaikki tarvittavat mitat ja mittapisteet ovat tarttuneet oikeisiin kohtiin tai osiin. Tarvittaessa lisätään tai muutetaan manuaalisesti mittoja ja merkintöjä. Jos mallin puolella tehdään automaattipohjan mitoitusten manuaalimuutosten jälkeen muutoksia elementtiin, tulee piirustuksen asetukset päivittää Cast unit drawing properties -näkyvässä, jotta mitoitukset päivittyvät, eli toisin sanoen, jotta automaattimitoitus ottaa mallinnetut muutokset huomioon. Tällaisessa tapauksessa mahdolliset manuaaliset mitoitukset katoavat ja ne täytyy tehdä uudelleen.

Seinille tarkoitettulla pohjalla voidaan luoda piirustukset yksi- tai kaksikuorisista sekä eristeellisistä tai eristeettömistä seinä- ja sokkelielementeistä. Muita pohjia käytetään pohjien nimeämisen mukaisille elementeille. Kuviossa 16 on esitetty esimerkkinä seinien automaattimitoituspohjaan luodut mitoitussäännöt. Muilla elementtityypeillä on samoja tai samankaltaisia mitoitussääntöjä käytössä. Näiden mitoitussääntöjen piirustuksiin tuottamat mitat ja merkinnät ovat enimmäkseen toimivia ja oikein.

SARMA_seinä_dimrules			Save
Dimensioning rules:			
Filter	Dimensioning type	Properties	
Current assembly	Hole dimensions	Reiät_dim_rule_prop_S...	Move up
Current assembly	Recess dimensions	Kolo_dim_rule_prop_S...	Move down
Current assembly	Filter dimensions	Vemo_SARMA	Delete row
Current assembly	Filter dimensions	Valutarvike_SARMA	Add row
Current assembly	Filter dimensions	Vaijerilenkit_SARMA	Edit rule
Current assembly	Filter dimensions	Tartuntateräket_SAR...	
Current assembly	Filter dimensions	Sarma_dim_rule_nosto	
Current assembly	Shape dimensions	Reunamuoto_SARMA	
Current assembly	Overall dimensio...	Päämitat_front_sarma	

Kuvio 16. Seinän mitoitussäännöt (Trimble Solutions Corporation 2019)

7.2 Johtopäätökset

Manuaalimitoituspohjiin verrattuna automaattimitoituspohjilla luodut piirustukset ovat luotettavammin saman näköisiä tekijästä riippumatta ja samoin niiden sisältö on luotettavammin oikein

tekijästä riippumatta, koska optimaalisessa tilanteessa tekijän ei tarvitse vaikuttaa merkittävästi piirustuksen sisältöön tai jos tarvitsee, niin tällaisia kohtia on vähemmän.

Piirustuksien luonnin nopeuden kannalta on vaikea sanoa, kumpi tuotantotapa on parempi, koska piirustuksien tuotantonopeus riippuu myös suurelta osin käyttäjän työkokemuksesta, taidoista ja tottumuksista ohjelman parissa. Voidaan kuitenkin todeta, että tapauksissa, joissa elementit ovat erilaisia, mutta eivät liian erikoisia saatetaan automaattimitoituspohjilla pystyä tuottamaan piirustuksia nopeammin, kuin kloonamalla manuaalimitoituspohjia, koska manuaalisten mitoitusten tarve jää vähäisemmäksi. Hyvin samantyyllisistä elementeistä saadaan tuotettua piirustuksia nopeasti ja luotettavasti myös kloonamalla manuaalimitoituspohjia, mutta tässä tapauksessa täytyy ottaa huomioon, että ensimmäisenä luotu manuaalimitoitettu piirustus, jolla kloonataan, täytyy olla täysin oikein tehty. Tässä tapauksessa käyttäjän osaaminen pääsee vaikuttamaan laatuun ja tehokkuuteen enemmän kuin automaattimitoituspohjilla.

