

**SAVONIA**

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# PIENTALON RAKENNUS- JA RA- KENNESUUNNITTELU

TEKIJÄ/T Timo Kääriäinen

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| Koulutusala<br>Tekniikan ja liikenteen ala  |                             |
| Tutkinto-ohjelma<br>Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma  |                             |
| Työn tekijä(t)<br>Kääriäinen Timo   |                             |
| Työn nimi<br>Pientalon rakennus- ja rakennesuunnittelu  |                             |
| Päiväys<br>23.1.2022  | Sivumäärä/Liitteet<br>56+22 |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)<br>Timo Kääriäinen  |                             |
| Tiivistelmä<br><p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä pientalon suunnitteluprosessin vaiheisiin, alan ohjeistuksiin, määräyksiin ja oppia soveltamaan niitä. Tavoitteena oli tuottaa kelpolliset suunnitelmat pientalosta, sillä ne ovat tuotos ymmärrystä suunnitteluprosessista, alan ohjeista ja määräyksistä. Pientalo suunniteltiin oikealle tontille, joka sijaitsee Kuopiossa ja talo aiotaan rakentaa tulevaisuudessa.</p> <p>Opinnäytetyössä tarkasteltiin pientalon rakennussuunnittelua, rakennesuunnittelua ja kustannuslaskentaa. Rakennussuunnittelun osuudessa tarkasteltiin vaatimuksia pientalon suunnittelulle Kuopion Kaupungin alueella, sekä tontin alueelle laaditun rakentamistapaohjeen mukaisesti. Rakennussuunnitelmat toteutettiin nykyisen lainsäädännön ja määräysten mukaisesti. Rakennesuunnittelun osuudessa mitoitettiin kantavat, sekä jäykistävät rakenteet ja piirrettiin tarvittavat rakennepiirustukset. Rakenteiden mitoitukset suoritettiin eurokoodien mukaisesti. Kustannuslaskennassa tarkasteltiin pientalon kustannuksia tilapohjaisella kustannusarviolla ja panospohjaisella kustannuslaskennalla.</p> <p>Kaikki piirustukset piirrettiin Revit ohjelmistolla. Rakenteet mitoitettiin Finnwood laskentaohjelmistolla ja ositain käsin laskemalla. Kustannuslaskennassa hyödynnettiin RT-kustannuslaskentaa ja määrät laskettiin omaan Excel tiedostoon.</p> <p>Työn tuloksena saatiin pientaloon lupapiirustukset, rakennepiirustukset ja tarkka kustannuslaskelma koko pientalohankkeesta.</p> |                             |
| Avainsanat<br>Pientalo, rakennussuunnittelu, rakennesuunnittelu, kustannuslaskenta  |                             |

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Field of Study<br>Technology, Communication and Transport   |                           |
| Degree Programme<br>Degree Programme in Construction Management   |                           |
| Author(s)<br>Timo Kääriäinen  |                           |
| Title of Thesis<br>Construction and Structural Design of a Detached House   |                           |
| Date<br>23 January 2022   | Pages/Appendices<br>56+22 |
| Client Organisation /Partners<br>Timo Kääriäinen  |                           |
| <p>Abstract</p> <p>The purpose of the thesis was to get familiar with the stages of the design process for a detached house as well as with the guidelines and regulations in the field, and to learn how to apply them. The aim was to produce valid plans for a detached house, as they are the output from an understood design process, industry guidelines and regulations. The detached house was planned on a real plot located in Kuopio and the house is planned to be built in the future.</p> <p>The thesis examined the construction design, structural design, and cost accounting of a detached house. The construction design section considered the requirements for the design of a small house in the Kuopio City area in accordance with the method of construction on the site. The construction plans were implemented in accordance with current legislation and regulations. In the section of structural design, the load bearing and stiffening structures were planned and the necessary structural drawings were created. The design of the structures was carried out in accordance with the Euro Codes. The cost calculation looked at the cost of a detached house with a space-based cost estimate and structural component-based costing.</p> <p>All drawings were drawn using Revit software. The structures were rated by Finnwood computing software and partly by hand counting. Cost calculation utilized RT-costing program and the building volumes were calculated into their own Excel file.</p> <p>As a result of the work, permit drawings, structural drawings and the accurate costing of the entire detached house project were obtained.</p> |                           |
| <p>Keywords</p> <p>a detached house, construction design, structural design, cost accounting</p>  |                           |

## ESIPUHE

Haluan kiittää laadukkaasta opinnäytetyön ohjauksesta Jussi Hämäläistä. Kiitän myös Kuopion Kaupungin alueellista rakennusvalvontaa ohjauksesta ja ennakkoluulottomasta yhteistyöstä.

Kuopiossa 4.2.2022

Timo Kääriäinen

## SISÄLLYS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | JOHDANTO .....                                    | 11 |
| 2     | VAATIMUKSET SUUNNITTELULLE .....                  | 12 |
| 2.1   | Tontti.....                                       | 12 |
| 2.2   | Pohjatutkimus ja pintavaaitus .....               | 14 |
| 2.3   | Paikkakuntakohtaiset ohjeet Kuopion Kaupunki..... | 14 |
| 3     | RAKENNUSSUUNNITTELU .....                         | 16 |
| 3.1   | Suunnittelun lähtökohdat.....                     | 16 |
| 3.2   | Luonnossuunnittelu .....                          | 17 |
| 3.2.1 | Luonnosvaihtoehdot .....                          | 19 |
| 3.3   | Rakenteet.....                                    | 22 |
| 3.4   | Pääpiirustukset ja rakennuslupa .....             | 23 |
| 3.4.1 | Rakennuslupa asiakirjat .....                     | 23 |
| 3.4.2 | Asemapiirros .....                                | 25 |
| 3.4.3 | Pohjakuvat .....                                  | 26 |
| 3.4.4 | Leikkaus ja julkisivut.....                       | 27 |
| 3.4.5 | Energiaselvitys .....                             | 29 |
| 4     | RAKENNESUUNNITTELU .....                          | 30 |
| 4.1   | Suunnitteluperusteet .....                        | 30 |
| 4.2   | Kuormat.....                                      | 31 |
| 4.2.1 | Pysyvät kuormat.....                              | 31 |
| 4.2.2 | Muuttuvat kuormat .....                           | 32 |
| 4.3   | Rajatilamitoitukset .....                         | 35 |
| 4.4   | Materiaalien ominaisuudet .....                   | 37 |
| 4.5   | Puurakenteiden mitoitus .....                     | 39 |
| 4.5.1 | Kantavat seinät .....                             | 40 |
| 4.5.2 | Sisäänkäyntikatos .....                           | 42 |
| 4.5.3 | Terassin aukonylityspalkki .....                  | 45 |
| 4.6   | Perustusten mitoitus .....                        | 46 |
| 4.7   | Rakennuksen rungon jäykistys.....                 | 47 |
| 4.8   | Vesikaton jäykistys.....                          | 50 |
| 5     | KUSTANNUSLASKENTA .....                           | 53 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 5.1 | Tilapohjainen kustannusarvio.....       | 53 |
| 5.2 | Panos pohjainen kustannuslaskenta ..... | 53 |
| 6   | POHDINTA.....                           | 55 |
| 7   | LÄHDELUETTELO.....                      | 56 |
| 8   | LIITTEET .....                          | 57 |

**LIITELUETTELO****PÄÄPIIRUSTUKSET**

- LIITE 1** Asemapiirros
- LIITE 2** Pohjapiirros
- LIITE 3** Julkisivut
- LIITE 4** Leikkaukset

**RAKENNEPIIRUSTUKSET**

- LIITE 5** Perustusten mittapiirustus
- LIITE 6** Salaojat ja routasuojaus
- LIITE 7** Rungon tasopiirustus
- LIITE 8** Rungon naamakuvat
- LIITE 9** Vesikaton tasopiirustus
- LIITE 10** Runkoleikkaus 1 + Detaljit
- LIITE 11** Runkoleikkaus 2
- LIITE 12** Detaljit saksiristikon ja harjaristikon liitoksesta
- LIITE 13** Detalji jäykistävästä väliseinästä
- LIITE 14** Päättyräystäs detalji
- LIITE 15** Kattoristikkokaavio R1
- LIITE 16** Kattoristikkokaavio R2
- LIITE 17** Kattoristikkokaavio R3
- LIITE 18** Kattoristikkokaavio R4
- LIITE 19** Rakennetyypit

**RAKENNELASKELMAT**

- LIITE 20** Talon rungon jäykistys

**Kustannuslaskelmat**

- LIITE 21** Panospohjainen kustannuslaskenta
- LIITE 22** Määräluettelo

## KUVALUETTELO

|  |    |
|--|----|
| Kuva 1. Tontin sijainti eteläisessä Kuopiossa. (Kartta.kuopio.fi) .....  | 12 |
| Kuva 2. Tontti korttelisuunnitelmassa. Tontti rajattu punaisella. (Kartta.kuopio.fi) .....                                   | 13 |
| Kuva 3. Ote asemakaavasta. Tontti rajattu punaisella. (Hiltulanlahti asemakaava 2016, N:O 781) .....                         | 15 |
| Kuva 4. Tonttikartta, jossa tontin mittoja. (Kääriäinen 2021) .....  | 18 |
| Kuva 5. 3D-malli ensimmäisestä luonnoksesta. (Kääriäinen 2021) .....   | 19 |
| Kuva 6. Pohjakuva ensimmäisestä luonnoksesta. (Kääriäinen 2021) .....  | 19 |
| Kuva 7. 3D-malli toisesta luonnoksesta. (Kääriäinen 2021) .....  | 20 |
| Kuva 8. Ote toisen luonnoksen pohjakuvasta. (Kääriäinen 2021) .....  | 21 |
| Kuva 9. Ulkoseinärakenne (Kääriäinen 2021) .....   | 22 |
| Kuva 10. Asemapiirros. (Kääriäinen 2021) .....   | 25 |
| Kuva 11. Lopullinen pohjakuva. (Kääriäinen 2021) .....   | 26 |
| Kuva 12. Leikkauspiirustus A-A. (Kääriäinen 2021) .....  | 27 |
| Kuva 13. Julkisivu luoteesta etupihalta päin. (Kääriäinen 2021) .....  | 28 |
| Kuva 14. Julkisivu kaakosta takapihalta päin. (Kääriäinen 2021) .....  | 28 |
| Kuva 15. Lumen ominaisarvot maanpinnalla. (RIL 201-1-2017 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 98) .....        | 32 |
| Kuva 16. Harjaton lumikuorman kuormituskaavio. (RIL 201-1-2017, Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 102) ..... | 33 |
| Kuva 17. Havainnekuva mitoitettavista rakenteista. (Kääriäinen 2022) .....   | 40 |
| Kuva 18. Havainnollistava piirustus kantavan seinään lovettavasta palkista. (Kääriäinen 2022) .....                          | 41 |
| Kuva 19. Kuormien sijoittuminen palkille kattoristikoiden jaon perusteella. (Kääriäinen 2022) .....                          | 41 |
| Kuva 20. Pistekuormien sijoittuminen ikkunanylitys palkille (Kääriäinen 2022) .....  | 42 |
| Kuva 21. Sisäänkäyntikatoksen mitat ja havainnollistus. (Kääriäinen 2022) .....  | 42 |
| Kuva 22. Pistekuormien sijoittuminen sisäänkäyntikatoksen palkille. (Kääriäinen 2022) .....                                  | 43 |
| Kuva 23. Havainnollistava kuva sisäänkäyntikatoksen pilareille tulevista kuormista. (Kääriäinen 2022) .....                  | 44 |
| Kuva 24. Kattoristikoista aiheutuvat pistekuormat terassin aukon ylityspalkille. (Kääriäinen 2022) .....                     | 45 |
| Kuva 25. Kuormien jakaantuminen jäykistäville seinille (Leskelä 2017, Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohje) .....   | 47 |
| Kuva 26. Seinälohkojen jäykistys. (Leskelä 2017, Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohje) .....                        | 49 |
| Kuva 27. Jäykistävien seinien sijainnit opinnäytetyön rakennuksessa. (Kääriäinen 2022) .....                                 | 50 |
| Kuva 28. Vesikaton tasokuva. (Kääriäinen 2022) .....   | 51 |
| Kuva 29. Havainnollistava kuva vinosidonnoista. (Kääriäinen 2022) .....  | 52 |
| Kuva 30. Puristettujen sauvojen nurjahdustuenta. (RIL 248-2008, NR-kattorakenteen jäykistykseen suunnittelu) .....           | 52 |



## TAULUKOT

|  |    |
|--|----|
| Taulukko 1. Tilaluettelo. (Kääriäinen 2021) .....  | 16 |
| Taulukko 2. Luotettavuusluokat. (RIL 201-1-2017 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 56) .                          | 31 |
| Taulukko 3. Lumikuorman muotokertoimet. (RIL 201-1-2017, Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 102) .....            | 33 |
| Taulukko 4. Maastoluokat. (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje) .....   | 34 |
| Taulukko 5. Voimakertoimen $C_f$ määrittäminen (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje) .....                      | 34 |
| Taulukko 6. Nopeuspaineen $q_p(h)$ ominaisarvot eri maastoluokissa. (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje) ..... | 35 |
| Taulukko 7. Yhdistelykertoimet. (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 38) .                         | 36 |
| Taulukko 8. Materiaalien osavarmuusluvut $\gamma_M$ . (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje).....                | 38 |
| Taulukko 9. Muunnoskerroimen $k_{mod}$ arvot (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje) .....                        | 38 |
| Taulukko 10. Ominaislujuudet sahatavaraalle ja liimapuulle. (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje) .....         | 39 |
| Taulukko 11. Kertopuun ominaislujuudet. (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje) .....                             | 39 |
| Taulukko 12. Kuormat ikkunanylityspalkille. (Kääriäinen 2022) .....  | 41 |
| Taulukko 13. Kuormat sisäänkäyntikatoksen palkille. (Kääriäinen 2022).....   | 43 |
| Taulukko 14. Kuormien ominaisarvot pilareille. (Kääriäinen 2022) .....   | 44 |
| Taulukko 15. Kuormien lasku palkille. (Kääriäinen 2022).....   | 45 |
| Taulukko 16. Kuormien lasku anturalle kantavalta seinälinjalta. (Kääriäinen 2022) .....  | 46 |
| Taulukko 17. Ruuvauskaaviot. (Leskelä 2017. Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohje).....                                  | 49 |

## KAAVAT

|   |    |
|---|----|
| Kaava 1. Katon lumikuorma (RIL 201-1-2017, Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat ,100): .....                                 | 32 |
| Kaava 2. Rakennuksen vaakasuuntainen kokonaistuulikuorma. (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje). .....             | 34 |
| Kaava 3. Rakennuksen hoikkuuskerroin $\lambda$ . (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje).....                        | 35 |
| Kaava 4. STR rajatilan kaava. (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 40) ....                           | 36 |
| Kaava 5. EQU rajatilan kaava (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 40) .....                           | 36 |
| Kaava 6. Pysyvä aikaluokka (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje).....  | 36 |
| Kaava 7. Keskipitkä aikaluokka (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje). .....  | 36 |
| Kaava 8. Hetkellinen aikaluokka (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje). .....                                       | 37 |
| Kaava 9. Käyttörajan pitkäaikainen kuormitusyhdistelmä. (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 44)..... | 37 |
| Kaava 10. Lujuusominaisuuden mitoitusarvo (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje) .....                              | 37 |
| Kaava 11. Anturan leveys sallitun pohjapaineen perusteella. (BY 210 Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2008) .....           | 46 |

|  |    |
|--|----|
| Kaava 12.Anturan korkeus. (BY 210 Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2008) .....  | 46 |
| Kaava 13.Levyjäkistyksen kuormituskestävyys levyjen kohtisuorassa suunnassa. (Leskelä 2017, Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohje) ..... | 48 |
| Kaava 14.Reunimmaisen runkotolpan ankkurointivoima. (Leskelä 2017, Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohje) .....                          | 48 |

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä pientalon suunnitteluprosessin vaiheisiin, alan ohjeistuksiin, määräyksiin ja oppia soveltamaan niitä. Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa kelvolliset suunnitelmat pientalosta, sillä ne ovat tuotos ymmärrystä suunnitteluprosessista, alan ohjeista ja määräyksistä.

Työn tilaajana toimii opinnäytetyön tekijä Timo Kääriäinen. Aihe syntyi tilaajan tarpeesta muuttaa väljempään asumismuotoon ja pitkäaikaisesta haaveesta suunnitella oma pientalo. Aiheen valinnan taustalla myös opinnäytetyön tilaajan tavoite syventyä pientalojen suunnitteluun ja luoda hyvä pohja niiden suunnitteluun tulevaisuudessa.

Opinnäytetyössä käsitellään pientalon rakennussuunnittelua, rakennesuunnittelua ja kustannuslaskentaa. Lisäksi käsitellään yleistä teoriaa rakentamista ohjaavasta lainsäädännöstä ja pientalon suunnitteluprosessista Kuopion kaupungin alueella. Kaikki piirustukset laaditaan Revit-suunnitteluohjelmalla. Kustannuslaskenta suoritetaan RT-kustannuslaskentaohjelmistolla ja puurakenteet mitoitetaan Finnwood ohjelmistolla. Muut tarvittavat rakennemitoitukset tehdään käsin laskemalla.

Pientalo suunnitellaan opinnäytetyön tilaajan vuokraamalle tontille Kuopiossa. Opinnäytetyöprosessin aikana kerätään tarvittavat lähtötiedot suunnittelun aloittamiseksi.

Lähtökohtana suunnitteluprosessille on yksikerroksinen puurunkoinen omakotitalo ja katetut autopaikat. Suunnitteluprosessin aikana tutkitaan erilaisia luonnosvaihtoehtoja ja sijoittelutapoja tontilla. Talovaihtoehtoja tutkitaan määräystenmukaisuuden, hyvän rakentamistavan, kustannusten, toteutettavuuden ja Kuopion kaupungin ohjeistuksen mukaisesti. Luonnospiirustuksia esitellään yhteistyössä Kuopion Kaupungin rakennusvalvonnalle ja korjataan heidän havaitsemat puutteet. Luonnokset piirretään pääpiirustustasoisiksi ja siitä edelleen rakennepiirustuksiksi. Kustannukset huomioidaan läpi suunnitteluprosessin ja erilaisten talomallien kustannustehokkuutta tarkastellaan.

## 2 VAATIMUKSET SUUNNITTELULLE

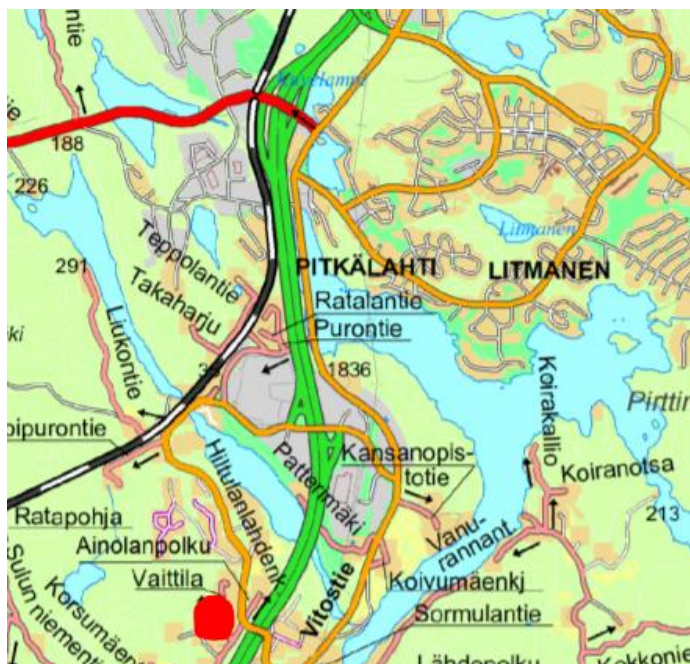
Rakentamista ohjaa Suomessa Maankäyttö- ja rakennuslaki. Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritetään rakentamista koskevat olennaiset tekniset vaatimukset, yleiset edellytykset sekä viranomaisvalvonta ja lupamenettely. Olennaiset tekniset vaatimukset esitetään Maankäyttö- ja rakennuslain 117 §. Maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteena on järjestää rakentamista niin, että luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle. Lisäksi turvata osallistumismahdollisuus kansalaisille asioiden valmisteluun ja edistää taloudellisesti, sosiaalisesti sekä ekologisesti kulttuurisesti kestävä kehitystä. (Ympäristöministeriö.fi)

Maankäyttö- ja rakennuslakia tarkennetaan ympäristöministeriön laatimalla rakentamismääräyskokoelmalla. Rakentamismääräyskokoelmassa esitetään rakentamisen tarkemmat säännökset ja ohjeet. Rakentamismääräyskokoelmassa käsitellään suunnittelun vaativuusluokkia, paloturvallisuutta, rakennusten kosteusteknistä toimivuutta, esteettömyyttä ja energiatehokkuutta, sekä terveellistä ja turvallista rakentamista. (Ympäristöministeriö.fi)

Rakentamista ohjaa yhä tarkemmin paikkakunta-kohtaiset ohjeet. Kunnat laativat rakennusjärjestyksiä, joilla he antavat paikallisista oloista johtuvia määräyksiä. Määräyksissä otetaan huomioon kulttuuri- ja luonnonarvot, paikalliset tekniset ratkaisut kuten kunnallistekniikka, sekä hyvän elinympäristön toteuttamisen ja säilyttämisen edellytykset. (Kuopion Kaupungin rakennusjärjestys 2019, 6)

### 2.1 Tontti

Tontti jolle pientalo suunnitellaan, sijaitsee Kuopiossa Hiltulanlahden kaupunginosassa. Hiltulanlahti sijaitsee eteläisessä Kuopiossa ja se on kasvava pientalovaltainen kaupunginosa. Hiltulanlahdesta on matkaa noin 10 kilometriä Kuopion keskustaan ja se sijoittuu pohjoiseen vievän valtatie 5:den Itä- ja länsipuolelle.

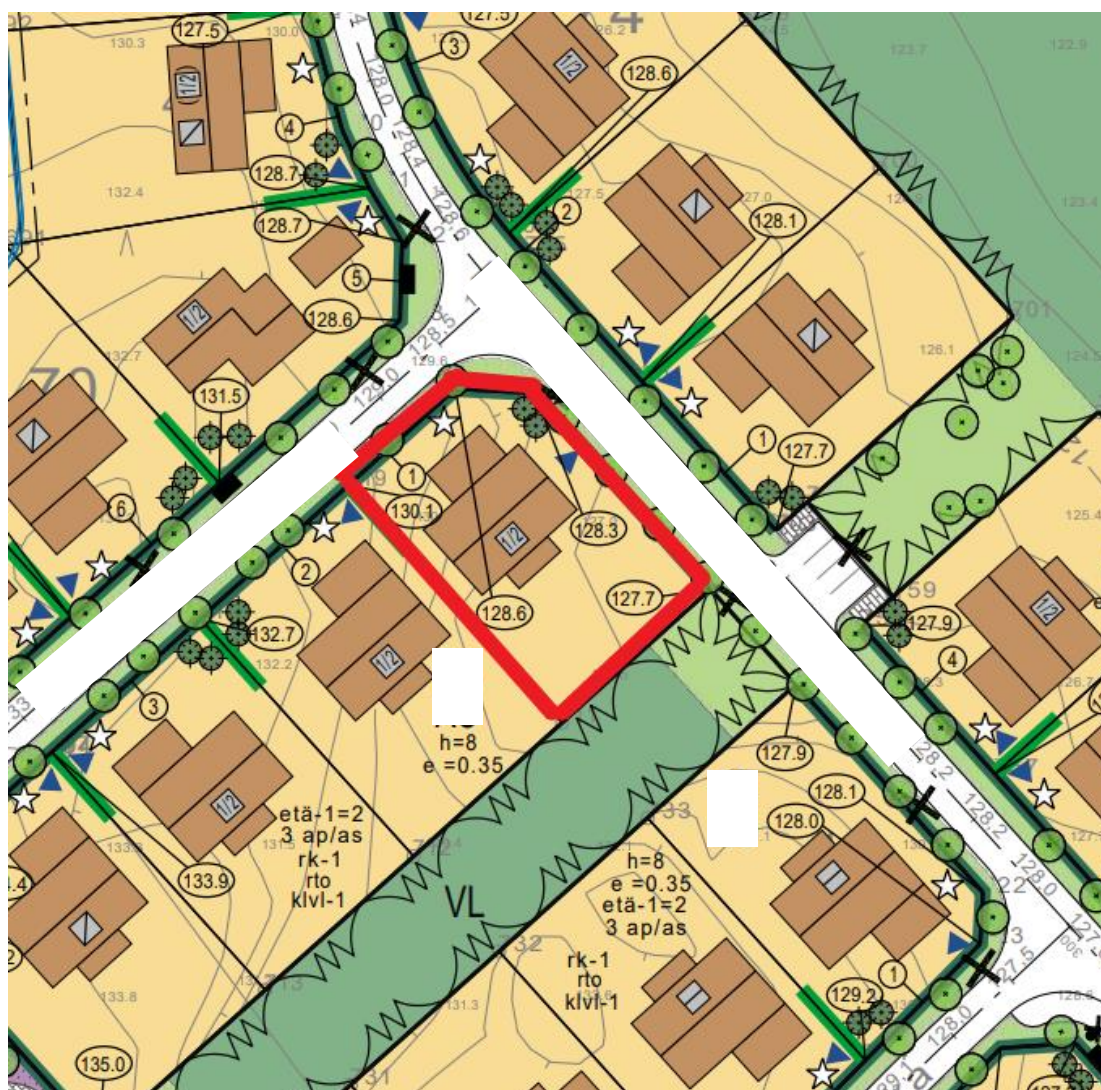


Kuva 1. Tontin sijainti eteläisessä Kuopiossa. (Kartta.kuopio.fi)

Tontti on kooltaan 976 m<sup>2</sup>. Tontti rajoittuu luode ja koillisrajoiltaan tiehen. Tontin kaakkoisrajalta nousee noin 4 metriä korkea kallioharjanne ja lounasraja on yhteinen viereisen tontin kanssa. Tontti on loivasti viettävä Luoteesta kaakkoon. Tontin korkein kohta luoderajalla, jossa maasta nousee noin 1,5 metriä korkea kallio. Tontin ympäristö on pääasiassa rakentamatonta aluetta muutamia rakennuksia lukuun ottamatta. Tontilta on kaadettu suuret puut ja tontilla on vain pientä juurakkoa. Tontilla on valmiit vesi-, viemäri- ja hulevesiliittymät, sekä rakentamaan pääsee heti. Lisäksi tontin rajalle on tuotu sähkö-, tele- ja kaukolämpöliittymät.

