



# **Puurakenteisen kahvilan laajennuksen rakennesuunnittelu**

## **Laajentamisen riskit ja haasteet**

Jaana Peltokangas

Opinnäytetyö, AMK

Joulukuu 2021

Tekniikan ja liikenteen ala

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma

**Peltokangas, Jaana**

**Puurakenteisen kahvilan laajennuksen rakennesuunnittelu. Laajentamisen riskit ja haasteet.**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Joulukuu 2021, 44 sivua.

Tekniikan ala. Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö, AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

## **Tiivistelmä**

Opinnäytetyön aihe muodostui toimeksiantajan käynnissä olevan Jämsässä sijaitsevan kahvilarakennuksen laajennusprojektin pohjalta. Projektiin oli tarve tuottaa rakennusvalvonnan edellyttämät suunnitelmat laajennusosan perustuksista, rungosta ja rakenneosien liitoksista sekä rakennelaskelmat kantavien puurakenteiden (pilarit ja palkit) osalta.

Opinnäytetyön aiheena on puurakenteisen kahvilan rakennesuunnittelu ja laajentamiseen liittyvät riskit ja haasteet. Rakennesuunnittelun osalta tarkastelussa oli laajennuksen rakenteelliset ratkaisut ja järjestelmät aina perustuksilta vesikatolle saakka. Laajentamiseen liittyviä riskejä ja haasteita käsiteltiin sekä rakennesuunnittelun, arkkitehtisuunnittelun, että rakentamisen osalta. Työssä tavoitteena oli löytää keinoja siihen, kuinka riskit voitaisiin välttää ja ottaa huomioon laajennuksen eri suunnitteluvaiheissa ja rakentamisen aikana.

Työ toteutettiin tuottamalla vaaditut rakennelaskelmat ja laajennuksen rakennesuunnittelu lakeja ja ase-  
tuksia noudattamalla, sekä kunnallisia rakentamisohjeita ja puurakenteiden suunnitteluohjeita apuna käyt-  
täen. Tietoa lisä- ja muutostöihin liittyvistä riskeistä ja keinoista niiden välttämiseen, etsittiin aiheeseen liit-  
tyvistä luotettavista ja ajantasaisista julkaisuista.

Tuloksena saatiin suunnitteluohjeiden perusteella laaditut laajennuksen kantavien pilarien ja palkkien ra-  
kennelaskelmat sekä rakennusvalvonnan vaatimat rakennesuunnitelmat ja -kuvat. Kohde valmistui sunni-  
telmien pohjalta huhtikuussa 2021. Lähdeaineiston tutkimisen tuloksena todettiin, että laajentamiseen liit-  
tyy vakavasti otettavia riskejä, jotka piilevät laajennuksen puutteellisissa suunnitelmissa ja toteutuksessa.  
Riskejä on mahdollista välttää ammattitaitoisella ja huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella. Erityistä  
huomiota tulee kiinnittää laajennusosan ja alkuperäisen rakennuksen liittymien suunnitteluun ja toteutuk-  
seen.

## **Avainsanat (asiasanat)**

Laajennusrakentaminen, muutosrakentaminen, lisärakentaminen, korjausrakentaminen, rakennesuunnit-  
telu, arkkitehtisuunnittelu, puurakentaminen, rakennelaskelmat

## **Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)**

**Peltokangas, Jaana**

**The structural design of extension to timber-framed café building. The risks and challenges of extension construction.**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, December 2021, 44 pages.

Engineering and technology. Degree Programme in Construction and Civil Engineering. Bachelor's Thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

### **Abstract**

The topic of the thesis originates from client's cafe building extension project in progress in Jämsä. There was a need to produce the plans required for building supervision for the foundations, the frame, and the joints of structural parts, as well as structural calculations for load-bearing wooden structures which includes columns and beams.

The topic of the thesis was structural designing of the wooden cafe building extension project. Furthermore, the study was researched the risks and challenges of extension construction. The structural designing was included structural solutions and systems from the foundations to the roof. The risks and challenges of the extension were managed structural design, architectural design, and construction. The aim of the thesis was to find ways how risks could be avoided and considered during the various planning stages of the extension and during construction.

The study was carried out by producing the required structural calculations and structural designing of the extension by following laws and regulations, as well as municipal construction guidelines and design guidelines for wooden structures. Information about risks and ways to avoid them, was sought in trusted and up-to-date publications related to the topic.

As a result of the thesis was achieved the construction calculations of load-bearing columns and beams of the extension as well as construction plans, and drawings required by building supervision. Calculations were based on the standards of design. The building project was completed in April 2021. As a result of the examination of the source data, it was found that there are serious risks to the extension that are hidden in the plans and implementation of the extension. It is possible to avoid risks through professional and careful planning and execution. Particular attention should be paid to the design and implementation of the interfaces of the expansion section and the original building.

### **Keywords/tags (subjects)**

Extension construction, rebuilding, reconstruction, structural design, architectural design, timber construction, structural calculations

### **Miscellaneous (Confidential information)**

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto.....</b>	<b>4</b>
1.1	Opinnäytetyön tausta, tehtävä ja tavoite.....	4
1.2	Aiheen rajaus.....	5
1.3	Toimeksiantaja.....	5
<b>2</b>	<b>Rakennussuunnittelu.....</b>	<b>6</b>
2.1	Lähtökohdat.....	6
2.1.1	Määräykset ja ohjeet.....	7
2.1.2	Suunnittelutehtävien vaativuusluokat.....	7
2.1.3	Rakennuksen seuraamusluokka.....	8
2.1.4	Rakennuksen paloluokka.....	9
2.2	Sijainti.....	10
2.3	Tilat.....	11
2.4	Julkisivut.....	12
2.5	Rakennuslupaprosessi.....	14
<b>3</b>	<b>Rakenneosien mitoitus.....</b>	<b>16</b>
3.1	Kuormat.....	16
3.1.1	Omapaino.....	16
3.1.2	Lumikuorma.....	17
3.1.3	Tuulikuorma.....	19
3.2	Käyttöluokka.....	21
3.3	Laskelmien tulokset.....	21
3.3.1	Palkit.....	23
3.3.2	Pilarit.....	23
3.3.3	Materiaalit.....	23
<b>4</b>	<b>Rakennesuunnittelu.....</b>	<b>24</b>
4.1	Rakennetyypit.....	24
4.2	Perustukset.....	27
4.2.1	Reunavahvistettu laattaperustus.....	27
4.2.2	Talvibetonointi.....	29
4.3	Runkorakenteet.....	30
4.3.1	Palkit ja pilarit.....	30
4.3.2	Rankarunko.....	35
4.3.3	Katto- ja räystäsrakenteet.....	37

4.4 Rungon jäykistys.....	39
<b>5 Laajentamisen riskit ja haasteet .....</b>	<b>43</b>
5.1 Rakennesuunnittelun merkitys laajennusrakentamisessa.....	44
5.2 Arkkitehtisuunnittelun merkitys laajennusrakentamisessa .....	45
5.3 Laadukas rakentaminen .....	46
<b>6 Pohdinta .....</b>	<b>47</b>
<b>Lähteet.....</b>	<b>49</b>
<b>Liitteet.....</b>	<b>52</b>
Liite 1. Rakennetyypit.....	52
Liite 2. Palkkilaskelma, vanha ulkoseinälinja (pituus 5656mm) .....	56
Liite 3. Palkkilaskelma, kattokannattaja (pituus 3184mm) .....	61
Liite 4. Lasiliukuseinän aukonylityspalkki (pituus 8390mm) .....	65
Liite 5. Pilarilaskelma, vanha ulkoseinälinja (ei tuulta) .....	70
Liite 6. Pilarilaskelma, lasiliukuseinän aukon pielet (tuuli) .....	74
Liite 7. Rakenneleikkaukset .....	79
<b>Kuvat</b>	
Kuva 1. Kahvilarakenns ennen laajentamista (kuva Himoksen sanomat).....	6
Kuva 2. Valmis laajennus kahvilan avajaispäivänä 30.4.2021 (kuva Pasi Pohjoismäki).....	15
Kuva 3. Pilari-palkkirakenne asennusvaiheessa (kuva Pasi Pohjoismäki) .....	31
Kuva 4. Sisätilat ulkoseinien purkamisen jälkeen (kuva Pasi Pohjoismäki) .....	32
Kuva 5. Lasiliukuseinän palkki (kuva Pasi Pohjoismäki) .....	33
Kuva 6. Lasiliukuseinän asennus (kuva Pasi Pohjoismäki) .....	34
Kuva 7. Laajennusosan runkorakenteita (kuva Pasi Pohjoismäki) .....	36
Kuva 8. Ristikoiden sijoittuminen palkeille (kuva Pasi Pohjoismäki).....	38
Kuva 9. Laajennusosan yläpohjan jäykistävä vanerilevytytys (kuva Pasi Pohjoismäki).....	40
Kuva 10. Ulkoseinien jäykistävää levytystä (kuva Pasi Pohjoismäki) .....	41
<b>Kuviot</b>	
Kuvio 1. Kokoontumis- ja liiketilarakennuksen paloluokan määrittäminen .....	10
Kuvio 2. Asemapiirustus (ei mittakaavassa) .....	11
Kuvio 3. Pohjapiirustus (ei mittakaavassa) .....	12
Kuvio 4. Julkisivukuvat (ei mittakaavassa).....	13
Kuvio 5. Maanpinnan lumikuorman ominaisarvot $s_k$ .....	17

Kuvio 6. Lumikuorman muotokertoimet .....	18
Kuvio 7. Yläpohjan kuormituskaavio .....	18
Kuvio 8. Nopeuspaineen ominaisarvot $q_{p0}(h)$ eri maastoluokissa .....	20
Kuvio 10. Laajennusosan ulkoseinärakenne .....	25
Kuvio 11. Laajennusosan yläpohjarakenne .....	26
Kuvio 12. Laajennusosan alapohjarakenne .....	26
Kuvio 13. Perustusten leikkauskuva .....	28
Kuvio 14. Perustusten mittapiirustus (ei mittakaavassa) .....	29
Kuvio 15. Purettavan ulkoseinälinjan pilari-palkkirakenne.....	30
Kuvio 16. Palkin liitos yläpohjaan .....	31
Kuvio 17. Lasiliukuseinän aukonylityspalkki ulkoseinällä (8390mm) .....	33
Kuvio 18. Sivuräystäs palkin kohdalla.....	34
Kuvio 19. Pilari-palkkiliitos .....	35
Kuvio 20. Runkokaavio .....	37
Kuvio 21. Ristikoiden limitys .....	38
Kuvio 22. Päätyräystäsleikkaus .....	39

## Taulukot

Taulukko 1. Rakennuksen perustiedot .....	7
Taulukko 2. Julkisivukuvissa esitetyt materiaalit ja värisävyt .....	13
Taulukko 3. Maastoluokat.....	19
Taulukko 4. Voimakerroin $c_f$ .....	20
Taulukko 5. Normit ja kuormitukset.....	22
Taulukko 6. Laskelmien tulokset .....	22
Taulukko 7. Laajennusosan rakenteellinen järjestelmä.....	42

# 1 Johdanto

## 1.1 Opinnäytetyön tausta, tehtävä ja tavoite

Opinnäytetyön lähtökohtana oli toimeksiantajan projekti, johon oli tarve tuottaa rakennusvalvonnan edellyttämät suunnitelmat laajennusosan perustuksista, rungosta ja rakenneosien liitoksista sekä rakennelaskelmat kantavien puurakenteiden (pilarit ja palkit) osalta. Kyseessä oleva projekti oli Jämsän Äijän aukion kahvilarakennuksen laajennus, jonka arkkitehtisuunnittelusta ja samalla opinnäytetyön toimeksiannosta vastasi arkkitehtitoimisto Zaner Arkkitehdit Oy.

Opinnäytetyön aihe muodostui toimeksiantajan tarpeiden ohella henkilökohtaisesta kiinnostuksesta korjaus- ja muutostöiden suunnittelua kohtaan. Työn tavoitteena oli kehittää rakennesuunnittelutaitoja ja muodostaa yleiskuva laajentamiseen liittyvistä riskeistä ja haasteista. Henkilökohtaisten tavoitteiden lisäksi, työn tarkoituksena oli kehittää ja edistää toimeksiantajan korjaus- ja muutostöiden arkkitehtisuunnittelua.

Opinnäytetyö on aiheeltaan ajankohtainen, sillä asiantuntevalle laajennus- ja korjausrakentamiselle ennustetaan olevan tilausta tulevaisuudessa. Rakennusalan suhdanneryhmän (Raksu) mukaan koronaviruspandemia on nostanut runsaasti pintaan asumiseen sekä työympäristöön liittyviä muutostoiveita ja -tarpeita, joita toteutetaan sekä uudis- että korjausrakentamisella (RAKSU kevät 2021, 24). Koronarajoitusten vaikutukset korjausrakentamiseen näkyvät etenkin omatoimisten ja itseohjautuvien DIY (do it yourself) korjausten määrän kasvussa, joka oli vuoden 2020 aikana 3–5 prosenttia. Huolimatta siitä, että samana vuonna ammattimaisen korjausrakentamisen määrä väheni arviolta yli 5 prosenttia, tarkoittaen korjausrakentamisen kokonaiskasvun lähes täydellistä pysähtymistä, ennustaa rakennusalan suhdanneryhmä korjausrakentamiselle valoisaa tulevaisuutta. (RAKSU kevät 2021, 23.) Korjausrakentamisen kokonaismäärän ennakoidaan kasvavan lähivuosina entisestään ja siirtyvän aiempaa ammattimaisemmaksi (RAKSU Syyskuu 2021, 26).

## 1.2 Aiheen rajaus

Tässä opinnäytetyössä ei käyty läpi kaikkia laajentamiseen liittyviä riskejä ja haasteita. Perusoletuksena oli, että laajentamisessa piilee riskejä, jotka ammattimaisella suunnittelulla ja toteuttamisella on mahdollista välttää. Työssä tuotiin esille riskeistä merkittävimmät, tutkimalla aiheesta tehtyjä julkaisuja ja sovittamalla niitä taustalla olevaan projektiin. Samalla pohdittiin sitä, kuinka riskit voitaisiin välttää rakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa. Asiaa käsiteltiin sekä rakentamisen, rakennesuunnittelun, kuin arkkitehtisuunnittelunkin osalta. Arkkitehtisuunnittelulla uskottiin olevan riskien hallinnassa merkittävä rooli.

Rakennesuunnittelun osalta tavoite oli ennen kaikkea tuottaa rakennusvalvonnan vaatimat rakennekuvat ja -suunnitelmat, jolla laajennus voitiin toteuttaa. Työssä selostettiin ja perusteltiin laajennuksen rakenteellinen järjestelmä, rakenneratkaisut ja materiaalivalinnat. Rakennemitoituksen osalta työssä toteutettiin rakennelaskelmat laajennusosan kantavista pilareista ja palkeista. Laskelmiin ei sisällytetty pilarien ja palkkien välisten liitosten mitoittamista tai tarkempaan selostamista. Suunnittelu toteutettiin lain sekä ympäristöministeriön asetusten ja ohjeiden ohella kunnallisia rakentamishojeita sekä alan standardeja ja suunnitteluohjeita noudattaen. Näiden lisäksi tietoa etsittiin rakennusalan julkaisuista ja artikkeleista.

## 1.3 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantaja Zaner Arkkitehdit Oy on vaativiin peruskorjaushankkeisiin erikoistunut arkkitehtisuunnittelutoimisto, jonka suunnittelukohteina ovat niin tuotanto-, liike-, toimisto-, kuin asuinrakennuksetkin. Peruskorjauskohteiden lisäksi suunnitteluun sisältyy yhä enemmän uudiskohteita. Vuonna 2008 perustetun yrityksen varsinaiset toimistotilat ja käyntiosoite ovat Jämsässä, mutta toimiston toiminta ulottuu koko Suomen alueelle.

## 2 Rakennussuunnittelu

### 2.1 Lähtökohdat

Laajennettava rakennus on 2000-luvun alussa valmistunut puurakenteinen, maanvaraisesti perustettu, harjakattoinen kahvilarakennus. Rakennus on kerrosalaltaan 92m<sup>2</sup>, joka pitää sisällään varsinaisen kahvila-/asiakastilan, keittiön, pienen varastotilan, siivouskomeron, sekä henkilökunnan wc:n ja yhden asiakas-wc:n. Rakennus on yksikerroksinen ja kätkee sisälleen pienen käyttöullakko-tilan. Rakennuksen ulkoverhouksena on vaaleanharmaa vaakapaneeli ja vesikatteena huopakate, joka laajennustyön yhteydessä korvattiin lopulta peltikatteella. Rakennuksen kunto on hyvä, eikä sitä ole tarve laajennuksen yhteydessä kunnostaa. Rakennuksen sisätiloihin tehdään kuitenkin paljon muutoksia. Esimerkiksi tilojen sisäpinnat ja kiintokalusteet uusitaan kokonaan. Myös rakennuksen ilmanvaihtoa tehostetaan, rakennustilavuuden ja rakennuksen käyttäjämäärän kasvaessa.

Laajennuksen lähtökohtana on vastata tilaajan kasvavaan tilantarpeeseen. Kohteen merkityksellisyttä ja laajennuksen tarvetta korostavat sen keskeinen sijainti Jämsän keskustan toriaukiolla. Laajennuksen tavoitteena on mahdollistaa yritystoiminnan monipuolinen kehittyminen, elävöittää ja kehittää keskustan liiketoimintaa sekä tuoda positiivista vaikutusta kaupunkikuvaan ja toimintaan.



Kuva 1. Kahvilarakennus ennen laajentamista (kuva Himoksen sanomat)

## Taulukko 1. Rakennuksen perustiedot

Kohteen nimi	Kahvila Akuliina
Osoite	Koskentie 2 A, Jämsä
Kortteli	6
Pääasiallinen käyttötarkoitus	Liiketoiminta (kahvila)
Rakennussuunnittelun vaativuusluokka	Tavanomainen (A 214/2015, 3 §)
Rakenteiden vaativuusluokka	Tavanomainen (A 214/2015, 7 §)
Seuraamusluokka	CC2 (RIL 205-1-2017)
Paloluokka	P3 (RT 103131)
Pääasiallinen rakennusmateriaali	Puu
Pääasiallinen rakennustapa	Paikalla rakentaminen
Kerrosluku	1
Kokonaiskorkeus	5,4 m
Nykyisen rakennuksen bruttopinta-ala	92 m <sup>2</sup>
Laajennuksen bruttopinta-ala	60 m <sup>2</sup>
Pinta-ala yhteensä	152 m <sup>2</sup>

### 2.1.1 Määräykset ja ohjeet

Arkkitehtisuunnittelussa pyritään vastaamaan parhain mahdollisin keinoin tilaajan tarpeisiin ja toiveisiin. Suunnitteluun vaikuttavat ja sitä ohjaavat maankäyttö- ja rakennuslaki sekä lain pohjalta laaditut asetukset ja ohjeet. Arkkitehtisuunnittelua ohjaavat erityisesti lain edellyttämä kuntakohmainen rakennusjärjestys sekä rakennuspaikalla mahdollisesti vaikuttava asemakaava. Asemakaavoituksen tarkoituksena on ohjata ja kehittää yksityiskohtaisesti maankäyttöä ja rakentamista alueellaan (L 5.2.1999/132, 50 §).

### 2.1.2 Suunnittelutehtävien vaativuusluokat

Suunnittelutehtävien vaativuusluokat määräytyvät valtioneuvoston asetuksen (A 214/2015) mukaan. Hankkeen suunnittelutehtävät täyttävät sekä rakennussuunnittelun, että kantavien rakenteiden suunnittelun osalta tavanomaisen suunnittelun kriteerit.

*Rakennussuunnittelutehtävä on tavanomainen, jos suunniteltava rakennus on yksitai kaksikerroksinen ja kooltaan pienehkö, arkkitehtonisilta, teknisiltä ja toiminnallisilta vaatimuksiltaan tavanomainen eikä rakennuksen käyttötarkoituksesta, ympäristöstä tai rakennuspaikasta aiheudu suunnittelulle erityisiä vaatimuksia.*

*Rakennussuunnittelutehtävä korjaus- ja muutostyössä on tavanomainen, jos korjaus- ja muutostyön arkkitehtoniset, tekniset ja toiminnalliset vaatimukset ovat tavanomaiset eikä rakennuksen ympäristöstä, rakennuspaikasta tai rakennuksen käyttötarkoituksesta tai ominaisuudesta aiheudu suunnittelulle erityisiä vaatimuksia.*

*(A 214/2015, 3 §.)*

Laajennus on yksikerroksinen, pinta-alaltaan 60m<sup>2</sup>, eikä rakennuksen ympäristö ja rakennuspaikka aiheuta suunnittelulle erityisvaatimuksia. Laajennus on myös arkkitehtonisilta, teknisiltä ja toiminnallisilta vaatimuksiltaan tavanomainen. Laajennusosan kantavat rakenteet ovat yksinkertaisia ja niiden suunnittelussa noudatetaan yleisiä suunnitteluohjeita ja vakiintuneita rakenneratkaisuja.

*Kantavien rakenteiden suunnittelutehtävä on tavanomainen, jos suunniteltava rakennus on yksi- tai kaksikerroksinen ja kooltaan pienehkö, rakennuksen kantavat rakenteet ovat teknisiltä ja toiminnallisilta vaatimuksiltaan yksinkertaiset ja suunnittelussa voidaan käyttää yleisiä suunnitteluohjeita ja vakiintuneita ratkaisuja.*

*Kantavien rakenteiden korjaus- ja muutostyön suunnittelutehtävä on tavanomainen, jos korjaus- ja muutostyön tekniset ja toiminnalliset vaatimukset ovat yksinkertaiset ja suunnittelussa voidaan käyttää yleisiä suunnitteluohjeita ja vakiintuneita ratkaisuja eikä rakennuksen ominaisuuksista aiheudu suunnittelulle erityisiä vaatimuksia.*

*(A 214/2015, 7 §.)*

### **2.1.3 Rakennuksen seuraamusluokka**

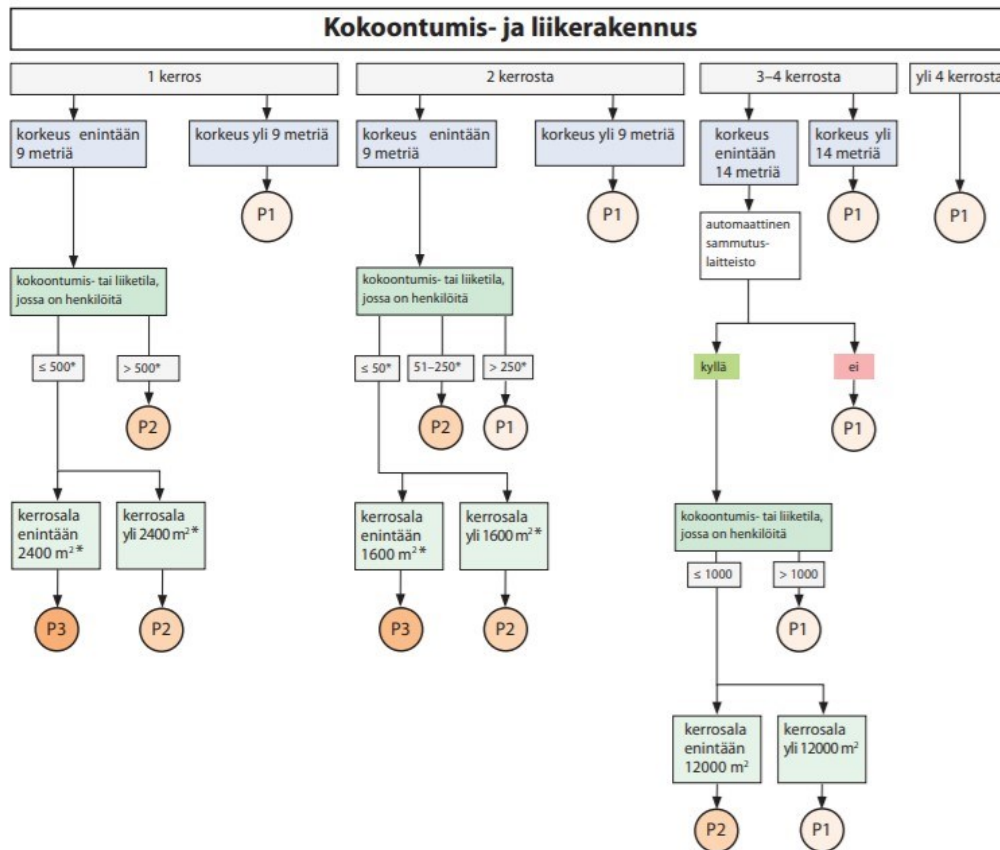
Seuraamusluokalla (CC) tarkoitetaan rakennuksen vaurion tai vian seuraamusten vakavuuden mukaan määräytyvää luokitusta. Seuraamuksilla tarkoitetaan ihmishenkien menetyksiä, taloudellisia ja sosiaalisia haittoja sekä ympäristölle aiheutuvia vahinkoja. Rakennuskohteen eri osille voidaan määrittää myös eri seuraamusluokat, riippuen niiden käyttötavasta ja rakenneratkaisuista. (Rakenteiden lujuus ja vakaus 2016, 22.)

Jos rakennuksen tai rakenteen viasta tai vauriosta aiheutuvat seuraamukset voivat olla erityisen vakavia ja suuria, kuuluu rakennus tai rakenne seuraamusluokkaan CC3. Seuraamusluokassa CC2 seuraamukset voivat olla keskisuuria ja luokassa CC1 puolestaan vähäisiä tai pieniä. (Rakenteiden lujuus ja vakaus 2016, 22.) Rakennus kuuluu tässä tapauksessa seuraamusluokkaan CC2, koska onnettomuustilanteesta aiheutuvat seuraamukset voivat olla korkeintaan keskisuuria, eikä rakennusta tai rakenteita voida laskea kuuluvaksi luokkiin CC1 tai CC2.

