



Julkisivurankaelementin teknisen ohjeen suunnittelu

Tero Lehtovaara

OPINNÄYTETYÖ
TOUKOKUU 2021

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talonrakennustekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talonrakennustekniikka

LEHTOVAARA, TERO:
Julkisivurankaelementin teknisen ohjeen suunnittelu

Opinnäytetyö 33 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Toukokuu 2021

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli muodostaa yhtenäinen suunnittelu-, valmistus- ja asennusohje Teräselementti Oy:n julkisivurankaelementistä yrityksen sisäiseen käyttöön. Ohjeen tarpeellisuus muodostui siitä, että kaikki mahdolliset vakioidut ja vakioitavat ratkaisut ja menetelmät haluttiin kerätä ja vakioida yhteen paikkaan, josta informaation löytää helposti. Tämä helpottaa ja nopeuttaa urakointia sekä uusien työntekijöiden perehdyttämistä rankaelementtiin, sen ominaisuuksiin ja toimintaan.

Opinnäytetyössä vakioitiin kolme erilaista rakennetyyppiä ja kullekin määritettiin ja taulukoitiin niiden rakennusfysikaaliset ominaisuudet. Elementille oli olemassa jo ohjeita, kuten rungon kokoonpano ja yleiset valmistus- ja asennusdetaljit niin kosteudenhallinnan kuin liitosten toteutuksen näkökulmasta. Tässä työssä niitä päivitettiin hieman kosteudenhallinnan ratkaisujen osalta ja ne kerättiin tekniseen ohjeeseen. Ohjeeseen laadittiin myös lähtötietolomakepohja, johon kerättiin yleisimpiä asioita, jotka tulee tietää urakan suunnittelua ja toteutusta varten. Tuotannon ja asennuksen laadunvarmistukseen käytetyt tarkastuspäiväkirjat myös päivitettiin ja liitettiin ohjeeseen.

Työn tavoitteet saavutettiin, ja lopputuloksena saatiin muodostettua yhtenäinen ohje. Kaikki piirustukset ohjeessa sekä tässä opinnäytetyössä on piirretty AutoCAD 2021 -piirto-ohjelmalla ja laskelmat on tehty Puuinfo Oy:n laskupohjilla.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building construction

LEHTOVAARA, TERO:
Design of a Technical Manual for a Curtain Wall Element

Bachelor's thesis 33 pages, appendices 3 pages
May 2021

The purpose of this thesis was to form a technical manual of a curtain wall element containing coherent instructions for the design, manufacturing and installation of the said element. This manual is dedicated for the internal use of Teräsellementti Oy. The necessity of the manual was born from the need for standardized solutions and operational methods regarding the curtain wall element and for collecting the data to a single place where it can be easily found. This will make the contracting and initiation of new employees easier and faster.

Three different types of structures were standardized, and their physical properties were defined. The instructions for the assembly and installation of the element regarding frame, joints and seams, as well as humidity management existed already. In this project, the solutions for humidity management were slightly updated and were added to the manual. An input data sheet template was also designed for the most common information needed for the design and implementation of the curtain wall element. The default data sheets for factory product control and installation quality control were also updated and added to the manual.

The goals of the project were reached, and a coherent manual was formed. All drawings made for the manual and this thesis were drawn using AutoCAD 2021 drawing software, and the calculations were made with the calculation templates published by Puuinfo Oy.

Key words: curtain wall, element, manual

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	RANKAELEMENTTI	6
	2.1. Julkisivurakenteen määritelmä	6
	2.2. Rankaelementtijärjestelmän esittely	6
	2.2.1 Rakennetyypit.....	7
	2.2.2 Rakennemalli.....	9
3	MITOITUSPERUSTEET JA OMINAISUUDET	12
	3.1. Omapaino	12
	3.2. Tuulikuorma	12
	3.3. Kuormien yhteisvaikutus	13
	3.4. Ilmanläpäisevyys.....	15
	3.5. Vesitiiveys	16
	3.6. Lämmöneristävyys	16
	3.7. Paloluokka	18
	3.1. Ääneneristävyys.....	19
	3.2. Ilmanvuotoluku	19
4	KOSTEUDENHALLINTA	21
5	TUOTANTO JA ASENNUS.....	23
	5.1. Yleisesti.....	23
	5.2. Toleranssit	24
	5.3. Laadunvarmistus.....	26
6	POHDINTA	27
	LÄHTEET	28
	LIITTEET	30
	Liite 1. Rakennetyypit.....	30

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan ei-kantavaa, puurakenteista julkisivuranka-elementtiä, jolle laaditaan toimeksiantajan Teräselementti Oy:n sisäiseen käyttöön tekninen ohje. Tavoitteena on siis muodostaa kyseisestä elementistä tekninen ohjekortti, joka sisältää yleiset suunnittelu-, valmistus-, ja asennusohjeet. Elementin runkona käytetään joko LVL-puuta tai termorankaa, mutta tässä opinnäytetyössä käsitellään vain LVL-rankarakenteista versiota.

Kyseessä oleva elementti on CE-merkitty Teräselementti Oy:n toimesta vuonna 2014. Harmonisoitujen tuotestandardien piiriin kuuluvien rakennustuotteiden CE-merkinnästä tuli pakollista 1.7.2013. Tämä kyseinen rankaelementtirakenne kuuluu julkisivurakenteisiin, joita koskee standardi EN 13830 Curtain walling. Product standard. CE-merkintää ei kuitenkaan tarvita, mikäli tuote valmistetaan tilauksesta tiettyyn kohteeseen muuten kuin sarjatuotantona tai tuote valmistetaan rakennuspaikalla. Tällöin tuotteen asentamisesta vastaa tuotteen valmistaja. (Hietala, 2013) CE-merkintä helpottaa ja monipuolistaa vientituotteen myynti- ja tarjousvälämahdollisuuksia sekä parantaa asemaa markkinoilla.

Lähtötilanteessa osa ohjeellisista suunnittelukuvista, toimintamalliohjeistuksista sekä tarkastus-/laadunvarmistuslomakkeista on jo olemassa. Tässä projektissa kerätään, päivitetään ja täydennetään tätä olemassa olevaa dataa yhtenäiseksi tuoteohjeeksi. Tuotteen tekniset ohjeet helpottavat ja virtaviivaistavat suunnittelu-, valmistus- ja asennustöitä, sekä edesauttavat laadunvarmistusta. Iso osa näistä materiaaleista on Teräselementti Oy:n teknistä tuotetietoa, ja näin ollen arkaluonteisuutensa vuoksi tuotettua teknistä ohjetta, sen liitteitä tai muita teknisiä ratkaisuja ei tähän opinnäytetyöhön liitetä.

2 RANKAELEMENTTI

2.1. Julkisivurakenteen määritelmä

Tällä hetkellä voimassa oleva versio julkisivurakenteiden harmonisoidusta tuotestandardista on EN 13830:2015 + A1:2020 Curtain walling. Product standard, jonka mukaan tuote kuuluu sen piiriin, mikäli se täyttää seuraavat ehdot:

- Muodostaa rakennuksen ulkovaipan tai on osa sitä
- Koostuu pysty- ja vaakarakenteista
- Rakenteena itsensä kantava, mutta ei ota osaa rakennuksen rungon kantavuuteen tai jäykistykseen
- Välittää oman painonsa ja tuulikuormat kantaviin rakenteisiin
- Kaltevuudeltaan pystytasosta max. 15°.

Teräselementti Oy:n rankaelementti täyttää nämä kriteerit ja näin ollen se luokitellaan ja voidaan CE-merkitä Curtain Walling -tuotestandardin mukaiseksi julkisivurakenteeksi.

