



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Juhana Uimonen

Ontelolaattojen tietomallipohjainen suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

20.4.2019

Tekijä Otsikko	Juhana Uimonen Ontelolaattojen tietomallipohjainen suunnittelu
Sivumäärä Aika	60 sivua + 2 liitettä 20.4.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakennetekniikka
Ohjaajat	Ohjaajaopettaja Kimmo Sani Projektipäällikkö Johan Sund
<p>Opinnäytetyö käsitteli ontelolaattoja, sekä niiden mittakuvien luomisen tehostamista. Työ tehtiin Porvoossa sijaitsevalle insinööritoimistolle J.Sund Oy. Työn tavoitteena oli tehostaa Tekla Structures -mallinnusohjelmassa ontelolaattojen mitoitusta automatisointia parantamalla.</p> <p>Tekla Structuresin vahvuuksia ovat mm. mallinnuksen nopeus sekä muutosten teon helpous malliin. Ohjelman käytön tehokkuus riippuu käyttäjän kyvyistä hyödyntää ohjelman resursseja. Ohjelmaa onkin mahdollista itse muokata entistä tehokkaammaksi käyttä. Tehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi optimoiduilla piirustusten mitoitusasetuksilla, kustomoiduilla komponenteilla sekä makroilla.</p> <p>Tutkimuksessa perehdyttiin ontelolaattoihin rakennusalan verkkodokumenttien avulla, sekä tutustuttiin Tekla Structures -mallinnusohjelmaan Teklan sivuilta löytyvän runsaan opetusmateriaalin, harjoittelumallien sekä yrityksen oman rakennusmallin avulla. Tutkimuksessa seurattiin yrityksen henkilöstön työskentelyä ja työntekijöiden mielipiteitä kuultiin. Kerätyn informaation perusteella laadittiin parannusehdotuksia, joita koekäytettiin. Koekäytöstä kerättiin käyttökokemuksia, ja parannusehdotuksiin tehtiin korjauksia. Opinnäytetyön aikana projekti laajentui tutkimaan mitoituksen automatisoinnin lisäksi myös ontelolaattatyökälua sekä mahdollisuutta luoda uusi komponentti.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi ehdotus ontelolaattatyökäluun käyttöön, uusi kustomoitu komponentti sekä muutosehdotus ontelolaattojen mittakuvien mitta-asetuksiin, joka tehostaa mittakuvien luontia. Lisäksi syntyi toimintaohjeistus ontelolaattamittakuvien luonnille sekä uuden kustomoidun komponentin käytölle.</p>	
Avainsanat	ontelolaatta, tietomallinnus

Author Title	Juhana Uimonen Data Modeling Based Hollow-core Slab Designing
Number of Pages Date	60 pages + 2 appendices 20 April 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Structural Engineering
Instructors	Johan Sund, Project Manager Kimmo Sani, Principal Lecturer
<p>This thesis addressed hollow-core slabs and the creation of hollow-core slab drawings. The study was commissioned by an engineering office J. Sund Oy located in Porvoo. The objective of this thesis was to optimize the creation of hollow-core slab drawings by improving the automatization process for the Tekla Structures modeling program.</p> <p>The assets of Tekla Structures are fast modeling and the ease of modifications in the model. The efficiency of using the program depends on the user's ability to utilize the resources of the program. The efficiency of using the program can be improved by optimizing drawing creation settings, custom components and macros.</p> <p>The research was initiated by getting acquainted with hollow-core slabs by studying construction branch internet documents, familiarizing with Tekla Structures by learning material from Tekla webpage, using learning data models and examining the models of the company. The research monitored the working methods of the company and the opinions of the employees were heard. Suggestions for improvements were based on the gathered information. The improvements went through a test run process and user experience was gathered. During the study the project extended in researching the hollow-core slab tool and the possibility of creating a custom component.</p> <p>As a result of this thesis there was a proposal for using the hollow-core slab tool, a new custom component was created and there was a proposal for modification in hollow-core slab drawing settings which optimizes the creation of the drawings. In addition, a procedure for creating hollow-core slab drawings and using the new custom component was composed.</p>	
Keywords	hollow-core slab, data modeling

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tavoitteet	1
1.3	Rajaus	2
1.4	Toteutustapa	2
2	Ontelolaattojen suunnittelun eri vaiheet	3
2.1	Yleistä	3
2.2	Valmistus	4
2.3	Käyttökohteet	6
2.4	Tuenta	11
2.5	Erilaisia ontelolaattoja	12
2.5.1	Palolaatat	12
2.5.2	Kavennetut ontelolaatat	12
2.5.3	Eristetyt ontelolaatat	13
2.5.4	Kylpyhuonelaatat	13
2.5.5	Ulokelaatta	16
3	Ontelolaattojen asennus	17
3.1	Ontelolaattojen vastaanotto työmaalle	17
3.2	Kuorman purkaminen	17
3.3	Ontelolaattojen nosto	18
3.4	Ontelolaattojen paikalleen asennus	19
4	Ontelolaattojen suunnittelussa huomioitavia asioita	21
4.1	Ontelolaattojen rei'itys (reikä tiedot)	21
4.2	Vakiovaraukset	23
4.2.1	Viemäröintiura	23
4.2.2	Sähköputkivaraus	23
4.2.3	SKK	24
4.2.4	Pasi-lenkki	25
4.3	Lähtötiedot punossuunnittelijalle	26
4.4	Ontelolaatan kuormitus	27
4.4.1	Ontelolaatan pituussuuntainen viivakuormankestävyys	27
4.4.2	Viivakuormien jako	28

4.4.3	Viivakuormien jako aukkojen kohdalta	29
4.4.4	Ontelolaatan pistekuormakestävyys	30
4.4.5	Pistekuormien jako	31
5	Tekla Structures	33
5.1	Yleistä	33
5.2	Teklan päävalikon otsakkeet ja niiden sisältö pääpiirteittäin	33
5.3	Piirustustyypit	35
5.4	Ontelolaattojen mittapiirustuksien luominen	36
5.4.1	Mittakuva	36
5.4.2	Mittakuvien luonti	36
5.4.3	Piirustusnäköymän päävalikko	37
6	Yrityksen toimintatapoihin tutustuminen	38
7	Ontelolaattatyökalun toiminnan tutkiminen	39
7.1	Ontelolaattatyökalun toiminta	39
7.2	Ongelma laataston toiminnassa	40
8	Kustomoidun SKK-komponentin luonti	41
8.1	Kustomoitu komponentti	41
8.2	SKK Seinäkenkätelo	41
8.3	SKK-komponentin luominen	43
9	Ontelolaatan mittakuvien automatisointi	48
9.1	Yleistä mitoituksesta	48
9.2	Ongelmakohdat mittakuvissa	52
9.3	Ongelman tutkiminen	53
10	Pohdinta	55
11	Yhteenveto	57
	Lähteet	59
	Liitteet	
	Liite 1. Ontelolaatan mittakuvien luonti	
	Liite 2. SKK-komponentin luonti	

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehdään rakennetekniikan alalla toimivalle yritykselle Insinööritoimisto J. Sund Oy:lle. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Porvoossa, ja yritys toimii Uudenmaan alueella. Yritys on erikoistunut rakennesuunnitteluun, rakenteiden tietomallipohjaiseen suunnitteluun sekä 3D-mallintamiseen. Valmisosasuunnittelu, työselostukset, piirustusten ja määräluettelojen luonti kuuluvat myös J. Sund Oy:n osaamisalaan.

Yrityksen toiveissa on tehostaa asioita, jotka johtavat siihen, että ontelolaattojen mittakuvat saadaan valmiiksi mahdollisimman nopeasti. Opinnäytetyössä tutkitaan mallinnusohjelmaa ja sillä mallintamista, sekä etsimään keinoja tehokkaammalle mallinnukselle. Yleiskuva yrityksen nykyisestä toiminnasta saadaan seuraamalla työtä sivusta, haastattelemalla sekä perehtymällä yrityksen tietomalleihin. Työ rajautuu asuinrakennuksissa käytettäviin, kantaviin seiniin tukeutuviin, ontelolaattoihin. Ontelolaattojen raudoitussuunnittelu jää työn ulkopuolelle.

1.1 Tausta

Opinnäytetyö käsittelee ontelolaattoja, ja niiden mittakuvien luomista. Ontelolaattojen mittakuvat laaditaan tietomallinnusohjelmalla (Tekla Structures), ja ontelolaattojen mallintamista sekä mittakuvien luomista tulisi tehostaa. Ontelolaattojen luonnin ja ontelolaattamittakuvien luomisen tulisi olla mahdollisimman automatisoitua, jolloin suunnittelijan työskentely tehostuu.

1.2 Tavoitteet

Tavoitteeksi on asetettu tehokkaampi ontelolaattamittakuvien luominen. Tavoitteet on tarkoitus saavuttaa perehtymällä Tekla Structures -mallinnusohjelmaan hyvin, jotta saataisiin hyvä kuva ohjelman tarjoamista mahdollisuuksista. Tarkoituksena on luoda uusi toimintatapa Tekla Structuresin käyttöön, jossa sovelletaan projektin aikana löydettyjä parannuksia ja kirjallinen ohjeistus.

1.3 Rajaus

Opinnäytetyö rajautuu suunnittelijan ajankäytön tehostamiseen, eli ontelolaattojen luontiin, ja niiden mittakuviin. Tuotannon puolen asiat jäävät opinnäytetyön ulkopuolelle. Opinnäytetyön tuloksien viemistä tuotannon puolelle voidaan pohtia jatkojalostusideana. Työ rajautuu ontelolaattojen osalta asuinrakennuksissa käytettäviin, kantaviin seinisiin tukeutuviin, ontelolaattoihin. Työn ulkopuolelle jää myös raudoitussuunnittelu.

1.4 Toteutustapa

Opinnäytetyö toteutetaan tietomallinnusohjelmalla Tekla Structures. Työtä tehdään itsenäisesti kotona, koulun tiloissa sekä yrityksen tiloissa. Tutkimusmateriaalina hyödynnetään ontelolaattoihin liittyvää materiaalia sisältäviä verkkosivuja, kuten Elementti-suunnittelu.fi sekä Parma. Työssä perehdytään yrityksen nykyisiin toimintatapoihin seuraamalla työskentelyä, haastattelemalla sekä tutkimalla yrityksen tietomalleja. Kerätyn datan perusteella luodaan parannuksia toimintatapaan, ja parannuksia koekäytetään. Koekäytöstä kerätään kokemuksia, ja saadun palautteen perusteella parannusta jatkojalostetaan. Lopuksi luodaan kirjallinen ohjeistus projektin tuloksista.

2 Ontelolaattojen suunnittelun eri vaiheet

2.1 Yleistä

Ontelolaatta on laattaelementti, jota käytetään yleisesti betonirunkoisten rakennusten ala-, väli- ja yläpohjissa. Ontelolaattavalikoima on monipuolinen ja ontelolaatta soveltuu käytettäväksi asuin-, liike- sekä teollisuusrakennuksissa. Ontelolaattojen tuotestandardi on SFS-EN 1168. [1.]

Ontelolaatat ovat esijännitetyjä laattaelementtejä, joissa kulkee pituussuuntaisia onteleita. Onteloiden määrä, koko ja muoto vaihtelee laatan korkeuden mukaan. Laattojen leveys on vakio, 1200 mm. Tarvittaessa laattoja voidaan kaventaa kavennusohjeistuksen mukaisesti. 500 mm paksulla ontelolaatalla päästään 20 metrin jänneväliin (Taulukko 1). Onteloiden avulla laatasta saadaan kevyempi. Ontelolaatoissa käytetään betonia, jonka lujuus on C40-70. Laatan onteleita voidaan hyödyntää myös esimerkiksi putkituksissa. [1.]

Taulukko 1. Ontelolaattatyypien mittoja. [1].

LAATTATYYPPI	LAATAN KORKEUS [mm]	ELEMENTIN PAINO [kg/m ²]	PAINO SAUMATTUNA [kg/m ²]	VÄHIMMÄISTUKIPINTA [mm]	MAKSIMIJÄNNEVÄLI [m]
O15	150	205	215	60	7,0
O20	200	245	260	60	11,0
O27	265	360	380	60	13,5
O32	320	380	400	60	16,0
O37	370	485	510	60	14,0
O40	400	435	465	100	18,5
O50	500	560	600	100	20,0

Esimerkkinä Parman ontelolaattatarjontaa (Taulukko 2). Ontelolaattojen tunnukset vaihtelevat hieman valmistajittain. Ontelolaatoista voi olla useampia versioita, kuten 4-onteloiseen P40-laataan pohjautuva, 5-onteloinen P40R-versio.

Taulukko 2. Parman ontelolaattatarjontaa. [4.]

Tunnus	Korkeus, mm	Onteloiden lukumäärä	Paino, kg/m ²	Paino saumattuna kg/m ²	Saumabetonimenekki, l/m ³	Normaalisti käytetty tukipinnan suunnittelupituus betonirakenteen päällä. ²⁾	Normaalisti käytetty tukipinnan suunnittelupituus kevytbetoniharkkorakenteen päällä	Tukipinnan minimipituus laatan kantavuuden kannalta	Tukipinnan minimipituus kevytbetoniharkkorakenteen päällä
P18M	175	7	225	240	6	60	80	40	60
P20	200	6	245	260	7	60	80	40	60
P27	265	5	360	380	11	60	80	40	60
P32	320	4	380	400	13	60		40	
P37	370	5	485	510	15	60		40	
P40	400	4	435	465	15	100		80	
P40R	400	5	475	505	15	100		80	
P50	500	4	560	600	19	100		80	
P50R	500	5	600	640	19	100		80	
P27K	265/175*	5	360/430*	380/445*	11	60		40	
P32K	320/200*	4	380/485*	400/505*	13	60		40	
P37K	370/200*	5	485/485*	510/890*	15	60		40	
KL100	100	-	245	250	4	60	80	40	60
KL120	120	-	290	300	4	60	80	40	60
KL150	150	-	365	375	5	60	80	40	60

¹⁾ Taulukon saumabetonimenekki tarkoittaa laattojen välisiä ehjiä pituussaumoja.

²⁾ Suunniteltu tukipinnan pituus on aina tarkistettava suunnitelmista.

^{*)} Laatan korkeus ja paino täyskorkean laatan/kylpyhuonesyvennyksen kohdalla.

2.2 Valmistus

Ontelolaatat valmistetaan liukuvaluna teräksisten öljyttyjen valupetien päälle. Ennen valua valupedin päälle esijännitetään rauditus, jonka ympärille valukone valaa ontelolaattaa. Ontelot syntyvät valukoneessa olevalla muotilla (Kuva 1). [3.]



Kuva 1. Ontelolaattavalukone. [8.]

Valettava betonimassa on jäykkää, joten se pysyy valukoneesta tullessaan muodossaan ilman muottia (Kuva 2). Laatat katkaistaan mittoihinsa timanttisahan avulla, kun betoni on saavuttanut riittävän lujuuden. Ontelolaatan päihin porataan alapintaan onteloiden kohdalle vesireiät. Reikiä avulla saadaan ohjattua rakennusvaiheessa onteloihin mahdollisesti kertyvä vesi pois. [3.]



Kuva 2. Leikkaamaton ontelolaatta valun jäljiltä. [7.]

Ontelolaatan päädyissä olevat onteloiden avoimet päät tukitaan tehtaalla muovisilla valutulpilla (Kuva 3). Tulpat estävät saumavalun joutumisen onteloihin, kun ontelolaa-

tastoa valetaan yhteen. Käyttämällä syviä ontelon sisään ulottuvia valutulppia voidaan myös lisätä laatan leikkauskestävyyttä tuilla. [3.]



Kuva 3. Ontelolaatan valutulpat. [6.]

Ontelolaatan muottia vasten valettu alapinta täyttää BY 40 luokan A (Betonipinnat, luokitusohjeet (MUO2)) vaatimukset, ja karhea yläpinta valukoneen jäljiltä toimii hyvänä tartuntapintana pintabetonille. [3.]

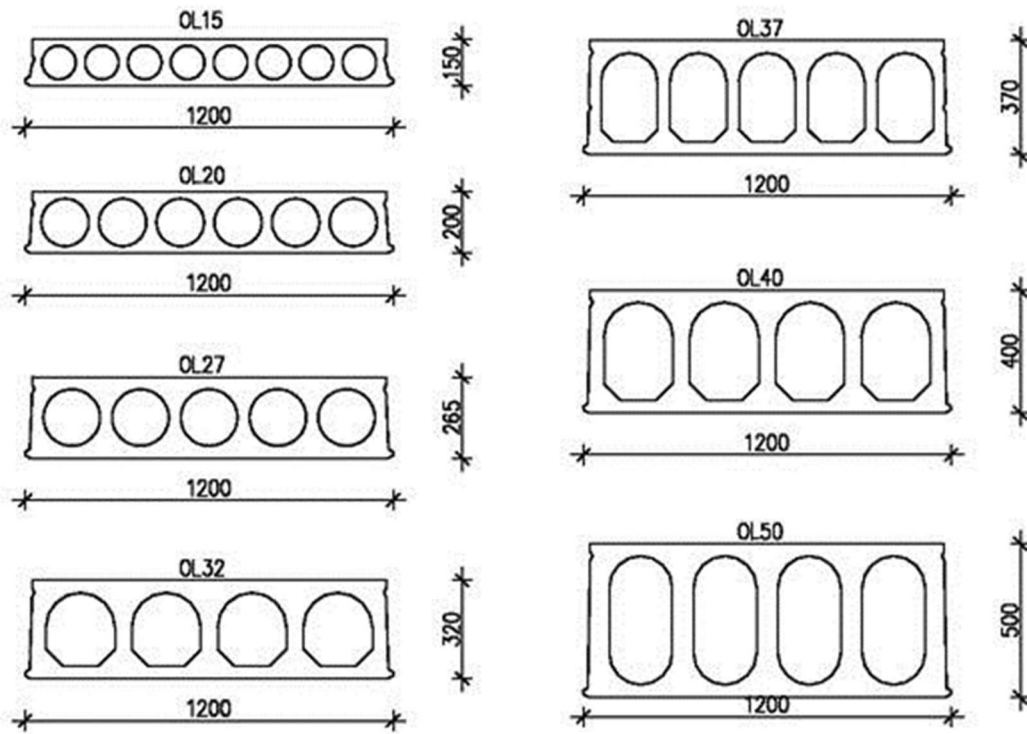
2.3 Käyttökohteet

Yleensä laattatyyppi määräytyy kantavuuden perusteella, asuinrakennuksissa on otettava huomioon myös ontelolaatan ääneneristävyyssominaisuudet.

- O15 Harvoin käytetty laatta. Voidaan käyttää pientalojen ala- väli- ja yläpohjissa. Keveytensä takia voidaan käyttää myös pienten hallimaisten rakennusten yläpohjissa. [1.]
- O20 Yleisin pientalojen ontelolaattatyyppi. Käytetään ala- väli- ja yläpohjissa. Soveltuu käytettäväksi kylpyhuoneisiin kololaatan tilalle. Lattian kallistukset valetaan tällöin ontelolaatan päälle pintalaattaan. Käytetään myös teollisuushallien vesikattorakenteena. [1.]

- O27 Yleisesti käytössä rivitalojen ja asuinkerrostalojen yläpohjissa. Käytetään yleisesti rivitalojen ja asuinkerrostalojen yläpohjissa. Laattaa voidaan käyttää rivitalojen välipohjissa, jos huoneistojen välinen seinä tarpeeksi järeä. Laattatyyppejä voidaan käyttää asuinkerrostalojen ja rivitalojen alapohjissa, kun laatan lämmöneristys sijaitsee laatan yläpuolella. Soveltuu myös asuinkerrostalojen välipohjaksi, jos laatan askelääneneristävyttä parannetaan. [1.]
- O32 Käytetään yleisesti liike- ja toimistorakennuksissa. Toimii asuinkerrostaloissa välipohjana, jos laatan ääneneristävyttä parannetaan. [1.]
- O37 Laattatyyppejä käytetään yleisimmin asuinrakennusten ala- ja välipohjissa. Täyttää asuinrakennusten ääneneristysvaatimukset, kun ontelolaatan päälle tulee tasoite, joustava alusmateriaali ja lattiapinnoite. [1.]
- O40 Käytetään pitkiä jännevälejä vaativissa ala- ja välipohjissa, toimisto- ja liikerakennuksissa. Soveltuu hyvän kantokykynsä ansiosta myös teollisuus- ja varastorakennuksien ala- ja välipohjiin. [1.]
- O50 Laattatyyppejä käytetään raskaasti kuormitettujen liike-, teollisuus- ja varastorakennusten ala- ja välipohjissa, sekä pitkiä jännevälejä vaativiin pysäköintitaloihin, pihakansiin ja siltoihin. [1.]

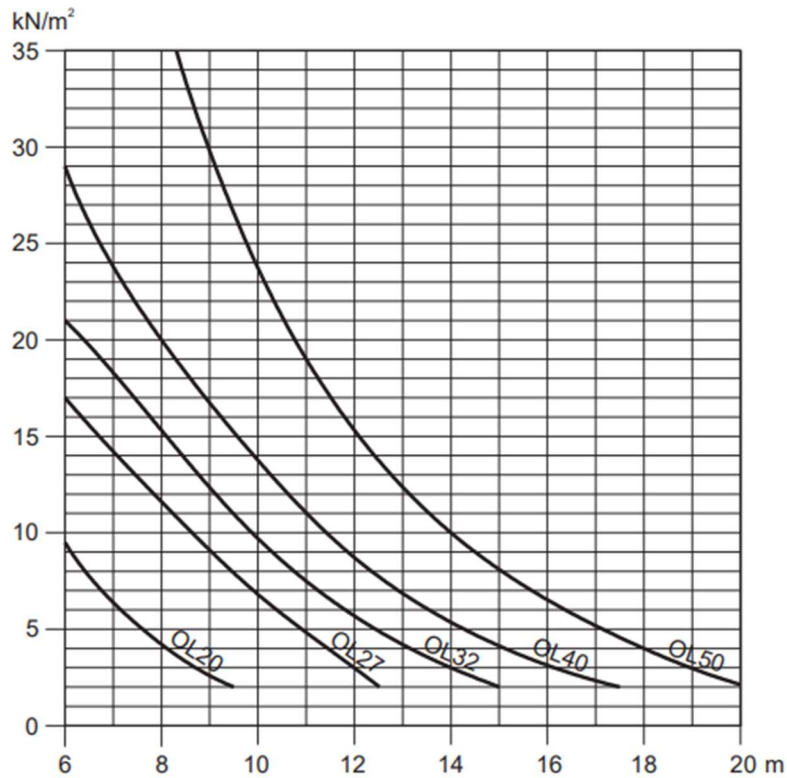
Ontelolaattojen profiilit ovat vakioituja, eli laatan korkeus riippuu aina ontelolaattatyypistä. Laatan leveys on vakiona ontelolaattatyypistä riippumatta 1200 mm. Laattaa voidaan kaventaa tehtaalla leikkaamalla 1200 mm leveää laattaa kapeammaksi. Myös onteloiden muoto vaihtelee ontelolaatan mukaan (Kuva 4). [1.]