#### **2.1.4 Rakennuksen paloluokka**

Rakennukset jaotellaan neljään paloluokkaan, joista luokkia P1-P3 käytetään, kun rakennuksen suunnittelu toteutetaan asetusten mukaisia luokkia ja lukuarvoja noudattaen. Paloluokkaa P0 käytetään vain siinä tapauksessa, jos rakennuksen suunnittelussa noudatetaan oletettuun palonkehitykseen perustuvaa mitoitusta. Paloluokka määrittelee sen, minkä tasoisia paloturvallisuusratkaisuja rakennukseen tulee valita. Siksi rakennuksen paloluokka tulee määrittellä jo suunnittelun varhaisessa vaiheessa. Paloluokkien määräytymisen pohjalla on Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta (A 848/2017). (RT 103131, 1–2.)

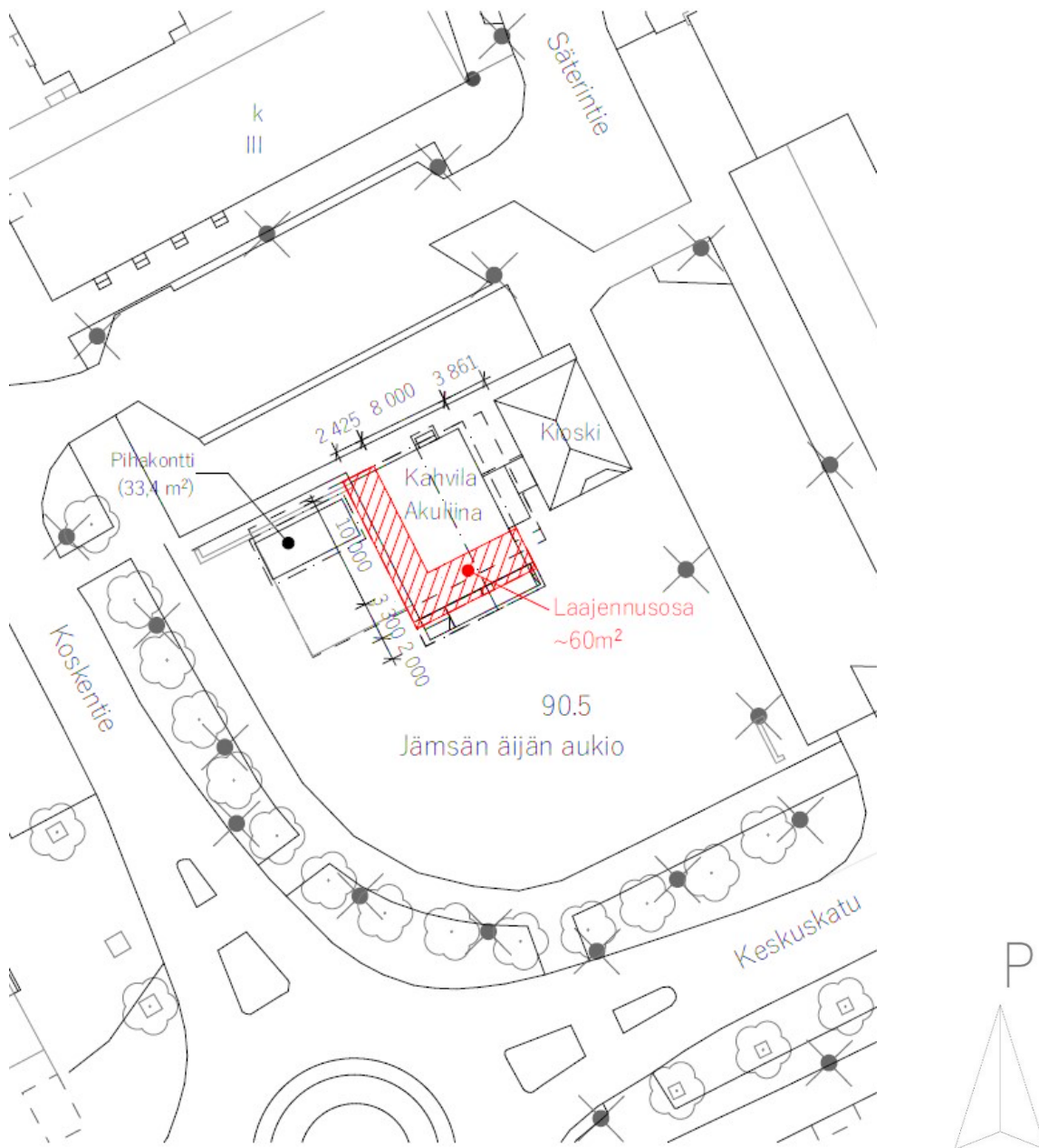
Paloluokat jaotellaan mm. rakennuksen käyttötarkoituksen, palokuormien ja -osastojen, sekä kerrosalan, kerrosluvun ja käyttäjien lukumäärän mukaan. P3 -paloluokan rakennus on korkeintaan 1–2 kerroksinen ja useimmiten pieni rakennus. Sen kantaville rakenteille ei ole asetettu erityisvaatimuksia, lukuun ottamatta niitä rakenteita, jotka tukevat osastoivia rakenneosia. Rakennuksen koosta ja henkilömäärää on rajoitettu käyttötarkoituksen mukaisesti. (RT 103131, 2.) Kohde kuuluu paloluokkaan P3. Kuvion 1 kaavio kuvailee kokoontumis- ja liikerakennuksen paloluokan määrittämistä (RT 103131, 5).



Kuvio 1. Kokoontumis- ja liikerakennuksen paloluokan määrittäminen

## 2.2 Sijainti

Kohde sijaitsee keskeisellä paikalla, Jämsän keskustan toriaukiolla. Laajennusmahdollisuuksia rajoittavat sekä torialueen käyttötarkoitus, että koillisessa sijaitsevan naapurirakennuksen läheisyys. Laajentaminen onkin mahdollista vain rakennuksen kaakon ja lounaan puoleisten sivujen suuntaan. Rakennuspaikka on asfaltoitu tasamaa, eikä ympärillä ole rakentamista rajoittavaa kasvillisuutta.

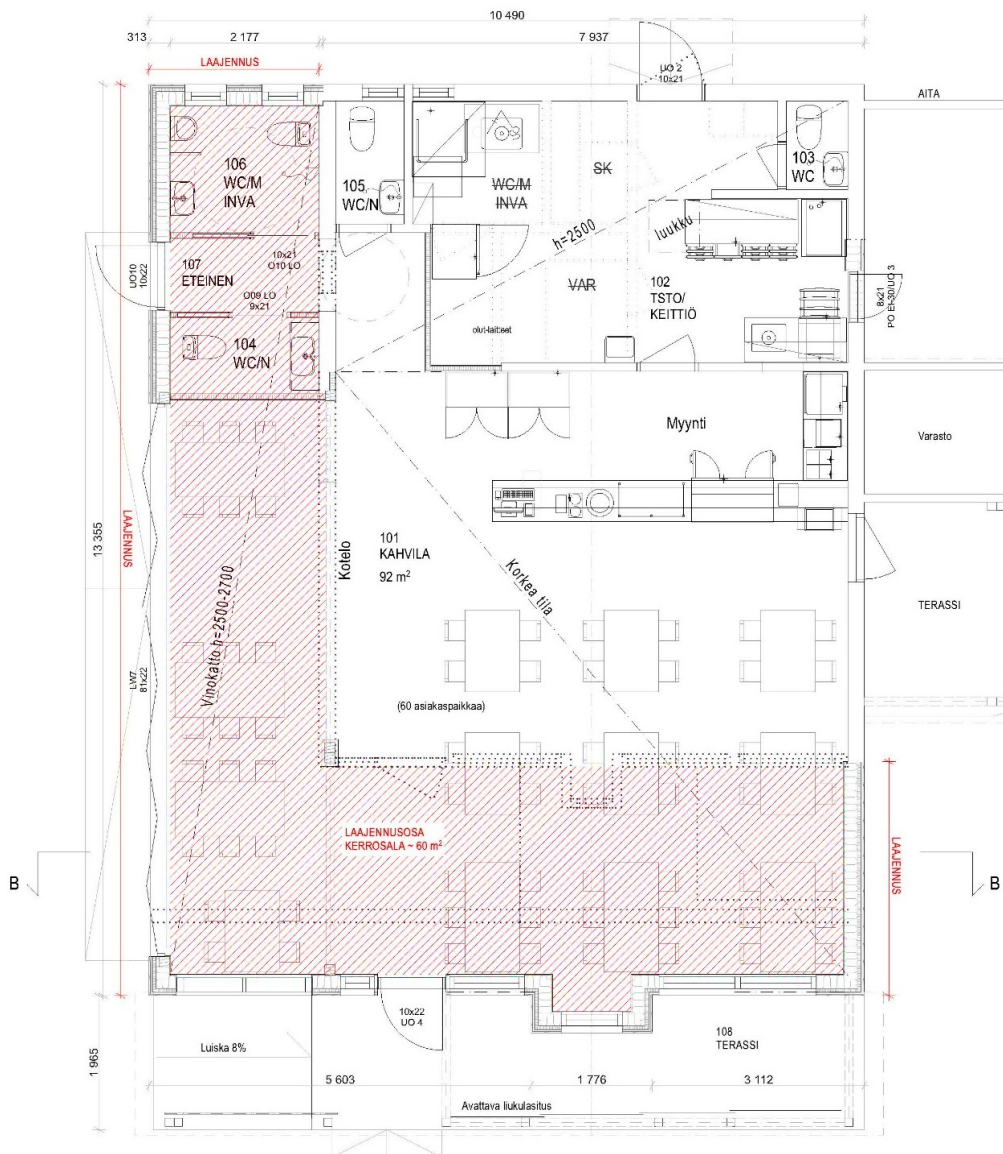


Kuvio 2. Asemapiirustus (ei mittakaavassa)

## 2.3 Tilat

Laajennuksen arkkitehtisuunnittelusta vastasi Zaner Arkkitehdit Oy. Tilojen suunnittelua ohjasi ajatus yhtenäisestä, korkeasta ja avarasta asiakastilasta. Ensisijaisen tärkeää oli kahvilatilojen asiakaspaikkojen määrän kasvattaminen, joten rakennusta päädyttiin laajentamaan sekä kaakkoon, että lounaan suuntaan. Alkuperäisessä rakennuksessa näihin ilmansuuntiin sijoittuivat katetut terassit, jotka laajentamisen myötä muuttuvat sisätiloiksi. Laajennuksen ansiosta rakennuksen

asiakspaikkojen lukumäärä kaksinkertaistuu ja asiakas-wc-tilojen lukumäärä kolminkertaistuu. Laajennettava osa on esitetty kuvion 3 pohjapiirroksessa punaisella rasterilla.

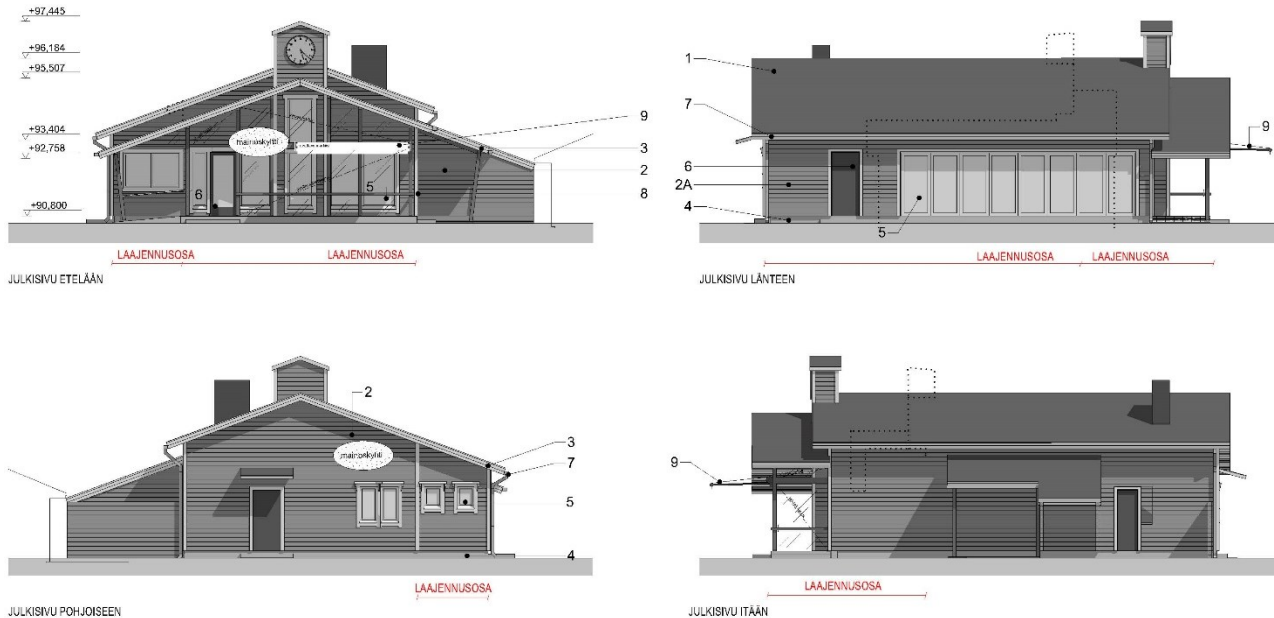


Kuvio 3. Pohjapiirustus (ei mittakaavassa)

## 2.4 Julkisivut

Arkkitehtisuunnittelussa haluttiin kunnioittaa rakennuksen olemassa olevaa tyyliä ja ilmettä. Laajennusosan aukotus myötäilee alkuperäisen rakennuksen julkisivujen aukotusta ja rakennukselle tunnusomainen ”kellotorni” toteutetaan laajennuksen yhteyteen lähes alkuperäisen kaltaisena. Yhtenä rakennusluvan saamisen ehtona oli, että rakennuksen ulkoasu säilyy laajennuksen jälkeen lähes ennallaan, eikä se näin ollen saa muuttaa torialueen yleisilmettä. Rakennuksen

ulkoverhouksena säilytetään vaaleanharmaa vaakalaudoitus ja katemateriaaliksi vaihdetaan profiilipelti. Myös osa nykyisen rakennuksen purettavien julkisivujen ikkunoista ja ovista säilytetään ja käytetään uudelleen. Julkisivumateriaalit on esitetty yksityiskohtaisemmin taulukossa 2.



Kuvio 4. Julkisivukuvat (ei mittakaavassa)

Taulukko 2. Julkisivukuvissa esitetyt materiaalit ja värisävyt

Kohde/materiaali	Rakenne	Toimenpide	Värisävy/pinnoite
1. Vesikate (profiilipelti)	Uusi	Pural-pinnoite	Musta
2. Ulkoverhous	Vanha		Vaalean harmaa
2A. Ulkoverhous	Uusi	Maalataan	Vaalean harmaa
3. Otsa- ja nurkkalaudat	Uusi/vanha	Maalataan	Valkoinen
Räystääsaluslaudat		Maalataan	Valkoinen
4. Sokkeli	Uusi/vanha	Pinnoitetaan	Vanha sävy
5. Ikkunat (alumiini)	Uusi/vanha		Valkoinen
Smyygit/vuorilaudat			Valkoinen
Vesipellit			Valkoinen
6. Ulko-ovi	Uusi/vanha		Tumman harmaa
Smyygit/vuorilaudat			Valkoinen
7. Vesikourut/syöksytorvet			Tumman harmaa
8. Pilarit/terassirakenteet	Uusi	Maalataan	Tumman harmaa
9. Markiisi	Uusi		Tumman harmaa

## 2.5 Rakennuslupaprosessi

Jämsän kaupungin rakennusvalvonta ohjeistaa maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:n nojalla hakemaan rakennuslupaa uuden rakennuksen rakentamiseen, rakennuksen laajentamiseen tai kerrosalaan laskettavan tilan lisäämiseen ja korjaus- tai muutostyöhön, joka on verrattavissa rakennuksen rakentamiseen. Rakennuslupaa tulee hakea myös rakennuksen käyttäjien turvallisuuteen tai terveydellisiin oloihin vaikuttaviin korjaus- tai muutostöihin, rakennuksen tai sen osan käyttötarkoituksen olennaiseen muuttamiseen ja määräajan paikallaan pystytettävän rakennuksen rakentamiseen. (Rakentamisen luvat n.d.) Laajentaminen lasketaan luvanvaraiseksi muutostyöksi, joka edellyttää käytännössä kokonaisvaltaista suunnittelua, sekä arkkitehti-, rakenne-, että LVIS-suunnittelun osalta.

Suunnitellun laajennuksen ylittäessä asemakaavassa määritetyn rakennusoikeuden 37 prosentilla, hankkeen toteuttaminen ja rakennusluvan hyväksyminen edellyttivät rakennusluvasta poikkeamista. Kunta voi erityisestä syystä myöntää poikkeamisen maankäyttö- ja rakennuslaissa säädetystä tai sen perusteella annetusta rakentamista koskevasta säännöksestä, määräyksestä, kiellosta tai muusta rajoituksesta (L 5.2.1999/132, 171 §). Tietyissä tilanteissa poikkeamista ei kuitenkaan voida myöntää. Esimerkiksi silloin, jos hanke aiheuttaa haittaa kaavoitukselle, kaavan toteutumiselle tai alueiden käytön muulle järjestämiselle, tässä tapauksessa torialueen alkuperäiselle käyttötarkoitukselle (L 5.2.1999/132, 171 §).

Poikkeuslupaa hakiessa naapureille on annettava tieto vireillä olevasta hakemuksesta. Tiedotteenannon jälkeen, heille on varattava aikaa mahdollisten ilmoitusten laatimiseen vähintään viikko. Jos laajempi kuuleminen on tarpeen, tulee hakemuksesta tiedottaa kunnan ilmoitustaululla sekä hankkeen vaikutusalueella yleisesti leviävässä sanomalehdessä. (A 10.9.1999/895, 86 §.) Hankkeesta suoritettiin lopulta maankäyttö- ja rakennusasetuksen 86 §:n mukainen laajempi kuuleminen poikkeamista koskevan hakemuksen johdosta ja hakemus julkaistiin paikallislehdessä. Kuulemisen aikana, hankkeesta jätettiin naapureiden toimesta yhteensä seitsemän ilmoitusta, joista neljä oli hanketta puoltavaa ja kolme vastustavaa. Hanketta vastustaville muistutuksille laadittiin vastineet.

Jämsän kaupunki myönsi poikkeamispäätöksen seuraavin perustein

- *Hankkeesta ei aiheudu haittaa kaavoitukselle, kaavan toteuttamiselle tai alueiden käytön muulle järjestämiselle*
- *Torialueen rakennustehokkuus pysyy maltillisena laajennuksen jälkeenkin. (laskentatavasta riippuen n. 0,016 tai 0,12.)*
- *Varsinaisen torialueen käytössä oleva tila pienenee kohtalaisen vähän, kun laajennusosasta vain noin 25m<sup>2</sup> on kokonaan uutta, nykyisen rakennusmassan ulkopuolelle sijoittuvaa aluetta.*
- *Laajennushanke ei vaaranna toritoimintaa*
- *Laajennushanke on huomioitavissa tulevaisuuden asemakaavoituksessa*
- *Rakennuspaikalla tai sen läheisyydessä ei ole erityisiä luontoarvoja tai rakennetun ympäristön suojelukohteita*
- *Hanke ei johda merkittävään rakentamiseen*
- *Hankkeella ei ole haitallisia ympäristö- tai muita vaikutuksia*
- *Rakennuksen ulkoasu säilyy lähes ennallaan eikä se näin ollen heikennä maisemaa tai kaupunkikuvaa*

*(Rakennuslupapäätös, Jämsän kaupungin rakennusvalvonta)*

Poikkeamispäätös myönnettiin 28.08.2020 ja lopullinen rakennuslupa hankkeeseen saatiin Jämsän kaupungin rakennusvalvonnalta 09.10.2020. Rakentaminen aloitettiin alkuvuodesta 2021 ja laajennus valmistui saman vuoden huhtikuussa.



Kuva 2. Valmis laajennus kahvilan avajaispäivänä 30.4.2021 (kuva Pasi Pohjoismäki)

### 3 Rakenneosien mitoitus

#### 3.1 Kuormat

Ennen pilarien ja palkkien mitoittamista, tulee selvittää rakenteeseen kohdistuvat pysty- ja vaakuormat. Pystykuormiin kuuluvat rakenteiden omapaino, hyötykuorma sekä lumikuorma ja vaakuormiin tuulikuorma ja mahdolliset rakenteiden asennustoleransseista ja vinoudesta aiheutuvat lisävaakavoimat. Suunnittelussa käytettävät kuormat perustuvat Eurokoodiin SFS-EN-1991 ja sen kansallisiin liitteisiin. Kuormien määrittämisessä käytetään apuna Suomen rakennusinsinöörien liiton julkaisua RIL 205-1-2017 Puurakenteiden suunnitteluohje sekä edellä mainitun julkaisun pohjalta laadittua puurakenteiden lyhennettyä suunnitteluohjetta (viides painos).

##### 3.1.1 Omapaino

Pilarien ja palkkien päätehtävänä on tässä tapauksessa kantaa yläpohjasta ja vesikatolta aiheutuvat pystykuormat, joihin lasketaan yläpohjan ja vesikatteen omapainot sekä lumikuorma. Rakennuskohteen omapainon ominaisarvo saadaan laskettua nimellisten tilavuuspainojen ja nimellismittojen avulla. Tehdasvalmisteisille rakennusosille käytetään valmistajien ilmoittamia arvoja ja kuivalle havupuutavarakkeelle, sekä siitä liimaamalla valmistetuille rakennusmateriaaleille, tässä tapauksessa liimapuulle, käytetään tilavuuspainoa  $5,0 \text{ kN/m}^3$ . (RIL 205-1-2017, 34.) Rakennuksen vesikatteen ja yläpohjan omapainoon lasketaan katemateriaalista ja sen alusrakenteista, sekä yläpohjan lämmöneristeestä ja puurakenteista aiheutuva yhteenlaskettu kuorma.

Vesikatteen ja yläpohjan omapaino:

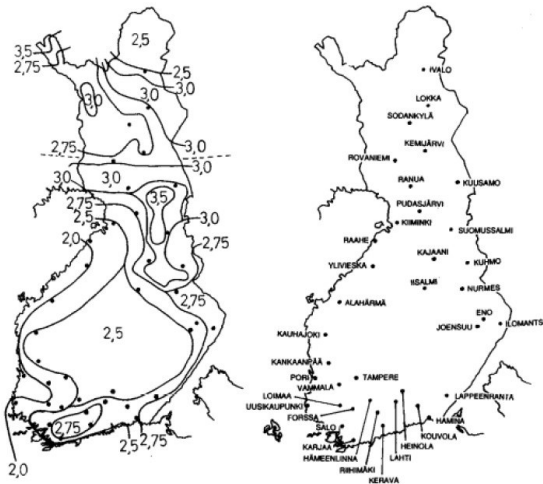
$$g_{k,1} = 0,593 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Vesikatteen omapaino räystäällä:

$$g_{k,2} = 0,216 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

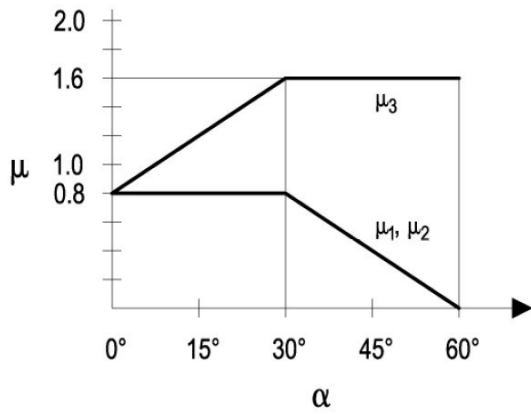
### 3.1.2 Lumikuorma

Suomessa yksi merkittävien rakenteita kuormittavista tekijöistä on lumi. Lumikuorma määritellään standardin EN-1991-1-3 ja kansallisten liitteiden ohjeiden mukaan. Lumikuorman ominaisarvo maanpinnalla riippuu rakennuspaikan sijainnista. Maanpinnan lumikuorman ominaisarvo  $s_k$  on kuvion 5 (LSO 2020, 11) mukaan Jämsässä  $2,5\text{kN/m}^2$ .



Kuvio 5. Maanpinnan lumikuorman ominaisarvot  $s_k$

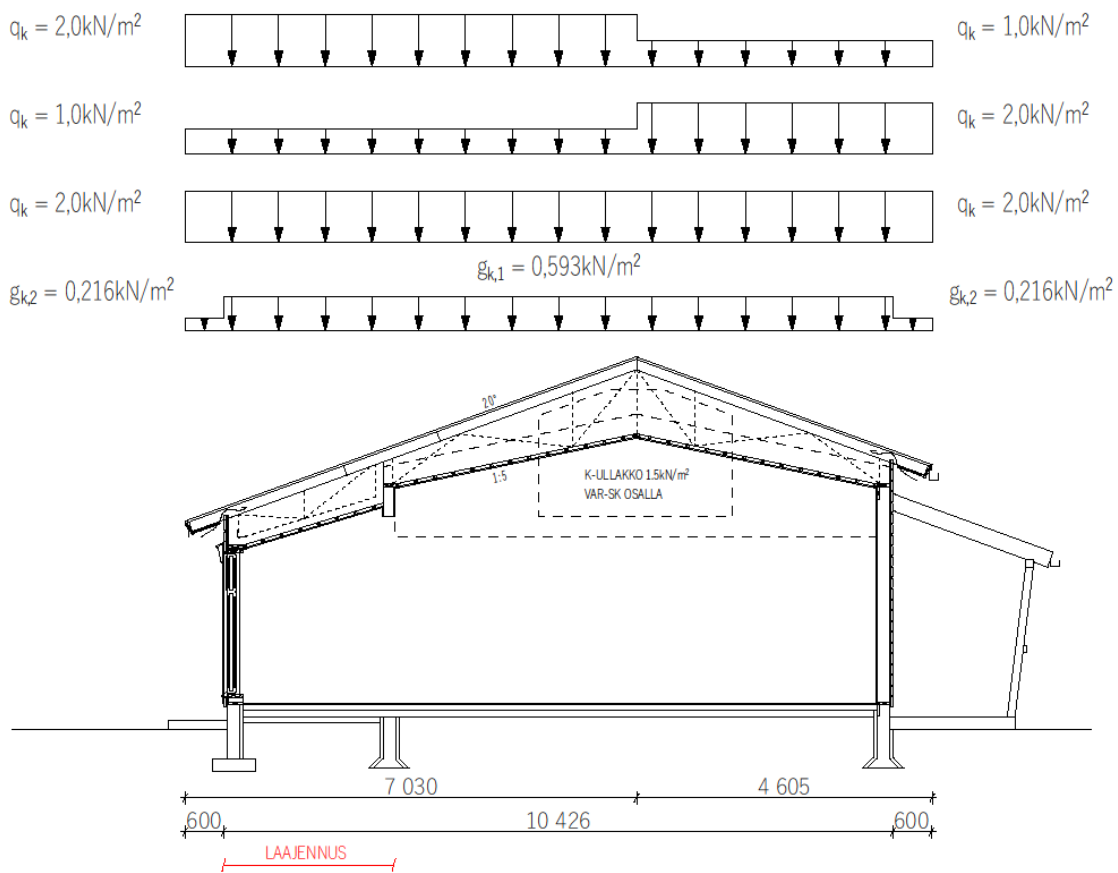
Lumikuorman suuruuteen vaikuttaa rakenteen maantieteellisen sijainnin ohella katon muoto, kaltevuus sekä lumen mahdollinen kasaantuminen. Katolla olevan kinostumattoman lumikuorman ominaisarvo saadaan laskettua muotokertoimen  $\mu_1$  avulla. Rakennuksen katon muoto on harjakatoinen ja sen kaltevuus on  $20^\circ$ . Harjakatolle, jonka kaltevuus on  $0-30^\circ$ , muotokertoimen,  $\mu_1$ , arvo on kuvion 6 (LSO 2020, 12) käyrältä luettuna 0,8. Arvo on voimassa, jos lumikuorma mielletään kiinteäksi muuttuvaksi kuormaksi, eikä sen liikkumista katolla estetä. Jos katolla on lumiaste tai vastaava lumen liikkumista rajoittava kaide, lumikuorman muotokertoimenä on käytettävä vähintään arvoa 0,8. (LSO 2020, 11–12.)