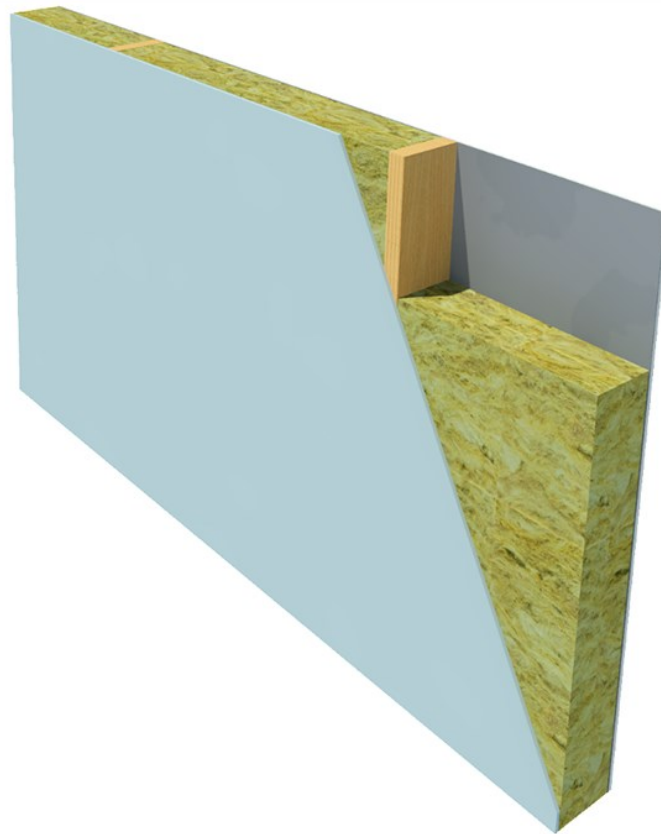
2.2. Rankaelementtijärjestelmän esittely

Teräselementti Oy:n rankaelementti on yleensä moduulivälin leveä, kerrosvälin korkea, holveihin elementtikiinnikkeillä kiinnitettävä ruutuelementti, mutta se voidaan asentaa myös betoniseinän pintaan. Molemmissa tapauksissa rakenteellinen toimintaperiaate ja kiinnitystapa on sama. Tyypillisesti vaakasaumat asettuvat holvin yläpinnan tasolle ja pintasaumat pilarilinjojen viereen näkyville, jolloin saumoihin pääsee käsiksi sisäpuolelta asennuksen ja huollon yhteydessä.

Luvussa 2.2 on määritelty periaatteellisesti mitä Teräselementti Oy:n rankaelementti tuotteena sisältää ja miten elementti toimii rakenteena.

2.2.1 Rakennetyypit

Rankaelementti verhouksineen on suunniteltu toimimaan kokonaan ulkoseinärakenteena, mutta se voi myös toimia yhdessä betoniseinän kanssa. Itse elementin rakennekerrokset koostuvat ulkoa sisälle listattuna tuulensuojalevystä, puurunkosta + eristeestä sekä höyrynsulusta. Rankaelementti ei siis varsinaisesti itsessään sisällä ulko- ja sisäverhousia, vaan ne suunnitellaan projektikohtaisesti ja asennetaan työmaalla. Sisäverhouksen yleensä toteuttaa muu urakoitsija kuin Teräselementti Oy. Kuvassa 1 on havainnollistettu rankaelementti kolmiulotteisena.



KUVA 1. Rankaelementin kolmiulotteinen havainnekuva (Teräselementti Oy, <https://teraselementti.fi/julkisivurakentaminen/rankaseinat-verhouksilla/>)

Vakioituja ulkoseinärakennetyyppiratkaisuja on kolme, ja ne ovat nimetty seuraavanlaisesti: TRE 250, TRE 250/50 ja TRE 200B, jossa TRE on "Teräselementin rankaelementti", ensimmäinen luku on rungon paksuus, toinen luku on sisäpintaan tulevan vaakakoolauksen + lisäeristeen paksuus (mikäli niitä laitetaan), ja B tarkoittaa betoniseinän pintaan asennettavaa elementtiä. TRE 250 sisältää siis

runko- ja eristepaksuudeltaan 250mm:n elementin, johon asennetaan ulkoverhous ja sisäpintaan kipsilevytys höyrynsulun päälle. TRE 200/50 eroaa TRE 250:sta siten, että runko- ja eristepaksuus on 200mm ja höyrynsulkumuovin ja kipsilevyn väliin rakennetaan 50mm:n paksuinen vaakakoolaus + lisäeristys. TRE 200B on myös rungoltaan 200mm paksu, mutta se eroaa muista elementeistä siten, että siinä ei ole höyrynsulkumuovia. Tällöin betoniseinä, jonka pintaan elementti asennetaan toimii höyrynsulkuna (Lähdesmäki, 2013, 9). Lähdesmäki (2013, 9) myös huomauttaa, että massiivinen betoniseinä toimii höyrynsulkuna, mutta esim. muurattu harkkoseinä ei itsessään riitä höyrynsulukuksi. Tällöin ilman-sulkuna toimii pintakäsittely, esim. rappaus (Lähdesmäki, 2013, 9). Rakennetyypit on esitetty liitteessä 1. Liitteen rakennetyypeissä ei ole esitetty tarkkoja rakenteissa käytettyjen materiaalien tietoja, vaan kuvat ovat viitteellisiä.

Taulukossa 1 on esitetty vakiorakennetyyppien ominaisuudet. Ominaisuuksista ja niiden määrittämisestä kerrotaan lisää luvussa 3.

	U-arvo (W/m ² K)	Palo-luokka	Tiiveys q ₅₀ m ³ /(h *m ²)	Ääneneris- tävyys R _w (C; C _{tr}) (dB)	Sateen- pitä- vyys	Ilman-lä- päisevyys	Tuulenpai- neen kestä- vyys
TRE 250	*	*	*	*	*	*	*
TRE 200/50	*	*	*	*	*	*	*
TRE 200**	*	*	*	*	*	*	*

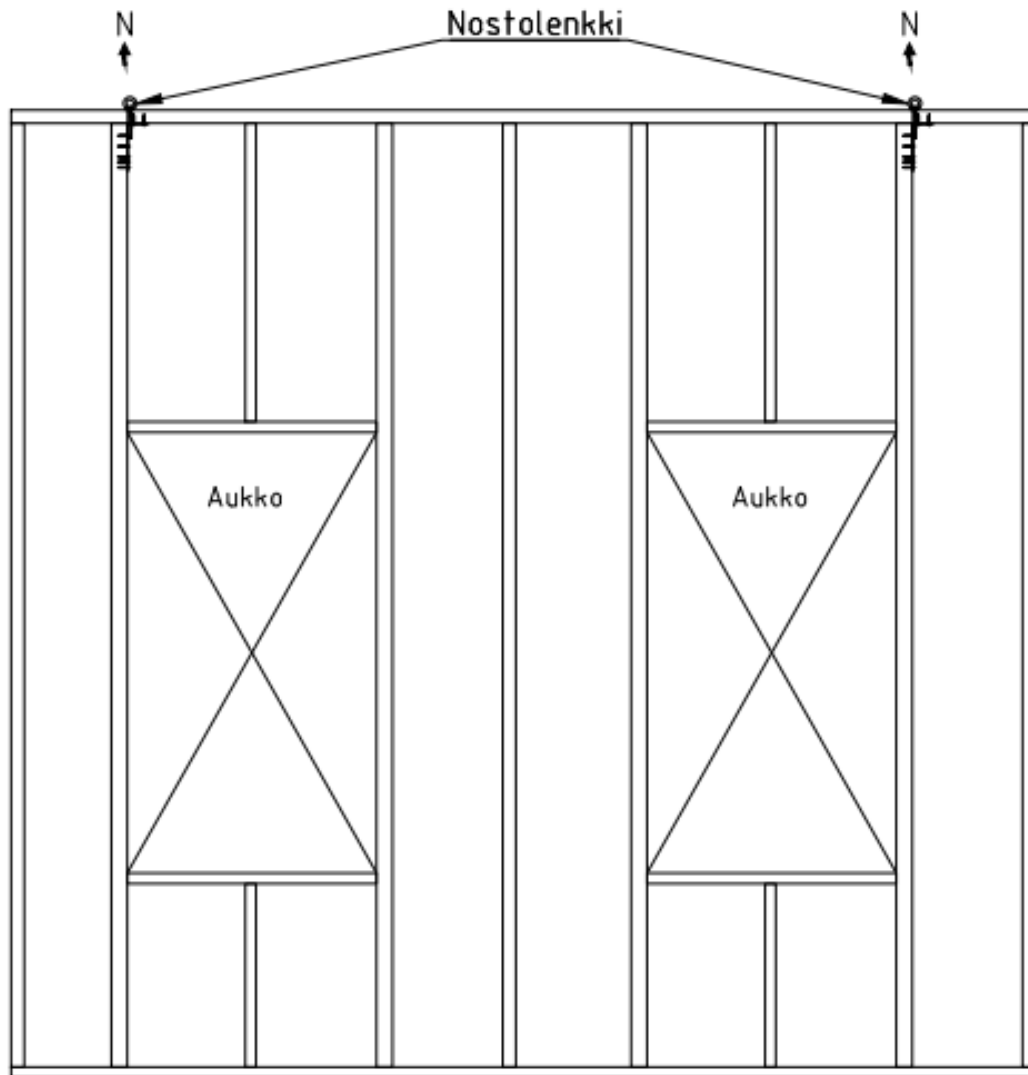
TAULUKKO 1. Rakennetyyppien määritettyjä ominaisuuksia.

