

Markus Vappula

Puuelementtirakenteisen rakennuksen suunnitteluohjeistus

Puuelementtirakenteisen rakennuksen suunnitteluohjeistus

Markus Vappula
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, Rakennetekniikka

Tekijä: Markus Vappula
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Puuelementtirakenteisen rakennuksen suunnitteluohjeistus
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Design Instructions for Wood Element Building
Työn ohjaaja: Pekka Kilpinen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020
Sivumäärä: 22 + 1 liite

Elementtirakentaminen on viimevuosina yleistynyt kovaa vauhtia, ja nykyään valtaosa rakennettavista rakennuksista valmistetaan elementeistä. Elementtien avulla rakentamiseen saadaan tehokkuutta ja laatua sekä ennen kaikkea pienempiä kustannuksia. Jotta elementtien edut saadaan hyödynnettyä maksimaalisesti, tulee niiden valmistusta edeltävän suunnittelun olla tarkkaa ja mahdollisimman tehokasta. Tämä vaatii saumatonta yhteistyötä eri suunnittelijoiden välillä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda helppokäyttöinen ja selkeä suunnitteluohjeistus puuelementtirakenteisen rakennuksen suunnittelijoille. Tarkoituksena oli muodostaa tilaajan käyttämiä materiaaleja ja toimintatapoja vastaava ohje. Tehdäänä oli vakioida suunnittelijoiden käyttämät detaljit ja kasata niistä yhtenäinen kirjasto. Kirjastoa käytetään ensisijaisesti suunnittelun lähtötietona niissä kohdissa, joilla on merkitystä elementtituotannon ja -suunnittelun kanssa. Lisäksi kirjasto sisältää ohjeita elementtien näkökulmasta myös työmaalle.

Aluksi sovittiin ohjeistukseen ja detaljeihin sisällytettävät asiat yhteistyössä elementtisuunnittelun ja -tehtaan, Siklan työpäälliköiden ja projektipäälliköiden kanssa. Lopuksi ohjeistukseen kasattiin tarvittavat tiedot ja piirrettiin detaljit. Detailien pohjana käytettiin yrityksen olemassa olevaa kirjastoa sekä jo valmistuneiden kohteiden detaljeja.

Opinnäytetyössä saatiin kasattua toimiva ja kattava puuelementtirakenteisen rakennuksen suunnitteluohjeistus. Ohjeesta suunnittelijan on helppo löytää tarvitsemansa detaljin ja varmistua sen yhteensopivuudesta elementtituotannon ja -suunnittelun kanssa. Ohjeistus vähentää elementtisuunnitteluvaiheessa tulevien muutosten ja epäselvyyksien määrää ja tuo näin kustannussäästöjä yritykselle.

Asiasanat: puuelementti, ohjeistus, detalji

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, Structural Engineering

Author: Markus Vappula

Title of thesis: Design Instructions for Wood Element Building

Supervisor: Pekka Kilpinen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2020

Pages: 22 + 1 appendix

Element construction is becoming more common in Finland these days and most of the buildings are built of elements. These give efficiency, quality and cost benefit for construction. This demand perfects cooperation between different designers.

The objective of this thesis was to create a simple and easy-to-use planning instruction for designers of wood element buildings. The purpose of this work was to form instructions which include the customer's materials and methods. The task was to standardize details for designers. The details were collected in a uniform library. The library is used as design background data.

At first, it was agreed what the instructions and details include. The decisions were made together with element designers, manufactures, sites and project managers. After this, the agreed items were added into the instruction and then the details were drawn. The company's existing detail library and details for already completed projects were used as a base for the details.

In the thesis, extensive and functional design instructions for wood element buildings was created. It is easy for the designers to find the detail in the instruction and make sure of its compatibility with element design and manufacture. The instruction reduce obscurity and bring cost savings for the company.

Keywords: wood element, instruction, detail

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	1
ABSTRACT	2
1 JOHDANTO	5
2 PUUELEMENTTIRAKENTAMISEN OHJEET	6
2.1 Puurakentamisen ohjeet	6
2.1.1 Standardit	6
2.1.2 RIL-ohjeet	6
2.1.3 RYL-vaatimukset	7
2.2 RunkoPES	7
3 SIKLA OY:N ELEMENTTITUOTANTO	9
3.1 Siklan elementtisuunnittelu	9
3.1.1 Suunnitteluohjelma	9
3.1.2 Suunnittelun vaiheet	10
3.2 Siklan elementtituotanto	10
3.2.1 Taustatyö ja menetelmät	11
3.2.2 Valmistuksen vaiheet	11
4 PUUELEMENTTIEN SUUNNITTELUOHJEEN LÄHTÖKOHDAT	13
4.1 Ongelmana myöhäiset muutostarpeet suunnitelmissa	13
4.2 Suunnitteluohjeen aihe ja aiheen rajaus	14
4.3 Ohjeen kohdentaminen	15
5 PUUELEMENTTIEN SUUNNITTELUOHJEISTUS	16
5.1 Dimensiot	16
5.2 Materiaalit	17
5.3 Elementtisuunnittelijan tarvitsemat lähtötiedot	17
5.4 Korkoleikkaukset	18
5.5 Detaljit	19
5.5.1 Piirtäminen ja tulostus	19
5.5.2 Nurkkaliitos	20
6 YHTEENVETO	22
LÄHTEET	23

LIITTEET

Liite 1 Siklan elementtitehtaan käyttämät materiaalit

1 JOHDANTO

Rakennusteollisuuden kilpailun kiristyessä rakennusliikkeet pyrkivät tehostamaan toimintaansa maksimaalisesti. Suunnittelun, tuotannon ja työmaan toimiva yhteistyö on markkinoilla pärjäämisen kannalta erittäin oleellista. Yhteistyön toimimattomuus saattaa tuoda merkittävät kustannukset yritykselle mm. laadun heikentymisenä, projektien viivästyminä tai tarjouskilpailun häviämisenä.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda ohjeistus elementtitehtaan ulkopuolisille suunnittelijoille, jotka tilaavat yritykseltä puuelementtituotantoa ja –suunnittelua. Haasteena ovat olleet yrityksen ulkopuolisten suunnittelijoiden erilaiset suunnitelmat, jotka eivät ole elementtisuunnittelun kanssa yhteensopivia. Elementtisuunnittelija on joutunut muuttamaan suunnitelmia elementtisuunnitteluvaiheessa. Ohjeistus yhtenäistää suunnitelmia ja helpottaa kaikkien osapuolten työskentelyä. Ohjeistuksen avulla saadaan entistä valmiimpia rakenne- ja arkkitehtisuunnitelmia, millä vähennetään muutostarpeiden määrää suunnittelun loppuvaiheessa. Ohjeen pitää olla helposti muokattavissa, jotta yritys voi tulevaisuudessa muuttaa ja päivittää ohjetta.