Kuvio 6. Lumikuorman muotokertoimet

Lumikuorma:

$$q_k = \mu_1 \times s_k = 0,8 \times 2,5 \frac{kN}{m^2} = 2,0 \frac{kN}{m^2} \quad (LSO 2020, 11)$$



Kuvio 7. Yläpohjan kuormituskaavio

### 3.1.3 Tuulikuorma

Siinä missä lumi kuormittaa rakenteita vain talvikuukausien aikana, tuuli vaikuttaa niihin vaihtelevalla voimakkuudella vuoden jokaisena päivänä. Tuulikuorma määritetään standardin EN-1991-1-4 pohjalta tehtyjen yksinkertaistettujen ohjeiden mukaisesti. Tuulikuormat määritetään voimakertoimen  $C_f$  avulla tai pintapaineiden ja painekertoimien  $C_p$  avulla koko rakenteeseen tai yksittäiselle rakenneosalle. Kokonaistuulikuorma lasketaan, joko voimakertoimien tai painekuormien resultanttien avulla. (RIL 201-1-2017.) Rakennuksen ollessa tavanomainen, tuulikuorman laskennassa on mahdollista noudattaa yksinkertaistettua menettelyä (RIL 205-1-2017, 41).

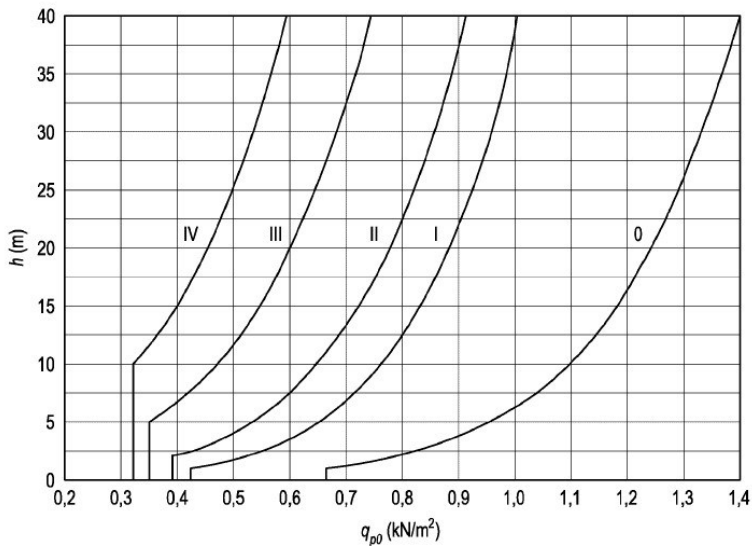
Tuulikuorman määrittämisessä otetaan huomioon rakennuspaikan mukaan määräytyvä maastoluokka. Maasto-olosuhteet on jaoteltu maaston rosoisuuden ja pinnanmuotojen mukaan viiteen maastoluokkaan (LSO 2020, 12). Rakennus sijaitsee Jämsän keskustassa, toriaukiolla, joten laskennassa käytetään maastoluokkaa III, alueen matalan ja harvan rakennuskannan vuoksi. Maastoluokat on eritelty taulukossa 3 (LSO 2020, 12).

Taulukko 3. Maastoluokat

Luokka	Maaston rosoisuuden ja pinnanmuodon kuvaus.
0	Avomeri tai merelle avoin rannikko.
I	Järvi tai alue, jolla on vähäistä kasvillisuutta eikä esteitä.
II	Alue, jolla on matalaa kasvillisuutta ja erillisiä puita tai rakennuksia, joiden etäisyys toisistaan on vähintään 20 kertaa esteen korkeus. Esim. maatalousmaa.
III	Esikaupunki- tai teollisuusalueet sekä metsät. Matalat pientaloalueet ja kylät.
IV	Yhtenäiset laajat kaupunkialueet, joiden pinta-alasta vähintään 15 % on rakennettu ja rakennusten keskimääräinen korkeus on yli 15 m.

Kokonaistuulikuorman ominaisarvo rakennuksen pidemmälle sivulle määritetään nopeuspaineen ominaisarvon ja rakennuksen korkeutta vastaavan nopeuspaineen avulla seuraavasti:

Nopeuspaineen ominaisarvo  $q_{p0}(h)$  määräytyy rakennuksen korkeuden ja maastoluokan mukaan. Rakennuksen korkeuden ollessa 5,8 metriä ja maastoluokan III, nopeuspaineen ominaisarvoksi saadaan kuvion 8 (LSO 2020, 13) käyrältä luettuna  $0,375 \text{ kN/m}^2$ .



Kuvio 8. Nopeuspaineen ominaisarvot  $q_{p0}(h)$  eri maastoluokissa

Voimakerroin  $c_f$  puolestaan määräytyy rakennuksen sivusuhteen ja hoikkuuden perusteella:

Rakennuksen hoikkuus, kun  $h \leq 15$  m

$$\lambda = \frac{2h}{b} = \frac{2 \times 5,8\text{m}}{13,3\text{m}} = 0,872 \quad (\text{LSO 2020, 13})$$

Rakennuksen sivusuhte:

$$\frac{d}{b} = \frac{10,426\text{m}}{13,300\text{m}} = 0,784$$

Kertoimeksi saadaan taulukosta 4 (LSO 2020, 13) lukemalla ja interpoloimalla 1,395.

Taulukko 4. Voimakerroin  $c_f$

Sivusuhte d/b									
$\lambda$	0,1	0,2	0,5	0,7	1	2	5	10	50
$\leq 1$	1,2	1,2	1,37	1,44	1,28	0,99	0,60	0,54	0,54
3	1,29	1,29	1,48	1,55	1,38	1,07	0,65	0,58	0,58
19	1,40	1,40	1,60	1,68	1,49	1,15	0,70	0,63	0,63

Kun rakenteen voimakerroin  $c_f$  ja rakennuksen korkeutta vastaava nopeuspaine  $q_{p0}(h)$  on määritetty, rakennuksen vaakasuuntainen kokonaistuulikuorma voidaan laskea seuraavasti.

Kokonaistuulikuorman resultantin  $F_{w,k}$  ominaisarvo:

$$F_{w,k} = c_f \times q_p(h) \times A_{ref} = 1,395 \times 0,375 \frac{kN}{m^2} \times (13,3 \times 5,8)m^2 \quad (LSO 2020, 13)$$

$$F_{w,k} = 40,354 \text{ kN}$$

Kaavaa voidaan käyttää, kun rakennuksen korkeus ei ylitä 50 metriä ja se on pienempi kuin rakennuksen leveys ( $h < b$ ).

Kokonaistuulikuorman resultantin  $F_{w,k}$  voidaan olettaa vaikuttavan projektiopinnan  $A_{ref}$  painopisteessä (RIL 205-1-2017, 43).

### 3.2 Käyttöluokka

Mitotoitettavat rakenteet tulee luokitella lujuusarvojen jaottelua sekä muodonmuutoksen laskentaa varten käyttöluokkiin. Rakenteen käyttöluokka riippuu rakenteessa vallitsevista olosuhteista, kuten lämpötilasta, ilmankosteudesta ja kastumisen mahdollisuudesta. Käyttöluokkia on kolme ja tässä tapauksessa mitoitettavat puurakenteet lasketaan kuuluvaksi käyttöluokkaan 1. Rakenteet sijoittuvat lämmitettyihin sisätiloihin, joten materiaalien kosteuden voidaan olettaa vastaavan + 20°C lämpötilan kosteutta ja rakennetta ympäröivän ilman suhteellisen kosteuden voidaan laskea ylittävän 65% vain korkeintaan muutamana viikkona vuodessa. Myös lämmöneristekerroksessa sijaitsevat rakenteet ja palkit, joiden vetopuoli on eristeen sisäpuolella, voidaan lukea käyttöluokkaan 1 kuuluviksi. (RIL 205-1-2017, 33.)

### 3.3 Laskelmien tulokset

Kuormien ja muiden laskentaan vaikuttavien lähtötietojen (taulukko 5) pohjalta laadittiin varsinaiset mitoitettavat rakennelaskelmat. Työssä mitoitettavia laajennusosan pilareita ja palkkeja koskevat rakennelaskelmat on laadittu Eurokoodi 5:n mukaan ja lähteinä on käytetty RIL 205-1-

2017, liimapuukäsikirjaa (osat 1) sekä puurakenteiden lyhennetyn suunnitteluohjeen viidettä painosta.

Taulukko 5. Normit ja kuormitukset

<b>Määräykset ja ohjeet</b>	
Standardi	Eurokoodi 5
Soveltamisohje	RIL 205-1-2017, Puurakenteiden lyhennetty suunnitteluohje (viides painos)
Palonkestovaatimus	EI30
Käyttöluokka	1
<b>Kuormitukset</b>	
NR-ristikkoyläpohja	0,60kN/m <sup>2</sup>
Räystäät	0,22kN/m <sup>2</sup>
Lumikuorma katolla	2,0kN/m <sup>2</sup>
Hyötykuorma	2,0kN/m <sup>2</sup> (käyttöullakko)
Tuulikuorma	0,375kN/m <sup>2</sup> (nopeuspaineen ominaisarvo maastoluokassa III, kun h=5,8m)

Rakennelaskelmat toteutettiin osittain käsinlaskennalla sekä osittain Finnwood 2.4.3 puurakenteiden mitoitusohjelmalla. Laajennusosan NR-ristikko mitoitettiin ristikkotoimittajan toimesta. Pilareita ja palkkeja koskevien rakennelaskelmien tulokset esitetään lyhyesti taulukossa 6 ja tarkemmin liitteissä 2–6, Finnwood-laskentaohjelmasta saatavina pdf-tulosteina.

Taulukko 6. Laskelmien tulokset

Rakenneosa	Dimensiot	Materiaali	Käyttöaste	Mitoittava tekijä	Liite
Palkki (5656 mm)	165x450	GL30c	90,2 %	Tukipaine	2
Palkki (3184 mm)	165x450	GL30c	78 %	Tukipaine	3
Palkki (8390 mm)	165x450	GL30c	97,4 %	Tukipaine	4
Pilari	140x140	GL30c	26,9 %	Puristus	5
Pilari (ulkoseinä)	140x140	GL30c	29,5 %	Taivutus+puristus	6

### 3.3.1 Palkit

Palkit mitoitettiin pysyvässä ja keskipitkässä aikaluokassa. Palkkiin kohdistuvat kuormat on laskettu pistekuormina palkille ja palkit on mitoitettu siten, että ne kantavat yksin ristikon välittämät kuormat. Mitoituksessa tarkasteltiin palkin kestävyyttä eri kuormitusyhdistelmin, sekä taivutukselle, leikkausvoimalle, taipumalle että tukipaineelle. Palkkien osalta kriittisimmäksi mitoituksen kannalta nousi tukipainetarkastelu.

### 3.3.2 Pilarit

Kaikki mitoitettavat pilarit oletetaan päistään nivelellisesti tuetuiksi. Pilarien päälle sijoittuvat aukonylityspalkit sijaitsevat pilariin nähden keskeisesti, eikä kuorman epäkeskisyyttä tässä tapauksessa ole. Rakennuksen sisätiloihin sijoittuvien pilarien mitoittamisessa tuulikuormaa ei tarvitse huomioida, mutta ulkoseinälle sijoittuvien pilarien mitoittamisessa tuulikuorma tulee ottaa huomioon. Niiden määrittämisessä käytetään paikallisia tuulenpaineen nettopainekertoimia.

Ulkoseinän pilarit tuetaan heikomman suunnan nurjahdusta vastaan tuulensuojalevyllä ja vaakakoolauksella. Pilari mitoitettiin pysyvässä, keskipitkässä ja hetkellisessä aikaluokassa. Mitoituksessa tarkasteltiin pilarin kestävyyttä eri kuormitusyhdistelmin, ennen kaikkea taivutukselle sekä puristukselle ja näiden yhdistetylle jännitykselle. Mitoituksen kannalta kriittisimmäksi tekijäksi nousi yhdistetty jännitys.

### 3.3.3 Materiaalit

Pilarien ja palkkien materiaaliksi valikoitui GL30c liimapuu. Rakenteet ovat poikkileikkausmitoitetaan varastokokoa, mutta pituudeltaan mittatilaustavaraa. Liimapuuhun päädyttiin sen erinomaisen ja luotettavien ominaisuuksiensa vuoksi. Liimapuu soveltuu erityisesti kantaviin pilari- ja palkkirakenteisiin lujutensa, jäykkyytensä ja kestävyytensä vuoksi (Liimapuukäsikirja 2014, 19). Laminointivaikutuksesta johtuen, se on omaan painoonsa ja kokoonsa nähden lujempaa, kuin useimmat muut rakennusaineet. Liimapuu mahdollistaakin suurien vapaiden jänneväliden rakenteet. (Liimapuukäsikirja 2014, 22.) Liimapuu omistaa myös hyvän palonkestävyyden ja säilyttää hyvin muotonsa. Toisin sanoen liimapuu ei väänny eikä kierry. Se on myös valintana ympäristöystävällinen, koska sen raaka-aineeltaan uusiutuvaa ja sitä voidaan käyttää uudelleen. (Liimapuukäsikirja 2014, 7.)

## 4 Rakennesuunnittelu

Rakennesuunnittelun perusvaatimuksena on, että rakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa pyritään taloudellisuuteen ja siihen, että suunniteltu rakenne toimii luotettavasti koko suunnittelun käyttöikänsä ajan. Rakenteen tulee siis kestää kaikki siihen todennäköisesti kohdistuvat kuormat ja vaikutukset, sekä säilyttää käyttökelpoisuutensa suunniteltuun tarkoitukseensa. (RIL 201-1-2017, 25.) Kuormat muodostuvat rakenteesta riippuen, omapainosta, hyötykuormasta, lumikuormasta sekä tuulikuormasta.

Näiden lisäksi rakenteen tulee säilyttää kestäväyytensä vaaditun ajan tulipalotilanteessa, eikä rakennuksen vauriot saa myöskään kehittyä kohtuuttoman suuriksi onnettomuustilanteessa. Vaurioiden syntymistä on mahdollista välttää estämällä mahdolliset vaaratilanteet tai vaikuttamalla pienentävästi niiden laajuuteen, sekä valitsemalla rakenneratkaisuja, jotka sietävät vaaratilanteita ja paikallisia vaurioita mahdollisimman hyvin. (RIL 201-1-2017, 25.)

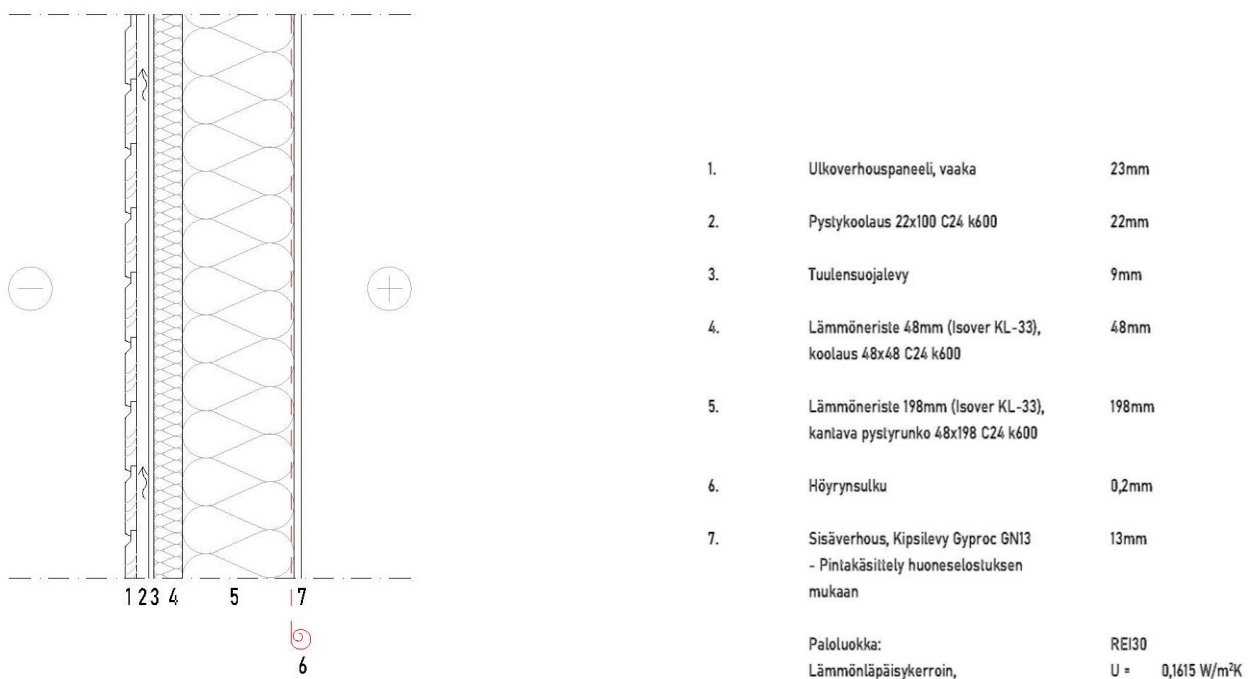
Perusvaatimukset täyttääkseen, suunnittelun tulee olla huolellista, riittävän osaavaa ja perustua alan tietoperustaan sekä hyvään rakentamistapaan. Rakennukseen tulee valita siihen parhaiten soveltuvat materiaalit. Huolellinen ja asianmukainen suunnittelu ei kuitenkaan yksistään takaa laadukasta ja luotettavaa lopputulosta. Siksi suunnitelmien toteutumista tulee valvoa rakennusvaiheessa riittävillä valvontamenettelyillä. (RIL 201-1-2017, 25.) Rakennesuunnittelua ohjaavat Maankäyttö- ja rakennuslain sekä ympäristöministeriön asetusten ja ohjeiden ohella kunnalliset rakentamisohjeet sekä alan standardit ja ohjeet. Ensisijaisena suunnittelujärjestelmänä käytetään Suomessa eurokoodiin pohjautuvaa suunnittelua. (RIL 201-1-2017, 22.)

### 4.1 Rakennetyypit

Laajennustyöhön ryhdyttäessä on tarkasteltava erilaisia mahdollisuuksia rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä, asettaa tietyt vaatimuksensa ja reunaehdonsa energiatehokkuuden parantamiselle. Asetus määrittelee kolme vaihtoehtoista toimenpidettä, jolla energiatehokkuuden parantaminen voidaan osoittaa. Energiatehokkuutta voidaan parantaa rakennusosakohtaisesti, jolloin rakennuksen tulee täyttää momentissa 4 asetetut rakennusosakohtaiset vaatimukset uusien ja uudistettavien rakennusosien osalta. Järjestelmäkohtaisesti, jolloin

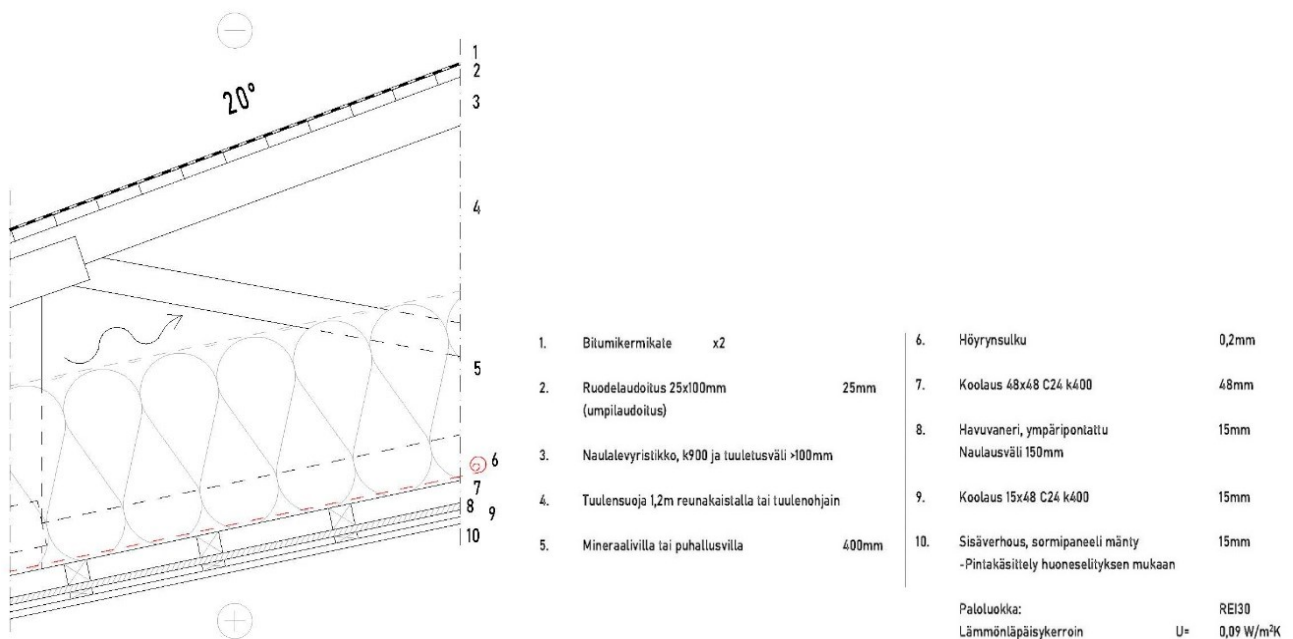
rakennuksen energiankulutus saa olla enimmillään momentissa 6 asetettujen ehtojen mukainen. Koko rakennuksen laajuuden mukaisesti, jolloin rakennuksen kokonaisenergiankulutus saa olla korkeintaan momentissa 7 asetettujen ehtojen mukainen. (A 4/13, 8 §.)

Laajennusosan rakentamisessa tulee käytännössä noudattaa uudisrakentamista koskevia määräyksiä ja esimerkiksi laajennusosan rakennusosien tulee tässä tapauksessa täyttää energiatehokkuudeltaan rakennuslupavaiheessa voimassa olevat rakennusmääräykset. Täyttääkseen rakennusosakohtaiset vaatimukset, uuden ulkoseinärakenteen U-arvon tulee olla 0,5 x alkuperäinen U-arvo tai enintään  $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$  (A 4/13, 4 §). Rakennetyyppien valinnassa ja rakennesuunnittelussa tulee ottaa tämä huomioon. Vaikka alkuperäisessä rakennuksessa ulkoseinien eristepaksuudeksi on riittänyt 195 mm lämmöneristettä ( $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) tulee laajennusosan seinärakenteen (kuvio 10) lämmöneristeen paksuus olla noin 250 mm ( $U = 0,165 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) energiatehokkuuden parantamiseksi.



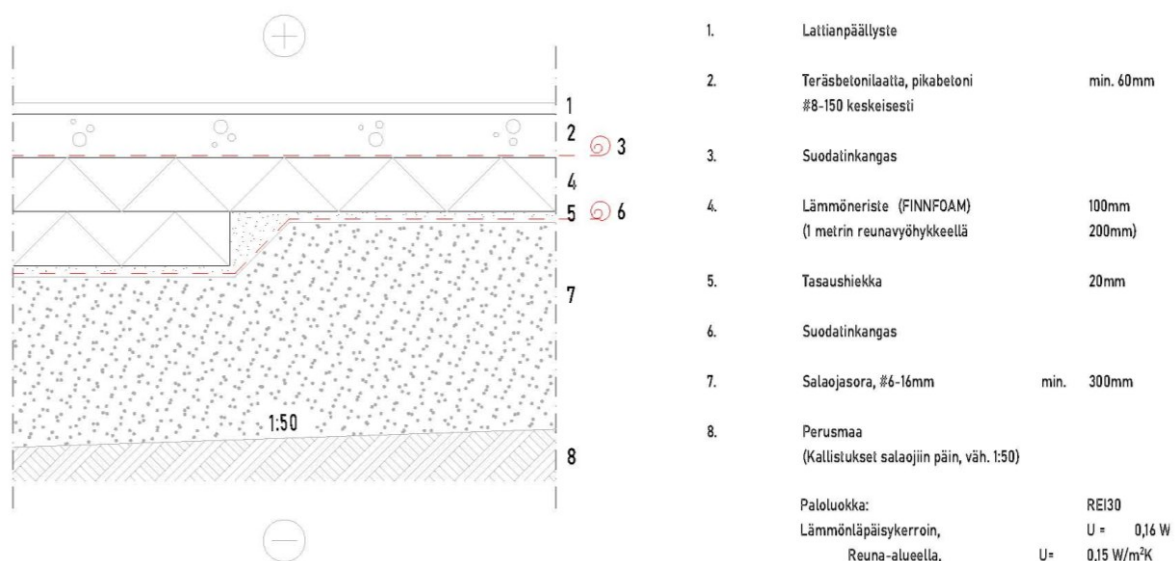
Kuvio 9. Laajennusosan ulkoseinärakenne

Vastaava tilanne on myös yläpohjan suhteen. Nykyisen rakennuksen yläpohjan U-arvo on 300 mm lämmöneristepaksuudella  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ , kun taas laajennusosan yläpohjaan (kuvio 11) laitettava 400 mm puhallusvillakerros kohentaa uuden rakennusosan U-arvon  $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



Kuvio 10. Laajennusosan yläpohjarakenne

Myös alapohjassa rakennusmateriaalivalinnat ja rakennepaksuuden kasvattaminen parantavat alapohjan energiatehokkuutta nykyisen rakennuksen alapohjarakenteeseen verrattuna. Nykyisen rakennuksen alapohjan U-arvon ollessa 0,21 W/m<sup>2</sup>K, laajennusosan alapohjan (kuvio 12) U-arvoksi saadaan 0,15–0,16 W/m<sup>2</sup>K.