Kunnallistekniset liitoskohdat tontin koillisrajalla. Sähkö- ja telekaapelien liittymiskohta sijaitsee tontin luoteisrajalla. Kuopion Energia on rakentanut kaukolämmön liittymishaaran luoteisrajalle tonttien 1 ja 2 rajalle.

Suunnittelussa tulee kiinnittää erityishuomioita tontin pinnanmuotoihin. Tontin numero 2 (Kuva 2) maastonpinta viettää opinnäytetyön tilaajan tonttiin päin. Suunnittelussa huomioidaan, että pintavedet eivät pääse valumaan tontille ja huolehditaan riittävästä painanteista tontin rajoilla.



Kuva 2. Tontti korttelisuunnitelmassa. Tontti rajattu punaisella. (Kartta.kuopio.fi)

## 2.2 Pohjatutkimus ja pintavaaitus

Pohjatutkimuksien tulokset vaikuttavat rakennuksen suunnitteluun ja sijoitteluun tontilla huomattavasti. Pohjatutkimuksissa selvitetään tontin pohjaolosuhteet ja laaditaan perustamistapaohje. Tutkimuskohteita ovat pohjaveden pinnan taso, maalajit ja niiden routivuus, maakerrosrajat ja tontin karotitus eli vaaitus. Tutkimuksien perusteella laaditaan pohjatutkimuskartta, leikkauspiirustukset, kirjallinen selostus perustustavasta ja vaaituskartat. (RT 10-10619 Asuinrakennushankkeen pohjatutkimus ja pohjarakennussuunnittelu.)

Tontille tehtiin pohjatutkimukset ulkopuolisen yrityksen toimesta lokakuussa 2021. Tontilla tehtiin paino- ja tärykairauksia, pintavaaitus ja otettiin maanäytteitä. Tutkimuksien perusteella yritys laati opinnäytetyön tilaajalle perustamistapalausannon ja liitteeksi tutkimuspistekartan, sekä kairausdiagrammit. Pohjatutkimuksien perusteella saatiin konkreettista aineistoa tontin korkeusasemista ja kuinka rakennus tulisi perustaa.

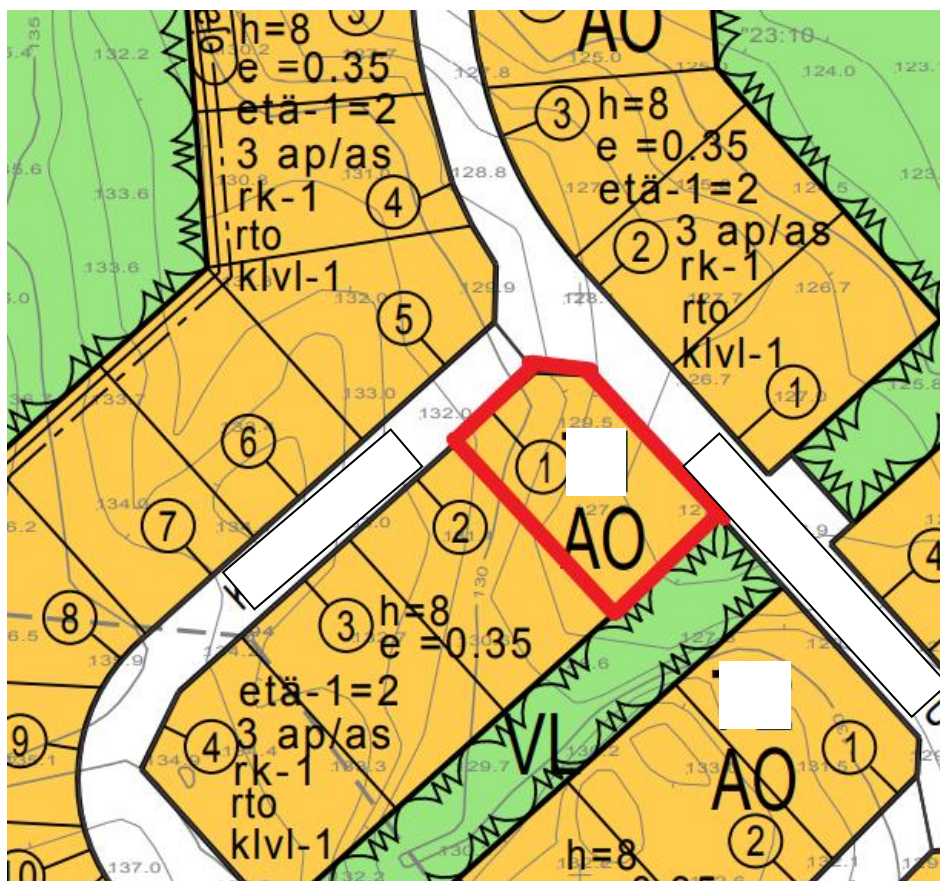
Tutkimusten perusteella noin puolet tontin alueesta sijaitsee avokalliolla. Maanpinta vaihtelee tontilla +127–130 m välillä. Alueilla, jolla kallio ei ole aivan maanpinnassa, on ohut moreenikerrostuma. Syvimmillään kalliopinta sijaitsi 1,7 m päässä moreenikerrostuman pinnasta. Pohjatutkimuksien perusteella rakennus ehdotettiin perustettavan irti louhitun kallion ja louhetäytön varaan yhtenäiselle perusmuurianturalle. Perustusten alle rakennetaan vähintään 200 mm paksuinen kapillaarikatkerros. Irti louhitun kallion pinta kiilataan 0...63 mm murskeella ja louhinta suoritetaan 0,3 m perustamistasoon alapuolelle. Lisäksi rakennuksen alueilla, jotka sijoittuvat moreenikerrostuman päälle, on moreenimaat leikattava vähintään 0,6 m alle anturan alapinnasta ja täytettävä louheella. Vaihtoehtoisesti moreenimaat kaivetaan paljaaseen kalliopintaan saakka ja täytetään louheella perustamistasoon.

Kohteen lattiarakenne voidaan toteuttaa maanvaraisena raudoitettuna betonilaattana. Lattian alle tuleva täyttö rakennettava 300 mm vahvuisesta kapillaarikatkerroksesta. Perustuksia ei tarvitse routasuojata, jos perustetaan suoraan kallion päälle tai tehdään täytöt kallion päälle routimattomasta mursketäytöstä. Tulee huolehtia kuitenkin, ettei perustusten alle jää vettä kerääviä kuoppia. Vettä keräävät kuopat on täytettävä betonilla. Salaojaputket tai muut routimiselle alttiit rakenteet on lämpöeristettävä routalevyillä, jos ne ovat alle 1,2 m syvyydellä valmiista maanpinnasta. Routaeristys toteutetaan rakennuseristeteollisuuden ohjeiden mukaisesti.

## 2.3 Paikkakuntaohjeet Kuopion Kaupunki

Asemakaavassa kortteliin on annettu määräyksiä korttelin rakentamiselle. Tontin tehokkuusluku on 0,35 eli tontille saa rakentaa kerrosalaltaan 342 m<sup>2</sup> suuruisen asuinrakennuksen. Rakennuksen suurin sallittu keskikorkeus saa olla 8 metriä ja rakennuksen etäisyys naapuritontin rakennusalueesta tulee olla vähintään 2 metriä. Rakennukset on liitettävä kaukolämpöverkkoon asemakaavamääräyksen mukaisesti. Asemakaavamääräyksestä voidaan kuitenkin poiketa, jos lämmitysmuoto on uusiutuviin energialähteisiin perustuva vähäpäästöinen lämmitysjärjestelmä tai rakennuksen lämpöhäviö on 60 % rakennukselle määritetystä vertailulämpöhäviöstä. Asuntoa kohti on rakennettava 3 autopaiikkaa. Lisäksi asemakaavassa ilmenee, että alueelle on laadittu tarkentava rakentamistapaohje.





Kuva 3. Ote asemakaavasta. Tontti rajattu punaisella. (Hiltulanlahti asemakaava 2016, N:O 781)

Rakentamistapaohjeessa ohjeistetaan julkisivujen väritystä, katon väritystä, kattomuotoa, tontin liitosta katuun ja hulevesien ohjausta. Lisäksi rakentamistapaohjeessa on yleisiä huomioita pihasuunnittelusta ja rakentamisesta Hiltulanlahden alueella.

Rakentamistapaohjeen mukaisesti julkisivussa tulisi olla yksi selkeä pääväri ja katon väritys tumma koko Hiltulanlahden korttelialueella. Katon muoto saa olla harjakattoinen tai pulpettikattoinen ja katemateriaali on vapaasti valittavissa. Rakennusten lattiat tulisi olla vähintään 60 cm kadun keskilinjaa korkeammalla ja suurin sallittu kerrosmäärä on kolme. Autotallin tai katoksen sisäänajon edessä tulee olla 6 metriä vapaata tilaa ja ajoluiskan kaltevuus maksimissaan 1:10. Rakentamistapaohjeen mukaisesti korttelisuunnitelmassa mainittu talotyyppi on sitova. Turhaa maaston pengertämistä on vältettävä ja kaikki luiskat kunnostettava. (Kuopion Kaupunki 2018. Hiltulanlahden rakentamistapaohje)

### 3 RAKENNUSSUUNNITTELU

#### 3.1 Suunnittelun lähtökohdat

Tilaaajan toiveena oli yksikerroksinen omakotitalo kustannustehokkaalla pohjaratkaisulla. Talon olohuoneen tulisi olla avoin ja yhteydessä keittiöön. Olohuoneessa tulisi olla keskikokoista suuremmat ikkunat tuomassa luonnon valoa sisälle. Talossa tulisi olla vähintään kolme keskikokoista makuuhuonetta ja hyvin säilytystilaa lapsiperheen tarpeisiin. Päämakuuhuoneen yhteydessä olisi hyvä olla vaatehuone. Kodinhoitohuoneeseen järjestettävä kulku ulkoa, ettei likaisilla vaatteilla tarvitse kävellä läpi talon. Kodinhoitohuone, sauna ja pesuhuone sijoitettava yhtenäisesti ja pesuhuoneen kautta järjestetään käynti ulkoterassille.

Talon tulisi olla L-mallinen, koska toinen rakennuksen sivu rajoittuu Mesiangervontiehen. L- muotoinen pohjaratkaisu luo näköestettä talon takapihalle ja hiljentää kadulta tulevaa ääntä. Katon malli pulpettikattoinen, joka mahdollistaa keskikokoista suuremmat ikkunat olohuoneeseen. Olohuoneeseen halutaan korkeampi tilaratkaisu. Talossa tulisi olla huoneistopinta-alaa noin 130m<sup>2</sup>.

Tilaaaja haluaa erillisen autotallin ja sen yhteydessä olevan varastorakennuksen. Yhdelle autolle tulisi olla lämmin talli ja toiselle katospaikka. Tilaaaja on valmis muuttamaan lämpimän tallin autokatokseksi, jos kustannukset nousevat liian korkeaksi.

#### Tilaluettelo

Tilaaajan toiveiden pohjalta laadittiin alustava tilaluettelo. Luetteloon listattu tilojen alustavat koot ja yhteensä tiloja on 127m<sup>2</sup>.

| <b>Tilaluettelo</b> |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| <b>Tilan nimi</b>   | <b>Koko (m<sup>2</sup>)</b> |
| MH1                 | 15                          |
| MH2                 | 12                          |
| MH3                 | 12                          |
| Ruokailutila        | 12                          |
| Keittiö             | 15                          |
| Olohuone            | 25                          |
| Pesuhuone           | 4                           |
| Sauna               | 4                           |
| WC 1                | 3,5                         |
| WC2 2               | 2                           |
| Tekninen tila       | 2,5                         |
| Eteinen             | 8                           |
| Kodinhoitohuone     | 8                           |
| Vaatehuone          | 4                           |
| <b>Yhtensä</b>      | <b>127 m<sup>2</sup></b>    |

Taulukko 1. Tilaluettelo. (Kääriäinen 2021)

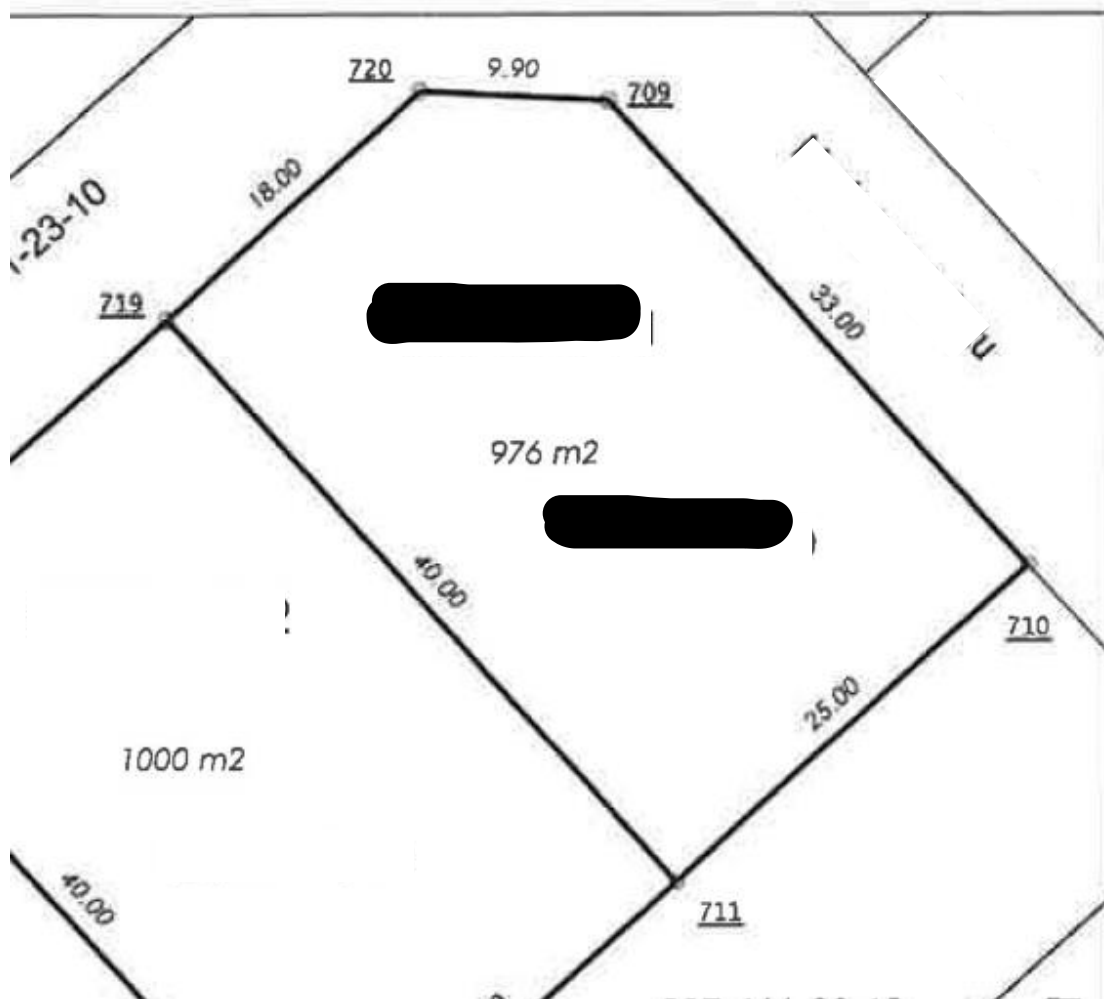


### 3.2 Luonnossuunnittelu

Opinnäytetyön luonnossuunnitteluvaiheessa tilaohjelman mukaisia tiloja lähdettiin sovittamaan pohjapiirustukseen. Luonnoksien lähtökohtana oli yksikerroksinen omakotitalo, jonka pohja on L muotoinen. Alueen korttelisuunnitelmassa talotyyppinä oli kellarillinen tai porrastettu taloratkaisu (Kuva 2). Tontille tehtyjen pohjatutkimuksien ja pintavaaikutusten perusteella kävi ilmi kuitenkin, että tontille rakennettava pientalo voidaan toteuttaa myös yksitasoisena. Yksitasoinen ratkaisu vaatii hieman korkeamman sokkelin, sillä maastonmuodot viettävät tontilla. Tontilla syntyvää louhetta voidaan toisaalta hyödyntää täyttönä, kunhan ei muokata olemassa olevia maastonmuotoja liikaa ja pysytään rakentamistapaohjeen sallimissa rajoissa. Talotyyppin muuttamisesta on aina sovittava yhteistyössä kunnan rakennusvalvontaviranomaisten kanssa.

Luonnossuunnittelun aikana tehtiin maastomalli Revitillä pohjatutkimusaineistojen perusteella. Maastomallia hyödynnettiin tutkiessa rakennuksen korkeusasemia ja sijoittumista tontilla. Lisäksi kaikki luonnossuunnitelmat tehtiin Revitillä mallintamalla. Apuna käytettiin myös perinteistä kynää ja paperia, kun haluttiin hahmotella tiloja nopeasti tietomallia muokkaamatta. Luonnossuunnittelun aikana toteutettiin kolme erilaista pohjaa ja niitä muokattiin, sekä kokeiltiin useita erilaisia variaatioita.

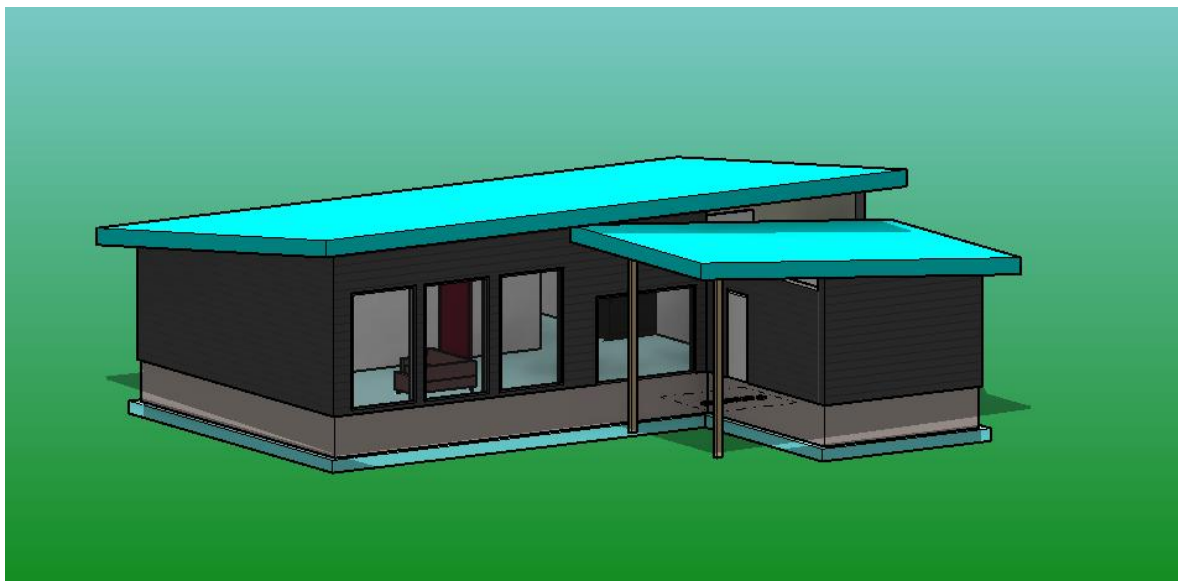
Tontin koko ja muodot olivat ratkaisevassa roolissa talon mittasuhteiden määrittämisessä. Nykypäivänä kaavoitettavat pientalotontit ovat suhteellisen pienikokoisia ja niiden leveys kapea. Opinnäytetyön kohteen tontin leveys oli keskimäärin 25 m ja pituus 40 m. Opinnäytetyön aikana etsittiin internetistä useita erilaisia pohjavaihtoehtoja ja havaittiin, että keskimääräisesti normaalikokoisen yksitasoisen pientalon leveys on noin 16 m. Tähän mittaan, kun huomioidaan palomääräykset ja vielä mahdolliset rakennusalan rajoitukset, jäävät tontit hyvin ahtaiksi. Voihan talot rakentaa myös melkein kiinni tontin rajoille palomääräyksiä puitteissa, mutta tämä ei ole kustannusteknisesti viisasta ja palo-osastointien tekeminen on aina oma erikoistyövaiheensa. Tontin ahtaus nousi hyvin esille opinnäytetyön kohteessa ja suunnitteluun toi haasteita pohjoisrajalla oleva viisto tontin raja. Pohjoisrajalle olisi ollut otollisin paikka sijoittaa erillinen autotalli, sillä luoderajalla maanpinta oli korkeimmillaan ja louhittavaa runsaasti. Suunnittelua helpotti kuitenkin se, että tontin koillisraja rajoittui mesiangervontiehen ja täten rakennuksen julkisivulle ei ollut palo-osastointi vaatimuksia. Rakennuksen pystyi sijoittamaan lähelle tontin rajaa. Täytyi kuitenkin huomioida, että rakennuksen seinustalle tulevat routasuojuukset ja muut rakenteet pystytään toteuttamaan oman tontin puolelle.



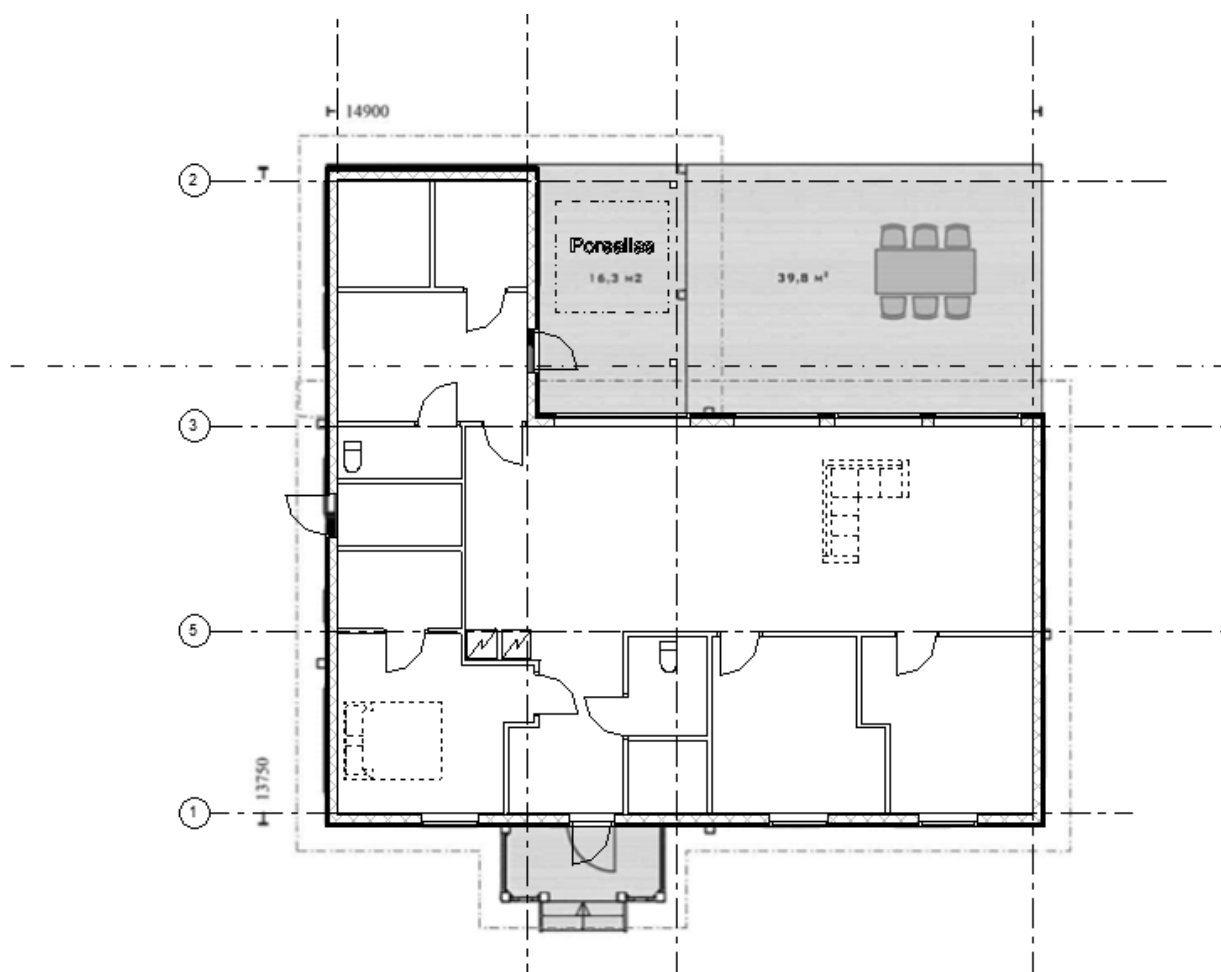
Kuva 4. Tonttikartta, jossa tontin mittoja. (Kääriäinen 2021)

Suunnittelua ohjasi huomattavasti rakennusmateriaalien hintojen nouseminen opinnäytetyön tekemisen aikana. Luonnosvaiheessa tutkittiin useita erilaisia pohjavaihtoehtoja ja rakennuksen muotoja. Useista luonnoksista jouduttiin luopumaan suunnittelun aikana, koska ne todettiin liian kalliiksi kustannusarvioita tehdessä, sen hetkisillä rakennusmateriaalien hinnoilla. Luonnossuunnittelu ohjautui-kin prosessin aikana jatkuvasti erikoisemmista rakenteista yksinkertaisempiin ratkaisuihin. Taloissa pyrittiin kuitenkin pitämään jatkuvasti, jokin arkkitehtoninen ominaisuus, jolla talo erottuisi muista pakettitaloista.