Kuva 4. Ontelolaattojen poikkileikkauksia ja vakiomitat ontelolaattatyypeittäin. [1.]

Ontelolaattojen maksimipituus vaihtelee ontelolaattatyyppin mukaan. Isolla profiililla päästään pidempiin jänneväleihin, aina 20 metriin asti. Maksimipituutta rajoittaa myös ontelolaatalle kohdistuva kuormitus (Taulukko 3). [11.]










Taulukko 3. Ontelolaattojen käyttöalue [11.]



Ontelolaattojen tunnuksissa käytetyt kirjaimet voivat vaihdella riippuen valmistajasta. Parma käyttää ontelolaatoissaan eristetyillä ontelolaatoilla lisämääreenä E-kirjainta, ja kylpyhuonelaatoilla kirjainta K. Palonkesto REI120 kerrotaan ontelolaatan tunnuksen eteen tulevalla numerolla 2. Tunnuksessa oleva luku ontelolaatan tunnuskirjaimen jälkeen kertoo kuitenkin aina, mihin vakioituun ontelolaattatyyppiin laatta kuuluu, eli ulkomitat ovat vakiot. Esimerkkinä P32-ontelolaatta, joka on 320 mm korkea. Onteloiden määrä ja muoto voi vaihdella valmistajan mukaan. Alla olevassa taulukossa on esimerkkinä Parman ontelolaattatarjontaa (Taulukko 4).

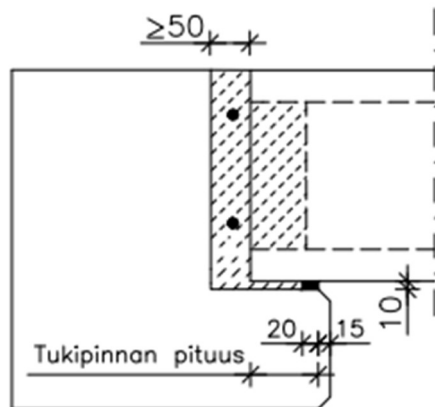
Taulukko 4. Parman valmistamien ontelolaattojen poikkileikkauksia. [3].

ONTELOLAATAT – OMINAISUUSTAULUKKO

Ontelolaatta	Poikkileikkaus	Suunnittelutukipinta mm	Laatan omapaino kg/m ²	Laatan paino saumattuna kg/m ²	Palonkestävyys kantavana ja osastoivana rakenteena
P18		60	265	280	REI30 REI60
P18M		60	225	240	REI30 REI60
P20		60	245	260	REI30 REI60
P27		60	360	380	REI60
P32		60	380	400	REI60
P37		60	485	510	REI60
P40		100	435	465	REI60
P40R		100	475	505	REI60
P50		100	560	600	REI60
P50R		100	600	640	REI60

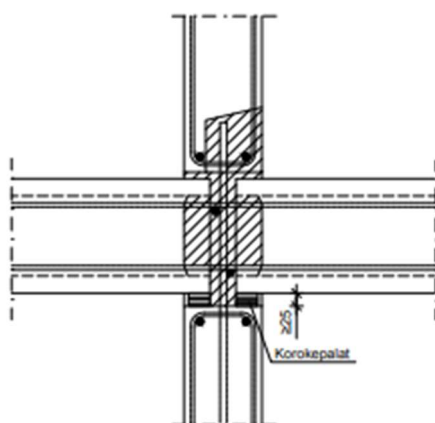
2.4 Tuenta

Betonipalkkien varaan asennettaessa ontelolaatan ja palkin väliin tulee yleensä neopreeninauha. Neopreeninauhan tulee olla riittävän paksu, vähintään 10 mm, jotta juotosbetoni pääsee hyvin laatan ja betonipalkin väliin (Kuva 5). [2.]



Kuva 5. Ontelolaatta tuettuna betonipalkkiin. [2.]

Seinän varaan asennettaessa ontelolaatan ja seinän väliin tulee korokepalat. Ontelolaatan ja seinän väliin jäävä rako valetaan saumavalun yhteydessä umpeen, jotta laatan kuormat jakautuvat tasaisesti seinälle. Saumavalulle tulee olla tilaa korkeussuunnassa vähintään 25 mm (Kuva 6). [2.]



Kuva 6. Ontelolaatta tuettuna betoniseinään. [2.]

Kevytsoraharkkojen varaan asennettaessa ontelolaatan tukipinnan tulisi olla vähintään 80 mm. Taipuisalle tuelle asennettaessa tulee tukipintaa olla ainakin 20 mm suunnitteluarvoa enemmän. [2.]

Tukipinnan suunnitteluarvot liittyvät ontelolaatan kantavuuteen, ja tukipintaa tulee tarvittaessa lisätä, mikäli tukirakenteen kantavuus on heikompi. [2.]

2.5 Erilaisia ontelolaattoja

Ontelolaatta on monipuolinen elementti, ja sitä voidaan muokata monenlaisiin tarpeisiin.

2.5.1 Palolaatat

Ontelolaattojen palonkesto on normaalisti REI60, eli rakenne säilyttää kantavuuden, tiivyyden ja eristävyys 60 minuuttia. Tarvittaessa ontelolaatat voidaan suunnitella tarvittaessa palonkestoajaksi REI120 saakka ilman eristystä, laskelmallisesti osoittamalla. Tällöin laatan tyyppimerkinnän eteen tulee aina merkintä 2. Palonkesto REI240 on mahdollista saavuttaa ontelolaattojen alapuolelle asennettavalla eristyksellä. Ontelolaattoja voidaan käyttää myös pystyyn tai vaakaan asennettuina, kantavina paloseinäinä. Kantavana ja osastoivana seinänä käytetään usein O27 laattaa, jolla saavutetaan palonkestoajaksi REI120. Ei-kantavissa osastoivissa seinissä voidaan käyttää O15 ja O20 laattoja, joilla päästään palonkestoajaksi EI90 ilman lisäeristystä. [1.]

2.5.2 Kavennetut ontelolaatat

Laatastoja suunniteltaessa tulisi pyrkiä 12M-kerrannaiseen mitoitukseen, jotta 1200 mm leveitä ontelolaattoja ei jouduttaisi kaventamaan. Tarvittaessa, esimerkiksi laatan reikien sijainnin takia, laattoja voidaan kuitenkin kaventaa tiettyjen ehtojen rajoissa. Kavennus tehdään ontelon kohdalta, ja kavennettuun laattaan tulee jäädä vähintään kaksi ehjää kannasta. Yleensä laatan minimileveys on 400 mm. Kavennetut laatat pyritään sijoittamaan laataston reunoille ulko- tai väliseinän viereen. [1.]

2.5.3 Eristetyt ontelolaatat

Ontelolaattoihin voidaan tehtaalla kiinnittää eristys, mikäli niitä käytetään esimerkiksi alapohjassa. Ryömintätilaisissa alapohjissa käytetään 170 mm EPS 80S -lattiaeristettä (täyttää $U=0,17$ lämmöneristysvaatimukset), ja puolilämpimissä 110 mm EPS80S-eristettä. Ryömintätilallisissa alapohjissa eristeen tulee olla sammuvaa S-luokituksen eristettä, tilassa tehtävien tulitöiden varalta. [1.]

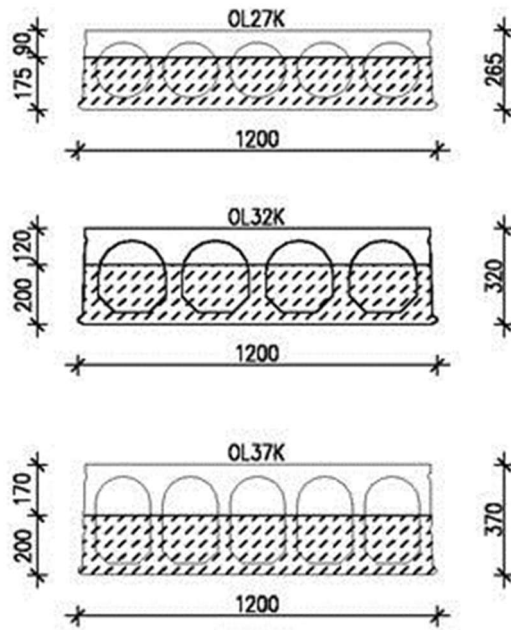
2.5.4 Kylpyhuonelaatat

Kylpyhuone- eli kololaatat ovat asuinrakennusten kylpyhuonetiloihin suunniteltuja laattoja, joihin voidaan tehdä syvennyksiä kallistusvaluja sekä talotekniikkaa varten. Kylpyhuonelaattoja valmistetaan OL27K, OL32K ja OL37K -laattoina (Taulukko 5). Kylpyhuonelaattojen mittoja. [1.]

Taulukko 5. Kylpyhuonelaattatyyppejä. [1.]

TYYPPI	KORKEUS [mm]	SYV. KORKEUS [mm]	POHJAN KORKEUS [mm]	MAKSIMIJÄNNE SYVENNYS 3m LAATAN PÄÄSSÄ [m]	MAKSIMIJÄNNE SYVENNYS 3m LAATAN KESKELLÄ [m]
O27K	265	90	175	9,0	8,0
O32K	320	120	200	11,0	9,0
O37K	370	170	200	11,0	9,0

Laatan syvennykset ovat 600 mm tai 1200 mm leveitä, kavennetussa laatussa koko laatan levyisiä. Syvennysten pituus on yleensä maksimissaan 3000 mm. Syvennyksiä voi olla laatussa useampia. Kylpyhuonesyvennyksen korkeus vaihtelee laattakoon mukaan (Kuva 7). Kylpyhuonelaatat voidaan korvata myös matalammilla ontelolaatoilla, ja pintavalulla. [1.]

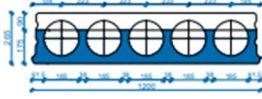
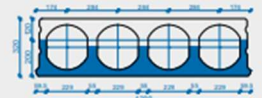
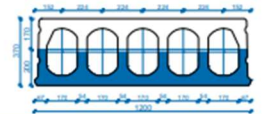


Kuva 7. Kylpyhuonelaattojen poikkileikkauksia. [1].

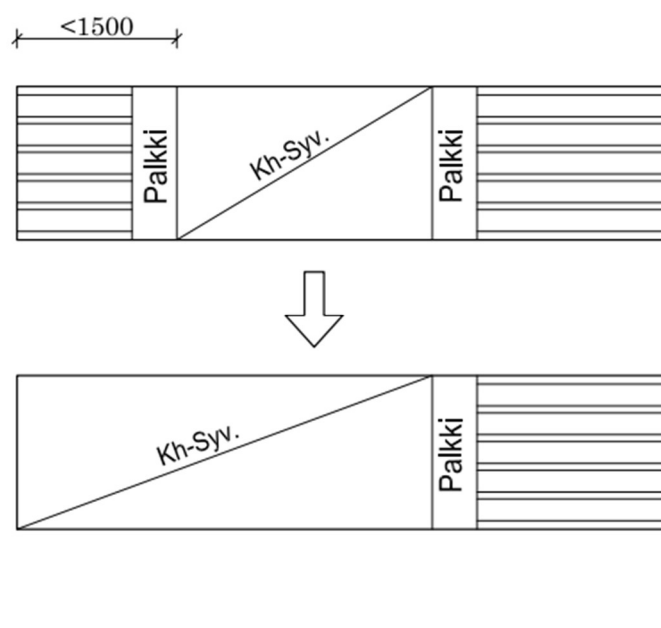
Parman sivuilla esiteltäviä kylpyhuonelaattatyyppejä (Taulukko 6). Sinisellä merkitty poikkileikkauksen osa havainnollistaa, mihin tasoon laatan tampattu osa eli kylpyhuonenesyvennys asettuu.

Taulukko 6. Parman valmistamia kylpyhuonelaattoja. [3].

KYLPHYHUONELAATAT

Ontelolaatta	Poikkileikkaus	Suunnittelu- tukipinta mm	Laatan omapaino kg/m ²	Laatan paino saumattuna kg/m ²	Palon- kestävyys kantavana ja osastoivana rakenteena
P27K		60	360	380	REI60
P32K		60	380	400	REI60
P37K		60	485	510	REI60

Kylpyhuonelaatan kylpyhuonesyvennys koostuu kumpaankin syvennyksen päähän tehdyistä palkkikaistoista (ontelot valettu kaistan pituudelta umpeen) sekä ontelolaatan tampatusta umpibetoniosasta (Kuva 8). Mikäli syvennys tulee alle 1500 mm päähän ontelolaatan päästä, tehdään syvennys laatan päähän asti. Tällaisessa tilanteessa laat-
taa ei voi tukea paikallavalupalkkiin, vaan on käytettävä esimerkiksi ontelolaattakanna-
kettä. [3.]



Kuva 8. Kylpyhuone- eli kololaatan kylpyhuonesyvennyksiä. [3].

2.5.5 Ulokelaatta

Yläpunoslaatalta saadaan toteutettua parvekkeita, erkkereitä ja muita ulokkeita. Ontelolaatta punostetaan yläpinnasta tehtaalla tarvittavalla punostuksella. O50 laatoilla päästään 3.5 metriä pitkiin ulokkeisiin (Taulukko 7). Lyhyemmät maksimissaan 1.8 metriä leveät ulokkeet voidaan tehdä työmailla ontelolaatan yläpinnan lisäraudoituksella. Lisäraudoitus voidaan asentaa laataston saumoihin ja pintabetoniin, joka ankkuroidaan laatastoon. Lisäraudoituksen suunnittelee rakennesuunnittelija. Ulokelaatoissa pitää huomioida raudoituksen saama lisäkuorma jännevoimasta, ulokkeen liikevara sekä kiertymän salliva neopren-nauha ontelolaatan ja tuen välissä. [1.]

Taulukko 7. Ulokelaattojen maksimipituuksia. [1].

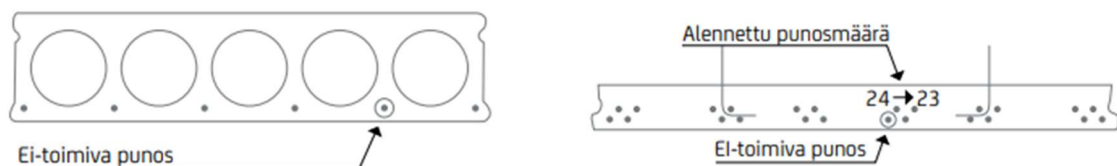
LAATTATYYPPI	O20	O27	O32	O37	O40	O50
ULOKKEEN MAKSIMIPITUUS [m]	2,0	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5

3 Ontelolaattojen asennus

3.1 Ontelolaattojen vastaanotto työmaalle

Ontelolaattojen järjestys kuromassa, mitat ja painot selviävät kuormakirjasta. Kun laatat saapuvat työmaalle, suoritetaan vastaanottotarkastus, jossa tarkastetaan laatan mitta- poikkeamat, nostouran mahdolliset vauriot tehtaalta, kuljetuksessa mahdollisesti syntyneet vauriot, valutulppien paikallaanolo sekä mahdolliset punosliukumat. Havaitut puutteet kirjataan kuormakirjaan, ja tieto välitetään tehtaalle. [4.]

Pieniä punosliukumia sisältävää ontelolaatta voidaan käyttää, jos se on sallituissa rajoissa, ja todettu punossuunnittelussa riittäväksi. Tarkastettu ja hyväksytty punosliukuma merkataan laatan päähän rengastamalla teräs (Kuva 9). [4.]

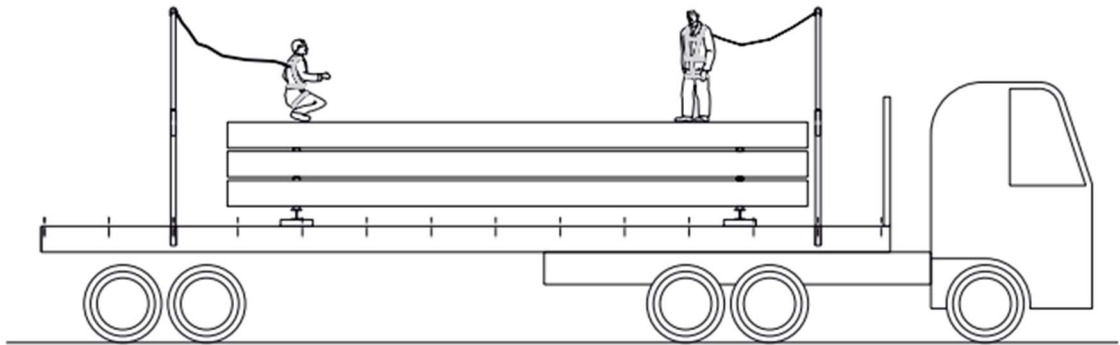


Kuva 9. Alennetun punosmäärän merkintä. [4.]

Myös pienet (alle 0,2 mm) halkeamat voidaan hyväksyä, mikäli laatta on muuten virheetön, ja tuetaan asennuksen aikana oikein halkeamat huomioiden. [4.]

3.2 Kuorman purkaminen

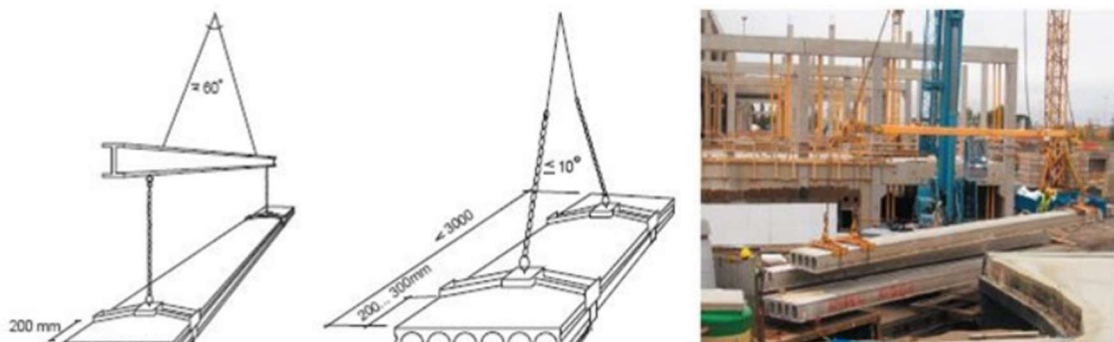
Kuormaa purettaessa tulee käyttää asianmukaista suojausta putoamisen varalta (Kuva 10). Suojaus tehdään asennussuunnitelman mukaan. Suojauksen on noudatettava valtioneuvoston ja sosiaali- ja terveysministeriön päätöksiä. Purkamisvaiheessa tulee varmistua, että nostosaksi asettuu kunnolla nostouraan. Sakseen ei saa kohdistua nostoketjusta vinovetoa, eikä nostosaksien päällä tule seisoa saksien kiristysvaiheessa. Työskentelyä nostettavan laatan päädyssä tulee välttää, mahdollisesti nostourasta irtaavan saksen varalta. Tällöin puomi ja saksat heilahtavat usein laatan päätä kohti. Kuormaa purkavien tulisi noston kiristysvaiheessa olla viereisen laattapinon päällä, ja ei nostosaksen kohdalla. Taakan alla työskentely on kielletty. [4.]



Kuva 10. Asianmukainen putoamissuojaus kuormaa purettaessa. [4.]

3.3 Ontelolaattojen nosto

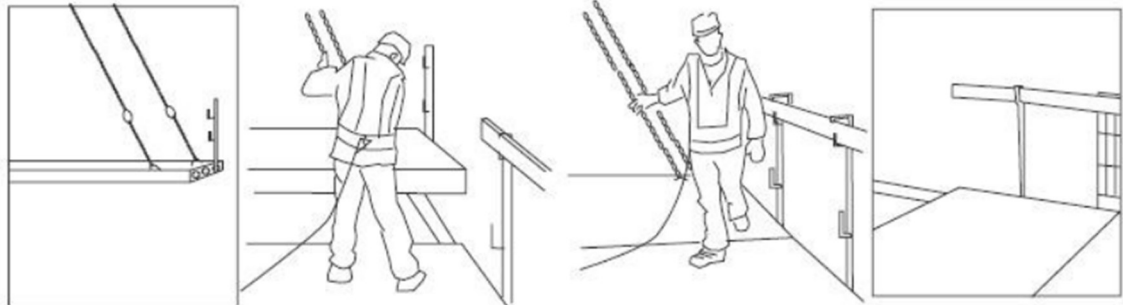
Ontelolaattojen nostossa käytetään nostoketjuihin kiinnitettyä nostopuomia, johon on kiinnitetty nostosakset ja varmuusketju. Nostosaksia voidaan käyttää useampaa kuin kahta, mikäli elementti on raskas tai pitkä. Nostopuomi voi olla jatkettava tai kiinteä. Nostoketjujen haarakulman on yleisesti oltava alle 60 astetta. Alle 3 m pitkät laatat voidaan nostaa ilman nostopuomia, mikäli nostoketjujen haarakulma on alle 10 astetta. Nostosakset kiinnitetään ontelolaatan ehjään nostouraan, vähintään 200 mm päähän laatan päädyistä (Kuva 11). Epäsymmetrisillä laatoilla on huolehdittava nostolaitteiden tai nostosaksien sijoittelu niin, että laatta pysyy vaakatasossa. [1.]



Kuva 11. Ontelolaattojen nosto turvallisesti. [1.]