Opinnäytetyössä on tarkoitus kerätä yleisimmät detaljit yrityksen detaljikirjastosta sekä olemassa olevien kohteiden rakennesuunnitelmista. Detaljit parannellaan yrityksen elementtisuunnittelun, -tuotannon, työ- ja projektipäälliköiden kanssa yhteistyössä mahdollisimman selkeiksi ja toimiviksi. Liitosdetaljeista kootaan pdf-muotoinen ohje, joka toimitetaan suunnittelijoille.

Työn tilaajana toimii Siklaelementit Oy, joka on erikoistunut taloelementti tuotantoon. Yhtiö kuuluu rakennusalan konserni Sikla Oy:n alaisuuteen. Sikla Oy on erikoistunut hoivakoti-, päiväkot-, koulu-, asunto- ja toimitilarakentamiseen. Konserniin kuuluu Siklaelementit Oy:n lisäksi Siklatilat Oy. Siklaelementit Oy toimittaa elementtejä myös ulkopuolisille asiakkaille tuotantokapasiteettinsa rajoissa. (2.)

2 PUUELEMENTTIRAKENTAMISEN OHJEET

Ohjeilla ja standardeilla pyritään luomaan yhteisiä käytäntöjä ja toimintatapoja. Ohjeet tehostavat työskentelyä ja vähentävät virheitä, jolloin saadaan kustannussäästöjä sekä lisätään kilpailukykyä. (1.) Suomessa puuelementtirakentamisen vakiointia on tehnyt Finnish Wood Research Oy, joka on luonut RunkoPES-standardin (2, s. 1).

2.1 Puurakentamisen ohjeet

2.1.1 Standardit

Standardit ovat vakioituja käytäntöjä ja toimintatapoja, jotka on laadittu avoimen, vapaaehtoisuuden ja konsensusperustaisen työn avulla. Standardeilla pyritään helpottamaan kuluttajien, yritysten ja viranomaisten elämää. Suomessa SFS (Suomen Standardoimisliitto) laatii standardit yhdessä toimialayhteisöjensä kanssa ja toimii niiden keskusjärjestönä. SFS ja toimialayhteisöt hallinnoivat kansainvälistä standardisointityötä suomalaisten osalta. (3.)

SFS:n sivuilta löytyvät myös 1.9.2014 käyttöön tulleet eurokoodit, joita käytetään kantavien rakenteiden suunnittelussa yhdessä ympäristöministeriön vahvistamien kansallisten liitteiden kanssa. Puurakenteiden suunnitteluun liittyvät eurokoodit kulkevat Eurokoodi 5 (EN 1995) -nimellä. Ne sisältävät yleiset ja rakennuksia koskevat säännöt (EN 1995-1-1) sekä palomitoitukseen (EN 1995-1-2) ja siltoihin (EN 1995-2) liittyvät määräykset. (4; 5, s. 15.)

2.1.2 RIL-ohjeet

Suomen Rakennusinsinöörien Liiton (RIL) julkaisujen tavoite on luoda ammattikirjallisuutta rakennusalan asiantuntijoiden, opiskelijoiden ja jäsenkuntansa käyttöön (5).

Puurakenteille suunnattuja RILin suunnitteluohjeita ovat RIL 205-1-2017 ja RIL 205-2-2019, jotka pohjautuvat Eurokoodi 5 -standardiin. RIL 205 -ohjeet on tehty SFS-EN 1995 -standardin luettavuuden ja ymmärrettävyyden helpottamiseksi. Ohjeissa on tehty yksinkertaistavia valintoja standardin käytön helpottamiseksi,

minkä vuoksi teoreettista tarkkuutta on osasta kohtaa saatettu vähentää siten, että tulokset ovat kuitenkin varmalla puolella. (6, s. 10, 15.)

2.1.3 RYL-vaatimukset

RYL eli Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset on hyvän rakennustavan kuvaus, joka on rakennusalalla yleisesti hyväksytty. Tilaajan on helppo saada laatuvaatimukset käyttöönsä viittaamalla hankkeen sopimusasiakirjoissa RYL:n yksilöityyn kohtaan. RYL-käsikirjoja on 9 eri aihepiiriin kuuluvaa, näistä puuelementtirakentamiseen liittyviä ovat Runko- ja SisäRYL. (7.)

RunkoRYL sisältää laatuvaatimukset talonrakennuksen runkotöihin ja SisäRYL talonrakennuksen sisätöihin. Niiden sisältö on jäsennelty TALO 2000 -nimikkeistön mukaan. Runko- ja SisäRYL sisältävät laatuvaatimukset puurakenteisille elementeille, niiden rakennusosille, asennukseen, kiinnitykseen, tilkitsemiseen ja avustaviin töihin. Vaatimukset sisältävät sallitut mittapoikkeamat tai yksityiskohdalliset ohjeet työhön, kuljetukseen ja varastointiin. (8, s. 3, 239, 240; 9, s. 4.)

2.2 RunkoPES

RunkoPES (PuuElementtiSysteemi) on avoin standardi, joka on luotu vakioimaan puuelementtirakentamista asuntotuotannossa. Sen tarkoituksena on helpottaa työmaan, suunnittelun ja tuotannon välistä yhteensopivuutta. Rakennuksen suunnittelu voidaan toteuttaa tietämättä, kuka rakennuksen rakentaa ja kenen ratkaisuja siinä käytetään. Rakennuksen osat ovat suunnittelussa ja työmaalla helposti liitettävissä toisiinsa eri toimittajista riippumatta. RunkoPESin määritelmiä voidaan käyttää sekä kantaviin rakenteisiin että kuorielementteihin. (2, s. 1.)

Järjestelmän avulla pyritään helpottamaan puurakentamisen määräysten tulkin-
taa eri paikkakunnilla, sillä se on saattanut olla hyvinkin vaihtelevaa. Uskotaan,
että järjestelmään siirtyminen vahvistaa Suomalaisen puurakennusteollisuuden
kilpailukykyä muihin rakentamisen muotoihin verrattuna. Lisäksi sen uskotaan
vahvistavan Suomalaisen puurakentamisen kykyä laajentua kansainvälisen ra-
kentamisen liiketoimintaan. (10.)

RunkoPES-järjestelmässä vakioidaan mm. moduuliviivastojen sijainti, rakennepaksuudet ja liittymien geometria. Tämä mahdollistaa pääsuunnittelijoiden rakennuksen rungon suunnittelun jo alkuvaiheessa, vaikka elementtien toimittajaa ei vielä tiedetä. Järjestelmä mahdollistaa rakennepaksuuksien muuttamisen, kunhan liittymien geometriat ovat ohjeen mukaiset. Kantavuus, ilmatiiveys, ääneristävyys, paloturvallisuus ja kosteustekniset asiat on elementtiliitoksissa valmiiksi huomioitu, mutta niiden tarkastelut tehdään aina kuitenkin tapauskohtaisesti. (2, s. 1.)