Kuvio 11. Laajennusosan alapohjarakenne

Rakennepaksuuden muuttuminen uuden ja vanhan rakenteen välillä aiheuttaa varsinkin työmaavaiheessa päänvaivaa. Rakennusteknisesti tärkeintä on, että uuden ja vanhan seinärakenteen eristekerrokset ja höyrynsulku olisivat kohdakkain, jotta niiden limittäminen onnistuisi parhaalla mahdollisella tavalla, eikä rakenteeseen syntyisi kylmäsiltoja tai epätiivaita kohtia.

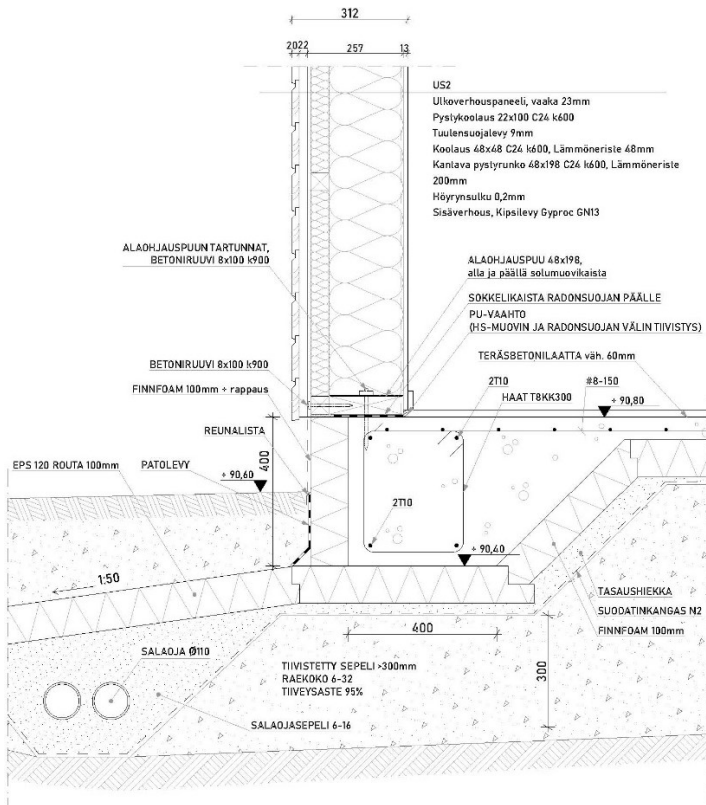
Laajennuksen ulkoseinät haluttiin sisäpinnoiltaan yhtenäiseksi olemassa olevan rakennuksen ulkoseinien kanssa. Ratkaisu aiheuttaa uuden ja vanhan ulkoseinärakenteen liitoskohtaan omanlaiset haasteensa. Jotta höyrynsulku saadaan mahdollisimman yhtenäiseksi rakennusosien välillä ja seinärakenteen lämpöisemmälle puolelle, sitä ei voida sijoittaa uuden seinärakenteen eristekerrosten väliin, vaan höyrynsulku joudutaan asentamaan suoraan sisäverhouksena toimivan kipsilevyn taakse. Näin kalvo joutuu alttiiksi rei'ityksille esimerkiksi sähköjohtojen asentamisen yhteydessä.

## **4.2 Perustukset**

Alkuperäisestä rakennuksesta tiedettiin etukäteen, että se on perustettu maanvaraisesti, joten maanvarainen alapohjarakenne valikoitui myös laajennusosan perustamistavaksi. Alkuperäisen rakennuksen perustuksista ei kuitenkaan löytynyt arkistoituja rakennesuunnitelmia, eikä maaperästä ollut saatavilla tarkempia tietoja suunnittelutyön alkaessa. Rakennuspaikan tasaisuuden ja nykyisen rakennuksen perustamistavan perusteella todettiin, ettei varsinaiset maaperätutkimukset kuitenkaan ole tarpeen. Tietoa maaperästä ja sen kantavuudesta saatiin näin ollen vasta varsinaisten maatoiden yhteydessä.

### **4.2.1 Reunavahvistettu laattaperustus**

Laajennusosan perustus suunniteltiin ja toteutettiin reunavahvistettuna laattaperustuksena (kuvio 13 ja kuvio 14). Reunavahvistettu laattaperustus sopii ratkaisuksi erityisesti heikon kantokyvyn omaaville maapohjille. Tässä tapauksessa perustamistavan valinnassa painotettiin kuitenkin ennen kaikkea ratkaisun kustannustehokkuutta ja soveltumista talvirakentamiseen.



Kuvio 12. Perustusten leikkauskuva

Reunavahvistettu laattaperustus toteutettiin lopulta Finnfoamin vuonna 2016 markkinoille tuomalla perustusratkaisulla, jossa erikoismuotoon työstetyt lämmöneristeet muodostavat itsessään valumuotin. Eriste kestää laatan painon, Finnfoamin erinomaisen puristuslujuuden ja kestävyuden ansiosta. Menetelmä yhdistää eristeiden asentamisen ja muottien tekemisen samaan työvaiheeseen, mikä nopeuttaa ja helpottaa perustusten tekemistä huomattavasti. Eristeiden eli muotin asentamisen jälkeen tehdään laatan raudoitus ja valetaan reunavahvistettu laatta, joista molemmat työvaiheet on mahdollista toteuttaa saman päivän aikana. Menetelmä soveltuu erinomaisesti talvirakentamiseen, materiaalinsa ja nopean asentamisensa ansiosta. (Finnfoam n.d.)



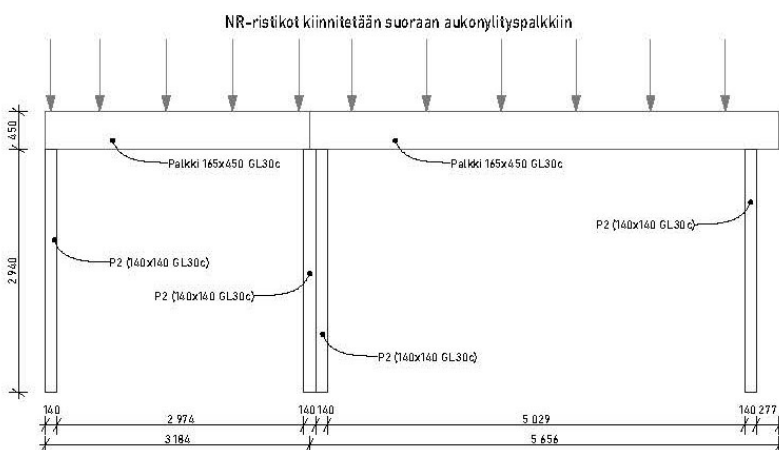
n.d.). Työ toteutettiin muottien asentamisesta alkaen huputuksen alla, sään vaihteluilta suojassa ja betnivalussa käytettiin pakkasenkestävää talvibetonia.

### 4.3 Runkorakenteet

#### 4.3.1 Palkit ja pilarit

Rakennesuunnittelussa pureuduttiin erityisesti kantavien pilari- ja palkkirakenteiden mitoittamiseen. Pilari-palkkirakenteilla on olennainen tehtävä koko laajennuksen mahdollistamisessa. Purettavan ulkoseinän tilalle suunniteltavalla palkilla (kuvio 15) nykyisistä kahvilatiloista ja laajennusosasta saadaan tavoitteiden mukaisesti muodostettua suuri, yhtenäinen ja avoin tila.

Rakenneratkaisu mahdollistaa purettavan ulkoseinän avaamisen kokonaisuudessaan, jolloin palkin tehtäväksi jää kantaa sekä olemassa olevan rakennuksen, että laajennusosan vesikatolta ja yläpohjalta aiheutuvat kuormat. Niiltä osin, miten kuormat kantaville rakenteille jakaantuvat.

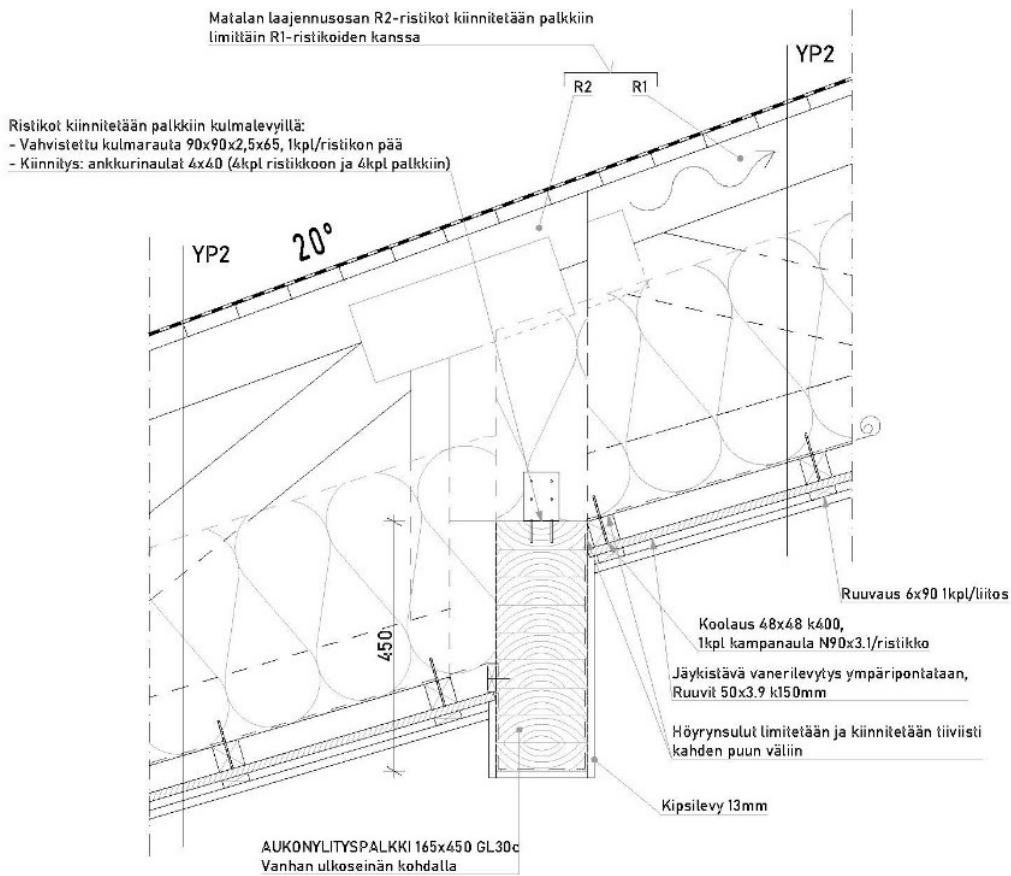


Kuvio 14. Purettavan ulkoseinälinjan pilari-palkkirakenne

Palkki mitoitettiin ja tilattiin yhtenäisenä kappaleena. Mitoituksessa otettiin kuitenkin huomioon mahdollisuus siitä, että se jouduttaisiin työmaalla katkaisemaan kahdeksi erilliseksi palkiksi asennustyön helpottamiseksi. Palkin asentamisen yhteydessä havaittiinkin, että yhtenäisen ja pitkän jännevälin palkin sijoittaminen vanhan yläpohjarakenteen alle koitui mahdottomaksi tehtäväksi ja palkki asennettiin kahdessa osassa (kuva 1).



Kuva 3. Pilari-palkkirakenne asennusvaiheessa (kuva Pasi Pohjoismäki)

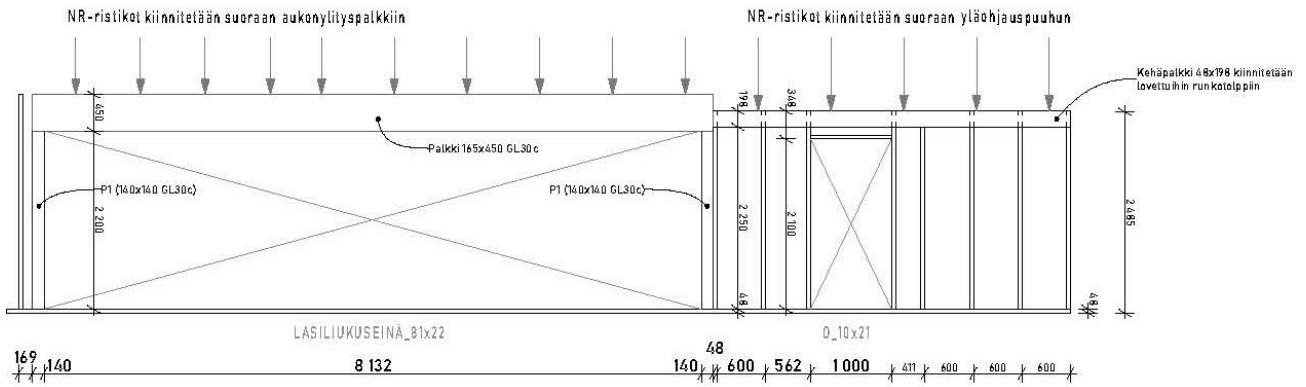


Kuvio 15. Palkin liitos yläpohjaan



Kuva 4. Sisätilat ulkoseinien purkamisen jälkeen (kuva Pasi Pohjoismäki)

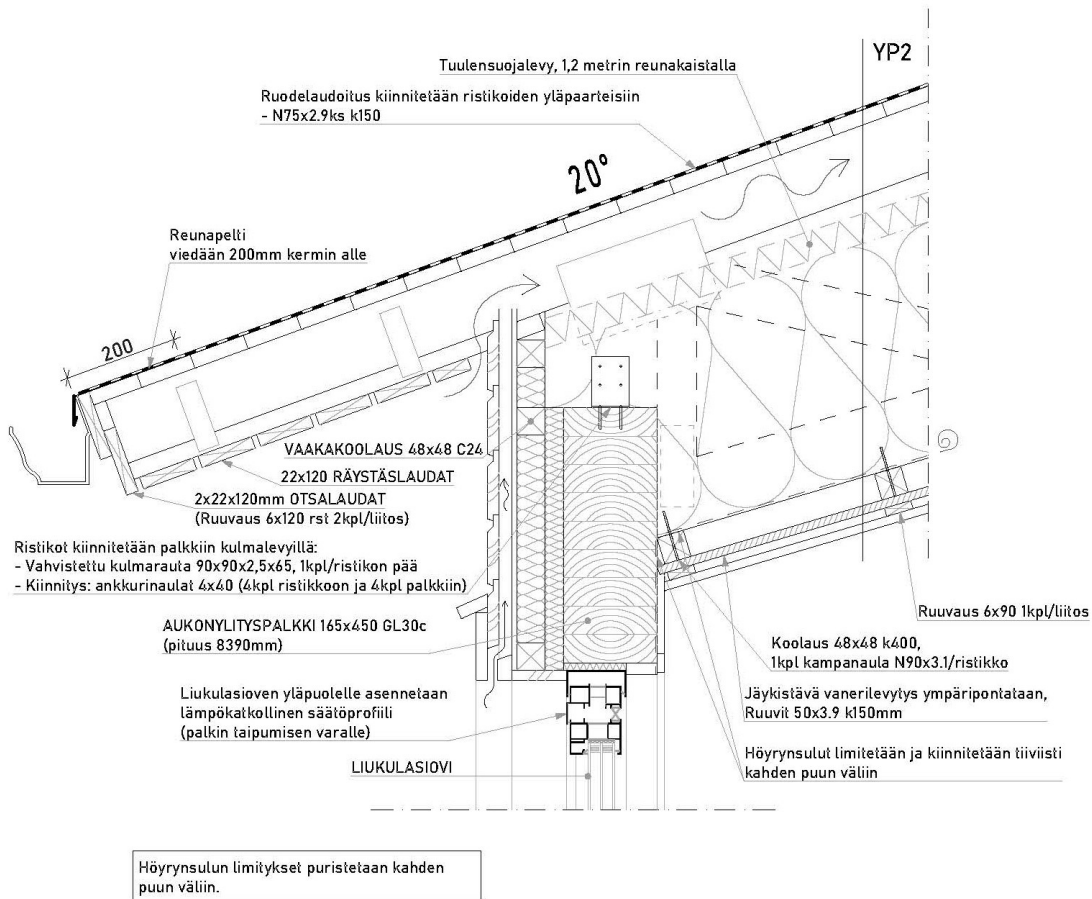
Tämän lisäksi ympäröivien terassien käyttöarvo haluttiin maksimoida. Yhtenäiseen ja avaraan asiakastilaan haluttiin myös runsaasti luonnonvaloa. Tämä mahdollistetaan suurten ikkunoiden ja laajennusosan pidemmän julkisivun lasiliukuseinän avulla, jonka ylitykseen tarvittiin myös palkkia (kuvio 17). Palkin mitoituksessa oli otettava huomioon erityisesti palkin taipuminen, vaikka taipumatarkastelu ei varsinaisen mitoituksen kannalta kriittisin mitoittava tekijä ollutkaan. Palkin pitkä jänneväli kasvatti palkin korkeutta ja palkiksi valikoitui lopulta 165x450 GL30c liimapuupalkki. Palkki mahtuu ulkoseinälle, jättäen rakennusosien väliin palkin tarvitseman taipumavaran. Palkki ei kuitenkaan saa missään tilanteessa aiheuttaa taipumisellaan ja elämisellään painetta ja vaaraa lasiliukuseinälle. Lasiliukuseinän ja palkin väliin päädyttiin asentamaan liukuseinän toimittajan valmistama lämpökatkollinen säätöprofiili (kuvio 18), joka mahdollistaa palkin elämisen ja sallitun taipumisen turvallisesti.



Kuvio 16. Lasiliukuseinän aukonylituspalkki ulkoseinällä (8390mm)



Kuva 5. Lasiliukuseinän palkki (kuva Pasi Pohjoismäki)

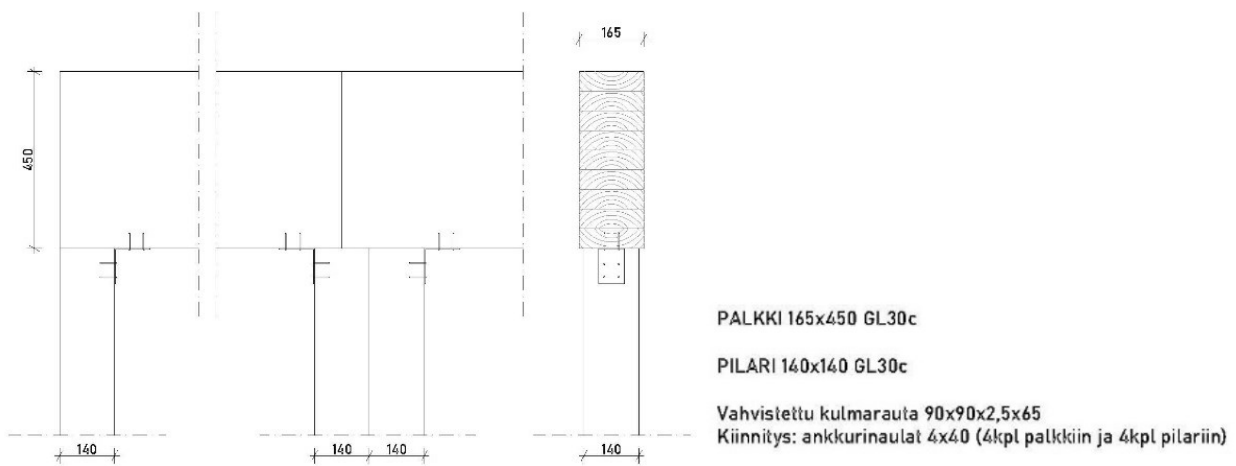


Kuvio 17. SivuräystäS palkin kohdalla



Kuva 6. Lasiliukuseinän asennus (kuva Pasi Pohjoismäki)

Lasiliukuseinän aukon pieliin ja purettavan ulkoseinän linjalle asennetaan 140x140 GL30c liima-puupilarit. Pilarien tehtävänä on palkin kannattelemisen ohella, kuljettaa palkille kohdistuvat pystykuormat perustuksille. Pienemmänkin poikkileikkauskoon omaavat pilarit olisivat kestäneet, mutta palkin tukipainetarkastelussa pienempi pilarin tukipinta-ala olisi koitunut kohtaloksi. Pilari-palkkirakennetta suunniteltaessa onkin otettava jatkuvasti huomioon rakenneosien vaikutukset toisiinsa. Kuviossa 19 näkyy purettavan ulkoseinälinjan pilarien ja palkkien liitokset. Pilarien ja palkkien liitoksia ei käsitellä tässä työssä tarkemmin, mutta kuvioista nähdään rakenneosien sijoittuminen toisiinsa nähden. Tukipinnalla tarkoitetaan tässä pilarin ja palkin väliin jäävää kosketuspintaa.



Kuvio 18. Pilari-palkkiliitos

#### 4.3.2 Rankarunko

Rankarunko koostuu runkotolpista, ala- ja yläohjauspuista, lovilankusta, lämmöneristeestä sekä sisä- ja ulkoverhouksesta. Rankarungolla tarkoitetaan kantaviin seiniin perustuvaa rakennejärjestelmää. Kantavat seinät tulee suunnitella siten, että ne välittävät pystykuormat aina perustuksille asti. Rungon kantokestävyyttä pystykuormien suhteen rajoittavat ennen kaikkea ala- ja yläohjauspuiden tukipainekestävyys sekä jossain määrin myös runkotolppien nurjahduskestävyys. Nurjahduksella tarkoitetaan rakenteen merkittävää poikittaisliikettä kuormituksen suuntaan nähden, tässä tapauksessa puristetun sauvan (runkotolpan) taipumista heikomman taivutusjäykkyyden suunnassa. (Rungon toimintaperiaate 2020.)

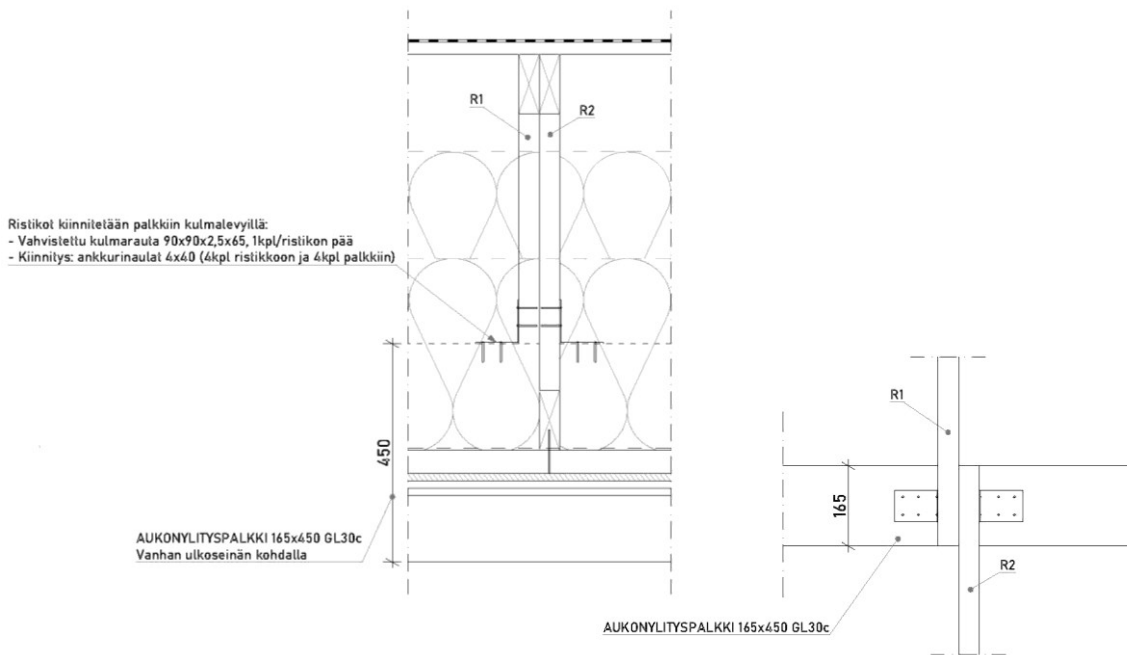
Nurjahdus- ja tukipainekestävyyttä voidaan parantaa kasvattamalla runkotolppien poikkileikkausta, käyttämällä tiheämpää runkojakoa tai vaihtamalla ala- ja yläohjauspuiden materiaalia lujuusominaisuuksiltaan kestävämpään. Runkotolpat tulee joka tapauksessa tukea niiden heikommassa suunnassa nurjahdusta ja kiepahdusta vastaan rungon levytyksellä ja tarvittaessa myös rankojen väliin sijoitettavilla välipuilla. (Rungon toimintaperiaate 2020.) Välipuiden sijaan, runkotolppien ulkosyrjälle kiinnitettiin tässä tapauksessa 48x48 C24 vaakakoolaus, joka toimii samalla myös lämmöneristekerroksen koolauksena.