Ontelolaattaa nostettaessa tulee aina käyttää nostosaksen yhteydessä olevaa varmuusketjua, joka tulee elementin alapuolelle. Kun elementti on yli 100 mm nostokorkeudessa, tulisi varmuusketjun olla aina käytössä. Kun elementti on tukevasti paikoillaan, nostolaite irrotetaan elementistä. Elementissä olevat aukot ja laataston reunat

suojataan heti asennuksen jälkeen kansilla tai kaiteilla. Asentajilla tulee olla turvavaljaat käytössä asennuksen aikana, kiinnitettynä esimerkiksi aikaisemmin asennettuun onteloon (Kuva 12). [1.]

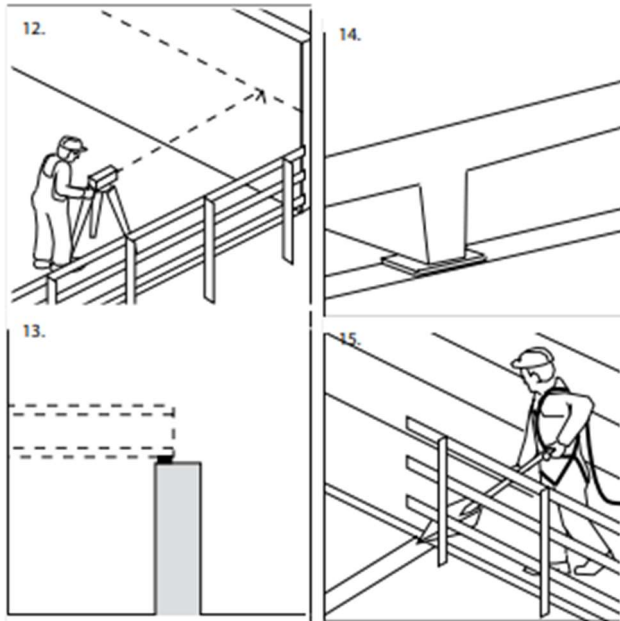


Kuva 12. Ontelolaattojen asennusturvallisuus. [1.]

Joskus elementtiä ei voida esimerkiksi rei'ityksen takia nostaa nostosaksilla. Tällöin käytetään nostoketjuja sekä nostokoukkuja, liukukoukkuja tai nostolenkkejä. Yli 8m pitkät kavennetut laatat ovat aina varustettu nostolenkein. Liukukoukkuja käytettäessä nostokohdan tulee olla 300-500 mm laatan päädystä, sekä laatan on oltava vaakasuorassa noston aikana. Kavennetun laatan nostossa voidaan käyttää nostosaksia, jos kavennetussa päässä on käytetty vannerautoja tai vahvistusvalua. Vinoon asennettavat laatat tulee nostaa nostoketjuilla nostolenkeistä, mikäli kallistus on yli 1:5. Vinoon asennettavien laattojen liukuminen on estettävä esimerkiksi hitsattavilla asennustoppareilla. [1.]

3.4 Ontelolaattojen paikalleen asennus

Elementtien asennuspaikat määritetään tasolaserilla ja mitalla tai takymetrillä rakennuksen mittalinjoista tai pisteistä. Elementin korkeusasema määritetään vaaituskojeella tai tasolaserilla ja mitalla. Elementtien vaakasuoruus varmistetaan sopivankorkuisilla asennuspaloilla, joiden tulee olla ruostumattomia. Neopreeninauhaa voidaan myös käyttää asennuspalojen sijasta. Asennusalustan tulee olla puhdas, tarvittaessa betonin epätasaisuudet poistetaan piikkaamalla pinta tasaiseksi (Kuva 13). [12.]

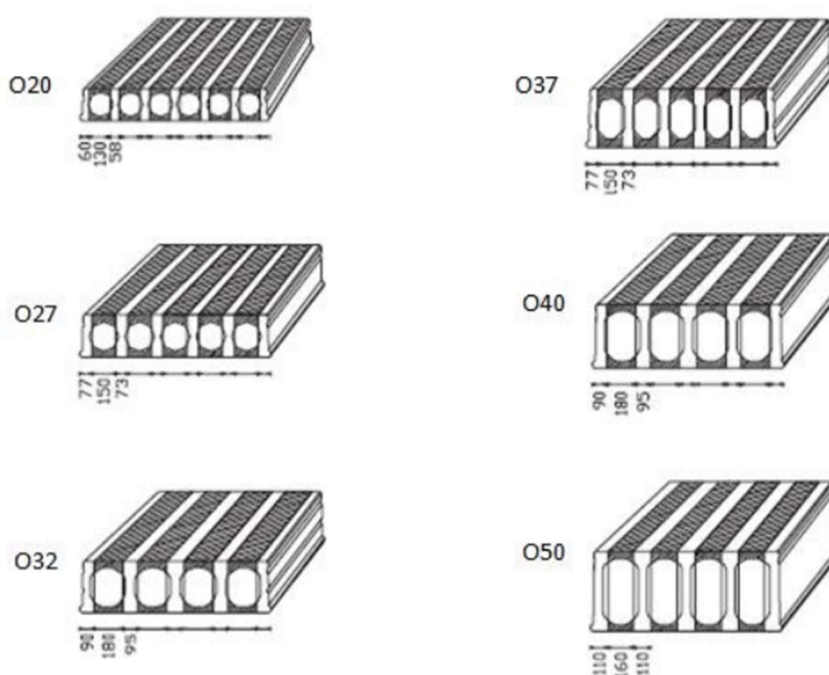


Kuva 13. Ontelolaattojen paikalleen asennusta [12.]

4 Ontelolaattojen suunnittelussa huomioitavia asioita

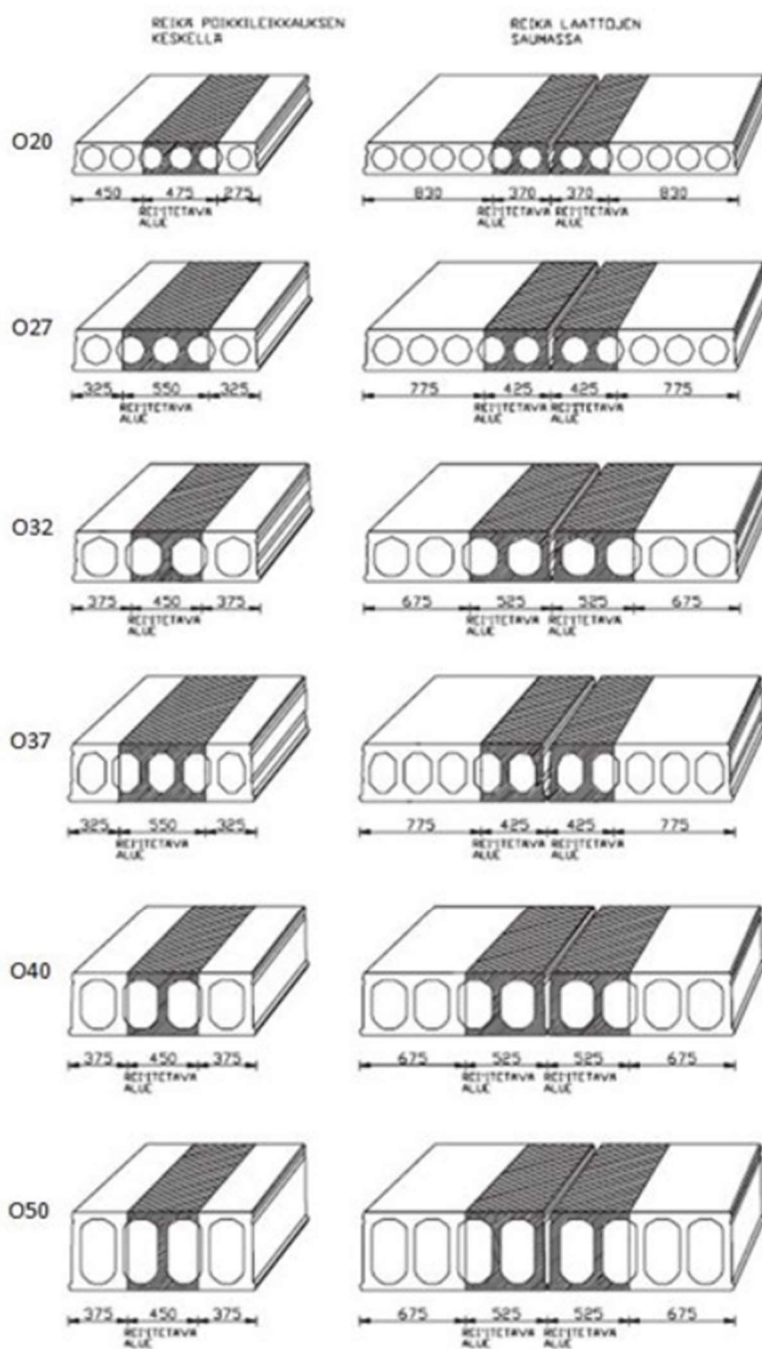
4.1 Ontelolaattojen rei'itys (reikä tiedot)

Ontelolaattoihin voidaan tehdä reikiä vapaasti onteloiden kohdalle, reikien maksimikoon määrää laattatyyppi. O20, O27 ja O37 -laatoissa voi olla enintään 3 reikää samassa poikkileikkauksessa. O32, O40 ja O50 -laatoissa vastaavasti 2 reikää. Pienet reiät ontelon kohdalla suositellaan tehtäväksi työmaalla (Kuva 14). [1.]



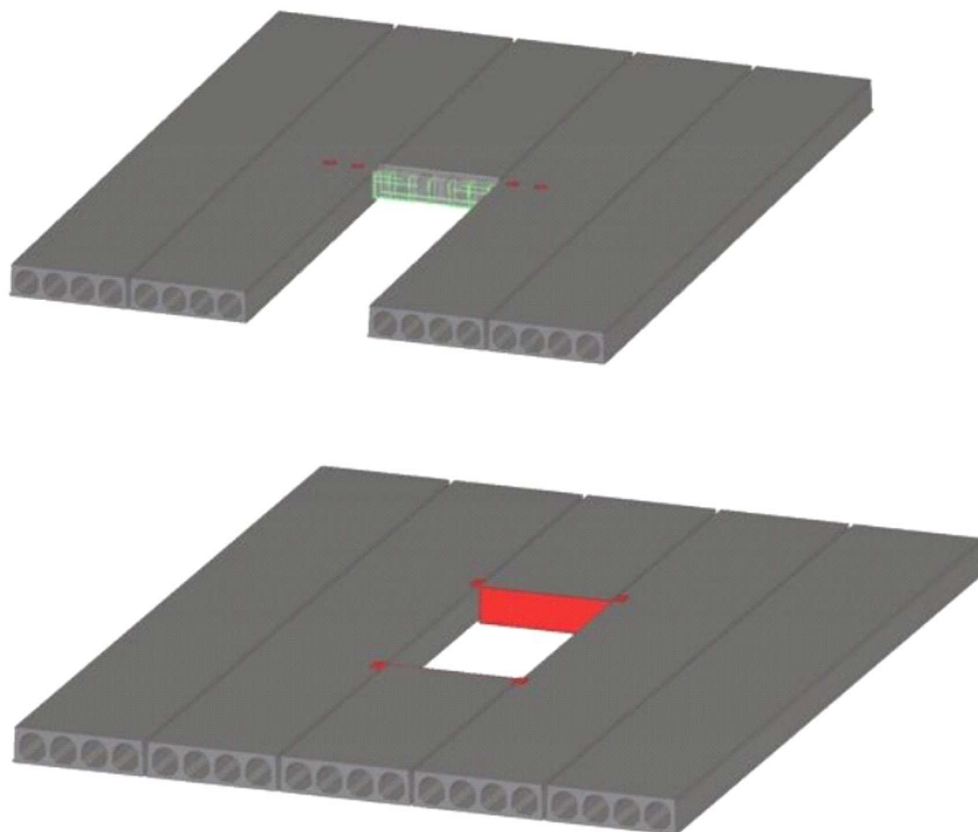
Kuva 14. Pienten reikien sallitut koot. [1.]

Suuremmat reiät tehdään yleensä elementtitehtaalla. Reikien suurin sallittu koko riippuu reiän sijainnista, ontelolaatan tyypistä, jännevälisestä sekä kuormituksesta. Punoksille täytyy myös jäädä riittävä suojapeite betonia. Reikien sijoituksessa tulisi minimoida katkaistavien ontelonvälisten kannaksien määrä (Kuva 15). [1.]



Kuva 15. Suurten reikien sijoitus. [1.]

Yli 800 mm aukkoja varten ontelolaatta usein katkaistaan, ja katkaistu laatta tuetaan viereisiin laattoihin teräsbetonisella jälkivalupalkilla tai teräksisellä ontelolaattakannakkeella (Kuva 16). Ontelolaattakannakkeita käytettäessä katkaistua laattaa ei tarvitse tukea asennuksen aikana. Jälkivalupalkilla voidaan toteuttaa eripituisia aukkoja, kun ontelolaattakannakkeet ovat vakioleveydeltään 1200 mm ja 2400 mm. [1.]



Kuva 16. Jälkivalupalkki (ylempänä) ja ontelolaattakannake (alempänä). [1.]

4.2 Vakiovaraukset

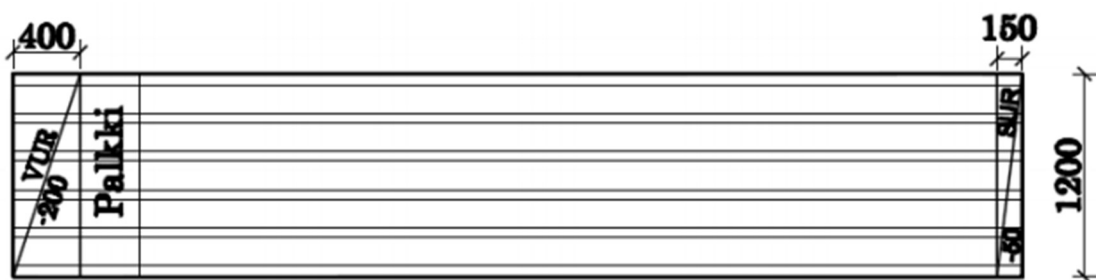
4.2.1 Viemärointiura

Viemärointiura (lappu- ja pohjakuvassa VUR) on ontelolaatan päähän tehtävä varaus (Kuva 17). Viemärointiura on laatan levyinen ja enintään 400 mm pitkä. Viemärointiuran maksimi syvyys vaihtelee ontelolaatan paksuuden mukaan. Kun viemärointiura ei sijaitse märkätila-alueella, tehdään viemärointiuran leveydelle umpibetoninen alue, eli palkkikaista ja laatta. [2.]

4.2.2 Sähköputkivaraus

Sähköputkivaraus (SUR) on ontelolaatan päähän tehtävä varaus (Kuva 17). Sähköputkivaraus on laatan levyinen, 150 mm pitkä ja 50 mm syvä. Sähköputkivarausta käy-

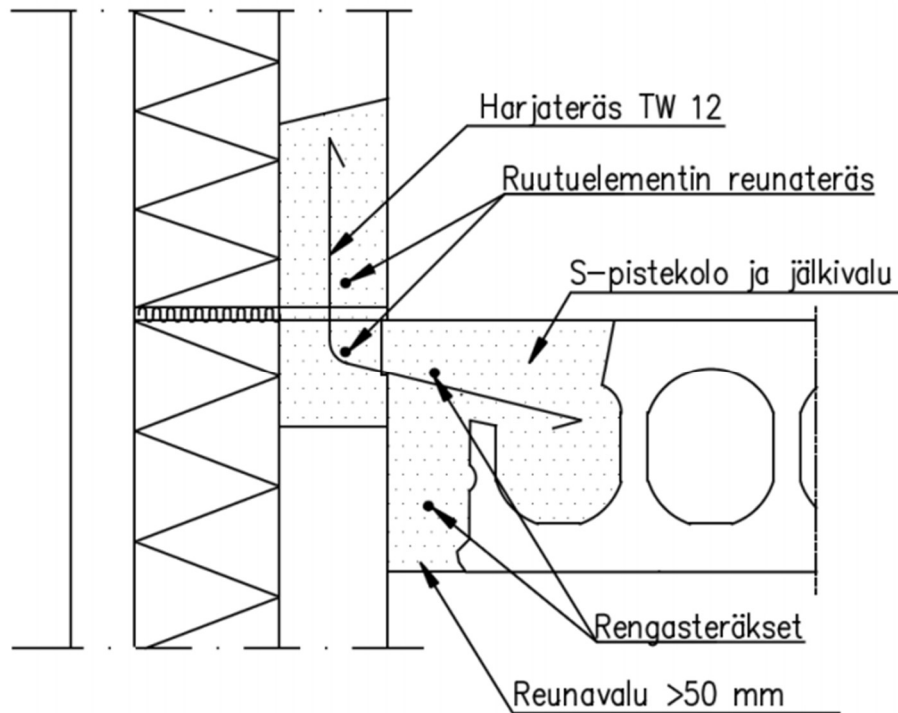
tään, kun sähköreitityksiä ei saada vietyä ontelolaattojen pystysuuntaisissa saumoissa.
[2.]



Kuva 17. Ontelolaatan päihin merkityt viemärointiura sekä sähköputkivaraus. [2.]

4.2.3 SKK

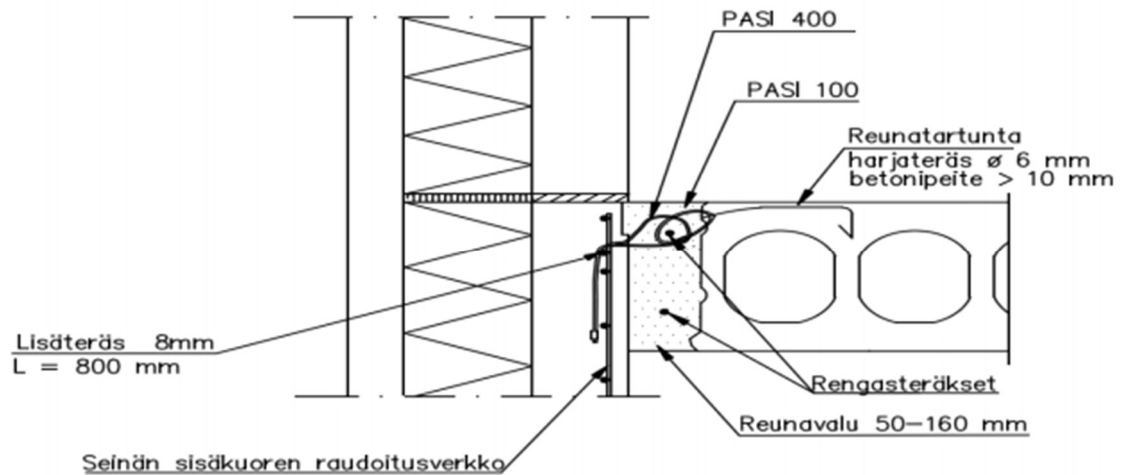
SKK, eli S-pistekolot ovat laataston reunaan tehtäviä varauksia julkisivurakenteiden kiinnityksiä varten. Kolojen vakiokoko on 150 mm x 150 mm, ja syvyys 100 mm. Varauksessa puhkaistaan reunaontelo, joka valetaan työmaalla umpeen ja valuu ankkuroidaan harjateräs, jolla saadaan sidottua ulkoseinäelementti alaosaan ontelolaattaan (Kuva 18). [2.]



Kuva 18. Umpeen valettu S-pistekolo, ja valuun ankkuroitu harjateräs. [2.]

4.2.4 Pasi-lenkki

Pasi-lenkki on S-pistekiinnityskolosta kehitetty versio, jolla vältetään ontelon puhkaisu avonaiseksi (Kuva 19). Näin ollen mahdollinen sade- tai sulamisveden kertyminen onteloon rakennusvaiheessa saadaan estettyä. Pasi-lenkeillä kiinnitetään ei-kantava ulkoseinäelementti yläpäästä kiinni ontelolaattaan. Pasi-lenkit siirtävät liitoksessa ulkoseinäelementin aiheuttaman vedon ontelolaatalle. Pasi-lenkki estää elementin tuelta putoamisen kosteusmuutosten, viruman ja lämpötilan muutosten aiheuttamien liikuntojen varalta. [2.]



Kuva 19. Pasi-lenkki liitos, kantava ontelolaatta ja ei-kantava ulkoseinäelementti. [2.]

4.3 Lähtötiedot punossuunnittelijalle

Punostus on ontelolaatan vahvistamista raudoituksella, sillä pelkän betonin vetolujuus ei ole riittävä. Punostukseen vaikuttaa useita tekijöitä.

Punossuunnittelijan tulee nähdä tasopiirustuksesta ainakin laattojen tukipituus, laattojen tunnuksat, reiät ja varaukset sekä niiden paikat. Tasopiirustukseen tehdyt kuormaluokka- tai seuraamusluokkamerkinnot, tulevat olla eurokoodin mukaisia. Eurokoodia noudattaen tulee piirustuksesta käydä ilmi myös kaikki laattoihin kohdistuvat kuormatiedot pysyvistä kuormista ja hyötykuormista (hormit, kylpyhuone-elementit, väliseinät yms.). Laataston palonkestovaatimus tulee olla merkittynä tasoon sekä tuotantovaiheen mittapiirustuksiin. Piirustuksista tulee käydä ilmi vielä laataston rasisluokka ja suunnittelukäyttöikä. [2.]

Mikäli ontelolaattoja tuetaan taipuisalle tuelle, tulee punossuunnittelijalle ilmoittaa lisäksi palkkityyppi sekä mahdollisuuksien mukaan palkkien tunnuksat ja palkkien mitoitus-tiedot (teräspalkeista myös levypaksuudet). Myös rakennetyypit alueilta, joissa ontelolaatat tuetaan taipuisalle tuelle, sekä mahdollisen palkkikaistalle tulevan rauditusverkon suuruus on käytävä piirustuksesta ilmi. [2.]