* Arvo Teräselementti Oy:n teknisen ohjeen ja testien mukaisesti.

**Tulokset tutkittu ilman betoniseinää.

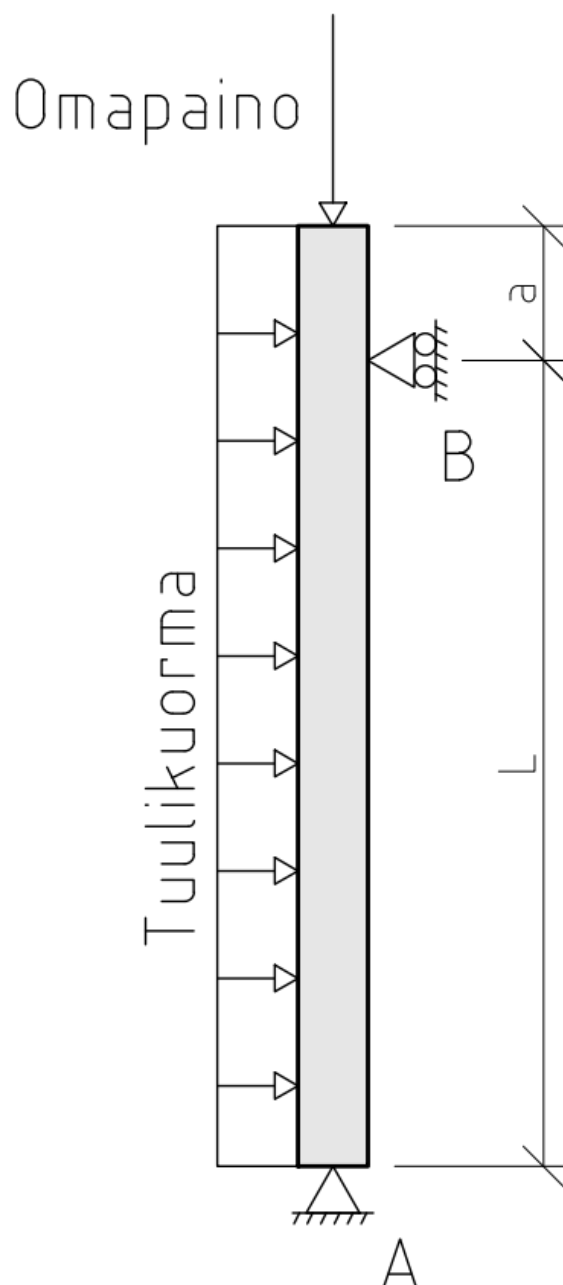
2.2.2 Rakennemalli

Rankaelementin runko koostuu yläjuoksusta, alajuoksusta, pystyrangoista sekä aukkojen vaakarangoista (kuva 2).



KUVA 2. Havainnollistava naamakuva rankaelementin rungosta.

Kuvassa 3 on esitetty rankaelementin pystyrunkotolpan rakenteellinen toiminta ja siihen kohdistuvat kuormitukset.



KUVA 3. Rankaelementin runkotolpan yleinen rakennemalli

Omapaino sisältää elementin painon mukaan lukien siihen ripustettavien ulko- ja sisäverhouksien painot, sekä tapauskohtaisesti mahdollisesti päälle laskettavan elementin painon verhouksineen. Omapaino otetaan vastaan tuella A. Lisää omapainosta ja mitoituksessa luvussa 3.1. Tuulikuorma jakautuu tuille A ja B. Ulkoverhous ja/tai tuulensuojalevytyys jakaa tuulikuorman vaakasuunnassa pystyrakenteille. Tuki A on joko sokkeli, alla oleva elementti tai kantava teräskiinnike kiinnitettynä betoniseinään tai holviin. Tuki suunnitellaan siten, että se kykenee ottamaan vastaan pysty- sekä vaakakuorman. Mikäli tuki välittää pystykuormat

holville, täytyy varmistua, että holvi ei pääse taipumaan aiheuttaen haittaa elementille. Tuki B on ns. tuuliside eli teräslevy kiinnitettynä holviin tai betoniseinään, joka ottaa vastaan vaakavoimat mutta ei välitä pystykuormaa. Mikäli tuuliside kiinnitetään holviin, on liitoksen pystysuuntainen liike oltava vapaa holvin taipumien takia. Mitta L on elementin vaakakuormien tukiväli ja mitta a elementin ulokkeen pituus. Yleensä ulokemitta on nolla, sillä elementti normaalisti sidotaan kiinni rakennukseen elementinyläpäästä. Räystäällä elementti tulee kuitenkin kiinnityskohdasta yli.

3 MITOITUSPERUSTEET JA OMINAISUUDET

Luvussa 3 on esitelty rankaelementin tutkitut rakenteelliset ja fysikaaliset ominaisuudet ja niihin käytetyt menetelmät. EN 13830:2015 + A1:2020 Curtain walling Product standard -tuotestandardissa eritellään CE-merkintää varten pakolliseksi testattaviksi asioiksi ilmanläpäisevyys, vesitiiveys sekä tuulikuorman kestävyys standardin esittämien metodien mukaisesti. Muut ominaisuudet voidaan testata tai määrittää tuotteen lanseeranneen yrityksen harkinnan mukaan tai selvittää projektikohtaisesti.

3.1. Omapaino

Rakenteen tulee välittää oma painonsa sekä rakenteeseen kiinnitettyjen täydennysosien, verhouksien yms. painot rakennuksen runkoon tai perustuksiin. Rakenteiden täytyy myös kestää elementtien nostot ja käsitteleminen. Kuormat laskeaan standardin EN 1991-1-1 sekä sen kansallisten liitteiden määritysten ja huomioiden mukaisesti.

Rakennuskohteen oma paino luokitellaan standardin EN 1991-1-1 (2002, 18) pysyväksi kuormaksi. Rankaelementin ollessa ei-kantava rakenne, ainoa sille kohdistuva pysyvä kuorma on sen oma paino.

3.2. Tuulikuorma

Tuulikuorma tulee laskennallisesti määrittää standardin EN 1991-1-4 ja sen kansallisten liitteiden mukaisesti. Mitoituksessa tulee myös huomioida tuulikuorman ja pysyvän kuorman yhteisvaikutus määritettynä standardin EN 1990 mukaisesti. Kuormien yhteisvaikutuksesta lisää luvussa 3.3.

Tämän lisäksi tuulikuorman kestävyys tulee Curtain Wallingin mukaan testata standardin EN 12179 esittämien metodien mukaisesti. Näissä testiolosuhteissa rakenteen suurimman taipuman (d) tulee täyttää kaavojen 1...3 ehdot

$$d \leq \frac{L}{200}, \text{ kun } L \leq 3000\text{mm} \quad (1)$$

$$d \leq 5mm + \frac{L}{300}, \text{ kun } 3000mm < L < 7500mm \quad (2)$$

$$- d \leq \frac{L}{250}, \text{ kun } L \geq 7500mm \quad (3)$$

missä L = jänneväli.

