

YRITYSKOHTAISET PIIRUSTUSPOHJAT

Sandwich- ja väliseinäelementeille

TEKIJÄ: Olli Toikkanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Olli Toikkanen			
Työn nimi Yrityskohtaiset piirustusohjat sandwich- ja väliseinäelementeille			
Päiväys	10.05.2019	Sivumäärä/Liitteet	35/46
Ohjaaja(t) lehtori Viljo Kuusela, Teppo Houtsonen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Insinööritoimisto SRT Oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia Insinööritoimisto SRT Oy:lle yrityskohtaiset piirustusohjat <i>Tekla Structures</i> -tietomallinnusohjelmaan sandwich- ja väliseinäelementeille. Piirustusohjien tarkoitus olisi yhtenäistää yrityksen piirustuksia ryhmien välillä.</p> <p>Työ aloitettiin vertailemalla yrityksen ryhmien piirustuksia. Piirustusten vertailun jälkeen käytiin tilaajan kanssa läpi piirustussisältö. Näiden perusteella mallinnettiin elementit, joiden mukaan laadittiin mallinnusohje <i>Wall Layout</i> -työkalulle. Mallielementeistä tuotettiin piirustukset, joiden asetuksiin säädettiin tarvittavat piirustusasetukset. Piirustusasetukset asetettiin tilaajan toivomusten ja BEC2012-ohjeen mukaiseksi. Tilaaja ja ryhmien projektijohtajat kommentoivat piirustuksia ja näiden mukaan viimeisteltiin piirustusohjat yritykselle.</p> <p>Tuloksena saatiin tuotettua Insinööritoimisto SRT Oy:lle <i>Wall Layout</i> -mallinnusohje elementtien mallintamiseen, piirustusohjat sandwich- ja väliseinäelementeille sekä valmiit asetukset piirustusohjille.</p>			
<p>Avainsanat</p> <p>Tekla Structures, piirustus, piirustusasetukset</p>			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Olli Toikkanen			
Title of Thesis Company Specific Drawing Templates for Sandwich and Separating Walls			
Date	10 May 2019	Pages/Appendices	35/46
Supervisor(s) Mr Viljo Kuusela, Senior Lecturer, Mr Teppo Houtsonen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Insinööritoimisto SRT Oy			
<p>Abstract</p> <p>The goal of this thesis was to produce a company specific drawing template for sandwich and separating wall elements for Insinööritoimisto SRT Oy by using the Tekla Structures building information modeling software. The purpose of the drawing templates was to standardize the company drawings between the project groups in the company.</p> <p>The work was started by comparing the drawings of the company's project groups. Then, the goal of the drawing templates was planned with the client. With these guidelines, sample elements for sandwich and separating wall elements were created. Alongside with modeling these elements, a Wall Layout modeling guide was created. The drawings were created from these sample elements. The drawing properties in the templates were set to comply with the client's guidelines and BEC2012 regulations. The client and the project group managers commented the drawings and the drawing templates were created according to these comments.</p> <p>As a result of this thesis, a Wall Layout modeling guide, drawing settings and drawing templates for sandwich and separating walls were created for Insinööritoimisto SRT Oy.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Tekla Structures, drawing, drawing properties</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet	6
1.2	Insinööritoimisto SRT Oy	6
2	TIETOMALLINTAMINEN	7
2.1	Yleiset tietomallivaatimukset 2012	7
2.2	BEC 2012, Elementtisuunnittelun mallinnusohje	7
2.2.1	Elementtien perustiedot.....	8
2.2.2	Sandwich-tyyppisten elementtien tiedot.....	8
2.2.3	Yksikuorisen seinäelementin tiedot.....	9
2.2.4	Valutarvikkeiden mallinnus ja taulukointi	9
2.3	BEC 2012 Ohje tietomallipohjaisille elementtipiirustuksille.....	10
3	TEKLA STRUCTURES -PIIRUSTUKSET.....	12
3.1	Yleistä elementtien mallintamisesta	12
3.2	<i>Tekla Structures</i> -ohjelman piirustukset ja piirustusasetukset.....	13
3.2.1	Cast Unit drawing properties.....	14
3.2.2	View properties.....	15
3.2.3	Drawing part properties.....	16
3.3	Filtterit ja Object level settings.....	17
3.3.1	Filtterit eli suodattimet.....	17
3.3.2	Object level settings	20
4	PIIRUSTUSTEN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET	22
4.1	Piirustusten vertailu	22
4.1.1	Yleistä	22
4.1.2	Etusivu	23
4.1.3	Mitoitussivu	23
4.1.4	Raudoitussivu	23
4.1.5	Muut sivut	23
4.2	Tavoiteltavan piirustuksen suunnittelu	24
5	WALL LAYOUT -MALLINNUSOHJE	25
6	PIIRUSTUSPOHJAN LAADINTA.....	26

6.1	Cast unit drawing.....	26
6.2	Kloonaaminen.....	27
6.2.1	Piirustusten kloonaaminen	27
6.2.2	Kloonaaminen toisesta mallista	28
6.2.3	Master Drawing Catalog	28
6.3	Piirustuksen automaattinen mitoitus.....	30
7	YHTEENVETO JA POHDINTA	33
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	34
	LIITE 1: RAUDOITETUT S- JA V-ELEMENTIT	35
	LIITE 2: DWG-RAUDOITETUT S- JA V-ELEMENTIT	39
	LIITE 3: MALLIELEMENTIN MITOITUKSEN FILTTERIT	43
	LIITE 4: WALL LAYOUT- MALLINNUSOHJE:SALATTU	47

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheen on tarjonnut Insinööritoimisto SRT Oy. Työ on jatkoa aiemmille yritykselle tehdyille insinööritöille. Opinnäytetyön tarkoitus on edesauttaa, nopeuttaa ja tehostaa seinäelementtien piirustusten laadintaa.

1.1 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet

Insinööritoimisto SRT Oy työskentely tapahtuu useista projektiryhmistä, joiden tuottamien elementti-piirustuksien esitystavoissa on eroja. Tämä on tutkimusongelma, johon etsitään ratkaisua. Keskeisenä tavoitteena on tutkia ryhmien välisiä piirustuksia väliseinä- ja sandwich-elementeistä. Tutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa eroavaisuudet piirustuksissa ja löytää yhtenäinen linja piirustuksien esitystapoihin yhdessä tilaajan kanssa. Tämän jälkeen on tarkoitus laatia elementtipiirustuksille piirustusohjeita, jotka sisältävät ainakin automatisoidun mitoituksen päämitoille, valutarvikkeille ja aukoille. Tavoitteena on myös laatia seinäelementtien mallinnusohje.

Lisäksi työn tavoitteena on selvittää, miten näihin tuloksiin päästään eri tavoin mallintamalla. Tämä toteutetaan mallintamalla sama seinä eri tavoin esimerkiksi, käyttämällä *Wall Layout*-työkalua ja mallintamalla samalainen seinä perusobjekteilla (concrete panel). Työ on rajattu siten, että piirustusohjeita laaditaan yleisimmille elementeille, joista projektin aikana laaditaan eniten kuvia, eli tässä tapauksessa sandwich- ja väliseinäelementeille.

1.2 Insinööritoimisto SRT Oy

Insinööritoimisto Savon Rakennetekniikka on vuonna 1984 Kuopiossa perustettu insinööritoimisto. Yritys tunnetaan nykyään nimellä Insinööritoimisto SRT Oy. Päätoimiala toimistolla on rakennesuunnittelu sekä siihen liittyvät kehitys- ja tutkimustoiminta. Insinööritoimisto SRT Oy:n toimipiste sijaitsee Kuopiossa. Yritys kuuluu jo vuodesta 1999 Rating Alfaan korkeimpaan luottoluokitukseen. Yrityksen suunnittelualoihin kuuluvat myös elementtisuunnittelu, jännitetyt rakenteet, tuotekehitys, tietomallinnus ja rakennesuunnitelmien ulkopuolinen tarkastaminen. (Insinööritoimisto SRT Oy.)

2 TIETOMALLINTAMINEN

Tietomallia tuottaessa tulee noudattaa yhteiseksi asetettuja ohjeita. Tämä tarkoittaa, että objektit tulisi mallintaa niille tarkoitettulla työkalulla. Tämä takaa sen, että malli toimii ja piirustusten tuottaminen mallissa onnistuu. Elementtejä mallintaessa tärkeitä asioita ovat mm. kappaleiden *GUID*, *prefix*, *material* ja *class*. Näiden avulla pystytään tunnistamaan mistä kappaleesta on kyse. Jotta olisi mahdollista tuottaa *Teklassa* yhtenäisiä piirustuksia, tulee mallinnus toteuttaa yhteisiä asetuksia, ohjeita ja sääntöjä noudattaen. Näitä ovat laatineet Yleiset tietomallivaatimukset 2012 ja BEC 2012.

2.1 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 on kattava aineisto tietomallinnukseen. Yleiset tietomallivaatimukset koostuvat 14 osasta. Osat sisältävät *Yleisestä osuudesta* eri suunnittelijoiden osuuksiin esimerkiksi *arkkitehti-* ja *rakennesuunnittelu*, *laadunvarmistus*, *määrälaskenta* ja *tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa*. (YTV 2012, Osa 1.)

YTV 2012 osassa 5 käsitellään rakennesuunnittelua. Tässä osassa käydään läpi mitä vaatimuksia ja ohjeita on asetettu rakennesuunnittelulle tietomallinnuksessa. Osassa 5 käsitellään mallin tarkkuuden sisältövaatimuksia, sillä ne muuttuvat suunnitteluvaiheittain. Osa 5 sisältää liitteen, jossa käydään läpi suunnitteluvaiheittain millä tarkkuudella rakennusosat tulee mallintaa. (YTV 2012, Osa 5.)

Tässä työssä käsitellään vain elementtirakenteita, joten YTV 2012, Osa 5 -aineiston sisältöä ei päästä hyödyntämään parhaalla mahdollisella tavalla. Ohjeistuksessa on mainittu vain tarkkuus, jolla elementit tulee mallintaa ilman tarkempaa ohjeistusta. Ohjeistus on tarkoitettu laajempiin kokonaisuuksiin. Työn tuotokset painottuvat toteutussuunnittelun mukaiseen tarkkuuteen.

2.2 BEC 2012, Elementtisuunnittelun mallinnusohje

BEC 2012 -ohje valmistui samana vuonna Yleiset tietomallinnusvaatimukset 2012:n kanssa ja siitä julkaistiin viimeisin versio 1.09 vuonna 2016. BEC 2012 -ohje toimii tarkentavana ohjeena, siitä miten mallinnus tapahtuu. Ohjeet sisältävät myös selityksen siitä, miten rakennusosien valutarvikkeet mallinnetaan ja taulukoidaan. BEC-projektin tavoite on kehittää tietomallinnusta, betonielementtien 3D-suunnittelua ja tiedonsiirtoa. Projektia kehittävät yhdessä *Tekla Oyj*, betonielementtiteollisuus ja rakennesuunnittelijat. (BEC 2012, Elementtisuunnittelun mallinnusohje.)

BEC-ohjeistuksen päätavoite on asettaa tiettyjä sääntöjä ja ohjeita betonielementtien tietomallinnukselle. Tarkoitus on luoda oikeata sisältöä, riippumatta siitä millä työkalulla tulisi mallintaa missäkin osassa. Yhteisiä sääntöjä ja ohjeita noudattamalla mallien tulisi olla samankaltaisia riippumatta mallintajasta tai toimistosta. (BEC 2012, Elementtisuunnittelun mallinnusohje.)

BEC 2012 sisältää hyvät ohjeet työlle. Ohjeissa on selvästi esitetty, miten elementti tulee olla mallinnettu ja mitä tietoja elementistä vaaditaan, jotta siitä on hyötyä elementin valmistajalle. Työtä varten perehdytään perustietoihin mallintamisessa ja elementtikohtaiset tiedot mitä tulee huomioida. Elementit sisältävät yleensä valutarvikkeita, joten tutkitaan myös niihin liittyviä ohjeita, jotka BEC 2012 tarjoaa.

2.2.1 Elementtien perustiedot

Seuraavat asiat tulee löytyä kaikista mallissa esiintyvissä elementeistä, jotta betonielementtiteollisuus saa tarvitsemansa tiedot elementtien tuotantoon (BEC 2012, Elementtisuunnittelun mallinnusohje):

- elementtitunnus/piirustus
- tyyppitunnus
- elementinsarjanumero
- tuotantosarjanumero
- elementtien lukumäärä
- ID (GUID)
- juoksevanumero (ACN)
- asennuslohko
- kerros
- tuotetyyppi
- rasitusluokka (sisäkuori)
- rasitusluokka ulkokuori
- suunniteltu käyttöikä
- paloluokka.

2.2.2 Sandwich-tyyppisten elementtien tiedot

Sandwich-elementtien yleiset elementtitunnukset ovat AN, AS, AR, S, R, SKR, RKR, NK ja N. Sandwich-elementti tulee mallintaa siten, että se sisältää seuraavat asiat (BEC 2012, Elementtisuunnittelun mallinnusohje):

- pituus, korkeus ja paksuus
- maksimipituus, -korkeus ja -paksuus
- sisäkuoren, eristeen ja ulkokuoren paksuus
- sisä- ja ulkokuoren tilavuus
- paino
- pinta-ala, brutto ja netto
- aukot
- pintakäsittelyt (Sopimuksen mukaan).

2.2.3 Yksikuorisen seinäelementin tiedot

Yksikuoristen elementtien yleiset elementtitunnukset ovat V, VSP, SK, RK, KE, AV, TKE, M JA Z. Yksikuorinen seinäelementti tulee mallintaa siten, että se sisältää seuraavat asiat (BEC 2012, Elementtisuunnittelun mallinnusohje):

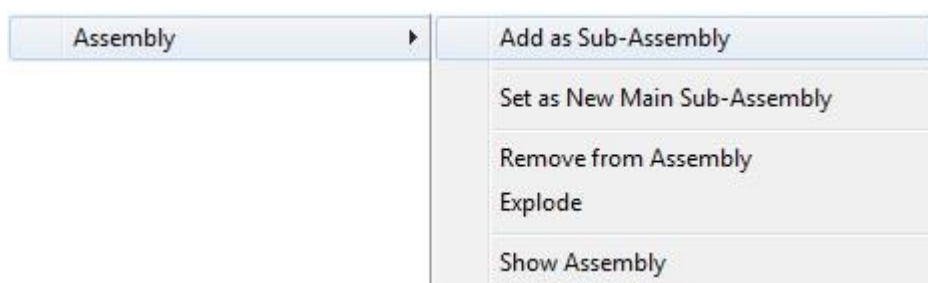
- pituus, korkeus ja paksuus
- paksuus (pääosan)
- maksimipituus, -korkeus ja -leveys
- tilavuus
- paino
- pinta-ala, brutto ja netto.

TS-ohjeena on, että elementin pääosa tulee mallintaa *concrete panel*-työkalulla. Elementissä olevat konsolit tai muut objektit, jotka lisäävät elementin paksuutta, tulee mallintaa erillisinä objekteina. Tämä siksi, jotta elementin pääosasta saadaan betonikuoren oikea paksuus. Elementin pituutta ja korkeutta on mahdollista muuttaa leikkaamalla pääosaa tai mallintamalla erillinen objekti elementtiin. (BEC 2012, Elementtisuunnittelun mallinnusohje.)

2.2.4 Valutarvikkeiden mallinnus ja taulukointi

Elementissä tulee olla mallinnettu kaikki tarvittavat valutarvikkeet. Valutarvikkeet tulee olla listattuna taulukkoon oikeilla yksiköillä ja tuotteen tiedoilla. Esimerkiksi tartuntalevyt kappaleittain ja eristeet pinta-alan mukaan. (BEC 2012, Elementtisuunnittelun mallinnusohje.)

Valutarvikkeita lisätään yleensä elementteihin sen mukaan, onko tarvikkeesta tehty komponentti. Yleensä lisäys tapahtuu valitsemalla kappale hiiren oikealla painikkeella, valitaan valikosta *Assembly* -> *Add as Sub-Assembly* (kuva 1). Seuraavaksi valitaan elementti, johon tarvike lisätään. On myös työkaluja, joita käyttämällä työkalu itse lisää valutarvikkeet elementteihin.



Kuva 1. Assemblyn valinta (Toikkanen 2019)

Valutarvikkeita mallintaessa tulee huomioida tarvikkeen arvo mikä asetetaan *class-attribute* kohtaan. *Tekla Structures* määrittää tämän avulla raportoitavan tarvikkeen yksikön ja sen tiedot. Mallintaessa SBKL-tartuntalevyä, *classin* arvoksi tulee asettaa 100. Tarvikeluettelossa lukee tämän jälkeen SBKL

100 x 100 1 kpl (*tarvikkeen nimi, materiaali, UDA: Product description ja yksikkö*). Mikäli materiaa-
liksi on asetettu *Undefined*, materiaali ei ole listattuna tarvikkeissa. (BEC 2012, Elementtisuunnitte-
lun mallinnusohje.)

BEC 2012 hankkeessa tuotettiin mallipiirustuksia tietomallipohjaisesti. Piirustukset on tarkastanut ja
hyväksynyt elementtiteollisuus. Tämä mahdollistaa piirustusten käytön esimerkkeinä, kun piirustuk-
sia tuotetaan. Piirustusten tärkeimmät asiat ovat (BEC 2012, Elementtisuunnittelun mallinnusohje):

- yleisilme sekä luettavuus
- näkymät sisältöineen
- mitoitusperiaatteet
- taulukot, niiden rakenne ja sisältö
- raudoite- ja tarviketunnukset
- katsomissuunnat.

Mallipiirustukset ja TS-mallit liittyen piirustuksiin löytyvät elementtisuunnittelu.fi -sivuilta kohdasta
mallipiirustukset. (BEC 2012, Elementtisuunnittelun mallinnusohje.)

2.3 BEC 2012 Ohje tietomallipohjaisille elementtipiirustuksille

Ohjeet tietomallipohjaisille elementtipiirustuksille sisältävät työlle oleellisia asioita, joita on otettava
huomioon tuottaessa piirustuksia. Ohjeet on laadittu BEC 2012 -mallipiirustusten tueksi. Ohjeet
sisältävät huomioitavia asioita elementtityypeittäin. Työtä varten käydään läpi yleiset asiat ja seiniin
liittyvät ohjeet.