## 3.2.1 Luonnosvaihtoehdot



Kuva 5. 3D-malli ensimmäisestä luonnoksesta. (Kääriäinen 2021)



Kuva 6. Pohjakuva ensimmäisestä luonnoksesta. (Kääriäinen 2021)

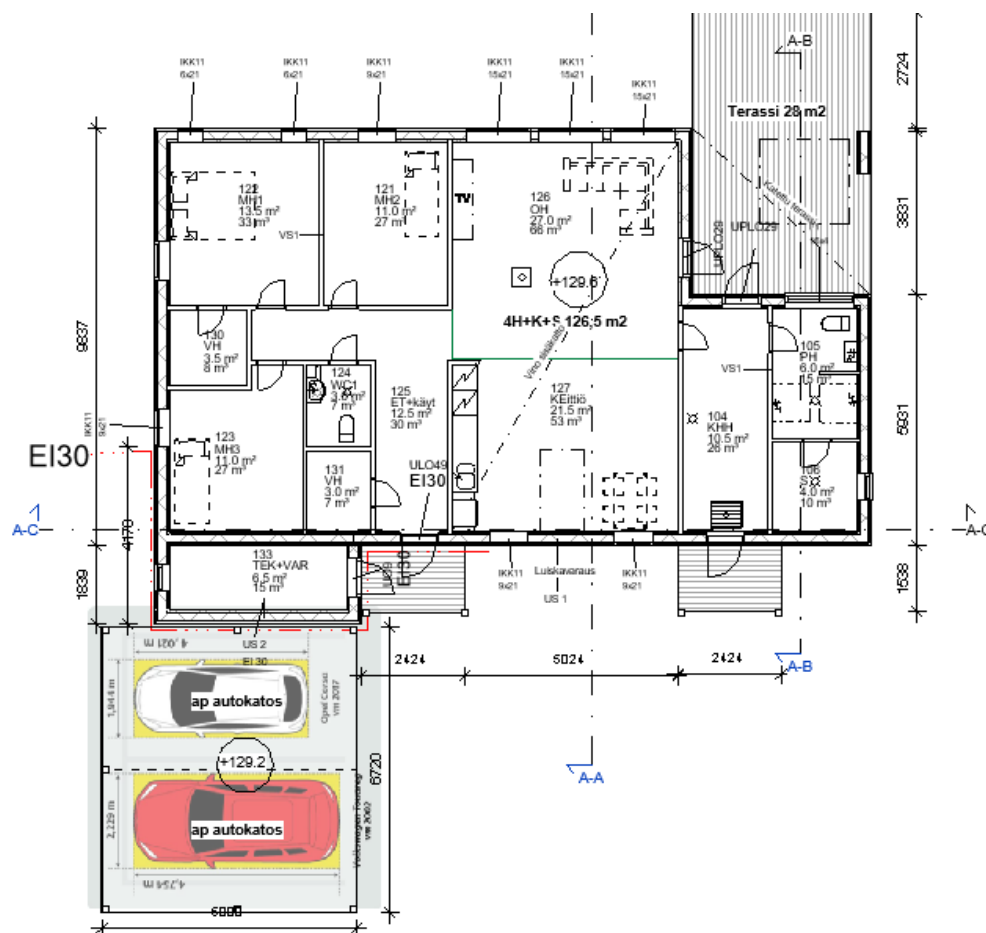
Ensimmäistä luonnospohjaa lähdettiin tekemään tilaajan toiveiden pohjalta L-malliseksi ja pulpettikattoiseksi. Luonnoksessa oli suuret 3 metriä korkeat ikkunat, jotka toivat valoa yhtenäiseen olohuone-, keittiö- ja oleskelutilaan. Kaikki ikkunoiden alapinnat ovat lattiapinnan kanssa samassa tasossa luomassa näyttävyttä. Talon L-muoto loi suojaa terassilla oleskelijoille ja terassilla oli katettu oleskelutila. Kattokaltevuus oli 1:6 kummallakin lappeella ja sisäkatto vino olohuoneen kohdalla.

Pohja kuitenkin koettiin ongelmalliseksi pesuhuoneen, saunan ja kodinhoituhuoneen osalta. Tiloja ei saatu sijoiteltua tilaajan haluamalla tavalla ilman, että olisi lähdetty radikaalisti muuttamaan rakennuksen ulkoseinien mittoja. Talon koko olisi silloin kasvanut liian suureksi verrattuna tilaohjelmaan (Taulukko 1).

Luonnosmallista laadittiin alustava kustannusarvio ja siinä kustannukset nousivat liian suureksi hankkeelle asetettuun budjettiin verrattuna. Pulpettikattoinen ratkaisu ja korkeat huonetilat toivat liisähintaa kyseiselle luonnosvaihtoehdolle. Lisäksi kyseiseen luonnokseen olohuoneeseen sijoitettavat korkeat ikkunat ja suuri liukuovi maksoivat melkein normaalin omakotitalon ikkunoiden verran.



Kuva 7. 3D-malli toisesta luonnoksesta. (Kääriäinen 2021)



54

Kuva 8. Ote toisen luonnoksen pohjakuvasta. (Kääriäinen 2021)

Toisessa luonnoksessa talon kattomuoto muutettiin harjakattoiseksi ja pohja suorakaiteen muotoiseksi. Talon jatkeeksi lisättiin autokatos, johon mahtuu kaksi autoa. Talo luonnosteltiin hyvin selkeälinjaiseksi, jonka erikoisuutena oli sisäänvedetty terassi. Kulkua terassille järjestettiin olohuoneesta ja kodinhoituhuoneesta. Talon tekninen tila sijoitettiin varaston yhteyteen. Kattokaltevuus oli 1:4 ja autokatoksen vain 1:8, koska tallin katto tuli erittäin lähelle talon räystästä. Jyrkempi katto olisi lävistänyt talon räystäään ja ei tämän vuoksi olisi ollut mahdollinen toteuttaa. Autokatoksen ja asunnon katon olisi voinut toteuttaa yhtenäisenä tekemällä jiirin kattoon. Jiirikattoa ei kuitenkaan lähdeTTY opinnäytetyössä suunnittelemaan niihin liittyvien riskien ja työtekniisten haasteiden vuoksi.

Luonnokselle laskettiin kustannusarviota ja arvio oli hyvin lähellä hankkeelle asetetusta budjetista. Pohjassa kuitenkin muodostui ongelmaksi suuri käytävätila eteisen ja makuuhuoneiden yhteydessä. Käytävän koko oli jopa 7 m<sup>2</sup> ja tila haluttiin käyttää tehokkaammin. Autokatoksen kattorakenteesta syntyi myös haasteita. Katon kaltevuuden ollessa 1:8 ja jännevälin noin 7 metriä, olisi kantavien palkkien koot kasvaneet liian suuriksi ja siten kattorakenne tullut kalliiksi. Myös ajo tontilla autokatosiin olisi ollut haastavaa, koska autokatoksen sisäänajon edessä täytyy olla vähintään 7 m vapaata tilaa, jotta katokseen ajo on mahdollista (RT 98-11215 Autosuojat, 2). Autokatoksen eteen olisi voitu järjestää vähintään 7 m vapaata tilaa, mutta se oli vaatinut runsaasti louhintaa.

Autokatoksen sijainti myös asetti palo-osastoinnille vaatimuksia. Talon ulkoseinän olisi täytynyt olla EI 30 rakenne vesikatteeseen saakka, koska etäisyys autokatoksesta on alle 4 metriä. (Toptenrava Pientalon palokortti P3)

Toinen luonnos oli lähimpänä opinnäytetyössä suunniteltua lopullista taloa. Luonnosta lähdettiin vielä kehittämään pääpiirustustasoiseksi ja korjaamaan luonnoksessa havaitut puutteet.

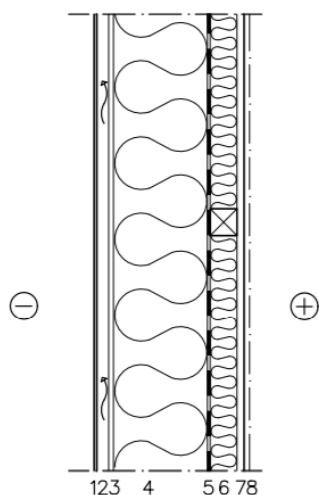
### 3.3 Rakenteet

Ympäristöministeriön asetuksessa määrätään, että rakennuksen vaipan lämpöhäviö on laskettava käyttämällä seuraavia rakennusosien lämmönläpäisykertoimia eli U-arvoja. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017, 24 §)

- Ulkoseinä 0,17 W/(K·m<sup>2</sup>)
- Yläpohja 0,09 W/(K·m<sup>2</sup>)
- Maanvarainen alapohja 0,16 W/(K·m<sup>2</sup>)
- Puolilämpimän tilan ulkoseinä 0,26 W/(K·m<sup>2</sup>)
- Puolilämpimän tilan alapohja maata vasten 0,24 W/(K·m<sup>2</sup>)
- Puolilämpimän tilan yläpohja 0,14 W/(K·m<sup>2</sup>)

#### Ulkoseinä

Ulkoseinärakenteeksi valittiin puurunkorakenteinen ulkoseinä, jonka U-arvo on 0,17 W/(K·m<sup>2</sup>). Runkotavarana käytetään mitallistettua 48x197mm C24 sahatavaraa. Rakenne ulkoa sisälle on: paneelointi, tuuletusrako, tuulensuojalevy, runko, höyrynsulku, eriste ja sisäseinän pintamateriaali. Eristemateriaalina käytetään kivivillaa. Kivivilla valittiin koska se on vettymätön eriste, palamaton ja sitä on kätevä käsitellä sen jämään muodon vuoksi. Kivivilla säilyttää myös muotonsa hyvin käyttöiän aikana ja ei menetä eristysominaisuuksiaan.



Kuva 9. Ulkoseinärakenne (Kääriäinen 2021)

Rakenteen sisäpintaan tehdään vaakakoolaus 48x48 puusta ja välit eristetään kivivillalla. Koolauksen avulla sähkövetojen ja rasioiden takia ei tarvitse tehdä läpivientejä höyrynsulkuun. Lisäksi tulevaisuudessa turvataan höyrynsulun oikea toiminta, jos tulevat asukkaat kiinnittävät seinälle tavaraa ruuvein tai nauloin. Näin vältetään höyrynsulun reikiintymiseltä, kun seinäpinnan takana on 50 mm vapaata tilaa ennen höyrynsulkua

## Yläpohja

Yläpohjan kantavana rakenteena toimii NR-ristikot K900. Vesikatemateriaalina lukkosaumallinen pel-tikatto. Yläpohjan eristeen paksuus on 500 mm ja yläpohjan U-arvo 0,09 W/(K·m<sup>2</sup>). Tarkemmat ra-kennekuvat yläpohjasta löytyvät opinnäytetyön liitteistä.

## Alapohja

Alapohja toteutetaan maanvaraisena betonilaattana. Laatan paksuus noin 8 cm riippuen lattialämmi-tysputkiston vaatimista suojaetäisyyksistä. Betonilaatan alla 2x100mm EPS eristettä. Alapohjan U-arvo 0,16 W/(K·m<sup>2</sup>). Laatan alle rakennetaan vähintään 300 mm vahvuinen kapillaarikatkokkerros. Tehtävä erillinen suunnitelma radonin torjunnasta, sillä tontti sijoittuu kallioiselle maaperälle.

### 3.4 Pääpiirustukset ja rakennuslupa

#### 3.4.1 Rakennuslupa asiakirjat

Kuopion alueella rakennuslupaa haetaan sähköisessä lupapiste palvelussa. Rakennuslupaan tarvitaan runsaasti erilaisia asiakirjoja ja selvityksiä. Rakennuslupaan tarvittavat asiakirjat on listattu alla.

#### **Pääpiirustukset**

Rakennuslupahakemukseen liitetään sarja piirustuksia. Kuopion pientalo-ohjeessa kerrotaan tar-kemmin mitä asioita pääpiirustuksien tulee sisältää. Alla lueteltu pääpiirustukset niiden tärkeysjärjes-tyksessä ja mittakaavat. (Kuopion pientalo-ohje 2017, 16)

- Asemapiirustus. Mittakaava 1:200
- Pohjapiirustukset. Mittakaava 1:50
- Leikkauspiirustukset. Mittakaava 1:50
- Julkisivupiirustukset. Mittakaava 1:100
- Vesikattopiirustus. Mittakaava 1:100
- Ulkoseinäleikkaus. Mittakaava 1:20
- Märkätileleikkaus. Mittakaava 1:20
- Tarvittaessa savuhormi ja tulisijapiirustus, jos rakennusluvassa haetaan lupaa tulisijalle. Piirus-tuksissa esitettävä etenkin läpiviennit ja liitoskohdat. Mittakaava 1:20

#### **Selvitys rakennuspaikan hallintaoikeudesta**

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on kyettävä todistamaan olevansa rakennuspaikan haltija. Ilman selvitystä hallinnasta ei rakennuslupaa voida myöntää. (Kuopion pientalo-ohje 2017, 11)

Opinnäytetyön kohteessa hallintaoikeuden selvitykseksi riittää tontin vuokratodistuksen esittäminen rakennuslupaa haettaessa.

#### **Tonttiasiapaperit ja karttaote**

Tonttiasiapapereissa käydään läpi aluetta koskevat rakentamisen määräykset ja rajoitukset. Kyseiset määräykset ja rajoitukset tulee esittää asemapiirustuksessa. Suunnittelua ei saa aloittaa ilman tont-tiasiapapereita ja tonttiasiapaperit on oltava rakennusluvan hakemisen liitteinä. (Kuopion pientalo-ohje 2017, 12)

## **Rakennushankeilmoitus**

Rakennushankeilmoitus (RH 1) liitetään lupahakemukseen, kun kyseessä on uudiskohde. Hankeilmoitus tarvitaan myös aina kun rakennusta laajennetaan, käyttötarkoitusta muutetaan tai rakennuksen muutostyö on niin suuri, että se on verrattavissa uudestaan rakentamiseen. Rakennushankeilmoitus on täytettävä erikseen jokaisesta rakennuksesta. (Kuopion pientalo-ohje 2017, 12)

## **Naapurien kuuleminen**

Rakennusluvan myöntämiseksi on naapureilta saatava kirjallinen lausunto rakennuslupahakemuksen liitteeksi. Naapurikuuleminen tulee tehdä tontin viereisiltä ja vastapäisiltä naapureilta. Lausunnon on oltava kaikilta naapurikiinteistön haltijoilta. Naapurikuulemisen voi tehdä rakennusvalvonta viranomaistyönä rakennusluvan hakijan laskuun tai hakija voi tehdä itse kuulemisen. Rakennusvalvonta voi kuitenkin edellyttää laajemman kuulemisen, jos haettu toimenpide voisi luoda haittaa ympäristölle. Naapurikuulemistä varten lomakkeita on saatavilla Kuopion kaupungin verkkosivuilta. (Kuopion pientalo-ohje 2017, 12)

Nykypäivänä naapurikuulemisen voi toteuttaa internetissä lupapiste palvelussa.

## **Selvitys rakennuspaikan perustamis- ja pohjaolosuhteista**

Rakennuslupahakemukseen liitetään selvitys rakennuspaikan perustamis- ja pohjaolosuhteista. Selvityksessä käsitellään rakennuspaikkaa, rakennuksen korkeusasemaa, radonin torjuntaa, mahdollisten pilaantuneiden maamassojen käsittelyä ja pintavesien poisohjausta. Selvityksen antajalle tulee olla riittävä koulutus. Vähintään rakennusmestari tai teknikon koulutus. (Kuopion pientalo-ohje 2017, 14)

## **Rakennuksen energiaselvitys**

Rakennuslupahakemuksen liitteenä tulee esittää energiaselvitys. Energiaselvityksessä käsitellään rakennuksen kokonaisenergiankulutusta, lämpöhäviöitä, lämmitystehoa ja itse energiatodistusta. (Kuopion pientalo-ohje 2017, 15)

## **Sääsuojasuunnitelma**

Rakennuttaja laatii rakennuslupahakemuksen yhteydessä sääsuojasuunnitelman. Suunnitelmalla estetään rakenteiden ja rakennusmateriaalien turhaa kastumista. Keskeneneräisten työvaiheiden suojaus tulee myös osoittaa ennen vesikaton asennusta. (Kuopion pientalo-ohje 2017, 15)

Sääsuojasuunnitelmaa kutsutaan nykyään Kuopion pientalo-ohjeesta poiketen kosteudenhallintaselvitykseksi ja sen laatii yleensä kohteen pääsuunnittelija. Kosteudenhallintaselvityksen lisäksi tulee laatia rakennusaikainen kosteudenhallintasuunnitelma, jonka tekee kohteen vastaava työnjohtaja.

Opinnäytetyön kohteen kannalta kosteudenhallintaselvitys koostuu seuraavista asioista:

- Nimetään kosteudenhallinnasta vastaavat henkilöt ja vastuut.
- Tunnistetaan kosteuteen riittävät yleisimmät riskit ja huomioidaan kohteen erityispiirteet. Hyödynnetään kuivaketju-10 riskilistaa. Talotekniset suunnittelijat laativat omat riskiarviot.
- Kirjataan rakennuttajan vaatimustaso koko hankkeen kosteudenhallinnalle. Vaatimuksia esitetään suunnittelu-, rakentamis- ja käyttöönottovaiheeseen.

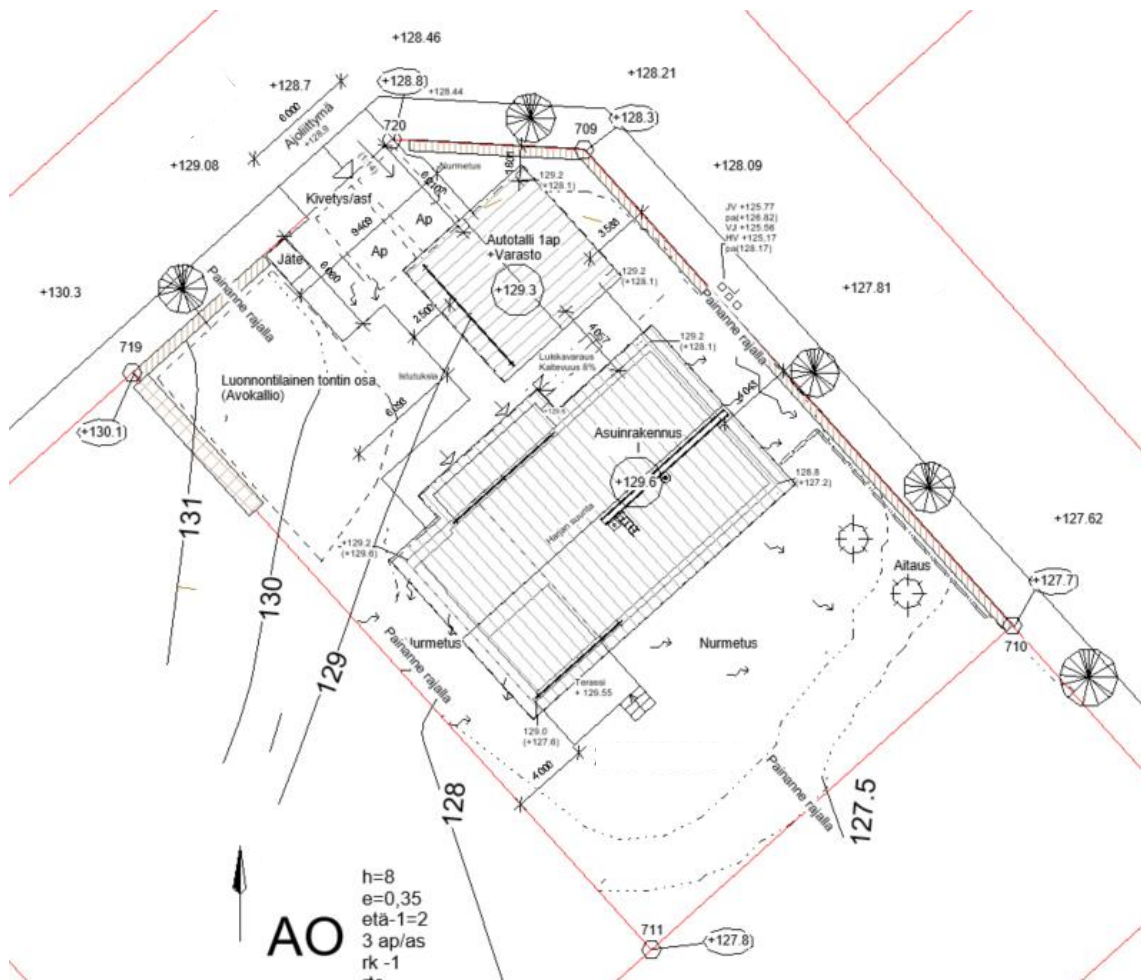


- Todetaan kuinka laadunvarmistus ja dokumentaatio hoidetaan hankkeen aikana ja konkreettiset toimenpiteet kosteudenhallinnan varmentamiseen hankkeen eri vaiheissa.

Kosteudenhallintaselvityksessä huomioitujen riskien ja vaatimusten pohjalta laaditaan rakentamisai-  
kainen kosteudenhallintasuunnitelma.

### 3.4.2 Asemapiirros

Asemapiirrokseseen on sisällyttävä tiedot siitä, että suunniteltu rakentaminen on kaavan tai muun maankäyttösuunnitelman ja rakennusjärjestyksen mukaista ja täyttää rakennuspaikan käytölle asetetut vaatimukset. Asemapiirrokseseen on sisällyttävä rakennuspaikan, rakennuksen ja piha-alueen tiedot ennen ja jälkeen suunnitellun rakentamisen. Muutettaessa rakennusta, rakennelmia tai pihajärjestelyjä on asemapiirrokseseen sisällyttävä tiedot toimenpiteiden vaikutuksesta rakennuspaikan olosuhteisiin ja käyttöön. (Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 216/2015, 3 §)



Kuva 10. Asemapiirros. (Kääriäinen 2021)

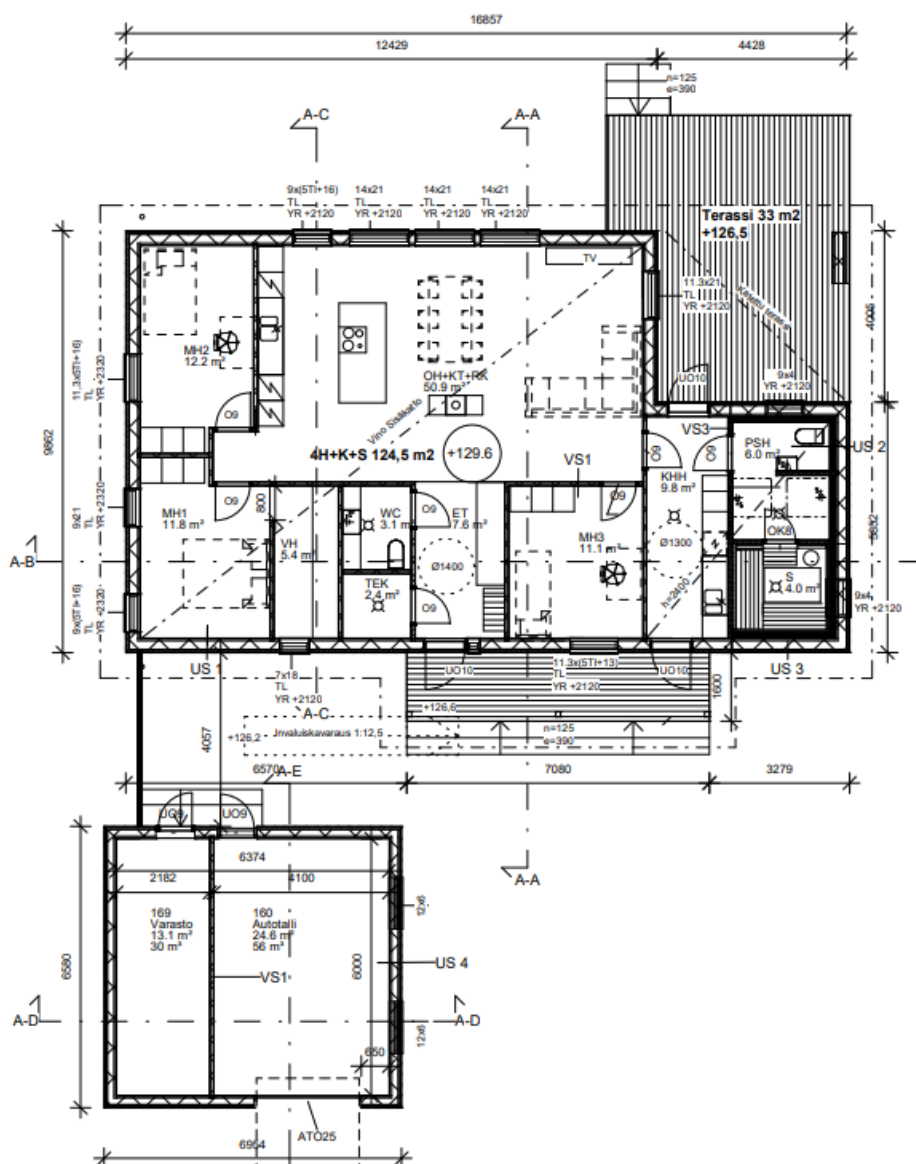
Asemapiirroksessa talo sijoittuu keskelle tonttia ja erillinen autotalli tontin ajoliittymän läheisyyteen. Autotallin vierestä on kulku rakennuksen pääsisäänkäynnille, jossa on kaksi ovea. Toinen ovi eteiseen ja toinen kodinhoitohuoneeseen. Tontilla on kolme autopaikkaa asemakaavamääräysten mukaisesti ja tontin rajoille istutetaan korttelisuunnitelmassa vaaditut kasvit. Kuvassa kasvit merkattu vinoviinoilla rajoille. Autotallin lattiataso on 30 cm asunnon lattiatasoa matalammalla ja ajoluiska talleen on 1:14.

Kattovedet ohjataan suoraan kunnan hulevesiverkostoon ja muilta pinnoilta hulevedet imeytetään asemapiirroksessa osoitetuille imeytyspaikoille tai istutuksille.

Tontin takapiha on nurmetusta ja etupiha pihakivetystä tai asfalttia. Etupihalle järjestetään pieni istutusalue ja takapihalle istutetaan muutamia pieniä puita. Takapihan ja Mesiangervontien väliin rakennetaan aitaus tuomaan näkösuojaa takapihalla oleskeluun.

Tontin luodekulmassa maasto jätetään luonnontilaiseksi. Tällä kohdin tontin maasto on korkeimmillaan ja alue on avokalliota. Jättämällä osa tontista luonnontilaiseksi säästetään louhintakustannuksissa runsaasti ja avokallio luo näyttävyttä etupihalle.