3.3. Kuormien yhteisvaikutus

Rakenteeseen ei kohdistu hyötykuormaa, sillä se ei välitä kuormaa väli- tai yläpohjalta, tai mistään muualtakaan missä hyötykuormaa voisi esiintyä. Samasta syystä rakenteeseen ei myöskään kohdistu lumikuormaa. Mitoituslaskennassa täytyy siis huomioida pysyvän kuorman ja tuulikuorman kuormitusyhdistelmien yhteisvaikutus määritettynä standardin EN 1990 kansallisen liitteen esittämien kaavojen mukaisesti. Murtorajatilan mitoituskuorma lasketaan kaavan (4) mukaisesti (RIL 205-1-2009, 25). Kaava perustuu EN 1990:een ja sen kansalliseen liitteeseen.

$$\max \begin{cases} 1,15K_{FI}Q_{kj} + 1,5K_{FI}Q_{k,1} + 1,5K_{FI} \sum_{i>1} \Psi_{0,i}Q_{k,i} \\ 1,35K_{FI}G_{kj} \end{cases} \quad (4)$$

missä

- G_{kj} on pysyvien kuormien ominaisarvo
- $Q_{k,1}$ on määräävän muuttuvan kuorman ominaisarvo (tässä tapauksessa tuulikuorma)
- $Q_{k,i}$ on muun muuttuvan kuorman ominaisarvo (tässä tapauksessa ei ole)
- K_{FI} on taulukon 2 mukainen seuraamusluokasta riippuva kuormakerroin
- $\Psi_{0,i}$ on taulukossa 3 esitetty muuttuvan kuorman yhdistelykerroin

TAULUKKO 2. Seuraamusluokkien määrittely ja kuormakeroimien K_{FI} arvot (RIL 205-1-2009, 26)

Luokka	K_{FI}	Kuvaus	Rakennuksia ja rakenteita koskevia esimerkkejä
CC3	1,1	Suuret seuraamukset ihmishenkien menetysten <i>tai hyvin suurten</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia.	Rakennuksen kantava runko jäykistävine rakennusosineen sellaisissa rakennuksissa, joissa usein on suuri joukko ihmisiä, kuten <ul style="list-style-type: none"> - yli 8 kerroksiset asuin, konttori- ja liikerakennukset - konserttitalit, teatterit, urheilu- ja näyttelyhallit, katsomot (yli 1000 henkeä) - raskaasti kuormitetut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset Erikoisrakenteet, kuten esim. suuret mastot ja tornit.
CC2	1,0	Keskisuuret seuraamukset ihmishenkien menetysten <i>tai merkittävien</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristön vahinkojen takia.	Rakennukset ja rakenteet, jotka eivät kuulu luokkiin CC3 tai CC1.
CC1	0,9	Vähäiset seuraamukset ihmishenkien menetysten <i>tai pienten tai merkityksettömien</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristön vahinkojen takia.	1- ja 2-kerroksiset rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä, kuten esim. varastot. Rakenteet, joiden vaurioitumisesta ei aiheudu merkittävää vaaraa, kuten <ul style="list-style-type: none"> - matalalla olevat alapohjat, ilman kellaritiloja - ryömintätilaiset vesikatot, kun yläpohja on varsinainen kantava rakenne - sellaiset ulko- ja väliseinät, ikkunat, ovet ja vastaavat, joihin pääasiassa kohdistuu ilman paine-eroista aiheutuva sivuttaiskuormitus ja jotka eivät toimi kantavan tai jäykistävän rungon osana.

TAULUKKO 3. Muuttuvan kuorman yhdistelykertoimet. Ψ_0 on ominaisyhdistelyssä käytettävä kerroin. Ψ_1 kuvaa tavallisesti toistuvan kuormituksen osuutta ja Ψ_2 muuttuvan kuorman pitkäaikaisuutta (RIL 205-1-2009, 27).

Kuorma	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Hyötykuormat rakennuksissa			
Luokka A: asuintilat	0,7	0,5	0,3
Luokka B: toimistotilat	0,7	0,5	0,3
Luokka C: kokoontumistilat	0,7	0,7	0,3
Luokka D: myymälätilat	0,7	0,7	0,6
Luokka E: varastotilat	1,0	0,9	0,8
Luokka F: liikennöitävät tilat, esim. autotallit	0,7	0,7	0,6
Luokka G: liikennöitävät tilat, raskaat ajoneuvot	0,7	0,5	0,3
Luokka H: vesikatot (kunnossapito)	0	0	0
Jääkuorma	0,7	0,3	0
Lumikuorma, kun			
$s_k < 2,75 \text{ kN/m}^2$	0,7	0,4	0,2
$s_k \geq 2,75 \text{ kN/m}^2$	0,7	0,5	0,2
Rakennusten tuulikuormat	0,6	0,2	0
Rakennusten sisäinen lämpötila (ei tulipalossa)	0,6	0,5	0

Rakenteet mitoitetaan projektikohtaisesti murto- ja käyttörajatilassa asianmukaisen mitoitusmenetelmien mukaisesti. Tässä tapauksessa on kyseessä puurunkoinen rakenne, joten runko on mitoitettava standardin EN 1995:n osien sekä kansallisten liitteiden mukaisesti.

Taipumia tutkiessa täytyy huomioida, että taipumat vaaka- tai pystysuunnassa eivät tuki mahdollisia tuuletusaukkoja ja että niistä ei aiheudu haittaa tai ylimääräisiä huomioimattomia kuormituksia rakenteen muihin osiin kuten esim. julkisivuverhoukseen, ikkunoihin tai oviin.

3.4. Ilmanläpäisevyys

Rankaelementin ilmanläpäisevyys on testattu standardin EN 12153 mukaisesti ja luokiteltu standardin EN 12152 mukaisesti kuten Curtain Walling tuotestandardissa ohjeistetaan. Taulukossa 5 on esitetty luokitukset ilmanläpäisevyydelle.

TAULUKKO 5. Standardin EN 12152 luokitukset ilmanläpäisevyydelle (EN 13830 2020, 26).

<i>Test pressure (Pa)</i>				
A1 <i>(150)</i>	A2 <i>(300)</i>	A3 <i>(450)</i>	A4 <i>(600)</i>	AE <i>(>600)</i>

Rankaelementin ilmanläpäisevyys on testattu vuonna 2014.

3.5. Vesitiiveys

Curtain Wallingin mukaan rakenteen vesitiiveys tulee testata standardin EN 12155 mukaisesti ja luokitella standardin EN 12154 mukaisesti. Taulukossa 6 on vesitiiveyden luokitukset.

TAULUKKO 6. Standardin EN 12154 luokitukset vesitiiveydelle

<i>Test pressure (Pa)</i>				
R4 <i>(150)</i>	R5 <i>(300)</i>	R6 <i>(450)</i>	R7 <i>(600)</i>	RE_{xxxx} <i>(>600)</i>

Testaus on tehty vuonna 2014.

3.6. Lämmöneristävyys

Rakenteiden lämmöneristävyys ilmoitetaan U-arvona. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017) asettaa lämpimän tilan rajaavan seinän U-arvon vertailuarvoksi 0,17 W/(m²K) (kuva 4). Täyttääkseen lämpöeristävyysvaatimuksen, tulee rakenteen laskennallisen U-arvon alittaa kyseinen vertailuarvo.

Lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvo on laskettava käyttämällä rakennusosien lämmönläpäisykertoimina seuraavia vertailuarvoja:

a) seinä	0,17 W/(m ² K);
b) massiivipuuseinä, jonka keskimääräinen paksuus on vähintään 180 mm	0,40 W/(m ² K);
c) yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09 W/(m ² K);
d) ryömintätilaan rajoittuva alapohja	0,17 W/(m ² K);
e) maata vasten oleva rakennusosa	0,16 W/(m ² K);
f) ikkuna, kattoikkuna, ovi, kattovalokupu, savunpoisto- ja uloskäyntiluukku	1,0 W/(m ² K).

KUVA 4. Lämpimän tilan rakennuksen vaipan U-arvon vertailuarvoja.
(1010/2017)

Ritolan (1016) mukaan rakenteen lämmöneristävyys U lasketaan kaavalla (5)

$$U = \frac{1}{\sum R} \quad (5)$$

jossa R on kunkin rakennekerroksen lämmönvastus yksikössä $\frac{m^2 K}{W}$. Rakenteen lämmöneristävyttä laskettaessa tulee huomioida myös sisä- ja ulkopintojen lämmönvastukset, joiden laskennalliset arvot ovat $0,13 \frac{m^2 K}{W}$ (Ritola, 2016). Ritola (2016) myös kertoo rakennekerroksen lämmönvastuksen R laskettavan kaavalla (6)

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (6)$$

jossa d on rakennekerroksen paksuus metreissä ja λ on materiaalin lämmönjohtavuus yksikössä $\frac{W}{mK}$.