3 SIKLA OY:N ELEMENTTITUOTANTO

Elementtituotanto on kasvanut viime vuosina voimakkaasti. Tuotantoa on haluttu tuoda työmaaolosuhteista sisätiloihin. Tehdasolosuhteissa työtä voidaan tehdä ergonomisemmin ja apuna voidaan käyttää automatisoituja koneita korvaamaan hitaammat työvaiheet. Työn laatua on helpompi valvoa ja kehittää tehdasolosuhteissa, kun toistoja eri työvaiheista tulee paljon. Elementtituotanto lyhentää työmaan kestoa, ja rakennus saadaan nopeammin sään suojaan verrattuna paikallarakentamiseen. (11, s. 3.) Luvuissa 3.1 – 3.2.2 kuvataan Sikla Oy:n elementtituotannon vaiheet suunnittelusta varastointiin saakka.

3.1 Siklan elementtisuunnittelu

Elementtisuunnittelu on toimivan elementtituotannon yksi tärkeimpiä osatekijöitä. Elementtisuunnittelun voisi helposti tilata ulkopuoliselta toimijalta, mutta Siklalla on haluttu suunnitella elementit itse, jotta suunnittelun ja tuotannon yhteistyö olisi mahdollisimman sujuvaa. Kun suunnitelmat on aina samalla tavalla piirretty, elementtityöntekijöiden on helppo lukea piirustuksia. Siklan elementtituotanto on suurimmaksi osaksi käsityönä tapahtuvaa, siksi elementtisuunnittelu tehdään ihmistyötä ajatellen eikä koneita ja robotiikkaa varten. (12.)

3.1.1 Suunnitteluohjelma

Siklalla on elementtisuunnittelussa käytössä Vertex BD tiedonhallinta- ja suunnitteluohjelmisto, joka on yksi yleisimmin Suomalaisessa teollisessa puurakentamisessa käytetty suunnitteluohjelmisto. Vertex BD:llä luodaan tietomalli, joka sisältää kaiken suunnitteluun tarvittavan tiedon suunnittelun jokaisessa vaiheessa. Yhden tietomallin pohjalta saadaan luotua useita eri dokumentteja mm. arkkitehti- ja rakennepiirustukset, rakennusosapiirustukset eli elementtikuvat ja määräluettelot. (13, s. 1.)

Siklalla ohjelmaa on kehitetty paljon elementtisuunnittelua varten ja toimintoja on automatisoitu, jotta suunnittelu olisi mahdollisimman tehokasta. Ohjelma osaa mm. lisätä rakennemalliin automaattisesti Siklan käyttämät nurkkaliitokset, ele-

menttien saumat, ikkunoiden ja ovien aukkopuut sekä seinien korot. Täysin valmiiksi elementtejä ohjelma ei tee automaattisesti, vaan elementtisuunnittelijalle jää mallin ja suunnitelmien viimeistely. (12.)

3.1.2 Suunnittelun vaiheet

Elementtisuunnittelu alkaa pääpiirustusten ja rakennepiirustusten tarkistamisella. Lähtötiedoista tarkistetaan kaikki elementteihin vaikuttavat asiat, joita ovat mm. materiaalit, seinien korot, rakennetyypit, tasopiirustuksista palkkien paikat ja korot sekä elementtien liitokset. Tämän jälkeen mallinnetaan arkkitehtimalli, joka sisältää perustukset, ulkoseinät, kylmät seinäkkeet, kantavat väliseinät, välipohjat, ristikot, räystäät, päätykolmiot ja ristikon kannat. (12.)

Arkkitehtimalliin lisätään elementtijako -toiminnolla kohdat, joihin halutaan elementtien saumat, ja rakennetyökalulla rakenteet. Rakennetyökalu lisää malliin rungot, koolaukset, levyt ja verhoukset. Lopuksi arkkitehtimallista luodaan Lisää osat -toiminnolla rakennemalli, jossa elementtejä päästään työstämään. (12.)

Rakennemallissa näkyvät yleensä pelkästään rakenteisiin liittyvät oleellimmat asiat, jolloin arkkitehtuurilliset asiat, kuten sisäpinnat, on piilotettu. Rakennemallissa työstetään elementit lisäämällä, siirtämällä ja venyttelemällä runkotolpat, verhoukset, koolaukset ja tuulensuojalevyt oikeille paikoilleen. (12.)

3.2 Siklan elementtituotanto

Siklan elementtituotanto on aloittanut toimintansa 2017, jolloin Liminkaan valmistuivat elementinvalmistukseen soveltuvat tuotantotilat. Ennen elementtituotantoa Sikla valmisti pientaloja pre-cut-menetelmällä. Kyseisessä menetelmässä suunnitellaan ulkoseinien rungot elementtimenetelmän tapaan, mutta rungon kasaus tapahtuu työmaalla, jossa asennetaan seinään myös muut rakennustarvikkeet. (12.)

3.2.1 Taustatyö ja menetelmät

Elementtituotanto vaatii ennen itse elementin valmistusta jo paljon taustatyötä, johon kuuluvat elementtisuunnittelun lisäksi mm. tuotantojärjestys (missä järjestyksessä kohteita tehdään), tehtaan varaston ylläpito ja materiaalilaukset sekä kuljetukset työmaalle. (14.)

Siklan elementtitehtaalla elementit valmistetaan pitkälti käsityönä tuotantolinjaa, elementtipöytiä ja käsityökaluja apuna käyttäen. Työskentelyä elementtilinjalla on tehostettu nostimilla ja monitoimiportaalilla. Portaalia käytetään naulojen ja hakasten naulaamiseen, sen lisäksi sillä voidaan sahata ulkoverhouksiin ikkunaukot ja ylitykset. Päätuotantolinja sisältää yhteensä neljä elementtipöytää ja viimeistelypisteen, jossa elementti viimeistellään pysty asennossa. (14.)

3.2.2 Valmistuksen vaiheet

Seinäelementtien valmistus aloitetaan valmistamalla esivalmistustuotteet. Eristeet leikataan runkotolppien väliin oikean paksuisiksi sekä ikkunat asennetaan valmiiksi aukkoihin. Runko kasataan ensimmäiselle elementtipöydälle ja esivalmistustuotteet asennetaan elementtiin. Elementti siirtyy ensimmäiseltä pöydältä seuraavalle, jossa siihen asennetaan höyrynsulkumuovi ja sisäpuolen koolaukset. Asennusten jälkeen elementti käännetään kääntöpöytien avulla toinen puoli ylöspäin. (14.)