### 3.4.3 Pohjakuvat

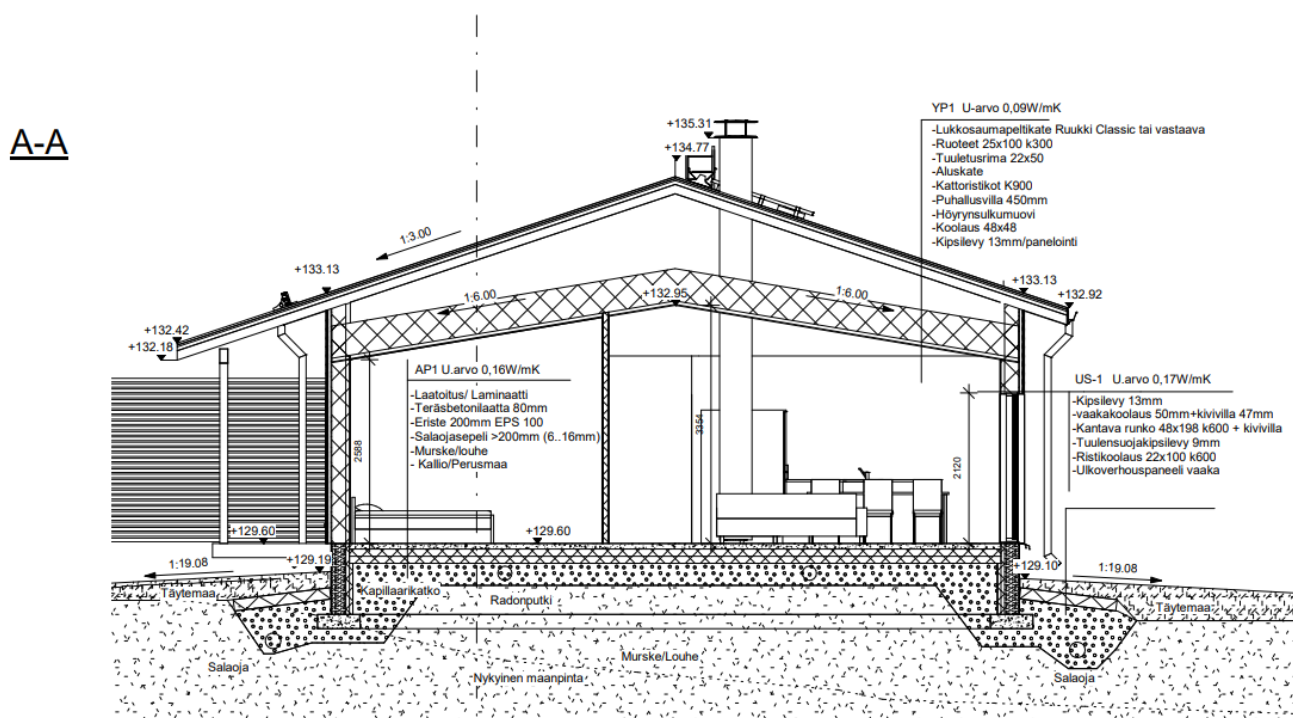


Kuva 11. Lopullinen pohjakuva. (Kääriäinen 2021)

Talon pohjaa muokattiin vielä viimeisimmän luonnoksen pohjalta. Autotalli siirrettiin kokonaan erilliseen rakennukseen yli 4 m päähän asuinrakennuksesta, jotta palo-osastointeja ei tarvitse suorittaa. Tekninen siirrettiin pois varastosta talon eteisen yhteyteen. Lisäksi olohuoneen ja keittiön paikkaa muutettiin. Keittiön ja olohuoneen siirron johdosta myös makuuhuoneiden paikat muuttuivat hieman.

Talon pohjapiirroksessa on suuri yhteinen keittiö ja olohuone. Muihin tiloihin kulku tapahtuu myös tästä tilasta. Kodinhoituhuone, pesuhuone ja sauna ovat omana osastonaan talossa, koska kosteat tilat haluttiin sijoittaa lähelle toisiaan. Kodinhoitohuoneeseen on kulku yhteisestä sisäänkäyntikatoksesta pääoven kanssa. Kodinhoitohuoneesta kuljetaan myös katetulle terassille. Päämakuuhuoneen yhteydessä on oma vaatehuone ja muissa makuuhuoneissa kaapistoja. Olohuoneen ikkunat ovat lattiapinnan tasolla ja ovat 2,1 m korkeita.

### 3.4.4 Leikkaus ja julkisivut

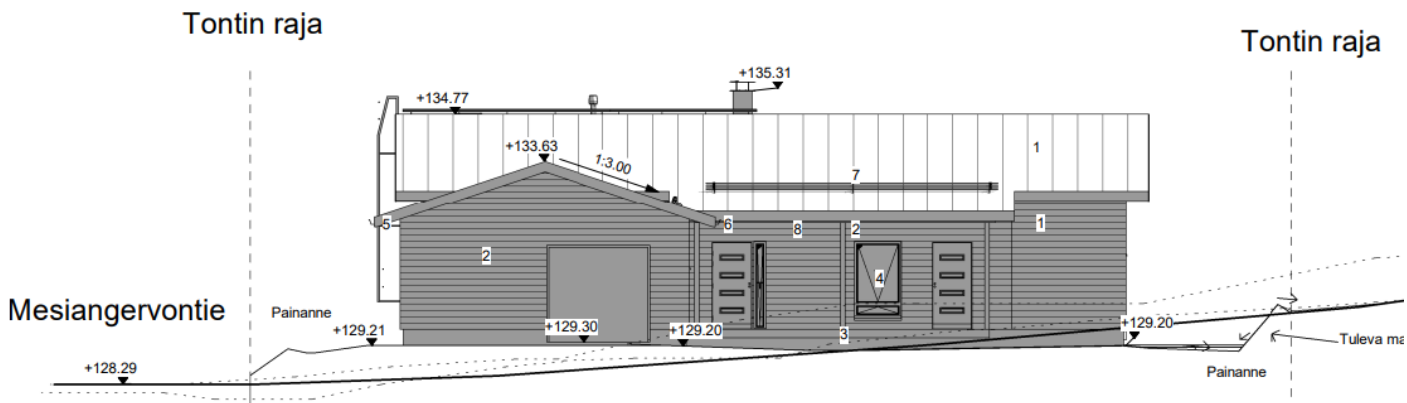


Kuva 12. Leikkauspiirustus A-A. (Kääriäinen 2021)

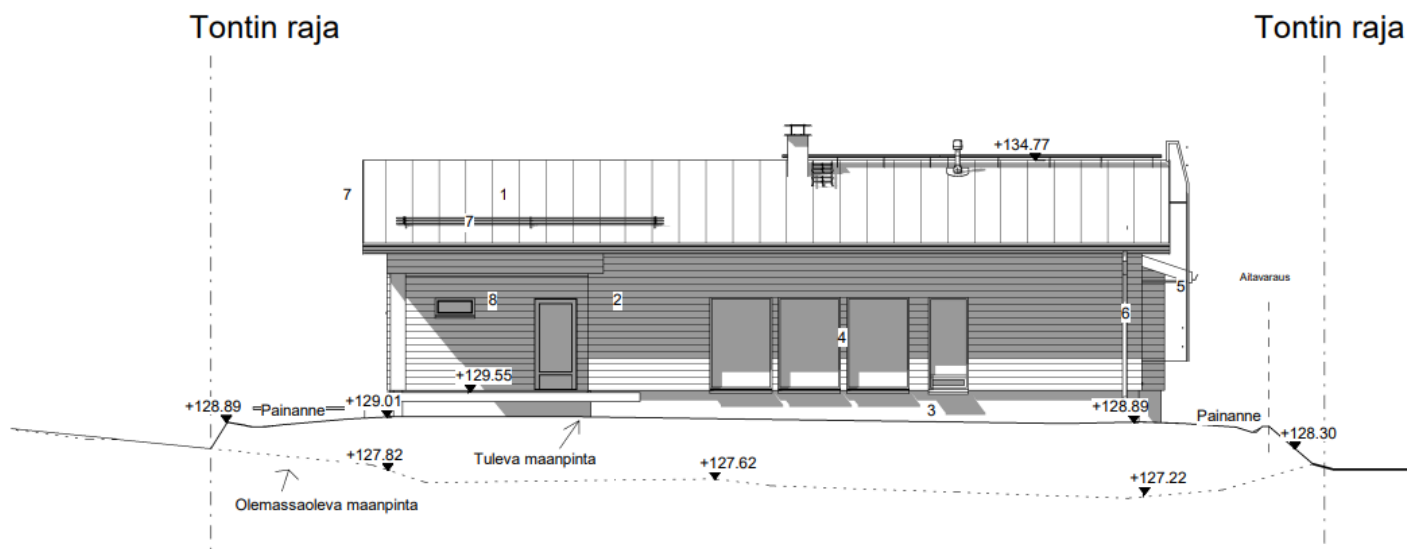
Talon sisäkatto suunniteltiin vinoksi luomaan avaruutta sisätiloihin. Kattomuoto toteutetaan saksiristikolla. Katon kaltevuus on 1:3 ja saksiristikon alapaarten kaltevuus 1:6. Kodinhoitohuoneen, pesuhuoneen ja saunan kohdalla sisäkatto on tasainen ja se toteutetaan normaalilla harjaristikolla.

Leikkauspiirustuksissa kerrotaan rakenteiden U-arvot ja eri rakennetyyppien sisältämät materiaalit. Leikkauksiin on merkattu korkeusasemat rakennuksen lattiasta, harjalta, talon nurkista ja rakennuksen räystäiltä. Lisäksi esitetty periaate rakennuksen perustamisesta, salaojituksesta, routasuojauksesta ja pintamaiden muotoilusta.

Talosta ja autotallista laadittiin kummastakin kaksi leikkauspiirustusta lupapiirustuksiin. Leikkauspiirustukset tuotettiin revit tietomallia hyödyntämällä.

Julkisivu luoteesta. Kultapiiskun tieltä päin

Kuva 13. Julkisivu luoteesta etupihalta päin. (Kääriäinen 2021)

Julkisivu kaakosta

Kuva 14. Julkisivu kaakosta takapihalta päin. (Kääriäinen 2021)

Julkisivupiirustuksissa on numeroilla osoitettu tiedot julkisivuissa käytettävistä pintamateriaaleista ja väriytyksistä. Numeroiden selitykset löytävät tarkemmista julkisivupiirustuksista opinnäytetyön liitteissä. Julkisivupiirustuksissa on esitetty tontin rajojen sijainnit ja painanteet rajoille. Lisäksi olemassa olevan maanpinnan taso julkisivun kohdalla, tuleva maanpinta ja myös teiden korkeusasemat. Julkisivu verhoillaan tummanharmaalla vaakapaneloinnilla. Sisäänkäynnin ja terassin syvennyksen seinät maalataan ruskealla tehostesävyllä. Ikkunapuitteet ovat tummanharmaat ja katto myös.

Julkisivupiirustukset tehtiin talosta tehdyn tietomallin avulla Revit ohjelmalla. Pinnamuodot tehtiin käsin viivapiirtona pohjatutkimusaineistoista saatujen korkeuksien mukaan.

### 3.4.5 Energiaselvitys

Energiaselvityksellä tarkoitetaan kattavaa selvitystä rakennuksen energiankäytöstä. Energiaselvitys pitää sisällään lämpöhäviöiden tasauslaskennan, E-luku laskennan ja rakennuksen energiatodistuksen. Energiaselvitys tarvitaan aina rakennuslupaa haettaessa, poikkeuksena alle 50 neliömetrin rakennukset tai tilapäiset rakennukset.

Energiatodistus laaditaan energiaselvityksen yhteydessä ja sitä tarvitaan rakennuslupaa haettaessa. Energiatodistus perustuu rakennuksen laskennalliseen E-lukuun eli rakennuksen ostoenergiankulu- tukseen lämmitettyä nettoalaa kohden kWh<sub>e</sub>/(m<sup>2</sup>vuosi). E-luvun laskennassa huomioidaan rakentei- den lämpöominaisuudet, talon kaikkien teknisten järjestelmien sähköenergiantarpeet, sisäilman läm- pötila, lämpimän käyttöveden tarve ja lämpökuormat henkilöistä, laitteista, auringosta sekä käyttö- vedestä (Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta 1010/2017, 8 §).

Energiaselvityksen saa laatia vain henkilö, jolla on riittävä pätevyys tehtävään ja hänet on rekisteröi- ty energiatodistusten laatijoista pidettävään rekisteriin. Pätevyysvaatimuksina ovat vaativuustasoon soveltuva tekniikan alan tutkinto tai riittävä työkokemus vastaavista tehtävistä. Lisäksi vaaditaan hy- väksytty suoritus energiatodistuksen laatijakokeesta. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017)

Opinnäytetyön kohteessa energiaselvityksen tekee ulkopuolinen toimija, jolla on tehtävään soveltuva pätevyys. Energiaselvityksen tekemiseen ei lähdetty tutustumaan tarkemmin opinnäytetyössä rajalli- sen ajan takia.

## 4 RAKENNESUUNNITTELU

Ympäristöministeriön asetuksessa kantavista rakenteista määrätään, että eurokoodit ovat ensisijainen kantavien rakenteiden suunnittelujärjestelmä Suomessa. Jos käytetään muuta järjestelmää niin rakennushankkeeseen ryhtyvän on kyettävä todistamaan rakennusvalvontaviranomaiselle, että olennaiset tekniset vaatimukset täyttyvät. Kantaviin rakenteisiin liittyvät lait, asetukset ja eurokoodien kansalliset valinnat on esillä ympäristöministeriön julkaisussa ”Rakenteiden lujuus ja vakaus. Suomen Rakentamismääräyskokoelma”. Rakennusinsinöörien liitto on koonnut nämä suunnitteluperusteet julkaisuihinsa ja tässä opinnäytetyössä hyödynnämme niitä. RIL julkaisuja käytetään siksi, että ne antavat tiivistetyssä muodossa ohjeita rakenteiden syvälliseen suunnitteluun eurokoodeihin sekä kansallisiin valintoihin ja määräyksiin perustuen. (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017)

Opinnäytetyössä rakennesuunnitteluprosessi aloitettiin tutustumalla tarkemmin rakennesuunnittelua ohjaavaan teoriaan ja laskentatapoihin. Teoriapohjan ollessa hallussa laskettiin rakenteiden omapainot, lumikuorma ja tuulikuorma, joiden pohjalta rakenteita lähdettiin mitoittamaan. Jokaiselle mitoitettavalle rakenneosalle laskettiin niille tulevat kuormitukset Excel tiedostoon. Pääosin mitoitettavat rakenteet olivat vesikaton tukirakenteita ja ne mitoitettiin Lumikuorman ja vesikaton omapainon kuormitusyhdistelmille. Puurakenteiden mitoitus suoritettiin Finnwood laskentaohjelmistolla. Rakennuksen rungon jäykistys laskettiin materiaalivalmistajan laskentaohjeiden mukaisesti.

Rakennuksesta piirrettiin tasopiirustukset perustuksista, rungosta ja vesikatosta. Piirustuksia täydennettiin leikkauskuvilla ja tarkemmilla detaljeilla tärkeimmistä paikoista. Piirustuksiin lisättiin selostuksia rakenteiden toteuttamisesta ja materiaaleista.

### 4.1 Suunnitteluperusteet

Opinnäytetyössä suunniteltavan rakennuksen suunnitteluperusteena käytetään standardia EN 1990. EN 1990 standardissa esitetään periaatteet rakenteiden varmuudelle, käyttökelpoisuudelle ja säilyvyydelle. Rakenteille kohdistuvat tuulikuorma ja lumikuorma, sekä rakenteiden omapainot lasketaan standardin EN 1991 mukaisesti. Puurakenteet ja niiden liitokset suunnitellaan standardin EN 1995-1-1 mukaan.

Suunniteltaessa rakennukset tai rakenteet jaetaan luotettavuusluokkiin, jotka jaotellaan seuraamuksilla ihmishengille. Opinnäytetyön pientalo sijoittuu seuraamusluokkaan CC2 (Taulukko 2), jolloin kuormakerroin  $K_{FI} = 1$ . Omakotitalon suunnitelluksi käyttöikäksi valittiin 50 vuotta.

Taulukko 2. Luotettavuusluokat. (RIL 201-1-2017 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 56)

**Taulukko 2.0S.** Seuraamusluokkien CC määrittely rakennuksille ja rakenteille ja luotettavuusluokat RC/kuormakerroin (kansallinen liite).

| Seuraamusluokan (CC) kuvaus   | Rakennuksia sekä rakenteita koskevia esimerkkejä   | Luotettavuusluokka/kuormakerroin $K_{F1}$ |
|---|--|---|
| CC3<br>Suuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai hyvin suurten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia                   | Rakennuksen kantava runko <sup>1)</sup> jäykistävine rakennusosineen sellaisissa rakennuksissa, joissa usein on suuri joukko ihmisiä, kuten<br>- yli 8-kerroksiset <sup>2)</sup> asuin-, konttori- ja liikerakennukset<br>- konserttisalit, teatterit, urheilu- ja näytelyhallit, katsomot<br>- raskaasti kuormitetut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset.<br>Erikoisrakenteet, kuten esim. korkeat tornit.<br>Luiskat sekä penkereet ja muut rakenteet, jotka sijaitsevat siirtymien haittavaikutuksille herkissä ympäristöissä erityisesti hienorakeisten maalajien alueilla.  | RC3<br>$K_{F1} = 1,1$                     |
| CC2<br>Keskisuuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia.              | Rakennukset ja rakenteet, jotka eivät kuulu luokkiin CC3 tai CC1.  | RC2<br>$K_{F1} = 1,0$                     |
| CC1<br>Vähäiset seuraamukset ihmishenkien menetysten tai pienten tai merkityksellisten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia | 1- ja 2-kerroksiset <sup>2)</sup> rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä <sup>3)</sup> , kuten esim. pienehköt varastot ja maatalouden tuotantorakennukset, joiden pinta-ala on enintään 300 m <sup>2</sup> tai suurin jänneväli enintään 6 metriä.<br>Rakenteet, joiden vaurioitumisesta ei aiheudu merkittävää vaaraa, kuten<br>- matalalla olevat alapohjat, ilman kellaritiloja<br>- ryömintätilaiset vesikatot, kun yläpohja on varsinainen kantava rakenne<br>- sellaiset ulko- ja väliseinät, ikkunat, ovet ja vastaavat, joihin pääasiassa kohdistuu ilman paine-eroista aiheutuva sivuttaiskuormitus ja jotka eivät toimi kantavan tai jäykistävän rungon osana. | RC1<br>$K_{F1} = 0,9$                     |

## 4.2 Kuormat

Kuormat luokitellaan niiden ajallisen vaihtelun mukaan pysyviin kuormiin (G) muuttuviin kuormiin (Q) ja onnettomuuskuormiin (A). Pysyviä kuormia ovat rakenteiden omapainot ja kutistumisesta, sekä painumista johtuvat välilliset kuormat. Muuttuvia kuormia ovat lumikuorma, hyötykuorma ja tuulikuormat. Onnettomuuskuormia ovat esimerkiksi auton törmäykset tai räjähdykset. (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 31)

Opinnäytetyössä tarkastellaan muuttuvia kuormia (Q) ja pysyviä kuormia (G). Onnettomuuskuormia (A) ei ole tarvetta kohteessa tarkastella.

### 4.2.1 Pysyvät kuormat

Pysyvän kuorman ominaisarvo ilmoitetaan tunnuksella ( $G_K$ ). Pysyviä kuormia opinnäytetyössä ovat rakenteiden omapainot. Omapainot lasketaan nimellismittojen ja tilavuuspainojen ominaisarvojen perusteella (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 63). Laskelmissa huomioidaan kyseisten rakenteiden omapainot:

- Perustukset
- Ulkoseinä
- Yläpohja

## 4.2.2 Muuttuvat kuormat

Muuttuvan kuorman ominaisarvo ilmoitetaan tunnuksella ( $Q_k$ ). Muuttuvia kuormia opinnäytetyössä ovat tuulikuorma ja lumikuorma.

### Lumikuorma

Lumikuorma on kiinteä kuorma ja se luokitellaan staattiseksi. Lumikuorman määrittämisessä tulee ottaa huomioon tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa lumen kinostumista. Näitä tekijöitä ovat katon muoto, pinnan karheus, paikallinen ilmasto, viereisten rakennusten läheisyys ja ympäröivä maasto. (RIL 201-1-2017 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 100)

Opinnäytetyön kohteessa katon muoto on harjakattainen ja kohteessa ei ole tekijöitä, jotka aiheuttavat lumen kinostumista. Kohteen katolle tulee kuitenkin lumiasteet, jolloin lumikuorman muotokerroimen ( $\mu_i$ ) tulee olla vähintään 0,8 tai suurempi.

Kaava 1. Katon lumikuorma (RIL 201-1-2017, Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat ,100):

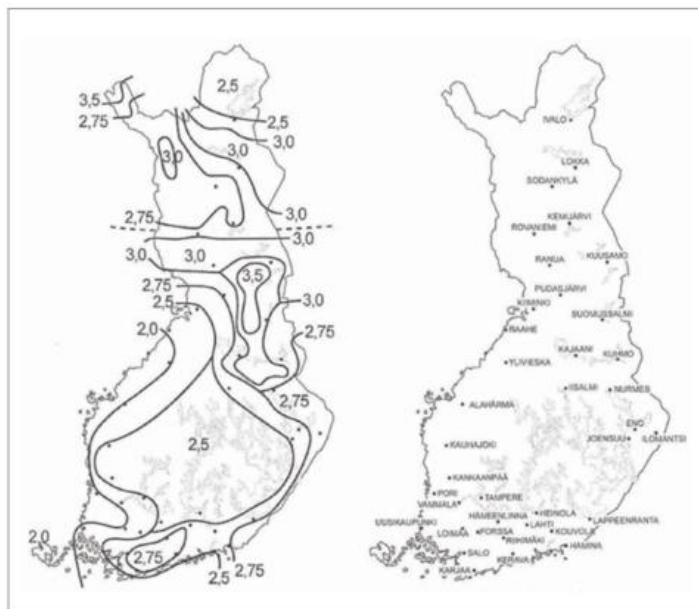
$$s = \mu_i * S_k$$

$$s = 0,8 \times 2,5 \frac{kN}{m^2} = 2kN/m^2$$

missä

$\mu_i$  on lumikuorman muotokerroin. (Taulukko 3)

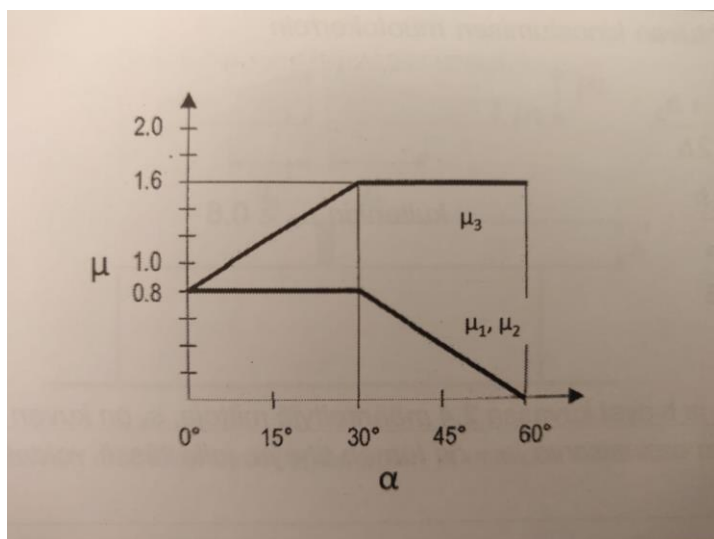
$S_k$  on maassa olevan lumikuorman ominaisarvo (kN/m<sup>2</sup>). (Kuva 15)



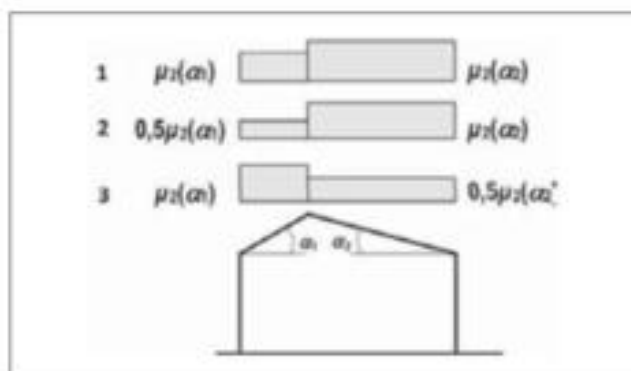
**Kuva 1 (kansallinen liite).** Lumen ominaisarvot maan pinnalla, yksikkö kN/m<sup>2</sup>. Rakennuspaikan sijaitessa alueella, jossa arvo ei ole vakio, väliarvot interpoloidaan suoraviivaisesti suhteessa etäisyyksiin lähimmistä käyristä.

Kuva 15. Lumen ominaisarvot maanpinnalla. (RIL 201-1-2017 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 98)





Taulukko 3. Lumikuorman muotokertoimet. (RIL 201-1-2017, Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 102)



Kuva 5.2. Harjakaton lumikuorman kuormituskäviöt. 1 = kinostumaton lumi, 2 ja 3 = kinostunut lumi.

Kuva 16. Harjakaton lumikuorman kuormituskäviö. (RIL 201-1-2017, Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 102)

Lumikuorman muotokerroin saadaan (Taulukko 3). Muotokerroin on opinnäytetyön kohteen katolla 0,8. Lumikuorman ominaisarvo opinnäytetyön kohteessa Kuopiossa on 2,5 kN/m<sup>2</sup>.

### Tuulikuorma

Tuulikuormat aiheuttavat painetta rakennusten ulkopintoihin ja mahdollisesti myös sisäpintoihin, jos ulkopinta on huokoinen. Tuulikuorman voimakkuudet vaihtelevat ajan mukana ja ne aiheuttavat rakenteen pintaa vastaan kohtisuoria voimia. Tuulikuormat luokitellaan muuttuviksi kiinteiksi kuormiksi. (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 127)

Opinnäytetyössä tuulikuormien laskennassa hyödynnetään Puuinfon laatimaa Eurokoodi 5 lyhennettyä suunnitteluohjetta. Suunnitteluohje on yksinkertaisemmassa muodossa kuin RIL laatimat julkaisut ja on siten helpompi käyttää laskennassa.

Opinnäytetyössä tutkitaan jäykistävien rakenteiden mitoitusta kokonaistuulikuormalle eli tutkitaan rakennuksen kokonaisstabiiliteettia. Tuulikuorman suuruuteen vaikuttaa maastoluokka (Taulukko 4).

| 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.                           |

Taulukko 4. Maastoluokat. (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje)

Kaava 2. Rakennuksen vaakasuuntainen kokonaistuulikuorma. (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje).

$$F_{w,k} = C_f * q_p(h) * A_{ref}$$

$$F_{w,k} = 1,39 * \frac{0,37kN}{m^2} * 101,4 m^2 = 52,15 kN$$

missä

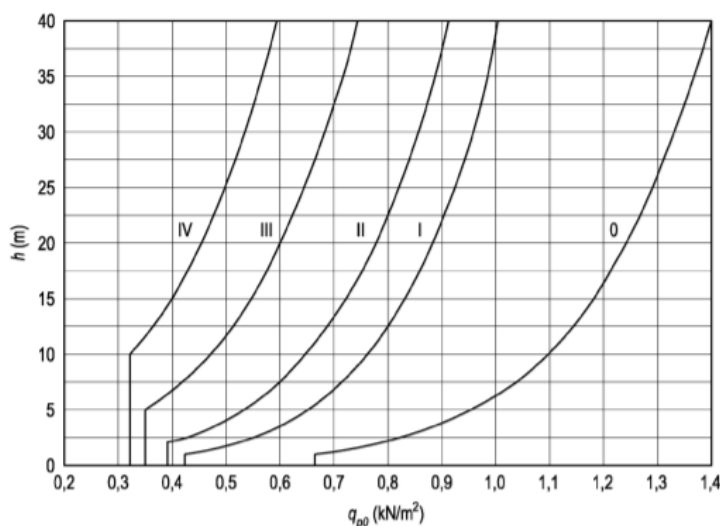
$C_f$  on rakenteen voimakerroin

$q_p(h)$  on rakennuksen korkeutta vastaava nopeuspaine

$A_{ref}$  on rakenteen tuulta vastaan kohtisuora projektiopinta-ala

| 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 |

Taulukko 5. Voimakertoimen  $C_f$  määrittäminen (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje)



Taulukko 6. Nopeuspaineen  $q_p(h)$  ominaisarvot eri maastoluokissa. (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje)

Rakennus sijoittuu maastoluokkaan III ja rakennuksen korkeus maanpinnasta on 6 m. Nopeuspaineksi saadaan täten  $0,37 \text{ kN/m}^2$  (Taulukko 6).