Yleisiä asioita, joita piirustuksissa tulee noudattaa (BEC 2012, Ohje tietomallipohjaiselle elementtipi-
rustuksille):

- mittojen fontit (päämitat 4 mm, muut mitat 3 mm)
- leikkausnäkyvien syvyyspienä
- yksinkertaisessa elementissä on mahdollista näyttää mittanäkymässä olevat raudoitukset
- muussa tapauksessa pyritään erillisiin mitta- ja raudoitusnäkyymiin
- betonissa ei tarvitse esittää rasterointia.

Seinäelementteihin liittyviä ohjeita, joita tulee huomioida piirustuksissa

- elementin valutarvikkeet mitoitetaan relatiivisillä mitoilla
- yksikuorisen elementin piirustuksen mittanäkymässä voi esittää myös raudoitukset.

Yleiset huomiot ja merkinnät sandwich-elementeissä ovat katsomissuunta, muottipinta ja raudoitus-
näkyvien nimeäminen. (BEC 2012, Ohje tietomallipohjaiselle elementtipiirustuksille)

Sandwich-elementtien vaativuus tulee huomioida piirustusta tuottaessa. Vaativuuteen vaikuttaa ele-
mentin geometria ja varustelu. Geometrialtaan ja varustelultaan vaativissa elementeissä, kuten mo-
niaukkoisessa kantavassa elementissä, tehdään näkymät mitoitukselle ja raudoitukselle. Mittanäky-
mässä on mitoitettu valutarvikkeet ja elementin muoto. Näissä elementeissä raudoituksille tehdään

erilliset näkymät molemmille kuorille. Raudoitenäkymissä tulee piilottaa eristeenlisäksi muut kuoret, jotta piirustusta on helpompi tarkastella. Geometrialtaan ja varustelultaan melko vaativissa elementeissä, kuten sokkelielementti, sisäkuoren raudoitukset esitetään myös mittanäkymässä. Ulkokuoren raudoituksista tuotetaan erillinen näkymä, jossa on piilotettu sisäkuori ja eriste. Helpoissa elementeissä, kuten yksiaukkoinen elementti, ei tarvitse esittää erillistä rauditusnäköä. Mitoitussivulla esitetään sisäkuoren raudoitukset. Leikkausnäkössä esitetään ulkokuoren raudoitukset sekä verkot. (BEC 2012, Ohje tietomallipohjaiselle elementtipiirustuksille)

3 TEKLA STRUCTURES -PIIRUSTUKSET

Hyvä piirustus vaatii oikein mallinnetun kappaleen. Mallintaessa tulee noudattaa YTV2012- ja BEC 2012-ohjeita, sillä ne toimivat yhteisinä pelisääntöinä mallintamiselle. Mallintaessa tulee huomioida kappaleeseen asetettavat tiedot.

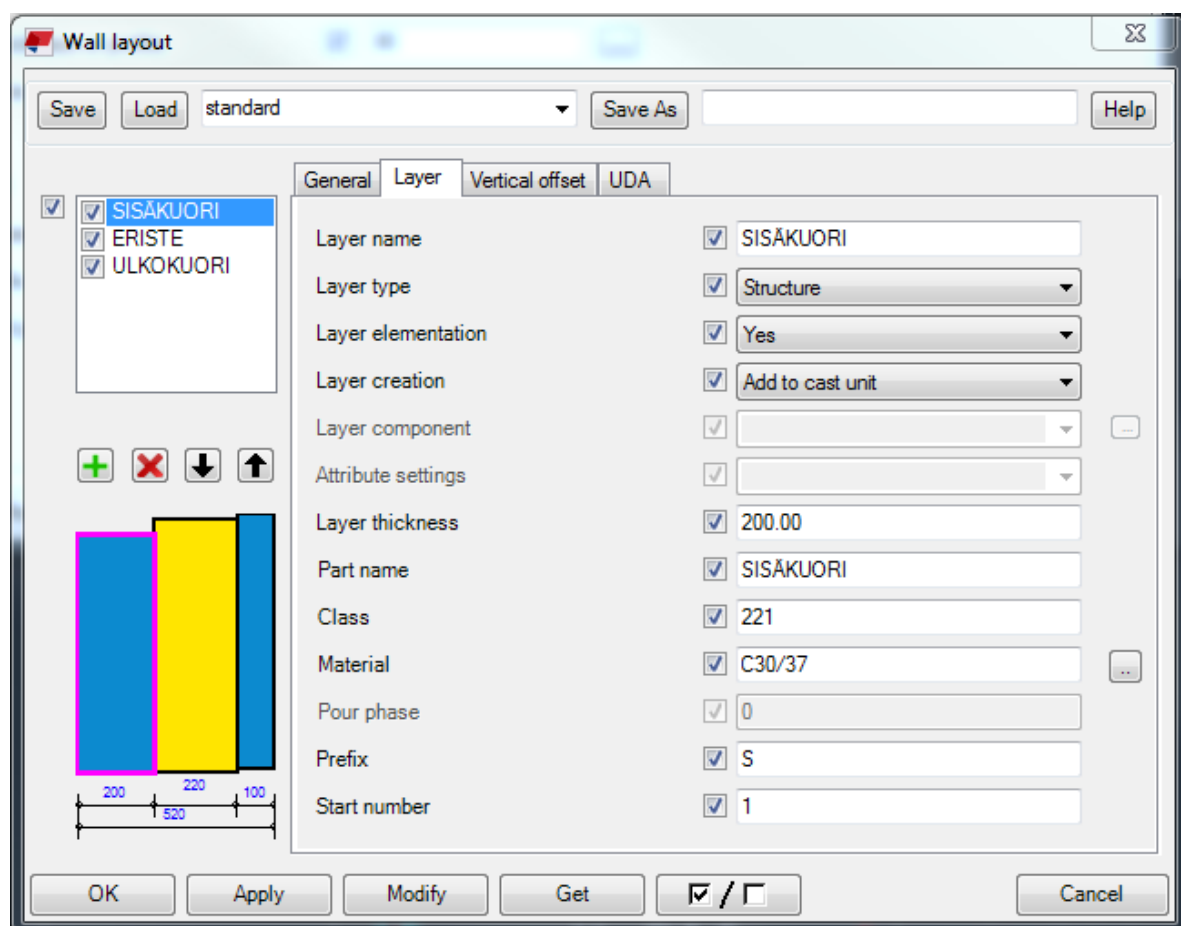
Tekla Structures piirustusasetukset on jaettu kolmeen osaan. *Cast unit drawing properties* määrittää suurimmat linjat piirustukselle. Näihin kuuluvat esimerkiksi piirustuksen koko ja taulukot. *View properties* eli näkymäasetukset määrittävät piirustuksen näkymän asetukset. Näissä asetuksissa määritetään esimerkiksi näkymän skaalaus, mitoitus ja filitöinti. *Drawing part properties* -asetuksissa pystytään määrittämään yksittäisen objektin asetuksen näkymän sisällä, kuten objektin rasterointi, väri ja piilotettujen viivojen näkyvyys.

3.1 Yleistä elementtien mallintamisesta

Elementit tulee mallintaa niille tarkoitetuilla työkaluilla. Tämä tarkoittaa sitä, että seinä tulee mallintaa esimerkiksi *panel*, *Wall Layout* tai vastaavilla työkaluilla. Näin tekemällä ohjelma osaa tulkita objektit oikeina kappaleina.

Kappaletta mallintaessa ohjelma luo kappaleelle *GUID* -tunnisteen. *GUID* tulee sanoista *Globally unique identifier*, joka tarkoittaa kappaleen yksilöllistä tunnistetta. *GUID*-tunnistetta käytetään yleisesti numerointiin tietomallinnusohjelmistossa. YTV 2012-ohjeissa on ohjeistettu, että tunniste tulisi säilyttää muuttumattomana. *GUID*-tunnisteen sisältämää kappaletta tulisi mieluummin muuttaa, kuin poistaa, koska malli tuottaisi uudelle kappaleelle uuden *GUID*-tunnisteen. Muokkaamalla alkuperäistä osaa mallissa säilyy tieto osasta ja siihen tapahtuneista muutoksista.

Mallintaessa esimerkiksi väliseinäelementti *concrete panel* -työkalulla, tulee tarkastaa objektin asetukset. Tarkasteltaviin asioihin kuuluu *ACN*, *Prefix*, *Class*, *material*, *kerrostiedot* ja *UDA*-tiedot (kuva 2). Yrityksen nimämisohje sisältää yleensä *prefixin* ja *classin*, jota mallintaessa tulee käyttää. *Prefixin* ja *ACN* avulla saadaan esitettyä mikä ja monesko kappale on kyseessä. ESIM. S-5 tarkoittaa sandwich-elementtiä ja 5 kertoo mikä on kappaleen numero *ACN*-numeroinnin mukaan. *ACN-Assembly Control Number* on numerointitapa, jota on sovittu käytettäväksi *betonielementtien yksilöllisenä tunnistenumeron*ä. *ACN*-numerointi on helpompi tapa numeroida samantyyppisiä elementtejä.



Kuva 2. *Class, Material, Prefix Wall Layout*-valikossa (Toikkanen 2019)

Classin (luokka) avulla voidaan määrittää kappaleen visuaalisen esitystavan lisäksi kappaleen meta-tietoja eli määrittävää tietoa kappaleesta. *Classia* voidaan myös käyttää ohjelmassa esimerkiksi filteröintiin. Objektien *classit* on yleensä määritetty yrityksen nimeämishojeessa. *BEC 2012 elementti-suunnittelun mallinnusohje* sisältää valutarvikkeiden *class*-ohjeistuksen.

Material-kohtaan syötetään kappaleen materiaali. Kappaleen materiaalitietoa pystytään käyttämään myös objektien suodattamisessa. Lisäksi kappaleen materiaali määrää piirustuksissa kappaleen rasteroinnin.

Mallintaessa on mahdollista asettaa kappaleille kerros- ja lohkotietoja. Näiden avulla voidaan rajata mallin kohteet lohkoihin ja kerroksiin. Tietoja voi hyödyntää muun muassa tasopiirustusta tehdessä filtertoimalla näkymän siten, että näkymässä on esitetty vain esimerkiksi ensimmäinen kerros.

3.2 Tekla Structures-ohjelman piirustukset ja piirustusasetukset

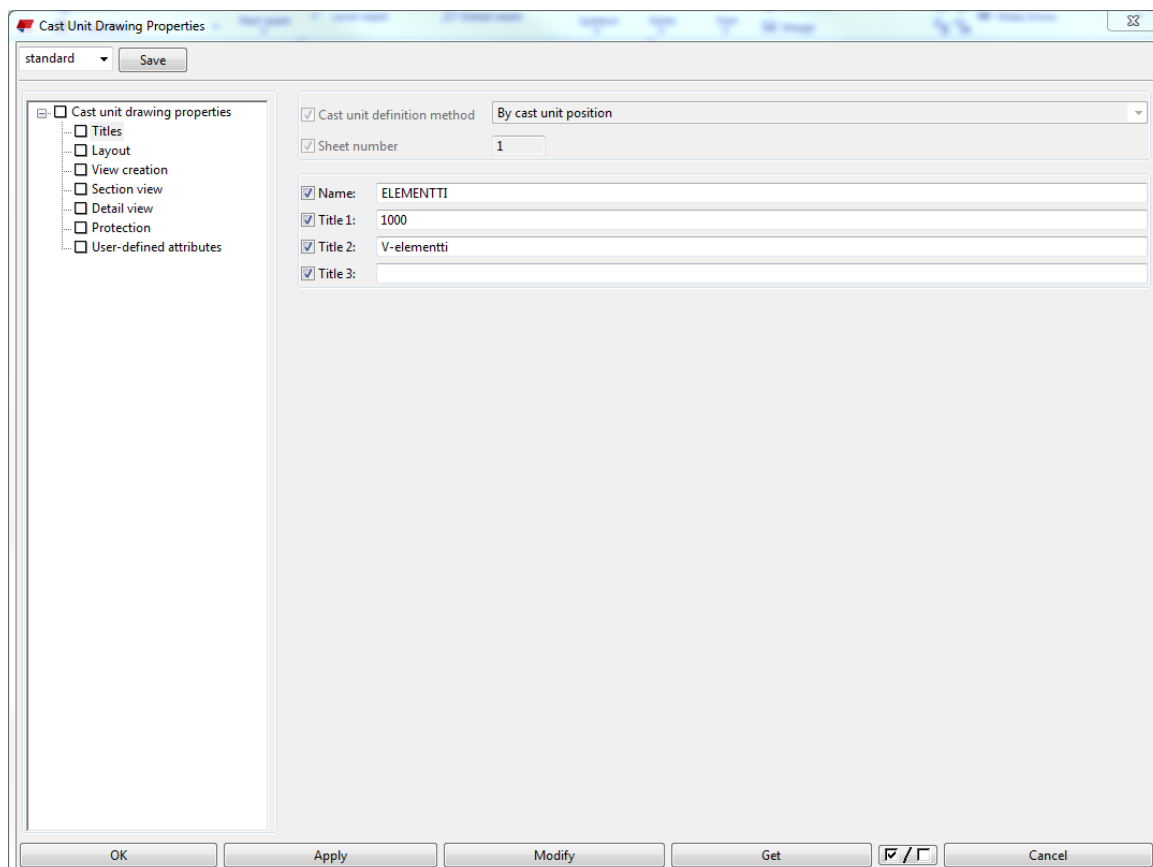
Elementtipiirustus tuotetaan valitsemalla TS-ohjelman *ribbon*-valikosta *Drawings & reports* -> *Drawing properties* -> *cast-unit drawing*. Piirustusta tuottaessa tulee tarkastaa *Cast Unit Drawings*-asetukset. Mikäli kohteessa on paljon samantyyllisiä kappaleita, on mahdollista kloonata piirustus eli toisin sanoen tuotetaan uusi piirustus käyttämällä valmiin piirustuksen asetuksia.

Piirustus perustuu eri hierarkiassa oleviin asetuksiin. *Cast Unit drawing* sisältää yleiset asteukset ja ne määräävät piirustusta tuotaessa piirustuksen koon, esitystavan, näkymät, leikkaukset yms. Seuraavana hierarkiassa on *View properties* eli näkymän asetukset. Näissä asetuksissa on mahdollista määrittää näkymästä mitä ja miten objektit näkyvät. *Drawing part properties* ovat näkymän sisällä olevan objektin omat asetukset. Näissä asetuksissa on mahdollista säätää valitun kappaleen esitystapaa. Lähtökohtaisesti on parempi säätää kappaleen visuaalista esitystä *View Properties* dialogi *laatikon object level settings* kohdasta, jotta näkymä toimisi muutoksia tehdessä.

3.2.1 Cast Unit drawing properties

Cast unit drawing properties valikossa (kuva 3) määritetään piirustuksille perusasetukset. *Cast unit drawing properties* valikkoon voi tallentaa piirustusohjat valmiiksi, joita voidaan hyödyntää piirustuksia tuotaessa. Tämä edellyttää, että muissa näkymissä on asetettu asetukset valmiiksi ja tallennettu. Lisäksi elementti tulee olla mallinnettu siten, että laaditut asetukset toimivat.

- *Titles* -välilehdellä voidaan määrittää elementille otsikot ja mitä piirustuksen taulukoissa ilmoitetaan. *Name*- kohdassa määritetään kappaleen nimi, *Title 1* kohdassa on tässä tapauksessa ilmoitettu piirustusnumero, *Title 2* kohdassa on ilmoitettu minkä tyyppinen elementti on kyseessä, tässä tapauksessa väliseinäelementti.
- *Layout* -välilehdellä määritetään piirustuksen esitystapa. *Layout* kohtaan on määritetty yleensä yrityksen oma piirustuksen esitystapa esimerkiksi elementti 3*A3 mikä tarkoittaa, että kuva koostuu kolmesta kappaleesta A3 piirustuksesta. *Drawing sizessa* on mahdollista muuttaa piirustuksen kokoa. Tätä on mahdollista muuttaa esimerkiksi neljään kuvaan ruutuasetelmassa säätämällä *Drawing size* sen mukaisesti ja säätämällä *Template editorissa* tarvittavat asetukset.
- *View creation* välilehdellä määritetään laaditut näkymät piirustukselle
- *Section view* välilehdellä määritetään leikkausten attribuutit, kuten leikkauksen syvyys, leikkauksen merkit ja nimeäminen.
- *Protection* välilehdellä määritetään merkintöjen ja mittojen esitys. Tässä on mahdollista säätää, etteivät linjat mene päällekkäin.
- *User-defined attributes* välilehdellä on mahdollista määrittää omia asetuksia ja sääntöjä piirustukselle.