Heti kääntämisen jälkeen elementin ristimita tarkistetaan ja asennetaan tuulensuojalevyt, jotka jäykistävät elementin lopullisesti. Tuulensuojalevyjen lisäksi elementtiin asennetaan ulkopuolen koolaukset. Elementti siirretään ulkoverhousteelle, jossa siihen asennetaan suunnitelmien mukaiset ulkoverhoukset. Ulkoverhoukset naulataan ensin viimeistelynaulaimella oikeille paikoilleen, minkä jälkeen lopullinen naulaus ja sahaus tehdään portaalilla. Viimeisellä pisteellä elementistä putsataan pölyt, asennetaan ikkunoiden pielilaudat ja tarkistetaan, että elementti on suunnitelmien mukainen ja laatukriteerit täyttävä. Lopuksi elementti nostetaan elementtikärryyn, johon kasataan kaikki samaan nippuun tulevat elementit. Elementtinippu huputetaan säältä suojaan ja viedään varastointipaikalle odottamaan työmaalle kuljetusta. (14.)

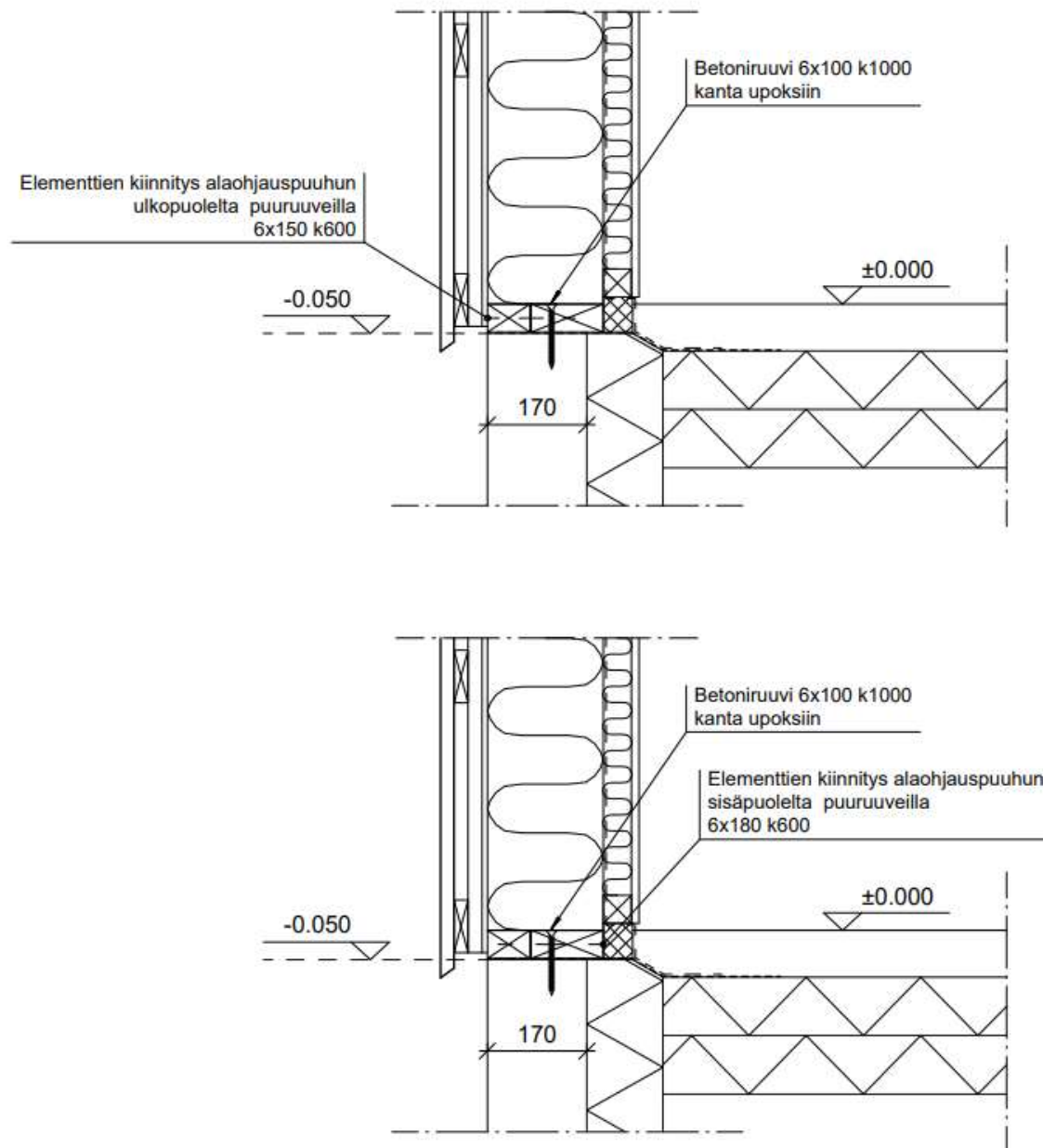
Päälinjan lisäksi tehtaalla on työpisteet räystäs- ja pienelementtien valmistamiselle. Pienelementtipisteellä on käytössä kääntöpöydät, joissa valmistetaan päätykolmiot, palokatkot, kantaelementit ja kylmät seinäkkeet. (14.)

4 PUUELEMENTTIEN SUUNNITTELUOHJEEN LÄHTÖKOHDAT

4.1 Ongelmana myöhäiset muutostarpeet suunnitelmissa

Sikla Oy on kasvanut voimakkaasti viime vuosina, ja sen liiketoiminta on suunnattu pientalo- ja pari/rivitalorakentamisesta entistä isompien kohteiden rakentamiseen ja rakennuttamiseen (16). Siklan rakentamien pientalojen ja matalan asuntotuotannon rakenteelliset ratkaisut ovat yksinkertaisia ja verrattain lähellä toisiaan. Toimitila ja kerrostalorakentamisessa rakenteelliset ratkaisut monimutkaistuvat, kun mukaan tulevat ns. hybridirakenteet, joissa kantavana rakennejärjestelmänä toimii puun sijasta esim. betoni. Tällöin suunnittelun tarve kasvaa ja on viisainta käyttää ulkopuolista suunnittelua. (12.)