Kaava 3. Rakennuksen hoikkuuskerroin  $\lambda$ . (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje)

$$\lambda = \begin{cases} 2h / b & \text{kun } h \leq 15 \text{ m} \\ (2,25 - 0,017h) \frac{h}{b} & \text{kun } 15 \text{ m} < h \leq 50 \text{ m} \end{cases} \quad (2.13)$$

Rakennuksen mitat  $d=9,8 \text{ m}$ ,  $b=16,9 \text{ m}$  ja  $h=6 \text{ m}$

Voimakertoimeksi  $C_r$  saadaan täten  $1,39$  (Taulukko 5) ja hoikkuuskertoimeksi  $0,71$  (Kaava 3).

#### 4.3 Rajatilamitoitukset

Rajatilojen mitoituksessa otetaan huomioon seuraavat asiat (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 30)

- Eri materiaaliominaisuudet kuten lujuus ja jäykkyys
- Materiaalien ajasta riippuva toiminta kuten kuorman vaikutusaika ja viruminen
- Ilmasto-olosuhteet kuten lämpötila ja kosteuden vaihtelu
- Erilaiset mitoitustilanteet kuten rakentamisvaihe

#### **Murtorajatila**

Murtorajatilassa rakenne menettää tasapainonsa, vaurioituu, murtuu tai saa rakenteen väsymisestä johtuvia vaurioita. Murtorajatilassa tarkastellaan jäykän kappaleen tasapainon menetystä, rakenteen katkeamista ja stabiiliuden menetystä, liian suurta siirtymää ja ajasta riippuvaa vaurioitumista kuten rakenteen väsymistä. (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 29)

Opinnäytetyössä rakenteita tarkastellaan STR rajatilassa ja EQU rajatilassa. STR rajatilaa käytetään, kun tutkitaan yksittäisen rakenneosan kuten palkin kestävyyttä ja EQU rajatilaa, kun tutkitaan rakennuksen jäykistystä.

Murtorajatilan kuormitusyhdistelmä rakenteen kestävyydelle (STR)

Kaava 4. STR rajatilan kaava. (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 40)

$$1,15 K_{FI} \left. \vphantom{1,15 K_{FI}} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_P P + 1,5 K_{FI} Q_{k,1} + 1,5 K_{FI} \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Murtorajatilan kuormitusyhdistelmä rakenteen staattiselle tasapainolle (EQU)

Kaava 5. EQU rajatilan kaava (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 40)

$$1,1 K_{FI} \left. \vphantom{1,1 K_{FI}} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_P P + 1,5 K_{FI} Q_{k,1} + 1,5 K_{FI} \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

| Kuorma   | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$          |
|--|----------|----------|-------------------|
| Hyötykuormat rakennuksissa, luokka (SFS-EN 1991-1-1)                                 |          |          |                   |
| Luokka A: asuintilat   | 0,7      | 0,5      | 0,3               |
| Luokka B: toimistotilat  | 0,7      | 0,5      | 0,3               |
| Luokka C: kokoontumistilat   | 0,7      | 0,7      | 0,3               |
| Luokka D: myymälätilat   | 0,7      | 0,7      | 0,6               |
| Luokka E: varastotilat   | 1,0      | 0,9      | 0,8               |
| Luokka F: liikennöitävät tilat, ajoneuvon paino $\leq 30$ kN                         | 0,7      | 0,7      | 0,6 <sup>**</sup> |
| Luokka G: liikennöitävät tilat, $30 \text{ kN} < \text{ajoneuvon paino} \leq 160$ kN | 0,7      | 0,5      | 0,3 <sup>**</sup> |
| Luokka H: vesikatot  | 0        | 0        | 0                 |
| Lumikuorma (katso SFS-EN 1991-1-3) <sup>*)</sup> , kun                               |          |          |                   |
| $s_k < 2,75 \text{ kN/m}^2$  | 0,7      | 0,4      | 0,2               |
| $s_k \geq 2,75 \text{ kN/m}^2$   | 0,7      | 0,5      | 0,2               |
| Jääkuorma <sup>***)</sup>  | 0,7      | 0,3      | 0                 |
| Rakennusten tuulikuormat (SFS-EN 1991-1-4)   | 0,6      | 0,2      | 0                 |
| Rakennusten sisäinen lämpötila (ei tulipalossa) (SFS-EN 1991-1-5)                    | 0,6      | 0,5      | 0                 |
| Pakkomuodonmuutokset   | 1,0      | 1,0      | 1,0               |
| Tukien painumat  | 1,0      | 1,0      | 1,0               |

Taulukko 7. Yhdistelykertoimet. (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 38)

Kun tarkastellaan rakenteen kestävyttä sekä tasapainoa, muodostetaan seuraavanlaiset kuormitusyhdistelyt.

Kaava 6. Pysyvä aikaluokka (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje).

$$1,35G_{kj}$$

Kaava 7. Keskipitkä aikaluokka (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje).

$$1,15G_{kj} + 1,5Q_{k,1} + 1,05Q_{k,2}$$

Kaava 8. Hetkellinen aikaluokka (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje).

$$1,15G_{kj}+1,5Q_{k,t}+1,05Q_{k,1}+1,05Q_{k,2}$$

$$1,15G_{kj}+1,5Q_{k,1}+1,05Q_{k,2}+0,9Q_{k,t}$$

missä

$G_{kj}$  on pysyvien kuormien ominaisarvo

$Q_{k,1}$  on lumi- ja hyötykuorman ominaisarvoista suurempi

$Q_{k,2}$  on lumi- ja hyötykuorman ominaisarvoista pienempi

$Q_{k,t}$  on tuulikuorman ominaisarvo

Opinnäytetyön kannalta hetkellisessä aikaluokassa tutkitaan tuleeko tuulikuorma vai lumikuorma määrääväksi kuormaksi.

### Käyttörajatila

Käyttörajatiloja ovat rajatilat, jotka vaikuttavat rakennuksen tai rakenteen ulkonäköön, mukavuuteen ja toimintaan normaalikäytössä. Käyttörajatilassa tulee erotella palautuva ja palautumattomat rajatilat. (RIL 201-1-2017)

Kaava 9. Käyttörajatilan pitkäaikainen kuormitusyhdistelmä. (RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017, 44)

$$\sum G_{k,j} + P + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Opinnäytetyössä käyttörajatilassa tutkitaan lähinnä rakenteiden taipumia ja ulkoseinän levyjäykistyksen siirtymää.

#### 4.4 Materiaalien ominaisuudet

Rakennusmateriaaleille lasketaan lujuusominaisuuksien mitoitusarvo. Laskennassa huomioidaan materiaaleille asetetut osavarmuusluvut ja lisäksi huomioidaan kuorman kesto ja kosteuden vaikutus.

Kaava 10. Lujuusominaisuuden mitoitusarvo (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje)

$$X_d = k_{mod} * (X_k / \gamma_M)$$

missä

$X_k$  on lujuusominaisuuden ominaisarvo

$\gamma_M$  on materiaaliominaisuuden osavarmuusluku

$k_{mod}$  on muunnoskerroin, jonka avulla otetaan huomioon kuorman keston ja kosteuden vaikutus.

| <b>Perusyhdistelmät:</b>               |            |
|--|------------|
| Sahatavara ja pyöreä puutavara yleensä | 1,3        |
| Liimapuu, CLT                          | 1,25       |
| LVL, vaneri, OSB-levy                  | 1,2        |
| Muu lastulevy, kuitulevyt              | 1,3        |
| Liitokset                              | 1,3        |
| <b>Onnettomuusyhdistelmät</b>          |            |
|  | <b>1,0</b> |

Taulukko 8. Materiaalien osavarmuusluvut  $\gamma_M$ . (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje)

Materiaalit tulee jakaa käyttöluokkiin, jotta voidaan laskennassa huomioida ympäristöolosuhteista johtuvat muodonmuutokset rakenteissa. (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje):

- Käyttöluokkaan 1 kuuluu rakenteet, joiden kosteus on 20 C lämpötilaa vastaava ja suhteellinen kosteus ylittää arvon 65 % vain muutaman kerran vuodessa. Esim. Runkotolppa lämmöneriste-kerroksessa
- Käyttöluokkaan 2 kuuluu rakenteet, joiden kosteus on 20 C lämpötilaa vastaava ja ilman suhteellinen kosteus ylittää arvon 85 % vain muutamana viikkona vuodessa. Esim. Ulkona katoksen alla oleva palkki, joka on suojassa viistosateelta
- Käyttöluokkaan 3 kuuluu kaikki rakenteet, joiden ilmasto-olosuhteet johtavat suurempiin kosteuksiin kuin käyttöluokassa 2. Esim. Ulkotilassa suoraan sateelle alttiina oleva rakenne

| Materiaali   | Käyttöluokka | Kuorman aikaluokka |            |             |
|--|--------------|--------------------|------------|-------------|
|  |              | Pysyvä             | Keskipitkä | Hetkellinen |
| Sahatavara, Pyöreä puutavara, Liimapuu, LVL, Vaneri, CLT                               | 1            | 0,60               | 0,80       | 1,10        |
|  | 2            | 0,60               | 0,80       | 1,10        |
|  | 3            | 0,50               | 0,65       | 0,90        |
| Lastulevy P4 <sup>1)</sup> , OSB/2 <sup>3)</sup> , Kova kuitulevy                      | 1            | 0,30               | 0,65       | 1,10        |
|  | 2            | 0,20               | 0,45       | 0,80        |
| Lastulevy P6 <sup>1)</sup> , OSB/3 ja OSB/4  | 1            | 0,40               | 0,70       | 1,10        |
|  | 2            | 0,30               | 0,55       | 0,90        |
| Puolikovat kuitulevyt: MBH.LA <sup>1)</sup> , MBH.HLS, MDF.LA <sup>1)</sup> ja MDF.HLS | 1            | 0,20               | 0,60       | 1,10        |
|  | 2            | -                  | -          | 0,80        |

Taulukko 9. Muunnoskerroimen  $k_{mod}$  arvot (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje)

| Lujuusluokka                              | Sahatavara    |          |          | Liimapuu |       | Halkaistu liimapuu   |       |
|---|---------------|----------|----------|----------|-------|----------------------|-------|
|   | C18 (T1)      | C24 (T2) | C30 (T3) | GL24c    | GL30c | GL30cs <sup>1)</sup> |       |
| Ominaislujuudet (N/mm <sup>2</sup> )      |               |          |          |          |       |                      |       |
| Taivutus                                  | $f_{m,k}$     | 18       | 24       | 30       | 24    | 30                   | 28    |
| Veto                                      | $f_{t,0,k}$   | 10       | 14,5     | 19       | 17    | 19,5                 | 18,7  |
|   | $f_{t,90,k}$  | 0,4      | 0,4      | 0,4      | 0,5   | 0,5                  | 0,5   |
| Puristus                                  | $f_{c,0,k}$   | 18       | 21       | 24       | 21,5  | 24,5                 | 23,3  |
|   | $f_{c,90,k}$  | 2,2      | 2,5      | 2,7      | 2,5   | 2,5                  | 3,0   |
| Leikkaus                                  | $f_{v,k}$     | 3,4      | 4,0      | 4,0      | 3,5   | 3,5                  | 3,5   |
| Jäykkyysominaisuudet (N/mm <sup>2</sup> ) |               |          |          |          |       |                      |       |
| Kimmomoduuli                              | $E_{0,mean}$  | 9000     | 11000    | 12000    | 11000 | 13000                | 12500 |
|   | $E_{90,mean}$ | 300      | 370      | 400      | 300   | 300                  | 300   |
| Liukumoduuli                              | $G_{mean}$    | 560      | 690      | 750      | 650   | 650                  | 650   |
| Tiheydet (kg/m <sup>3</sup> )             |               |          |          |          |       |                      |       |
| Ominaisstiheys                            | $\rho_k$      | 320      | 350      | 380      | 365   | 390                  | 390   |
| Tiheyden keskiarvo                        | $\rho_{mean}$ | 380      | 420      | 460      | 400   | 430                  | 430   |

Taulukko 10. Ominaislujuudet sahatavaraalle ja liimapuulle. (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje)

| Tyyppi   |                   | Kerto-S        | Kerto-T        | Kerto-Q        |
|--|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Paksuus (mm)</b>                            |                   | <b>21 - 90</b> | <b>27 - 75</b> | <b>27 - 69</b> |
| <b>Ominaislujuudet (N/mm<sup>2</sup>)</b>      |                   |                |                |                |
| Taivutus syrjällään                            | $f_{m,k}$         | 44             | 27             | 32             |
| Kokovaikutuseksponentti                        | $S$               | 0,12           | 0,15           | 0,12           |
| Taivutus lappeellaan                           | $f_{m,0,flat,k}$  | 50             | 32             | 36             |
| Veto syysuuntaan                               | $f_{t,0,k}$       | 35             | 24             | 26             |
| Veto poikittain syrjällään                     | $f_{t,90,edge,k}$ | 0,8            | 0,5            | 6,0            |
| Puristus syysuuntaan                           | $f_{c,0,k}$       | 35             | 26             | 26             |
| Puristus poikittain syrjällään                 | $f_{c,90,edge,k}$ | 6              | 4              | 9              |
| Puristus poikittain lappeellaan                | $f_{c,90,flat,k}$ | 1,8            | 1,0            | 2,2            |
| Leikkaus syrjällään                            | $f_{v,k}$         | 4,1            | 2,4            | 4,5            |
| Lappeellaan pintaviilun suuntaan               | $f_{r,0,k}$       | 2,3            | 1,3            | 1,3            |
| <b>Jäykkyysominaisuudet (N/mm<sup>2</sup>)</b> |                   |                |                |                |
| Kimmomoduuli                                   | $E_{mean}$        | 13800          | 10000          | 10500          |
| Liukumoduuli                                   | $G_{edge,mean}$   | 600            | 400            | 600            |
| <b>Tiheydet (kg/m<sup>3</sup>)</b>             |                   |                |                |                |
| Ominaisstiheys                                 | $\rho_k$          | 480            | 410            | 480            |
| Tiheyden keskiarvo                             | $\rho_{mean}$     | 510            | 440            | 510            |

Taulukko 11. Kertopuun ominaislujuudet. (Puuinfo 2020, Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje)

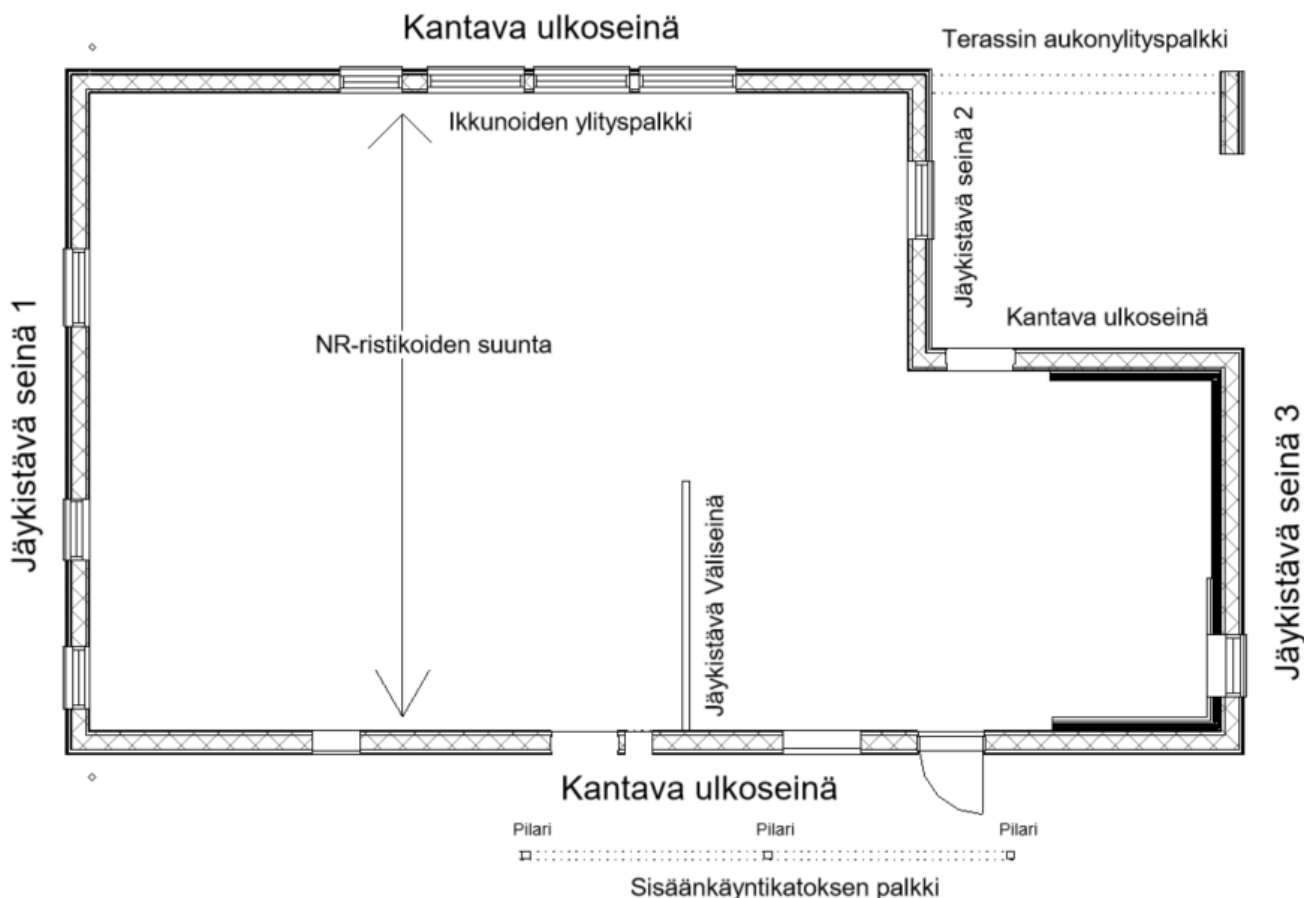
#### 4.5 Puurakenteiden mitoitus

Opinnäytetyössä tarkasteltiin seuraavien puurakenteiden kestävyyttä:

- Kantavien seinien palkit
- Kantavien seinien ikkunanylityspalkit
- Sisäänkäyntikatosta kannatteleva palkki
- Sisäänkäyntikatoksen palkin alla olevat pilarit
- Takapihan terassin aukonylityspalkki

Jokaiselle rakenteelle laskettiin kattoristikoilta tai muilta rakenteilta tulevat pistekuormat omaan Excel tiedostoon. Excel tiedostossa olevat kuormat olivat ominaiskuormia eli niissä ei ollut huomioitu osavarmuuskertoimia. Pistekuormat siirrettiin Finnwood ohjelmistoon, jossa rakenteiden mitoitus

tehtiin. Rakenteille asetettiin oikeat dimensiot ja Finnwood muodosti automaattisesti kuormitusyhdistelyt. Laskenta suoritettiin murtorajatilassa hetkellisessä ja pysyvässä aikaluokassa. Käyttörajoissa omapainon ja lumikuorman yhdistelyä. Finnwood huomioi automaattisesti laskennassa mitoitettavan rakenteen omapainon, joten sitä ei laskettu erikseen Excel tiedostoon.



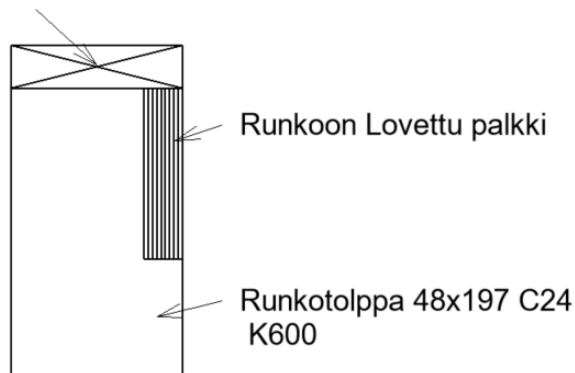
Kuva 17. Havainnekuva mitoitettavista rakenteista. (Kääriäinen 2022)

#### 4.5.1 Kantavat seinät

Rakennuksen puurakenteinen ulkoseinä toteutetaan mitallistettua sahatavaraa käyttäen. Rungon materiaalina toimii 48x197 C24 ja runkotolppien jakona käytetään K600. Kantaville seinille tulevia pystysuuntaisia kuormia ovat yläpohjan omapaino ja lumikuorma. Kantaville seinille kohdistuu myös vaakasuuntainen kuorma tuulesta. Kantavien seinien runkotolppiin on suunniteltu lovettavaksi palkki. Palkin tehtävänä on jakaa kattoristikoilta tuleva kuorma tasaisemmin runkotolpille, jotta yksittäiset runkotolpat eivät kuormittuisi liikaa. Normaalisissa mitoitustapauksissa runkoon lovetettavan palkin jännevälinä käytetään 1300 mm, sillä tämä on suurin vapaa jänneväli seinällä. Koko kantava seinän toteutetaan samalla palkilla, jolloin laskentaa ei tarvitse suorittaa erikseen pienemmille jänneväleille. Olohuoneen ikkunoiden 14x22 kohdalla täytyy mitoitus suorittaa erikseen, koska niiden kohdalla jänneväli on huomattavasti suurempi kuin normaalissa tapauksessa.



Yläohjauspuu

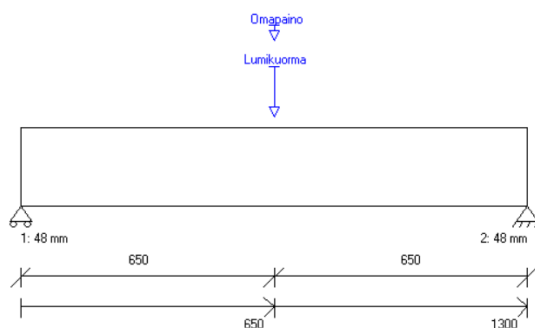


Kuva 18. Havainnollistava piirustus kantavan seinään lovettavasta palkista. (Kääriäinen 2022)

### Ikkunanylityspalkki 1300 mm

Taulukko 12. Kuormat ikkunanylityspalkille. (Kääriäinen 2022)

| Ikkunanylityspalkki lähtötiedot |      |                   |
|---------------------------------|------|-------------------|
| Jänneväli                       | 1,3  | m                 |
| Kuormitusala                    | 4,85 | m                 |
| KattoRistikot k900              | 0,9  | m                 |
| Tuen leveys palkin alla         | 0,05 | m                 |
| Räystään pituus                 | 0,6  | m                 |
| Käyttöluokka                    | 1    |                   |
| Kuormat ikkunanylityspalkille   |      |                   |
| Vesikaton $op, G_k$             | 0,6  | kN/m <sup>2</sup> |
| Lumikuorma, $G_k$               | 2    | kN/m <sup>2</sup> |
| Räystäs $op, G_k$               | 0,2  | kN/m <sup>2</sup> |
| Yhden ristikon kuorma palkille  |      |                   |
| $G_k$                           | 2,64 | kN                |
| $Q_k$                           | 9,81 | kN                |



#### KUORMITUSTIEDOT:

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

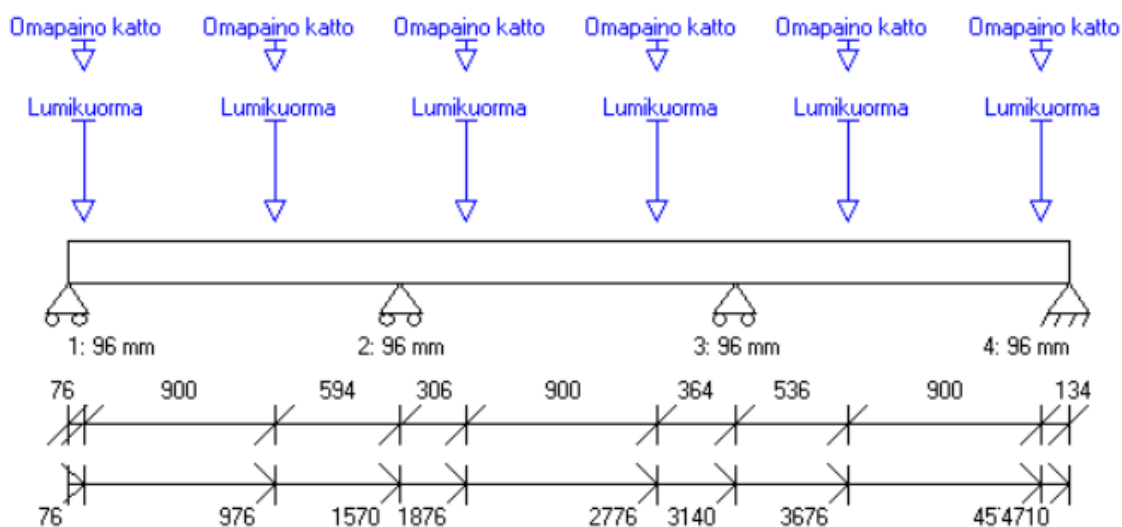
Pistekuorma: 1:  $F_Z = 2,64 \text{ kN}$   $x = 650,0 \text{ mm}$  (Omapaino)Rakennesan paino:  $Q_Z = 0,046 \text{ kN/m}$   $x = 0 - 1300 \text{ mm}$ Lumikuorma (Lumikuorma  $S_k < 2,75 \text{ kN/m}^2$ , Keskipitkä):Pistekuorma: 1:  $F_Z = 9,80 \text{ kN}$   $x = 650,0 \text{ mm}$  (Lumikuorma)

Kuva 19. Kuormien sijoittuminen palkille kattoristikoiden jaon perusteella. (Kääriäinen 2022)

Finnwoodilla tehdyn mitoituksen perusteella palkiksi valittiin Kerto-S 45x200mm. Palkin käyttöasteeksi saatiin 75 %. Määrääväksi kuormitusyhdistelmäksi tuli murtorajatilan kuorma keskipitkässä aikaluokassa.