4.4 Ontelolaatan kuormitus

4.4.1 Ontelolaatan pituussuuntainen viivakuormankestävyys

Ontelolaattaan kohdistuvat kuormat jakautuvat viereiselle laatalle, mikä aiheuttaa pystysuuntaisia leikkausvoimia ontelolaattojen väliseen saumaan ja saumaa ympäröiville elementeille. Pituussuuntaisten saumojen leikkauskestävyys riippuu siis sauman ja elementtien kestävyyksistä. Sauman kestävyuden määrittää sauman korkeus sekä pintabetonin ja saumabetonin vetolujuus. Ontelolaatan kestävyuden määrittää kannaksen betonin vetolujuus sekä ylä- ja alakannaksien ohuimpien kohtien paksuuksien sekä skaalatun pintabetonin paksuuden summa. Ontelolaatan pituussuuntaiseen viivakuormankestävyyteen vaikuttaa myös laattojen taivutuskestävyys poikkisuunnassa. Viiva- ja pistekuormat aiheuttavat ontelolaattoihin poikittaista jännitystä, eikä laatoissa ole poikkisuuntaista raudoitusta, joten vetojännityksiä betonissa tulee rajoittaa. Laatan pituus vaikuttaa merkittävästi poikittaisen taivutusmomentin suuruuteen. [2.]

Taulukoissa on ilmoitettu ominaisarvot sallituille viivakuormille erilaisilla ontelolaatoilla (Taulukot 8, 9). Taulukon arvoja käytettäessä on pidettävä huoli siitä, ettei ontelolaattojen kantokyky ylitä myöskään taivutusmomentin tai leikkauskestävyyden suhteen. Saumavalussa käytetään betonilujuuksia C20/25-C25/30. Korkeampaa lujuutta käytettäessä mitoittavaksi tapaukseksi muodostuu poikkeuksetta ontelolaattojen kannasten kestävyys. Betonilujuus C20/25 saumavalun minimivaatimus. [2.]

Jos ontelolaatan ja pintavalun väliin on suunniteltu eriste, pintavalu ei lisää ontelolaatan kestävyttä. Jotta pintalaatta toimisi luotettavasti liittorakenteena on sen oltava paksuudeltaan vähintään 40mm. [2.]

Taulukko 8. Ontelolaatan viivakuormakestävyys, kuorma laataston keskellä. [3.]

Ontelolaatan viivakuormakestävyys kN/m				Viivakuorma laataston keskellä Ei pintavalua		
Saumavalu C20/25						
Laatan pituus	O20	O27	O32	O37	O40	O50
4000 mm	13	24	21	33	24	27
6000 mm	10	22	21	33	24	27
8000 mm	8	18	20	33	24	27
10000 mm		15	17	29	24	27
12000 mm			15	25	21	27
14000 mm				22	19	27
16000 mm					17	24

Taulukko 9. Ontelolaatan viivakuormakestävyys, kuorma laataston reunassa. [3.]

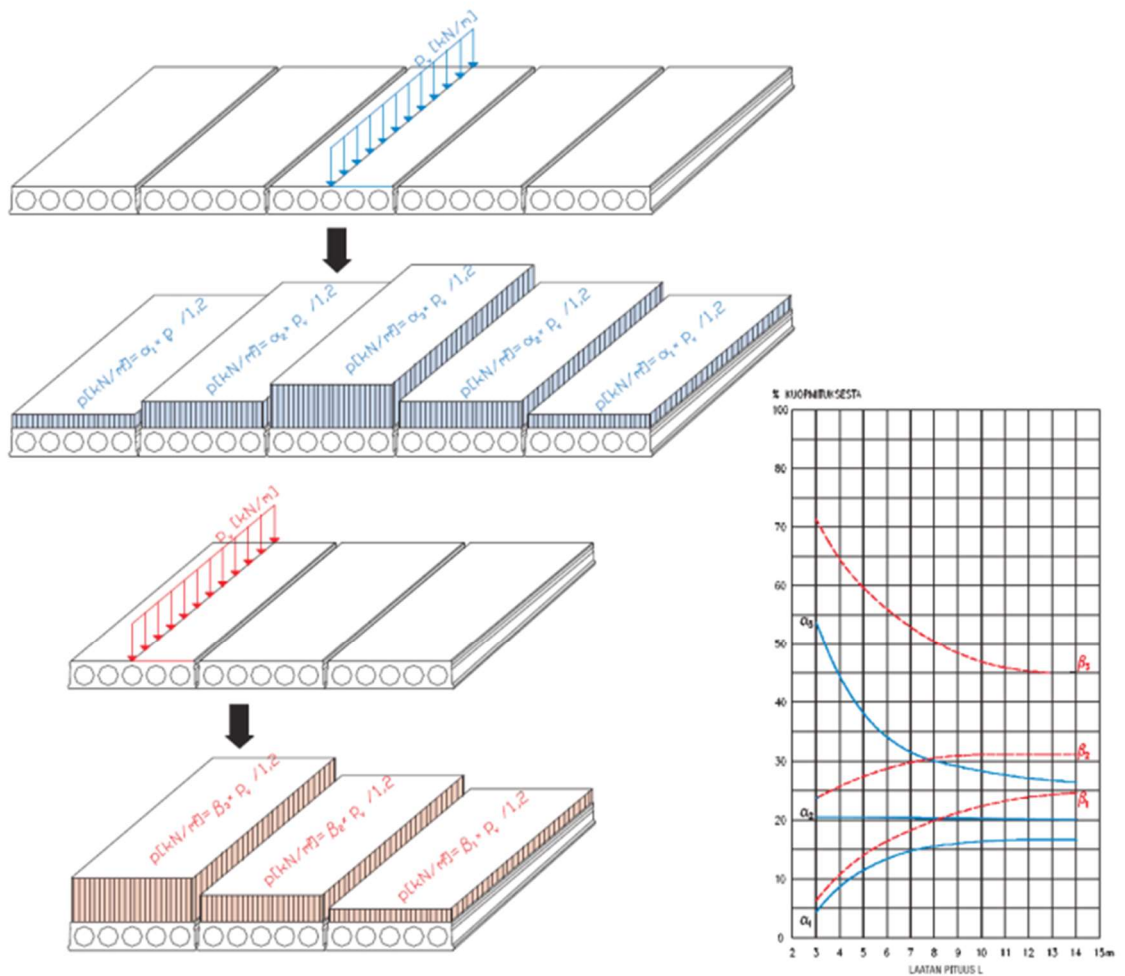
Ontelolaatan viivakuormakestävyys kN/m				Viivakuorma laataston reunassa Ei pintavalua		
Saumavalu C20/25						
Laatan pituus	O20	O27	O32	O37	O40	O50
4000 mm	6	12	10	16	12	13
6000 mm	4	10	10	16	12	13
8000 mm	3,5	8	9	16	12	13
10000 mm		7	8	13	12	13
12000 mm			7	11	10	13
14000 mm				10	9	13
16000 mm					8	11

4.4.2 Viivakuormien jako

Mikäli ontelolaataston poikittainen siirtymä on estetty, toimii se saumattuna levyrakenteena, ja viiva- sekä pistekuormat jakautuvat tehokkaasti. Alla olevassa esimerkissä on esitetty tasaisen pituussuuntaisen viivakuorman jakautuminen ontelolaatastolla (Taulukko 10, Kuva 20). Kuormien jakosäännöt perustuvat kokeisiin ja FIB:n julkaisuun "Precast prestressed hollow-core floors". [3.]

Taulukko 10. Kuormituksen jakautumisen kertoimet. [3.]

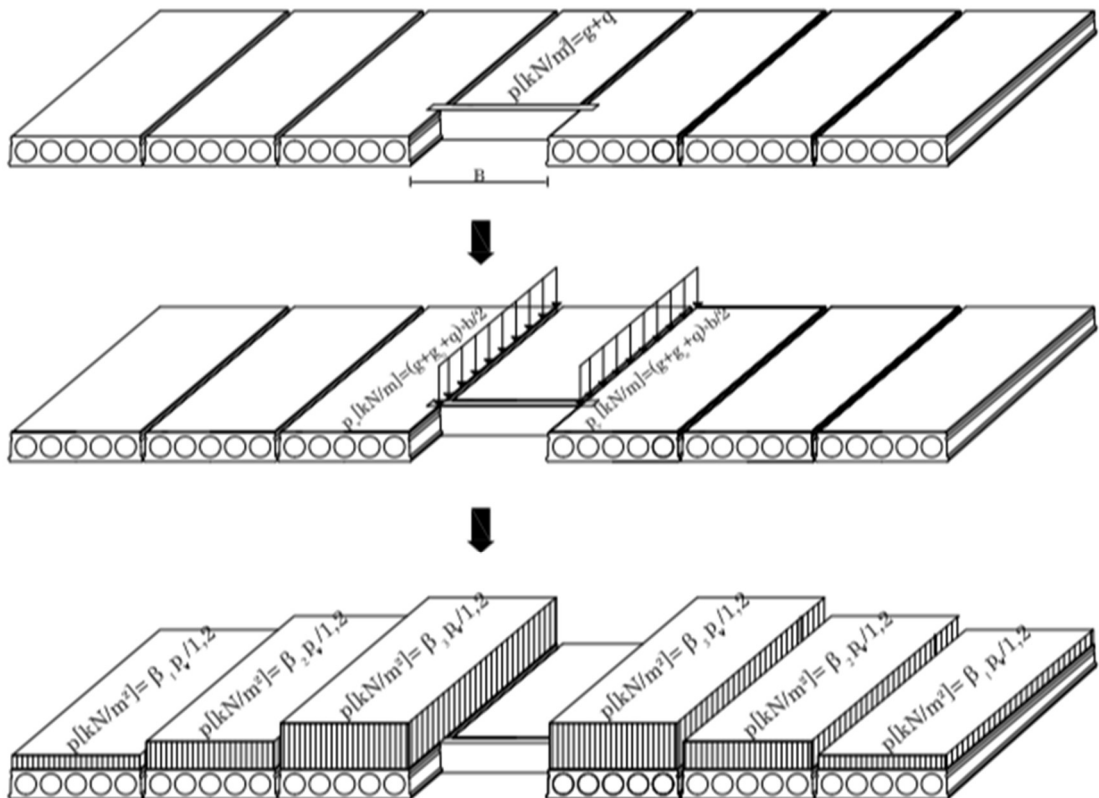
$$p(\text{kN/m}^2) = \alpha_x \times P(\text{kN/m}) / 1,2 \text{ m} \quad \text{tai} \quad p(\text{kN/m}^2) = \beta_x \times P(\text{kN/m}) / 1,2 \text{ m}$$



Kuva 20. Viivakuorman kuormituksen jakautuminen ontelolaatastolle. [3.]

4.4.3 Viivakuormien jako aukkojen kohdalta

Esimerkki kuormien siirtymisestä ontelolaataston aukon viereisille laatoille. Laataston reunalla olevien aukkojen kohdalla olevan kuorman oletetaan ensin siirtyvän ehjän laataston reunaan, josta se edelleen jaetaan viivakuormana edellisen kohdan Beeta-kertoimien avulla (Kuva 21). [3.]



Kuva 21. Viivakuorman kuormituksen jakautuminen ontelolaatastolle aukkojen kohdalta. [3.]

4.4.4 Ontelolaatan pistekuormakestävyys

Taulukossa on ilmoitettu käyttörajatilan pistekuorman arvot ilman pintabetonin vaikutusta (Taulukko 11). Ontelolaatan päällä oleva pintabetoni parantaa laatan kapasiteettia, sillä pintabetonilla on oma pistekuormakapasiteetti, sekä kuorma jakaantuu suuremmalle alueelle. Taulukon arvot pätevät ainoastaan tapauksissa, joissa ontelolaatta on kokonaan ehjä sekä pistekuorma sijaitsee kohdassa, jossa kokonaisankkurointipituus on saavutettu. Pintabetonin pistekuormakestävyys sekä raudituksen määrittää tarvittaessa rakennesuunnittelija. Pistekuormien jakaminen useammalle laatan uumalle esimerkiksi teräslevyllä on suositeltavaa. [3.]

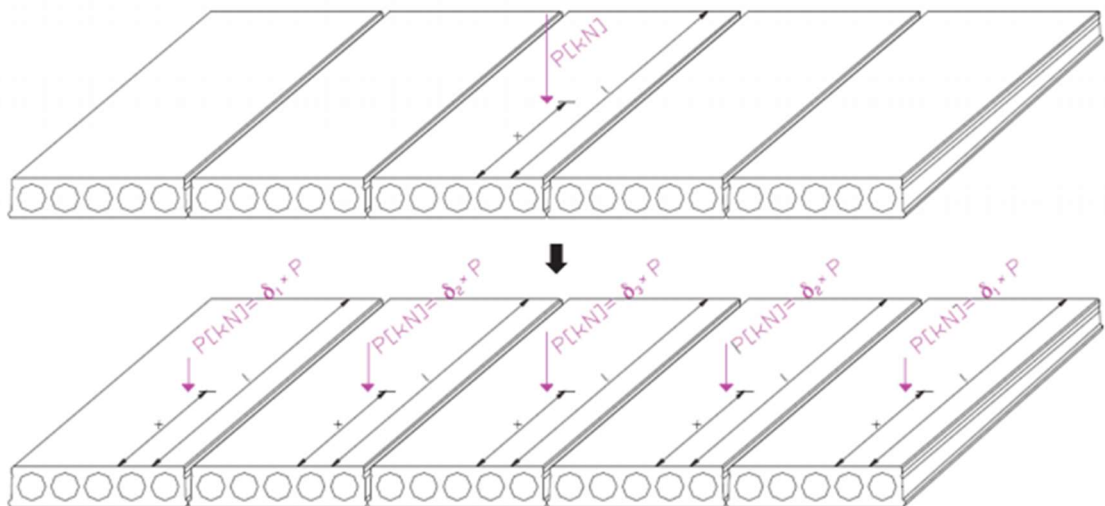
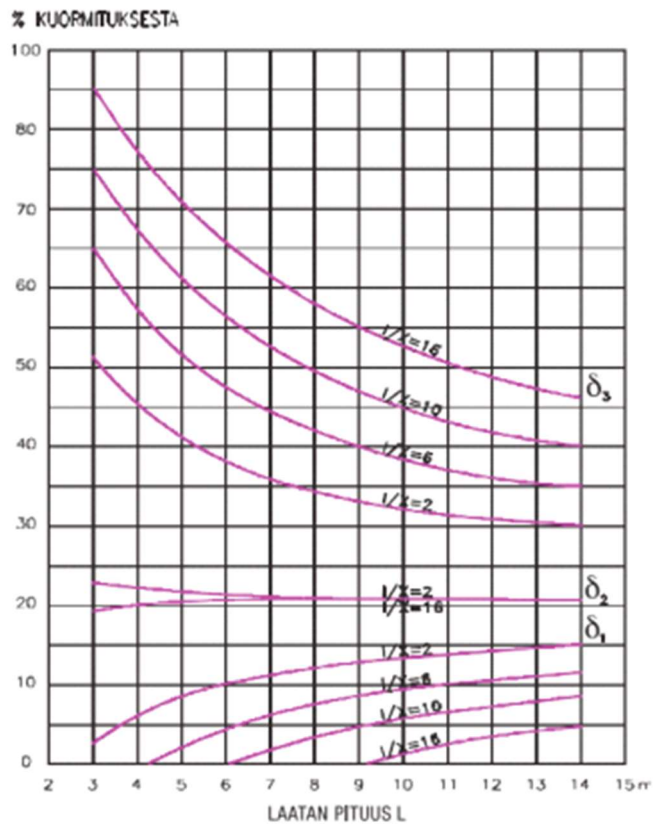
Taulukko 11. Ontelolaattojen pistekuormakapasiteetteja. [3.]

Laatan pistekuormakapasiteetti kN			
Ei pintabetonia		Punosjännitys 1000 N/mm ²	
Laattatyyppi	Kuorma Ø 50 mm	Kuorma Ø 100 mm	Kuorma Ø 200 mm
O20	12	24	
O27	17	35	
O32		21	45
O37		55	65
O40		35	55
O50		60	70

4.4.5 Pistekuormien jako

Laatastoon vaikuttavan pistekuorman voidaan olettaa jakautuvan viereisille laatoille vastaavaan paikkaan vaikuttaviksi pistekuormiksi kuvan (Kuva 22) ja käyrästön (Taulukko 12) mukaisesti. [3.]

Taulukko 12. Kuormituksen jakautumisen kertoimet. [3.]



Kuva 22. Pistekuorman kuormituksen jakautuminen ontelolaatastolle. [3.]

5 Tekla Structures

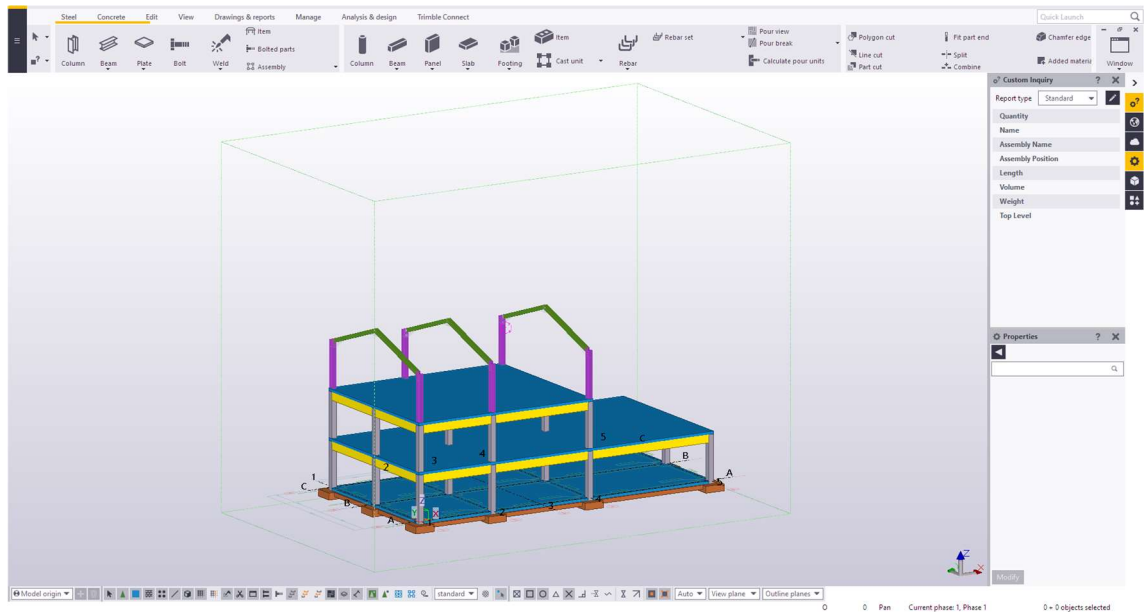
5.1 Yleistä

Tekla on yhdysvaltalaiseen Trimble-konserniin kuuluva ohjelmistoyhtiö. Tekla Structures on yksi Teklan tuotteista. Tekla Structures on tietomallinnus, eli BIM-ohjelmisto (*Building Information Model*), jolla voidaan mallintaa rakenteita toteutuskelpoisiksi. Tekla Structures-ohjelmalla voidaan mallintaa esimerkiksi urheiluareenoita, tehtaita, ostoskeskuksia, asuinrakennuksia sekä siltoja. Tekla-ohjelmistot ovat avoimia, joten ne soveltuvat yhteen muiden ohjelmistojen kanssa. Esimerkiksi yrityksen laskentataulukot tai rakentamisen aikaiset projektin-hallintasovellukset voidaan liittää Tekla Structuresiin. Näin ollen eri osapuolet voivat työskennellä saman projektimallin kanssa, ja projektin koordinointi sekä muutosten hallinta on helppoa. Tekla Structures voidaan yhdistää esimerkiksi koneiden ohjausjärjestelmiin, jolloin tehtailla saadaan tuotantotiedot suoraan tietomallista. Tekla Structures soveltuu hyvin myös esimerkiksi määrälaskentaan.

Tekla Structures-ohjelmassa päävalikko on jaettu otsakkeisiin Steel, Concrete, Edit, View, Drawings & Reports, Manage, Analysis & Design sekä Trimble Connect (Kuva 20). Valikkoa voidaan muokata paremmin käyttäjälle sopivaksi esimerkiksi muuttamalla otsakkeiden järjestystä, piilottamalla otsakkeita. Valikkoon voidaan myös lisätä Tekla Structuresista löytyviä toimintoja, ohjelman käytön nopeuttamiseksi. Tekla Structuresin toimintoja voidaan laajentaa lataamalla Teklan sivuilta lisäosia. Tekla Structuresiin on myös mahdollista itse luoda toimintoja ohjelmoimalla makroja. Makro voidaan joko luoda koodaamalla, tai tallentaa tietty komentosarja yhden painalluksen taakse. Makroilla on mahdollista nopeuttaa mallintamista. Teklaan voidaan myös itse luoda uusia komponentteja. Mallin komponentteihin voidaan liittää paljon informaatiota, kuten esimerkiksi rakenteellisia tietoja, työvaihetietoja, mallinnustietoja sekä kuormitustietoja. Tekla Structures pyrkii pitämään koko mallin automaattisesti päivitettyinä, eli mallia muokattaessa muuttuneet tiedot päivittyvät esimerkiksi jo aikaisemmin luotuihin piirustuksiin.

5.2 Teklan päävalikon otsakkeet ja niiden sisältö pääpiirteittäin

Tekla Structuresin päänäkymässä valikkopalkki sijaitsee yläreunassa, ja alapuolelle voidaan avata erilaisia näkymiä mallista (Kuva 23).



Kuva 23. Tekla Structures-ohjelmalla luotu tietomalli.

Steel

Teräksestä voidaan luoda pilareita, palkkeja sekä levyjä, joita voidaan liittää pultti- tai hitsausliitoksiin.

Concrete

Betonista voidaan luoda pilareita, palkkeja, seiniä, laattoja, anturoita sekä betonielementtien sisään voidaan tehdä raudoituksia.

Edit

Edit-kohdasta mallin komponentteja, kuten esimerkiksi teräspalkkeja, voidaan siirtää, kopioida, leikata, jakaa erilleen tai liittää yhteen.

View

Näkymä-kohdasta voidaan luoda erilaisia kolmiulotteisia tai kaksiulotteisia taso- ja poikkileikkausnäkyymiä, sekä muuttaa objektien graafista ilmettä.

Drawings & Reports

Mallista voidaan luoda erilaisia piirustuksia, joista käy ilmi esimerkiksi mallin yleiskuvia, mittoja, detaljeja tai listoja komponenttien ominaisuuksista ja lukumääristä.

Manage

Mallia voidaan ryhmitellä erilaisiin kokonaisuuksiin, esimerkiksi materiaalin tai osatyyppin mukaan. Muilla ohjelmilla tehdyistä malleista voidaan luoda Tekla Structuresin objekteja. Mallissa olevat virheet voidaan todeta automaattisesti, sekä mallille voidaan luoda toteuttamisaikataulu.