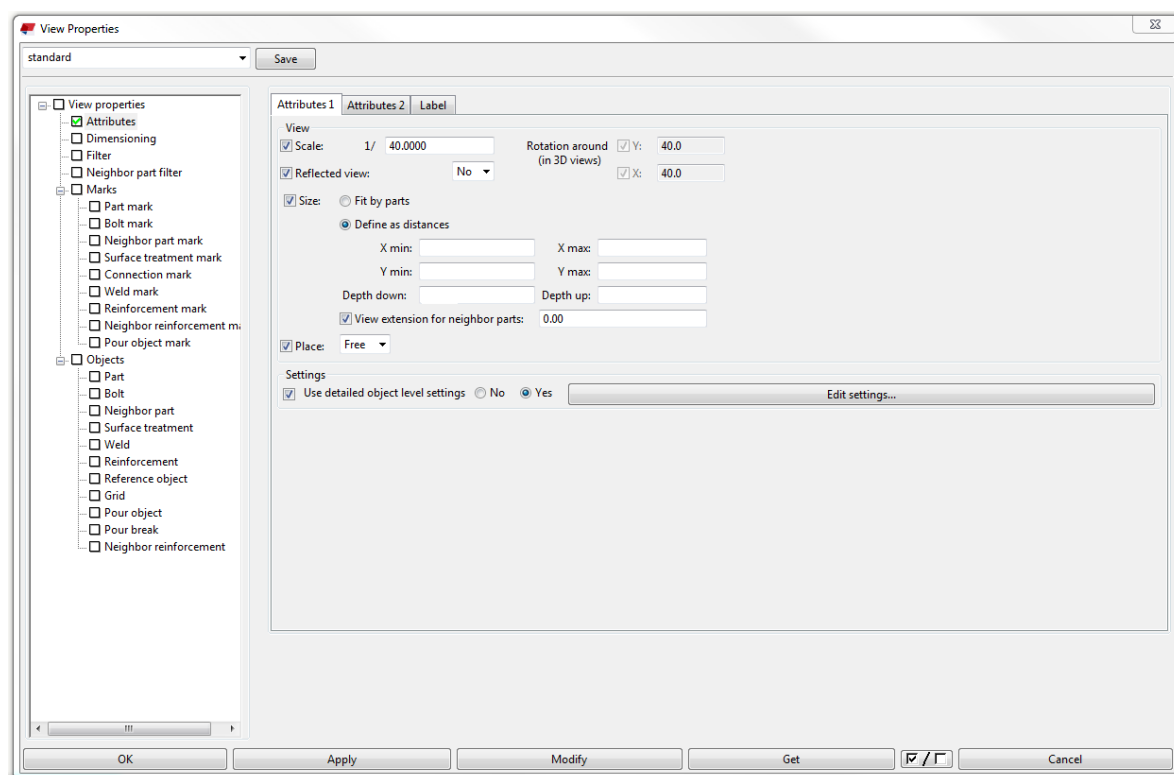
Kuva 3. Cast Unit Drawing Properties (Toikkanen 2019)

3.2.2 View properties

View properties (kuva 4) määrittää piirustuksessa esitetyn näkymän asetukset. Elementtipiirustuksia laatiessa tulee tarkastella seuraavia kohtia:

- *Attributes* -välilehden ensimmäisellä sivulla *attributes* (ominaisuudet) on mahdollisuus säätää piirustuksen mittakaavaa, kokoa ja näkymän syvyyttä. Lisäksi *settings*-kohdassa on mahdollista säätää *object level settings* -asetuksia. *Label* -välilehdellä voidaan nimetä näkymä ja säätää siihen liittyviä asioita.
- *Dimensionig* -välilehdellä on mahdollisuus asettaa piirustukselle automaattisesti tuotettuja mittoja sääntöjen mukaan.
- *Filter* -välilehdellä on mahdollista asettaa piirustuksessa suodattimia. Näiden tarkoitus on näkymäkohtaisesti helpottaa piirustusten lukemista ja tulkintaa. Lisäksi *filter* välilehdellä voidaan asettaa filttäjäasetuksia, joita pystytään käyttämään *object level settings* -asetuksissa. Näiden filttäreiden avulla voidaan asettaa näkymässä esitettäviin objekteihin haluamia asetuksia kuten viivan väri.
- *Neighbour part filter* -välilehdellä pystytään säätämään filttäreitä osille, jotka näkyvät kuvassa, mutta eivät kuulu näkymän kokoonpanoon.
- *Marks* -välilehdellä voidaan säätää näkymään merkintöihin liittyviä asetuksia, eli mitä *markissa* esitetään niitä laatiessa. Niihin voi asettaa muun muassa kappaleen nimen, profiilin, materiaalin, classin yms.

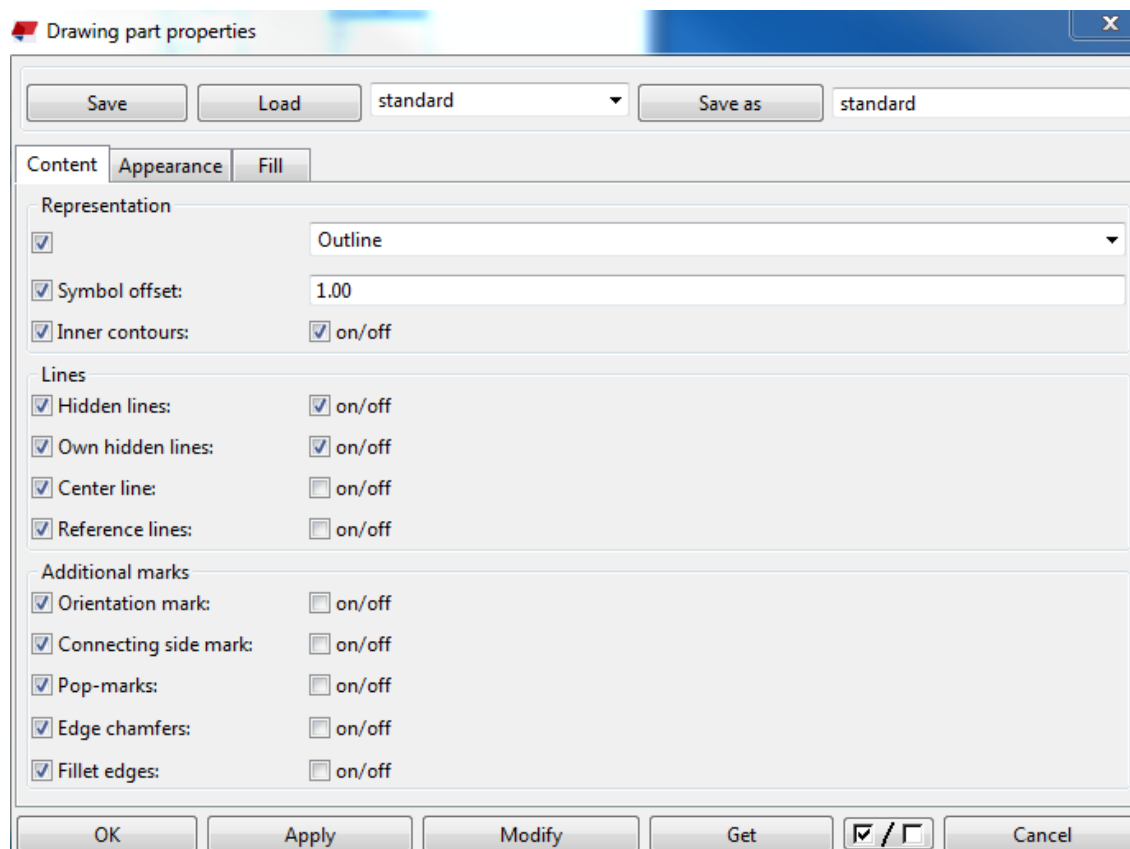
- *Objects*-välilehdellä asetetaan esitystavan asetuksia kappaleille. Tällä välilehdellä on mahdollista asettaa näkymän *parts* (osat), miten nämä esitetään näkymässä. Esimerkiksi *Reinforcement*-välilehdellä voi säätää asetuksia, kuinka raudoitukset esitetään näkymässä, mikäli esitetään. Vaihtoehtoisia esitystapoja on yhdestä viivasta täytettyyn viivaan. Mikäli raudoituksia halutaan esittää usealla tavalla esimerkiksi raudoiteverkot yhdellä viivalla värinä ruskea ja valutarvikkeet kahdella viivalla värinä punainen, täytyy *filter*-asetuksissa määrittää kappaleille filtrit, jotka lisätään *object level settings*.in, jossa voidaan määrittää objekteille nämä säännöt. Tällä välilehdellä asettaa myös esitystapa *object level settings*lle.
 - *Reference object* kohdassa on mahdollista näyttää referenssikappaleet. Kappaleet saadaan näkyviin vaihtamalla *invisible* asteus *visibleksi*.
 - *Grid* kohdassa on mahdollista asettaa näkymään ruudukko ja säätää siihen liittyviä asetuksia.



Kuva 4. View Properties (Toikkanen 2019)

3.2.3 Drawing part properties

Drawing part properties (kuva 5) on näkymän sisällä olevan kappaleen asetukset. (kuva 4). *Content*-välilehdellä on mahdollista asettaa kappaleen esitystapaa viivoista erillisiin markkeihin. *Apperance*-välilehdellä pystytään asettamaan kappaleen viivan väri ja tyyppi, näkyville ja näkymässä taakse jääville viivoille. *Fill*-välilehdellä pystytään asettamaan kappaleelle rasterointi, sen voi määrittää joko käsin tai automaattisesti. Mikäli valitaan automaattinen, kappale hakee rasteroinnin *Material*-kohtaan sijoitetun tiedon mukaan.



Kuva 5. Drawing part properties (Toikkanen 2019)

3.3 Filtrit ja Object level settings

Filtröinnin (suodattamisen) avulla voi rajoittaa mitä näkymässä on esitetty. *Teklassa* on mahdollista laatia omia filttäreitä omien tarpeiden mukaan. Filtröintiä voi käyttää esimerkiksi, jos halutaan valita iso joukko samojen ominaisuuksien omaavia kappaleita. Filtröinnillä voi varmistaa, että mallinnetut kappaleet ovat niitä mitä on pyritty mallintamaan. Lisäksi filtröinnillä on mahdollista piilottaa näkyvistä asioita, joita ei haluta näkymässä näkyvän tai jos halutaan etsiä jotain tiettyä kappaletta. (Tekla, Filter objects.)

3.3.1 Filtrit eli suodattimet

Filtröinti-ikkunassa (kuva 5) on nähtävillä *filter*-ikkunan rakenne.

1. Kohdassa pystytään alasetovalikosta valitsemaan aikaisemmin käytettyjä ja tallennettuja filttäreitä. Uusia filttäreitä tallentaessa tyhjälle kohdalle syötetään filterin nimi ja tallennetaan käyttämällä *save*-näppäintä.
2. Kohdassa pystytään määrittelemään mihin filteriä pystytään käyttämään valitsemalla haluamat näkymät valituiksi. Tässä näkyy, että kyseinen filterin toimii vain tämänhetkisesä piirustus näkymässä (*Current drawing type*).
3. Kohdassa määritetään filteri. Kuvasta käy ilmi, että filterillä on rajattu näkymästä kaikki objektit, joiden *class* on 100.

Filttereitä on mahdollista käyttää mallin ja piirustusten näkymissä. Laatiessa filttiä (kuva 6) kohta 2 täytyy vain valita missä näkymissä filtti toimii. Kun haluttu filtti on asetettu, tallennetaan se tunnistettavalla nimellä.

Kuva 6. Filtti valikon rakenne (Toikkanen 2019)

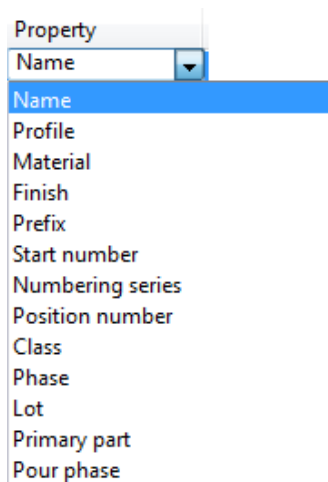
Filtterin määrittäminen tapahtuu viidessä sarakkeessa (kuva 7).

Kuva 7. Filtti sääntöjen määrittäminen (Toikkanen 2019)

1. *Category* (kuva 8) määrittää minkälaisen tyyppin kappaletta lähdetään suodattamaan. Mikäli valitaan *Part*, filtti kohdistuu kappaleeseen. Jos valitaan *Reinforcement bar*, filtti kohdistuu raudoitukseen.

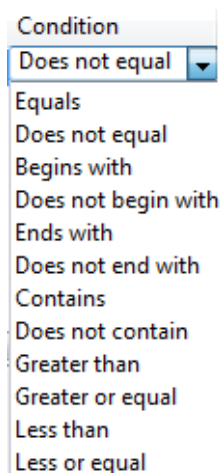
Kuva 8. Category (Toikkanen 2019)

2. *Property* (kuva 9) määrittää minkä mukaan filtteriointi tapahtuu. Edellisen kohdan valinnalla on merkitystä. Kohdassa voidaan valita, filtteriöidäänkö kappale *name*, *profile*, *material*, *classin* tai vastaavan mukaan.



Kuva 9. Property (Toikkanen 2019)

3. *Condition* (kuva 10) kohta määrää säännön, miten filtteriointi tapahtuu. Näihin kuuluu mm. *Equals*, jossa säännön täytyy täsmätä tarkasti esim. "*part name equals* PALKKI" näyttää näkymästä vain PALKKI -nimellä olevat kappaleet. *Does not equal*, filtteriöidään kuvasta pois filtlerin mukaan esim. "*part -> name -> does not equal -> PALKKI*" Tämä kadottaa kuvasta PALKKI nimellä esiintyvät kappaleet.



Kuva 10. Condition (Toikkanen 2019)

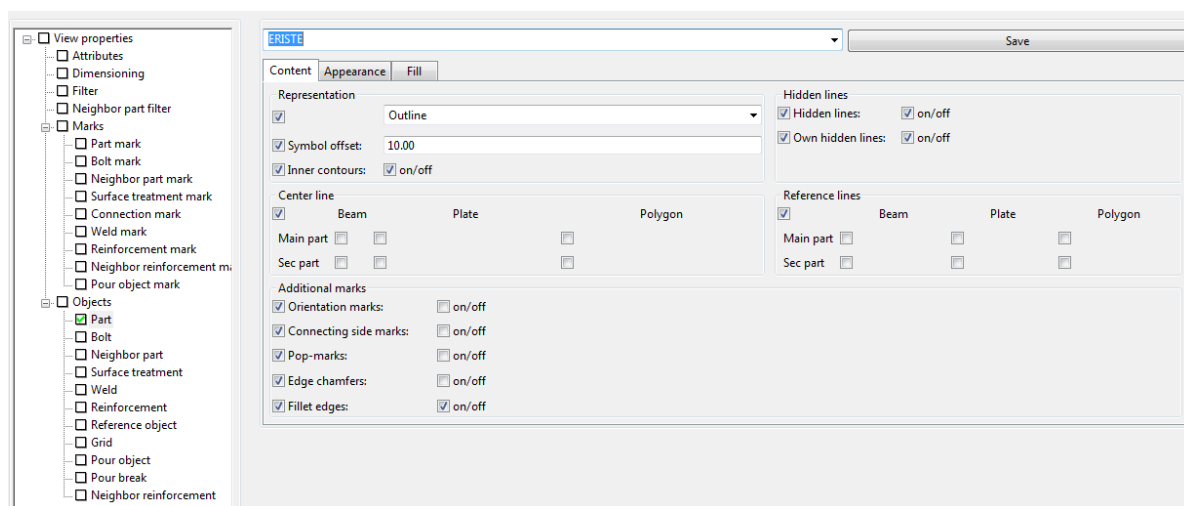
4. *Value*- sarakkeeseen syötetään tieto mihin halutaan filtteriöidä kohdistuvan. Esimerkiksi jos halutaan filtteriöidä vain PALKKI-nimellä esiintyvät objektit näkyviin, syötetään *Part*, *Name*, *Equals*, PALKKI. *Value*- sarakkeeseen on myös mahdollista syöttää useampi arvo. Mikäli halutaan filtteriöidä valutarvikkeita pois näkyvistä, ei jokaiselle valutarvikkeelle tarvitse laatia omaa filtteriä vaan on mahdollista laatia yksi, joka sisältää kaikki filteröitävät tiedot. Esimerkiksi tartuntalevyt ja seinäkengät filtteriöidään *Part -> Name -> Does not equal -> TARTUNTALEVY SEINÄKENKÄ*

5. *And/Or* sarakkeessa on mahdollista asettaa filttareiden välille yhteys. Tämän sarakkeen käyttö edellyttää sulkujen käyttöä, mikäli halutaan käyttää tiettyjä filttareita. Valitsemalla sarakkeeseen *And*-filttarin molemmat ehdot toteutuvat. Jos valitaan *Or* tapahtuu vain toinen, mikäli ehdot täyttyvät. Esimerkkinä voi asettaa filttarin, että palkki, joilla on tietty profiili, esitetään mikäli materiaalina on c30/37.

3.3.2 Object level settings

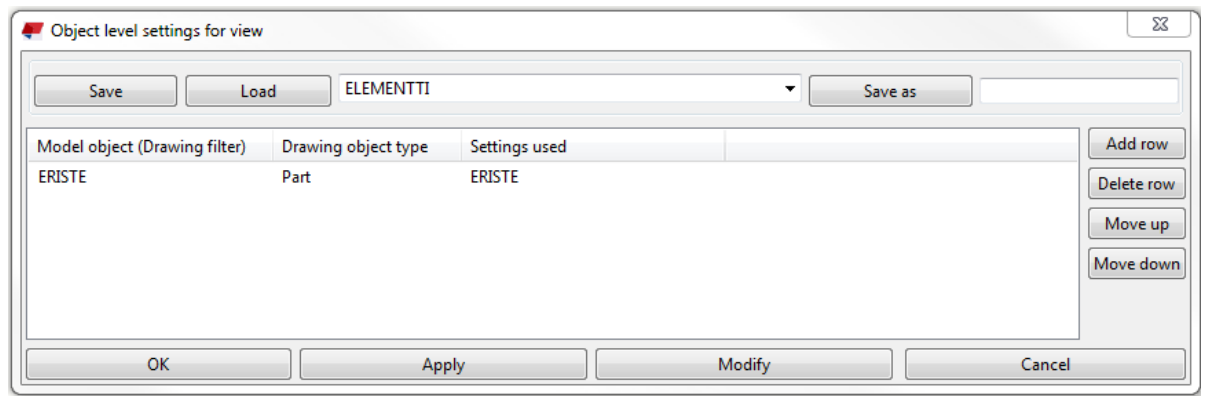
Object level settings perustuu kappaleasetusten ja filttareiden käyttöön. *Object level settings* mahdollistaa piirustukseen automaattiset piirustusmerkinnät ja kappaleiden tiedot, mutta sillä voi myös vaikuttaa näkymän visuaaliseen esitystapaan, kuten korostamaan kappaleen viivoja. Tämän avulla on mahdollista esittää esimerkiksi tasokuvassa pilarit korostetusti värillä ja viivatyyppillä, tai elementtikuvassa valutarvikkeet on mahdollista määrittää tietyllä värillä. (Tekla, Detailed object level settings.)

Mikäli halutaan laatia esimerkiksi leikkauksessa olevalle eristeelle rasterointi, valitaan *view properties* dialogi laatikosta *object* ja valitaan *part* (kuva 11). Tässä asetetaan halutut visuaaliset asetukset eristeelle, kuten viivojen näkyvyys, rasterointi ja väri, lopuksi tallennetaan tunnistettavalla tunnisteella.