Lämmöneristävyys laskettiin Puuinfo Oy:n mitoitustyökalun ”puurakenteen u-arvon määrittäminen” avulla. Kyseessä on excel-pohjainen laskentatyökalu, joka laskee puurakenteen U-arvon standardin SFS-EN ISO 4946 mukaan ja on ilmaiseksi ladattavissa Puuinfon nettisivuilta.

3.7. Paloluokka

Curtain Walling antaa ohjeet euroluokan R2F (reaction to fire) määrittämiseksi, joka mittaa materiaalin osallistumista paloon palotilanteessa. Erikoistutkija Henry Weckman (2001, 2) on taulukoinut euroluokan merkityksen ja vaatimukset (kuva 5).

Luokka	Kuvaus
F	Tuotteet, joiden palotekninen käyttäytyminen ei ole määritelty tai, jotka eivät täytä luokkien A1, A2, B, C, D tai E vaatimuksia.
E	Tuotteet, jotka lyhyen ajan kestävät pienen liekin aiheuttaman rasituksen ilman, että palo olennaisesti leviää.
D	Tuotteet, jotka täyttävät luokan E vaatimukset ja jotka myös kestävät pienen liekin rasituksen kauemmin ilman, että palo olennaisesti leviää. Lisäksi, altistettaessa tuotteet yksittäiselle palavalle kohteelle, niistä vapautuu lämpöä hitaasti ja rajoitetusti.
C	Kuten luokka D, mutta ankarammin vaatimuksin. Lisäksi, altistettaessa tuotteet yksittäiselle palavalle kohteelle, palaminen pinnassa saa levitä vain rajoitetusti.
B	Kuten luokka C, mutta ankarammin vaatimuksin.
A2	Tuotteet, jotka täyttävät samat vaatimukset kuin luokan B tuotteet standardin EN 13823 mukaisessa yksittäisen palavan esineen testissä. Lisäksi altistettaessa tuotteet täysin kehittyneelle palolle, ne eivät saa olennaisesti lisätä palokuormaa tai palon leviämistä.
A1	Luokan A1 tuotteet eivät osallistu palamiseen missään palon vaiheessa, mukaan lukien täysin kehittynyt palo. Sen vuoksi näiden tuotteiden oletetaan automaattisesti täyttävän kaikkien alempien luokkien vaatimukset.
Lisäluokka	Kuvaus
s3	Savuntuotolle ei ole asetettu rajoituksia.
s2	Kokonaissavuntuotto samoin kuin savuntuoton kasvunopeus on rajoitettu.
s1	Täyttää ankarammat vaatimukset kuin s2.
d2	Ei rajoituksia palavien pizaroiden tai osien muodostumisen suhteen.
d1	Palavat pizarat tai osat eivät saa palaa tiettyä aikaa kauemmin.
d0	Palavia pisaroita tai osia ei saa esiintyä.

KUVA 5. Viitepalotilanteen ja euroluokkien välinen yhteys

Yleisesti euroluokka määritetään yksittäisille rakennusmateriaaleille ja tutkittava rankaelementti on monesta eri rakennusmateriaalista koostuva rakenne. Käytännössä palotilanteessa tuli pääsee käsiksi vain elementin sisäpinnan kipsilevyyn ja eristeeseen. Elementissä käytetyt sisäpinnan kipsilevy kuuluu euroluokkaan A2-s1,d0 ja eriste luokkaan A1. Tämän perusteella euroluokan testaamista elementille ei nähty tarpeelliseksi.

Rankaelementin rakennetyypeille kuitenkin määritettiin EI-paloluokka, jossa E tiiviyttä ja I eristävyyttä (Puuinfo Oy, n.d.). Tällöin esim. EI60 tarkoittaa sitä, että rakenne säilyttää kantavuutensa, tiiveytensä ja eristävyytensä palotilanteessa 60 minuuttia.

Paloluokka määritettiin Puuinfo Oy:n julkaiseman mitoitustyökalun ”Seinän osastoivuuden mitoitus” avulla, joka on ilmaiseksi ladattavissa Puuinfon nettisivuilta. Tämä excel-pohjainen mitoitustyökalu suorittaa tarkastelun RIL 205-2-2019 Puurakenteiden palomitoitus-suunnitteluohjeen mukaan, joka perustuu puurakenteiden palomitoitusta käsittelevään suunnittelustandardiin EN 1995-1-2, Eurokoodi 5 (RIL ry, n.d.).

3.1. Ääneneristävyys

Ääneneristävyyttä tutkiessa huomioitiin ilmaääneneristysluku R_w sekä spektripainotusermit tieliikennemelua vastaan C_{tr} ja raide- ja lentomelua vastaan C . Ääneneristävyyden on määritetty laskennallisesti ja laskennan on suorittanut A-Insinöörit Suunnittelu Oy. Tulokset ovat taulukoitu taulukossa 1, luvussa 2.2.1. Laskenta on suoritettu A-Insinöörien omalla laskentamallilla, joka on parametrisoitu ja perustuu useisiin standardeihin ja julkaisuihin sekä standardin EN ISO 717-1 Rakennusten ja rakennusosien ääneneristävyyden luokitus mukaiseen luokitukseen.

Laskentamallilla voidaan ottaa huomioon rakenteen rakennekerrosten massa ja jäykkyys, mahdollisissa ilmaväleissä olevat ääntä vaimentavat materiaalit, rannakarunkoisen seinän rankojen joustavuudet sekä eristerapatun ulkoseinän resonanssi.

3.2. Ilmanvuotoluku

Ilmanvuotoluku q_{50} mittaa rakennuksen vaipan tiiviyttä ja se määritetään tiiviyttämittauksella. Luku kertoo, kuinka paljon keskimäärin rakennuksen vaippa vuotaa ilmaa tunnissa 50 Pascalin paine-erolla vaipan pinta-alaa kohden ja sen yksikkö on $\frac{m^3}{hm^2}$ (Paloniitty, 2013, 2). Näin ollen suurempi ilmanvuotoluku tarkoittaa, että rakenne vuotaa enemmän ilmaa. Paloniitty (2013, 2) kertoo ilmanvuotoluvun maksimiarvon olevan $4 \frac{m^3}{hm^2}$ viitaten Suomen Rakennusmääräyskokoelman osaan D3. Hän myös huomauttaa, että ”ilmanvuotoluku voi ylittää arvon $4 \frac{m^3}{hm^2}$, jos ra-

kennuksen käytön vaatimat rakenteelliset ratkaisut huonontavat merkittävästi ilmanpitävyyttä.” Mitä tällä poikkeuksella sitten konkreettisesti tarkoitetaan, ei ole Paloniitylle yksiselitteisesti selvää, mutta hän spekuloi tämän käytännössä koskevan muun muassa hirsirakentamista. Taulukossa 7 on esitetty ilmanvuotoluvun raja-arvot.

TAULUKKO 7. Ilmanvuotoluvun raja-arvot (Paloniitty, 2013, 2).

q₅₀-luku	Selite
> 4	Poikkeukselliset rakenteelliset ratkaisut
≤ 4	Vähimmäisvaatimus kaikille uudisrakennuksille
2	Laskennassa käytettävä vertailuarvo = määräysten mukainen rakennus
≤ 1	Määräysten suositusarvo

Mittaus itse tehdään joko koko rakennukseen tai vähintään 75%:n suuruiselta pinta-alalta vaipan bruttoalasta. Mikäli kyseessä on asuinkerrostalo tai rivitalo, tulee mittaus tehdä vähintään 20%:ssa asunnoista, kuitenkin vähintään yhdestä asunnosta jokaista rakennusta kohden. Vaipan pinta-alaan lasketaan ulkoseinät aukotuksineen sekä ylä- ja alapohja. Rakennuksen tiiviiden mittaus suoritetaan paine-eromenetelmällä. Tässä menetelmässä tutkittavaan huoneeseen tai tilaan luodaan paine-ero ulkoilmaan nähden puhaltimella. Mittauksessa otetaan useita mittaustuloksia eri paine-eroilla. (Paloniitty, 2013, 1)

4 KOSTEUDENHALLINTA

Osana teknisen ohjeen kokoamista oli kosteudenhallinnan päivitys. Tarkoitus oli verrata olemassa olevaa kosteudenhallintasuunnitelmaa Kuivaketju10 toimintamalliin. Loppupeleissä itse kosteudenhallintasuunnitelmaa ei muutettu, sillä sen koettiin jo huomioivan Kuivaketju10:n esittämät kosteusriskit ja toimintamallit. Päivitystä kuitenkin tehtiin liitosdetaljiikkaan, asennusohjeistukseen sekä laadunvarmistukseen. Tässä luvussa on esitelty Kuivaketju10:n toimintamallia kosteudenhallinnan edistämiseksi, jota on käytetty referenssinä elementin kosteusteknisiin ratkaisuihin suunnittelussa, valmistuksessa, kuljetuksessa ja asennuksessa.