8 YHTEENVETO

Kattavasti erilaisissa tilanteissa ja tapauksissa toimivien automaattimitoituspohjien kehittäminen vaikuttaa vaativalta ja aikaa vievältä. Opinnäytetyössä luodut piirustusohjelmat vaativat lisää kehitystä, jotta niiden etu olisi kattavampi. Voidaan kuitenkin todeta, että nyt luoduilla automaattimitoituspohjilla onnistutaan pääsemään tavoitteita kohti yksinkertaisien ja normaalien elementtien tapauksissa. Erikoisempien elementtien kohdalla voitaisiin päästä vielä parempiin tuloksiin panostamalla lisää kehittämiseen. Lisäpanostuksesta saatu hyöty saattaa kuitenkin jäädä vähäiseksi suhteessa kehittämiseen käytettyyn aikaan.

Mallinnusasetusten yhtenäistämällä ja luoduilla ohjeilla (liite 1 ja liite 2) saadaan helpotettua ja selkeytettyä suunnitteluprosessia, koska jokaisella on sama ohjeistus käytössä ja jokaisen ei tarvitse suunnitella itselleen omaa mallinnus- ja piirustustyyliään. Samalla tätä kautta pystytään parantamaan sekä yhtenäistämään piirustusten laatua.

Firmakansion ja uuden aloitusmallin käyttöönoton etu on selkeä asetusten yhtenäistämisen kannalta. Kansioon tallennetut asetukset ovat kaikilla välittömästi käytössä ja varsinainen mallikansio pysyy siistinä sekä sen koko pysyy kohtuullisena, koska uudet ja muutetut asetukset tallennetaan firmakansioon. Lisäksi näitä asetuksia pystytään tarvittaessa helposti ohittamaan sijoittamalla haluttuja asetustiedostoja esimerkiksi mallikansioon.

LÄHTEET

- Barnes, P. 2019. BIM in Principle and in Practice, Third edition. [Verkkokirja]. London: ICE Publishing. [Viitattu 25.10.2021]. Saatavana Knovel Civil Engineering & Construction Materials Academic -palvelusta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Betoni.com. Ei päiväystä. Rakenne- ja elementtisuunnittelu. [Verkkosivu]. [Viitattu 16.11.2020]. Saatavana: <https://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/rakenne-ja-elementtisuunnittelu/>
- Betonia Oy. 23.9.2020. Elementtirakentamisen historia. [Verkkosivu]. [Viitattu 2.12.2021]. Saatavana: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/valmisosarakentaminen/elementtirakentamisen-historia>
- Betonia Oy. 29.9.2020a. Elementtitunnukset, [Verkkosivu]. [Viitattu 2.12.2021]. Saatavana: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/elementtitunnukset>
- Betonia Oy. 29.9.2020b. Mallintava suunnittelu. [Verkkosivu]. [Viitattu 17.11.2020]. Saatavana: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu>
- Betonia Oy. 29.9.2020c. Mallintava suunnittelu. [Verkkosivu]. [Viitattu 17.11.2020]. Saatavana: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu>
- Betonia Oy. 1.10.2020. Runkorakenteet. [Verkkosivu]. [Viitattu 2.12.2021]. Saatavana: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet>
- Betonia Oy. 30.11.2020. Tuoteosakauppa. [Verkkosivu]. [Viitattu 9.3.2020]. Saatavana: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/tuoteosakauppa>
- Betoniteollisuus ry. 2016. BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje_V109. [Verkköjulkaisu]. [Viitattu 16.3.2022]. Saatavana: https://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23982/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje_v109.pdf
- Holzer, D. 2015. The BIM Manager's Handbook, Part 1: Best Practice BIM. [Verkkokirja]. Chichester: Wiley. [Viitattu 25.10.2021]. Saatavana ProQuest Ebook Central -palvelusta. Vaatii käyttöoikeuden.
- RT 10-11066. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 10-11071. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 6. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 1011078. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 13. Helsinki: Rakennustieto.
- Sarmaplan Oy. Ei päiväystä. Yritys. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.11.2021]. Saatavana: <https://www.sarmaplan.fi/>