Kuva 11. Objects -> Part -alavalikko (Toikkanen 2019)

Seuraavaksi valitaan *Filter* -välilehti. Täällä säädetään eristeelle suodatin, jolla ohjelma sen tunnistaa. Valitaan vaikka *Part* -> *Name* -> *Equals* -> ERISTE ja tallennetaan filttari.



Kuva 12. Object level settings (Toikkanen 2019)

Laadittu esitystapa ja suodatin asetetaan *Attributes*-välilehdellä valitsemalla *object level settings*. Tässä dialogilaatikossa (kuva 12) lisätään rivi ja syötetään filtti ensimmäiseen sarakkeeseen. Toisessa sarakkeessa valitaan tyyppi kuten *Part* ja kolmannessa sarakkeessa valitaan eristeen esitystapa mikä laadittiin aikaisemmin. Valitaan näkymä aktiiviseksi ja painetaan *modify*-painiketta. *Object level settings* dialogi laatikossa on mahdollista asettaa useita sääntöjä, jotka on mahdollista tallentaa ja käyttää uudelleen muissakin piirustuksissa. Tämä nopeuttaa piirustusten laatimista ja muokkaamista jatkoa ajatellen, koska kaikkea ei tarvitse aloittaa alusta.

4 PIIRUSTUSTEN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET

Insinööritoimisto SRT Oy:n jokainen suunnitteluryhmä toimii eri tavoin ja ryhmien piirustussisällöt poikkeavat toisistaan. Tästä syystä työn tarkoituksena on löytää yhtenäinen esitystapa yrityksen sandwich- ja väliseinäelementeille. Tavoitteena on kartoittaa tämänhetkinen tilanne ja määrittää tavoite yhdessä tilaajan kanssa.

Lisäksi tarkastellaan, miten piirustuksien tuottaminen onnistuu *Wall Layout*-työkalulla. Lisäksi vertaillaan *Wall Layout*-työkalulla mallinnettuja elementtejä kappalein mallinnettuihin elementteihin. Vertailun tuloksen perusteella selvitetään, kumpi tapa on tehokkaampi tuottaa sisältöä, josta saadaan halutut piirustukset. Lisäksi selvitetään myös, onko tehokkaampaa mallintaa elementti raudoituksineen vai ilmoittaa rauditus AutoCAD:stä tuoduilla *DWG*-kuvina.

Yrityksen elementtipiirustuksia tuottavat ryhmät käydään läpi, samalla valitaan sandwich- ja väliseinäelementtipiirustuksia ryhmiltä ja tiedustellaan kyseisiltä ryhmiltä heidän käyttämiä mallinnustyökaluja. Selvisi, että ryhmissä pääosin on siirrytty *Wall Layout*-työkalun käyttöön, mutta tilanteen vaatiessa käytetään myös *Panel*-työkalua. Elementtien sisältämät valutarvikkeet on mallinnettu elementteihin yrityksen omalla valutarviketyökalulla. Nostolenkit on mallinnettu elementteihin betoniyhdistyksen tarjoamalla työkalulla.

4.1 Piirustusten vertailu

Valittaessa piirustuksia pyrittiin valitsemaan samantapaisia piirustuksia elementeistä eri ryhmien välillä, jotta vertailu onnistuisi. Valitut elementit olivat geometrialtaan melko yksinkertaisia. Tämä siksi, että pystyttiin kiinnittämään huomiota ryhmäkohtaisiin eroavaisuuksiin piirustuksissa.

Elementtien vertailussa kirjattiin asiat, joita sivuilla esiintyi. Lisäksi kirjattiin myös piirustuksiin liittyviä lisä huomiota. Esimerkiksi osassa piirustuksia oli tuotu *DWG*-pohjaisia lisädetaljikuvia täsmentämään kuvia.

Vertailtavat Sandwich-elementit olivat suurimmaksi osaksi kantavia seinäelementtejä. Tarkastelussa oli vain muutama ei kantava seinäelementti ja suurin eroavaisuus oli vain raudoituksissa.

4.1.1 Yleistä

Yleisenä huomiona piirustuksia tarkasteltaessa ja vertailtaessa havaittiin, että yleisilme piirustuksissa määrittyy sen perusteella, missä ryhmässä piirustus on tehty. Osalla ryhmissä oli pieniä käytännön eroja esimerkiksi raudituksen tai detaljien esittämisessä. Yksinkertaisissa elementeissä hyödynnettiin *AutoCAD*:stä tuotua detaljiikkaa. Näihin kuuluvat raudituskuvat, osien valutarvikkeiden asennusohjeet ja nostolenkkeihin liittyvät lisävalut ja nostokulmat. Näiden avulla pyritään pitämään itse malli kevyenä.

4.1.2 Etusivu

Piirustuksen etusivulla havaittiin, että vanhemmissa piirustuksissa etusivu poikkesi taulukoiden asettelulla. Uudempien piirustusten etusivun asettelu muistutti hieman *BEC 2012 Mallipiirustusten* asettelua. Lisäksi oli havaittavissa, että uudemmat piirustukset olivat ryhmien välillä hyvin samanlaisia.

4.1.3 Mitoitussivu

Mitoitussivun ulkoasu vaikutti hyvin paljon samalta ryhmien välillä. Elementti on esitetty kolmesta suunnasta. Piirustuksissa oli esitetty kaikki mitoitettavat asiat päämitoista reunamittoihin ja mitoitettavat valutarvikkeet. Mittaviivojen fontit täsmäsivät myös BEC 2012 asettamia ohjeita. Elementistä tuotetut detalji kuvat yleensä olivat sivun laidassa, mutta osassa piirustuksia detaljit olivat sijoitettu omalle sivulle, johon oli sijoitettu myös muita *AutoCAD* tuoduilla detaljkuvia.

Pienenä erona havaittiin, että piirustuksessa päämitat saattoivat olla jatkettu leikkauksiin. Tämä saattaa selkeyttää piirustuksen lukemista, mutta piirustusta laatiessa se saattaa hidastaa tai vaikeuttaa piirustuksen laadintaa.

4.1.4 Raudoitussivu

Raudoitussivulla raudoitteet pyrittiin esittämään ryhmissä yksinkertaisesti, jotta piirustusten tulkinta helpottuu. Esimerkkinä verkko on merkattu nurkasta nurkkaan kulkevalla viivalla, jossa on ilmoitettu verkon tiedot; verkon silmäkoosta teräksen paksuuteen. Raudoitusten esittämisessä oli käytetty paksumpaa viivaleveyttä.

Raudoitussivulla huomattiin, että mikäli elementti oli tarpeeksi yksinkertainen, niin elementin raudoitukset oli jätetty mallintamatta. Tämän avulla pidetään malli kevyenä. Tämän takia osassa raudoitussivuja elementin raudoitus oli korvattu periaatteellisilla raudoituskuvilla, jotka oli tuotettu ja tuotu *AutoCAD*:stä. Raudoitussivu sisälsi myös teräsmerkinnät, jatkospituudet, pieliterästen ohjeita ja raudoituksen täsmentäviä tekstejä elementille.

4.1.5 Muut sivut

Muiden sivujen sisältö oli elementtikohtaista. Mikäli elementti sisälsi sähkövarauksia, tällä sivulla oli esitetty sähkövaraukset. Lisäksi tätä sivua oli käytetty, mikäli elementti sisälsi lisädetaljiikka, joka ei mahtunut muille sivuille.

4.2 Tavoiteltavan piirustuksen suunnittelu

Piirustusvertailujen jälkeen tarkasteltiin tilaajan kanssa, mitä hän halusi piirustuksissa olevan ja mitä näkymissä tulisi esittää. Mallinnettavat elementit, joista piirustukset tuotetaan, ovat tyypillisimpiä elementtejä mitä yritys tuottaa. Elementit sisältävät vaadittavat tuotetiedot, valutarvikkeet ja raudoitukset.

Ryhmiä tuottamien piirustusten etusivut olivat uudemmissa kuvissa melko yhtenäiset, joten etusivulla ei löytynyt korjattavia kohteita. Tilaajan ehdotuksena oli, että *AutoCAD* detaljit kuten nostolenkkien nostokulma ja vaijerilenkin mitoitusohje on mahdollista esittää etusivulla. Etusivulla olevassa 3D-kuvassa tulisi näkyä ansaat, jotka näkyvät katkoviivalla.

Mitoitussivujen näkymissä päämitat tulee olla ylimpänä isolla fontilla. Päämitat tulisi jatkaa leikkausnäkymien läpi, jotta kuvan tulkinta helpottuisi. Painopisteen mitat tulisi olla päämittojen jälkeen. Valutarvikkeet tulee olla merkattu omille mittaviivoille ja tarvittaessa lisätään selkeyttämään tarvikkeen asennuspuoli. Leikkauksiin merkataan elementin muotti- ja hiertopuoli. Lisäksi mitoitus sivulla tulee esittää elementinkuvattu puoli. Näkymissä olisi hyvä esittää elementtiin tulevat kynäpyöristykset ja mikäli kyseessä on nurkkaelementti niin elementin ulkokuoren pinnoitus tulee huomioida detaljissa.

Raudoitussivujen näkymissä tulisi esittää pieliteräkset ja niihin liittyvä detaljiikkaa. Raudoitus sivuille laaditaan kappaleesta naamakuva. Näkymässä on esitetty kappaleen pieliteräkset, jotta tehtaalla on mahdollista asentaa pieliteräkset suunnitellulla tavalla.

Elementti mallinnettiin kahdella erityyppillä. Toinen oli täysin raudoitettu ja toisessa oli vain pieliteräkset ja seinäkengän sekä pultin väliset teräkset. Tämän tarkoituksena oli tarkastella, kuinka tehokasta on mallintaa elementtiin raudoitukset ja tuottaa siitä kuva verrattuna, että elementissä on esitetty raudoitukset *AutoCAD*-detaljina. Raudoitus oli työkalujen ansiosta melko helppo asettaa, mutta tämä edellytti sen, että työkaluun tuli syöttää tarvittavat arvot, jotta päästäisiin haluttuun raudoitukseen. Asetukset säädettyä raudoittaminen onnistuu melko helposti kappaleisiin, joissa raudoitus oli samanlainen. Työkalussa oli pieniä ongelmia kuten osissa aukoissa ongelma ymmärtää sen geometriaa.

Elementti, jossa pieliteräs oli vain mallinnettu, detaljit olivat *DWG*-pohjaisia. Laadittiin yleinen *DWG*-kollaasi leikkauksista, joissa oli esitetty elementin leikkauksien periaatteelliset raudoitukset. Yleisiä *DWG*-kuvia laatiessa pyrittiin hyödyntämään yrityksen sisältämiä *DWG*-kuvia, joita oli jo käytetty eri kohteissa. Näiden avulla pyrittiin tekemään periaatteelliset kuvat, joita voitaisiin hyödyntää useammassa elementissä ilman, ettei tarvitsisi laatia jokaiselle elementille uutta detaljia.

5 WALL LAYOUT -MALLINNUSOHJE

Laadittaessa piirustus pohjaa tulee tietää, miten tulee mallintaa, jotta saadaan laadittua piirustuksia kyseisistä elementeistä. Tämän takia laadittiin *Wall layout* -mallinnusohjeen yritykselle. Näiden ohjeiden avulla yrityksellä olisi yksinkertaiset ohjeet, miten *Wall Layout* -työkalu toimii. Ohjeet on esitetty siten, että yritykseen saapuvat uudet tulokkaat voisivat myös tarvittaessa opetella *Wall Layout* -työkalun perusteita ohjeiden avulla. Ohjeissa on esitetty kuvin ja sanoin, mitä eri dialogilaatikot sisältävät.

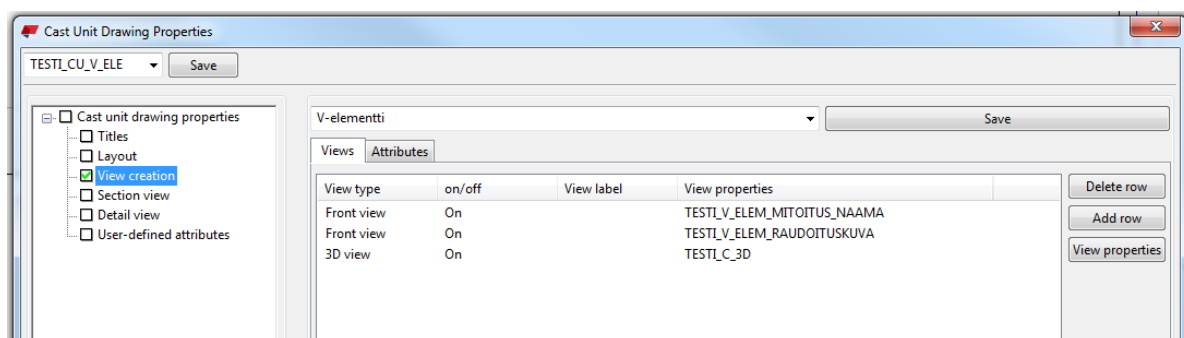
Ohjeissa on käyty läpi myös *Wall Layout* -liitännäisiä osia kuten: *Wall Layout seam*, *Wall Layout elementation*, *Wall Layout connector*, eli saumoihin liittyviä työkaluja ja elementointityökalu, joka mahdollistaa seinälinjan elementoinnin painon, korkeuden tai nostokoneen kapasiteetin mukaan. Lisäksi ohjeissa esitelty elementin raudoitus *wall panel reinforcement* -työkalulla, nostolenkkien lisäys Beto-niteollisuus Ry:n tarjoamalla työkalulla, sekä yrityksen omalla valutarviketyökalulla valutarvikkeiden lisäys. Valutarvikkeiden lisäys elementtiin edellyttää, että mallin kirjastoon on ladattu kyseiset valutarvikkeet.

6 PIIRUSTUSPOHJAN LAADINTA

Piirustus pohjien laadinta on mahdollista toteuttaa muutamalla eri tavalla. Laatimalla uusi *cast unit drawing*, laatimalla mallipiirustus ja asettamalla se *master drawing catalogiin* tai kloonamalla. Työssä käytettiin *cast unit drawing* tapaa ja kun piirustus pohjat oli laadittu, testattiin myös *master drawing catalogin* ja kloonamisen toimintaa.

6.1 Cast unit drawing

Piirustusta laatiessa avataan TS-ohjelman ribbonista *Drawing properties* ja valitaan *Cast unit drawing*. Kirjataan *Titles*-kohdassa elementin nimi ja piirustusnumero. *Layout*-välilehdellä asetetaan piirustuksen esitystapa. *View creation*-välilehdellä valitaan näkymät, jotka halutaan laatia piirustukselle. Valitsemalla näkymä ja *view properties* avautuu näkymän *view properties* (kuva 13) ja siihen on mahdollista asettaa haluamansa asetukset. Mikäli valmiit asetukset on jo laadittu näkymälle, ne on mahdollista valita aktiiviseksi valitsemalla haluamansa näkymän *view properties* kohdasta alasvetovalikon.



Kuva 13. Cast unit drawing properties -> View creation välilehti (Toikkanen 2019)

Työssä asetettiin väliseinä- ja sandwich-elementtien *View properties*-asetuksissa 3D-, naama-, leikkaus-, detalj- ja raudoitusnäkyville vaadittavat asetukset. *Attributes*-välilehdellä säädettiin näkymän skaalauksen, nimeämisen ja *object level settings*-asetukset. *Object level settingsin* säädettiin eri kappaleiden piirtoasetukset, jotta ne erottuisivat toisistaan. *Dimensioning*-välilehdellä asetettiin mitoituksen vaikuttavat asetukset kuntoon. Näiden asetusten avulla TS asettaa automaattisesti alustavat mittalinjat säädettyjen ehtojen mukaan. Laatiessa ehtoja mitoitukselle säädettiin mitoitus linjojen värit myös siten, että on mahdollista tunnistaa käsin asetettu mitta-automaattisesta.

Filters-välilehdellä asetettiin sen mukaiset filterit mitä haluttiin näkymässä esittää. Mitoitussivulla oli filteröity raudoitteet pois. Raudoitussivulla valutarvikkeet olivat filteröity pois näkyvistä lukuun ottamatta seinäkenkiä ja -pultteja. Lisäksi sisä- ja ulkokuori olivat raudoitussivulla filteröity sandwich-elementissä. *Protection*-välilehdellä valittiin asetukset siten, etteivät mittaviivat peitä toisiaan. *Mark*-välilehdet tyhjennettiin, jotta näkymät eivät täyty *part markeista*. Tällä välilehdellä piti käydä jokainen välilehti ja niiden alasvetovalikot erikseen läpi. *Objects*-välilehdellä säädettiin asetukset näkymille siten, että näkymässä esiintyvät kappaleet ovat harmaalla viivalla, ellei *object level settingsä*

ole toisin määritetty. Lisäksi tällä välilehdellä säädettiin *object level settings*ä käyttämiä esitystapoja.

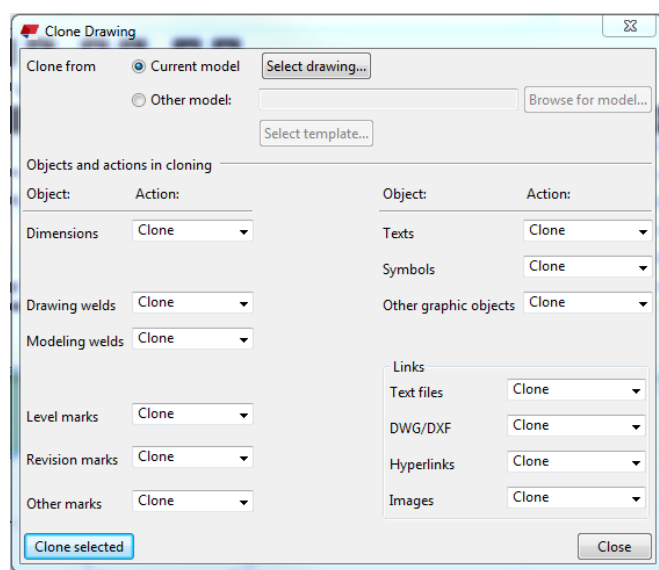
Näkymille laadittiin tarvittavat filtit, että näkymässä saadaan esitettyä tarvittavat asiat. Lisäksi filtit laadittiin valutarvikkeille mitoitusivun näkymille, jotta saatiin automaattisen mitoituksen toimimaan näkymissä. Säädettyä asetukset tallennetaan *View properties* halutulla nimellä. Suoritetaan tarvittavat säädöt *Section*-, *detail view* ja *User-defined attributes*-välilehdillä. Kun kaikki asetukset ovat säädetty elementti kohtaiseksi tallennetaan pohja nimellä esimerkiksi YRITYS_CU_V_ELEMENTTI.