Kuivaketju10 on Rakentamisen Laatu RALA ry:n laatima kokonaisvaltainen toimintamalli, jolla pyritään estämään kosteusvaurioiden syntyminen kaikissa rakennusprosessin eri vaiheissa (RALA ry, n.d.).

Kuivaketju10-riskilistaan on kerätty RALA ry:n mukaan kymmenen keskeisintä kosteusongelmia rakennusprojektissa aiheuttavaa riskiä Suomessa perustuen havainnoiteihin yleisesti esiintyvistä kosteusongelmista. Lista myös esittää ratkaisuja sekä huomioitavia asioita riskien hallinnassa. Luvussa 4 on esitelty nämä riskilistan esittämät riskit ja ratkaisut niiden ehkäisemiseksi sekä miten ratkaisua on sovellettu käytännössä. Ne riskit on kuitenkin jätetty pois, jotka eivät koske rankaelementtiä.

Ensimmäinen riskilistan esittämä riski on, että ”sadevesi pääsee tunkeutumaan ulkoseinärakenteen sisälle”. Ulkoseinässä täytyy siis olla yhtenäinen vesitiivis kerros ja julkisivupinnan taakse päässyt vesi täytyy ohjata hallitusti pois seinärakenteesta. (Riskilista 2018) Lopputilanteessa elementin ulkopintaan tuleva ulko-verhous sekä räystäiden, sokkelien, ulko-verhouksen liitosten ym. pellitykset estävät sadeveden pääsemästä kontaktiin elementin kanssa. Elementti on saattaa asennusvaiheessa kuitenkin olla asennettuna paikalleen ilman ulko-verhousta pitkäänkin. Tämä on huomioitu jo suunnittelu- ja valmistusvaiheessa ja elementin kaikki liitokset on suunniteltu siten, että sadevettä ei pääse liitoksiin, vaikka ulko-verhousta ja pellityksiä ei olisikaan vielä asennettu.

Seuraava riski on, että ”kosteutta siirtyy ilmansulkukerroksen vuotokohdista ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin, jonne sitä tiivistyy vedeksi”. Kaikki läpiviennit ilman- tai höyrynsulussa täytyy siis suunnitella ja toteuttaa ilmatiiviiksi. Tämän lisäksi sisäpuolisen ilmanvuotoluvun pitää olla alle yksi. (Riskilista, 2018) Läpiviennitejä rankaelementtiin tulee harvoin, mutta mikäli tulee, täytyy läpiviennin aukko teipata tiiviiksi siten, että ilma- tai kosteusvuotoa ei pääse tapahtumaan. Kuten luvussa 3.2. todettiin, rankaelementti on saanut mittauksista ilmanvuotoluvulle arvoja alle yhden, joten ilmanvuoto on kunnossa.

Riskilistan seuraava kohta kertoo, että ”kosteiden betonirakenteiden päällystäminen aiheuttaa päällysmateriaalin turmeltumisen”. Betonirakenteiden kuivatus täytyy hoitaa oikein, oikeassa lämpötilassa ja kosteuspitoisuudessa. Tämän lisäksi betonirakenteen kuivumista tulee seurata mittauksin. (Riskilista, 2018) Tämä ei varsinaisesti koske Teräselementti oy:tä, sillä he eivät betonirakenteita urakoi ja näin ollen eivät vastaa betonirakenteiden kuivatuksesta. Kuitenkin rankaelementtejä asennettaessa betonin pintaan täytyy varmistua, että betonipinta on kuiva, eikä betonin ja elementin väliin jää kosteutta.

Viimeinen rankaelementtiin soveltuva kohta on, että ”materiaalien ja rakenteiden kastuminen vaurioittaa rakennuksen”. Rakenteet ja niiden materiaalit täytyy suojata kastumiselta ja ratkaisut niiden suojaamiselle täytyy tehdä jo suunnitteluvaiheessa. (Riskilista, 2018) Rankaelementit kootaan ja säilytetään siihen käytettävien materiaalien tavoin tehtaalla, joten valmistusvaiheessa kastumisriskiä ei ole. Elementit suunnitellaan jo itsessään sääsuojatuiksi, jolloin se kestää säärasitukset kuljetuksen ja mahdollisen työmaavarastoinnin ajan. Elementin ”turhaa” varastointia työmaalla yritetään kuitenkin välttää.

5 TUOTANTO JA ASENNUS

5.1. Yleisesti

Valmistus ja asennus toteutetaan aina ensisijaisesti projektikohtaisten valmistus- ja asennusdetaljien ja -kaavioiden mukaisesti. Tuotannon sekä asennuksen ratkaisuja on kuitenkin vakioitu niin pitkälle kuin mahdollista. Osana opinnäytetyötä oli näiden vakiodetaljien ja -ohjeiden päivitys, ja päivitystä tapahtui pääasiassa kosteudenhallinnan näkökulmasta.

Rankaelementit valmistetaan ja varastoidaan ennen kuljetusta Teräselementti Oy:n omalla elementtitehtaalla Lempäälässä. Elementtejä varastoidessa ne pakataan fakkeihin eli elementtipukkeihin, joissa ne nostetaan kuljetuskaluston kyytiin. Elementtien sujuvaa kuljetusta varten määritettiin elementeille myös maksimi koot ja painot kuljetuskaluston mukaan. Kuljetus työmaalle pyritään aina ajoittamaan niin, että elementit voidaan asentaa mahdollisimman pian niiden saapuessa. Tällä pyritään mahdollisimman lyhyeen varastointiaikaan työmaalla ja näin ollen minimoimaan kastumisriski sekä työmaatoiminnan aiheuttama rikkoontumisriski. Ennen varsinaisen elementtituotannon aloittamista tehdään aina yksi ns. mallielementti, minkä avulla tuotannon työntekijät perehdytetään kohteen detaljeihin ja niiden toteutukseen elementtikokoonpanossa.

Rankaelementtien asennuksesta vastaava työnjohtaja tekee aina kohdekohtaisen asennussuunnitelman, jossa määritetään