- Trimble Solutions Corporation. (2019). Tekla Structures. [Ohjelma].
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Add automatic view-level dimensions. [Verkkosivu]. [Viitattu 1.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/dra_add_automatic_view_level_dimensions#GUID-22ADADD8-BA3A-4CCE-A44F-5D9A1B8565E0
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Add master drawings in Master Drawing Catalog. [Verkkosivu]. [Viitattu 24.10.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/dra_adding_master_drawings_to_mdc
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Catalog files. [Verkkosivu]. [Viitattu 2.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/sys_catalog_files
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Create a new drawing layout, add table layouts and tables. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.10.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/dra_creating_new_layout
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Create new filters. [Verkkosivu]. [Viitattu 4.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/gen_filter_objects#GUID-E164BE22-207E-453B-ABB9-695EDFAB929F
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Create project and firm folders. [Verkkosivu]. [Viitattu 5.12.2020]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/sys_project_and_firm_folders
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Creating new Drawing Layouts. [Verkkosivu]. [Viitattu 6.11.2021]. Saatavana: <https://support.tekla.com/article/creating-new-drawing-layouts>
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Data files (.dat files). [Verkkosivu]. [Viitattu 7.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/sys_data_files
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Dimensioning rule properties. [Verkkosivu]. [Viitattu 8.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/dra_dimensioning_rule_properties
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Elementtisuunnittelu. [Verkkosivu]. [Viitattu 9.11.2020]. Saatavana: <https://www.tekla.com/fi/ratkaisut/elementtivalmistajat/elementtisuunnittelu>
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Files related to templates, reports and drawings. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/sys_files_related_to_templates_reports_and_drawings
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Firm Folder. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.11.2020]. Saatavana: <https://support.tekla.com/article/firm-folder>

- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Folder search order. [Verkkosivu]. [Viitattu 12.11.2020]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/sys_folder_search_order
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Image files. [Verkkosivu]. [Viitattu 13.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2020/sys_image_files#GUID-FCA5CBFE-28C1-45A4-91CE-C570DF4BD0F9
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Initialization files (.ini files). [Verkkosivu]. [Viitattu 14.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/sys_initialization_files
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Input files (.inp files). [Verkkosivu]. [Viitattu 15.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/sys_input_files
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Log files. [Verkkosivu]. [Viitattu 16.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/sys_log_files
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Message files. [Verkkosivu]. [Viitattu 17.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/sys_message_files
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Modify detail mark, view label and mark boundary properties in drawings. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/dra_modifying_detail_mark_properties
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Property files. [Verkkosivu]. [Viitattu 19.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/sys_properties_files
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Section view properties. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/dra_section_view_properties
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Settings defined by advanced options. [Verkkosivu]. [Viitattu 12.12.2020]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/sys_advanced_option_types
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Single-part, assembly and cast unit drawing properties. [Verkkosivu]. [Viitattu 21.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/dra_w_a_c_u_drawing_properties
- Trimble Solutions Corporation. Ei päiväystä. Standard files. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/sys_standard_files

Trimble Solutions Corporation. Ei päivystä. Symbol files. [Verkkosivu]. [Viitattu 23.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2020/sys_symbol_files#GUID-C3630515-A572-4DC3-B7EC-FEF5DBC0CB64

Trimble Solutions Corporation. Ei päivystä. Tekla Structures. [Verkkosivu]. [Viitattu 24.11.2020]. Saatavana: <https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures>

Trimble Solutions Corporation. Ei päivystä. Templates. [Verkkosivu]. [Viitattu 25.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/rep_creating_template

Trimble Solutions Corporation. Ei päivystä. Typical initialization files (.ini files) and their reading order. [Verkkosivu]. [Viitattu 26.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/sys_typical_initialization_files_and_their_usage

Trimble Solutions Corporation. Ei päivystä. View Properties in drawings. [Verkkosivu]. [Viitattu 27.11.2021]. Saatavana: https://support.tekla.com/doc/tekla-structures/2019i/dra_view_properties

LIITTEET

Liite 1. Suunnitteluohje betonirakenteille Sarmaplan Oy

Liite 2. Tekla Structures betonielementtien piirustusohjat Sarmaplan Oy