6.2 Kloonaminen

6.2.1 Piirustusten kloonaminen

Piirustuksia on mahdollista kloonata TS-ohjelmassa. Tätä ominaisuutta kannattaa hyödyntää, mikäli mallinnettava kappale on samantapainen laaditun piirustuksen kanssa.

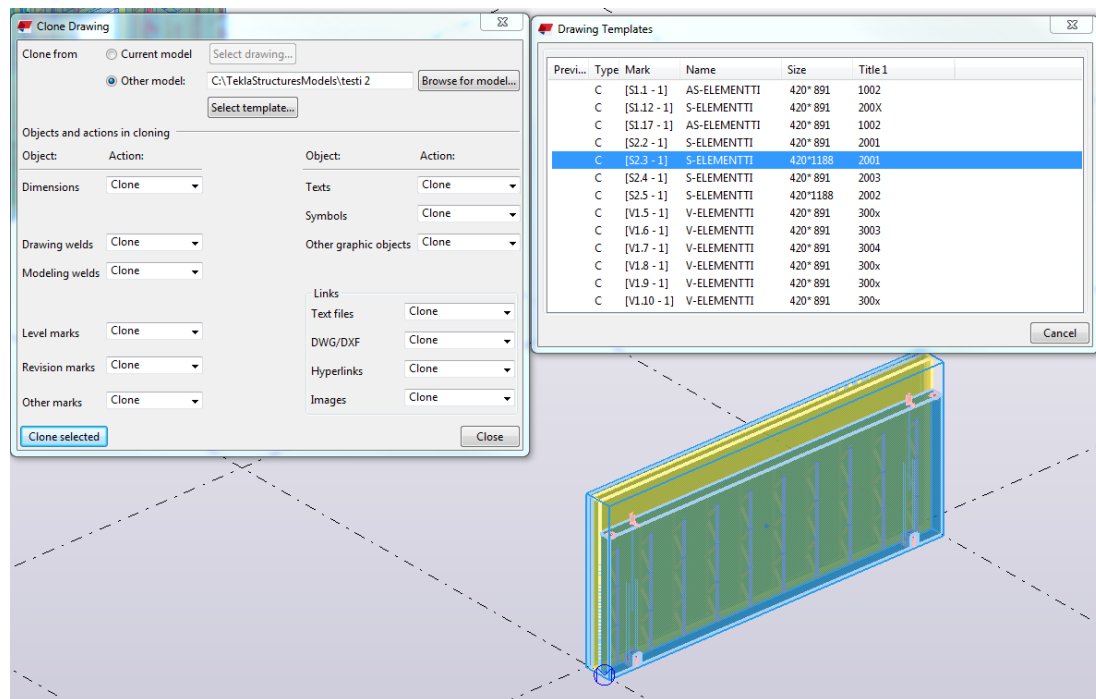
Kloonaminen tapahtuu valitsemalla *Drawing list*, joka avaa piirustusluettelon. Täällä valitaan kloonattava piirustus, jonka jälkeen valitaan *clone*-toiminto. *Clone Drawing*-valikon (kuva 14) auettua valitaan *Clone from* kohdasta *Current model* -> *Select drawing*. Tämän jälkeen valitaan mallista kappale, jolle tuotetaan kloonattu piirustus. Mikäli käytössä on 2018i versio *changes*-kohdassa lukee *drawing was cloned*, jotta kloonattu piirustus erottuu.



Kuva 14. Clone Drawing -valikko (Toikkanen 2019)

6.2.2 Kloonaminen toisesta mallista

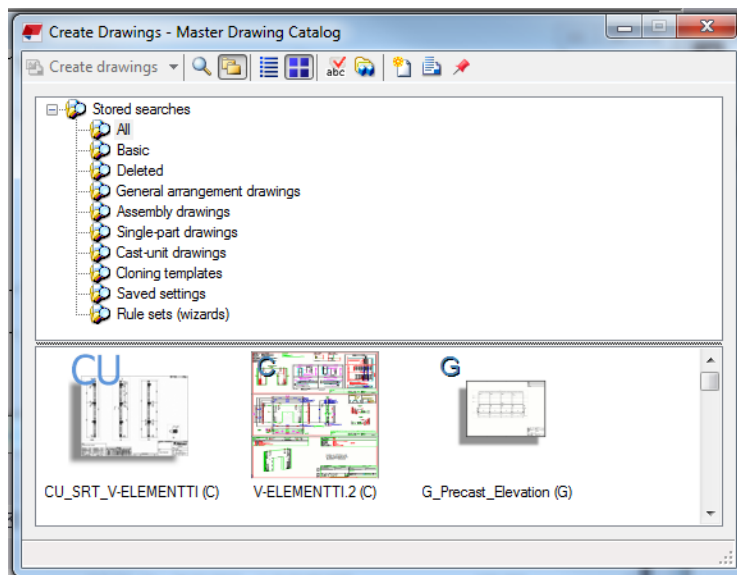
Toisesta mallista kloonaminen tapahtuu valitsemalla *clone*- toiminnossa *other model*. Tämän jälkeen valitaan, mistä mallista halutaan tuoda kloonattava piirustus. Tässä vaiheessa valitaan vain sen mallin kansio, joka sisältää kloonattavan piirustuksen. Seuraavaksi valitaan *Select template...*, joka avaa mallin sisältämät piirustukset. Täältä valitaan haluttu piirustus aktiiviseksi, jonka jälkeen valitaan *Select assemblies* toiminto aktiivisena kloonattava kappale ja klikataan *Clone selected* -nappia. (kuva 15).



Kuva 15. Kloonaminen toisesta mallista (Toikkanen 2019)

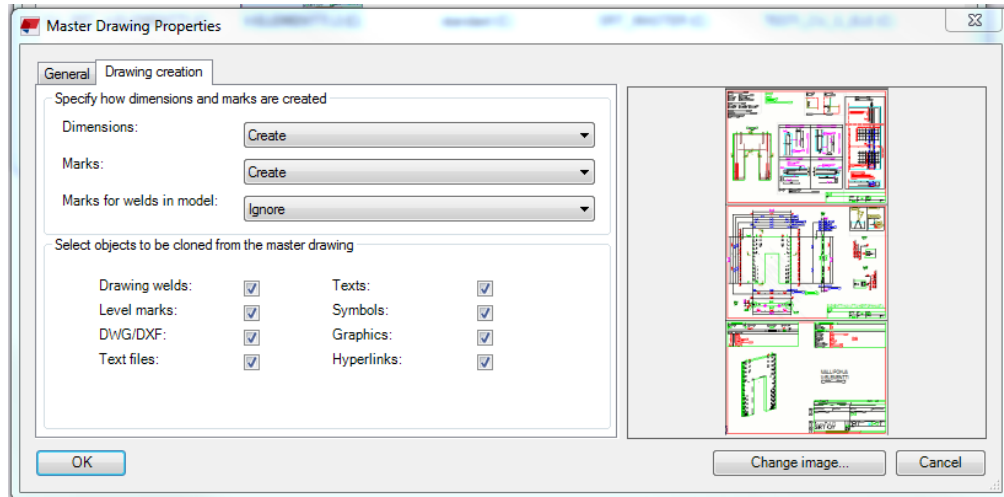
6.2.3 Master Drawing Catalog

Master drawing catalog (kuva 16) sisältää valmiiksi muutamia valmiiksi laadittuja piirustus pohjia. Lisäksi katalogiin on mahdollista tallentaa omia piirustus pohjia. *Master Drawing Catalog* perustuu kahteen toimintatapaan. Ensimmäinen toimintatapa on, että se käyttää *cast unit drawing propertiesiin* tuotettuja pohjia laatiakseen piirustuksen. Toinen toimintatapa on, että asetetaan valmiiksi laadittu piirustus *master drawing* -piirustukseksi. Tämä tarkoittaa sitä, että katalogiin tulee kyseinen piirustus, joka perustuu tämän piirustuksen kloonamiselle.



Kuva 16. Master Drawing Catalog näkymä (Toikkanen 2019)

*Master drawing catalog*lla piirustuksen laadinta tapahtuu valitsemalla piirustus, jonka mukaa laaditaan uusi piirustus. Kaksoisklikkauksella avataan *Master drawing properties*, jonka jälkeen *Drawing creator* -kohdassa (kuva 17) säädetään mitä halutaan uuteen piirustukseen laatia. Säättöjen jälkeen valitaan *OK*. Tämän jälkeen hiiren oikealla näppäimellä aukaistaan kuvan valikko, jossa valitaan *Create drawing*.



Kuva 17. Master Drawing Properties ->Drawing creation asetukset (Toikkanen 2019)

6.3 Piirustuksen automaattinen mitoitus

Elementin automaattista mitoitusta voidaan säätää *view properties dimensioning*-välilehdellä. Teklää lisää näiden asetusten nopeasti yksinkertaiset mitat, kuten päämitat, aukkojen, reikien ja kolojen mitat, sekä valutarvikkeiden mitat. Automaattista mitoitusta voidaan käyttää hyödyksi elementtikuvia tuottaessa, mutta sitä ei saa täysin automatisoitua. Tavoitteena on laatia päämitat ja yleisimpien valutarvikkeiden mitat. Työn tavoitteena on laatia sopivat asetukset, jotta automatisoinnista saataisi tarvittava hyöty irti.

Dimensioning mahdollistaa nopean tavan laatia mittoja. Mitoitus onnistuu päämitoista kappaleen reunojen mittoihin ja aukkojen, reikien tai vastaavien mitoitukseen. Ei tarvitse muuta kuin valita *Add row -> Dimensioning type -> tapa*, jolla halutaan mitoittaa esimerkiksi päämitoille *overall dimensioning*.

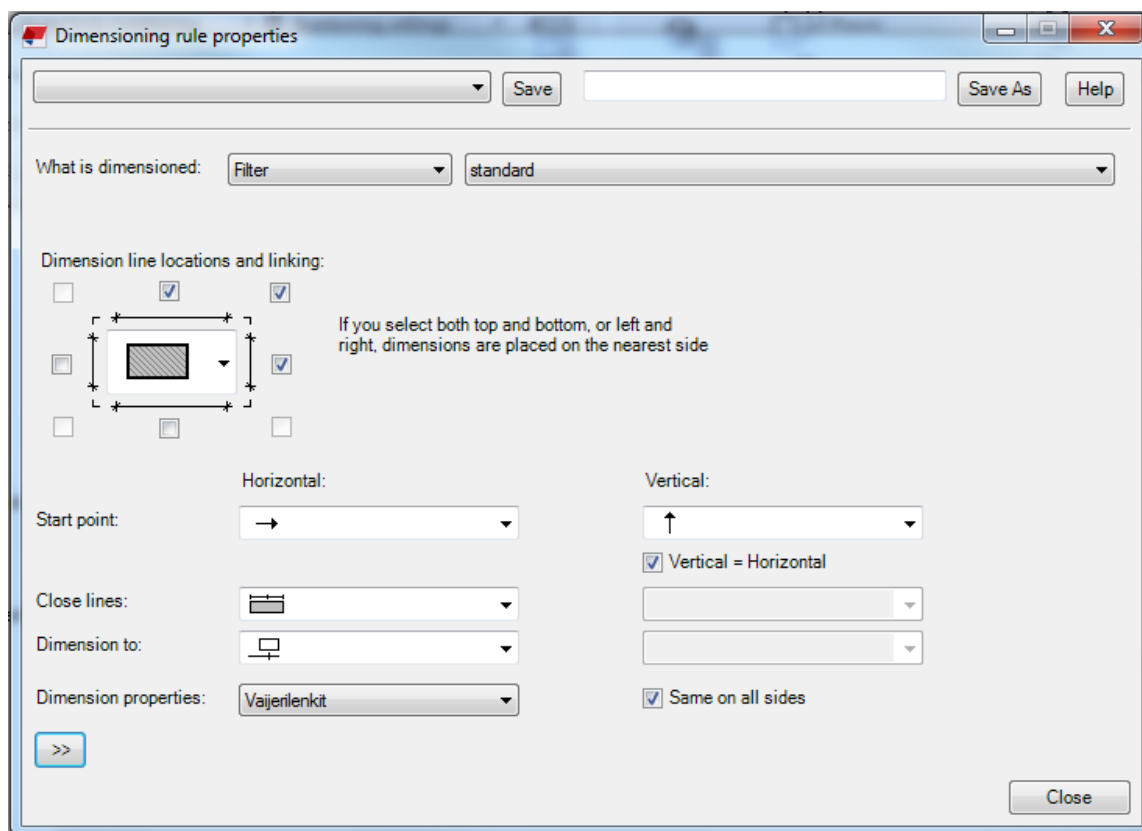
Dimensioning mahdollistaa myös kokoonpanon eri kappaleiden mitoituksen. Tätä ominaisuutta käytettäessä valitaan *Dimensioning type*-kohdasta *Filter dimensions*. Tällä on mahdollista mitoittaa näky-mään esimerkiksi valutarvikkeet. *Filter dimensions* toimii nimensä mukaan filttäreillä. Jotta saadaan mitoitettua haluttu kappale, tulee laatia kappaleelle oma filtti. Tämä tapahtuu asettamalla vaadittava filtti *View properties -> Filter* (kuva 18).

Täällä tulee asettaa filterisäännöksi sellaiset ehdot, että saadaan esitettyä haluttu asia ilman ylimääräisiä asioita. Filtringin laatimiseen löytyy *Teklan*-ohjelmakokoelmasta hyvät ohjeet, mutta esimerkiksi seuraavanlainen filtti toimii *Dimensioning*-työkalun asetusten kanssa. Vaijerilenkin rajaaminen onnistuu filteroimalla kohde *classin* mukaan *Part -> Class -> Equals -> 100*. Seuraavalle riville kannattaa syöttää minkä tyylistä kappaletta halutaan esittää. Valitaan *Object -> Object type -> Equals -> part*. Näin varmistetaan, että filtti näyttää vain *part*:t. Mikäli valutarvike koostuu useammasta kappaleesta, kannattaa asettaa filteriin *Template -> MAIN_PART -> Equals -> 1*. Viimeiseksi syötetään filteriin kappale, joka halutaan esittää *Part -> Name -> Equals -> VL* (Vaijerilenkki). Lisäämällä *-merkin VL alkuun, filtti osaa etsiä kappaleet, jotka päättyvät -VL. On myös mahdollista vaihtaa ehto *Equals* muuhun esimerkiksi *Contains*, joka hakee sanat, jotka sisältävät VL. Tallennetaan filtti tunnistettavalla nimellä.

-	(	Category	Property	Condition	Value	)	And/...
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Part	Class	Equals	100	-	And
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Object	Object type	Equals	Part	-	And
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Template	MAIN_PART	Equals	1	-	And
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Part	Name	Equals	*VL	-	And

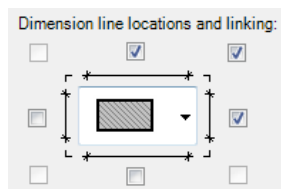
Kuva 18. Filtringin asetukset (Toikkanen 2019)

Laadittua tarvittavat filtrit mitoitettaville asioille valitaan *Dimensioning* -kohdasta *Add row -> Dimensioning type, Filter dimensions*. Tämän jälkeen laaditaan mitoitusehdot mitoitukselle. Valitaan rivi aktiiviseksi ja valitaan *Edit Rule*.



Kuva 19. Dimensioning rule properties valikko (Toikkanen 2019)

Avautunut *Dimensioning rule properties* (kuva 19) vaihtelee sen mukaan mitä mitoitus tyyppiä käytetään. Seuraavaksi on käyty *Filter dimensions* -tyypin mitoitusehtoasetukset. *Dimensioning rule properties* asetetaan mitä ollaan mitoittamassa kohdassa: *What is dimensioned -> Filter -> Valitaan filtri*, joka äsken laadittiin. *Dimension line location and linking* (kuva 20) määritetään, mitoitettava sivu.

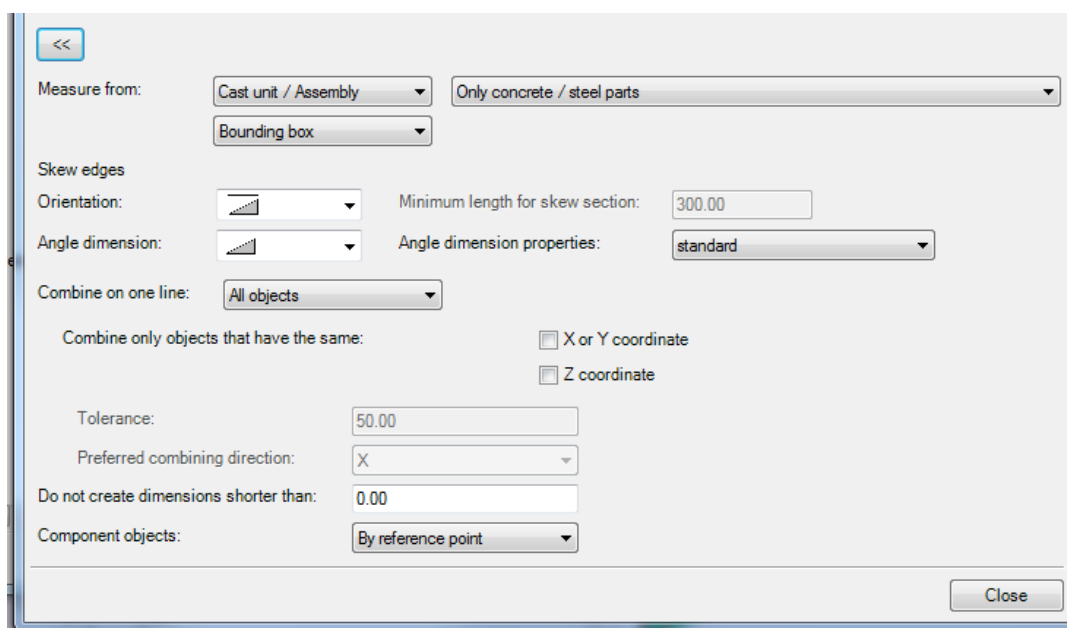


Kuva 20. Mitoitettavien reunojen valintaruutu (Toikkanen 2019)

Dimension properties pudotusvalikosta valitaan valmiiksi säädetty linja-asetukset. Linja-asetukset voi käydä tekemässä valmiiksi *Dimension Propertiesn* kautta. Tänne voi asettaa valmiiksi viivan esitystavan, tekstin ja mittojen värin, koon sekä tagit. Tägeissa voi esittää objektin tietoja kuten *nimi, profiili, pituus, materiaali*.