Ulkoseinän runkotolpiksi valikoitui 48x198 mitallistettu sahatavara C24. Pienempikin poikkileikkaus olisi kestänyt, mutta eristepaksuuden ja rungon yhtenäistämisen vuoksi, 198 mm runkotolppa toimii paremmin tarkoituksessaan. Tolpat sijoitetaan ikkunoiden pieliin ja aukottomilla seinäosilla ne asennetaan k600-jaolla. Ala- ja yläohjauspuina sekä lovilankkuina käytetään myös 48x198 mitallistettua sahatavaraa C24. Samankokoinen ala- ja yläohjauspuu yhdessä runkotolppien kanssa tekee rakennuksen rungosta yhtenäisen ja sujuvan rakentaa. Koko laajennuksen rakenteellinen järjestelmä on esitetty kuvion 20 runkokaaviossa.



Kuva 7. Laajennusosan runkorakenteita (kuva Pasi Pohjoismäki)



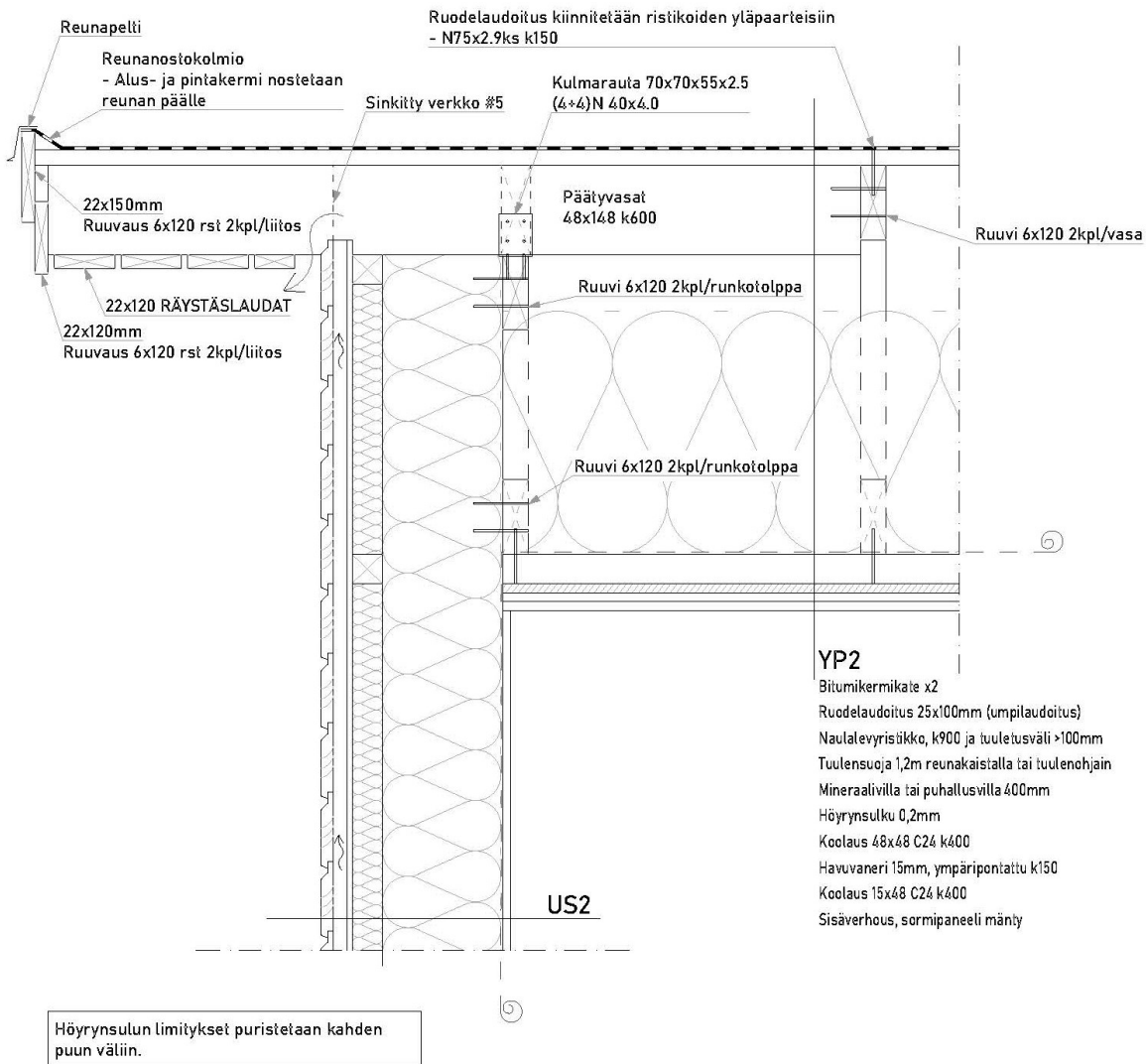


Kuvio 20. Ristikoiden limitys



Kuva 8. Ristikoiden sijoittuminen palkeille (kuva Pasi Pohjoismäki)

Laajennuksen sivuräystäät rakennetaan NR-ristikoiden yläpaarteiden varaan. Päätäräystäällä (kuvio 22) räystäiden vasat kiinnitetään kattotuoliin ja tuetaan ulkoseinän yläjuoksuun. Näin varmistetaan räystäiden kestävyys.



Kuvio 21. Päätyräystäsleikkaus

#### 4.4 Rungon jäykistys

Rakennus tulee jäykistää vaakakuormitusta eli tuulikuormaa vastaan. Rakennuksen jäykistyksestä muodostuu haasteellisempi, mitä korkeampi ja hoikempi rakennus on. Kapea runkosyvyys ja rakennuksen korkeus kasvattavat rakennusosien välisiä voimia merkittävästi. Laajennus jäykistetään puurankarunkoisille rakennuksille hyvin tyypillisellä levyjäykistysmenetelmällä. Levyjäykisteinen runko perustuu jäykistäviin pysty- ja vaakarakenteisiin, kuten seiniin ja yläpohjarakenteisiin. Jäykistytävän periaatteena on, että vaakarakenteet siirtävät vaakakuormat leikkausvoimana jäykistävälle seinärakenteille, joita pitkin kuormat siirtyvät ankkuroinnin kautta aina perustuksille asti. (Rakennuksen jäykistys 2020.)

Laajennus ei rasita jäykistämistä korkeudellaan tai kapealla runkosyvyydellään, mutta oman haasteensa rakennuksen kokonaisjäykistyksen suhteen tuo laajennusosan aukotus. Laajennusosan seinät avataan lähes kokonaan, eikä ehjiä seiniä levyjäykistyksen toteuttamiseen käytännössä ole. Jäykistävää vaikutusta haetaan jäljelle jääviltä sekä nykyisiltä, että laajennusosan uusilta ehjiltä ulkoseinälinjoilta, väliseinistä ja alakaton jäykistävästä levytyksestä.

Jäykistävänä vaakarakenteena toimiva sisäkatto tehdään havuvanerista ja levyt kiinnitetään koolaukseen reunoiltaan ja keskeltä ruuvaamalla. Havuvaneriin päädyttiin sen erinomaisen jäykkyytensä ja mittatarkkuutensa vuoksi. Jäykistävänä rakenneosana sitä käytetään sekä ala-, ylä- ja välipohjissa, että seinärakenteissa. On kuitenkin huomioitava, että erityisesti kolmikerroksisia vanereita käytettäessä kantavana tai jäykistävänä rakenneosana, levyt tulee asentaa pintaviilujen suhteen kohtisuorassa pilareihin ja palkkeihin nähden. (Vaneri 2020.)



Kuva 9. Laajennusosan yläpohjan jäykistävä vanerilevytys (kuva Pasi Pohjoismäki)

Laajennusosa jäykistetään myös pystyrakenteiden osalta levyjäykistyksellä. Jäykistävä levytys tehdään ulkoseinien tuulensuojana käytettävän rakennuslevyn avulla (kuva 7). Myös ulkoseinärakenteen sisäpintaan sijoitettava kipsilevy huomioidaan jäykistävänä rakenneosana. Jäykistämistä koskevat suunnitteluohjeet on esitetty RIL 205-1-2017 Puurakenteiden suunnitteluohjeessa.

Jäykistävän levytyksen ollessa materiaaliltaan muuta kuin puuta, mitoitus tulee tehdä levyn valmistajalta saatavilla ympäristöministeriön tyyppihyväksyntäpäätöksen mitoitusohjeilla ja liittimillä. Liittimillä tarkoitetaan levyjen kiinnittämiseen tarkoitettuja kiinnikkeitä, kuten nauvoja, ruuveja tai hakasia. Yksittäiset levyt kiinnitetään kaikilta reunoiltaan ja kaikkiin taustan runkotolppiin, parhaimman jäykistyskapasiteetin saavuttamiseksi ja koska levyt toimivat jäykistämisen ohella myös runkotolppien nurjahdustukena. Levyjen kiinnittäminen niiden keskialueelta taustan runkoon, estää levyä myös mahdolliselta lommahtamiselta. Levyjäykistykseen mitoittavana tekijänä on hyvin usein juuri levyn ja rungon välisen liitoksen leikkauskestävyys (Rakennuksen jäykistys 2020.)



Kuva 10. Ulkoseinien jäykistävää levytystä (kuva Pasi Pohojoismäki)

Jäykistävien seinien nurkat ankkuroidaan alaohjauspuiden kautta perustuksiin, jotta seinä ei tuuli-kuorman vaikutuksesta liikahtaisi paikaltaan. Erityisesti laajennusosan pääjulkisivun nurkka, jonka liitos tulee tehdä jäykäksi. Puurunkoisissa rakennuksissa ankkurointi on usein välttämättömyys, johtuen siitä, että puurakenteisissa rakennuksissa ei usein ole riittävästi omapainoa kumoamaan ankkurointivoimia. (Rakennuksen jäykistys 2020.) Jäykistävien ulkoseinien ja yläpohjan lisäksi vaakakuormien siirtämisessä hyödynnetään rakennuksen vanhalle puolelle sijoittuvaa jäykistävästä väliseinää. Väliseinä pidetään ehjänä muutostöiden yhteydessä ja säilytetään alkuperäisessä tarkoituksessaan.

Myös yläpohjan NR-ristikkorakenne tulee jäykistää ja tukea ennen kaikkea rakenteen hoikkuudesta johtuvaa kiepahdusta ja nurjahdusta vastaan. NR-ristikot jäykistetään kiinnittymisellä yläohjauspuihin sekä vinolaudoituksilla ja yläpaarteiden päälle asennettavalla jäykistävällä umpilaudoituksella. Menetelmä on yksinkertainen ja nopea rakentaa ja se vinolaudoitus toimii myös asennuksen aikaisena tuentana ristikoille. (Palkiston ja NR-ristikoiden jäykistys 2020.)

Taulukko 7. Laajennusosan rakenteellinen järjestelmä

<b>Perustamistapa</b>	
Olemassa oleva rakennus	Maanvaraiset seinäanturat
Laajennusosa	Reunavahvistettu laatta
<b>Pääasialliset runkorakenteet</b>	
Pilarit	Liimapuu GL30c
Kantavat seinät	Rankaseinä (mitallistettu sahatavara C24)
Pääkannattimet	Sahatavara- (C24) ja liimapuupalkki (GL30c) sekä NR-ristikko
Ulkoseinät	Paikalla rakennettu, lämpöeristetty, puurankaseinä (k600)
Väliseinät	Paikalla rakennettu puurankaseinä (k600)
<b>Alapohja</b>	Maanvarainen laatta
<b>Yläpohja</b>	NR-ristikkoyläpohja (k900), lämpöeristetty
<b>Rakennusrungon jäykistys</b>	Laajennusosa jäykistetään rungon poikki- ja pituussuunnassa levyjäykisteillä. Levyt sijoitetaan ulkoseinien ulkopintaan, sisäpintaan ja yläpohjan alakattoon. Jäykistys varmistetaan jäykistävällä väliseinärakenteella. NR-ristikkoyläpohja jäykistetään yläohjauspuilla ja NR-pukeilla, yläpaarteiden vinolaudoituksilla sekä yläpohjan alakaton levyjäykistyksellä.

## 5 Laajentamisen riskit ja haasteet

Laajentamisella tarkoitetaan rakennuksen luvanvaraista muutostyötä tai lisärakentamista. Laajennuksia tehdään kasvattamalla rakennuksen pinta-alaa ja tilavuutta sivusuunnassa, ylöspäin korottamalla tai jossain tapauksissa laajentamalla rakennusta alaspäin, kellarikerrokseen. Rakennuksen laajentaminen nousee usein vakavasti harkittavaksi vaihtoehdoksi, kun mietitään ratkaisuja kasvavaan tilantarpeeseen. Jos muuttaminen tai täysin uuden rakennuksen rakentaminen eivät tule kysymykseen, on laajentaminen ainoa ratkaisu ongelmaan. Julkisten rakennusten osalta, laajennushankkeet saattavat olla budjetiltaan hyvinkin suuria. Esimerkkejä lähivuosien merkittävistä laajennushankkeista ovat Helsinki-Vantaan lentoaseman terminaali 2, Rovaniemen lentoasema, Lapin keskussairaala ja Kuopion museo.

Julkisten rakennusten laajennukset kuuluvat käytännössä automaattisesti ammattimaisen korjausrakentamisen piiriin. Omatoimisten korjaus- ja muutostöiden osuus on kuitenkin korjausrakentamisen kokonaismäärästä vielä toistaiseksi suurempi kuin ammattimaisten (RAKSU syksy 2021, 26). Selvää on, että suuren laajennushankkeen ammattimaisestakin suunnittelusta huolimatta, suunnittelussa tai toteutuksessa voi tapahtua virheitä, jotka pahimmillaan aiheuttavat mittavia sekä taloudellisia, että sosiaalisia vahinkoja. Pientalojen ja yksityisomisteisten rakennusten laajennus- ja muutostöissä piilee sitäkin merkittävämpi riski puutteellisille suunnitteluratkaisuille, jos suunnittelussa ei käytetä lainkaan ammattilaisen apua. Omakotitalolaajennus voi ammattitaidottoman suunnittelun seurauksena saada aikaan surullisen lopputuloksen. Alun perin hyväkuntoinen rakennus voidaan laajentamisen myötä pahimmillaan remontoida pilalle, jonka korjaamisesta voi koitua kohtuuttoman kallis hinta.

Rakennusterveysasiantuntija Timo Hautalampi, RTC Vahanen Turku Oy:sta, tutkii opinnäytetyössään laajennusrakentamisessa usein liian vähälle huomiolle jääviä sisäilman laatuun heikentävästi vaikuttavia tekijöitä. Tutkittavat kohteet ovat julkisia rakennuksia ja kaikissa kohteissa on tehty aiempia peruskorjauksia tai niihin on rakennettu yksi tai useampia laajennusosia. Kohteissa on myös havaittu tai epäilty sisäilman laatuun liittyviä ongelmia. (Hautalampi 2017, 12.) Hautalampi toteaa laajennusrakentamisen erityiseksi haasteeksi alkuperäisten rakenneosien ja laajennusosien liitosten toteuttamisen. Laajennuksia myös toteutetaan usein tutkimatta lainkaan olemassa olevia rakenteita ja niiden vaurioita riittävän tarkasti. (Hautalampi 2017, 63). Vaikka tutkimuksen kohteet ovatkin julkisia ja pinta-alaltaan isompia rakennuksia, ollaan pienemmissäkin kohteissa vastaavien

ongelmien äärellä. Omatoimisten ja itsetehtyjen korjausten lisääntyessä riski puutteellisella tietämyksellä toteutettuihin rakenteellisiin ratkaisuihin vain kasvaa.

## 5.1 Rakennesuunnittelun merkitys laajennusrakentamisessa

Muun muassa pientalohtorina tunnetuksi tullut Raksystems Oy:n Matti Kaijomaa varoittaa Pientalo ja piha-digilehdessä julkaistussa kirjoituksessaan pientalojen lisä- ja muutostöiden riskeistä. Riskien välttämisen kannalta olennaisena seikkana Kaijomaa pitää alkuperäisen rakennuksen, etenkin laajennusosaan liittyvien rakennusosien kunnan kartoitusta. Rakenteiden tila tulisi selvittää silmämääräisen tarkastuksen lisäksi mahdollisuuksien mukaan rakenteita avaamalla. Kriittisenä toimenpiteenä rakennusosien kunnan kannalta pidetään usein alkuperäisen ulkoseinän muuttamista väliseinäksi. Toimenpide on hyvin yleinen laajentamisen yhteydessä ja vastaavaan ratkaisuun päädyttiin myös tämän laajennushankkeen osalta. Ratkaisun riskialttius piilee Kaijomaan mukaan siinä, että ulkoseinärakenteisiin on voinut ajan kuluessa syntyä mahdollisesti kosteusvaurioita, joista ei kuitenkaan ole aiheutunut varsinaista haittaa sisäilman laadulle. Vauriot, jotka ovat aiemmin olleet yhteydessä ulkoilmaan, ovatkin rakenteen käyttötarkoituksen muutoksen jälkeen yhteydessä sisäilmaan. Ratkaisulla voi näin ollen olla heikentävää vaikutusta sisäilman laatuun. (Kaijomaa 2017.) Pahimmillaan on mahdollista, että laajennuksen yhteydessä sisäilman laatu heikkenee. Riskiltä voidaan kuitenkin välttyä poistamalla vaurioituneet rakenneosat huolellisesti ja korvaamalla ne uusilla, kuten tämän laajennuksen yhteydessä tehtiin. Rakenneosat korvattiin varmuuden vuoksi uusilla, vaikka alkuperäisen ulkoseinärakenteen kunto todettiin moitteettomaksi. Vanhojen rakenneosien säilyttäminen vastaavanlaisissa rakennusosan käyttötarkoituksen muutoksissa, edellyttää ehdotonta varmuutta niiden kunnosta.

Kahvilarakennuksen laajennuksessa uuden ja vanhan rakennusosan välisiä liitoskohtia löytyy myös alapohjasta, yläpohjasta ja ulkoseiniltä. Uuden ja vanhan ulkoseinärakenteen sekä yläpohjien liitosten suunnittelussa otettiin alkuperäisen rakenneosan kunnan lisäksi huomioon rakenneosien välillä muuttuvat rakennepaksuudet, mittaepätarkkuudet ja höyrynsulkujen limitykset. Laajennusosan höyrynsulkujen liitokset vanhoihin rakenneosiin tulee suunnitella riittävän tiiviiksi, jotta liittymien toteutus ei jäisi pelkästään työmaalla ratkaistavaksi. Alapohjassa ratkaistavana ongelmana on vanhan kantavan ulkoseinälinjan sokkelin liittämisen uuteen alapohjarakenteeseen. Muutos toteutettiin tasaamalla vanhan sokkelin yläpinta uuden alapohjalaatan tasoon ja toteuttamalla liitos kantavan väliseinän liitoksena perustuksiin.

Laajennusosien liittymien suunnittelu ja suunnitelmien toteuttaminen työmaalla on usein haasteellista. Suunnittelun ja toteutuksen puutteellisuudesta johtuen, laajentaminen voi seurata alkuperäisen rakennuksen turmioksi. Hautalampi toteaa lopputyössään, että laajennuksia suunniteltaessa olisi viisaampaa minimoida laajennusosien ja alkuperäisen rakennuksen välisten liitosten pinta-alat. Liitosten minimoimiseksi, Hautalampi ehdottaa laajennusosan liittämisen alkuperäiseen osaan esimerkiksi käytävien tai porrashuoneiden avulla. Näin riskialttiiden rakenteiden pinta-alaa ja määrää voitaisiin vähentää merkittävästi. (Hautalampi 2017, 63.) Liitosten yksityiskohtaisen suunnittelun lisäksi, rakennesuunnittelijan tulee ratkaista laajennusosan ja koko rakennuskokonaisuuden jäykistys. Laajentaminen vaikuttaa myös rakennuksen ilmanvaihtoon ja ilmanvaihtojärjestelmää koskevat muutokset ovat tarpeen suunnitella yhdessä asiantuntevan LVI-suunnittelijan kanssa. Laajennusosa ja rakennuksen alkuperäinen osa tulee siis suunnitella rakenteellisesti ja rakennusfysikaalisesti yhteensopivaksi ja toimivaksi kokonaisuudeksi.

## **5.2 Arkkitehtisuunnittelun merkitys laajennusrakentamisessa**

Arkkitehdin tulee rakennussuunnittelussa ottaa aina huomioon tilallisen toimivuuden ja arkkitehtonisten seikkojen lisäksi rakennuksen fysikaalinen toimivuus. Arkkitehdin tulisi kiinnittää huomiota uuden rakennuksen rakentamisessa, sekä laajennuksen suunnittelussa, materiaalien pitkäaikaiskestävyyteen, säänkestävyyteen ja oikein toteutettuihin detaljeihin. Kosteusvaurioiden riskiä voidaan pienentää välttämällä arkkitehtisuunnittelussa riskialttiita rakenneratkaisuja, detaljeja ja materiaaleja. (RIL 250-2020, 76, 80.)

Asianmukaisella ja tiedostavalla rakennussuunnittelulla voidaan välttää useimmat laajentamiseen liittyvät sudenkuopat. Laajentamisen yhteydessä on hyvin tyypillistä, että myös alkuperäisen rakennuksen tilaratkaisuihin joudutaan tekemään muutoksia. Näitä muutoksia suunniteltaessa on tärkeää ottaa huomioon ratkaisuiden vaikutukset koko rakennuksen toimivuuteen laajennuksen jälkeen. Kaijomaa antaa esimerkiksi käyttötarkoitukseltaan alun perin käyttöullakoksi tarkoitetun ullakkotilan, jota ei voida noin vain muuttaa muuhun käyttötarkoitukseen. Sama pätee vanhojen rakennusten kellareihin, joita ei ole tarkoitettu varsinaiseen asuinkäyttöön lainkaan. (Kaijomaa 2017.) Arkkitehtisuunnittelijana tilojen suunnittelussa tulisi ottaa nämä seikat huomioon ja välttää tilojen viemistä sinne, minne niitä ei ole alun perinkään tarkoitettu.

Kaijomaan mukaan käyttöullakon ottamisessa asuinkäyttöön, riskinä on esimerkiksi yläpohjarakenteiden tuuletuksen heikentyminen. Käyttöullakot ovat tyypillisesti huonekorkeudeltaan matalia tiloja, joten ilman vesikaton ja yläpohjarakenteen korottamista, tuuletusrako voi jäädä liian pieneksi yläpohjan tuulettumisen kannalta. Tästä taas voi seurata sisäilman kosteuden tiivistymistä rakenteissa ja pahimmassa tapauksessa kosteusvaurioiden syntymistä. Ylöspäin laajennettaessa oman haasteensa tuo joka tapauksessa ilmanvaihdon suunnittelu. Välipohjan puhkaiseminen vaikuttaa koko rakennuksen painesuhteisiin sekä ilmanvaihdon toimivuuteen. (Kaijoma 2017.)

Rakennuksen laajentaminen alkuperältään ei-asuinkäyttöön tarkoitettuun kellariin, on myös riskialtista ja vaatii huolellista suunnittelua. Kaijoma varoittaa, että puutteellisella tietämyksellä toteutetulla käyttötarkoituksen muutoksella voi aiheutua mittavia vahinkoja kellarin rakenteisiin. Etenkin vanhoihin maanvastaisiin rakenteisiin kohdistuu ulkoapäin kosteusrasitusta, joka tulee ottaa huomioon sisäpuolelle tehtäviä muutostöitä. Seinien vierustat tulisi kaivaa auki salaojien ja sadevesijärjestelmien kunnostamista tai uusimista sekä maanvastaisen seinän vedeneristystä varten. Tämän jälkeen seinät tulisi eristää ulkoapäin, jotta maanvastainen seinä jäisi kuivalle ja lämpimälle puolelle eristettä. Sisäpuolelta lämmöneristetty maanvastainen seinä luokitellaan virallisesti kosteusteknisistä syistä riskirakenteeksi. (Kaijoma 2017.)

Rakennussuunnittelijan tulee suhtautua myös kantaviin rakenteisiin tehtäviin muutoksiin varauksella ja harkiten. Onko esimerkiksi kantavan rakenteen korvaaminen muulla rakenneratkaisulla mahdollista tai onko kantavaan rakenteeseen koskeminen pakollista. Kantavia rakenteita koskevissa muutoksissa, pahin skenaario on, että rakenneosan merkitys koko rakennuksen rakenteellisen toimivuuden kannalta on välttämätön, eikä näin ollen järkevästi korvattavissa.

### **5.3 Laadukas rakentaminen**

Rakentamisen aikana on erityisen tärkeää, että mahdolliset riskit tiedostetaan työmaalla. Rakennuksen voidaan olettaa olevan loistokunnossa, mutta laajennusta tehdessä on kuitenkin oltava jatkuvasti hereillä mahdollisten yllätysten varalta. Siksi rakentamisen aikana on tärkeää, että rakenteita kuivataan riittävästi, kaikki mahdollisesti vaurioituneet materiaalit poistetaan ja rakentamisen aikana löydettyjen vaurioiden syyt selvitetään ja korjataan, ennen siirtymistä seuraavaan työvaiheeseen. Rakentamisen aikana tulee huolehtia riittävästä suojauksesta ja siitä, ettei alkuperäisen rakennuksen avatut rakenteet pääse kastumaan. (Hautalampi 2017, 64.)

Rakentamisen organisointi ja työvaiheiden suunnittelu tulee tehdä tarkasti. Uuden ja vanhan rakenteen liitosten rakentamisessa tulee käyttää erityistä huolellisuutta. Höyrynsulun liitokset tulee toteuttaa riittävän tiiviisti ja suunnitelmien mukaisesti limittämällä. Hautalammen mukaan liittymien toteutus ratkaistaan kuitenkin valitettavan usein vasta työmaalla, vaikka nimenomaan niihin tulisi pyrkiä vastaamaan asianmukaisilla ja ammattitaitoisella suunnittelulla (Hautalampi 2017, 30). Liittymien toteuttamisen osalta, kommunikointi suunnittelijan ja toteuttajan välillä tulisi tästä syystä olla vilkasta, jotta paras mahdollinen lopputulos saavutettaisiin.