Suunnittelijat suunnittelevat rakenteet määräysten, ohjeiden, standardien ja tilaajan vaatimusten mukaan (17). Siklalla ei ole ollut vakioitua ohjeistusta yrityksen ulkopuolisille rakennesuunnittelijoille, minkä vuoksi elementtisuunnitteluun on tullut useita Siklan käytänteistä poikkeavia rakennesuunnitelmia. Esim. pystyverhoillun ulkoseinäelementin alapään kiinnitys on ollut ennen ohjeistusta usein elementin ulkopuolelta, kun taas elementin asennuksen kannalta järkevämpi tapa on kiinnittää sisäpuolelta (kuva 1). Elementtisuunnittelija on joutunut olemaan yhteydessä rakennesuunnittelijaan kohdista, joita joudutaan muuttamaan, jotta saadaan rakenteet elementtituotantoon sopivaksi. Muutokset hidastavat suunnittelua ja tuottaa ylimääräistä työtä, mikä puolestaan lisää kustannuksia. (12.)



KUVA 1. Pystyverhoillun elementin alapään kiinnitys ennen ohjeistusta (ylempi kuva) ja ohjeistuksen jälkeen (alempi kuva)

4.2 Suunnitteluohjeen aihe ja aiheen rajaus

Suunnitteluohjeistuksen työstäminen aloitettiin määrittelemällä ohjeistuksen rakenne ja laajuus. Samalla määritettiin osapuolet, jotka ohjeistavat ja antavat tar-

kemmat tiedot omalta osaamisalueeltaan. Osapuolet jaoteltiin siten, että edustusta oli elementtituotannosta ja -suunnittelusta, Siklatilojen korkea- ja toimitilarakentamisesta sekä pientalorakentamisen puolelta.

Työtä päätettiin rajata siten, että tehdään ohjeistukseen yleisimmät detaljit puu- ja hybridirakenteisista rakenteista ja ohjetta päivitetään myöhemmin tarpeen mukaan.

4.3 Ohjeen kohdentaminen

Työstämisen alkuvaiheessa mietittiin useasti, kenelle ohje suunnataan ja miten sitä tullaan käyttämään, sillä ohjeeseen sisällytettävät asiat vaikuttavat olennaisesti siihen, ketkä ohjetta lopulta käyttävät. Esim. korkoleikkaukset ja rakennetyypit ovat arkkitehdeille olennaisempia lähtötietoja ja puolestaan detaljit rakennesuunnittelijoille. Lopulta ohje päätettiin tehdä sekä arkkitehdeille että rakennesuunnittelijoille sopivaksi.

Ohjeen on tarkoitus olla suunnittelijoiden lähtötietona/tukena koko suunnitteluvaiheen aikana. Ohjeesta suunnittelija poimii tietoja tarpeen mukaan ja varmistaa yhteensopivuuden elementtisuunnittelun ja -tuotannon kanssa. Ohjeesta ei haluttu tehdä kaiken kattavaa, vaan suunnittelijan vastuulle jää varmistaa suunnittelemiensa rakenteiden rakenteellinen toimivuus.

Ohje tulee Siklaelementit Oy:n asiakkaiden käyttöön, ja sen viimeisin versio tullaan jakamaan Siklan tiedonhallintaohjelmistossa. Ohjetta tullaan päivittämään ja kehittämään havaintojen ja palautteiden kautta, joten ohje päätettiin alkuun jakaa jokaiselle alkavalle projektille erikseen. Näin varmistutaan siitä, että käytössä on aina ohjeen viimeisin versio.

5 PUUELEMENTTIEN SUUNNITTELUOHJEISTUS

Suunnitteluohjeistuksesta pyrittiin tekemään mahdollisimman selkeää, jotta sitä on helppo käyttää ja suunnittelija löytää tarvittavat tiedot nopeasti. Ohjeistukseen sisällytettiin Siklaelementit Oy:n tehtaan käyttämät dimensiot, materiaalit, elementtisuunnittelun tarvitsemat lähtötiedot sekä korkoleikkaukset pientaloille ja matalalle asuntotuotannolle. Tekstiosuuden loppuun lisättiin taulukoinnit detaljeista ja rakennetyypeistä. Heti tekstiosuuden perässä ovat varsinaiset detaljit ja rakennetyypit.

5.1 Dimensiot

Dimensioilla on tärkeä rooli elementtirakentamisessa, sillä elementit ovat usein massiivisen kokoisia, ja ne on siirrettävä maanteitä pitkin tehtaalta työmaalle. Vaikeita asioita ovat kuljetukseen käytettävien rekkojen mitat ja tehtaan elementtien valmistukseen käytettävän kaluston, mm. pöytien ja nostimien, maksimitat ja -kapasiteetit. Ohjeistukseen määritettiinkin maksimidimensiot elementeille ja ikkunoille.

Seinäelementtien dimensiot määräytyivät suoraan kuljetukseen käytettävien rekkojen karrin korkeuden ja pituuden mukaan. Jos kuitenkin halutaan valmistaa korkeampia elementtejä, ne tulee joko tehdä pystyelementteinä tai sitten on järjestettävä erikoiskuljetus. Erikoiskuljetus lisää huomattavasti kustannuksia, joten rakennukset pyritään suunnittelemaan siten, että erikoiskuljetusta ei tarvita.

Ikkunoiden dimensioiden määrittäminen on tärkeä osa arkkitehdin työtä, jotta ikkunat tulevat sellaisille paikoille, että ne on mahdollista asentaa tehtaalla valmiiksi elementtiin. Ohjeistukseen määritettiin ehdot, jotka toteutuessaan mahdollistavat ikkunoiden asentamisen tehtaalla. Oleellimmat mitat ovat ikkuna-aukon etäisyys elementin pohjasta ja yläreunasta. Ikkunan koolla on myös väliä, sillä ikkunat kulkevat tuotantolinjalla elementin mukana vaakatasossa pöydältä toiselle ja kaikista suurimpia ikkunoita ei haluta asentaa vaakatasossa elementtiin särkymisen vaaran vuoksi. Tällöin isokokoisemmat ikkunat asennetaan elementtiin vasta loppuvaiheessa elementin ollessa pystyssä.

5.2 Materiaalit

Elementtitehtaalla on haluttu vakioida materiaalit, jotta niiden käyttö, tilaaminen, ja varastoinnin hallinta on mahdollisimman tehokasta ja helppoa. Vakioituja materiaalivalintoja on pyritty kehittämään mahdollisimman hyvin tuotantoon sopiviksi.

Ohjeistukseen taulukoitiin elementtitehtaan käyttämät vakiomateriaalit, jotka löytyvät suoraan varastosta ja joiden varaston ylläpito hoidetaan automaattisesti. Taulukosta pyrittiin tekemään mahdollisimman selkeä ja helppolukuinen, jotta suunnittelija löytää nopeasti etsimänsä materiaalit. Materiaalien lisäksi taulukossa esitettiin poikkileikkaustiedot, etenemä, mahdolliset lujuusluokat ja vakio-pituudet, jos ne oli määritetty. (Liite 1.)