Tuplanuolesta avautuu lisää asetuksia (kuva 21). *Measure from* kohdassa säädetään mistä kappaleesta mitoitetaan mitoitettavaa objektia. Esimerkiksi voidaan valita mitoitettavat objektit *cast unit / assemblyn*, *main partin*, *current part*, *part name* tai *filterin* mukaan. Lisäksi voidaan säätää mitoitetaanko objektit äärimittojen vai lähimpien reunojen mukaan.

Mikäli kappale sisältää vinoja muotoja tai halutaan esittää mitat tietyssä kulmassa, sen säätäminen onnistuu *Skew edges*-kohdassa. *Combine on one line*-kohdassa voidaan valita, mikäli filtteri toimii useamassa kappaleessa, esimerkiksi näkyykö kaikki filtteroidyt samalla viivalla vai omilla viivoilla. Lisäksi on myös mahdollista säätää mitat, jotka eivät näy elleivät ole tietyn mittaisia.



Kuva 21. Dimensioning rule properties valikon lisäasetukset (Toikkanen 2019)

Tekla asettaa mitat samassa järjestyksessä, kuin mitoitussäännöt ovat asetettuna. Ensimmäisen säännön määrittämä mittari asetetaan lähimmäksi elementtiä ja siitä seuraavat aina askeleen kauemmaksi elementistä. Tarvittavien mitoitussääntöjen valmistuessa tallennetaan säännöt, jotta niitä pystytään uudelleen käyttämään.

Liite 3 sisältää automaattiset mitat väliseinäelementin naamakuvalle, filtterit ja mitoitussäännöt, joita on käytetty. Mitoitussäännöt ja filtterit on laadittu siten, että niitä on mahdollista käyttää myös sandwich-elementissä.

7 YHTEENVETO JA POHDINTA

Opinnäytetyöni tavoitteena oli laatia yritykselle yhtenäiset piirustusohjeet sandwich- ja väliseinäelementeille, joissa on esitetty kaikki tarvittavat asiat mitä peruselementti pitää sisällään mallissa ja mitä piirustuksissa tulisi olla esitetty. Tavoitteisiin päästiin ja sain laadittua raudoitetulle ja *DWG*-kuvilla raudoitetulle S- ja V-elementeille piirustusohjeet. Elementit mallinnettiin *Wall Layout*-työkalulla. Vertailukohteena oli peruskomponenteista kasattu elementti, mutta *Wall Layout* mahdollisti pitkän seinärivin mallinnuksen nopeasti ja tehokkaasti, joten mallintaminen tapahtui tällä työkalulla. Mallintaessa kirjoitin pienimuotoisen *Wall Layout*-mallinnusohjeen työkalusta yritykselle (liite 4). Ohjeissa on käyty läpi työkalun perusominaisuudet ja siihen liittyviä komponentteja.

Piirustusohjeet laadin yrityksen ryhmien piirustusten vertailun tuloksena. Kävimme tilaajan kanssa läpi mitä piirustuksissa tulisi esittää ja laadin alustavat piirustukset, jotka kiersivät ryhmällä kommentoitavana. Liitteet 1 ja 2 sisältävät yritykselle laaditut piirustukset. Piirustuksille säädin tarvittavat piirustus-, näkymä-, ja mitoitusasetukset. Nämä näkymät tallennettiin ja luotiin kansio, joka sisältää määritetyt asetukset, jotta määritettyjä piirustusasetuksia on mahdollista käyttää tulevilla kohteilla. Mitoitusasetuksilla mahdollistetaan näkymien automaattisen mitoituksen tuottaminen filttareiden avulla. Liitteessä 3 on esitetty V-elementin naamakuvassa käytettyjä filttareita.

Haasteeksi opinnäytetyössäni osoittautui TS-ohjelmaan perehtyminen, sillä ohjelma on hyvin laaja ja monipuolinen. Tämän vuoksi TS-ohjelman perehtymiseen kului paljon aikaa. Onneksi *Teklan* kotisivuilta löytyi paljon selviä ohjeita ongelmatilanteen esiintyessä. Tämä tietenkin vaati hieman englanninkielen osaamista, sillä sivuilla oli ohjeet enimmäkseen englanniksi. Opinnäytetyön hyödyt itselle on TS-ohjelmistoon perehtyminen mallin ja piirustusten puolella. Minulla löytyi jo kesän jäljiltä TS-ohjelmistosta pientä osaamista, mutta tutkimuksen aikana perehdyttyäni enemmän TS-ohjelmistoon, oma tietotasoni karttui huomattavasti.

Opinnäytetyöni tulee varmasti olemaan hyödyksi yritykselle ja itselleni tulevaisuudessa. Ehdin laatia elementeille vain piirustusohjeet, työtä on mahdollista jatkaa esimerkiksi palkkien, pilareiden tai tasopiirustuksen pohjia laatiessa.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

BEC 2012 Elementin mallinnusohje versio 1.09. [verkkoaineisto]. Betoniteollisuus ry. [Viitattu 2019-28-2] Saatavissa: http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23982/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje_v109.pdf

BEC 2012 Ohje tietomallipohjaisille elementtipiirustuksille [verkkoaineisto] Betoniteollisuus ry. [Viitattu 2019-02-28] Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23865/BEC2012%20Ohje%20tietomallipohjaisille%20elementtipiirustukset.pdf>

Insinööritoimisto SRT Oy [verkkoaineisto] [Viitattu 2019-02-28] Saatavissa: <http://www.srtoy.net/>

Tekla.com. [verkkoaineisto] [viitattu 2019-02-28] Saatavissa: <https://www.tekla.com/fi>

Polku: tekla.com. tuotteet. Tekla Structure

Tekla.com. Detailed object level settings. [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-2-6] Saatavissa: https://teklastructures.support.tekla.com/2018i/en/dra_detailed_object_level_settings

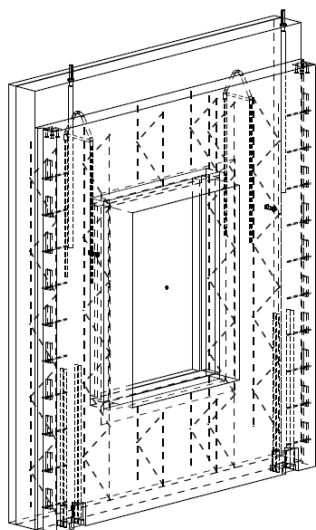
Tekla.com. Filter objects. [verkkoaineisto] [viitattu 2019-02-06] Saatavissa: https://teklastructures.support.tekla.com/2018i/en/mod_filtering_objects

YTV2012, Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 1 Yleinen osuus [verkkoaineisto] [Viitattu 2019-02-28] Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

YTV2012, Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 5 Rakennesuunnittelu [verkkoaineisto] [Viitattu 2019-02-28] Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_5_rak.pdf

LIITE 1: RAUDOITETUT S- JA V-ELEMENTIT

VALUTARVIKELUETTELO					
PIR. NUMERO	LKM	MATERIAALI	PINTA-ALA [m ²]	MAARA	YKS
2001	1	C30/37	8,94	2,29	m ³
ELEMENTTI PAINO:			5,94	t	
MAARA	TARVIKKEET				
2 kpl	AHP30				
2 kpl	ASL30				
8 kpl	PD 280				
2 kpl	PNLF5_E220				
20 kpl	PVL80 A40/1-FeSa25				
2 kpl	SBKL100x100				
2 kpl	VEMO1130 M16x100 S235JR				
2,60 m	karmipuu 50*150				
3,20 m	karmipuu 50*150				
8,52 m ²	ERISTE Paroc COS 5 ggr 220mm				
17,7 kg	MESH 5/150 8600X				
59,4 kg	MESH 8/200 8600X				
32,5 kg	8500B e8				
55,5 kg	8500B e12				
29,7 kg	8500B e20				
6,0 kg	8500X e9				
7,4 kg	8600X e9				

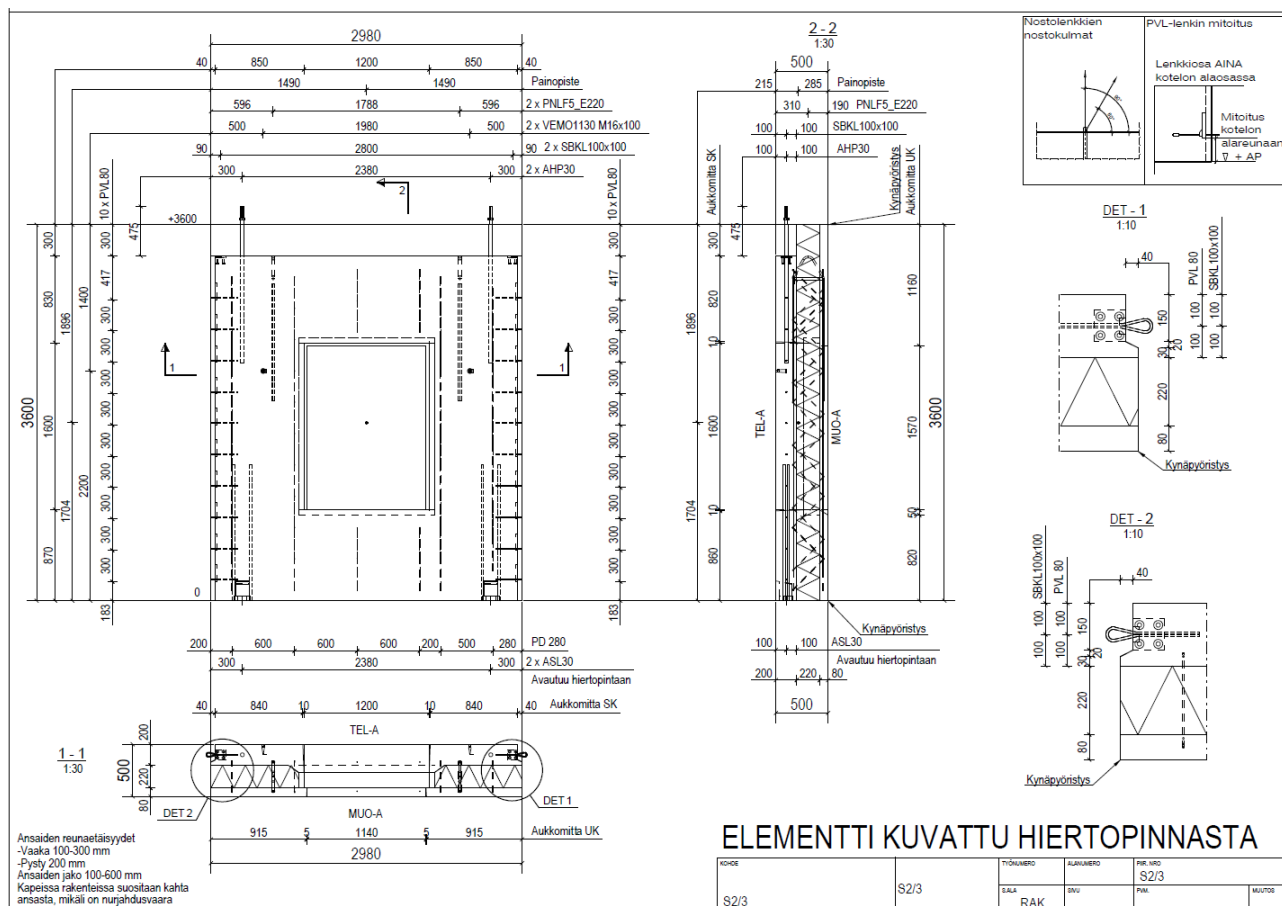


SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT		
Paloluokka	R60	
Rastusluokka	XC1	Sisäkuori
Rastusluokka ulko-kuori	XC3.4, XF1	Ulkokuori
Suunnittelu käyttöikä	50v.	
TUOTETIEDOT		
Betonipete 1	20 mm	Sisäkuori
Betonipete 2	35 mm	Ulkokuori
Toleranssuluokka	Betonelementtien tol. 2011, luokka N	
Mittatoleranssi	±10 mm	
Pintakäsittely 1	MUO-A	SK
Pintakäsittely 2	TEL-A	Maalaukaskäsittely, UK
Viisteen 1	Kynäpyöritys	
Muotistonestolujuus	15 MN/m ²	
Kuljetus- ja asennuslujuus	80% suunnittelulujuudesta	
Vesi-sementtiuhde	50% suunnittelulujuudesta	

MALLIPIIRUSTUS
S-ELEMENTTI

RAUDOITTEET MALLINNETTU ELEMENTTIIN

Tunnus / muutoksen sisältö		Päiväys	Tekijä
Taso- ja korkeusjärjestelmä ETRS-GK25 ja N2000			
Kaupunki / ota / sija	Kortti	Tontti / kko	
Rakennusvaihe	Työmaan n:o	Piirustustyyli	Virallisen julkaisun n:o
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö ja mittakaava		
S2-3			
Insinööritoimisto		Suunnittelija	Suunnittelijan työnumero --- piirustuksen numero --- muutos
SRT OY		RAK	2001
PL2000, (Vestikatku 3) 70601 KUOPIO www.srtoy.net etunimi.sukunimi@srtoy.net			
Tässä teurakstamassa noudatetaan kaikkia oim konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE 1996			



TERÄSMERKINNÄT (SFS-EN 10025):

T=B500B HITSATTAVA HARJATANKO
 S=S235JRG2 PIYÖRÖTERÄS
 K=KB500K HITSATUT VERKOT
 E=B600KX RUOSTUMATTOMAT RAUD.

TERÄSTEN JATKOSPITUUDET:

T8/E7=450 mm T10/E9=550 mm T12/E11=650 mm
 T16=900 mm T20=1100 mm T25=1350 mm

VERKKOJEN JATKOKSET 2 SILMÄVÄILLÄ

PIELITERÄKSET JATKETAAN NURKISSA, AUKKOJEN
 YMPÄRILLÄ PIELITERÄKSET
 L=AUKKO + 1000 mm

Rauditus

Sisäkuori:

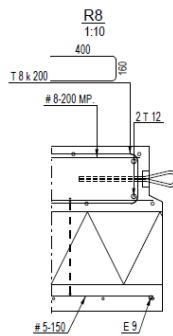
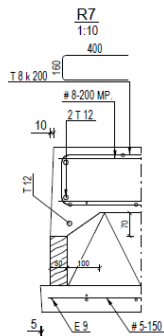
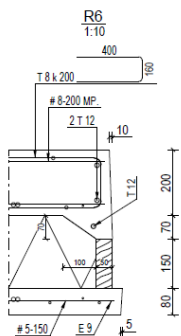
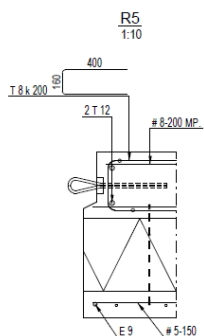
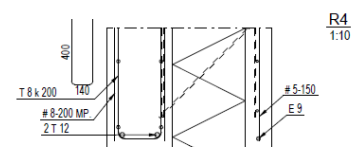
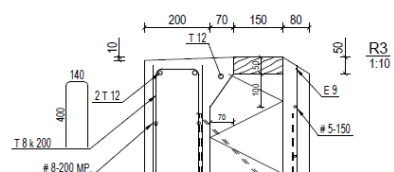
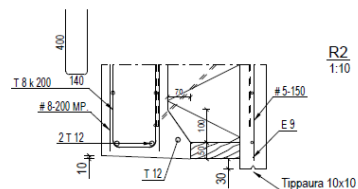
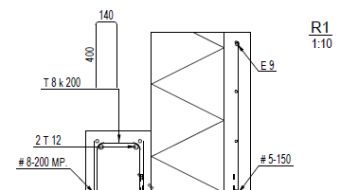
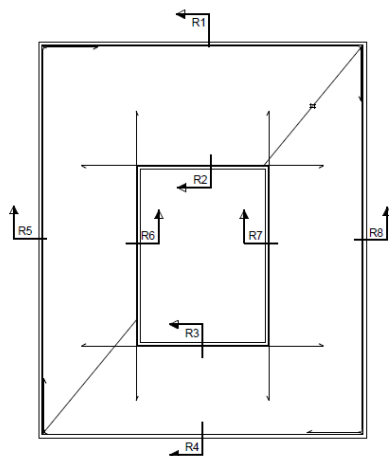
-Haat T8
 -Pieliteräks 2T12
 -Seinäkengän ja pultin välinen teräs T20
 -Verkko #6-200 mp.
 -Aukkoihin pieliteräks + haat

Ulkokuori:

-Pieliteräks E9
 -Verkko #5-150 keskeisesti
 -Aukkoihin pieliteräks

RAUDOITUS - ULKOKUORI

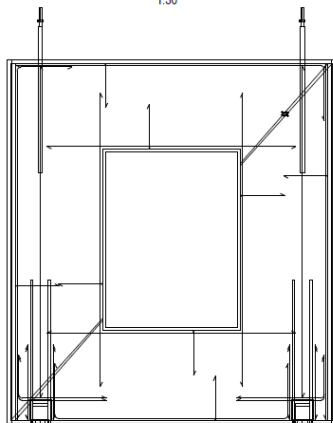
1:30



KODE	TYÖNUMERO	ALANUMERO	PIR. VUO	MUUT
S2/3	S2/3	RAK	S2/3	

RAUDOITUS - SISÄKUORI

1:30



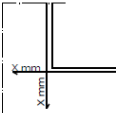
Pieliteräks

nurkissa:



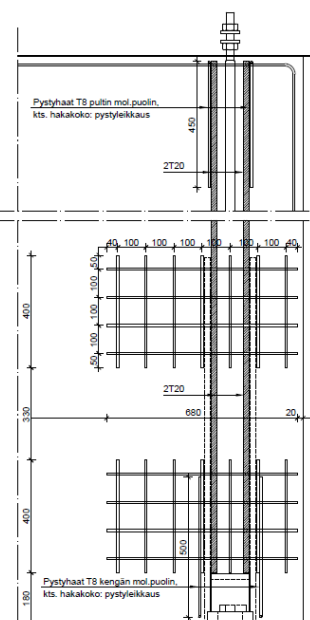
Pieliteräks

aukon nurkissa:



X on taulukon jatkospituus T/E = X mm

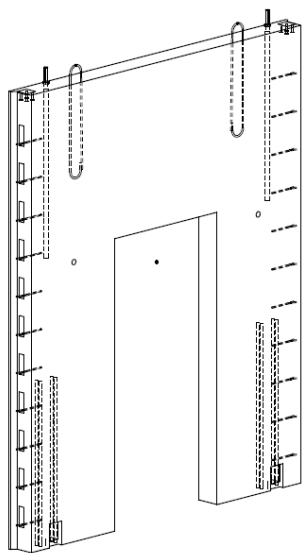
ASL30H SEINÄKENKIEN LISÄRAUDOITUS PERIAATE



- VERKOT #T8-100-400/680,
 SIDOTAAN SEINÄKENKIIN
 - PULTIN JA SEINÄKENKÄN VÄLIIN 2T20
 - MIKÄLI VERKKO EI MAHDU KORVATAAN SE
 UMPIHAIKILLA, 5+5 T8 K100 KENGÄN AP JA YP

KODE	TYÖNUMERO	ALANUMERO	PIR. VUO	MUUT
S2/3	S2/3	RAK	S2/3	

VALUTARVIKELUETTELO				
PIIR. NUMERO	LKM	MATERIAALI	PINTA-ALA [m ²]	MAARA YKS
3003	1	C30/37	8.20	1.58 m ²
ELEMENTTI PAINO:			3.96	t
MAARA TARVIKKEET				
2 kpl	AHP30			
2 kpl	ASL30			
2 kpl	PBK_12			
22 kpl	PVL80 A40/1-FeSa2.5			
2 kpl	SBKL100x100			
2 kpl	VEMO1130 M16x100 S235JR			
60.8 kg	MESH 8/200 B500K			
28.9 kg	B500B ø8			
46.6 kg	B500B ø12			
32.5 kg	B500B ø20			



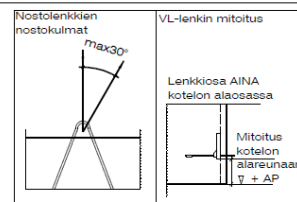
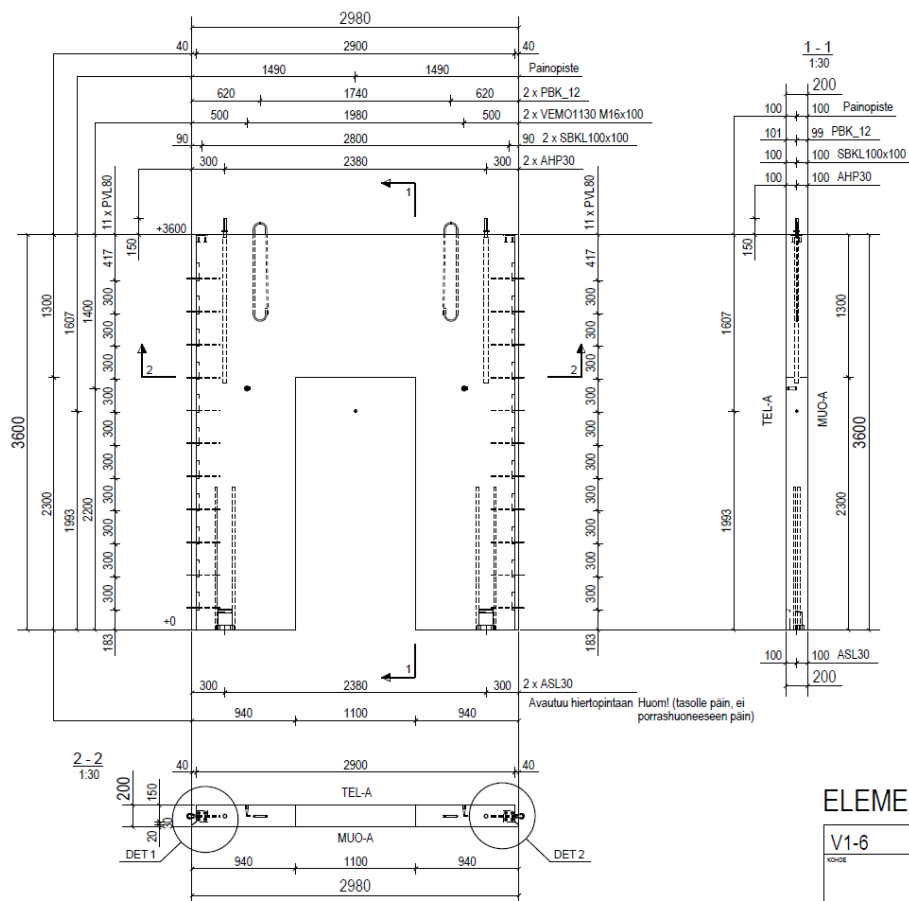
SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT

Paloluokka	R60
Rakenneluokka	XC1
Suunnittelu käyttöikä	50 v.
TUOTETIEDOT	
Betonipite 1	20 mm
Toleranssiluokka	Betonielementtien tsl. 2011, luokka N
Mittatoleranssi	±10 mm
Pintakäsittely 1	TEL-A
Pintakäsittely 2	MUO-A
Viisteet 1	Kynäyönstys
Muostanostoluokitus	15MN/m ²
Kuljetus- ja asennusluokitus	80% suunnitteluluokasta
Ves-sementtisuhte	50% suunnitteluluokasta

MALLIPIIRUSTUS
V-ELEMENTTI

RAUDOITTEET MALLINNETTU ELEMENTTIIN

Tunnus: Muutoksen sisältö		Päiväys:	Tekijä:
Taso- ja korkeusjärjestelmä ETRS-GK25 ja N2000			
Kaupungin osa / kyla	Kortti:	Tontti / kko	Rakennuslupa n:o
Rakennusvaihe	Työmaan n:o	Piirustaja	Virallinen juokseva n:o
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö ja mittakaava		
V1-6			
Insinööri toimisto	Suunnitteluala	Suunnittelijan työnumero ---	Piirustuksen numero ---
SRT OY	RAK	3003	muutos
EE Erkki Esimerkki MM Mikko Mäkelä	XX luokka	YY koko	paiväys
PL2000, (Viestikatu 3) 70601 KUOPIO www.srtoy.net etunimi.sukunimi@srtoy.net			
Tässä toimeksiantossa noudatetaan kaikilta osin konsulttoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE 1995			



ELEMENTTI KUVATTU HIEROPINNASTA

V1-6			
KOIVE	TYÖNUMERO	2	RK VRS
SALA	PIM	3003	Reaktor PIM
RAK			MUOTO

LIITE 2: DWG-RAUDOITETUT S- JA V-ELEMENTIT

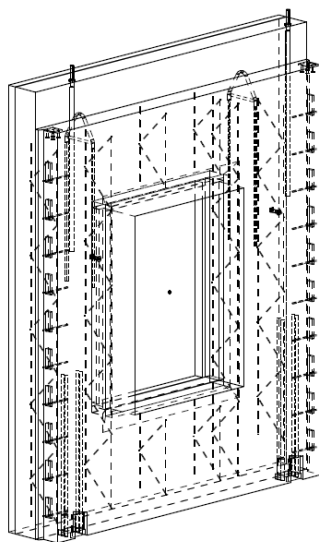
VALUTARVIKELUETTELO					
PIIR. NUMERO	LKM	MATERIAALI	PINTA-ALA [m ²]	MAARA	YKS
2002	1	C30/37	8.94	2.29	m ²
			ELEMENTTI PAINO: 5.94 t		
MAARA	TARVIKKEET				
2 kpl	AHP30				
2 kpl	ASL30				
5 kpl	PD 280				
2 kpl	PNILF5_E220				
20 kpl	PVL80 A401-FeSe2.5				
2 kpl	SEKL100x100				
2 kpl	VEMO1130 M16x100 S235JR				
2.60 m	karpipuu 50*150				
3.20 m	karpipuu 50*150				
6.52 m ²	ERISTE Paroc COS 5 ggt 220mm				
11.2 kg	B500B ø 10				
28.7 kg	B500B ø 12				
29.9 kg	B500B ø 20				
12.2 kg	B600KX ø 9				

SUUNNITTELUN LAHTOTIEDOT

Paloluokka	R80	
Rasitusluokka	XC1	Sisakuori
Rasitusluokka ulkokuori	XC3.4, XF1	Ulkokuori
Suunnittelu käyttöikä	50v.	

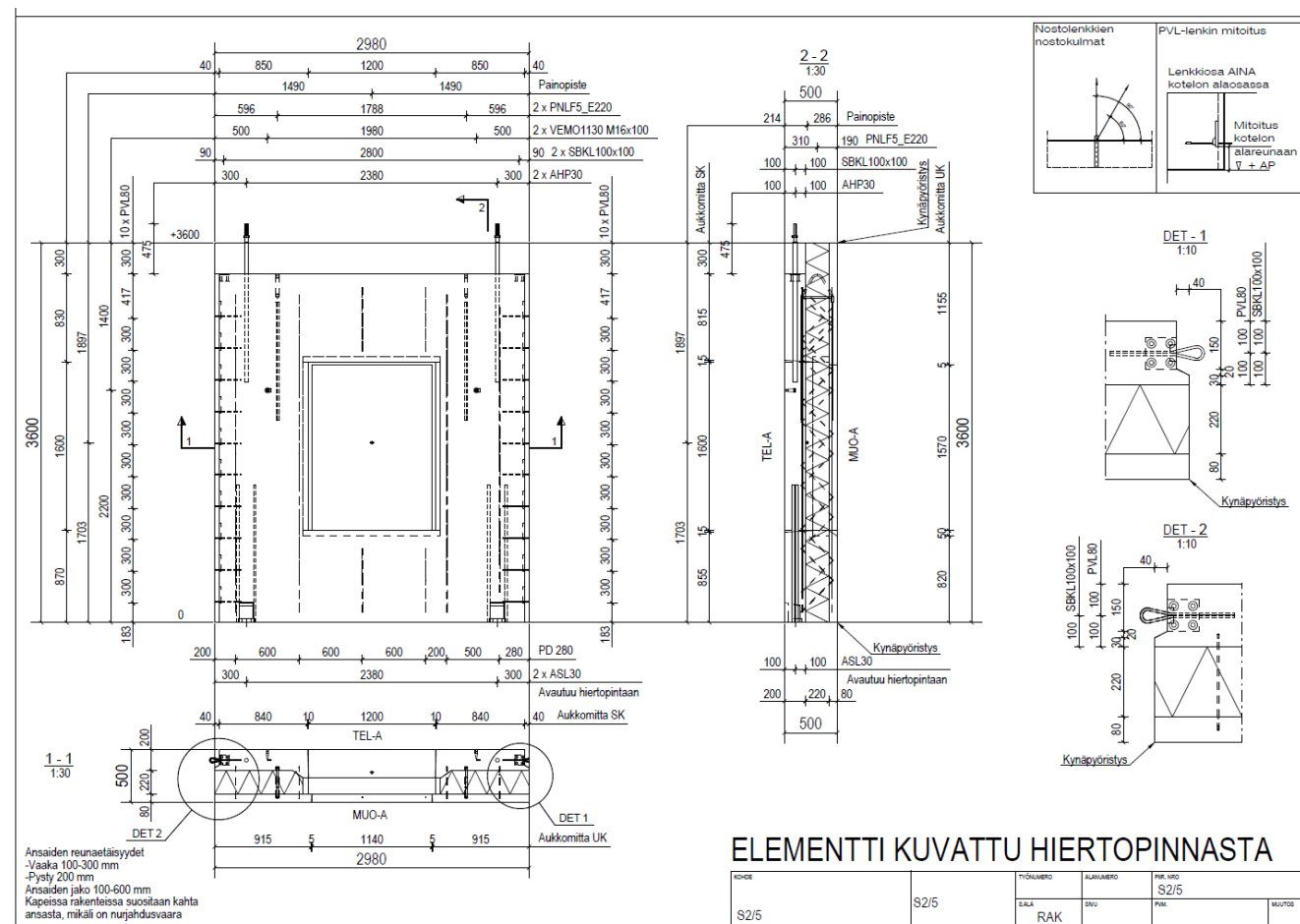
TUOTETIEDOT

Betonipite 1	20 mm	Sisakuori
Betonipite 2	35 mm	Ulkokuori
Toleranssuluokka	Betonielementtien tol. 2011, luokka N	
Mittatoleranssi	±10 mm	
Pintakäsittely 1	MUO-A	SK
Pintakäsittely 2	TEL-A	Maalaukset, UK
Viisteet 1	Kynäpyörästys	
Muustantostolisuus	15 MN/m ²	
Kulutus- ja asennuslujuus	80% suunnittelulujuudesta	
Vesi-sementti suhde	50% suunnittelulujuudesta	

MALLIPIIRUSTUS
S-ELEMENTTI

RAUDOITTEET DWG-KUVINA

Tunnus / Muutoksen sisältö		Päiväys	Tekijä
Tas- ja korkeusjärjestelmä ETRS-GK25 ja N2000			
Rakennusvaihe		Työmaa n:o	Piirustustyyli
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Piirustuksen sisältö ja mittakaava	
S2-5		Suunnittelun työnumero --- piirustuksen numero	
Insinööritoimisto		Suunnittelun työnumero --- piirustuksen numero	
SRT OY		Suunnittelun työnumero --- piirustuksen numero	
PL2000, (Viestikatu 3) 70601 KUOPIO		Suunnittelun työnumero --- piirustuksen numero	
Tässä toimituksessa noudatetaan kaikilla osin konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE 1995		Suunnittelun työnumero --- piirustuksen numero	



TERÄSMERKINNÄT (SFS-EN 10025):

T=B500B HITSATTAVA HARJATANKO
 S=S235JR G2 PYÖRÖTERÄS
 K=KB500K HITSATUT VERKOT
 E=B600KX RUOSTUMATTOMAT RAUD.

TERÄSTEN JATKOSITUUKSET:

T8/E7=450 mm T10/E9=550 mm T12/E11=650 mm
 T16=900 mm T20=1100 mm T25=1350 mm

VERKKOJEN JATKOKSET 2 SILMÄVÄLILLÄ

PIELITERÄKSET JATKETAAN NURKISSA, AUKKOJEN
 YMPÄRILLÄ PIELITERÄKSET
 L=AUKKO + 1000 mm

Rauditus

Sisäkuori:

Haat T8

Pieliteräksset 2T12

Seinäkengän ja pultin välinen teräs 2T20

Verkko #8-200 mp.

Aukkoihin pieliteräksset

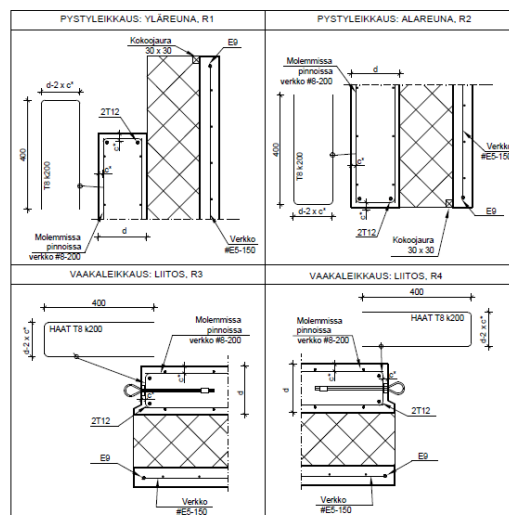
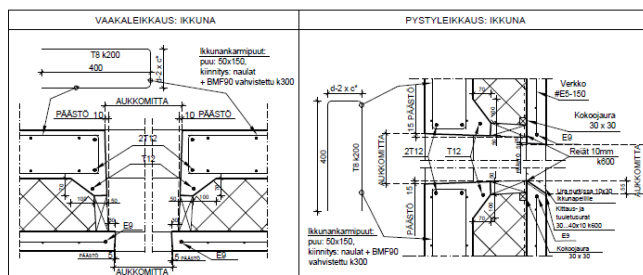
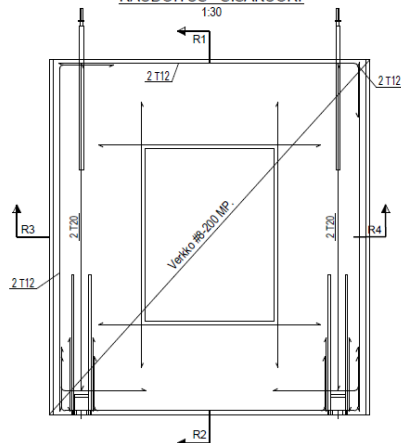
Ulkokuori:

Pieliteräksset E9

Verkko #5-150

Aukkoihin pieliteräksset

RAUDOITUS - SISÄKUORI

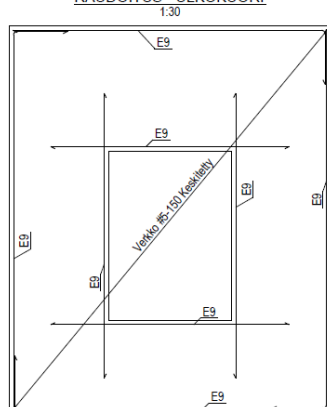


HUOMI! c* = Betonipelite sisäkuori
 Vaamurat mitoitussivun detailien mukaan

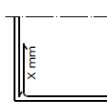
-NAAMAKUVAT MALLISTA
 -LEIKKAUKSET JA TYYPI DETALJIT DWG