### Olohuoneen 1400 mm ikkunoiden ylityspalkki

Olohuoneen ikkunan ylityspalkille tulevat kuormat ovat täysin samat kuin 1300 mm pitkässä ylityspalkissa, sillä kattoristikoiden kuormitusala on sama 0,9 m. Pistekuormien sijainti kuitenkin vaihtelee palkissa. Palkki suunniteltiin jatkuvana kaikkien kolmen ikkunan yli.

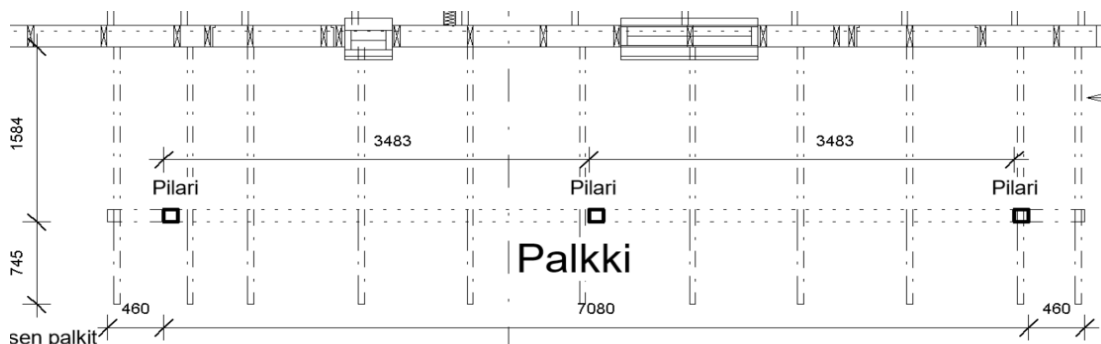


Kuva 20. Pistekuormien sijoittuminen ikkunanylityspalkille (Kääriäinen 2022)

Mitoituksen perusteella ikkunoiden ylityspalkiksi valittiin Kerto-S 2x45x200mm. Palkin käyttöasteeksi saatiin 75,2 %. Palkiksi olisi kestänyt myös Kerto-S 45x200mm+33x200mm. Tätä vaihtoehtoa ei kuitenkaan valittu, koska 45x200mm kertopuu on rautakauppatavaraa ja sitä on nopeasti saatavilla ilman erillistä tilausta. 33x200mm kertopuuta ei löydy suoraan rautakaupan hyllyltä. Myös palkkien välinen hintaero on hyvin pieni ja ei täten vaikuta kustannuksiin juurikaan.

#### 4.5.2 Sisäänkäyntikatokas

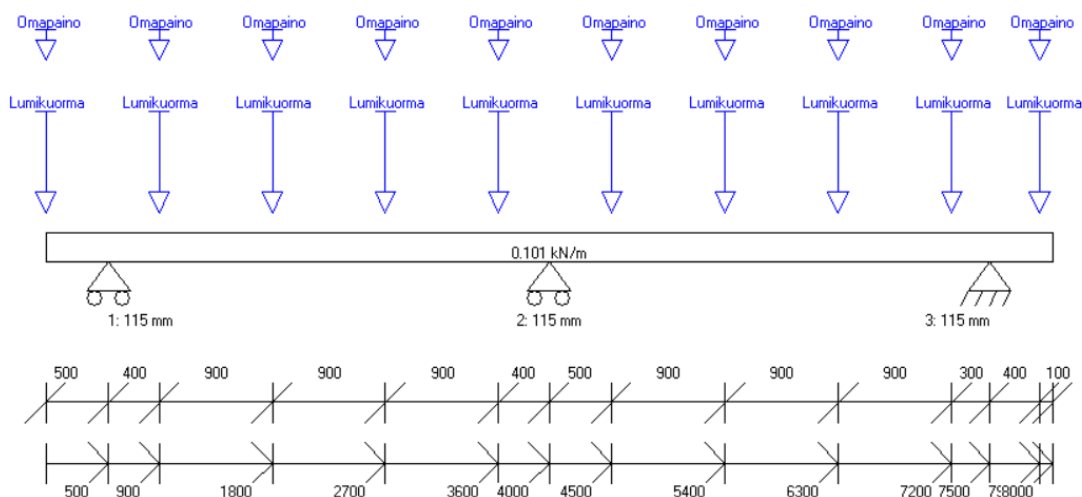
Lähtökohtana mitoitukselle oli, että sisäänkäyntikatoksen palkki toteutetaan liimapuulla, sillä palkki jää näkyviin.



Kuva 21. Sisäänkäyntikatoksen mitat ja havainnollistus. (Kääriäinen 2022)

Taulukko 13. Kuormat sisäänkäyntikatoksen palkille. (Kääriäinen 2022)

| Sisäänkäyntikatoksen palkki           |                  |                   |
|---------------------------------------|------------------|-------------------|
| Jänneväli                             | 7,1              | m                 |
| Kuormitusala                          | 1,5              | m                 |
| KattoRistikot k900                    | 0,9              | m                 |
| Tuen leveys palkin alla               | 0,1              | m                 |
| Tukien väli                           | 3,5              | m                 |
| Räystään pituus                       | 0,75             | m                 |
| Käyttöluokka                          | 2                |                   |
| Kuormat sisäänkäyntikatoksen palkille |                  |                   |
| Vesikaton op, Gk                      | 0,6              | kN/m <sup>2</sup> |
| Lumikuorma, Gk                        | 2                | kN/m <sup>2</sup> |
| Räystäs op,Gk                         | 0,2              | kN/m <sup>2</sup> |
| Palkin omapaino                       | Finnwood huomioi | kN/m <sup>2</sup> |
| Yhden ristikon kuorma palkille        |                  |                   |
| Gk                                    | 0,92             | kN                |
| Qk                                    | 4,05             | kN                |



Kuva 22. Pistekuormien sijoittuminen sisäänkäyntikatoksen palkille. (Kääriäinen 2022)

Mitoituksen perusteella palkiksi valittiin Liimapuupalkki GL30c 115x225mm. Palkin käyttöaste oli 67,8 %. Määrääväksi mitoittavaksi tekijäksi tuli tukipainekestävyys keskimmäisen pilarin kohdalla. Kestävyyden kannalta palkiksi olisi kestänyt myös GL30c 90x225mm. Pienempää palkkia ei kuitenkaan valittu, koska palkin alla olevat pilarit ovat kooltaan 115x115mm. Palkin ollessa yhtä leveä pilareiden kanssa saadaan siistimpi lopputulos ja pilarin kiinnitys palkkiin naulalevyillä voidaan tehdä kätevästi.

## Sisäänkäyntikatoksen pilarit

Pilareille tulevat kuormat määritettiin pilareiden päällä olevan palkin tukireaktioista. Tukireaktiot ovat samat kuin pilareille tulevat kuormat. Suurin kuorma tulee keskimmaiselle pilarille ja kaikki pilarit mitoitetaan tälle arvolle. Lumikuormaa pilareille tulee 18,23kN ja omapainoa 4,57kN. Lisäksi laskennassa huomioitiin vaakasuuntainen tuulikuorma 0,6kN/m<sup>2</sup>.

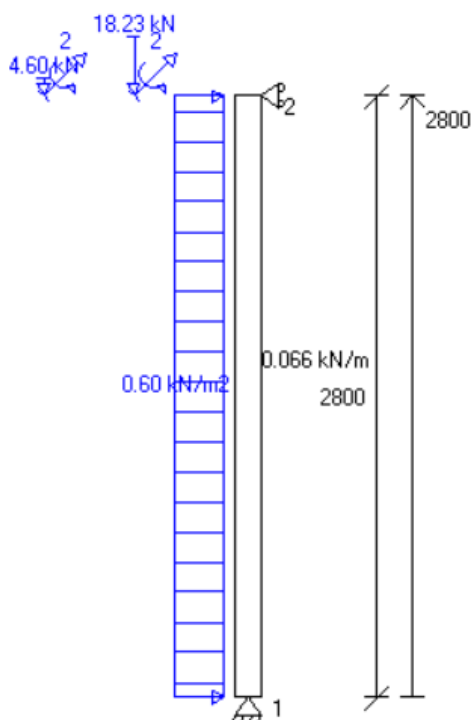
Taulukko 14. Kuormien ominaisarvot pilareille. (Kääriäinen 2022)

### TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

| Kuormitustapaus: | Omapaino |
|------------------|----------|
| Tuki:            | FZ [kN]: |
| 1:               | 2.68     |
| 2:               | 4.57     |
| 3:               | 2.76     |

| Kuormitustapaus: | Lumikuorma |
|------------------|------------|
| Tuki:            | FZ [kN]:   |
| 1:               | 10.96      |
| 2:               | 18.23      |
| 3:               | 11.31      |



Kuva 23. Havainnollistava kuva sisäänkäyntikatoksen pilareille tulevasta kuormista. (Kääriäinen 2022)

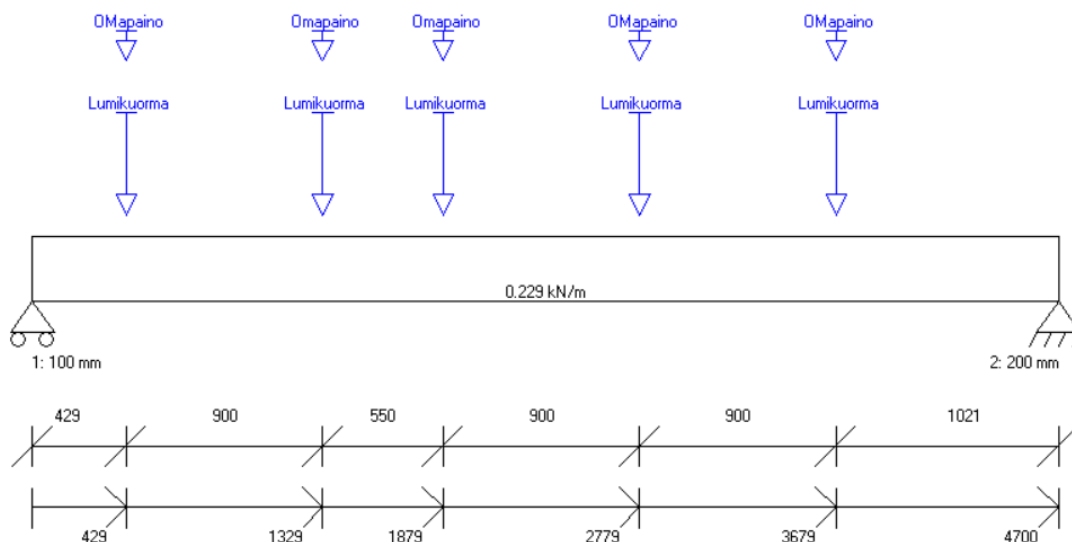
Mitoituksen perusteella katosta kannattaviksi pilareiksi valittiin GL24c 115x115mm. Kokonaiskäyttöasteeksi saatiin 65,3 %.

## 4.5.3 Terassin aukonylityspalkki

Takapihan terassin aukonylityspalkki on suurin palkki jänneväliiltään rakennuksessa. Palkin kuormitusala on kuitenkin vain 2 metriä, joka laskee palkille tulevia kuormia huomattavasti. Palkille tuleva kuormitusala saatiin pienemmäksi muuttamalla ristikon malli harjaristikoksi terassin kohdalla. Näin ristikoille tulevat kuormat jakaantuvat kahdelle kantavalle seinälle ja aukonylityspalkille (Kuva 17). Laskennassa tulee huomioida, että rakenne sijoittuu käyttöluokkaan 2.

Taulukko 15. Kuormien lasku palkille. (Kääriäinen 2022)

| Sisennetyn terassin palkki     |      |                   |
|--------------------------------|------|-------------------|
| Palkin Jänneväli               | 4,7  | m                 |
| Kuormitusala                   | 2    | m                 |
| KattoRistikot k900             | 0,9  | m                 |
| Tuen leveys                    | 0,2  | m                 |
| Räystään pituus                | 0,6  | m                 |
| Käyttöluokka                   | 2    |                   |
| kuormat palkille               |      |                   |
| Vesikaton op, Gk               | 0,6  | kN/m <sup>2</sup> |
| Lumikuorma, Gk                 | 2    | kN/m <sup>2</sup> |
| Räystäs op,Gk                  | 0,2  | kN/m <sup>2</sup> |
| Yhden ristikon kuorma palkille |      |                   |
| Gk                             | 1,15 | kN                |
| Qk                             | 4,68 | kN                |



Kuva 24. Kattoristikoista aiheutuvat pistekuormat terassin aukon ylityspalkille. (Kääriäinen 2022)

Mitoituksen perusteella palkiksi valittiin Kerto-S 2x75x300mm. Käyttöasteeksi saatiin 89,5 %. Mitoituksessa tutkittiin myös kertopuun korvaamista liimapuupalkilla, mutta liimapuupalkki olisi tullut huomattavasti kalliimmaksi kuin kertopuu, vaikka liimapuupalkin poikkileikkauskoko olisi ollut pienempi.

## 4.6 Perustusten mitoitus

Pohjatutkimuksien perusteella pohjamaan geotekninen kantavuus on 200kN/m<sup>2</sup>. Suurin kuorma perustuksille syntyy rakennuksen kantavilta seinälinjoilta, joten anturat mitoitetaan kantaville seinille tulevan kuormituksen mukaan.

Taulukko 16. Kuormien lasku anturalle kantavalta seinälinjalta. (Kääriäinen 2022)

| <b>Kuormat anturalle:</b>                     |                         |                         |             |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------|
| <b>Kuorma</b>                                 | <b>kN/m<sup>2</sup></b> | <b>Kuormitusala (m)</b> | <b>kN/m</b> |
| Yläpohja G <sub>k</sub>                       | 0,58                    | 4,85                    | 2,81        |
| Lumikuorma Q <sub>k</sub>                     | 2                       | 4,85                    | 9,70        |
| Ulkoseinä G <sub>k</sub>                      | 0,68                    | 3                       | 2,04        |
| Sokkeli G <sub>k</sub>                        | 1,3                     | 1                       | 1,30        |
| <b>Kuormien ominaisarvot</b>                  |                         |                         |             |
| G <sub>kj</sub>                               | 6,15                    | kN/m                    |             |
| Q <sub>k</sub>                                | 9,70                    | kN/m                    |             |
| <b>MRT kuormat</b>                            |                         |                         |             |
| KY1( 1,35*G <sub>kj</sub> )                   | 8,31                    | kN                      |             |
| KY2( 1,15G <sub>kj</sub> +1,5Q <sub>k</sub> ) | 21,63                   | kN                      |             |

Vaadittu anturan leveys voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

Kaava 11. Anturan leveys sallitun pohjapaineen perusteella. (BY 210 Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2008)

$$b_f = \frac{P_d}{R_d} = \frac{21,64 \text{ kN/m}}{200 \text{ kN/m}^2} = 0,11 \text{ m}$$

missä

$P_d$  on anturalle kohdistuva MRT kuorma kN/m

$R_d$  on sallittu pohjapaine kN/m<sup>2</sup>

$b_f$  on anturan leveys

Kun tarkastellaan 1 m pituisen anturan osaa saadaan vaadittavaksi anturan leveydeksi 0,11 m. Antura toteutetaan kuitenkin 0,6 m leveänä työteknisistä syistä.

Anturan korkeus voidaan laskea yksinkertaisesti seuraavalla kaavalla:

Kaava 12. Anturan korkeus. (BY 210 Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2008)

$$h = \frac{b_f}{3} = \frac{0,6 \text{ m}}{3} = 0,2 \text{ m}$$

missä

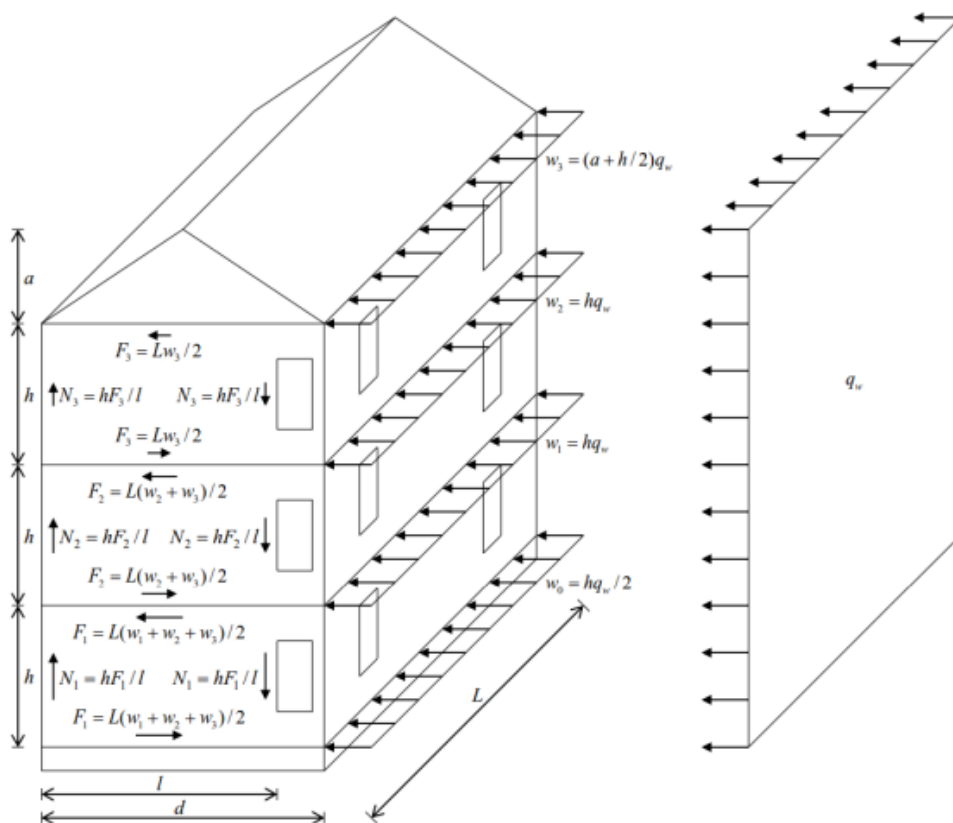
$b_f$  on anturan leveys

#### 4.7 Rakennuksen rungon jäykistys

Rakennuksen rungon jäykistys toteutetaan levyjäykistykseenä. Levyjäykisteenä käytetään Gyproc GTS 9 tuulensuojalevyä. Mitoituksessa käytetään Saint Gobainin julkaisemaa kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohjetta. Ohjeessa oletetaan (Leskelä 2017. Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohje):

- Runkopuut ovat jäykkiä ja nivelellisesti tuettu toisiinsa
- Levyt toimivat lineaarisen kimmoisasti leikkausrasituksissa
- Kiinnike välit ovat vakiot levyn keskellä ja reunoilla
- Jäykistävät rakenteet on ankkuroitu huolellisesti perustuksiin ja toisiinsa
- Kiinnikkeet ovat riittävät etäällä levyjen reunoista, ettei reunamurtumia tapahdu

Opinnäytetyön rakennuksessa tuulikuorma  $q_w$  jakaantuu kuormina  $W$  ala- ja yläpohjalle. Tuulikuorma jakaantuu edelleen kuormana  $F$  jäykistävälle seinille ja seiniltä alapuolisille perustuksille. Jäykistävän seinän yläreunaan kohdistuvasta voimasta  $F$  aiheutuu seinien nurkkiin pystysuuntainen ankkurointivoima  $N$  ja koko seinän alareunaan vaakasuuntainen ankkurointivoima  $F$ . Alaohjauspuun ankkurointi perustuksiin tulee mitoittaa etenkin jäykistävien seinien nurkissa, jossa siihen vaikuttaa suurin voima (Kuva 25).



Kuva 25. Kuormien jakaantuminen jäykistävälle seinille (Leskelä 2017, Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohje)

Ohjeessa on laadittu laskentakaava levyjäykistykselle, kun kuorma on jäykistävien levyjen suuntaisen. Lisäksi ohjeessa on kaavat erikseen jäykistykselle, kun kuorma on kohtisuorassa jäykistäviä seinää vastaan.

Kaava 13. Levyjäykistyksen kuormituskestävyys levyjen kohtisuorassa suunnassa. (Leskelä 2017, Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohje)

$$R_d = \frac{nR_{vd}}{\gamma H}$$

missä

$n$  on levyjen lukumäärä kuorman suunnassa

$R_{vd}$  on levyn ja runkopuun välisen kiinnikeliitoksen leikkauskestävyys

$\gamma$  on ruuvauskaavion huomioon ottava kerroin. (Ruuvauskaavio 3, Taulukko 17)

$H$  on tuulensuojalevyn korkeus. (2700 mm)

Jäykistävässä seinässä reunimmaiseen runkotolppaan vaikuttava ankkurointivoima saadaan kaavasta:

Kaava 14. Reunimmaisen runkotolpan ankkurointivoima. (Leskelä 2017, Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohje)

$$N_d = \frac{mBF_d}{nB}$$

missä

$m$  on levyjen lukumäärä kuorman kohtisuorassa suunnassa




$F_d$  on seinän yläreunaan kohdistuva laskenta kuorma

$B$  on tuulensuojalevyn leveys (1200 mm)

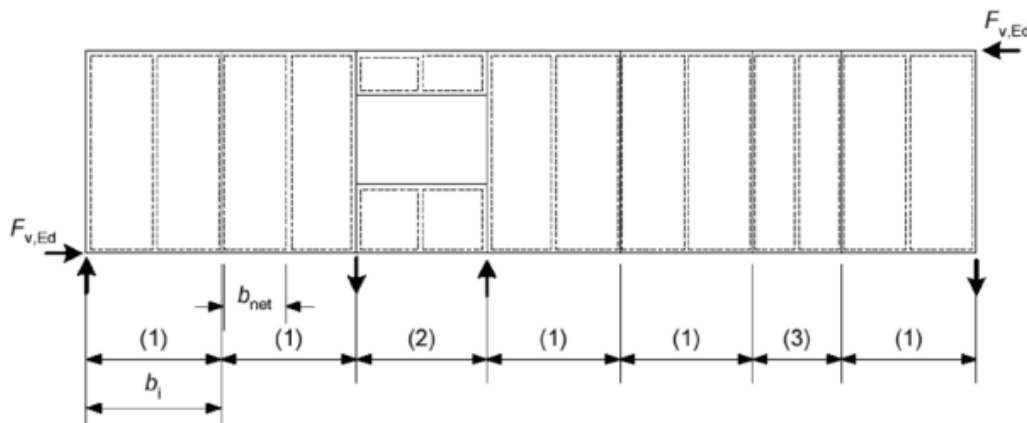
$n$  on levyjen lukumäärä kuorman suunnassa



Taulukko 17. Ruuvauskaaviot. (Leskelä 2017. Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohje)

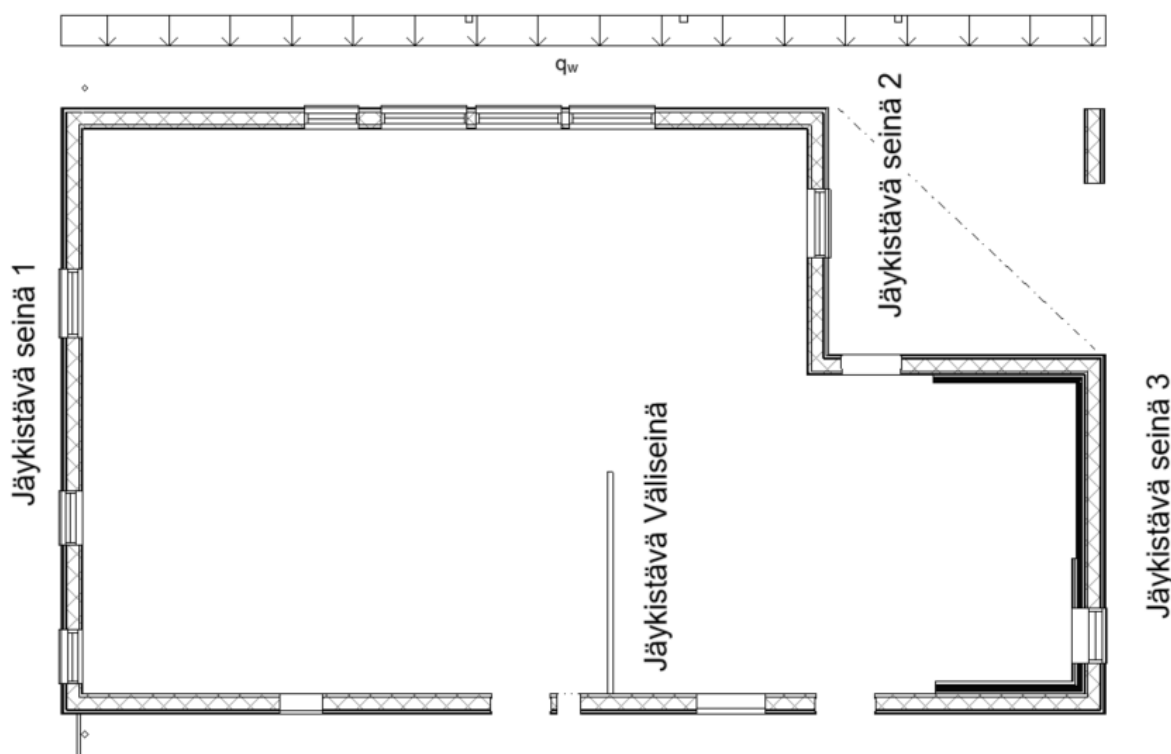
| Ruuvauskaavio   | Levykoko  | 1200mm*2400mm                               |  | 1200mm*2700mm                               |  | 1200mm*3000mm                               |  |
|---|-----------|---|--|---|--|---|--|
|   | Ruuviväli | Kerroin $\gamma$<br>[*10 <sup>-5</sup> /mm] | Kerroin $\beta$<br>[*10 <sup>-8</sup> /mm <sup>2</sup> ] | Kerroin $\gamma$<br>[*10 <sup>-5</sup> /mm] | Kerroin $\beta$<br>[*10 <sup>-8</sup> /mm <sup>2</sup> ] | Kerroin $\gamma$<br>[*10 <sup>-5</sup> /mm] | Kerroin $\beta$<br>[*10 <sup>-8</sup> /mm <sup>2</sup> ] |
| 1)   | 100mm     | 7,07  | 13,1   | 6,98  | 12,7   | 6,91  | 12,4   |
|   | 150mm     | 9,63  | 17,9   | 9,48  | 17,3   | 9,37  | 16,8   |
|   | 200mm     | 11,7  | 21,8   | 11,5  | 21,0   | 11,4  | 20,4   |
| 2)   | 100mm     | 5,14  | 9,57   | 5,05  | 9,21   | 4,99  | 8,95   |
|   | 150mm     | 7,01  | 13,1   | 6,88  | 12,5   | 6,78  | 12,2   |
|   | 200mm     | 8,56  | 15,9   | 8,37  | 15,3   | 8,24  | 14,8   |
| 3)  | 100mm     | 4,54  | 8,12   | 3,86  | 6,78   | 3,36  | 5,82   |
|   | 150mm     | 6,56  | 11,8   | 5,62  | 9,91   | 4,91  | 8,54   |
|   | 200mm     | 8,44  | 15,3   | 7,27  | 12,9   | 6,38  | 11,1   |

Seinien jäykistyksen laskennassa on tärkeä huomioida mahdolliset aukotukset jäykistävässä levytyksessä (Kuva 26). Normaali levyiset seinälohkot voidaan huomioida jäykistävänä rakenteena laskennassa eli opinnäytetyön kohteessa yksi täysi 1200 mm leveä Gyproc GTS 9. Ikkunallista seinälohkoa ei kuitenkaan huomioida laskennassa ollenkaan jäykistävänä rakenteena. Kapeammat kuin 1200 mm leveät lohkot voidaan huomioida jäykistävinä, mutta tämä täytyy laskennassa huomioida (Kaava 10).