Ohjeistukseen lisättiin maininta, että mikäli suunnittelija käyttää muita kuin tehtaan vakiotuotteita, tulee asiasta tiedottaa elementtitehdasta rakenteen valmistuksen ja aikataulun ennakoimisen vuoksi.

5.3 Elementtisuunnittelijan tarvitsemat lähtötiedot

Siklan elementtisuunnittelussa on havaittu suunnittelun olevan tarkkaa työtä, sillä kaikki osat, jotka tulevat elementtiin, pitää mallintaa täsmälleen oikeille paikoille. Suunnittelu vaatii pääpiirustusten ja rakennekuvien täydellisen yhteensopivuuden. Mahdolliset ristiriidat tulevat esille viimeistään elementtisuunnittelussa ja niiden vaatimat muutokset hidastavat suunnittelua.

Ohjeistukseen listattiin elementtisuunnitteluun tarvittavat lähtötiedot yleisellä tasolla (kuva 2. Lopulta kuitenkin päädyttiin siihen, että piirustusten sisällön määrittäminen liian tarkasti ei kuulu tähän ohjeistukseen. Vaatimukset pääpiirustuksille ja rakennekuville tulevat Maankäyttö- ja rakennuslaista ja Eurokoodista.

Pääpiirustukset:

- Asemapiirustus
- Pohjapiirustukset
- Julkisivut
- Leikkaukset

Rakennekuvat:**Perustusten tasopiirustus**

- Perustusten mitat
- Korot

Rungon tasopiirustus

- Seinälinjat
- Seinäpaksuudet
- Kantavat palkit
- Tuplatolpat, minimi väli 4mm
- Märkätilan kohdat
- Aukot korkoineen, korko lattiasta aukon alareunaan
- Ikkunoiden tunnuksot/rivinumeroit ikkunalistasta tasopiirustukseen

Vesikaton tasopiirustus

- Ristikot

Rakenneleikkaukset yksilöllisesti joka kohteesta (ei periaateleikkauksia)

Yleisrakenneleikkaukset talon eri kohdista

Detaljit tämän ohjeen mukaan (jos epäselvyyksiä, kysy projektipäälliköltä)

Hybridirakenteisista kohteista tulee toimittaa IFC-malli.

KUVA 2. Elementtisuunnittelijan tarvitsemat lähtötiedot

Suurempien kohteiden, kuten kerrostalojen ja toimitilojen elementtisuunnittelussa havaittiin, että korkomaailman hallitsemista helpottaa huomattavasti, kun suunnitelmien lisäksi toimitetaan kohteen viimeisin IFC-malli kantavasta rakennejärjestelmästä. IFC-malli voidaan lisätä elementtisuunnitteluohjelman pohjalle, ja elementit mallinnetaan sen päälle. Ohjeistukseen lisättiin maininta ”hybridirakenteisista kohteista tulee toimittaa IFC-malli”.

5.4 Korkoleikkaukset

Sikla on kehittänyt omakotitalo- ja asuntotuotantoon korkoleikkaukset 1.- ja 2.-kerroksisille asuinrakennuksille. Ne on tehty arkkitehtien, rakennesuunnittelun, elementtituotannon ja työmaan kanssa yhteistyössä. Vakioidut korkoleikkaukset helpottavat suunnittelua, kun huonekorot pysyvät aina samana ja materiaalien

pituudet voidaan yhtenäistää. Suuremmissa esim. kerrostalo- ja toimitilakoh-teissa korkoleikkaukset ovat aina yksilöllisiä ja niissä korot määritetään kohteit-tain.

Ohjeistuksen teon aikana Siklan arkkitehdit tekivät mallistonsa vakiointia, jossa oli kokemusten kautta tullut tarve muuttaa 2 krs. asuinrakennuksen alakerran huonekoron 2 720 mm entisen 2 600 mm:n sijaan. Tässä jouduttiin hieman miet-timään, miten saadaan runkotolppapituudet pysymään vakiona, ettei tarvitse ot-taa käyttöön uutta tolppapituutta. Asia ratkaistiin lisäämällä alakerran seinäele-menttiin tupla-alajuoksu ja 2 950 mm:n tolpan tilalle 3 019 mm:n tolppa sekä vä-lipohjan liitosta laskettiin 9 mm alaspäin.

5.5 Detaljit

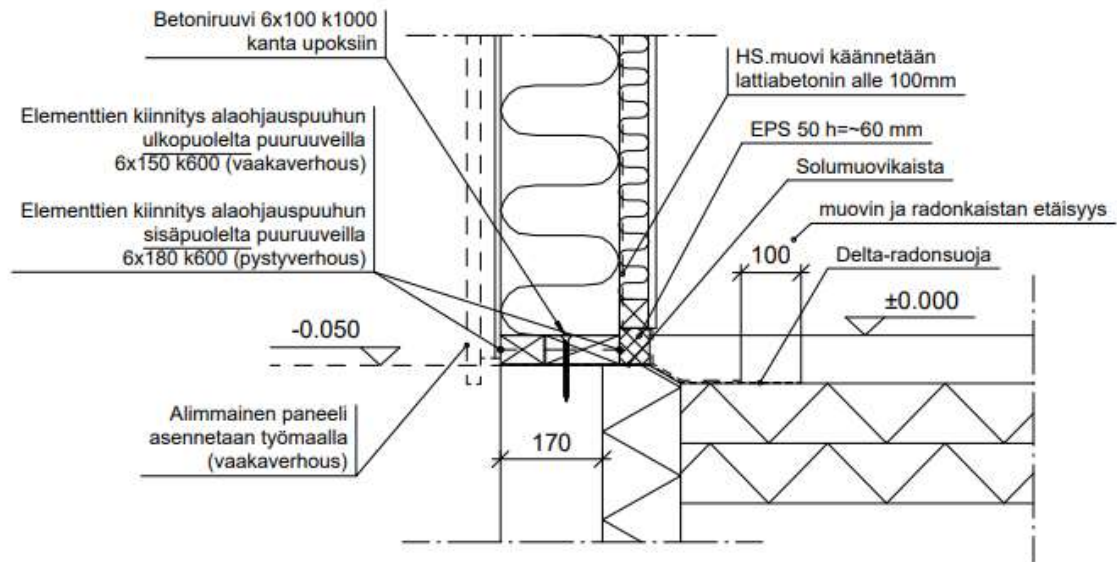
Detaljit muodostavat ohjeistuksen rungon ja siksi niiden merkitys on suuri. Oh-jeistukseen sisällytettävien detaljien määrää haluttiin rajata tähän opinnäytetyö-hön, jotta työn määrä pysyy sopivana. Detaljit haluttiin sellaisista rakenteellisista kohdista, joissa elementtituotannolla on osuutta. Siklalla on ollut käytössä pien-talosuunnittelussa elementtituotantoon vakioitu detaljikirjasto, jota käytettiin tä-män ohjeen yhtenä lähtötietona. Olemassa olevasta kirjastosta poimittiin yleisim-mät detaljit. Lisäksi hybridirakenteisiin kohteisiin käytettiin Siklan jo valmistunei-den kohteiden detaljeja, joista myös valittiin yleisimmät.