Asiantuntevasta ja yksityiskohtaisesta suunnittelusta huolimatta, on mahdollista, että toteutus jää syystä tai toisesta puutteelliseksi. Tällaisissa tapauksissa valvonnan merkitys korostuu laadukkaan lopputuloksen saavuttamisessa. Useimmiten virheet ja riskit piilevät kommunikoinnin puutteessa tai välinpitämättömissä asenteissa. Yllättävien tilanteiden ratkaiseminen tulisi tehdä yhdessä suunnittelijan kanssa, ettei ongelmien ratkaiseminen jäisi yksin työmaalla ratkaistaviksi. Tilanteilla tarkoitetaan yllätyksiä, jotka paljastuvat vasta rakennustyön aloittamisen jälkeen rakennuksen avaamisen ja purkamisen yhteydessä.

## 6 Pohdinta

Opinnäytetyö perustuu kahvila-Akuliinan laajennuksen rakenne- ja arkkitehtisuunnitteluun. Työssä toteutettiin Jämsässä sijaitsevan kahvilan laajennuksen pilarien ja palkkien mitoituslaskelmat, rakennusvalvonnan edellyttämät rakennesuunnitelmat ja tutkittiin laajentamiseen liittyviä riskejä ja haasteita. Rakennelaskelmat toteutettiin RIL:in julkaisuja sekä puurakenteiden lyhennettyä suunnitteluohjetta apuna käyttäen. Rakennelaskelmien avulla määritettiin pilarien ja palkkien poikkileikkauskoot ja materiaalit, joiden perusteella rakenneosat tilattiin ja toteutettiin.

Rakennelaskelmien yhteydessä tehtiin muutamia yksinkertaistuksia, etenkin tuulikuorman määrittämisen suhteen, eikä laskennan tulos näin ollen ole täysin optimoitu. Tulokset sijoittuvat yksinkertaistusten vuoksi enemmän mitoituksen varmemmalle puolelle. Ennen mitoituslaskelmien pohjalta valittujen rakenteiden tilausta ja toteutusta, tuli pätevyityneen rakennesuunnittelijan hyväksyä ja allekirjoittaa suunnitelmat. Mitoitusosuus havainnollisti sitä, kuinka pienelläkin muutoksella rakenteen materiaaliominaisuuksissa tai poikkileikkauksen koossa voi olla isoja seurauksia rakenteiden toimivuuden ja kestävyuden suhteen. Laadukas rakennesuunnittelu on sekä yksityiskohtien, että kokonaisuuksien taidokasta hallintaa. Työstä saatiin hyödyllisiä

rakennesuunnittelutaitoja rakennusten, etenkin laajennusten suunnitteluun sekä realistinen käsitys rakennushankkeen suunnittelun läpiviemisestä.

Aiheen rajausta tehti etenkin työn alkuvaiheessa haasteita, mutta työn edetessä rajaaminen alkoi hahmottua ja syvyys löytyä. Vaikka varsinaiset laskelmat rajoittuivat vain pilarien ja palkkien mitoittamiseen, saatiin työhön tavoiteltua syvyyttä tutkimalla laajennuksen rakennesuunnittelua kokonaisuutena kattavasti. Rakennusvalvonnan vaatimien rakennekuvien ja kantavia rakenteita koskevien suunnitelmien laatiminen edellytti kokonaisvaltaista osallistumista laajennuksen rakennesuunnitteluun ja rakenteellisia ratkaisuja koskeviin päätöksiin. Laajennuksen rakennesuunnittelua varten perehdyttiin monipuolisesti suunnittelua ohjaaviin lakeihin, sekä lain pohjalta laadittuihin asetuksiin ja ohjeisiin. Näiden ohella työhön löydettiin näkökulmaa useista suunnitteluun vaikuttavista rakennusalan asiantuntijoiden laatimista julkaisuista. Työssä käytetyt lähteet olivat ajantasaisia ja luotettavia. Tiedonhankinnan suhteen eniten työtä tehti laajentamiseen riskeihin ja haasteisiin perehtyneet aineistot. Useiden lähteiden analysoimisen jälkeen, luotettavat lähteet asian käsittelyyn lopulta löytyivät. Lisäksi työ kestää eettisen tarkastelun ja on eettinen jo pelkäämään työn luonteesta johtuen.

Laajentaminen osoittautui haastavaksi, paljon ongelmallista liitosdetaljiikkaa sisältäväksi rakentamisen muodoksi. Laajentamiseen liittyy useita vakavasti otettavia riskejä, joiden toteutuminen on useimmiten seurausta puutteellisista suunnitelmista. Aina ammattitaitoinen suunnittelukaan ei pelasta vahingoilta, jos rakentamisvaiheessa ilmenee puutteita eikä riittävästä valvonnasta huolehdita. Riskit eivät katso myöskään rakennuksen kokoa, vaikka vahinkojen suuruuteen koko vaikuttaakin. Laajentamisen suhteen suunnittelijalta vaaditaan rakennusfysikaalisten ilmiöiden tunnistamista, sekä erityistä tarkkuutta ja ammattitaitoa laajennusosan ja alkuperäisen rakennuksen rakenneosien liitosten suunnittelussa.

Työn tulokset vastasivat alkutilanteessa asetettuihin tavoitteisiin. Laajentamiseen liittyvät riskit ovat työssä analysoitujen lähteiden perusteella mahdollista välttää ammattimaisella rakennesuunnittelulla, arkkitehtisuunnittelulla ja rakentamisella. Työ osoitti sekä rakennesuunnittelun, että arkkitehtisuunnittelun valtavan merkityksen laajennustyön laadukkaassa lopputuloksessa. Työn tuloksena saatiin keinoja laajennusten laadukkaaseen suunnitteluun, sekä kykyä ennakoita ja välttää mahdolliset riskialttiit rakenteelliset ratkaisut ja käyttötarkoituksen muutokset.

## Lähteet

A 10.9.1999/895. Maankäyttö ja rakennusasetus. Annettu 5.2.1999. Viitattu 2.11.2021.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895>, ajantasainen lainsäädäntö.

A 4/13. 2013. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Annettu 27.2.2013. Viitattu 28.10.2021. [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/NUMEROITU-25\\_2\\_2013YM\\_asetus\\_lopullinen\\_FIN-\(2\)-924394EF\\_BED0\\_42F2\\_9AD2\\_5BE3036A6EAD-31396.pdf/24f8256a-4247-8a95-51bf-3f2440bdf5/NUMEROITU-25\\_2\\_2013YM\\_asetus\\_lopullinen\\_FIN-\(2\)-924394EF\\_BED0\\_42F2\\_9AD2\\_5BE3036A6EAD-31396.pdf?t=1603260194911](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/NUMEROITU-25_2_2013YM_asetus_lopullinen_FIN-(2)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf/24f8256a-4247-8a95-51bf-3f2440bdf5/NUMEROITU-25_2_2013YM_asetus_lopullinen_FIN-(2)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf?t=1603260194911).

A 214/2015. Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määrittämisestä. Annettu 12.3.2015. Viitattu 1.11.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150214>.

Betonointi talvella. N.d. Talvivalu vaatii erityistä huolellisuutta ja osaamista. Betoniteollisuus ry:n verkkosivu. Viitattu 10.11.2021. <https://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/paikallavalu/betonointi-talvella/>.

Finnfoam toi vuonna 2016 markkinoille uuden reunavahvistetun laatan perustusratkaisun. N.d. Finnfoamin verkkosivu. Viitattu 10.11.2021. <https://www.finnfoam.fi/kayttokohteet/perustukset/reunavahvistettu-laatta>.

Hautalampi, T. 2017. Rakennusten peruskorjauksessa tai laajennuksessa usein liian vähälle huomiolle jääneitä sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä. Kenttätutkimuksessa tehtyjä havaintoja. Opin- näytetyö, sertifikaattikoulutus. Helsingin yliopiston koulutus- ja kehittämispalvelut HY+ ja Turun AMK, rakennusterveysasiantuntijan sertifikaattikoulutus. Viitattu 18.11.2021. <https://vahanen.com/wp-content/uploads/2017/06/Timo-Hautalampi-RTA-lopputyö-Rakennusten-peruskorjauksessa-tai-laajennuksessa-usein-liian-vähälle-huomiolle-jääneitä-sisäilman-laatua-heikentäviä-tekijöitä.pdf>.

Kaijomaa, M. 2017. Laajentaminen ja muutostyöt ovat täynnä riskejä. Pientalo ja piha 1/2017. Viitattu 18.11.2021. <http://digilehti.pientalojapiha.fi/lue/12017/puutalohtori-laajentaminen-ja-muutosty-t-ovat-t-ynn-riskej>.

L 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Viitattu 26.4.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>, ajantasainen lainsäädäntö.

Liimapuukäsikirja. 2014. Osa 1. Suomen liimapuuyhdistys ry ja Puuinfo Oy. Viitattu 30.10.2021. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/Liimapuukäsikirja-Osa-1.pdf>.

Palkiston ja NR-ristikoiden jäykistys. 2020. Puuinfon verkkosivu. Julkaistu 10.7.2020. Viitattu 19.11.2021. <https://puuinfo.fi/rakenteet/massiivipuulevyrakenteet/palkiston-ja-nr-ristikoiden-jaykistys/>.

Puurakenteiden lyhennetty suunnitteluohje (LSO). 2020. Viides painos. Eurokoodi 5. Puuinfo Oy. Viitattu 25.3.2021. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/Eurokoodi-5-Lyhennetty-suunnitteluohje-5.-PAINOS-2020-PÄIVITYS-22.7.-web.pdf>.

Rakennuksen jäykistys. 2020. Puuinfon verkkosivu. Julkaistu 10.7.2020. Viitattu 19.11.2021. <https://puuinfo.fi/rakenteet/massiivipuulevyrakenteet/rakennuksen-jaykistys/>.

Rakennusalan suhdanneryhmä (RAKSU). 2021. Rakentaminen 2021–2022. Kevät 2021. Talousnäkömät. Valtiovarainministeriö. Viitattu 17.11.2021. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-367-687-9>.

Rakennusalan suhdanneryhmä (RAKSU). 2021. Rakentaminen 2021–2022. Syksy 2021. Talousnäkömät. Valtiovarainministeriö. Viitattu 17.11.2021. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-367-526-1>.

Rakentamisen luvat. N.d. Jämsän kaupungin verkkosivu. Viitattu 26.4.2021. <https://www.jamsa.fi/palvelut/kaavoitus-ja-rakentaminen/rakentaminen/rakentamisen-luvat>.

Rakenteiden lujuus ja vakaus. 2016. Ohje kantavien rakenteiden suunnitteluperusteista. Ympäristöministeriö. Viitattu 3.11.2021. [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/lopullinen-suunnitteluperusteet-2016-C352472F E7C4 4653 BF44 1AB47FB50CB0-137127.pdf/00fb719c-365d-d570-618e-cad1004fbc5b/lopullinen-suunnitteluperusteet-2016-C352472F E7C4 4653 BF44 1AB47FB50CB0-137127.pdf?t=1603260660111](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/lopullinen-suunnitteluperusteet-2016-C352472F_E7C4_4653_BF44_1AB47FB50CB0-137127.pdf/00fb719c-365d-d570-618e-cad1004fbc5b/lopullinen-suunnitteluperusteet-2016-C352472F_E7C4_4653_BF44_1AB47FB50CB0-137127.pdf?t=1603260660111).

RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Eurokoodit EN 1990, EN 1991-1-1, EN 1991-1-3, EN 1991-1-4. 2017. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Viitattu 25.3.2021.

RIL 205-1-2017. Puurakenteiden suunnitteluohje. Eurokoodi EN 1995-1-1. 2017. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Viitattu 26.3.2021.

RIL 250-2020. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. 2020. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Viitattu 23.11.2021.

RT-103131. 2019. Rakennuksen paloluokan määrittäminen ja keskeiset palotekniset vaatimukset. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 3.11.2021. <http://janet.finna.fi>, RT-kortisto.

Rungon toimintaperiaate. 2020. Puuinfon verkkosivu. Julkaistu 11.6.2020. Viitattu 20.11.2021. <https://puuinfo.fi/rakenteet/rankarakenteet/rungon-toimintaperiaate/>.

Vaneri. 2020. Puuinfon verkkosivu. Julkaistu 23.6.2020. Viitattu 19.11.2021. <https://puuinfo.fi/puutieto/puulevyt/vaneri/>.

# Liitteet

## Liite 1. Rakennetyypit

### RAKENNETYYPIT:

#### SISÄLTÖ:

#### ULKOSEINÄT:

201.01	US2
201.02	US3 - WC-tilat
201.03	US4 - Valotorni

#### VÄLISEINÄT:

201.04	VS1
201.05	VS2 - Vanha us

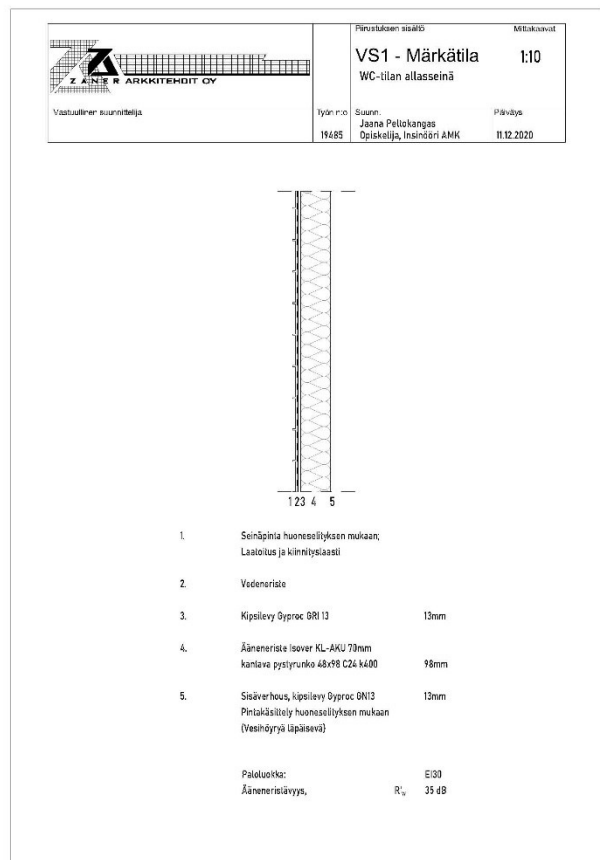
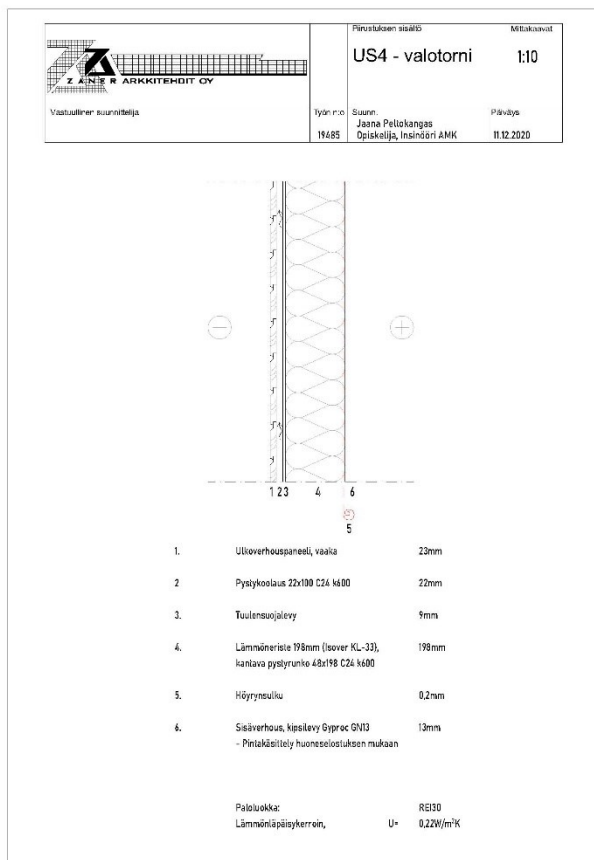
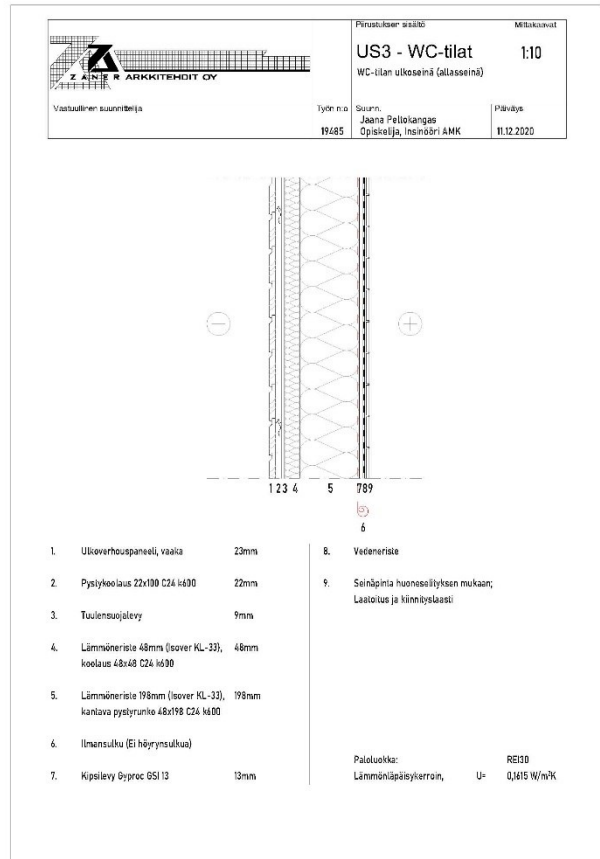
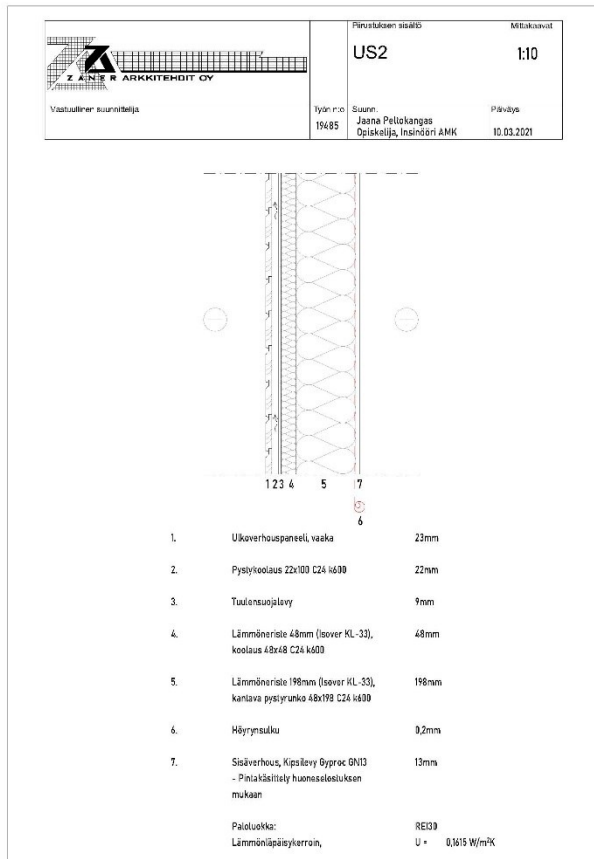
#### ALAPOHJAT:

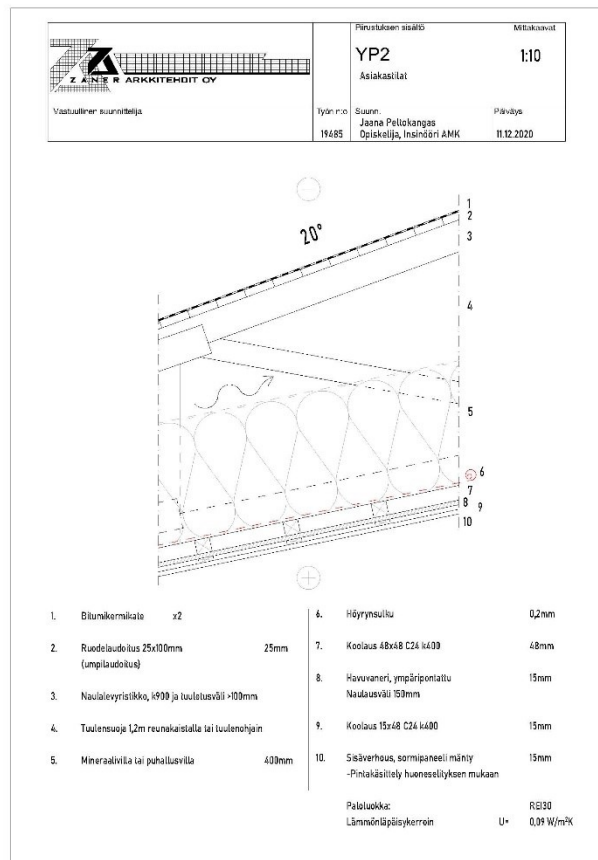
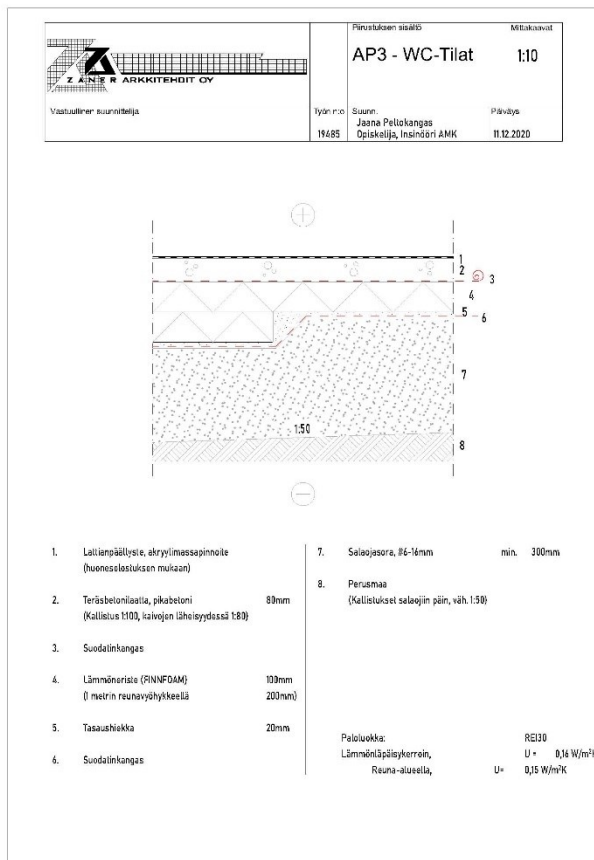
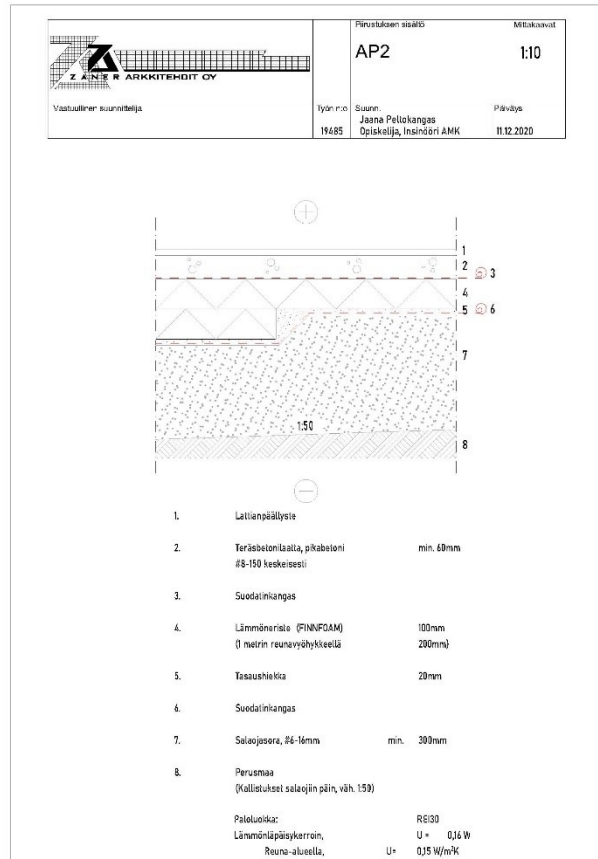
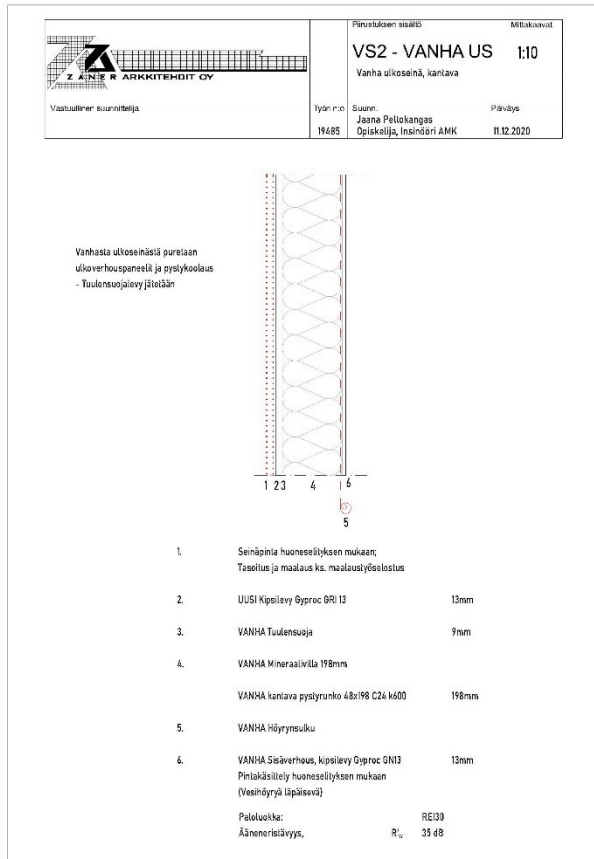
201.06	AP2
201.07	AP3 - WC-tilat