KOIKE		TUONUMERO	ALUUMERO	PIR. NRO	MAUTS
S2/5	S2/5	SALA	SVU	RAK	

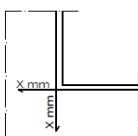
RAUDOITUS - ULKOKUORI



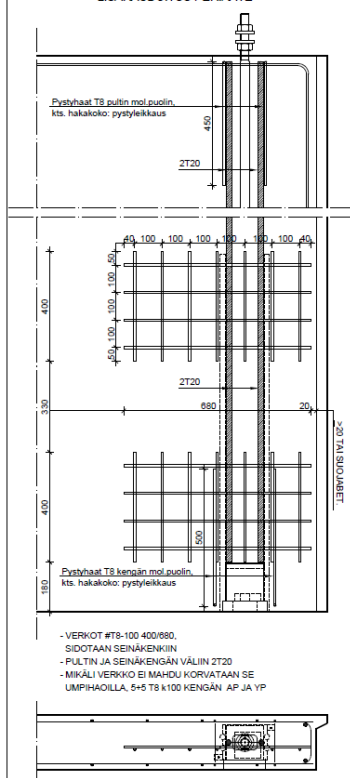
Pieliteräksset nurkissa:



Pieliteräksset aukon nurkissa:



X on taulukon jatkospituus T/E = X mm

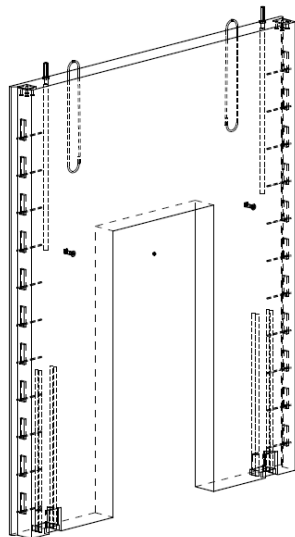
ASL30H SEINÄKENKIEN
LISÄRAUDOITUS PERIAATE

- VERKOT #8-100 400/800,
 SIDOTAAN SEINÄKENKIIN
 - PULTIN JA SEINÄKENGÄN VÄLIIN 2T20
 - MIKÄLI VERKKO EI MAHDU KORVATAAN SE
 UMPIHAILLILLA, 5+5 T8 K100 KENGÄN AP JA YP

KOIKE		TUONUMERO	ALUUMERO	PIR. NRO	MAUTS
S2/5	S2/5	SALA	SVU	RAK	

VALUTARVIKELUETTELO					
PIIR. NUMERO	LKM	MATERIAALI	PINTA-ALA [m ²]	MAARA	YKS
3004	1	C30/37	8.20	1.58	m ³
ELEMENTTI PAINO:				3.96	t
MAARA	TARVIKKEET				
2 kpl	AHP30				
2 kpl	ASL30				
2 kpl	PBK 12				
22 kpl	PVL80 A40/1-FeSa2.5				
2 kpl	SBKL100x100				
2 kpl	VEMO1130 M16x100 S235JR				
43.1 kg	B500B ø 12				
32.7 kg	B500B ø 20				

SUUNNITELUN LÄHTÖTIEDOT	
Päivä	R60
Rakennusluokka	XC1
Suunnittelu käytöksi	50 v.
TUOTETIEDOT	
Betonipite	20 mm
Toleranssiluokka	Betonielementtien tol. 2011, luokka N
Mittatoleranssi	±10 mm
Pintakäsittely 1	TEL-A
Pintakäsittely 2	MUO-A
Viisteet	Kynäpyöritys
Muostanostolujuus	15MN/m ²
Kuljetus- ja asennuslujuus	80% suunnittelulujuudesta
Vesi-sementtisuhte	50% suunnittelulujuudesta



MALLIPIIRUSTUS V-ELEMENTTI

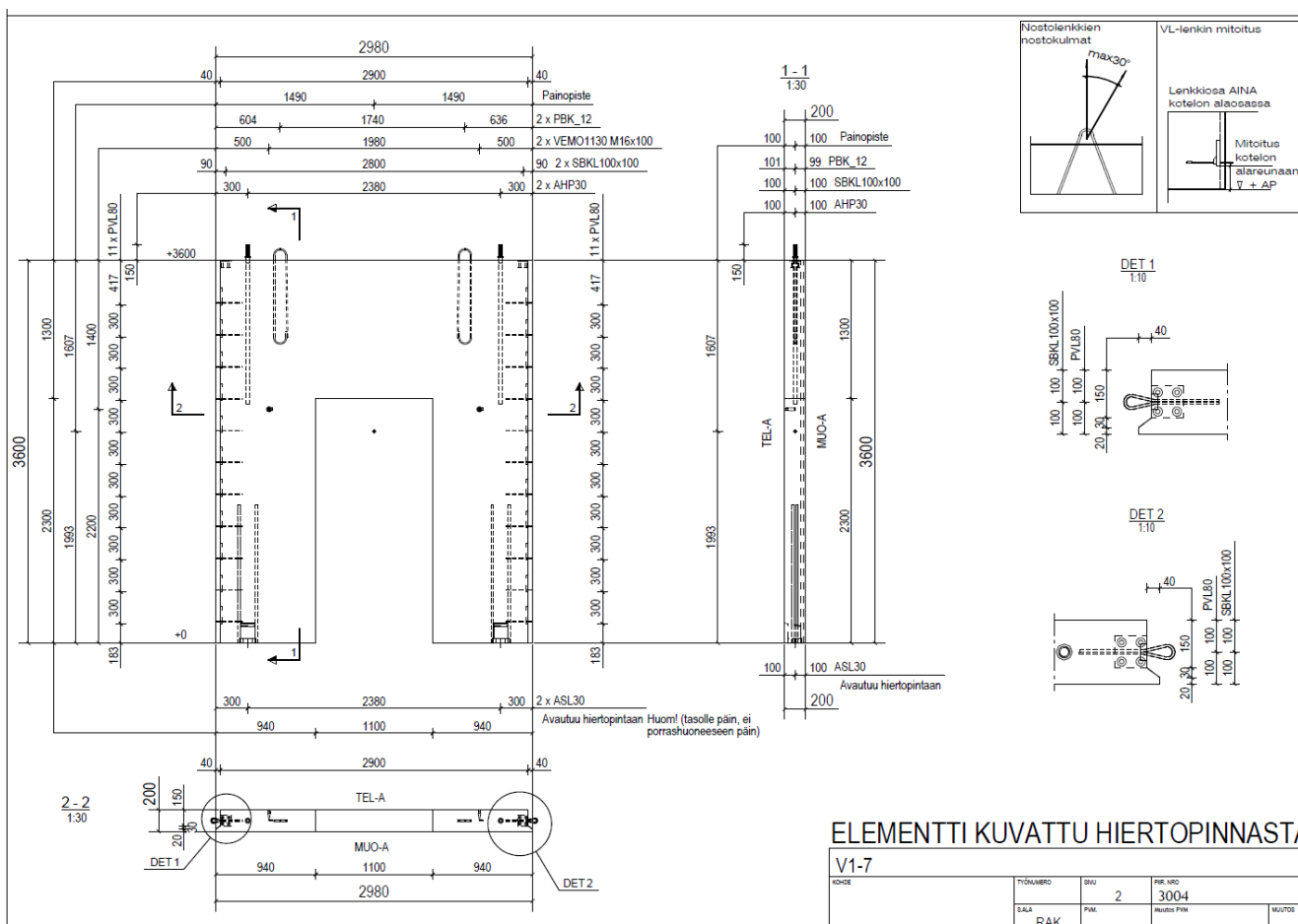
RAUDOITTEET DWG-KUVINA

04-709 44x
04-709 44x

Tunnus	Muutoksen sisältö	Päiväys	Tekijä
Taso- ja korkeusjärjestelmä ETRS-GK25 ja N2000			
Kaupunki ota / kyla	Kortti	Tontti / Rn:o	Viranomaisen arkistointimerkintä
Rakennusohje	Työmaan n:o	Piirustaja	Rakennuslupa n:o
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö ja mittakaava		
V1-7			
Insinööritoimisto		Suunnitteluala	Suunnittelijan työnumero --- piirustunumero
SRT OY		RAK	3004
PL2000, (Viestikatu 3) 70601 KUOPIO		päiväys	muutos
www.srtoy.net etunimi.sukunimi@srtoy.net			

Ei-Ei
Mikro Malli

EE



TERÄSMERKINNÄT (SFS-EN 10025):

T+B500B HITSATTAVA HARJATANKO
S+G235JR02 PYÖRÖTERÄS
K+K500K HITSATUT VERKOT
E+B600KX RUOSTUMATTOMAT RAUD.

TERÄSTEN JATKOSPITUUDET:

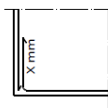
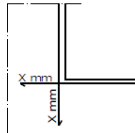
T8/E7=450 mm T10/E9=550 mm T12/E11=650 mm
T16=600 mm T20=1100 mm T25=1350 mm

VERKKOJEN JATKOKSET 2 SILMÄVÄLILLÄ

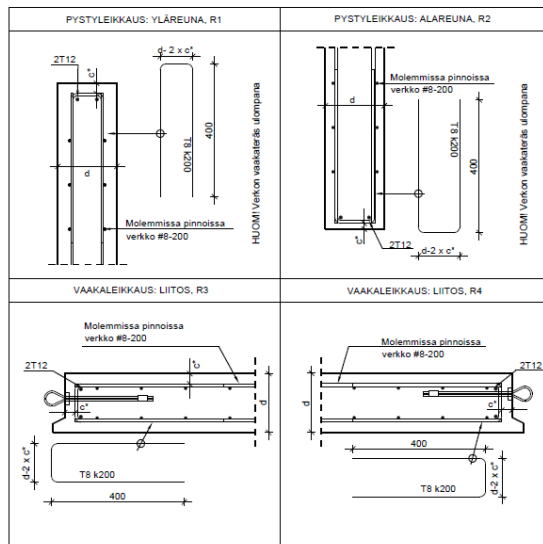
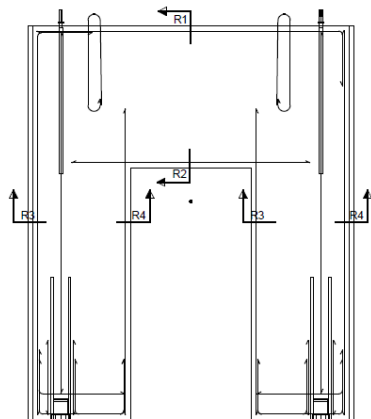
PIELITERÄKSET JATKETAAN NURKISSA, AUKKOJEN
YMPÄRILLÄ PIELITERÄKSET
L=AUKKO + 1000 mm

Raidoitus

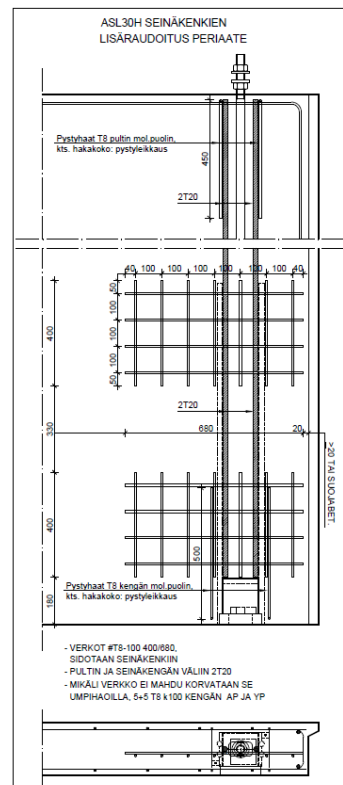
-Haat T8
-Pieliteräket 2T12
-Verkko #8-200
-Seinäkengän ja pultin välinen teräs 2T20

Pieliteräket
nurkissa:Pieliteräket
aukon nurkissa:

X on taulukon jatkoisuus T/E = X mm

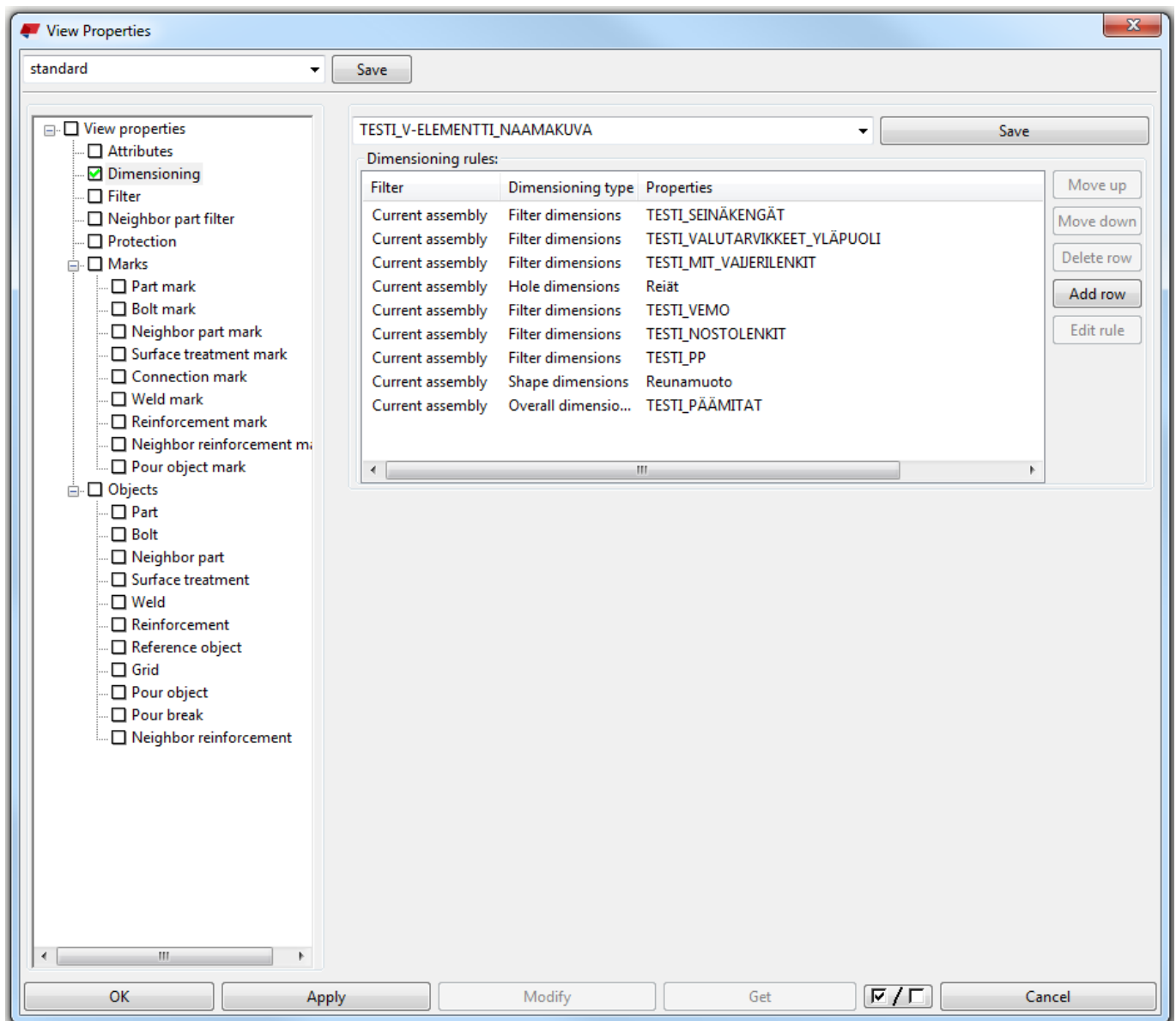
RAUDOITUS
1:30

HUOMI c* = Betonipeite
Vaamurat mitoitussuun detailien mukaan



V1-7

KOHDE	TÖNUMERO	SIVU	PIIR. NRO	MUUTOS
RAK		3	3004	



TESTI_FILTTERI_ELEMENTIN_YLÄPUOLI_VALUTARVIKKEET

Save

Filter type: Model Drawing Other

☐ View filter ☐ All drawing types ☐ Organizer

☐ Selection filter ☒ Current drawing type

☐ Object representation ☐ Selection filter

-	(	Category	Property	Condition	Value	)	And/...
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Object	Object type	Equals	Part	-	And
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Template	MAIN_PART	Equals	1	-	And
<input checked="" type="checkbox"/>	(Part	Name	Equals	AHP* ATP* HPM*	-	Or
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Part	Name	Equals	SBKL* KL*	)	Or

Add row

Delete row

Move up

Move down

New filter

TESTI_FILTTERI_SEINÄKENGÄT

Save

Filter type: Model Drawing Other

☐ View filter ☐ All drawing types ☐ Organizer

☐ Selection filter ☒ Current drawing type

☐ Object representation ☐ Selection filter

-	(	Category	Property	Condition	Value	)	And/...
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Object	Object type	Equals	Part	-	And
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Template	MAIN_PART	Equals	1	-	And
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Part	Name	Equals	ASL* SUMO*	-	And

Add row

Delete row

Move up

Move down

New filter

TESTI_FILTTERI_VAUERILENKIT

Save

Filter type: Model Drawing Other

☐ View filter ☐ All drawing types ☐ Organizer

☐ Selection filter ☒ Current drawing type

☐ Object representation ☐ Selection filter

-	(	Category	Property	Condition	Value	)	And/...
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Object	Object type	Equals	Part	-	And
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Template	MAIN_PART	Equals	1	-	And
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Part	Name	Contains	VL WL	-	And

Add row

Delete row

Move up

Move down

New filter

TESTI_FILTERI_VEMO

Save

Filter type: Model Drawing Other

☐ View filter ☐ All drawing types ☐ Organizer

☐ Selection filter ☒ Current drawing type

☐ Object representation ☐ Selection filter

-	(	Category	Property	Condition	Value	)	And/...
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Object	Object type	Equals	Part	-	And
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Template	MAIN_PART	Equals	1	-	And
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Part	Name	Equals	VEMO*	-	And

Add row

Delete row

Move up

Move down

New filter

TESTI_FILTERI_NOSTOLENKIT

Save

Filter type: Model Drawing Other

☐ View filter ☐ All drawing types ☐ Organizer

☐ Selection filter ☒ Current drawing type

☐ Object representation ☐ Selection filter

-	(	Category	Property	Condition	Value	)	And/...
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Object	Object type	Equals	Part	-	And
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Template	MAIN_PART	Equals	1	-	And
<input checked="" type="checkbox"/>	(Part	Name	Equals	PNLF*	-	Or
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Part	Name	Equals	PINTOS*	-	Or
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Part	Name	Equals	SA* PA* SC* PB*	-	Or
<input checked="" type="checkbox"/>	-	Part	Name	Equals	LH*	)	Or

Add row

Delete row

Move up

Move down

New filter

LIITE 4: WALL LAYOUT- MALLINNUSOHJE:SALATTU