Detaljikkaan sisällytettiin alapään-, välipohjan-, yläpään-, nurkkien-, suorat-, ovi ja ikkuna- sekä T-liitokset. Liitosten lisäksi ohjeistukseen tulivat märkätiladetaljit ja elementtitehtaan käyttämät rakennetyypit. Ohjeistuksen kirjallisen osuuden loppuun taulukoitiin detaljit ja rakennetyypit tulostusjärjestyksessä.

5.5.1 Piirtäminen ja tulostus

Detaljien piirtämiseen käytettiin Siklan käyttämää detaljipohjaa, josta löytyvät val-miit tulostusasetukset ja viivapaksuudet eri materiaaleille. Piirtäminen tehtiin Ver-texin 2D-piirtotyökalulla, ja PDF-tiedoston tulostamiseen käytettiin Vertexin Jul-kaisin-sovellusta. Julkaisimella kaikki detaljit saatiin tulostettua yhdeksi tiedos-toksi samalla kertaa, mikä nopeutti huomattavasti niiden työstämistä.

Detaljien haluttiin olevan mahdollisimman yksinkertaisia ja helppolukuisia, joten niihin sisällytettiin ainoastaan elementtiä koskevat asiat esim. elementin alapäänliitoksesta jätettiin pois perustuksen alapuoliset maa- ja salaojarakenteet (kuva 3).



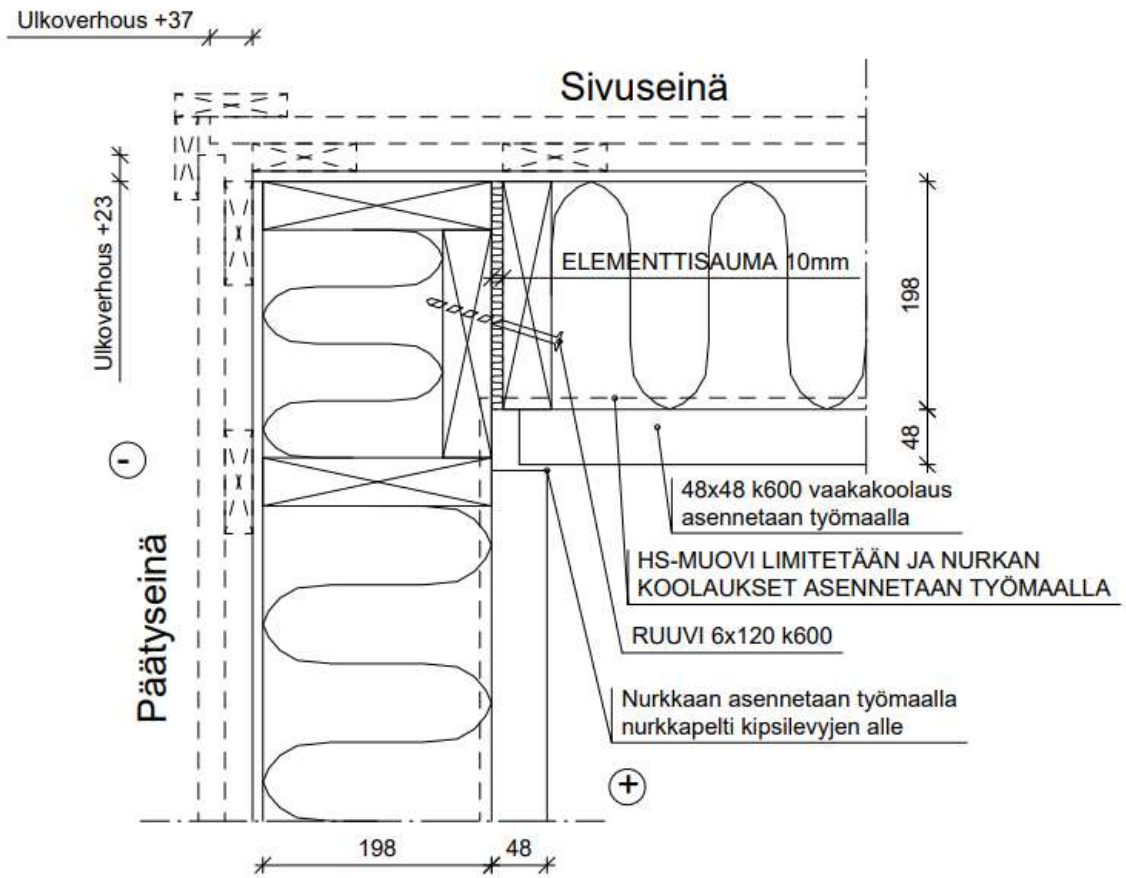
KUVA 3. Seinäelementin alapäänliitos

5.5.2 Nurkkaliitos

Nurkkaliitos on elementtienvälisistä liitoksista yksi yleisimpiä, ja niitä löytyy jokaisesta elementtirakenteisista rakennuksista. Liitoksen suunnittelussa tulee huomioida asennettavuus sekä rakenteellinen ja fysikaalinen toimivuus. Nurkkaliitoksista on monta eri variaatiota, ja niiden määrä riippuu rakennetyyppien määrästä.

Ohjeistukseen sisällytettiin yleisimmin käytettävät nurkkaliitokset, joita tuli 11 erilaista. Määrää pystyttiin supistamaan jättämällä mm. eri ulkoverhouksvariaatiot pois. Ulkoverhoukset ja -puolenkoolaukset piirrettiin katkoviivoilla ja kuviin lisätiin maininta "Ulkoverhoukset ja ulkopuolenkoolaukset ARK. suunnitelman mukaan" (kuva 4).

ULKOVERHOUS JA UP. KOOLAUKSET
ARK. SUUNNELMAN MUKAAN



KUVA 4. Seinäelementin nurkkaliitos

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä elementtirakenteisen rakennuksen suunnitteluohjeistus Siklaelementit Oy:n asiakkaille ja ulkopuolisille suunnittelijoille. Ohjeistuksella pyrittiin yhtenäistämään suunnittelukäytäntöjä ja antamaan suunnittelijoille paremmat lähtötiedot laatia elementtisuunnitteluun ja -tuotantoon valmiimpia suunnitelmia. Ohjeistuksen tuli myös olla helposti muokattavissa ja kehitettävissä.