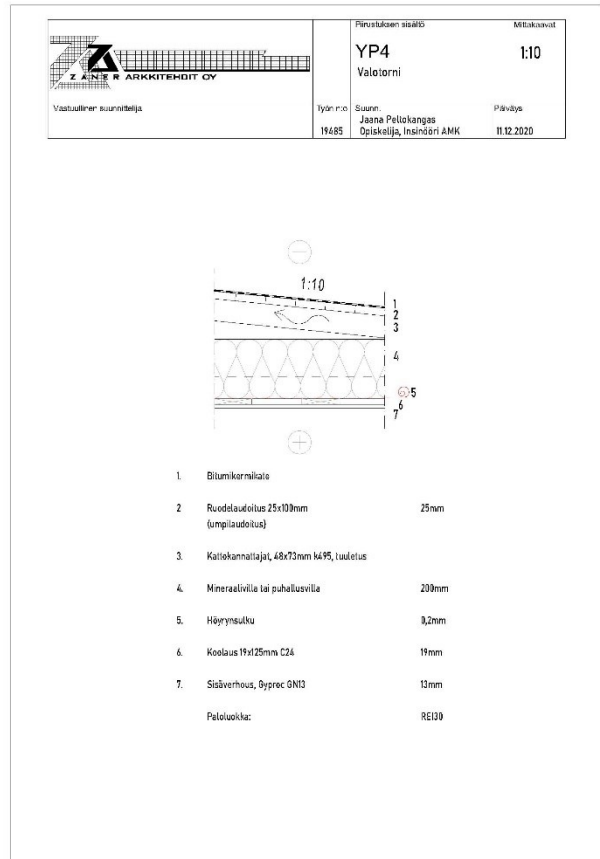
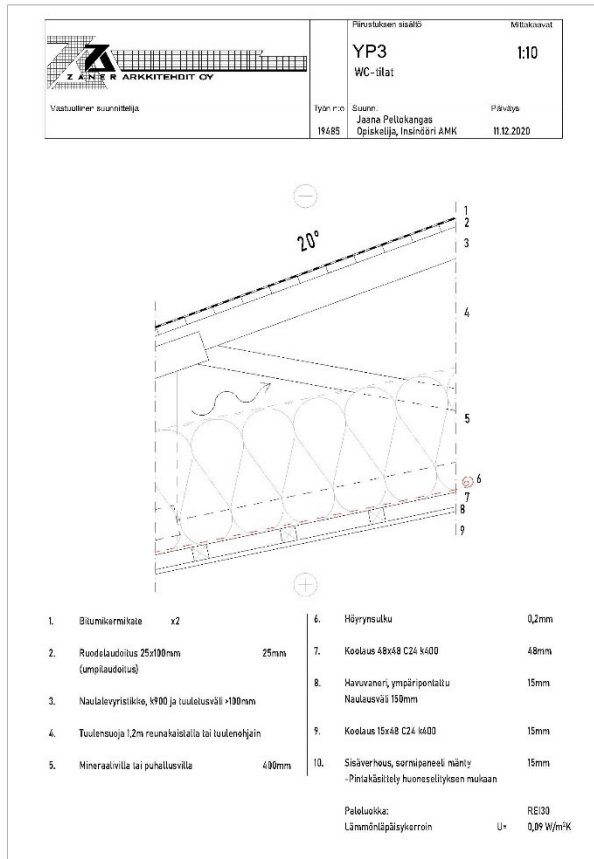
#### YLÄPOHJAT:

201.08	YP2 - Asiakastilat
201.09	YP3 - WC-tilat
201.10	YP4 - Valotorni

Kaupunginosa/kylä <b>420</b>	Kortteli/tila <b>6</b>	Tontti/Rn:o <b>2</b>	Viranomaisten arkistointimerkintöjä varten		
Rakennustoimenpide <b>Laajennus</b>		Piirustuslaji <b>RAKENNESUUNNITELMAT</b>		Juoks. nro	
Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>Kahvila Akuliina</b>		Piirustuksen sisältö <b>Rakennetyypit</b>		Mittakaavat <b>1:10</b>	
Jämsän Äijän aukio 42100 JÄMSÄ					
		Työnumero <b>19485</b>		Tiedoston sijainti: BilMecloud: zaner - BilMecloud as a Service/19485 Kahvila Akuliina, Jämsä	
Vastuullinen suunnittelija	Suunn. Jaana Peltokangas Rakennusinsinööriopiskelija, AMK	Suunnitteluala ja piirustusnumero <b>RAK 201</b>	Päiväys 29.05.2020	Muutos	







## Liite 2. Palkkilaskelma, vanha ulkoseinälinja (pituus 5656mm)

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy

Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Palkkilaskelma, vanha US

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

RIL 205-1-2017 (04.12.2019)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta



### PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)  
 Yritys: Zaner Arkkitehdit Oy  
 Projekti: Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat  
 Nimi: Palkkilaskelma, vanha US

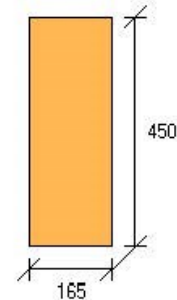
C:\Y...YPalkki\_vanhaUS (pitkä).s01

### RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
 Materiaali: GL30c  
 Poikkileikkaus: 165x450  
 (B= 165 mm, H= 450 mm, A= 74250 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>= 1252968750 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>= 5568750 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)

#### Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 5656.0  
 Yhteensä: 5656.0



Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	210	Liukutuki (Z)
2:	5656	140	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	30.88 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	30.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	24.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	20.07 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,90,k</sub> :	0.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	3.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	3.50 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	13000 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	650 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	10800 N/mm <sup>2</sup>

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy

Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Palkkilaskelma, vanha US

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

G 0.05:	540 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)
km-kerroin:	0.70
kcr-kerroin:	1.00

-----

Osavarmuusluku:	1.25
-----------------	------

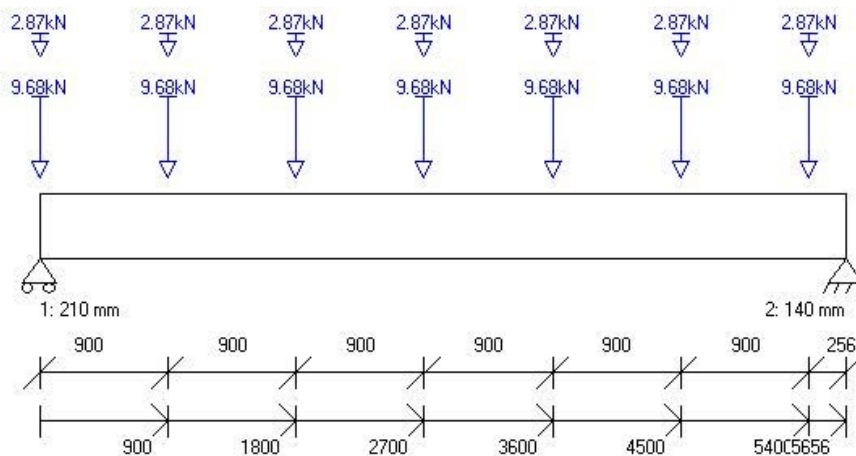
-----

Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

-----

kdef:	0.600
-------	-------

-----



#### KUORMITUSTIEDOT:

-----

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ - 2.87 kN	x - 0.0 mm	{2.87kN}
Pistekuorma: 2:	FZ - 2.87 kN	x - 900.0 mm	{2.87kN}
Pistekuorma: 3:	FZ - 2.87 kN	x - 1800.0 mm	{2.87kN}
Pistekuorma: 4:	FZ - 2.87 kN	x - 2700.0 mm	{2.87kN}
Pistekuorma: 5:	FZ - 2.87 kN	x - 3600.0 mm	{2.87kN}

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy

Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Palkkilaskelma, vanha US

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

Pistekuorma: 6: FZ = 2.87 kN x = 4500.0 mm (2.87kN)  
 Pistekuorma: 7: FZ = 2.87 kN x = 5400.0 mm (2.87kN)  
 Rakenneosan paino: QZ = 0.371 kN/m x = 0 - 5656 mm

Lumikuorma (Lumikuorma  $Sk < 2.75$  kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):

Pistekuorma: 1: FZ = 9.68 kN x = 0.0 mm (9.68kN)  
 Pistekuorma: 2: FZ = 9.68 kN x = 900.0 mm (9.68kN)  
 Pistekuorma: 3: FZ = 9.68 kN x = 1800.0 mm (9.68kN)  
 Pistekuorma: 4: FZ = 9.68 kN x = 2700.0 mm (9.68kN)  
 Pistekuorma: 5: FZ = 9.68 kN x = 3600.0 mm (9.68kN)  
 Pistekuorma: 6: FZ = 9.68 kN x = 4500.0 mm (9.68kN)  
 Pistekuorma: 7: FZ = 9.68 kN x = 5400.0 mm (9.68kN)

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

Yhdistelmä 7 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma

**MITOITUS:**

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205-1-2017

Kokonaiskäyttöaste:

90.2 %

**MITOITUSPARAMETRIT:**Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/300

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy

Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Palkkilaskelma, vanha US

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00  
 Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00  
 Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$   
 Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$   
 Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin suhteen):  
 Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 900.00$  mm  
 Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} =$  Päätukien välimatka  
 $L_{ef1} = L_{k1}$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)  
 HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun  $M_y < 0$

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	60.76 kN	110.88 kN	54.8 %	5656 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus ( $M_y$ ):	81.50 kNm	110.04 kNm	74.1 %	2700 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	81.50 kNm	110.04 kNm	74.1 %	2700 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	66.40 kN	95.04 kN	69.9 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine kerroin = 1.71					
Tukipaine, tuki 2:	60.76 kN	67.32 kN	90.2 %	5656 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine kerroin = 1.82					
jänneväli 1, $W_{z,fin}$ :	16.2 mm	-- mm	-- %	2828 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, $W_{z,net,fin}$ :	16.2 mm	18.9 mm	85.7 %	2828 mm	Yhdistelmä 13/1

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 13/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$V_{z,max}$	60.76 kN	5656 mm
$M_{y,max}$	81.50 kNm	2700 mm

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	66.40 kN	10.39 kN	46.96 kN	11.55 kN
2:	60.76 kN	9.58 kN	42.99 kN	10.64 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	11.55
2:	10.64

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy

Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Palkkilaskelma, vanha US

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

---

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	35.41
2:	32.35

---

**HUOMIOT:**

- 
- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosien A1:2008, A2:2014 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2017 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
  - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03665-17 ja VTT-S-05393-17)
  - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
  - \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
  - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
  - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
  - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
  - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajaatilamitoituksessa
  - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
  - Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
  - Kuormitustiedoissa esitetään lumikuorman ominaisarvo katolla.  
Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuorma katon muotokertoimella
- 

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

---

### Liite 3. Palkkilaskelma, kattokannattaja (pituus 3184mm)

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Palkki, kattokannattaja (pituus 3184mm)

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

RIL 205-1-2017 (04.12.2019)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta



#### PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)  
 Yritys: Zaner Arkkitehdit Oy  
 Projekti: Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat

Nimi: Palkki, kattokannattaja (pituus 3184mm)

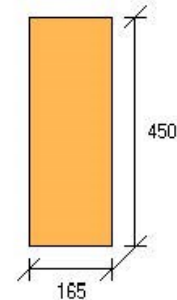
C:\Y...YPalkki\_UusiUS (lyhyt).s01

#### RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
 Materiaali: GL30c  
 Poikkileikkaus: 165x450  
 (B= 165 mm, H= 450 mm, A= 74250 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>= 1252968750 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>= 5568750 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI-1.0)

#### Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 3184.0  
 Yhteensä: 3184.0



Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	140	Liukutuki (Z)
2:	3184	70	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	30.88 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	30.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	24.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	20.07 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,90,k</sub> :	0.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	3.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	3.50 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	13000 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	650 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	10800 N/mm <sup>2</sup>

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Palkki, kattokannattaja (pituus 3184mm)

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

G 0.05:	540 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)
km-kerroin:	0.70
kcr-kerroin:	1.00

-----

Osavarmuusluku:	1.25
-----------------	------

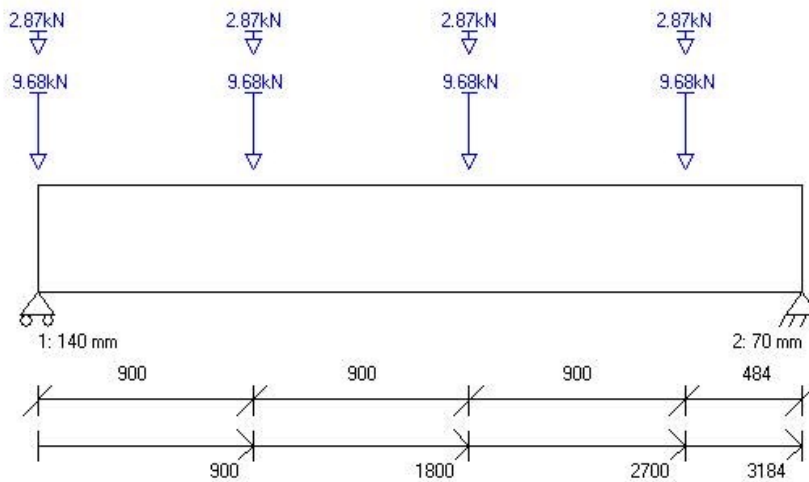
-----

Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

-----

kdef:	0.600
-------	-------

-----



#### KUORMITUSTIEDOT:

-----

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ - 2.87 kN	x - 0.0 mm	{2.87kN}
Pistekuorma: 2:	FZ - 2.87 kN	x - 900.0 mm	{2.87kN}
Pistekuorma: 3:	FZ - 2.87 kN	x - 1800.0 mm	{2.87kN}
Pistekuorma: 4:	FZ - 2.87 kN	x - 2700.0 mm	{2.87kN}
Rakenneosan paino:	QZ - 0.371 kN/m	x - 0 - 3184 mm	

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Palkki, kattokannattaja (pituus 3184mm)

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

Lumikuorma (Lumikuorma  $Sk < 2.75 \text{ kN/m}^2$ , Keskipitkä):

Pistekuorma: 1: FZ = 9.68 kN x = 0.0 mm ( 9.68kN)

Pistekuorma: 2: FZ = 9.68 kN x = 900.0 mm ( 9.68kN)

Pistekuorma: 3: FZ = 9.68 kN x = 1800.0 mm ( 9.68kN)

Pistekuorma: 4: FZ = 9.68 kN x = 2700.0 mm ( 9.68kN)

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

Yhdistelmä 7 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma

**MITOITUS:**

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205-1-2017

Kokonaiskäyttöaste: 78.0 %

**MITOITUSPARAMETRIT:**Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00*L$ Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00*L$ Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin suhteen):Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 900.00 \text{ mm}$

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Palkki, kattokannattaja (pituus 3184mm)

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = Päätukien välimatka

Lef1 = Lk1 ja Lef2 = Lk2 (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)

HUOM! Lk1:ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja Lk2:ta, kun  $M_y < 0$ 

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	30.90 kN	110.88 kN	27.9 %	3184 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	26.32 kNm	110.04 kNm	23.9 %	1800 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	26.32 kNm	110.04 kNm	23.9 %	1800 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	41.74 kN	67.32 kN	62.0 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.82					
Tukipaine, tuki 2:	30.90 kN	39.60 kN	78.0 %	3184 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 2.14					
jänneväli 1, Wz,fin:	2.0 mm	-- mm	-- %	1672 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, Wz,net,fin:	2.0 mm	10.6 mm	18.8 %	1672 mm	Yhdistelmä 13/1

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 13/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	30.90 kN	3184 mm
My,max	26.32 kNm	1800 mm

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	41.74 kN	6.48 kN	29.51 kN	7.20 kN
2:	30.90 kN	4.91 kN	21.88 kN	5.46 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	7.20
2:	5.46
Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	22.30
2:	16.42

## HUOMIOT:

## Liite 4. Lasiliukuseinän aukonylityspalkki (pituus 8390mm)

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy

Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Lasiliukuseinän aukonylityspalkki

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

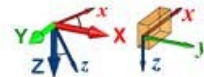
14.10.2021

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

RIL 205-1-2017 (04.12.2019)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta



### PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)  
 Yritys: Zaner Arkkitehdit Oy  
 Projekti: Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat

Nimi: Lasiliukuseinän aukonylityspalkki

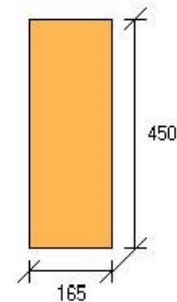
C:\Y...\Lasiliukuseinän aukonylityspalkki\_palkki 8390mm, kuorma räystäällä 0,216.s01

### RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
 Materiaali: GL30c  
 Poikkileikkaus: 165x450  
 (B=165 mm, H=450 mm, A=74250 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=1252968750 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=5568750 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI-1.0)

#### Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 8390.0  
 Yhteensä: 8390.0



Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	140	Liukutuki (Z)
2:	8390	140	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	30.88 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	30.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	24.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	20.07 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,90,k</sub> :	0.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	3.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	3.50 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	13000 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	650 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	10800 N/mm <sup>2</sup>

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy

Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Lasiliukuseinän aukonylituspalkki

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

G 0.05:	540 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)
km-kerroin:	0.70
kcr-kerroin:	1.00

-----

Osavarmuusluku:	1.25
-----------------	------

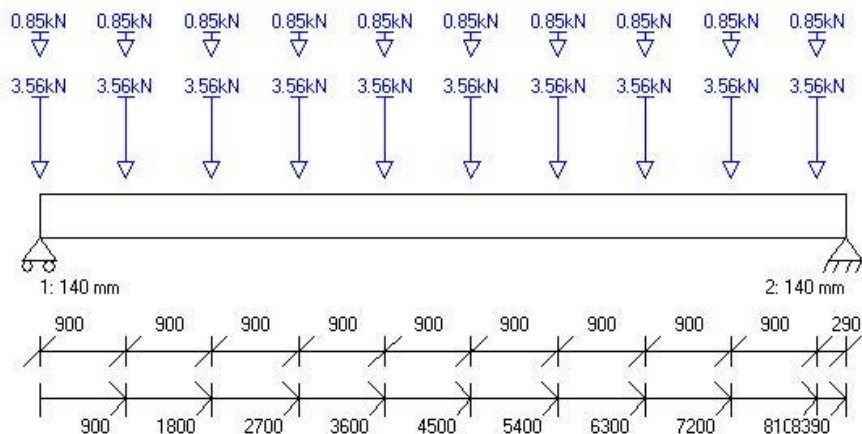
-----

Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

-----

kdef:	0.600
-------	-------

-----



#### KUORMITUSTIEDOT:

-----

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ - 0.85 kN	x - 0.0 mm	{0.85kN}
Pistekuorma: 2:	FZ - 0.85 kN	x - 900.0 mm	{0.85kN}
Pistekuorma: 3:	FZ - 0.85 kN	x - 1800.0 mm	{0.85kN}
Pistekuorma: 4:	FZ - 0.85 kN	x - 2700.0 mm	{0.85kN}
Pistekuorma: 5:	FZ - 0.85 kN	x - 3600.0 mm	{0.85kN}

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy

Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Lasiliukuseinän aukonylityspalkki

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

---

Pistekuorma: 6:	FZ = 0.85 kN	x = 4500.0 mm	(0.85kN)
Pistekuorma: 7:	FZ = 0.85 kN	x = 5400.0 mm	(0.85kN)
Pistekuorma: 8:	FZ = 0.85 kN	x = 6300.0 mm	(0.85kN)
Pistekuorma: 9:	FZ = 0.85 kN	x = 7200.0 mm	(0.85kN)
Pistekuorma: 10:	FZ = 0.85 kN	x = 8100.0 mm	(0.85kN)
Rakenneosan paino:	QZ = 0.371 kN/m	x = 0 - 8390 mm	

---

Lumikuorma (Lumikuorma  $Sk < 2.75$  kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 3.56 kN	x = 0.0 mm	(3.56kN)
Pistekuorma: 2:	FZ = 3.56 kN	x = 900.0 mm	(3.56kN)
Pistekuorma: 3:	FZ = 3.56 kN	x = 1800.0 mm	(3.56kN)
Pistekuorma: 4:	FZ = 3.56 kN	x = 2700.0 mm	(3.56kN)
Pistekuorma: 5:	FZ = 3.56 kN	x = 3600.0 mm	(3.56kN)
Pistekuorma: 6:	FZ = 3.56 kN	x = 4500.0 mm	(3.56kN)
Pistekuorma: 7:	FZ = 3.56 kN	x = 5400.0 mm	(3.56kN)
Pistekuorma: 8:	FZ = 3.56 kN	x = 6300.0 mm	(3.56kN)
Pistekuorma: 9:	FZ = 3.56 kN	x = 7200.0 mm	(3.56kN)
Pistekuorma: 10:	FZ = 3.56 kN	x = 8100.0 mm	(3.56kN)

---

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

Yhdistelmä 7 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma

**MITOITUS:**

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Lasiliukuseinän aukonylityspalkki

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

-----  
 Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205-1-2017  
 Kokonaiskäyttöaste: 97.4 %  
 -----

## MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/300  
 Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00  
 Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00  
 Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 * L$   
 Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00 * L$   
 Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin suhteen):  
 Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 900.00$  mm  
 Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} =$  Päätukien välimatka  
 $L_{ef1} = L_{k1}$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)  
 HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun  $M_y < 0$   
 -----

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	32.29 kN	110.88 kN	29.1 %	8390 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus ( $M_y$ ):	65.51 kNm	110.04 kNm	59.5 %	4500 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	65.51 kNm	110.04 kNm	59.5 %	4500 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	34.47 kN	67.32 kN	51.2 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.82					
Tukipaine, tuki 2:	32.29 kN	67.32 kN	48.0 %	8390 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.82					
jänneväli 1, $W_z, fin$ :	27.2 mm	-- mm	-- %	4195 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, $W_z, net, fin$ :	27.2 mm	28.0 mm	97.4 %	4195 mm	Yhdistelmä 13/1

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):  
 1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma  
 Yhdistelmä 13/1 :  
 1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma  
 -----

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$V_z, max$	32.29 kN	8390 mm
$M_y, max$	65.51 kNm	4500 mm

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	34.47 kN	5.36 kN	24.37 kN	5.95 kN
2:	32.29 kN	5.09 kN	22.85 kN	5.66 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

---

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	5.95
2:	5.66

---

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	18.42
2:	17.18

---

## HUOMIOT:

- 
- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosien A1:2008, A2:2014 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2017 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
  - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03665-17 ja VTT-S-05393-17)
  - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
  - \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
  - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
  - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
  - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
  - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajalimitoituksessa
  - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
  - Rakenneseosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailjeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
  - Kuormitustiedoissa esitetään lumikuorman ominaisarvo katolla.  
Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuorma katon muotokertoimella
- 

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneseosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

---

## Liite 5. Pilarilaskelma, vanha ulkoseinälinja (ei tuulta)

Finnwood 24.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy

Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Pilarit, purettava ulkoseinälinja

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 24.3 (2.4.088)

RIL 205-1-2017 (04.12.2019)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta



### PROJEKTITIEDOT:

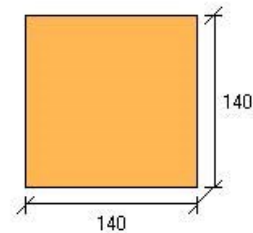
Suunnittelija: Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)  
 Yritys: Zaner Arkkitehdit Oy  
 Projekti: Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat

Nimi: Pilarit, purettava ulkoseinälinja

C:\Y...YPilarit\_vanha us\_korkeus 2940mm.s01

### RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Pilari  
 Materiaali: Standardipilarit (GL30c)  
 Poikkileikkaus: 140x140 (varastokoko)  
 (B= 140 mm, H=140 mm, A=19600 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=32013333 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=457333 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI-1.0)  
 Kulma: 90.0 astetta



### Uloke-/jännevälipi tuudet:

Uloke/jänneväli: Pystymitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 2940.0  
 Yhteensä: 2940.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Tyyppi:
1:	0	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	2940	Liukutuki (X)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	33.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	30.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	24.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	21.45 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,90,k</sub> :	0.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	3.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	3.50 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	13000 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	650 N/mm <sup>2</sup>

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy

Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Pilarit, purettava ulkoseinälinja

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

E 0.05:	10800 N/mm <sup>2</sup>
G 0.05:	540 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)
km-kerroin:	0.70
kcr-kerroin:	1.00

-----

Osavarmuusluku:	1.25
-----------------	------

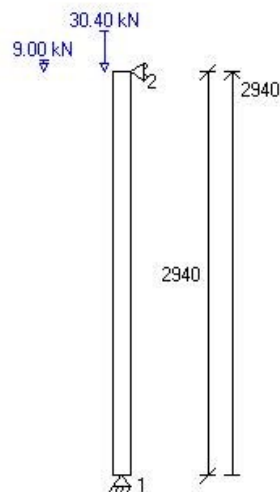
-----

Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

-----

kdef:	0.600
-------	-------

-----



#### KUORMITUSTIEDOT:

-----

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1: FZ = 9.00 kN x = 2940.0 mm

Rakenneosan paino: QZ = 0.098 kN/m x = 0 - 2940 mm

-----

Lumikuorma (Lumikuorma  $S_k < 2.75$  kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy

Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Pilarit, purettava ulkoseinälinja

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

Pistekuorma: 1: FZ = 30.40 kN x = 2940.0 mm

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 9 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 10 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma

Yhdistelmä 11 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

**MITOITUS:**

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205-1-2017

Kokonaiskäyttöaste:

26.9 %

**MITOITUSPARAMETRIT:**Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00*L$ Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00*L$ Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin suhteen):Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1}$  = Päätukien välimatkaKiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2}$  = Päätukien välimatka $L_{ef1} = L_{k1} + 2xH$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus rakenteen yläpinnassa)HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun  $M_y < 0$ **MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:**

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy

Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Pilarit, purettava ulkoseinälinja

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

14.10.2021

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Puristus:	56.28 kN	209.33 kN	26.9 %	0 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
jänneväli 1, Wz,inst:	-0.0 mm	-- mm	-- %	74 mm	Yhdistelmä 9/1
jänneväli 1, Wz,net,fin:	-0.0 mm	-- mm	-- %	74 mm	Yhdistelmä 9/1

---

**ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT**

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 9/1 :

1.00\*Omapaino

---

**VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:**

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Nx,max	56.28 kN	0 mm

---

**TUKIREAKTIOT:**

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	56.28 kN	8.36 kN	39.69 kN	9.29 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