Analysis & Design

Mallille voidaan asettaa kuormia, kuten pistekuormia, viivakuormia, tuulikuormia ja lämpökuormia, sekä kuormia voidaan koota kuormitusyhdistelmiksi.

Trimble Connect

Malli voidaan jakaa internetin avulla projektin eri osapuolien, kuten arkkitehtien, insinöörien tai rakennuttajan nähtäväksi.

5.3 Piirustustyypit

Tekla Structuresin piirustustyypit, joille mittakuvat tulostetaan, ovat general arrangement drawing, single-part drawing, assembly drawing, cast unit drawing ja multidrawing.

General arrangement drawing, eli GA-drawing on yleisin piirustustyyppi, jolla suunnittelijat voivat esittää mallia muille toimijoille, kuten viranomaisille tai asentajille. Näkymät ovat yleensä havainnollisesti suoraan ylhäältä tai koordinaatistoviivan suuntaisesti sivukuva esimerkiksi rakennuksen sivuprofiilista suhteessa maaston korkeusvaihteluun.

Single-part drawing on piirustus yksittäisestä osasta, josta käy ilmi tuotannolle tarpeellista informaatiota. Piirustukset ovat yleensä A4-kokoisia.

Assembly drawing on niin ikään tuotannon käyttöön tarkoitettu piirustustyyppi, joka sisältää kokoonpanon. Kokoonpanoon kuuluu yleensä yksi pääosa, ja siihen liittyviä lisäosia, jotka kiinnittyvät pääosaan joko pultein tai hitsillä. Piirustukset ovat yleensä A3-kokoisia.

Cast unit drawing on betonivaluun, muottitöihin tai raudoituksiin liittyvä piirustus, jota käytetään betonisissa osissa. Niistä käy ilmi betoniin mahdollisesti upotettuja elimiä, reunojen koverruksia sekä eristyksiä. Paikallavalupiirustukset voivat olla kooltaan isoja, A1-kokoisia, kun taas esivaletut piirustukset pienempiä A3-kokoisia. Cast unit drawing liittyy aina betoniseen osaan, tai elimeen, joka liittyy siihen. Metallisen elimen tai komponentin mahdolliset pultit tai hitsit näkyvät cast unit drawing piirustuksessa. Cast unit drawing piirustuksessa piirustustyyppi voidaan valita paikallavaletuksi tai esivaletuksi osaksi, jolloin tietyt ominaisuudet piirustuksessa muuttuvat.

Multi drawing piirustuksessa on esitetty useita single-part tai assembly drawing piirustuksia yhdellä isolla paperilla. Multi drawing voi olla esimerkiksi A1-kokoinen.

5.4 Ontelolaattojen mittapiirustuksien luominen

5.4.1 Mittakuva

Mittakuvat sisältävät informaatiota mallista esimerkiksi suunnittelijoille, tuotannon puolelle, asentajalle tai asiakkaalle. Mittakuvissa on esitetty havainnollistavia näkymiä mallinnetun rakenteen tai rakennelman yleiskuvasta tai yksityiskohdista. Mittakuvista käy myös ilmi mm. mittoja, massoja, materiaaleja, profiileja, pulttiliitosinformaatiota, hitsausinformaatiota, asennusjärjestyksiä sekä osien sijainteja. Mittakuvien yhteyteen on liitetty nimiö, josta on nähtävissä mm. piirustuksen tekijä, piirustuksen numero, päivämäärä, revisio sekä mittakaava.

5.4.2 Mittakuvien luonti

Mittakuva luodaan mallin osasta, kokoonpanosta tai koko mallista. Piirustustyyppin mukaan mittakuvien luonti tapahtuu joko päävalikosta Drawings & Reports-kohdasta, tai painamalla oikealla näppäimellä haluttua mallin osaa, ja valitsemalla Create Drawings.

5.4.3 Piirustusnäköymän päävalikko

Piirustusnäköymän päävalikko on jaettu kolmeen otsakkeeseen; drawing, dimensioning sekä views.

- Drawing-kohdan alta löytyvät toiminnot, joilla piirustukseen voidaan lisätä manuaalisesti merkkejä, viivoja ja tekstejä, sekä piirustuksen objekteja voidaan järjestellä.
- Dimensioning-kohdasta löytyy mahdollisuuksia lisätä piirustukseen manuaalisesti mittoja, sekä yhdistellä tai erottaa mittaviivoja toisistaan.
- Views-kohdasta löytyy mahdollisuuksia luoda detaljinäkymiä sekä poikkileikkausnäkymiä.

6 Yrityksen toimintatapoihin tutustuminen

Ontelolaattoihin tutustuttiin käymällä läpi tämänhetkisen ontelolaatan luonnissa käytetyn työkalun ominaisuuksia. Laattatyökalulla on mahdollista luoda halutun muotoinen taso, johon työkalu sommittelee ontelolaataston määrättyjen vakioiden sekä rajaehtojen mukaan. Muun muassa laattojen profiili, vakioleveys, saumaväli ja laataston suuntaus on määritettävissä. Automaattinen laatastotyökalu kaventaa tarvittaessa laataston viimeistä laattaa, jos vakioleveyksillä ei päästä haluttuihin mittoihin. Ontelolaattojen minimipituus, -leveys, "-kaula", eli ontelolaatan kapein kohta, tai ulokkeen minimipituus ja -leveys voidaan määrittää rajaehdoiksi. Laatastoon voidaan lisätä kerroksia, eli esimerkiksi ontelolaataston muotoja noudattava alapuolinen eristekerros.

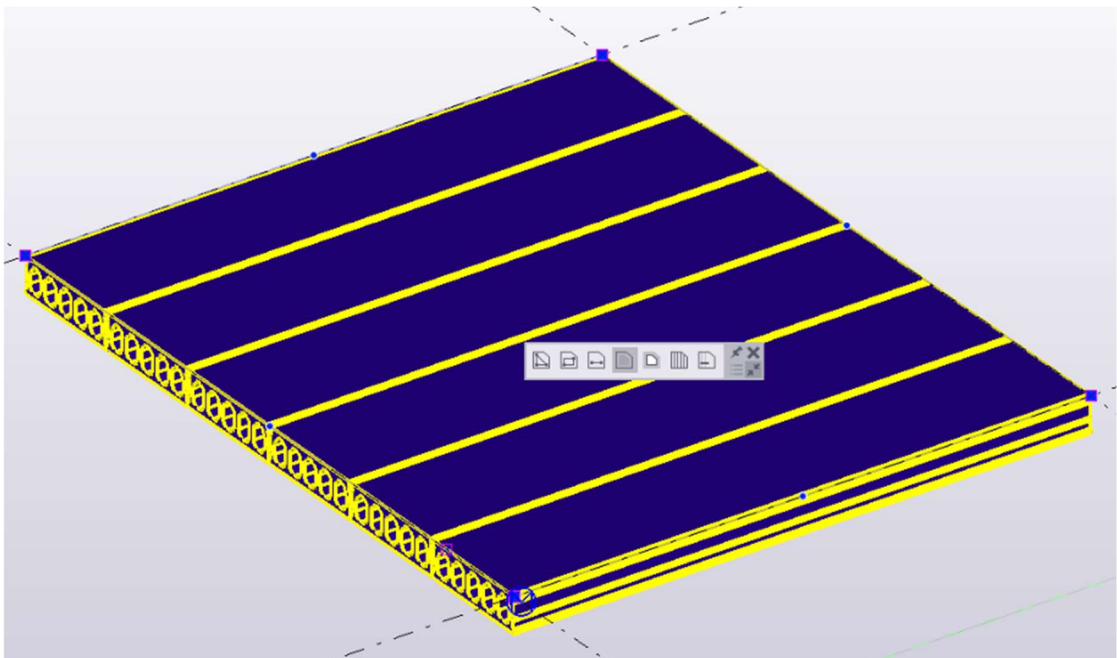
Laattatyökalulla luotua ontelolaatastoa voidaan muokata laatan omasta työkalupalkista. Laatastoon voidaan leikata eri muotoisia aukkoja, laattoja voidaan katkaista useampaan osaan. Ontelolaatastoa on myös mahdollista taivuttaa, eli tiettyä laataston reunan pistettä voidaan liikuttaa korkeussuunnassa. Ontelolaatastoa voidaan venyttää pituus ja leveyssuunnassa, sekä yksittäisen ontelolaatan pituutta voidaan muokata. Ontelolaatastossa voidaan muokata laatan leveyttä, profiilia, saumaväliä, laattojen suuntaa tai järjestystä ja laatastoon voidaan lisätä detaljeja, kuten raudoitusta.

Käytännön työtehtäviin päästiin tutustumaan seuraamalla sivusta ontelolaataston mittapiirustusten luomista. Mittapiirustusten luontia varten oli luotu oma piirustusohjelma, jossa oli kuvattuna laatta ylhäältä sekä poikkileikkauskuva. Kuvaan oli luotuna automaattisesti halutut laatan mitat, mutta esimerkiksi seinäkenkiä varten tehtävät laatan syvennykset (SKK-kolot) aiheuttivat automaattimitoitukselle välillä ongelmia. Mittapisteen sijainti oli jossain tapauksissa väärä, mittaviivojen sijainti oli välillä väärä sekä mittojen tekstimerkinnot olivat välillä puutteellisia. Poikkileikkauskuvista puuttui myös joitakin mittoja. Näitä puutteita jouduttiin korjailemaan manuaalisesti. Kylpyhuonelaatat olivat monesti näiden ongelmien aiheuttajia.

7 Ontelolaattatyökalun toiminnan tutkiminen

7.1 Ontelolaattatyökalun toiminta

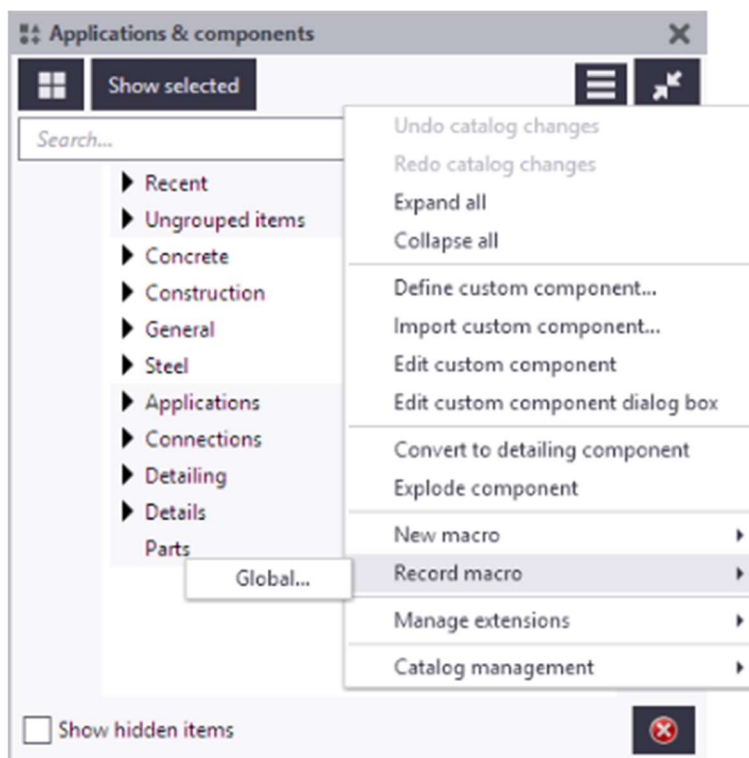
Tekla Structuresissa ontelolaataston luonti onnistuu Floor Layout -työkalulla. Työkalulla määritetään taso ja alue, jossa ontelolaatasto sijaitsee, ja johon se rajautuu. Ontelolaataston pääsuunta, eli laattojen pitkittäissuunta, määräytyy ensimmäisenä luotavan viivan mukaan. Laataston asennussuunta määräytyy seuraavan viivan mukaan, eli jatke- taanko alueen piirtämistä oikealle vai vasemmalle. Pääsuunta ja asennussuunta ovat muokattavissa myös jälkeinpäin. Ontelolaataston ääriviivoja piirrettäessä minimimäärä on 3, jolloin rajautuu kolmion muotoinen alue. Valmista laatastoa voidaan muokata ontelolaataston työkalupalkista (Kuva 24), josta löytyvät toiminnot erimuotoisten reikien luomiselle, ontelolaattojen katkaisulle sekä laattasaumojen, laattajärjestyksen sekä laattaleveyden muokkaamiselle. Myös laataston reunojen offset, eli poikkeama vaikka seinästä tai pilarista voidaan muokata. Ontelolaatastoa kaksoisnapauttamalla aukeaa valikko, josta voidaan muokata mm. laataston ontelolaattaprofiilia, vakiolaattaleveyttä ja -saumaleveyttä, sekä lisätä eristekerroksia, ja muokata ontelolaataston katkaisusääntöjä. Lisäksi yksittäisten ontelolaattojen pituus on muokattavissa.



Kuva 24. Ontelolaataston työkalupalkki, josta voidaan muokata ontelolaataston ominaisuuksia.

7.2 Ongelma laataston toiminnassa

Ontelolaataston profiilia muokattaessa törmää välillä ongelmaan, jossa erikseen pidenetty tai lyhennetty ontelolaatta palautuu alkuperäiseen mittaansa. Kyseistä ongelmaa tutkittaessa ratkaisuksi löydettiin makron luonti. Makro on ohjelmoitu komentosarja, joka suoritetaan makropainiketta painettaessa. Tekla Structuresissa makro voidaan luoda joko ohjelmoimalla, tai tallentamalla ohjelman käyttöä (Kuva 25). Makron avulla ontelolaatan asetuksien muokkaus voidaan tallentaa yhden painikkeen taakse. Valikossa voidaan muokata laatan alku tai loppupään poikkeamaa alkuperäisestä sijainnista. Ongelmaksi tässä muodostuu se, että makroja pitäisi luoda kymmeniä. Esimerkiksi riippuen siitä, kummasta päästä laattaa lyhennetään tai pidennetään, pitäisi kaikille olla omat makronsa. Myös jokaisella pituuden muutosmäärällä pitäisi olla omat makronsa. Makron käytön hyödyt jäävät tässä tapauksessa kyseenalaiseksi. Ongelmaa tulisikin luultavasti lähestyä Tekla Structuresin ohjelmoijien puolelta.



Kuva 25. Makroja voidaan luoda kahden laisia, itse koodaamalla tai tallentamalla ohjelman käyttöä.

8 Kustomoidun SKK-komponentin luonti

8.1 Kustomoitu komponentti

Kävi ilmi, että yrityksellä oli toiveissa saada tehokkaampi tapaa luoda seinäkenkätokelokoloja. Tekla Structuresissa SKK-koloilla ei ollut omaa komponenttia, mistä syntyi idea automatisoida prosessia luomalla SKK-koloille oma kustomoitu komponenttinsa. Tekla Structuresissa onkin monipuoliset mahdollisuudet luoda kustomoituja komponentteja.

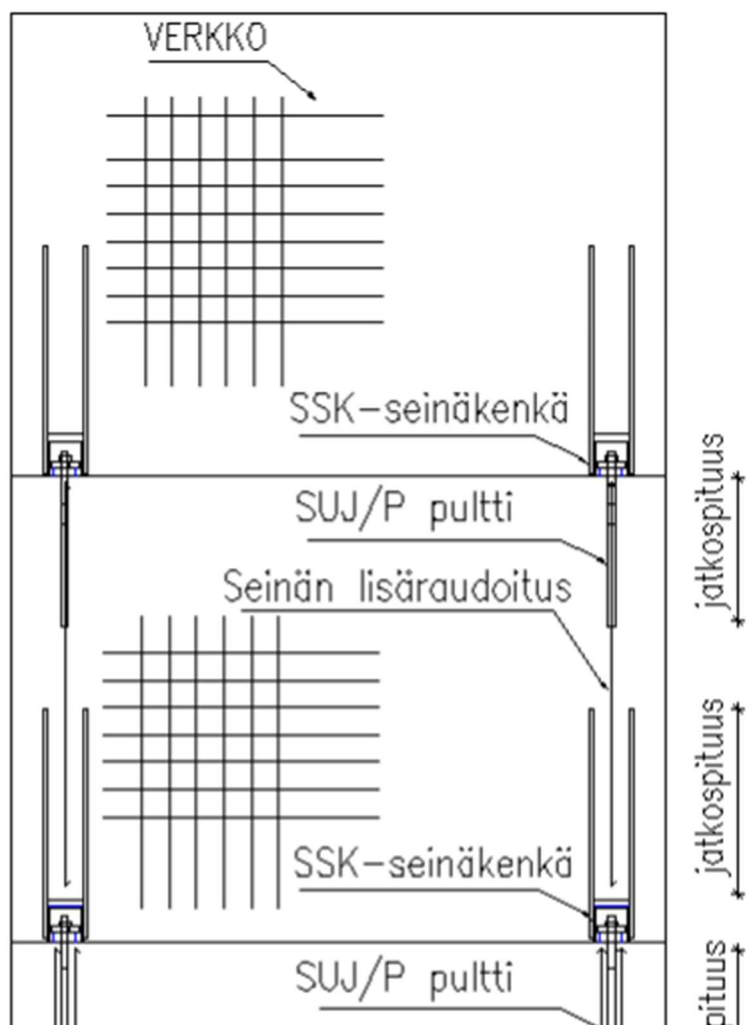
Kustomoidun komponentin luominen aloitetaan määrittelemällä halutun komponentin osat, ohjelmassa jo olevilla osilla ja työkaluilla. Muutosten teko luotuu komponenttiin tapahtuu edit custom component -toiminnolla. Kustomoitu komponentti on valmiiksi luotu halutun lainen osa tai kokoonpano, jonka oleellisia muuttujia voidaan tarvittaessa muokata helposti yhdestä valikosta. Rakennusprojekti- sekä maakohtaisia komponentteja on lukemattomia, joten Tekla Structuresista luonnollisesti löytyy niistä vain murto-osa. Teklan sivuilta on ladattavissa lisäosina uusia komponentteja, mutta joskus ainoa vaihtoehto on luoda sellainen itse.

Kustomoitu komponentti voi olla esimerkiksi I-palkkiin hitsattava jäykistelevy, joka tulee uuman kummallekin puolelle, ja yltää ylälaipasta alalaippaan. Jäykistelevyjen sisäkulmia voidaan joutua leikkaamaan, riippuen palkin hitsisauman paksuudesta. Jäykistepalat voidaan ohjelmoida noudattamaan I-palkin profiilia, eli jos palkin profiilia muutetaan, jäykistepalojen koko vaihtuu palkkiprofiiliin mukana. Luomalla jäykistelevyistä oma kustomoitu komponentti, voidaan jäykistyspalat luoda nopeasti ja niiden ominaisuuksien muokkaus käy kätevästi ja nopeasti kustomoidulle komponentille räätälöidystä valikosta. Komponenttien valikot ovat yksilöllisiä myös valmiiksi ohjelmasta luoduilla osilla. Esimerkiksi teräspalkissa voidaan muuttaa palkin profiilia tai materiaalia, ja pulttiliitoksessa voidaan muokata aluslevyn paksuutta, pulttikokoa tai pulttimäärää.

8.2 SKK Seinäkenkätokelo

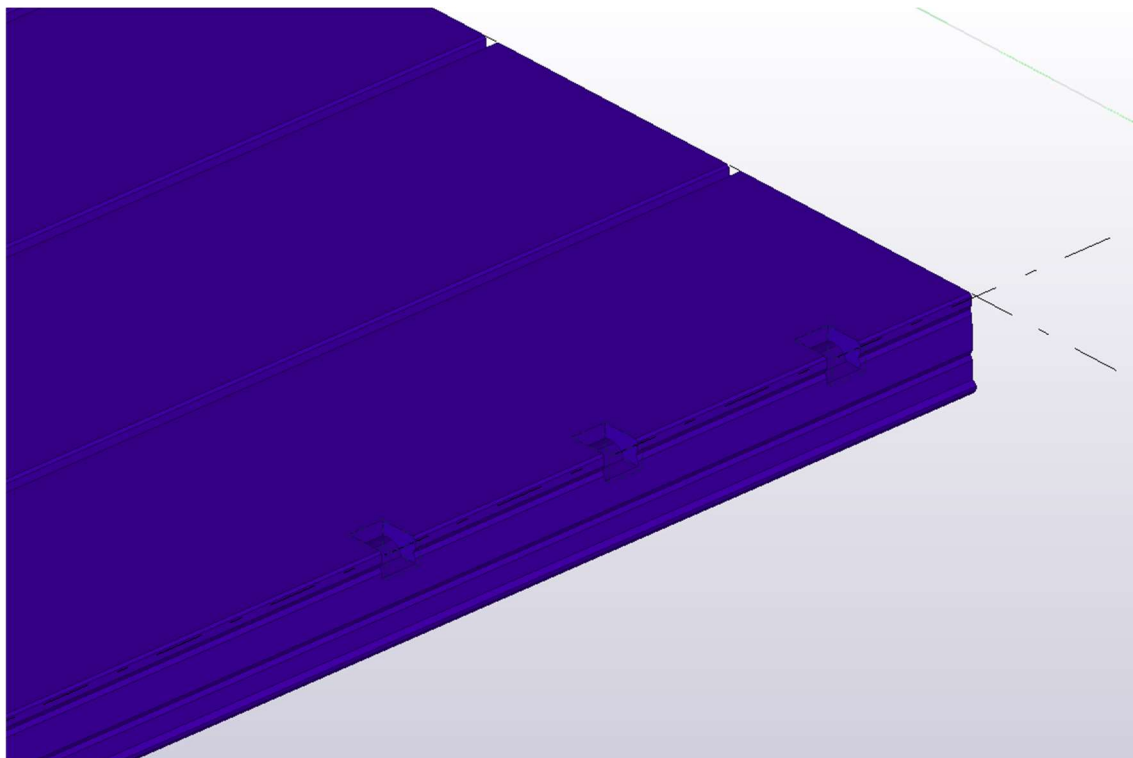
SKK on ontelolaatan yläpintaan reunaan tehtävä varaus, joka mahdollistaa seinärakenteiden kiinnityksen. SKK-kolot valetaan umpeen työmaalla ja valuun ankkuroidaan har-

jäteräs. Seinäkengät ovat elementtiseinän alaosassa sijaitsevia kiinnityselimiä, joilla eri kerroksien seinäelementit saadaan sidottua toisiinsa pystysuunnassa (Kuva 26).