Työssä saatiin laadittua ohjeistus, joka saavutti sille asetetut tavoitteet. Siklaelementit sai kattavan ohjeistuksen, joka yhtenäistää ja helpottaa asiakkaidensa suunnittelutyötä. Työ toimitetaan pdf-muotoisena ohjeena asiakkaiden käyttöön, ja sitä kehitetään käyttäjiltä saatujen palautteiden ja ideoiden mukaan.

Suunnitteluohjeistus on käsitteenä erittäin laaja. Pelkästään erilaisia detaljeja on jo useita satoja, siksi ohjeistuksessa on vielä paljon kehitettävää ja lisättävää. Ohje tehtiin pääosin elementtitehtaan näkökulmasta ja ohje voidaan tulevaisuudessa joko päivittää tai sen pohjalta tehdä myös erillinen ohje työmaan näkökulmasta.

LÄHTEET

1. Yritystiedot. Sikla Oy. Saatavissa: <https://www.sikla.fi/yritystiedot/>. Hakupäivä 13.5.2020.
2. Mitä standardisointi on? SFS Suomen Standardoimisliitto. Saatavissa: https://www.sfs.fi/standardien_laadinta/mita_standardisointi_on. Hakupäivä 14.1.2020.
3. RunkoPES 2.0. 2013. Sisältö. Johdanto. Saatavissa: [Finnish Wood Research Oy, Saatavissa: https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/runkopes-20/runkopes_2.0_osa_0_sisalto.pdf](https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/runkopes-20/runkopes_2.0_osa_0_sisalto.pdf). Hakupäivä 14.1.2020.
4. Standardien laadinta. SFS Suomen Standardoimisliitto. Saatavissa: https://www.sfs.fi/standardien_laadinta. Hakupäivä 28.4.2020.
5. Eurokoodit. SFS Suomen Standardoimisliitto. Saatavissa: <https://www.sfs.fi/aihealueet/eurokoodit>. Hakupäivä 28.4.2020.
6. JULKAISUT. Suomen Rakennusinsinööriliitto RIL. Saatavissa: <https://www.ril.fi/fi/julkaisut.html>. Hakupäivä 29.4.2020.
7. RIL 205-1-2017. 2017. Puurakenteiden suunnitteluohje. Suunnitteluohjeet. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.
8. RYL-rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/ryl.html>. Hakupäivä 30.4.2020.
9. RunkoRYL 2010. 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen runkotyöt. Laatuvaatimukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.
10. SisäRYL 2013. 2013. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt. Laatuvaatimukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.

11. RunkoPes on valmiina käytettäväksi. 2012. Rakennuslehti. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2012/04/runkopes-on-valmiina-kaytettavaksi/>. Hakupäivä 27.4.2020.
12. Runkorakenteet. 2010. Betoniteollisuus Ry. Saatavissa: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet>. Hakupäivä 30.4.2020.
13. Lehto, Lari - Kangastie, Eelis 2019-2020. Elementtisuunnittelun esimies, Elementtisuunnittelija. Siklaelementit Oy. Keskustelut ja palaverit työntekijöiden kanssa.
14. Vertex BD tuotedokumentaatio. 2019. Vertex Systems Oy. Saatavissa: <https://kb.vertex.fi/bd2019fi/vertex-bd-yleiskatsaus>. Hakupäivä 22.4.2020.
15. Jämsä, Matteus 2019. Tuotantopäällikkö. Siklaelementit Oy. Keskustelut ja palaverit.
16. Sikla irrottaa pientaloliiketoiminnan konsernista. 2019. Rakennuslehti. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2019/10/sikla-irrottaa-pientaloliiketoiminnan-konsernista/>. Hakupäivä 18.5.2020.
17. Rakennushankkeen suunnittelu. 2017. Ympäristöhallinto. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Rakennushankkeen-suunnittelu>. Hakupäivä 18.5.2020.

4 MATERIAALIT

VAKIOPITUUDET (M)

SAHATAVARA	48x73		3,0 / 5,1 / 5,4	
	48x98	Lujuusluokka C24	3,6 / 5,6 / 6,0	
	42x123	Lujuusluokka C24	3,6 / 6,0	
	42x148	Lujuusluokka C24	3,6 / 6,0	
	42x198	Lujuusluokka C24	4,2 / 5,4 / 6,0	
LEVYT	Kipsilevy tuulensuoja	9mm	1,2x2,7 / 3,0 / 3,3 / 3,6	
	Kipsilevy tuulensuoja	13mm	1,2x2,7 / 3,3	
	Kipsilevy	13mm	1,2x2,7 / 3,0	
	Kipsilevy erikoiskova	13mm	1,2x2,7 / 3,0 / 3,3	
	Palokipsilevy	15mm	1,2x3,0	
	OSB levy	18mm	1,2x2,7	
	OSB levy	11mm	1,2x2,6	
TUULETUSRIMAT	24x90			
	48x48			
RUOTEET	24x90			
	48x48			
KERTOPIIU	KP 45x200	Kerto-S	4,0 / 5,0 / 6,0 / 10,0 / 12,0	
	KP 45x260	Kerto-S	6,0 / 6,8 / 10,0 / 12,0	
	KP 45x300	Kerto-S	6,0 / 6,8 / 10,0 / 12,0	
	KP 45x66			
ULKOVERHOUS			Etenemä (mm)	
	UTV 23x145		135	
	UTV 23x145	valeura	135	
	UTV 28x170		160	
	UTV 28x170	valeura	160	
	poistumassa	UYVs 28x170	(vain pystyasennus)	160
	poistumassa	UYVs 28x170	(vain pystyasennus)	160
	(TILAUKSESTA)	UYS 23x145		136
	(TILAUKSESTA)	UYS 28x170		158

	Varasto värit:		
	<ul style="list-style-type: none"> • valkoinen • vaalea harmaa • tumman harmaa 		
KIINNIKKEET	runko	n. 3,1x90	
	tuulensuojalevy	Hakaset Haubold KG700 32 ja 45mm	
	OSB levy	n. 2,5x55	
	kodlaukset	n. 3,1x90	
	ulkoverhous	n. 2,5x50 (28mm paneeli 2,5x65)	
	palkit	n. 3,1x90	
ERISTEET (TILAUKSESTA)	Mineraalivilla PAROC	0,036 W/mK	(KNAUF / ISOVER)
EPDM-TIIVISTE	5x45mm	Käytetään tarvittaessa useampaa vierekkäin.	
TERÄSOSAT	Palkkikengät: aina pyrittävät N-palkkikengän käyttöön		
	<ul style="list-style-type: none"> - Valitaan yleisesti saatavilla oleva 		
LIIMAPUUT	Käytössä olevat lujuus luokat:		
	<ul style="list-style-type: none"> • C24 (pilarit esim. 90x90, 115x115, 140x140) • GL30c (palkit) 		