---

**TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):**

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	9.29
2:	0.00

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	30.40
2:	0.00

---

## Liite 6. Pilarilaskelma, lasiliukuseinän aukon pielet (tuuli)

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Pilarit, lasiliukuseinän aukon pielet

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

29.11.2021

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

RIL 205- 1- 2017 (04.12.2019)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus- /palotilannetta



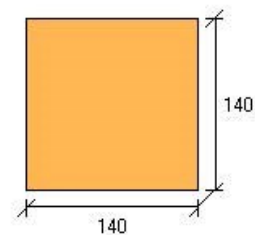
### PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)  
 Yritys: Zaner Arkkitehdit Oy  
 Projekti: Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat  
 Nimi: Pilarit, lasiliukuseinän aukon pielet

C:\Y...YPilarit\_lasiliukuseinän aukon pielet\_korkeus 2200mm.s01

### RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Pileri  
 Materiaali: Standardipilarit (GL30c)  
 Poikkileikkaus: 140x140 (varastokoko)  
 (B= 140 mm, H=140 mm, A=19600 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=32013333 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=457333 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI-1.0)  
 Kulma: 90.0 astetta



### Uloke- /jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Pystymitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 2200.0  
 Yhteensä: 2200.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Tyyppi:
1:	0	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	2200	Liukutuki (X)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	33.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	30.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	24.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	21.45 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,90,k</sub> :	0.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	3.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	3.50 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	13000 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	650 N/mm <sup>2</sup>

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Pilarit, lasiliukuseinän aukon pielet

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

29.11.2021

E 0.05:	10800 N/mm <sup>2</sup>
G 0.05:	540 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)
km- kerroin:	0.70
kcr- kerroin:	1.00

-----

Osavarmuusluku: 1.25

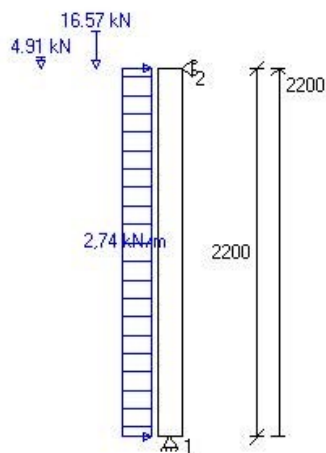
-----

Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

-----

kdef: 0.600

-----



#### KUORMITUSTIEDOT:

-----

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1: FZ = 4.91 kN x = 2200.0 mm

Rakenneseosan paino: QZ = 0.098 kN/m x = 0 - 2200 mm

-----

Lumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):

-----

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Pilarit, lasiliukuseinän aukon pielet

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

29.11.2021

Pistekuorma: 1: FZ = 16.57 kN x = 2200.0 mm

Tuulikuorma (Tuulikuorma, Hetkellinen):

viivakuorma: 1: QX = 2.740 kN/m x = 0 - 2200 m (2,74 kN/m)

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma

Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma

Yhdistelmä 9 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 10 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma

Yhdistelmä 11 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma

**MITOITUS:**

Mitoitusstandardi:

EN 1995- 1- 1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205- 1- 2017

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Pilarit, lasiliukuseinän aukon pielet

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

29.11.2021

Kokonaiskäyttöaste: 29.5 %

## MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z- suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$ Nurjahdus y- suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$ Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y- askelin suhteen):Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1}$  = Päätukien välimatkaKiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2}$  = Päätukien välimatka $L_{ef1} = L_{k1} + 2 \cdot x_H$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus rakenteen yläpinnassa)HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun  $M_y < 0$ 

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja- arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	4.52 kN	40.25 kN	11.2 %	2200 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Puristus:	30.75 kN	271.52 kN	11.3 %	0 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus ( $M_y$ ):	2.49 kNm	13.28 kNm	18.7 %	1100 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
(ilman kiepahdusta):	2.49 kNm	13.28 kNm	18.7 %	1100 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Taivutus+puristus:	0.25	1.00	24.9 %	1100 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
( $M_y=2.49$ kNm, $M_z=0.00$ kNm, $N_x=23.17$ kN)					
jänneväli 1, $W_z,inst$ :	2.2 mm	- - mm	- - %	1100 mm	Yhdistelmä 12/1
jänneväli 1, $W_z,net,fin$ :	2.2 mm	7.3 mm	29.5 %	1100 mm	Yhdistelmä 12/1

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 8/1 (Hetskellinen):

1.15\*Omapaino + 1.05\*Lumikuorma + 1.50\*Tuulikuorma

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 12/1 :

1.00\*Omapaino + 0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$N_{x,max}$	30.75 kN	0 mm
$V_{z,max}$	4.52 kN	2200 mm
$M_{y,max}$	2.49 kNm	1100 mm

## TUKIREAKTIOT:

FX:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.00 kN	- 4.52 kN	0.00 kN	- 3.01 kN
2:	0.00 kN	- 4.52 kN	0.00 kN	- 3.01 kN

Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Zaner Arkkitehdit Oy Puurakenteisen laajennusosan rakennelaskelmat, Pilarit, lasiliukuseinän aukon pielet

Jaana Peltokangas (Opiskelija, insinööri AMK)

29.11.2021

FZ:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	30.75 kN	4.61 kN	21.70 kN	5.13 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

-----

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	5.13
2:	0.00

-----

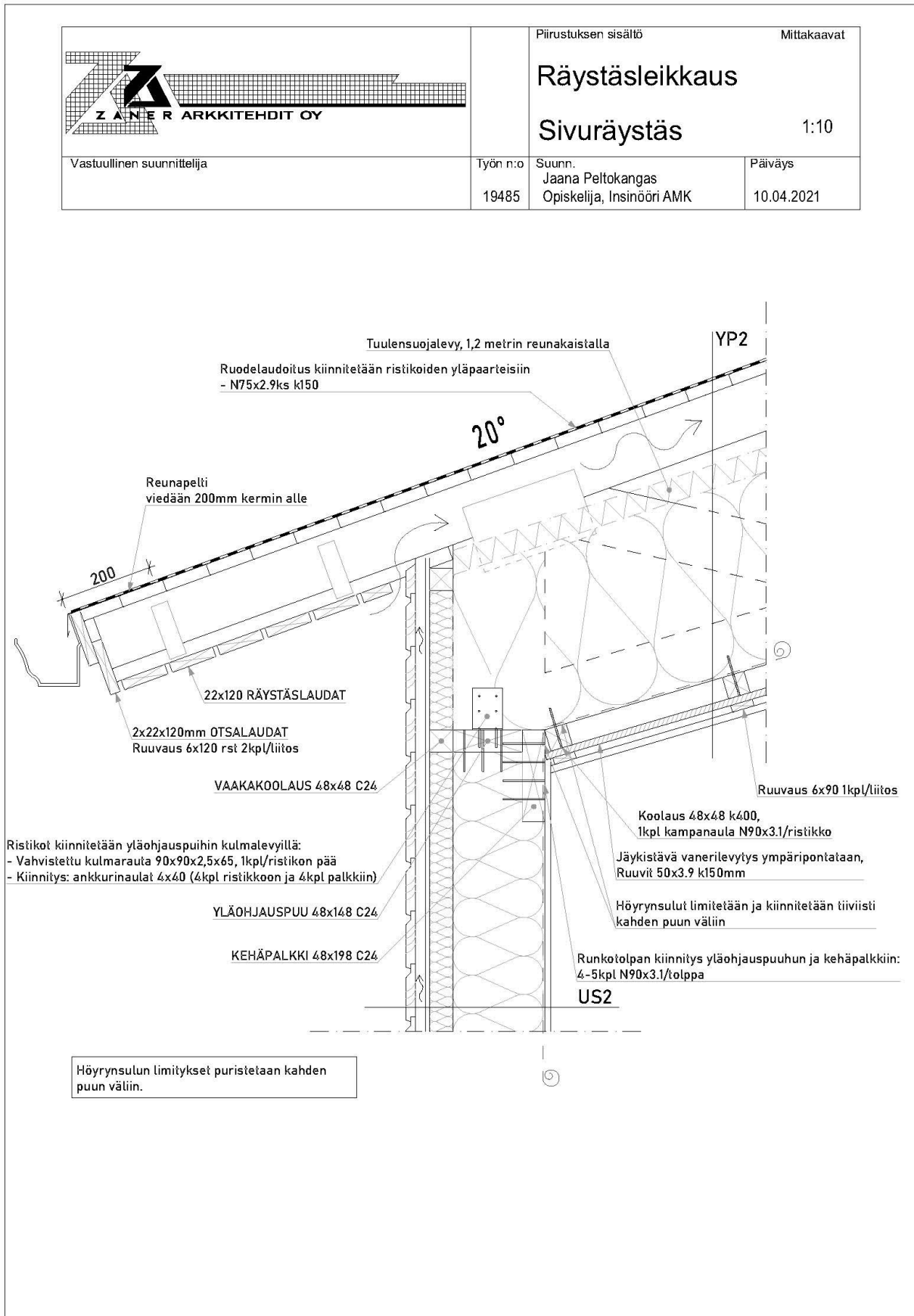
Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	16.57
2:	0.00

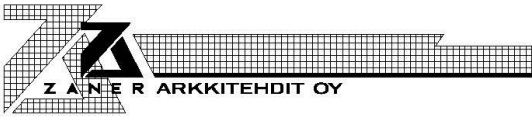
-----

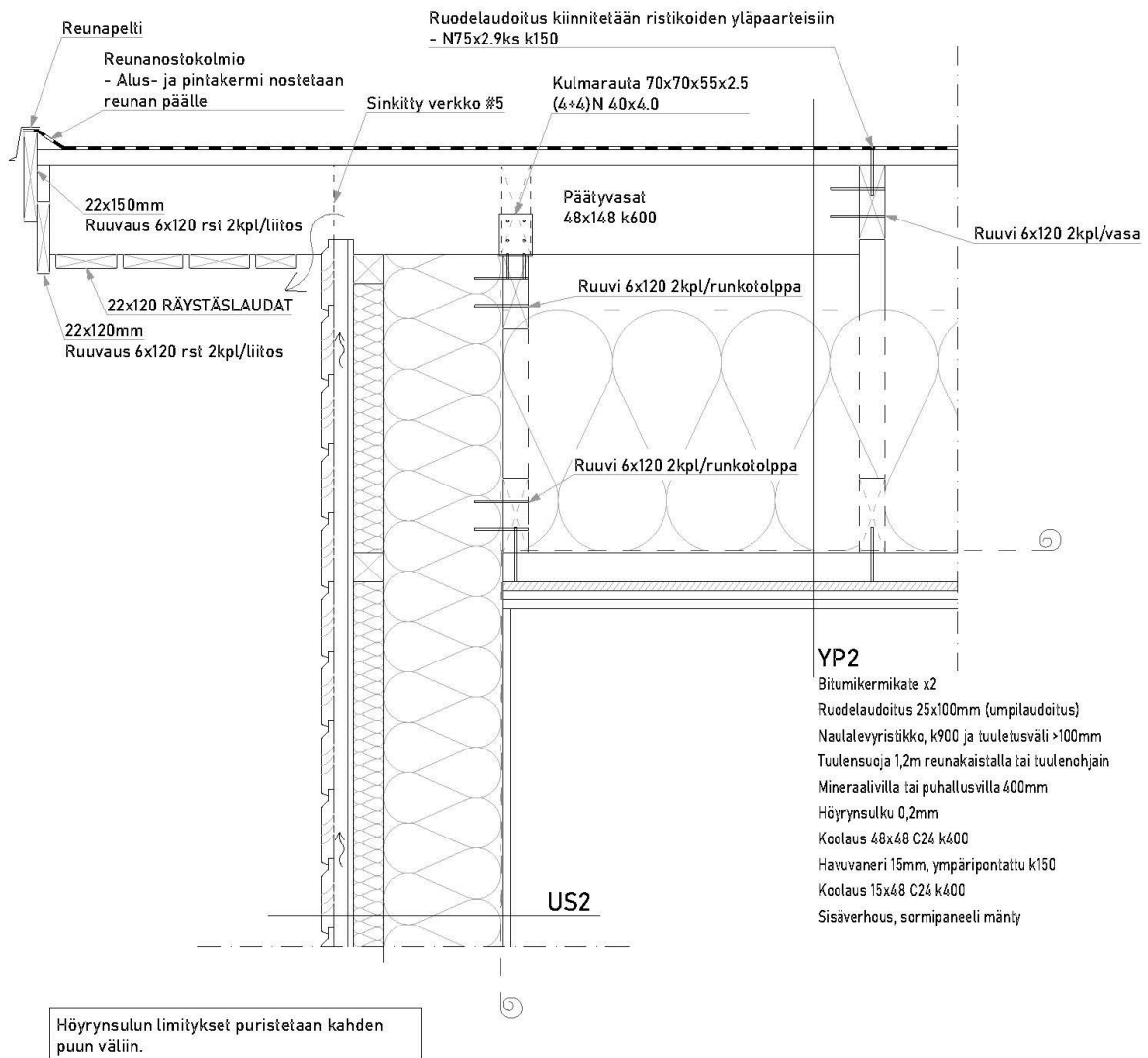
Kuormitustapaus:	Tuulikuorma
Tuki:	FX [kN]:
1:	- 3.01
2:	- 3.01

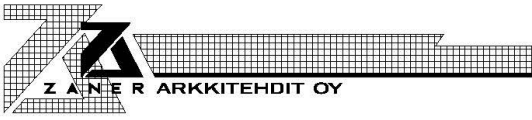
-----

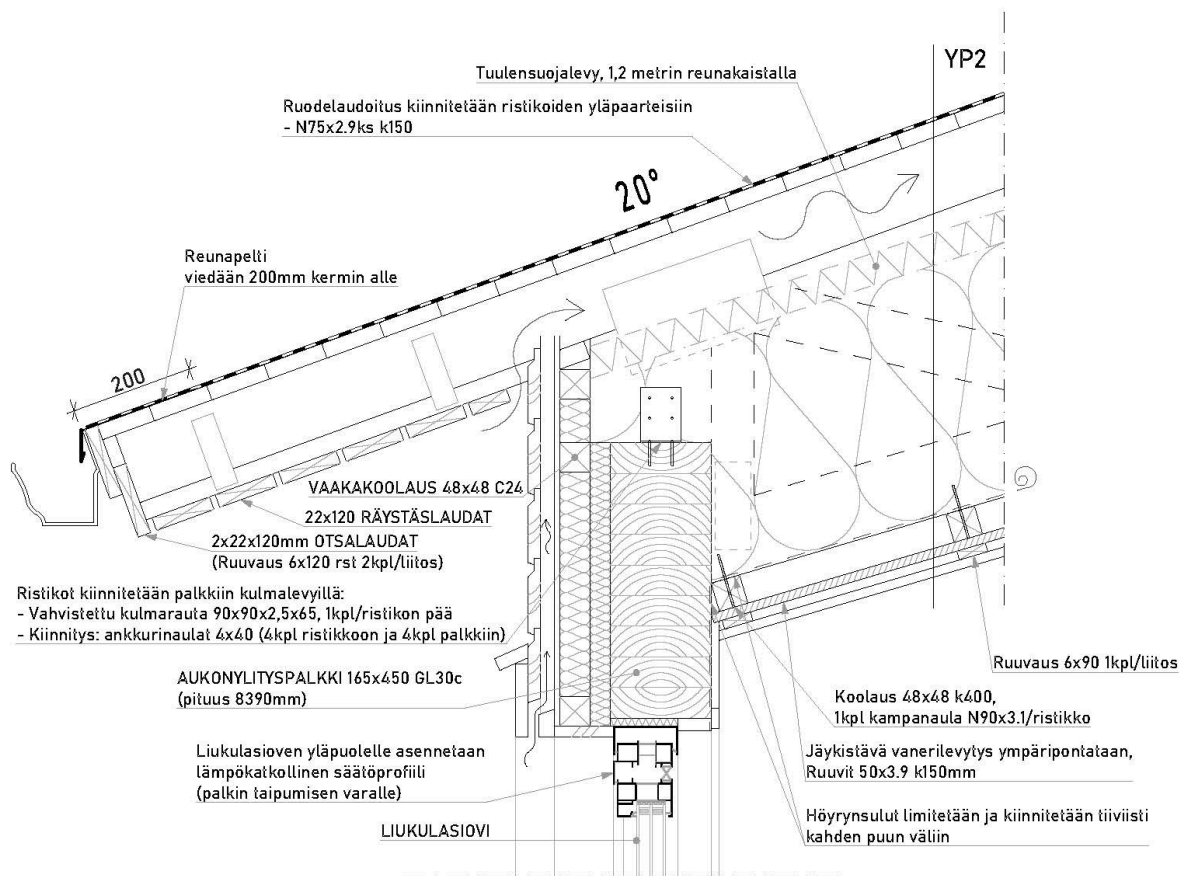
## Liite 7. Rakenneleikkaukset



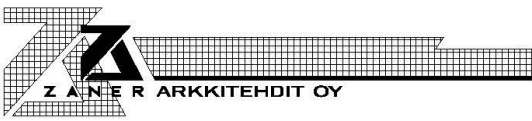
	Piirustuksen sisältö		Mittakaavat
	Räystäisleikkaus		
Vastuullinen suunnittelija	Työn n:o	Suunn.	Päiväys
	19485	Jaana Peltokangas Opiskelija, Insinööri AMK	10.04.2021
		Päätyräystä	1:10

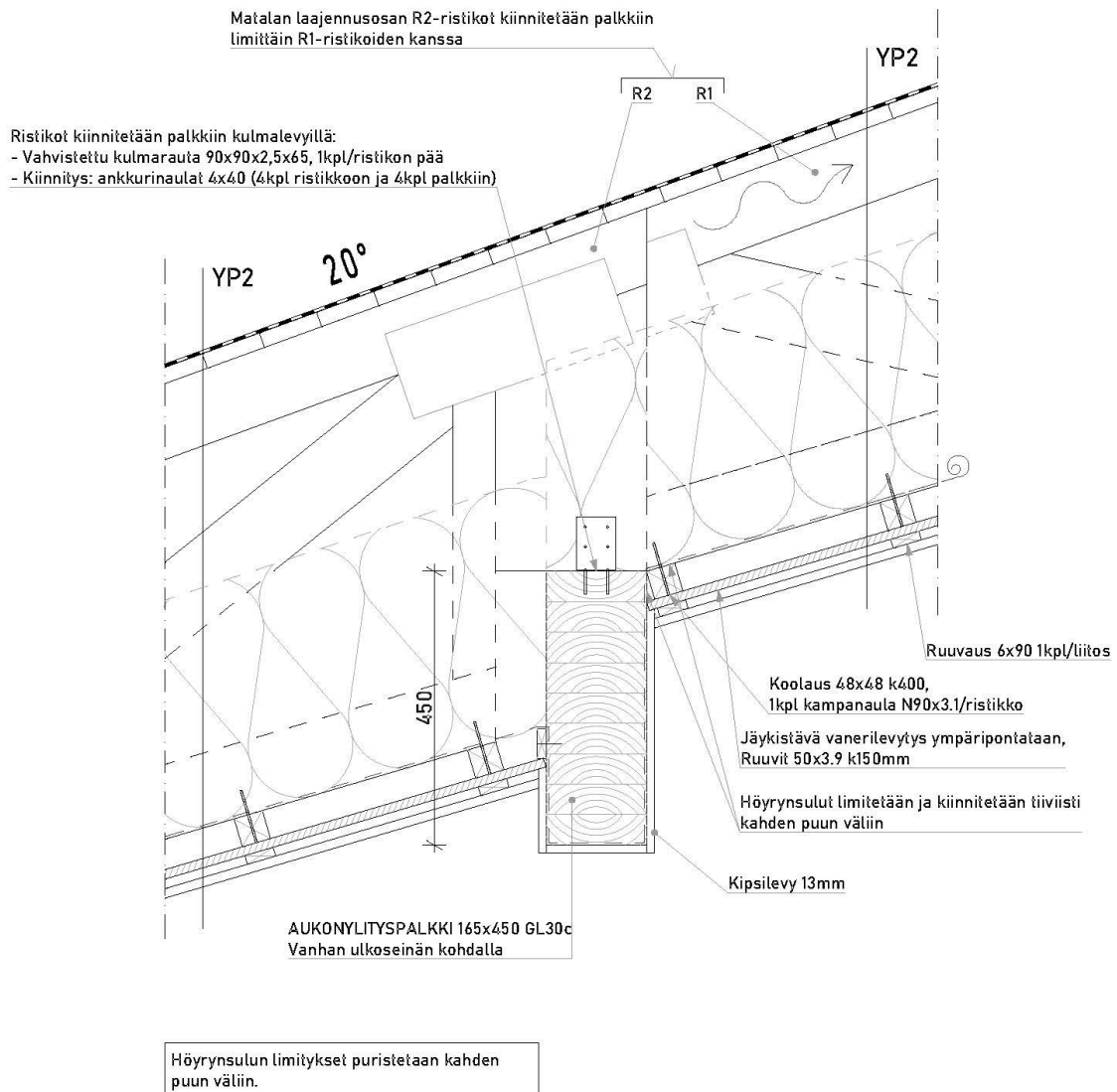



	Piirustuksen sisältö		Mittakaavat
	Räystäisleikkaus		
Vastuullinen suunnittelija	Työn n:o	Suunn.	Päiväys
	19485	Jaana Peltokangas Opiskelija, Insinööri AMK	10.04.2021
		Sivuräystä	1:10

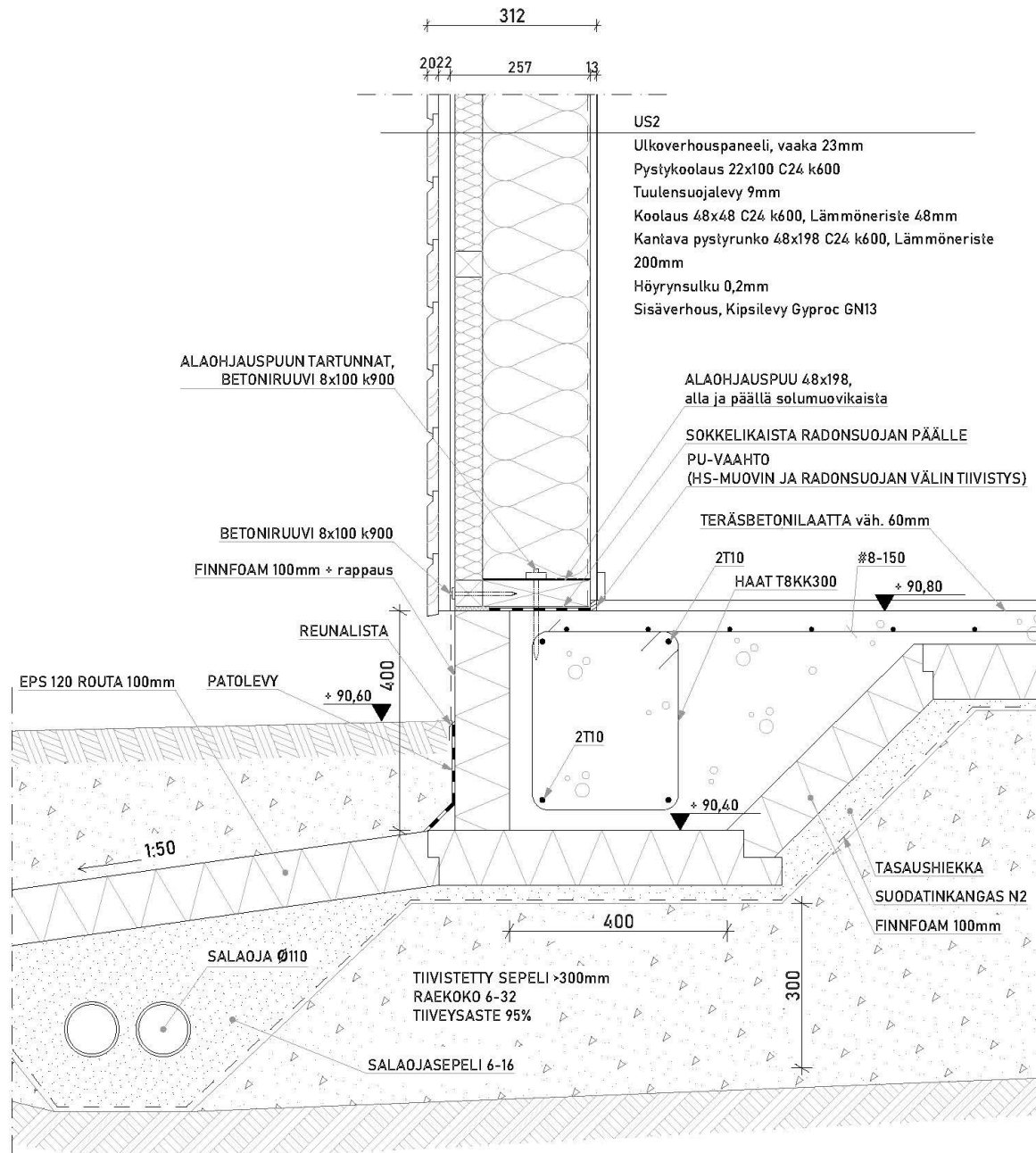



Höyrynsulun limitykset puristetaan kahden puun väliin.

	Piirustuksen sisältö		Mittakaavat
	Yläpohjaleikkaus		
Vastuullinen suunnittelija	Työn n:o	Suunn.	Päiväys
	19485	Jaana Peltokangas Opiskelija, Insinööri AMK	10.04.2021
		Palkki-YP-liitos	1:10



	Piirustuksen sisältö		Mittakaavat
	Perustusleikkaus		
Vastuullinen suunnittelija	Työn n:o	Suunn.	Päiväys
	19485	Jaana Peltokangas Opiskelija, Insinööri AMK	08.04.2021
		A_A	1:10



 <b>ZANER ARKKITEHDIT OY</b>	Puirustuksen sisältö		Mittakaavat
	<b>Perustusleikkaus</b>		
		<b>C_C</b>	<b>1:10</b>
Vastuullinen suunnittelija	Työn n:o 19485	Suunn. Jaana Peltokangas Opiskelija, Insinööri AMK	Päiväys 08.04.2021