Kuva 26. Seinäkengäliitokset elementtiseinässä. [9.]

SKK on yleensä mitoiltaan 150mm x 150mm ja 100 mm syvä (Kuva 27). Jos ontelolaattaa on kavennettu, voidaan SKK:ta joutua pidentämään laatan leveysuunnassa, jotta laatta olisi rei'itys ohjeiden mukainen.

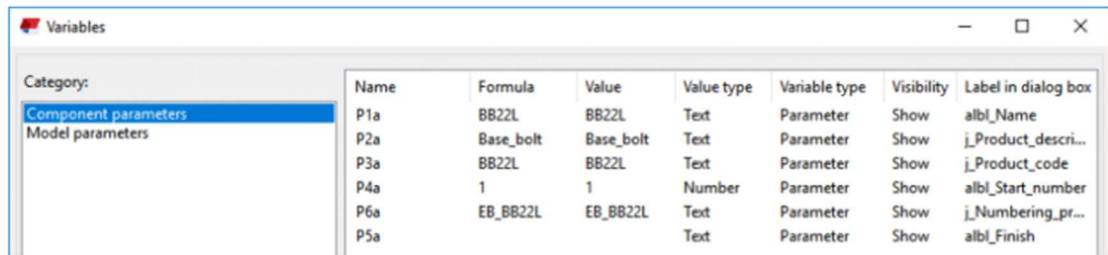


Kuva 27. SKK komponentteja ontelolaatan reunassa.

8.3 SKK-komponentin luominen

SKK komponentin tekeminen aloitettiin luomalla betonipalkkiprofiili, joka vastasi mitoitetaan SKK-koloa. Palkki sijoitettiin ontelolaatan reunaan ylätasoon, paikkaan, jossa SKK-kolo normaalisti sijaitsee. Palkki oli siis mallinnettuna ontelolaatan sisään. Sen jälkeen ontelolaatta leikattiin palkin avulla part-cut-toiminnolla. Leikkauskomennon jälkeen palkki ja ontelolaatta eivät enää olleet sisäkkäin, vaan laatasta oli leikkautunut palkin muotoja noudattava pala pois. Palkkiobjekti poistettiin, ja jäljelle jäi part-cut-objekti, eli käytännössä syvennys, jonka mittoja voi muuttaa. Objekti määritettiin kustomoiduksi komponentiksi, jolloin komponenttiin saatiin ohjelmoitua oma valikko, jolla voidaan määritellä SKK:n ominaisuuksia. SKK:lle luotiin mahdollisuus määrittää varauksen etäisyys laatan päästä, useamman SKK luomismahdollisuus, SKK:n jako sekä mahdollisuus piilottaa SKK:t tarvittaessa.

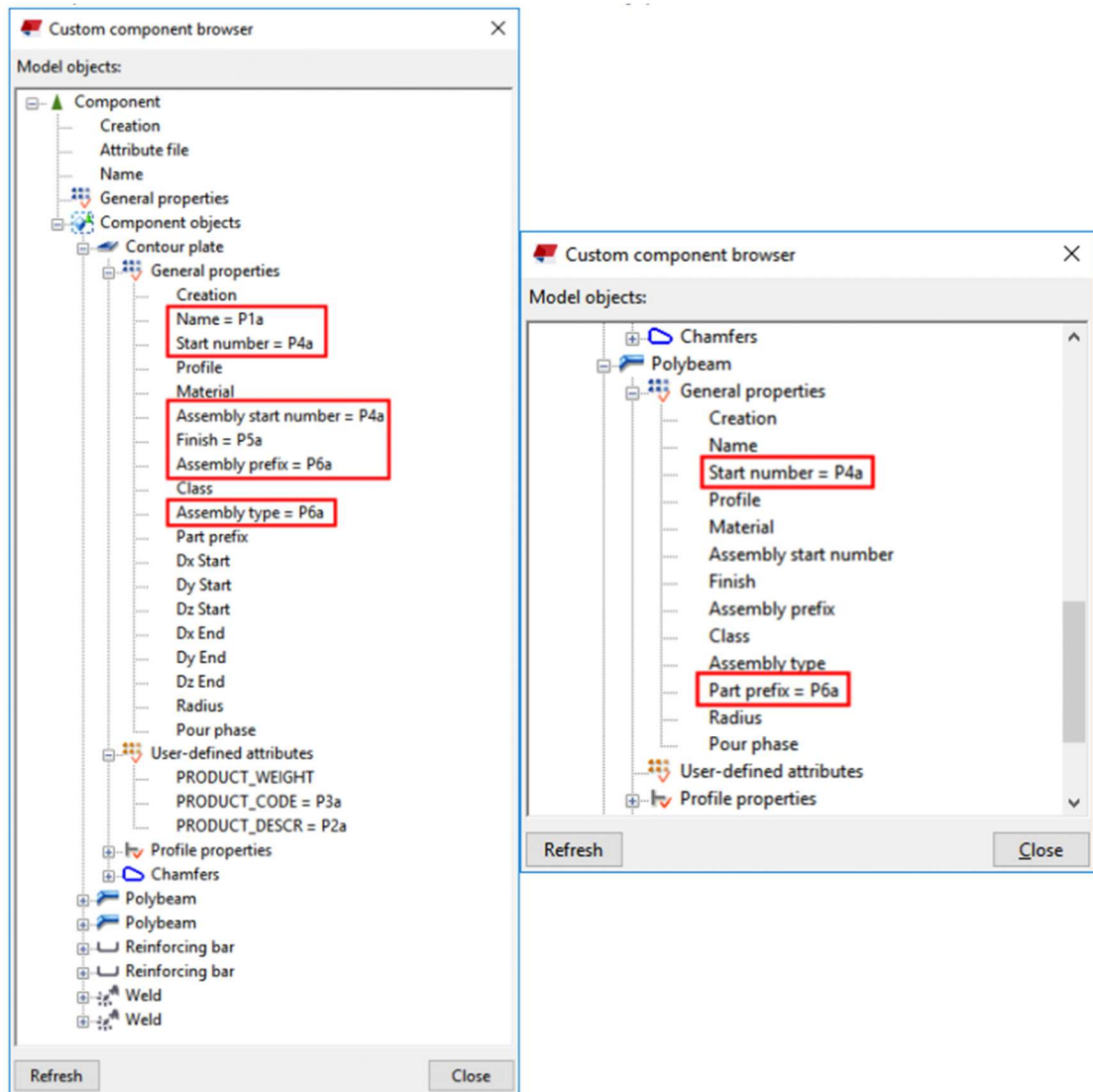
Komponenttia luotaessa tärkeimmät työkalut ovat variables-luettelo, sekä custom component -selain. Variables-luetteloon luodaan parametrejä, joiden avulla kustomoitu komponentti saadaan toimimaan halutulla tavalla (Kuva 28). Parametrit ovat sääntöjä, joita kustomoitu komponentti noudattaa, ja joiden avulla komponenttia voidaan käskä.



Name	Formula	Value	Value type	Variable type	Visibility	Label in dialog box
P1a	BB22L	BB22L	Text	Parameter	Show	albl_Name
P2a	Base_bolt	Base_bolt	Text	Parameter	Show	j_Product_descri...
P3a	BB22L	BB22L	Text	Parameter	Show	j_Product_code
P4a	1	1	Number	Parameter	Show	albl_Start_number
P6a	EB_BB22L	EB_BB22L	Text	Parameter	Show	j_Numbering_pr...
P5a			Text	Parameter	Show	albl_Finish

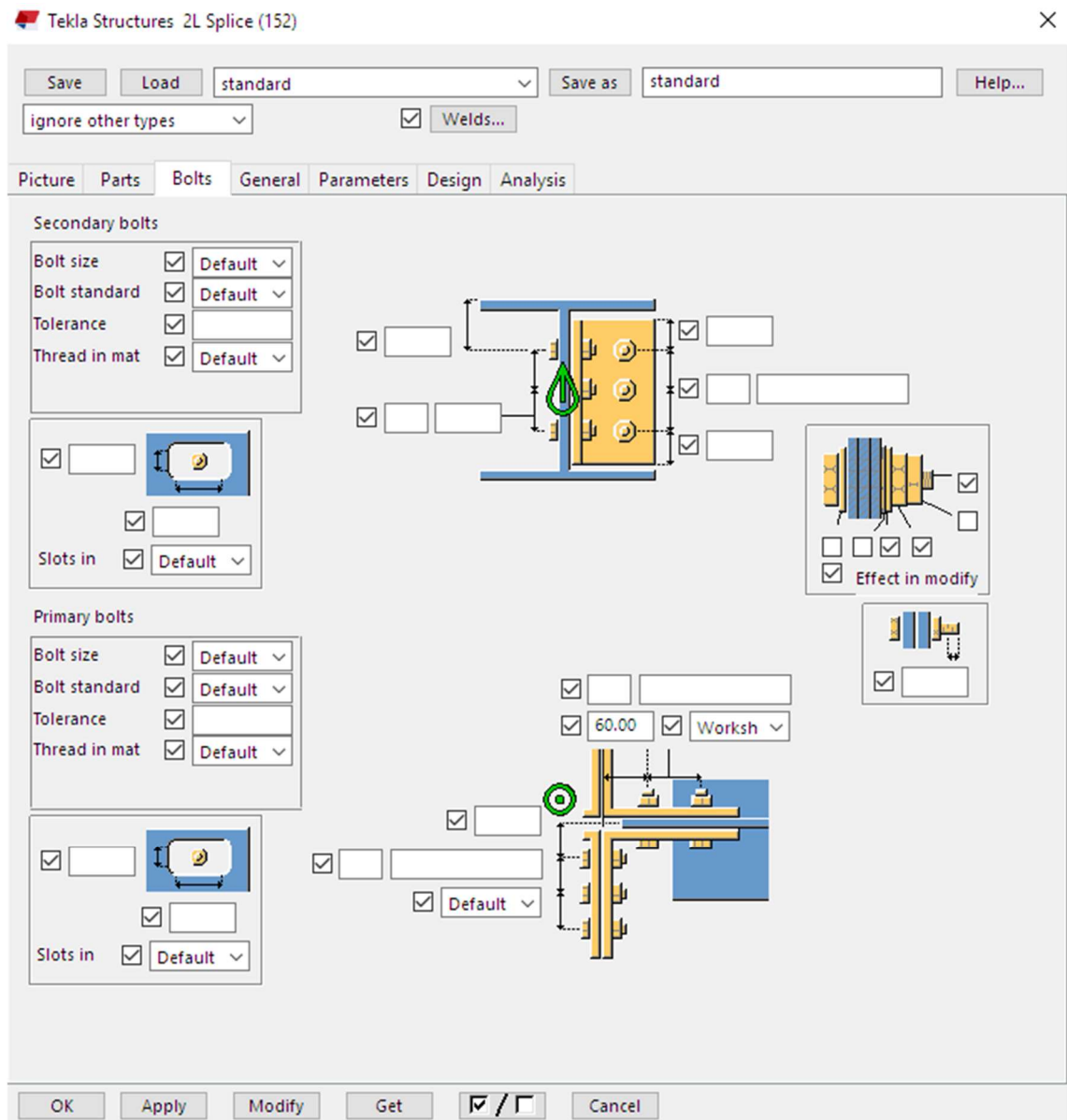
Kuva 28. Muuttujataulukon määritettyjä parametrejä. [10.]

Custom component -selaimessa on listattuna komponenttiin liittyvät objektit, joiden ominaisuuksiin voidaan liittää variables-luettelon parametrejä. Yhtäsuuruusmerkillä variable luettelon parametrit saadaan linkitettyä objektille, jolloin objektin ominaisuudet noudattavat luettelon arvoja. Jokaisella parametrillä on oma nimensä, jolla ohjelma hakee yhtäsuuruusmerkin jälkeen kirjoitetun parametrin nimen perusteella toiminnon, minkä parametri tekee (Kuva 29). Suurin osa komponenttiselaimen kohdista jää yleensä muokkaamattomiksi.



Kuva 29. Komponenttiseläin, johon voidaan yhtäläisyysmerkillä linkittää variables-listan parametrejä. [10.]

Parametrien pohjalta määräytyy komponentin valikko, jolla mallinnettaessa kustomoidun komponentin mittoihin tai muihin ominaisuuksiin voidaan tehdä muutoksia. Valikon tekstejä ja tekstikenttiä voidaan järjestellä vapaasti. Monimutkaisemmissa komponenteissa valikkoon voidaan lisätä kuva komponentista, jolloin tekstipalkit ja -kentät voidaan sijoittaa havainnollisesti kohtiin, johon asetus komponentissa vaikuttaa (Kuva 30). Tarvittaessa valikkoon voidaan myös lisätä useampia välilehtiä.



Kuva 30. Monimutkaisemmissa komponenteissa valikkoa on havainnollistettu kuvilla.

Alla olevassa kuvassa on SKK-komponentille luotu komponenttivalikko (Kuva 31). Tekstit ja tekstikentät määräytyvät suoraan variables-luettelon mukaan. Luetteloon valitut arvot toimivat mallinnettaessa oletusarvoina kustomoidulle komponentille. Oletusarvot tunnistaa hakasuluista.

Parameter	Checked	Value
SKK etäisyys laatan päästä	<input checked="" type="checkbox"/>	[500.00]
Luo useampi SKK	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes
Jako	<input checked="" type="checkbox"/>	500.00
SKK kokonaismäärä	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Luo SKK	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes
SKK lisäpituus kav. laatalle	<input checked="" type="checkbox"/>	50.00

Kuva 31. Komponenttivalikko, jolla komponentille tarpeellisia muuttujia voidaan muokata.

Kustomoitu komponentti sidotaan usein tasoihin, jolloin se sijoittuu aina tarkoituksen mukaiseen kohtaan mallissa, kun komponentti luodaan. Kun komponentti on sidottu tasoihin, komponentti mukautuu uusiin mittoihin, mikäli osan, johon komponentti liittyy, mittoja muutetaan.

SKK-komponentti sidottiin ontelolaatan ulkopintojen määrittämiin tasoihin, jotka olivat laatan pääty, sivu sekä yläosa. Näin ollen komponentti sijoittuu aina oikein ontelolaatan ylätasoon ja reunaan. SKK-komponentin etäisyyttä päätyyn, johon se on sidottu, voidaan muuttaa määrittelemällä variables-listaan sille oma parametri.

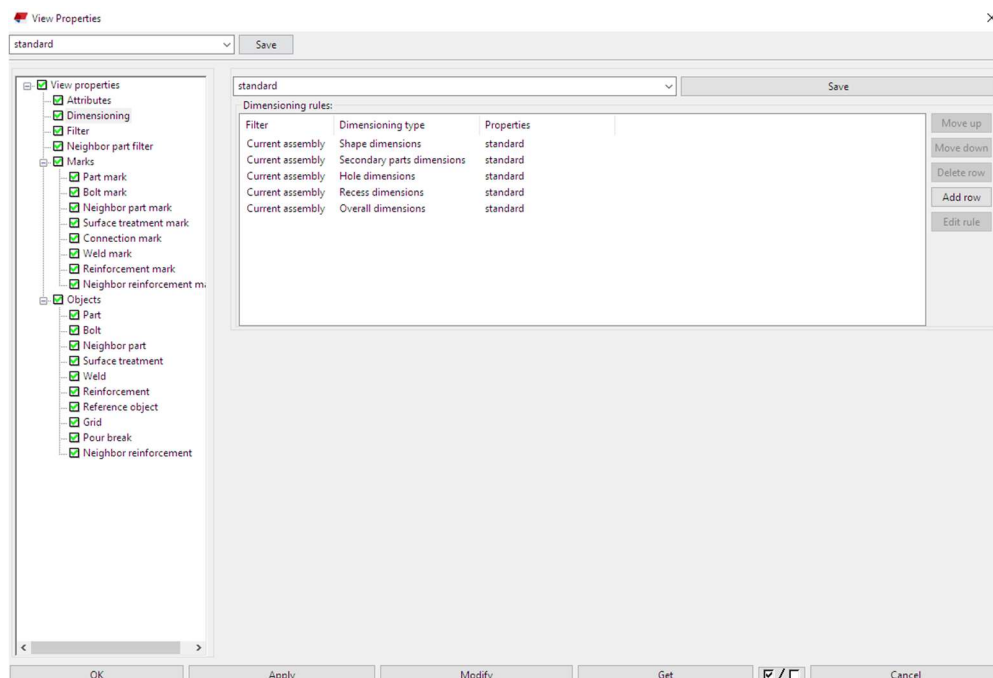
SKK-komponentin luomisesta tehtiin toimintaohjeistus, joka käy ilmi liitteessä 2. Toimintaohjeistus listaa pääpiirteittäin vaiheet, joita komponentin luominen vaatii. Ohjeistus auttaa myös ongelmassa, jossa väärät mallinäkömänn asetukset voivat haitata komponentin käyttöä.

9 Ontelolaatan mittakuvien automatisointi

9.1 Yleistä mitoituksesta

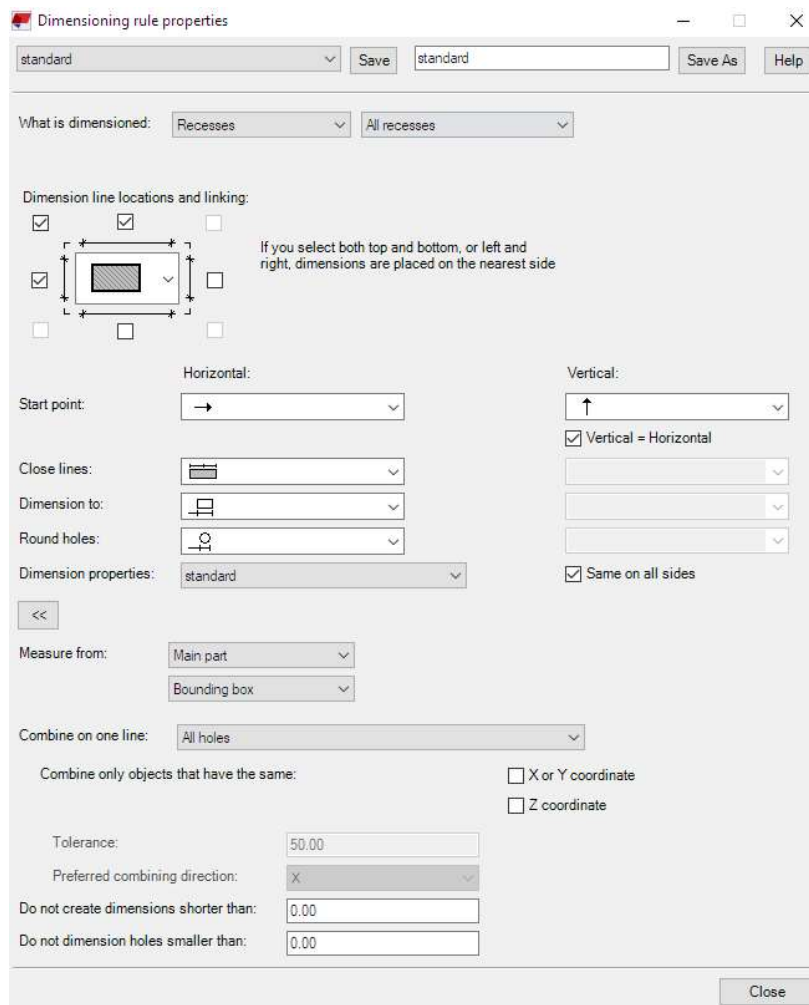
Ontelolaattojen mittakuvissa Tekla Structures luo mittoja automaattisesti valittujen asetusten mukaan. Kun piirustusnäkyssä kaksoinapsauttaa näkymän reunoja, avautuu View Properties-valikko (Kuva 32). Valikosta voidaan Dimensionin kohdasta muokata mitoitussääntöjä. Sääntöjen lukumäärää voidaan muuttaa, ja säännöt on jaoteltu mitoitustyypeittäin.

- Overall dimensions, mitoitettavan osan päämitat.
- Shape dimensions, osan muotojen tarkemmat mitat.
- Hole dimensions, reikien mitat.
- Filter dimensions, itse määritellyjen komponenttien mitat.
- Secondary parts dimensions, sekundääriosaksi määritellyn osan mitat.
- Recess dimensions, syvennyksien mitat.
- Grid dimensions, osan mitat suhteessa koordinaatistoon.
- Spiral beam dimensions, spiraalipalkin mitat.
- Integrated dimensions, esimerkiksi pulttien mitoituksessa käytetty.



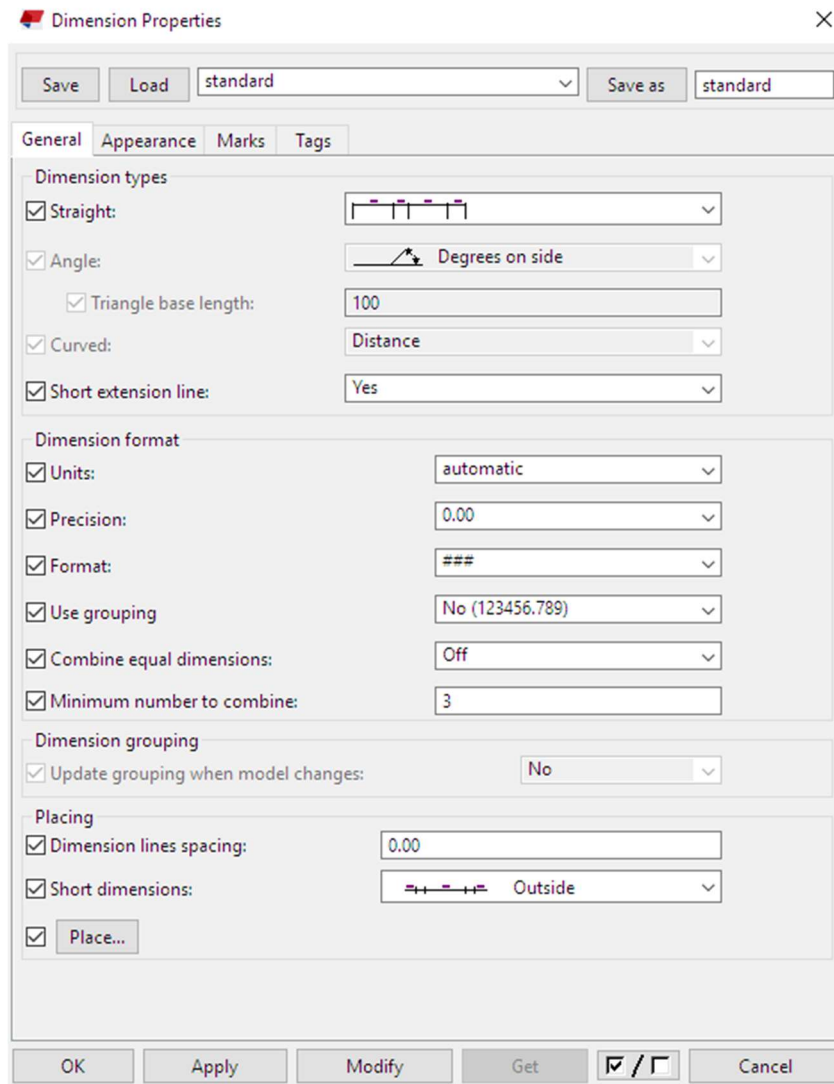
Kuva 32. Näkymän mitoitusasetukset, asetuksista valitaan mitoitustyyppi ja mitoitussäännöt.