Kuva 26. Seinälokkien jäykistys. (Leskelä 2017, Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohje)

Opinnäytetyön rakennuksessa jäykistys toteutetaan kolmella jäykistävällä ulkoseinällä ja yhdellä jäykistävällä väliseinällä (Kuva 27). Jäykistävälle seinille sijoittuu ikkunoita ja niiden kohdalla ei laskelmissa huomioida levyn jäykistävää vaikutusta ikkunoiden kohdalla.



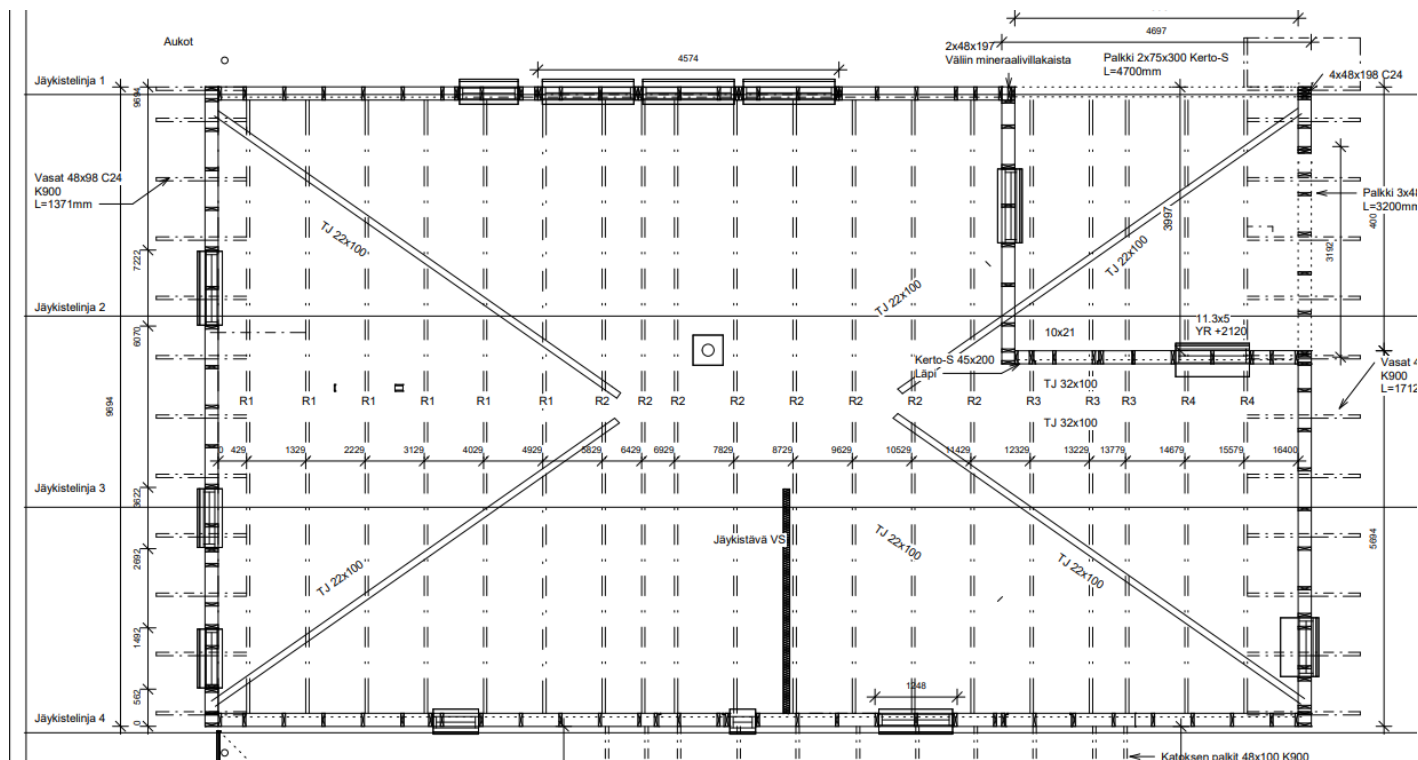
Kuva 27. Jäykistävien seinien sijainnit opinnäytetyön rakennuksessa. (Kääriäinen 2022)

#### 4.8 Vesikaton jäykistys

Kattoristikoille aiheutuu pystysuuntaisia ja vaakasuuntaisia kuormia. Pystysuuntaiset kuormat aiheutuvat lumikuormasta, rakenteen omapainosta ja tuulikuormasta. Vaakasuuntaiset kuormat aiheutuvat tuulenpaineesta ja myös ristikoiden pystysuuntaisesta epäkeskisyydestä. Nämä ristikoille tulevat kuormat tulee johtaa hallitusti perustuksille kantavien ja jäykistävien seinien avulla. Kattorakenteen tulee säilyttää stabiilitettinsä sisäisiä ja ulkoisia kuormia vastaan. (RIL 248-2008, NR-kattorakenteen jäykistykseen suunnittelu)

Kattoristikoissa yläpaarteet toimivat puristettuina rakenteina ja voivat täten nurjautaa. Nurjautus voi tapahtua yhteen suuntaan tai S-muotoon. Yhteen suuntaan tapahtuvaa nurjautusta kutsutaan ensimmäiseksi nurjautusmuodoksi. Ensimmäisessä nurjautusmuodossa yläpaarteet kaartuvat yhteen suuntaan. S-muotoon tapahtuvaa nurjautusta kutsutaan nurjautuksen toiseksi muodoksi. Toisessa nurjautusmuodossa paarteet kaartuvat S-muotoon.

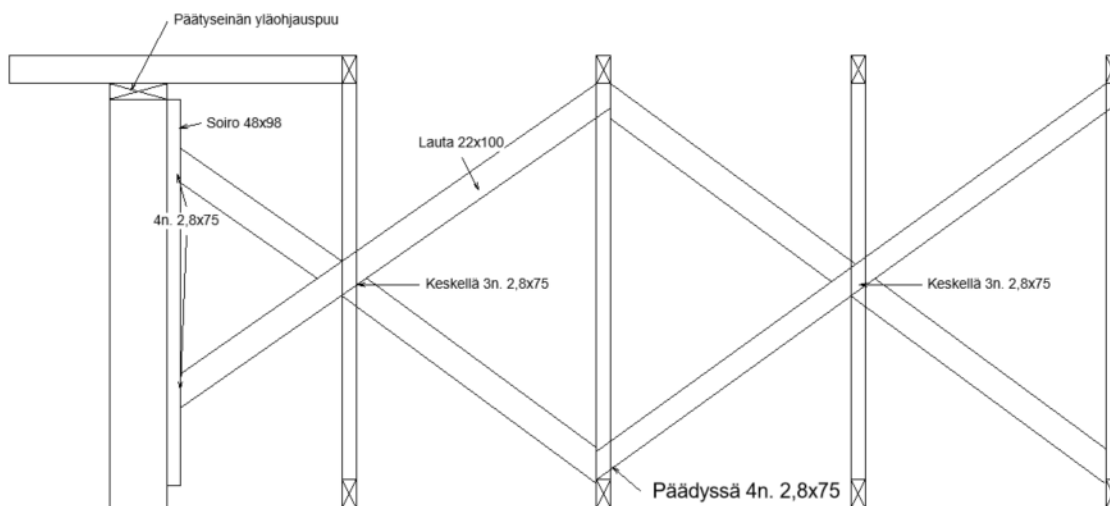
Opinnäytetyön rakennuksessa ensimmäisestä nurjautusmuodosta aiheutuvat stabiloivat kuormitukset johdetaan kattoruoteilla päätyseinien yläjuoksuille, jotka toimivat vaakasuuntaisina jäykisteinä. Toisesta nurjautusmuodosta aiheutuva S-nurjautus estetään kattoruoteilla ja yläpaarteen alapintaan asennettavilla vinolaudoilla. Ristikosuunnittelijat määrittävät myös ristikkopiirustuksiin yläpaarteen suurimman nurjautustuentävälän, kun tuenta tehdään kattoruoteilla.



Kuva 28. Vesikaton tasokuva. (Kääriäinen 2022)

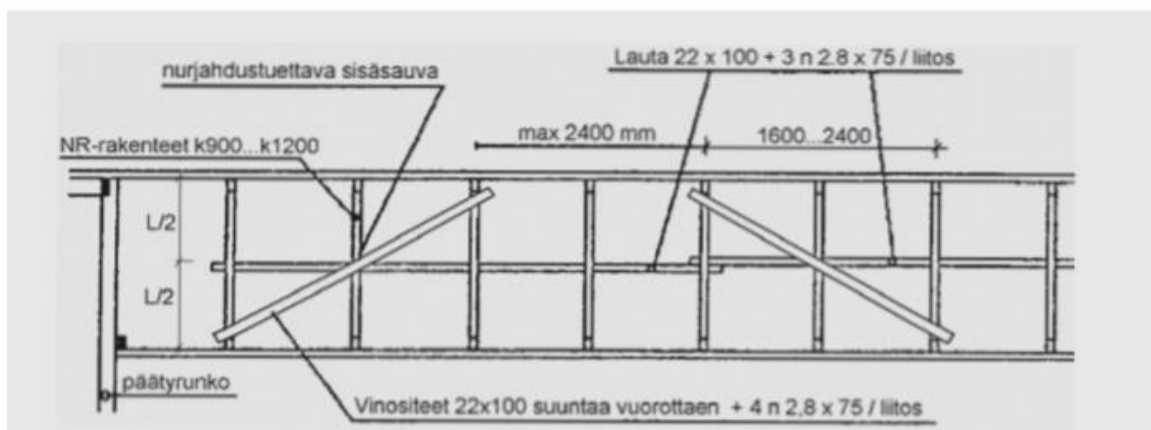
Vesikaton kokonaisjäykistys toteutetaan jäykistelinjojen 1–4 avulla. Jäykistelinjat 1 ja 2 toteutetaan ulkoseinän tuulensuojalevytyksellä ja jäykistelinjat 2 ja 3 toteutetaan vinosidonnoilla. Vinosidonnat kiinnitetään jäykistäviin päätyseiniin 48x98 soiron avulla. Jäykistelinjojen välissä jäykistävänä vaakarakenteena toimii päätyseinien yläohjauspuu. Päätyseinän yläohjauspuu toimii palkkina ja se tulee rakentaa jatkuvana ulkoseinältä rakennuksen harjalle saakka. Palkin tehtävänä on välittää yläpaarteelle tulevat nurjahdusvoimat ja tuulikuorma jäykistelinjoille 1–4. Jäykistelinjojen 1–4 vinosidontojen ja tuulensuojalevytysten tehtävänä on pitää ristikot pystyasennossa ja ottaa vastaan rakennuksen päädyissä yläpaarteeseen kohdistuva tuulikuorma. Vinosidonnat välittävät yläpaarteelle tulevat kuormat edelleen ristikon alapaarteelle, jolloin alapaarre tulee myös jäykistää. Alapaarretaso jäykistetään Gyproc gn 13 levytyksellä. Levytys mitoitetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. Yläpaarteiden alapintaan asennetaan myös vinolaudat 45 asteen kulmassa. Vinolaudat johtavat yläpaarteelle tulevia kuormia päätyseinille.

Vinosidonnat kiinnitetään ristikoiden uumasauvoihin ja ulotetaan 3 ristikon matkalle uumasauvan alapäästä kolmannen uumasauvan yläpintaan. Vinosidonnat tehdään molemmille puolille uumasauvaa.



Kuva 29. Havainnollistava kuva vinosidonnoista. (Kääriäinen 2022)

Jäykistyksessä tulee huomioida ristikoiden sisäiset kuormat, jotka kohdistuvat ristikoiden puristettuihin sauvoihin. Vesikaton jäykistys sisäisille kuormille toteutetaan ristikkosuunnittelijan ohjeiden mukaisesti. Ristikkosuunnittelija merkkää ristikkokuvaan puristetut sauvat, jotka täytyy nurjahdustukea. Nurjahdustuenta toteutetaan (Kuva 28) mukaisesti.



Kuva 30. Puristettujen sauvojen nurjahdustuenta. (RIL 248-2008, NR-kattorakenteen jäykistykseen suunnittelu)

## 5 KUSTANNUSLASKENTA

Kustannuslaskennan osiossa opinnäytetyössä tarkastellaan kustannuksia tarveselvitysvaiheessa tilapohjaisella kustannusarviolla ja rakennesuunnitteluvaiheessa panospohjaisella kustannuslaskennalla. Tilapohjainen kustannusarvio laaditaan talon tilaluettelon perusteella. Panospohjainen kustannuslaskenta suoritetaan aluksi pääpiirustuksien pohjalta ja sitä tarkennetaan rakennesuunnitelmien valmistuessa suunnittelun mukaan. Talosta laaditaan määräluettelo omaan Excel tiedostoon. Määrät lasketaan osittain talon tietomallista, sekä tarkennetaan määrät rakennepiirustuksien pohjalta.

Tarkemmat laskelmat ja määräluettelot löytyvät opinnäytetyön liitteistä.

### 5.1 Tilapohjainen kustannusarvio

Tarveselvitysvaiheessa selvitetään tilaajan vaatimat tilatarpeet, niiden vaatimukset, etsitään vaihtoehtoiset ratkaisut ja arvioidaan erilaisten ratkaisujen kustannusvaikutukset. Laaditaan tilaohjelma, jonka pohjalta tilapohjainen kustannusmalli. Kustannusta verrataan rahoitussuunnitelmaan. (Ratu KI-6033 2020 Rakennushankkeen kustannushallinta 2020)

Tilaluettelon pohjalta tehtiin tilapohjainen kustannusarvio Haahtela ohjelmistolla, joka antaa suuntaa hankkeen kustannuksista. Tilapohjaisen kustannusarvion mukaan koko hanke tulisi kustantamaan 400 000 €.

Tilapohjainen kustannusarvio on hyvin korkea hankkeelle asetettuun budjettiin verrattuna. Kustannusarvio on laskettu täysin ulkopuolisilla teetätettynä ja siinä ei ole huomioitu omalla työllä saatavaa hyötyä. Rakennus kuitenkin aiotaan rakentaa itse, maanrakennustöitä lukuun ottamatta. Kun kustannusarviosta vähennetään keskimäärin omakotitalon rakentamiseen käytettävät työtunnit, noin 2000th/omakotitalo niin kustannusarvio on jo lähempänä todellisia kustannuksia.

Kustannusarvio olisi hyvin realistinen niille, jotka ottavat omakotitalon avaimet käteen pakettina. Opinnäytetyön tekemisen aikaan rakennusmateriaalien hinnat ovat nousseet runsaasti ja rakennuskustannusindeksin mukaan rakennuskustannukset ovat nousseet 10,2 % vuodentakaisesta. Vastavanhaisen omakotitalon rakentamiseen ulkopuolisilla teetätettynä voi maksaa hyvinkin lähelle 400 000 €.

### 5.2 Panospohjainen kustannuslaskenta

Panos- ja suoritepohjaisessa kustannuslaskennassa jaetaan rakennusosat suoritteiksi ja suoritteiden sisältö panoksiksi. Suoritteella tarkoitetaan tietyn rakennusosan tuottamiseen vaadittuja työkokonaisuuksia. Suoritteita ovat esim. muottityö, rauditus ja levytys. Panoksia ovat materiaalikustannukset, työkustannukset ja muut kustannukset esimerkiksi sosiaalililat. Panosten laskemiseen tarvitaan työn ja materiaalin osalta hinta, hukka ja menekkitieto. Panosten sisältö kerrotaan keskenään ja saadaan hinta suoritetta kohden. Rakennusosan muodostavat suoritteet yhdistetään ja saadaan kustannusarvio rakennusosasta. Tätä laskentatapaa käytetään, kun piirustukset ovat vähintään pääpiirustustasoisia ja yleensä kun saatavilla on kaikki piirustukset. (Ratu KI-6033 2020 Rakennushankkeen kustannushallinta 2020)

Opinnäytetyössä panospohjainen kustannuslaskenta suoritettiin RT-kustannuslaskenta ohjelmistolla. Talon tarkat määrät laskettiin erilliseen Excel tiedostoon, josta ne siirrettiin kustannuslaskenta ohjelmaan. Excel määräluetteloon merkattiin rakenteiden tarkat määrät ja hukat huomioitiin vasta RT-kustannuslaskennassa. Laskennassa huomioitiin oman työn määrä ja työkustannuksia ei huomioitu laskennassa niistä töistä, jotka tullaan tekemään itse. Tiettyihin töihin huomioitiin hintoja työvaiheen aputöistä, kuten kattoristikoiden asennukseen. Kustannukset ja materiaalit litteroitiin Talo-80 järjestelmän mukaisesti RT-kustannuslaskentaan ja määräluetteloon.

Laskettaessa kustannuksia materiaalien hinnat katsottiin netistä rautakauppojen sivustoilta ALV 0 %. RT-kustannuslaskenta ohjelmassa on valmiiksi materiaalien hinnat €/yks, mutta ne eivät ole päivittyneet vastaamaan nousseita rakennusmateriaalien hintoja. Tämän seurauksena kaikkien materiaalien hinnat katsottiin netistä ja suurimmista hankintaeristä vähennettiin 10 %. Vähennys tehtiin, koska suuremmat hankinnat kilpailutetaan ja niistä oletetusti saadaan kyseinen alennus 10 % listahinnoista. Näitä hankintoja ovat esimerkiksi sokkelin harkot, rungon materiaalit, vesikattorakenteet, ikkunat, ovet, kalusteet ja myös paljon muuta.

Panospohjaisen kustannuslaskennan perusteella rakennuksen kustannuksiksi saatiin hieman ylöspäin pyöristettynä 260 000e ALV 24 %. Neliöhinnaksi saatiin laskennan perusteella 2100 €/huoneistoneliö ALV 24 %. Laskenta suoritettiin todellisten määrien ja hintojen mukaisesti, joten se on realistinen.

Suurin kustannuserä laskennassa on maatyöt, koska tontilla on kohtuullisesti louhittavaa ja työ tehdään täysin ulkopuolisen urakoitsijan toimesta. Toisena suurimpana eränä olivat talon LVIS-työt. LVIS tarvikkeiden hinnat ovat nousseet myös runsaasti ja tämä huomioitiin laskennassa. Laskennassa huomioitiin myös kaikki liittymäkulut ja lupamaksut. Työmaatekniikkaankin huomioitiin laskennassa, koska kuluja syntyy esimerkiksi työkaluhankinnoista, työmaa-aikaisesta sähköstä- ja vedestä, jätemaksuista ja lämmityksestä.

Panopohjaisen kustannusarvion loppusummaa ei kerrottu erillisellä riskivarauksella. Riskit sisällytettiin töiden sisälle, kuten maatöihin. Töihin laskettiin varoja sisälle suuremmilla yksikköhinnoilla kuin todellisuudessa on.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyössä oli tavoitteena perehtyä teoriaan pientalon suunnitteluprosessin eri vaiheissa ja tuottaa kelvolliset rakennus- ja rakennepiirustukset, sekä kustannuslaskelma pientaloon. Asetetut tavoitteet täyttyivät hyvin ja piirustukset saatiin tuotettua laadukkaasti.

Työn tuloksena saatiin lupapiirustukset, rakennepiirustukset ja kustannuslaskelma pientaloon. Lisäksi teoriaa saatiin käsiteltyä kattavasti suunnitteluprosessin eri vaiheista. Suunnittelun aikana pidettiin myös yhteyttä Kuopion kaupungin rakennusvalvontaan ja tehtiin yhteistyötä heidän kanssaan.

Opinnäytetyössä käsiteltiin taloteknistä suunnittelua hyvin vähän. Talotekniset ratkaisut tulee huomioida jo suunnittelun varhaisessa vaiheessa. Esimerkiksi teknisen tilan mitoittamiseen vaikuttaa huomattavasti tuleeko taloon kaukolämpö, maalämpö tai sähkölämmitys. Rakennusluvassa on esitettävä talon ensisijainen lämmitysjärjestelmä, eli lämmitysmuoto on päätettävä varhaisessa vaiheessa. Lämmitysmuodon valinta vaikuttaa myös talon energiaselvityksen tekemiseen. E-luvun laskennassa huomioidaan lämmitysmuodon energiamuotokertoimet, jotka vaikuttavat talon energialuokkaan huomattavasti. Lisäksi erilaiset tekniset järjestelmät vievät sähköenergiaa toisistaan poiketen. Opinnäytetyön pientalossa talotekniset järjestelmät huomioitiin mitoittamalla tekninen tila riittävän suureksi. Tekninen tila sijoitettiin keskeiselle paikalle asunnossa, jotta putkivetoja ei tarvitse tehdä pitkiä matkoja. Ilmanvaihtoputket suunniteltiin vedettävän lämmöneristekerroksessa, mutta talon pohja on suunniteltu niin, että putket voidaan vetää myös lämpimällä puolella alas lasketun katon sisällä. Toimenpide vaatii alakaton rakentamisen eteiselle ja kahdelle makuuhuoneelle, sekä ristikkosuunnitelmiin pitää korottaa alapaarreauormaa lisääntyneen omapainon takia. Talon lopullista lämmitysmuotoa ei lyöty lukkoon opinnäytetyön tekemisen aikana.

Ongelmia opinnäytetyössä aiheutti suuri aika, joka käytettiin luonnossuunnitteluun. Luonnosvaihtoehtoja tarkasteltiin jopa kymmeniä opinnäytetyön aikana. Itselle suunniteltaessa pieniinkin virheisiin kiinnittää huomiota ja niiden korjaamiseen menee runsaasti aikaa. Suunnitteluprosessissa ilmeni teknisiä ongelmia Revit ohjelman kanssa. Ongelmaksi kehittyi hallita suuria määriä arkkitehti- ja rakennepiirustuksia systemaattisesti ohjelman sisällä. Rakennesuunnittelun osuudessa teoriaa oli paljon opiskeltavana ja sisäistettävänä.

Opinnäytetyön tekijälle opinnäytetyöprosessi antaa hyvän pohjan suunnitella vastaavia pientalohankkeita tulevaisuudessa. Opinnäytetyö oli kokonaisuudessaan hyvin haastava ja monipuolinen prosessi.