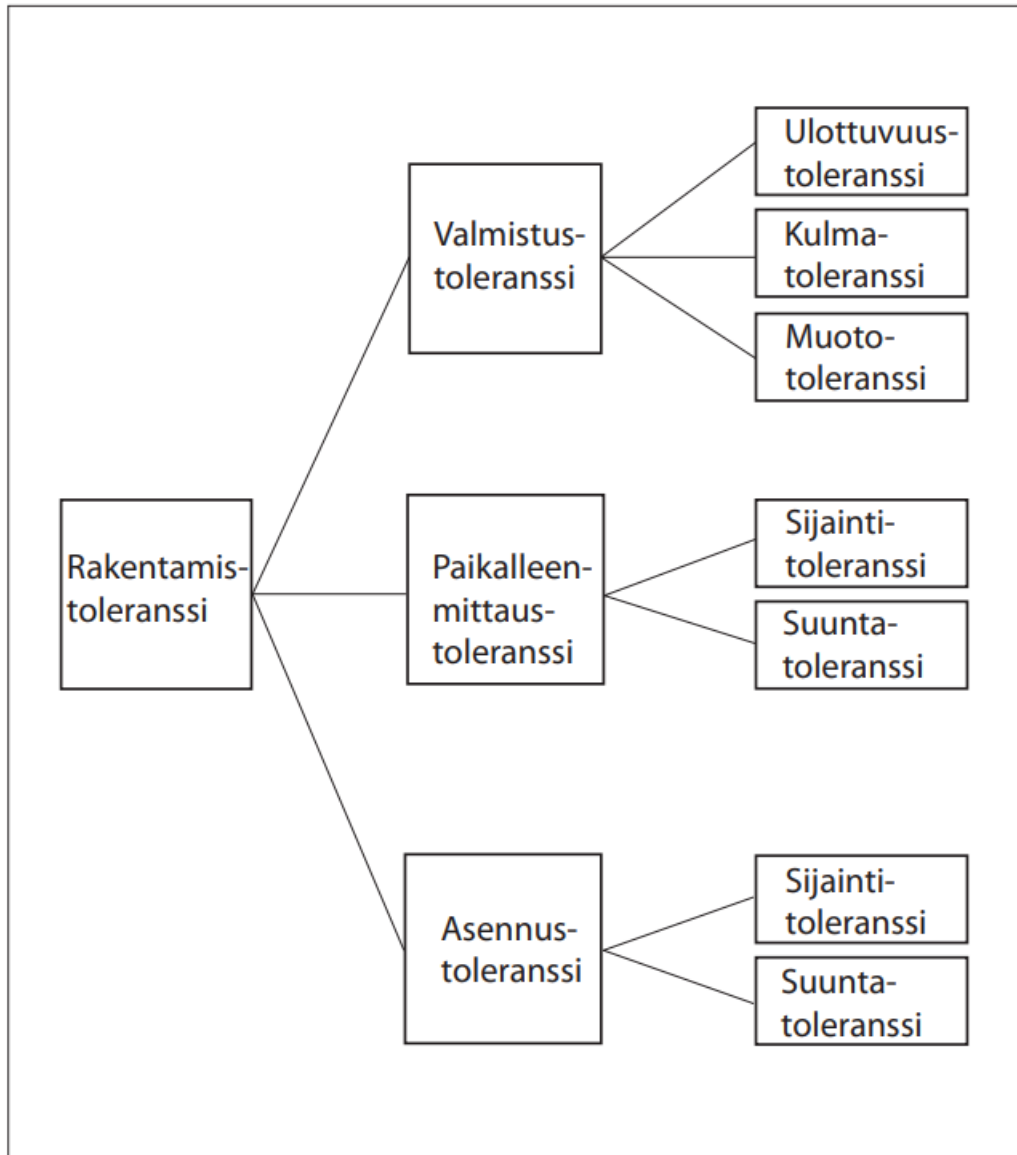
- asennusjärjestys
- asennusaukot
- asennusalueet
- asennusaikataulu
- mittausjärjestelmä
- vähimmäistukipinnat
- asennusaikainen tuenta
- elementtien kiinnittäminen
- erityistoimenpiteet
- elementtien kuljetustapa
- elementtien työmaavarastointi

- putoamissuojaus
- työtavat, työtasot ja apuvälineet
- muut huomioon otavat asiat.

5.2. Toleranssit

Toleranssi tarkoittaa suurinta sallittua vaihtelua jossakin mitassa, sijainnissa tai kulmassa. Yleisesti toleranssi ilmoitetaan ns. symmetrisenä teoreettisen mitan suhteen ja se esitetään merkillä \pm . Esimerkiksi jos jonkin rakenteen osan teoreettinen perusmitta on 1200mm ja sen valmistustoleranssi on ± 3 mm, saa kyseisen osan todellinen mitta vaihdella 1197mm:n ja 1203mm:n välillä. Tällöin sallittu poikkeama on 3mm ja toleranssi 6mm. (RT 02-10996, 2010, 2) Toleransseja voidaan ilmoittaa myös epäsymmetrisenä. Esimerkiksi jos 1200mm pitkä rakennusosa saa olla 5mm pidempi kuin perusmitta, mutta vain 2mm lyhyempi kuin perusmitta, voidaan toleranssi ilmoittaa muodossa -2...+5mm.

Rakentamistoleranssi tarkoittaa valmiin rakenteen toleranssia, eli sitä, kuinka paljon valmiin rakenteen sijainti, mitta, muoto tai kulma saa poiketa suunnitelmasta. Tämän lopullisen poikkeaman suuruus määräytyy valmistuksessa, paikalleenmittauksessa sekä asennuksessa syntyneistä poikkeamista. Näin ollen rakentamistoleranssi koostuu valmistus-, paikalleenmittaus- ja asennustoleransseista, kuten kuvassa 7 havainnollistetaan. (RT 02-10996, 2010, 2)



KUVA 6. Rakentamistoleranssin muodostuminen (RT 02-10996, 2010, 2).

Valmistustoleranssi tarkoittaa rakennusosan tai -tarvikkeen tai esivalmistetun elementin toleranssia (RT 02-10996, 2010, 2). Valmistustoleranssi siis kertoo, kuinka paljon poikkeamaa teoreettisesta mitasta saa syntyä valmistuksen yhteydessä. Paikalleenmittaustoleranssi tarkoittaa jonkin rakennusosan asennussijainnin merkkauksen toleranssia, eli sitä, kuinka paljon merkinnän sijainti saa vaihdella teoreettisesta sijainnista (RT 02-10996, 2010, 2). Asennustoleranssi taas kertoo, kuinka paljon toteutunut asennuksen sijainti, kulma tai muoto saa poiketa paikalleenmitatusta merkistä (RT 02-10996, 2010, 2).

Elementille määritettiin valmistus- sekä asennustoleranssit tekniseen ohjeeseen. Paikalleenmittaustoleranssia ei erikseen määritetty, vaan sen miellettiin sisältyvän asennustoleranssiin. Rakennuksen runkorakenteille, joihin elementti

asennetaan, määritettiin myös toleranssit, joiden sisällä asennus onnistuu vakiovarusteilla ja -ratkaisuilla.

5.3. Laadunvarmistus

Tuotannon ja asennuksen työnjohtajien tehtävänä on valvoa valmistus- ja asennustyön laatua. Laadunvarmistusta harjoitetaan kirjallisen laatudokumentaation avulla elementtituotannossa ja -asennuksessa käytössä olevilla tarkastuspöytälomakkeilla, jotka päivitettiin ja vakioitiin tämän projektin yhteydessä. Tuotantoa ja asennusta varten ovat omat lomakepohjansa. Jokainen elementti tarkastetaan valmistuksen ja asennuksen jälkeen, ja jokaisesta elementistä täytetään molemmat tarkastuspöytäkirjat. Mikäli puutteita tai virheitä löytyy tarkastuksen yhteydessä, on ne korjattava.

6 POHDINTA

Opinnäytetyö on mielestäni onnistunut, sillä tavoitteeseen päästiin eli tekninen ohje rankaelementille saatiin muodostettua. Projekti oli hyvin opettavainen siinä mielessä, että se sisälsi hyvin monipuolisesti ja laajasti asioita. Työ on pakottanut tutkimaan ja ajattelemaan yleisestikin rakentamista ja rakennusprojekteja koko projektin läpiviennin kannalta niin suunnittelun, tuotannon kuin myös asennuksenkin näkökulmasta.

Projekti oli mielenkiintoinen ja lopullisesti ohjeesta tuli mielestäni ehyt ja johdonmukainen kokonaisuus. Työssä pääsi hyödyntämään koulussa sekä etenkin harjoittelussa opittuja asioita. Yrityksen edustajilta sai hyvin apua etenkin teknisien ratkaisujen suhteen.

LÄHTEET

Hietala, Jari. 2013. Teräselementti Oy. Julkisivurakenteiden CE-merkintä. PDF. Julkaisematon. Viitattu 15.3.2021.

SFS-EN 13830:2015 + A1:2020:en. 2020. Curtain walling. Product standard. 3. painos.

Puuinfo Oy. 2020. Määräykset, paloturvallisuus. Päivitetty 13.7.2020. <https://puuinfo.fi/suunnittelu/maaraykset/paloturvallisuus/>

RALA ry. n.d. Kuivaketju10. Etusivu. Luettu 15.3.2021. <http://kuivaketju10.fi/#etusivu>

RALA ry. 2018. Kuivaketju10. Riskilista. PDF. Päivitetty 13.3.2018. http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Riskilista_150313.pdf

RIL ry. n.d. Ohjeet ja normit. Puurakenteiden palomitoitus. Luettu 22.3.2021. <https://www.ril.fi/kirjakauppa/ohjeet-ja-normit/ril-205-2-2019-puurakenteiden-palomitoitus-eurokoodi-p-748.html>

RIL 205-1-2009. Puurakenteiden suunnitteluohje. Luettu 13.4.2021

Weckman, Henry. 2001. Rakennustarvikkeiden uudet eurooppalaiset paloluokitukset Suomen rakentamismääräyksissä. Suomen ympäristö 519. Helsinki: Ympäristöministeriö. 52 s. Luettu 13.4.2021. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK030402.pdf>.