Jokaisen sääntötyypin asetuksia voi muokata, Dimension rule properties -valikosta (Kuva 33). Valikon ulkomuoto vaihtelee sääntötyypin mukaan. Valikosta valitaan, mille puolelle piirustusta mitat piirtyvät, mitoitussuunta, mitkä pisteet objektissa mitoitetaan, sekä mittaviivojen ja -merkkintöjen ulkoasun esiasetus. Lisäasetuksista on mahdollista säätää esimerkiksi lyhyin mitta piirustuksessa, joka esitetään mittaviivoin ja -merkein sekä määrittää objekti, jota käytetään mitoituksen alkupisteinä.



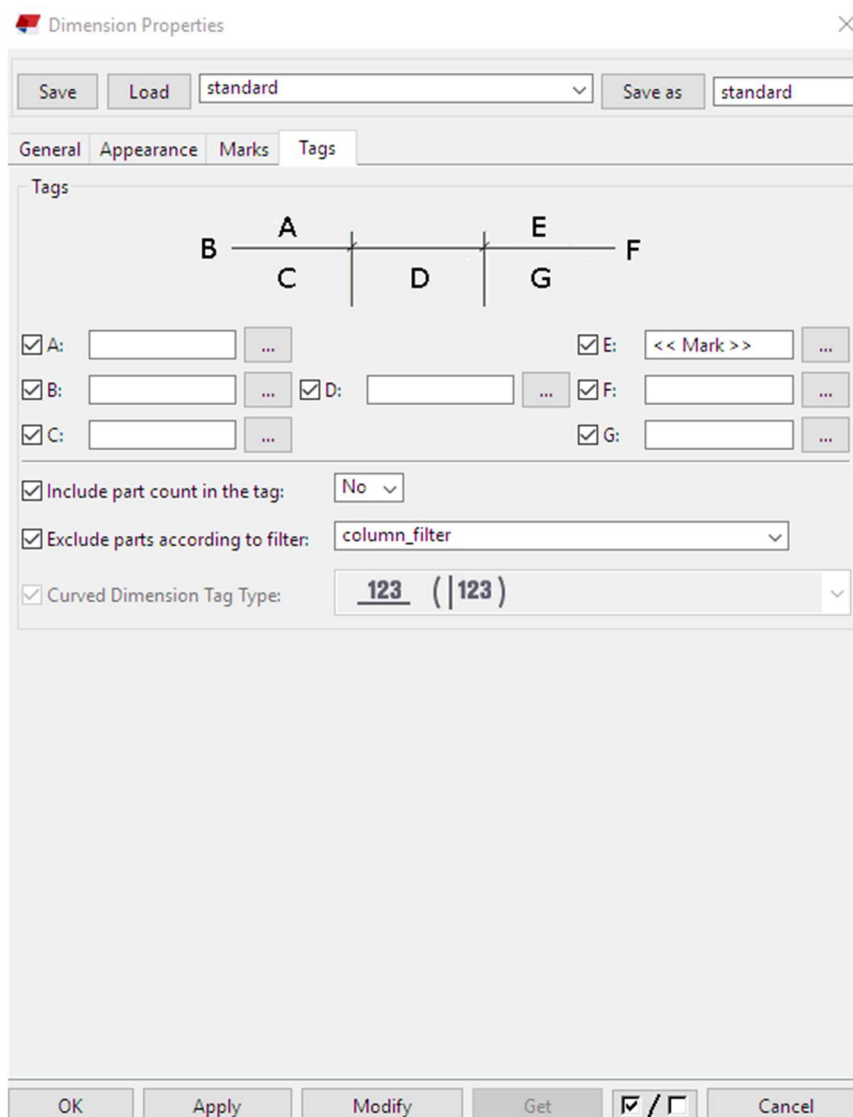
Kuva 33. Mitoitussääntövalikko, josta säädetään mm. mittaviivojen ja -pisteiden sijaintia.

Mittaviivojen ja -merkkintöjen ulkoasu säädetään Dimension Properties -valikosta (Kuva 34), joka aukeaa kaksoisnapauttamalla mittaviivaa. Valikosta voidaan muokata mm. mittaviivan ulkoasua, pituuden yksiköitä ja esittämistapaa, sekä mittaviivojen nimikkeitä. Nimikkeitä voidaan luoda eri kohtiin mittaviivaa, ja nimikkeiden sisältö voidaan valita alavalikosta.



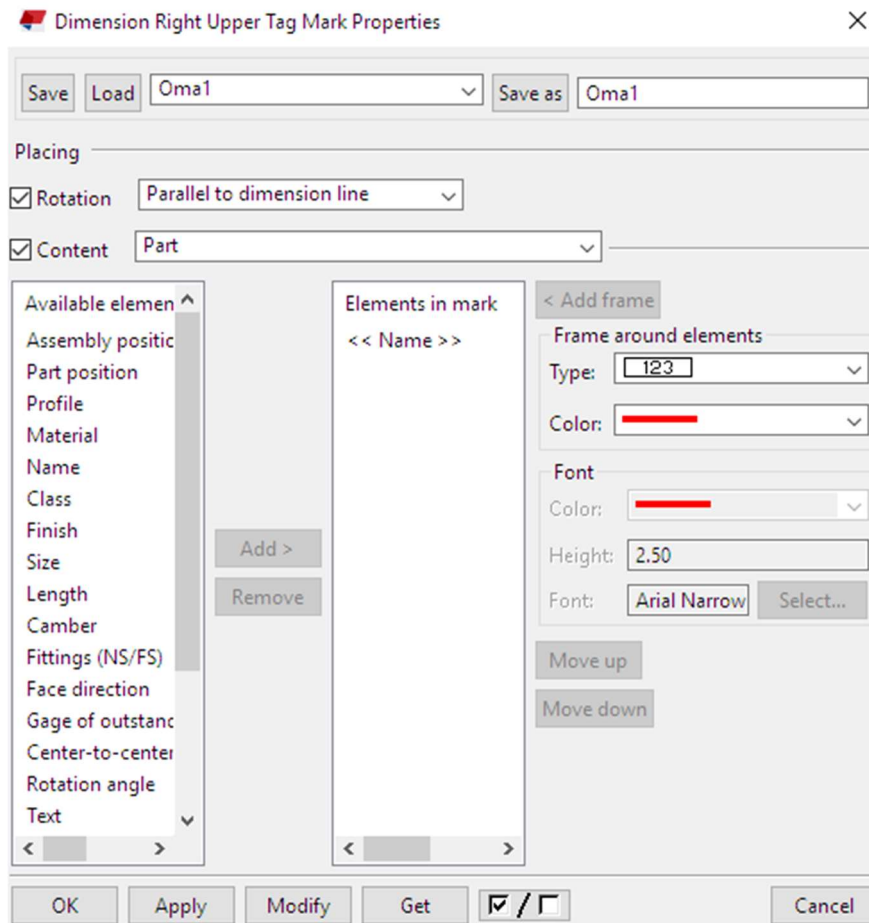
Kuva 34. Mitta-asetukset, joista säädetään mittaviivojen ja -merkintöjen ulkoasua.

Ei toivottua nimikkeiden informaatiota on mahdollista rajata suodattimella (Kuva 35). Suodatin määritetään View Properties -valikosta, Filter-välilehdestä. Suodatinta luotaessa voidaan valita, missä kaikkialla suodatinta voidaan käyttää.



Kuva 35. Mitta-asetuksien nimike-välilehti, josta voidaan valita joko automaattisia nimikkeitä mittaviivalle, tai manuaalisesti kirjoittaa nimikkeitä.

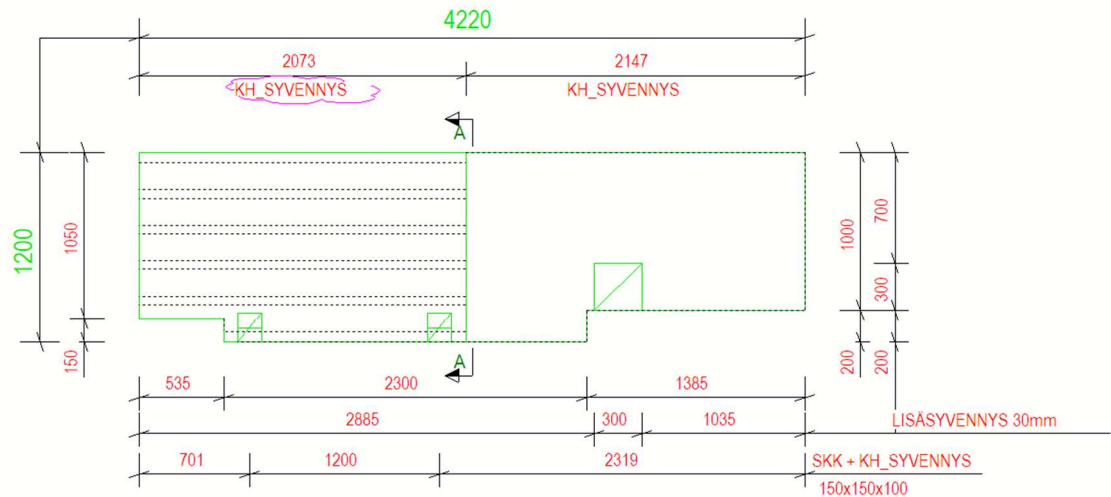
Nimikkeisiin voidaan laittaa tietoa esimerkiksi mitattavan objektin nimestä, profiilista, sijainnista kokoonpanossa tai materiaalista (Kuva 36).



Kuva 36. Nimikkeiden asetukset, josta voidaan valita automaattisesti luotujen nimikkeiden sisältämä informaatio.

9.2 Ongelmakohdat mittakuvissa

Yrityksellä on ollut haasteita automaattisen nimikkeen kanssa ontelolaattakuvien mitoituksessa. Ongelmia on etenkin aiheutunut tilanteessa, jossa kylpyhuonelaatta tyypissä ontelolaatassa on SKK-koloja (Kuva 37). Ontelolaatta sisältää siis kaksi eri tyypistä syvennystä, kylpyhuonesyvennyksen sekä SKK-kolon. Tarkoituksena on luoda SKK-koloille oma mittaviivansa, mistä käy ilmi SKK:n sijainti ontelolaatassa. SKK:n mitoitukseen käytetään Recess dimensions -mitoitustyyppiä, jolloin ohjelma etsii ontelolaatasta syvennyksiä, jotka mitoitetaan. Automaattinen mitoitus löytää SKK-syvennyksen nimen, mutta myös samalla KH_SYVENNYS-nimisen kylpyhuonesyvennyksen nimen. Näin ollen SKK-kolon mittaviivan nimikkeessä lukee SKK + KH_SYVENNYS. Vastaavanlaisissa tilanteissa voidaan käyttää suodatinta, jolla pyritään rajaamaan ylimääräinen tieto nimikkeestä pois.

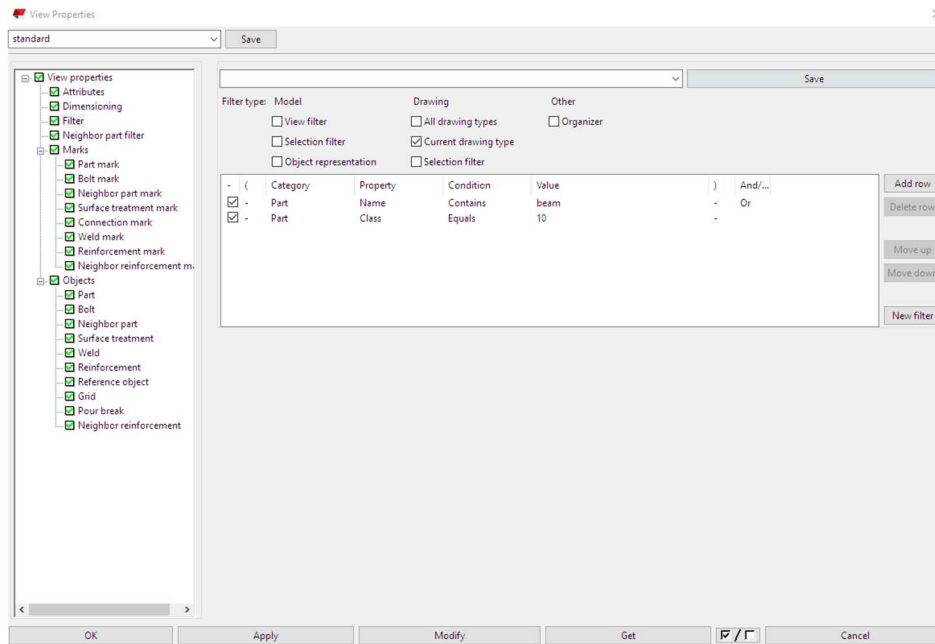


Kuva 37. Esimerkki automaattisen nimikkeen virheellisestä toiminnasta, SKK-kolojen mittaviivalta lukee turhaan KH_SYVENNYS.

Kylpyhuonelaatan tapauksessa suodattimet eivät vaikuta toimivan halutusti. Nimikkeeseen saadaan suodattamalla näkymään teksti KH_SYVENNYS, tai kumpikin teksti pois, mutta pelkkää SKK-tekstiä ei saada suodattamalla jäämään.

9.3 Ongelman tutkiminen

Opinnäytetyössä käytiin manuaalisesti läpi erilaisia suodatinasetuksia, mutta testeissä ei päästy haluttuun lopputulokseen. Suodattimessa määritellään suodatettavan asian kategoria (esim. part), ominaisuus (esim. name), ehto (esim. contains) sekä arvo (esim. beam). Edellä mainitussa esimerkissä suodatettaisiin osat, joiden nimi sisältää tekstin beam. Suodattimeen voidaan luoda myös useampi rivi, jolloin hakua voidaan laajentaa tai supistaa ja/tai ehdoilla (Kuva 38).



Kuva 38. Suodatin-valikko, jolla voidaan rajata näytettäviä objekteja, niin piirustuksen kuin mallinkin puolella.

Erilaisia suodattimia on mahdollista luoda valtavia määriä, ja lukemattomista suodatin-kombinaatioista huolimatta SKK-tekstiä ei saatu pelkästään jäämään nimikkeeseen.

Osittainen ratkaisu ongelmaan löytyi yllättäen Recess dimensions -mittatyyppin Dimension rule properties -valikosta. Valikon lisäasetuksista measure from -asetus vaihdettiin Cast unit / Assembly -asennosta Main part -asentoon. Asetuksen muuttamisen jälkeen SKK-kolon mittaviivan nimikkeessä näyttäisi olevan oikeaoppisesti pelkkä SKK-teksti. Ratkaisun toimivuus käytännössä ei ole vielä varmaa.

Liitteessä 1 on toimintaohjeistus, joka antaa vaihtoehdon jo olemassa oleville piirustusasetuksille. Toimintaohjeistus laadittiin tutkimuksessa löytyneen ratkaisun perusteella, ja toimintaohjeistuksen ideana on muuttaa piirustusasetuksia niin, että mittaviivojen nimikkeet syntyisivät automaattisesti oikein.

10 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää keinoja nopeuttaa ontelolaatan mittapiirustusten luomiseen ja tehdä parannuksista toimintaohjeistus. Työn aikana kuitenkin projektiin tuli sivujuonteita, sillä projektin edetessä eteen tuli uusia seikkoja, jotka kaipasivat parempaa ratkaisua.

Projektin mittapiirustusten luomisessa suurimmaksi ongelmaksi havaittiin tutkittaessa väärin automaattisesti luodut mittaviivojen nimikkeet. Etenkin kylpyhuonelaattojen mittakuvissa nimikkeisiin ilmestyy virheellisesti SKK-koloja mitoittaessa teksti SKK + KH_SYVENNYS. Mittaviivojen nimikkeiden virheellistä automaattista luontia on jo aikaisemmin yritetty korjata asettamalla suodattimia. Suodattimet toimivatkin monessa paikassa, mutta juuri kyseisessä ongelmassa ne eivät toimineet halutusti. Niinpä erilaisia suodatinasetuksia luotiin ja tutkittiin perusteellisesti, manuaalisesti haravoimalla. Testeissä ei kuitenkaan päästy haluttuun lopputulokseen. Virhe, joka aiheuttaa ongelman liittyy luultavasti siihen, että ohjelma sitoo SKK-komponentin osaksi kylpyhuonelaattakokoonpanoa, jolloin pelkällä suodattimella ei saada näkymään pelkkää SKK-tekstiä. Lopulta Dimension rule properties -valikosta löytyi jonkin asteinen ratkaisu, kun Measure from: Cast unit / Assembly -asetus vaihdettiin asentoon Main part. Näin saatiin näkymään SKK-kolojen mittaviivassa ainoastaan teksti SKK. Ratkaisun löytyminen johti toimintaohjeen tekoon.

Projektissa yrityksen työntekijä toi esiin ongelman, joka aiheutui ontelolaataston muokkaamisessa niille ontelolaataston yksittäisille ontelolaatoille, joiden pituutta oli muokattu. Kun ontelolaataston ontelolaattaprofiilia muutettiin, palautuivat muokatut ontelolaatat takaisin alkuperäiseen pituuteensa. Ongelmaan yritettiin etsiä ratkaisua makroista, joilla voidaan luoda painikkeita, jotka suorittavat tietyn komentosarjan. Näin ontelolaataston yksittäisten ontelolaattojen pituutta voitaisiin muokata helposti makropainikkeilla. Ongelmaksi muodostui se, että erilaisia makropainikkeita pitäisi olla epäkäytännöllisen suuri määrä. Jokaista erityyppistä pituuden muutosta varten pitäisi olla oma painikkeensa. Todennäköisesti paras ongelman ratkaisu löytyy Tekla Structuresin ohjelmoinnin puolelta. Ontelolaattojen pituuksien resetoituminen vaikuttaisi olevan ohjelman tämänhetkisen versioon ohjelmoitu ominaisuus.

Projektin aikana kävi myös ilmi, ettei yrityksellä ollut omaa komponenttia SKK-koloille, joten sellainen päätettiin luoda. SKK-komponentista luotiin prototyyppi, jota yritys testa-

si käytännössä. Testin tuloksista saadun palautteen perusteella komponenttia jatkojalostettiin. SKK-komponentti vaikutti melko onnistuneelta. Komponentteja on mahdollista muokata aina haluttaessa, jolloin komponenttia voidaan muokata jälkikäteen, mikäli muutostarpeita ilmenee. SKK-komponentille laadittiin oma toimintaohje.

Projekti ei siis pysynyt pelkästään alkuperäisessä suunnitelmassa. Toisaalta tutkimuksen rajauksessa pysyttiin niiltä osin, että työ keskittyi suunnittelijan ajankäytön tehostamiseen sekä työ pitäytyi ontelolaattoihin liittyvien asioiden käsittelyssä. Rajauksessa kerrottiin myös, että opinnäytetyön tuloksien viemistä tuotannon puolelle voidaan pohtia jatkojalostusideana. Itse en osaa varmasti sanoa, miten opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää tuotannon puolella. Työssä luotua SKK-komponentin ideaa voitaisiin ehkä hyödyntää Parman laatastomallinnusohjeistuksessa, jossa sekä Pasi-lenkit että SKK-kolot tehdään käyttämällä samaa työkalua.

Vaikka yksi opinnäytetyön tavoitteista on tutkimuksen rajaus, ja linjassa pysyminen, projektin rönsyily antoi mielestäni opinnäytetyöstä maksimaalisen hyödyn. Näin yritykselle on mahdollisimman paljon hyötyä opinnäytetyöstä. Pelkästään alkuperäisessä suunnitelmassa pysyminen olisi mielestäni rajannut opinnäytetyön aiheen liian suppeaksi, ottaen huomioon suunnitteluohjelman käyttöön tai kehitykseen vaaditun ymmärryksen ja tietotaidon.

11 Yhteenveto

Projekti alkoi perehtymällä ontelolaattoihin tutkimalla ja keräämällä ontelolaatta-aiheista materiaalia, sekä perehtymällä Tekla Structures-mallinnusohjelmaan.

Yrityksen henkilöstön työskentelyä seurattiin ja kuultiin mielipiteitä parannusta vaativista asioista, joita opinnäytetyö voisi keskittyä tutkimaan. Opinnäytetyön aikana pääaiheiksi muodostui ontelolaatan mittakuvien automatisointi ja siihen liittyvä toimintaohje, SKK-komponentin luominen ja siihen liittyvä toimintaohje, sekä ontelolaattatyökalun toiminnan tutkiminen.

Ontelolaataston mittakuvien automatisoinnissa havaittiin, että suuri ongelma oli väärin syntyvät SKK-kolon mittaviivojen nimikkeet. Mittaviivojen nimikkeiden virheellistä automaattista luontia lähdettiin tutkimaan suodattimien avulla. Perusteellisen suodatinasetusten tutkimisen ja eri suodatinvaihtoehtojen testauksen jälkeen todettiin, ettei suodattimilla päästä haluttuun lopputulokseen. Ratkaisuksi ongelmaan löytyi muutos mitoitussasetuksista, jonka jälkeen ylimääräiset tekstit SKK-kolon mittaviivoista hävisivät. Löydetyn ratkaisun perusteella laadittiin toimintaohje.

SKK-komponentin luominen aloitettiin tutkimalla haluttua lopputulosta ulkoisesti, ja miettimällä, mitä ominaisuuksia SKK-kolot vaativat. Komponentti luotiin ensiksi ulkoisesti oikeanlaiseksi ohjelmassa jo olevien komponenttien avulla, ja sen jälkeen komponentista tehtiin oma kustomoitu komponenttinsa, jolloin päästiin ohjelmoimaan komponentti luotaessa toimimaan halutulla tavalla sekä luomaan komponentille oma asetusvalikkonsa. SKK-komponenttia testattiin, ja kerätyn palautteen perusteella SKK-komponenttia muokattiin toimivammaksi. SKK-komponentti sai oman toimintaohjeensa.

Ontelolaattatyökalun toimintaa tutkittiin, ja pyrittiin löytämään ratkaisua ongelmaan, jossa tietyt ontelolaatastoon tehdyt muutokset resetoituivat, kun ontelolaatastoa muokattiin. Ratkaisuksi ongelmaan pohdittiin makrojen käyttöä. Makroilla voidaan yhdellä klikkauksella suorittaa komentosarja, jolla ontelolaattojen pituuden muokkaus resetoitumisen jälkeen voitaisiin palauttaa. Makrojen käyttö vaatisi kuitenkin niin montaa eri makroa, että makrojen hyödyllisyys jäisi kyseenalaiseksi. Asia, joka ongelman aiheuttaa on luultavasti ohjelmaan kirjoitettu, jolloin sen poistaminen vaatisi ohjelmoijien tekemiä muutoksia.

Projektin tulokset konkretisoituvat ohjeistukseen, jolla ontelolaatan mittakuvien asetuksia muokkaamalla saadaan parannettua mittaviivojen nimikkeiden tarkkuutta sekä SKK-komponentin käytön ohjeistukseen.

Lähteet

- 1 Elementtisuunnittelu. Verkkodokumentti. Kuvat 4, 7, 11, 12, 14, 15, 16. Taulukot 1, 5, 7. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi>. Luettu 9.4.2019.
- 2 Parma, Ontelolaataston suunnitteluohje. Verkkodokumentti. Kuvat 17, 18, 19. Taulukot 8, 9, 11. https://parma.fi/userassets/uploads/documents/2018/06/parma_bt_ontelolaataston_suunnitteluohje.pdf. Luettu 1.4.2019.
- 3 Parma, Parman ontelolaatastot. Verkkodokumentti. Kuvat 5, 6, 20, 21, 22. Taulukot 4, 6, 10, 12. https://parma.fi/userassets/uploads/documents/2018/06/parma_ontelolaatastot_suunnitteluohje_2013-1.pdf. Luettu 7.4.2019.
- 4 Parma, Parman ontelo- ja kuorilaatastot, asennus- ja työmaaohje. Verkkodokumentti. Kuvat 9, 10. Taulukko 2. https://parma.fi/userassets/uploads/documents/2018/06/parman_ontelo_ ja_kuorilaatastot_asennus_ ja_tyomaaohje_2015_web.pdf. Luettu 5.4.2019.
- 5 RT-tuotetieto. Verkkodokumentti. Kuva 8. https://www.rttuotetieto.fi/pub/media/resources/18814_18814_PARMA_ontelolaatastot_suunnitteluohje_031213.pdf. Luettu 2.4.2019.
- 6 Rakentaja. Verkkodokumentti. Kuva 3. <https://www.rakentaja.fi/artikkelit/img/201611/47686.jpg>. Luettu 10.4.2019.
- 7 Solmaster. Verkkodokumentti. Kuva 2. http://www.solmaster.fi/uploads/images/uutiset/2013%20uutiset/betonim_lo03.jpg. Luettu 5.4.2019.
- 8 Akaanseutu. Verkkodokumentti. Kuva 1. <https://akaanseutu.fi/wp-content/uploads/2015/11/44Elematic5.jpg>. Luettu 7.4.2019.
- 9 Semko. Verkkodokumentti. Kuva 26. <https://semko.fi/wp-content/uploads/2017/04/ssk-seinakenka-kayttoohje-EC.pdf>. Luettu 31.3.2019.
- 10 Tekla. Verkkodokumentti. Kuvat 28, 29. <https://developer.tekla.com/documentation/embed-creation-practice>. Luettu 9.4.2019.
- 11 RT-kortisto, RT 82-10821 Betonielementtirunkorakenteet. Verkkodokumentti. Taulukko 3. <https://kortistot-rakennustieto.fi.ezproxy.metropolia.fi/resource/juha/content/851#page=1>. Luettu 10.4.2019.

- 12 RT-kortisto, Ratu 0389 Ontelo- ja TT-laattaelementtityö. Verkkodokumentti. Kuva 13. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/resource/juha/content/17748#page=1>. Luettu 11.4.2019.

Ontelolaatan mittakuvien luonti

Ohjeistus jo olemassa olevan piirustus pohjan asetusten muuttamiseen niin, että ei-toivottu KH_SYVENNYS-teksti jää pois mittaviivojen merkinnöistä automaattisesti.

1. Valitse hiiren vasemmalla painikkeella mallinäkyvässä ontelolaatta aktiiviseksi.
2. Paina hiiren oikealla painikkeella ontelolaattaa, ja valitse Create Drawings → Cast Unit Drawing.
3. Avaa päävalikosta Drawings list, ja valitse listasta äsken luotu piirustus.
4. Kaksoisnapsauta piirustusnäkyvän taustaa – Cast Unit Drawing Properties-valikko avautuu.
5. Tarkista kohdasta View creation, että valikko näyttää kuvan mukaiselta:

View type	on/off	View label	View properties
Top view	Auto		00_ONTELOLAATTA_TOP
Section views	On		00_ONTELOLAATTA_FRONT

Muutokset tehdään modify-painikkeella. Recreate the drawing tulee olla asennossa Yes, jotta muutokset piirustuksessa tulevat näkyviin.

6. Kaksoisnapsauta poikkileikkausnäkyvän reunaviivaa – View Properties-valikko avautuu.

7. Tarkista kohdasta Dimensioning, että valikko näyttää kuvan mukaiselta:

Filter	Dimensioning type	Properties
Current assembly	Overall dimensio...	00_DT_Päämitat
Current assembly	Filter dimensions	00_DT_ERISTE_FRONT

8. Kaksoisnapsauta ontelolaatan yläpuolisen näkymän reunaviivaa – View Properties-valikko avautuu.

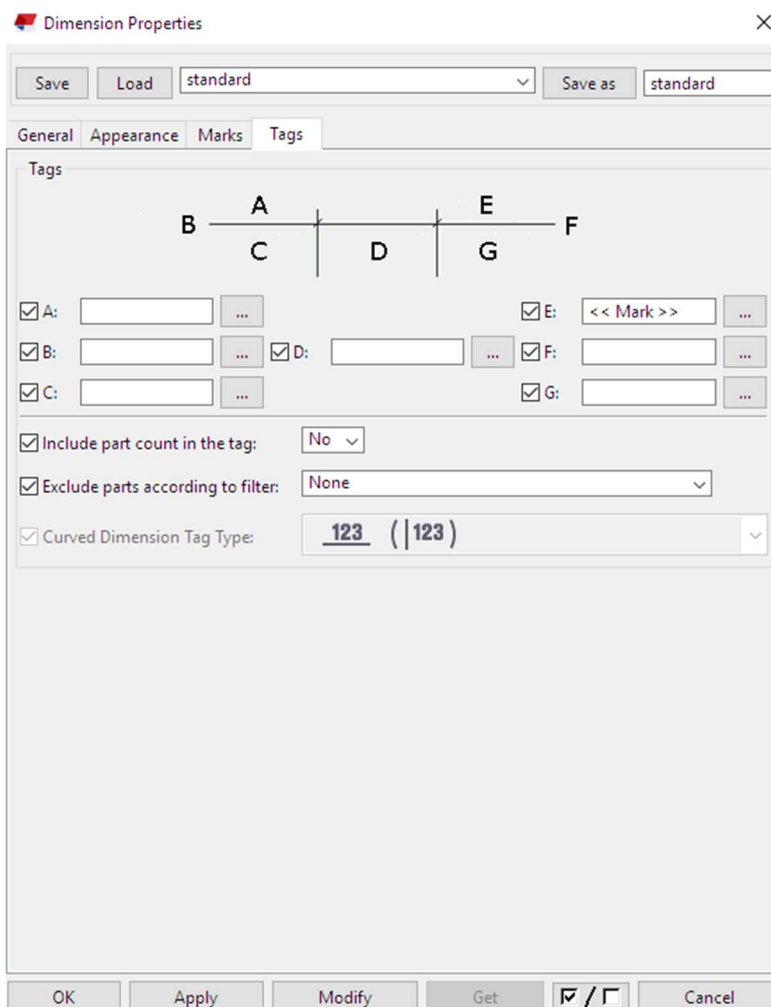
9. Tarkista kohdasta Dimensioning, että valikko näyttää kuvan mukaiselta:

Filter	Dimensioning type	Properties
Current assembly	Hole dimensions	00_DT_Reiät
Current assembly	Filter dimensions	00_DT_ontelolaatta_tarvikkeet
Current assembly	Shape dimensions	00_DT_Reunamuoto
Current assembly	Recess dimensio...	00_DT_Syvennykset
Current assembly	Overall dimensio...	00_DT_Päämitat

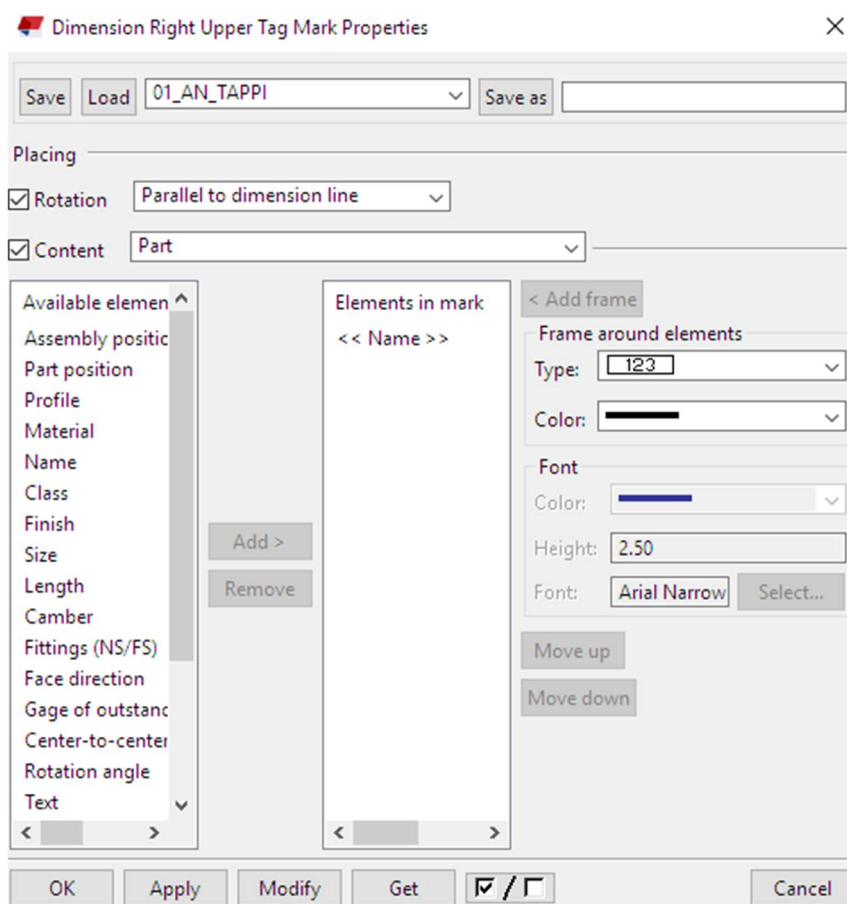
Add row, ja Delete row-painikkeilla voi muokata, mitä piirustuksesta mitoitetaan. Jos mitoitus ei toimi halutulla tavalla, voidaan kyseistä mitta muuttaa Edit rule-painikkeella avautuvasta valikosta. Listan ylin mitta sijoittuu sisimmäksi objektia, ja alin mitta uloimmaiseksi.

10. Kaksoisnapsauta mittaviivaa, johon haluat nimikkeen – Dimensions Properties-valikko avautuu.

11. Valitse Tags-välilehti, ja valitse nimikkeen sijoittuminen mittaviivaan nähdessä A-G vaihtoehdoista. Jos mittaviivalle halutaan nimike manuaalisesti, voidaan se syöttää kirjaimen vieressä olevaan tekstikenttään.



12. Paina valitsemasi nimikekohdan ...-symbolia - Dimension Tag Mark Properties-valikko avautuu.

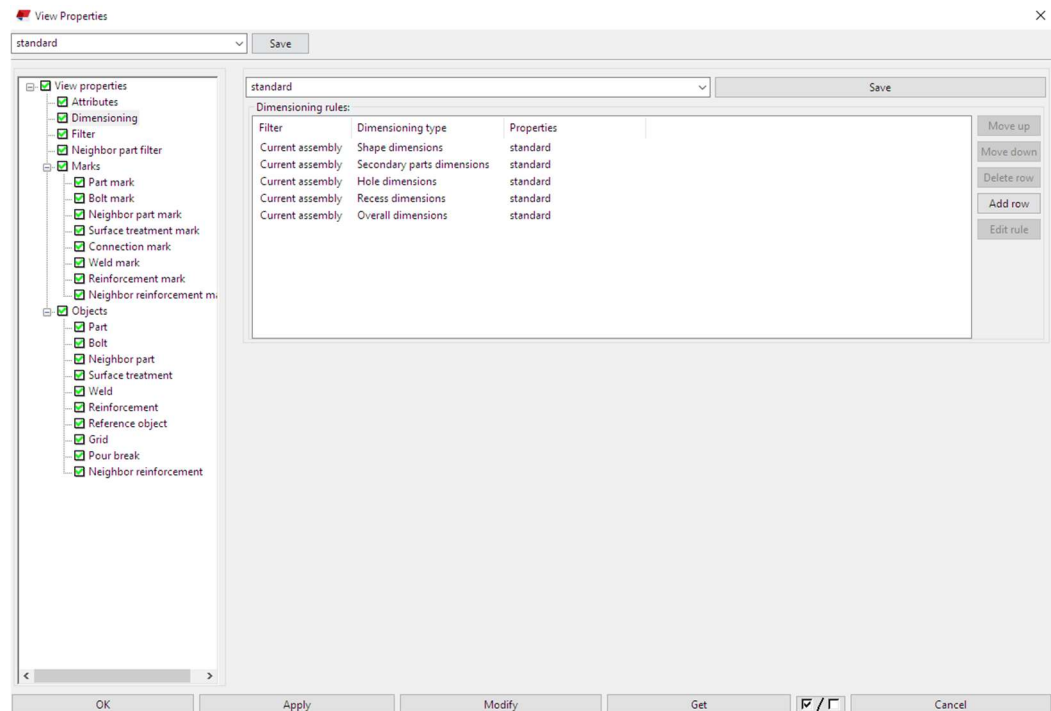


13. Lisää nimikkeitä Available elements-kohdasta Add-painikkeella; esim. Name, jolloin mittaviivaan ilmestyy mitoitettavan osan nimi. Poista nimikkeitä Elements in mark-kohdasta Remove-painikkeella.
14. Vahvista muutokset Modify-painikkeella. Muiden mittaviivojen nimikkeitä voidaan muokata käyttämään samoja asetuksia pitämällä Dimension Tag Mark Properties-valikko auki, ja valitsemalla toinen mittaviiva aktiiviseksi, ja painamalla valikosta Modify-painiketta uudelleen.
15. Mittaviiva voidaan poistaa valitsemalla mittaviiva aktiiviseksi, ja painamalla Delete-näppäintä.

Mittaviivanimikkeen väärän tekstin korjaaminen:

16. Avaa piirustusnäkyssä View Properties-valikko kaksoisnapsauttamalla näkymän reunaviivaa.

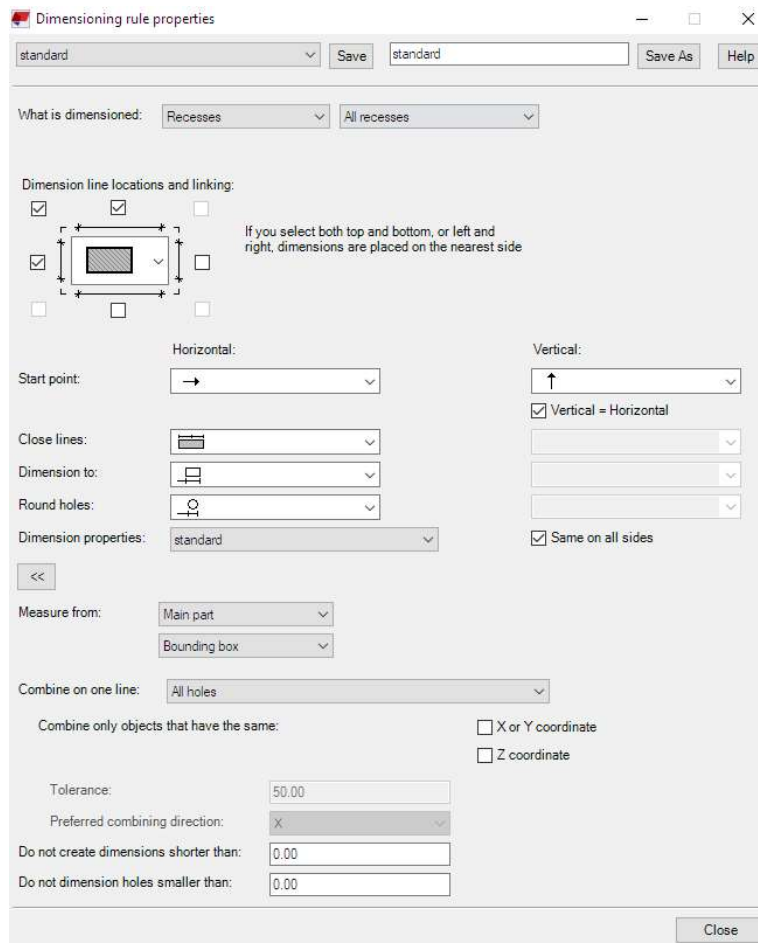
17. Valitse Dimensioning-välilehti.



18. Valitse Dimensioning rules-listasta mitoitustyyppi Recess dimensions aktiiviseksi.

19. Paina edit rule-painiketta – Dimensioning rule properties-välilehti avautuu.

20. Paina painiketta, jossa on >>-symboli – lisävalikko avautuu.

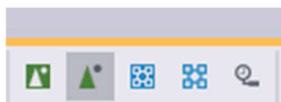


21. Valitse Measure from-asetukseksi Main Part.

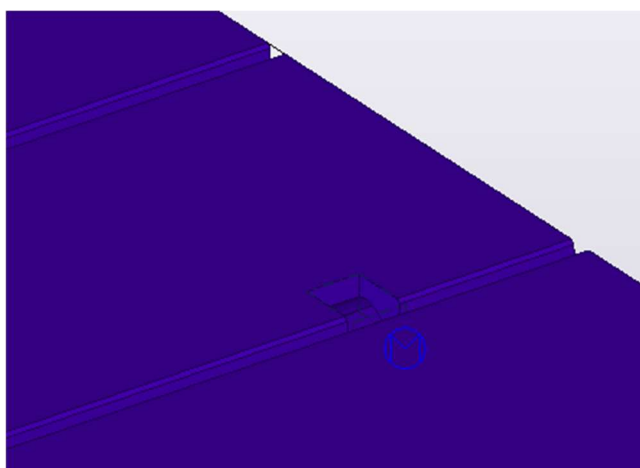
SKK-komponentin luonti

Ohjeistus SKK-komponentin käyttöön.

1. Valitse mallinäkyssä oikeassa reunassa sijaitsevasta valikosta Applications & components-välilehti.
2. Valitse luettelosta SKK-komponentti.
3. Tarkista alareunassa olevasta työkalupalkista, että Select objects in components-valinta on päällä.



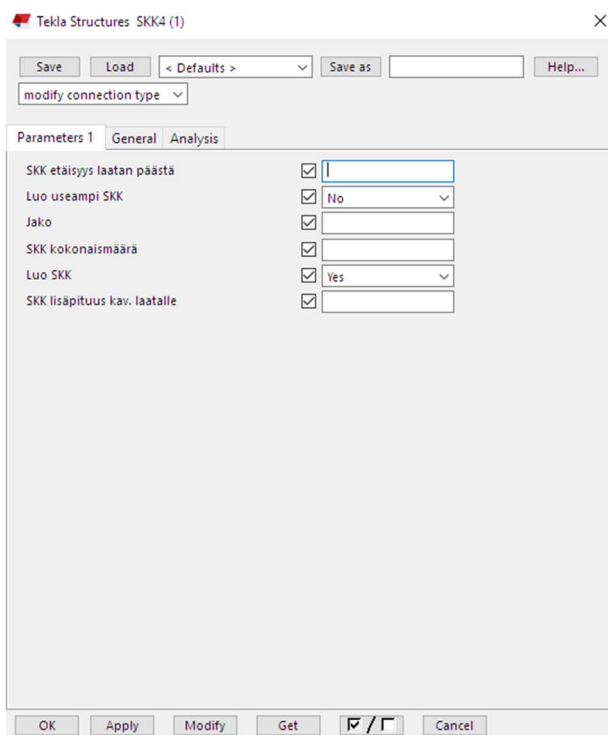
4. Valitse ontelolaatta, johon komponentti tulee.
5. Valitse ontelolaatan sen reunan, jolle SKK tulee, oikeanpuoleinen kulmapiste. SKK:n etäisyys laatan päädystä mitoittuu suhteessa ontelolaatan oikeaan päättyyn.



6. Kun SKK-komponentti on luotu, vaihda alareunan työkalupalkista Select components-valinta.



7. Kaksoisnapsauta komponenttia – komponenttivalikko avautuu. *



8. Syötä kenttiin halutut arvot, ja paina modify.

*Jos komponenttia ei saa valittua, kaksoisnapsauta mallin taustaa, ja valitse kohta Display. Tarkista Display-valikosta, että Cuts and added material-valinnat sekä Fittings-valinnat ovat aktiivisia.