Lähdesmäki, Kimmo 2013. Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden rakennusfysiikkaaliset ominaisuudet. RIL 255-2013. Luku 9 Toimituksellinen kooste kommentointia varten. PDF. Luettu 14.4.2021. https://www.ril.fi/media/luku-9_rakennusmateriaalit_28062013.pdf.

Teräselementti Oy. n.d. Nettisivut. Rankaseinät verhouksilla. Luettu 15.4.2021. <https://teraselementti.fi/julkisivurakentaminen/rankaseinat-verhouksilla/>

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 20.12.2017/1010

Ritola, Elina. 2016. Talonrakentamisen perusteet. Opetusmateriaali. TAMK. Viitattu 19.4.2021. Julkaisematon. Opinnäytetyön tekijän hallussa.

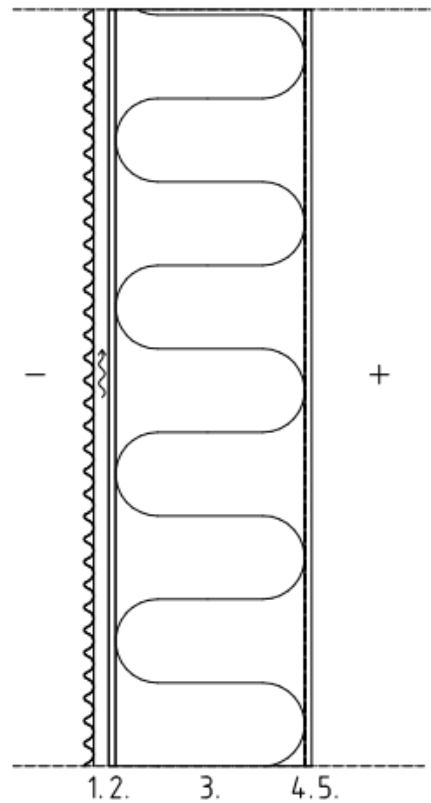
Paloniitty Sauli. RI YAMK. 2013. Rakennusten tiiviysmittaus. Rakentajan kalenteri. Luettu 19.4.2021. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK130504.pdf>

RT tietoväylä. RT 02-10996. 2010. Rakennusalan toleranssit, toleranssien määritelmät ja suositeltavat lukuarvot. Luettu 20.4.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2002-10996>


SFS-EN 1991-1-1. 2002. Eurocode 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat, tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat. Luettu 20.4.2021.

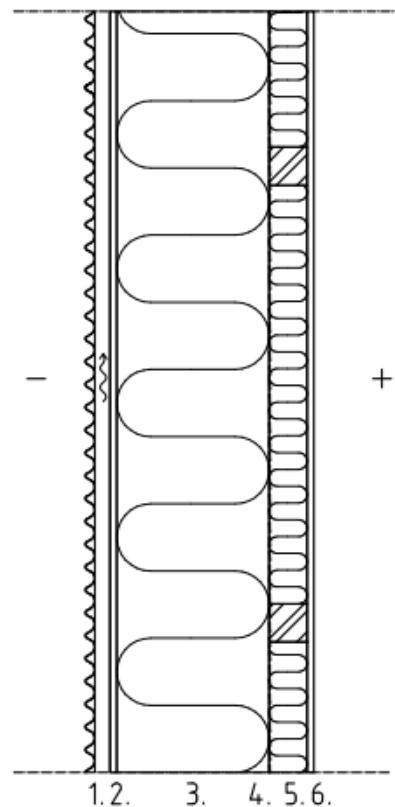
LIITTEET

Liite 1. Rakennetyypit




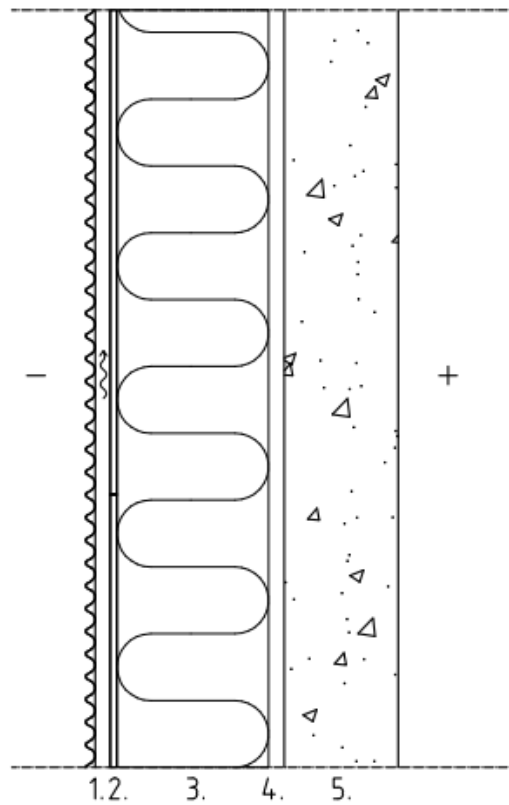
- | | | |
|----|--------|---|
| 1. | ~30mm | Ulkooverhous + 20mm tuuletusrako |
| 2. | 9,5mm | Tuulensuojalevy |
| 3. | 250 mm | Kertopuurunko 51x250 k600
+ Mineraalivilla |
| 4. | 0,2mm | Höyrysulkumuovi |
| 5. | 13mm | kipsilevy |

Muutostunnus	Muutospvm	Tekijä	Muutoksen sisältö	
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö	Mittakaava
			Rakennetyyppi	1:10
			250mm	
 teräselementti oy MARJAMÄENTIE 16 FIN-37570 LEMPÄÄLÄ P. +358 (0)3 253 6200 F. +358 (0)3 253 6285			Suunn.	Liittyy piir.
			Piirt.	
			Pvm.	7.4.2021
			RAK - TRE 250	




- | | | |
|----|--------|---|
| 1. | ~30mm | Ulkooverhous + 20mm ruuletusrako |
| 2. | 9,5mm | Tuulensuojalevy |
| 3. | 200 mm | Kertopuurunko 51x200 k600
+ Mineraalivilla |
| 4. | 0,2mm | Höyrysulku |
| 5. | 50mm | Vaakakoolaus + kivivillaeriste |
| 6. | 13mm | Kipsilevy |

Muutostunnus	Muutospvm	Tekijä	Muutoksen sisältö		
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö	Mittakaava	
			Rakennetyyppi	1:10	
			200+50mm		
 teräselementti oy MARJAMÄENTIE 16 FIN-37570 LEMPÄÄLÄ P. +358 (0)3 253 6200 F. +358 (0)3 253 6285		Piirt.	Suunn.ala, työnnumero ja piirustusnumero	Liittyy piir.	
		Suunn.		TLe	
		Pvm.		7.4.2021	
			RAK - TRE 200/50	Muutos	



- | | | |
|----|--------|---|
| 1. | ~30mm | Ulkoverhous + 20mm tuuletusrako |
| 2. | 9,5mm | Tuulensuojalevy |
| 3. | 200 mm | Kertopuurunko 51x200 k600
+ Mineraalivilla |
| 4. | 20mm | Ilmarako |
| 5. | | Teräsbetoneisina rakennesuunnitelmien mukaan |

Muutosnunnus	Muutospvm	Tekijä	Muutoksen sisältö	
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö	Mittakaava
			Rakennetyyppi	1:10
			200mm betonin pinnassa	
 teräselementti oy MARJAMÄENTIE 16 FIN-37570 LEMPÄÄLÄ P. +358 (0)3 253 6200 F. +358 (0)3 253 6285		Piirt.	TLe	Suunn.ala, työnnumero ja piirustusnumero
		Suunn.		Liittyy piir.
		Pvm.	7.4.2021	RAK - TRE 200B
				Muutos