## 7 LÄHDELUETTELO

- RT 98-11215 Autosuojat. Toukokuu 2016. Helsinki. Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 15.12.2021
- RT 10-10619 Asuinrakennushankkeen pohjatutkimus ja pohjarakennussuunnittelu. Joulukuu 1996. Helsinki: Rakennustieto Oy. Viitattu 4.11.2021
- Suomen betoniyhdistys ry 2008. By 210 Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2008 1.painos. Suomen Rakennusmedia
- Kuopion Kaupunki 2018. Hiltulanlahden Länsiosa. Omakotialueen suunnittelu- ja rakentamistapaohjeet. Pdf-tiedosto. Julkaistu 3.10.2018. <https://www.kuopio.fi/documents/7369547/8105876/RTO+Hiltulanlahden+l%C3%A4nsiosaluonnos.pdf/b83c891d-48b3-46b0-b7d1-6560bc3d2db7>. Viitattu 2.12.2021
- Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje, Puuinfo. Pdf-tiedosto. Julkaistu 1.7.2020. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/Eurokoodi-5-Lyhennetty-suunnitteluohje-5.-PAINOS-2020-P%C3%84IVITYS-22.7.-web.pdf>. Viitattu 4.1.2022
- Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohje, Saint Gobain Oy, Jarmo Leskelä A-insinöörit Oy. Pdf-tiedosto. Julkaistu 24.1.2017. [https://www.gyproc.fi/sites/gypsum.nordic.master/files/gyproc-site/document-files/fi/Gyproc\\_jaykistysertifikaatti\\_suunnitteluohjeet\\_012017.pdf](https://www.gyproc.fi/sites/gypsum.nordic.master/files/gyproc-site/document-files/fi/Gyproc_jaykistysertifikaatti_suunnitteluohjeet_012017.pdf). Viitattu 13.1.2022
- Kuopion Kaupungin rakennusjärjestys 2019. Pdf tiedosto. Julkaistu 1.1.2019. [https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7627117/Kuopion+kaupungin+rakennusjarjestys\\_01012019.pdf/00677221-862b-49d1-935a-587e597a540a](https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7627117/Kuopion+kaupungin+rakennusjarjestys_01012019.pdf/00677221-862b-49d1-935a-587e597a540a). Viitattu 11.11.2021
- Pientalo-ohje 2017.Kuopion alueellinen rakennusvalvonta, Pohjois-Savon pelastuslaitos ja Kuopion kaupunki. Pdf-tiedosto. Julkaistu 15.2.2017. <https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7534958/-Pientalo-ohje.pdf/3474156a-e33f-4b58-ab95-a4a6688dade7>. Viitattu 5.12.2021
- RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2017. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry
- RIL 248-2008. NR-kattorakenteiden jäykistykseen suunnittelu 2008. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry
- RATU KI-6033 2020 Rakennushankkeen kustannushallinta 2020. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/resource/juha/content/25139#page=1>. Viitattu 17.1.2022
- Toptenrava Pientalon palokortti P3. PDF-tiedosto. Julkaistu 2.2.2021. <https://www.toptenrava.fi/doc/tulkintakortit/MRL-117b01F.pdf>. Viitattu 12.9.2021
- Ympäristöministeriö. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Verkojulkaisu. <https://ym.fi/maankaytto-ja-rakennuslaki>. Viitattu 11.10.2021



Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 216/2017.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150216>. Viitattu 22.11.2021

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010#Pidm45237816456016>. Viitattu 22.11.2021

## 8 LIITTEET

### PÄÄPIIRUSTUKSET

- LIITE 1** Asemapiirros
- LIITE 2** Pohjapiirros
- LIITE 3** Julkisivut
- LIITE 4** Leikkaukset

### RAKENNEPIIRUSTUKSET

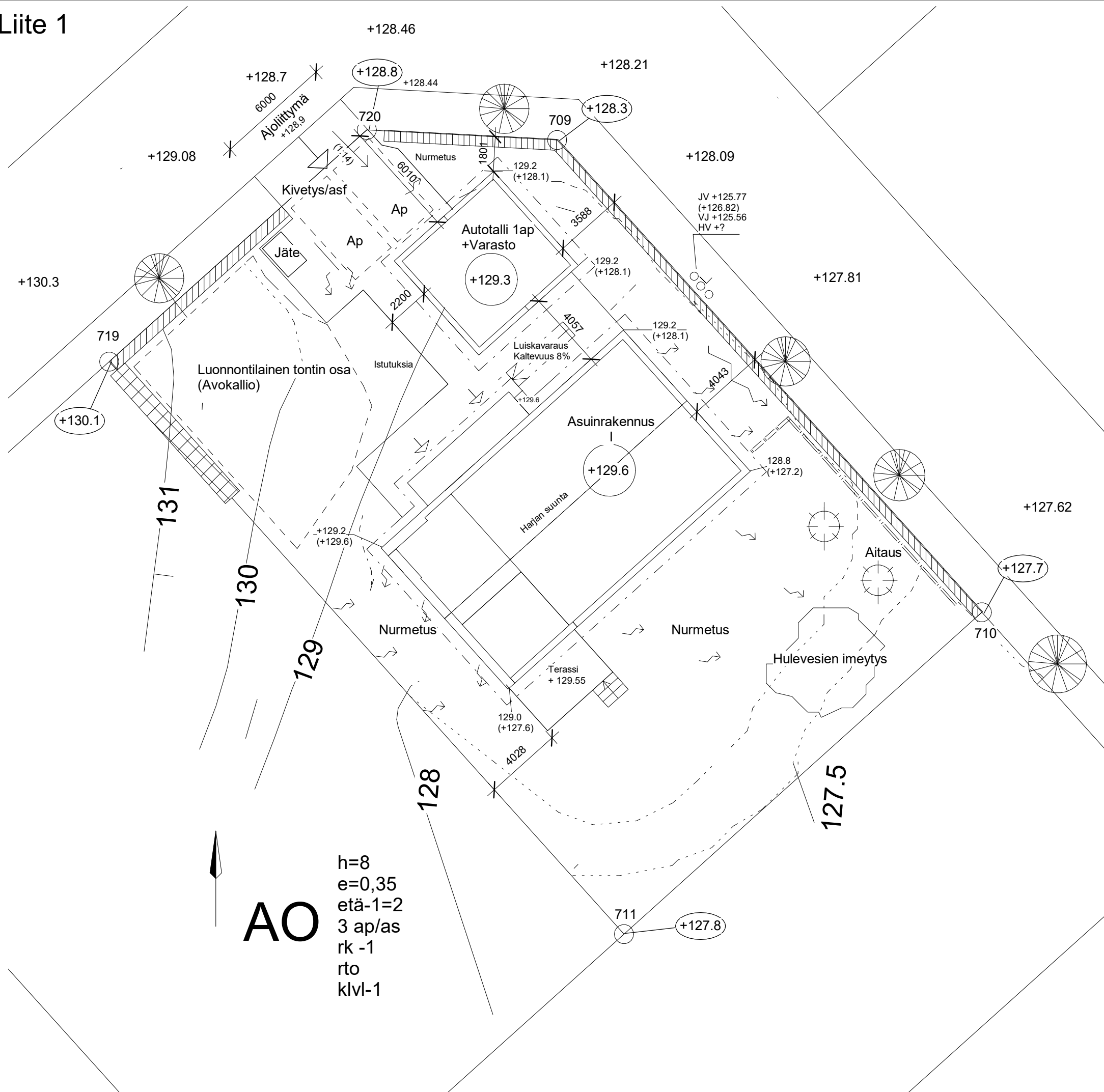
- LIITE 5** Perustusten mittapiirustus
- LIITE 6** Salaojat ja routasuojaus
- LIITE 7** Rungon tasopiirustus
- LIITE 8** Rungon naamakuvat
- LIITE 9** Vesikaton tasopiirustus
- LIITE 10** Runkoleikkaus 1 + Detaljit
- LIITE 11** Runkoleikkaus 2
- LIITE 12** Detaljit saksiristikon ja harjaristikon liitoksesta
- LIITE 13** Detalji jäykistävästä väliseinästä
- LIITE 14** Päätöraystäs detalji
- LIITE 15** Kattoristikkokaavio R1
- LIITE 16** Kattoristikkokaavio R2
- LIITE 17** Kattoristikkokaavio R3
- LIITE 18** Kattoristikkokaavio R4
- LIITE 19** Rakennetyypit

### RAKENNELASKELMAT

- LIITE 20** Talon rungon jäykistys

### Kustannuslaskelmat

- LIITE 21** Panospohjainen kustannuslaskenta
- LIITE 22** Määräluettelo

**Rakennukset:**

Asuinrakennuksen kerrosala 148 m<sup>2</sup>  
Asuinrakennuksen huoneistoala 124,5 m<sup>2</sup>  
Asuinrakennuksen tilavuus 490m<sup>3</sup>

Autotalli+Varasto kerrosala 46 m<sup>2</sup>  
Autotalli 24 m<sup>2</sup>  
Varasto 10 m<sup>2</sup>  
Tilavuus 136 m<sup>3</sup>

Kokonaiskerrosala 194 m<sup>2</sup> (Talo+AT)  
Rakennusoikeutta 0,35\*976 m<sup>2</sup>=342 m<sup>2</sup>

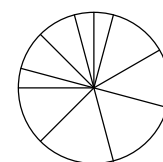
**Korkeusjärjestelmä**


- Kaikki korot ilmoitettu **N200-korkeusjärjestelmässä**

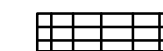
**Hulevedet**

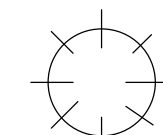
- Katoilta tulevat vedet johdetaan kunnan hulevesiverkostoon  
- Päälystetyiltä -ja muilta pinnoilta vedet imeytetään viheralueille ja istutuksille

==||== =Aitaus, h=1,5m. Ruskea

 =Katualueelle istutettava puu

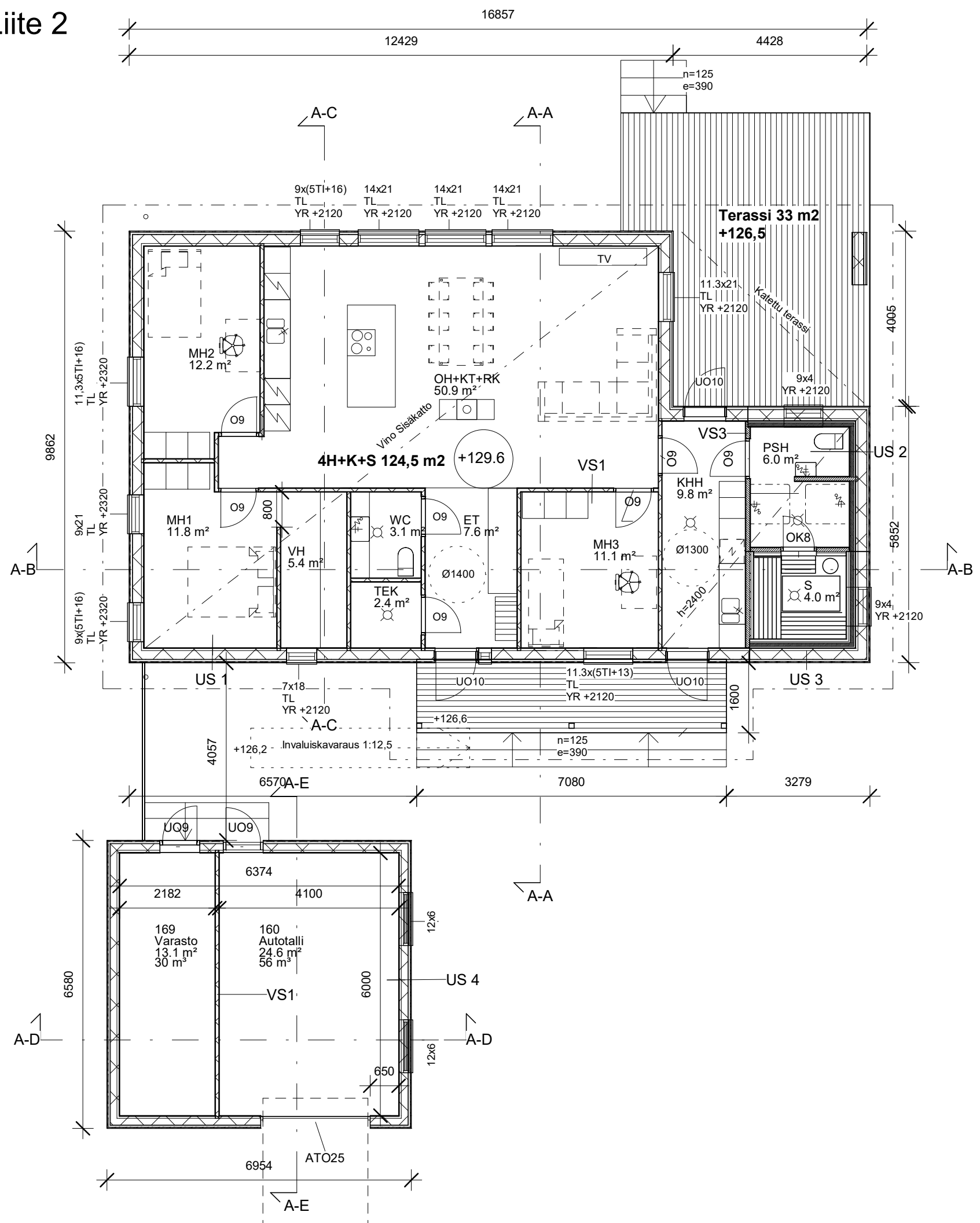
 = Tontin ja katualueen rajalle istutettava Lehtipensasaidanne  
**Kasvilajivaihtoehdot:**  
-koivuangervo, Spiraea betulifolia  
-rinneangervo, Spiraea densiflora  
-loistoangervo, Spiraea japonica 'Odensala'  
-kiiminginangervo, Spiraea chamaedryfolia-hybr. 'Martti'  
-Valkopajuangervo Allikko, spiraea alba 'Allikko'

 = Tonttien rajalle istutettava lehtipensasaidanne  
**Kasvilajivaihtoehdot:**  
-koriste- tai marja-aronia, Aronia sp.  
-mustilanhortensia, Hydrangea paniculata 'Mustila'  
-heisiangervo, Physocarpus opulifolius  
-jasmike, Philadelphus sp

 =Tontille istutettava havupuu  
-Serbiankuusi, Picea omorika  
-tuija, Thuja sp.

|        |        |         |
|--------|--------|---------|
| Tunnus | Muutos | Päiväys |
|--------|--------|---------|

|   |   |                             |                          |
|---|---|-----------------------------|--------------------------|
| Kaupunginosa / Kylä   | Kortteli / Tila                               | Tontti / Rno                | Viranomaisten merkintöjä |
|   |   |                             |                          |
| Rakennustoimenpide<br><b>UUDISRAKENNUS</b>                                      | Piirustuslaji<br><b>Pääpiirustus</b>          | Juokseva numero<br><b>1</b> |                          |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset   |   |                             |                          |
| Rakennuskohde   | Piirustuksen sisältö<br><b>Asemapiirustus</b> | mittakaava<br><b>1:200</b>  |                          |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br>Kääriäinen Timo | Työnumero<br>01                               | Piirustuksen tunnus<br>A101 | muutos                   |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys            | Suunnittelualue                               | Tiedosto                    |                          |
|   |   |                             |                          |
|   | 3.12.2021                                     | <b>ARK</b>                  |                          |



**Pientalo:**  
 Huoneistoala 124,5 m<sup>2</sup>  
 Kerrosala 148 m<sup>2</sup>  
 Ilmatilavuus 490 m<sup>3</sup>

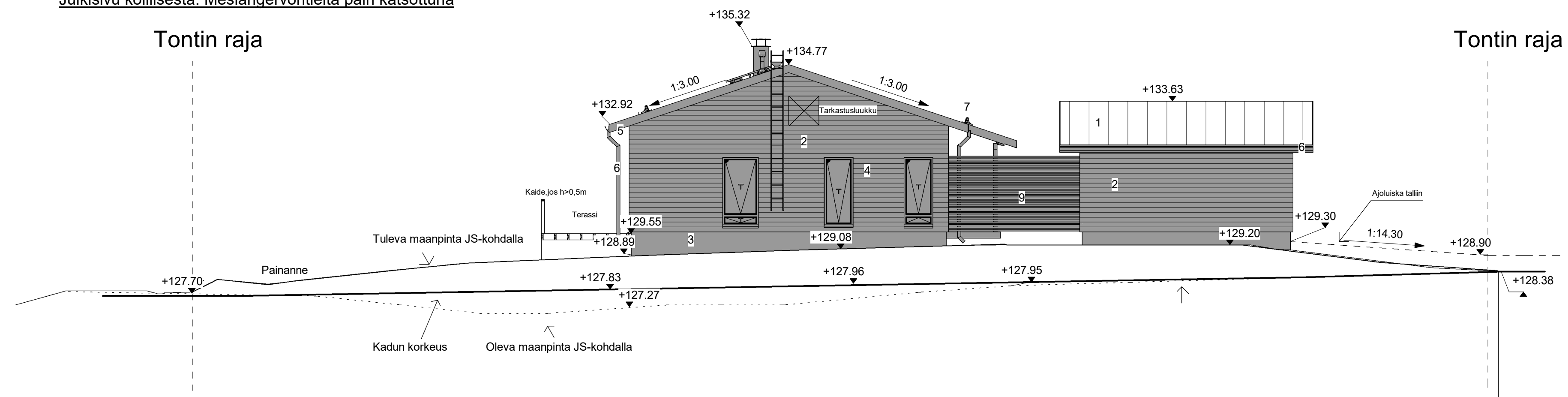
TL=Turvalasi

Korkeusjärjestelmä

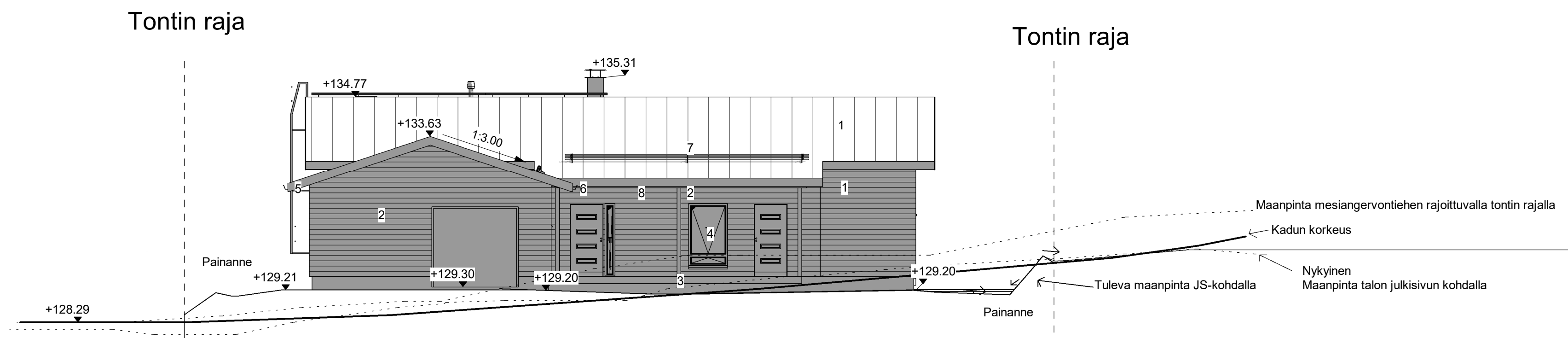
**Kaikki korot ilmoitettu N2000-korkeusjärjestelmässä**

|   |                 |              |                          |                     |
|---|-----------------|--------------|--------------------------|---------------------|
| Kaupunginosa / Kylä   | Kortteli / Tila | Tontti / Rno | Viranomaisten merkintöjä |                     |
|   |                 |              | Piirustuslaji            | Juokseva numero     |
| Rakennustoimenpide<br><b>UUDISRAKENNUS</b>                                    |                 |              | <b>Pääpiirustus</b>      | <b>2</b>            |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset |                 |              |                          |                     |
| Rakennuskohde   |                 |              | Piirustuksen sisältö     | mittakaava          |
|   |                 |              | <b>Pohjapiirustus</b>    | <b>1:100</b>        |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero                  |                 |              | Työnumero                | Piirustuksen tunnus |
| <b>Autodesk Revit Architecture</b>  |                 |              | <b>01</b>                | <b>A102</b>         |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys          |                 |              | Suunnittelualue          | Tiedosto            |
| <b>Kääriäinen Timo, RAK.INS AMK</b>   |                 |              | <b>3.12.2021</b>         | <b>ARK</b>          |

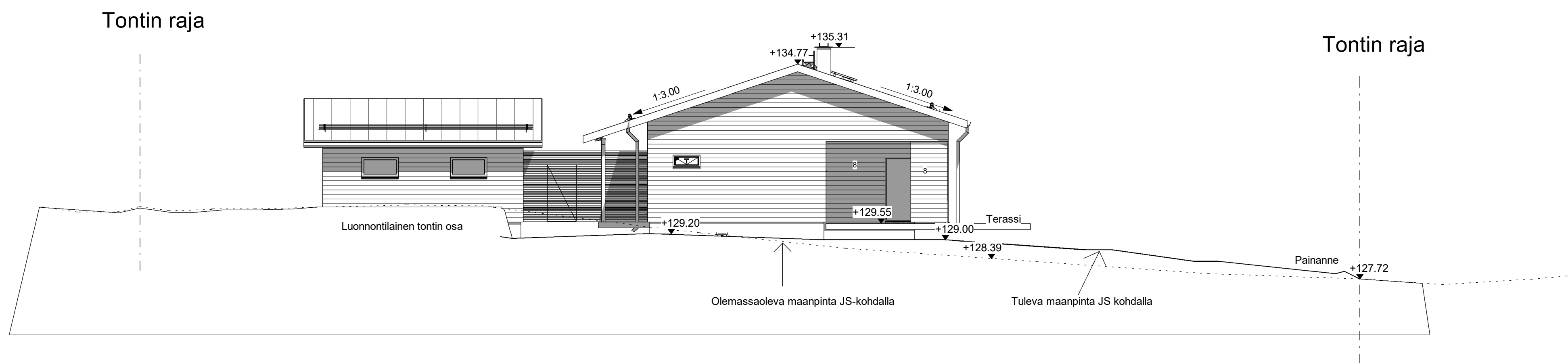
Julkisivu koillisesta. Mesiangervontieltä päin katsottuna



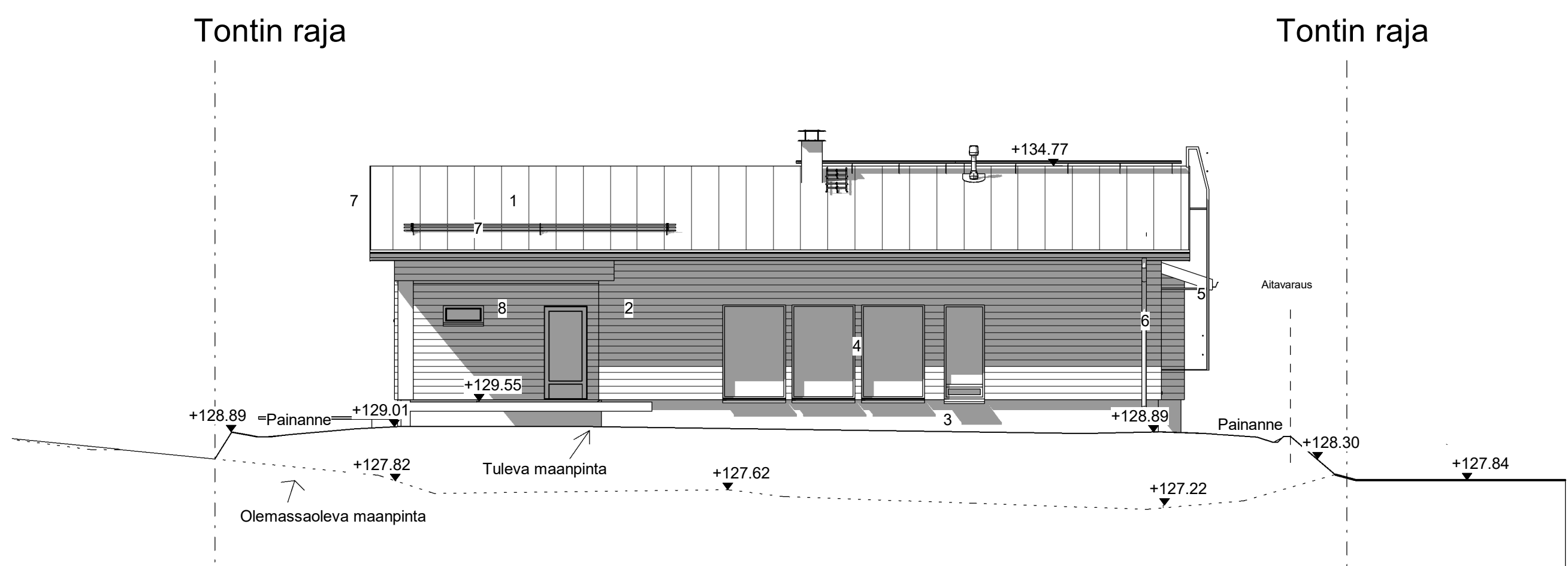
Julkisivu luoteesta. Kultapiiskun tieltä päin



Julkisivu lounaasta



Julkisivu kaakosta



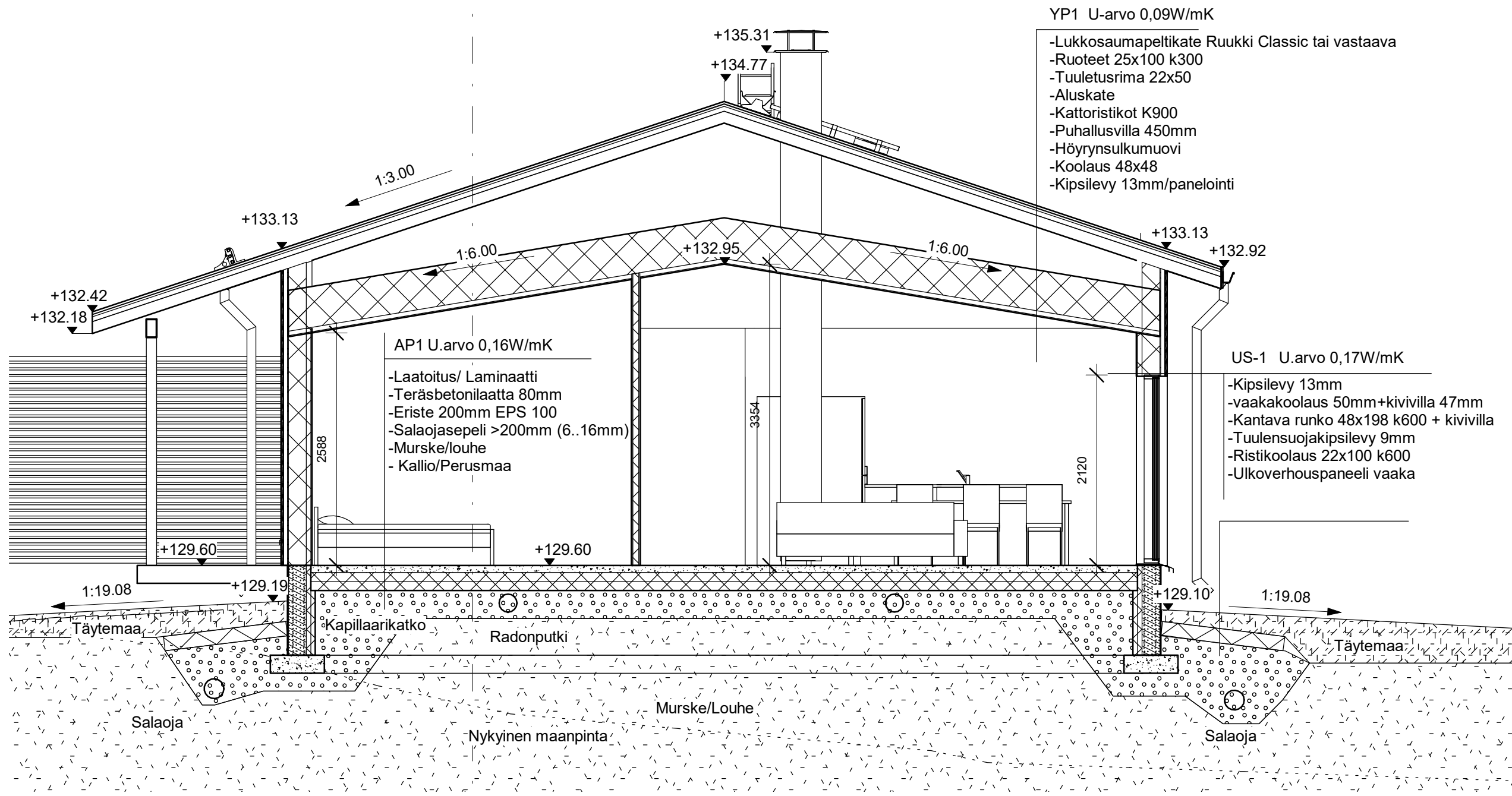
Julkisivumateriaalit

1. Peltikatto, tumman harmaa
2. Vaakanelointi, Valkea tai tumman Harmaa
3. Harkkosokkeli, slammattu harmaa
4. Ikkunapuitteet, Tummanharmaa
5. Avoräystäät, Tummanharmaa
6. Räystäät ja syöksyt, Sinkitty pelti Tummanharmaa RR23 tai musta RR33
7. Kattoturvatuotteet, Sinkityt, teräs. Tummanharmaa RR23 tai musta RR33
8. Tehosteseinät, Puun sävy
9. Näkösuoja, Vaakarimoitus. Ruskea

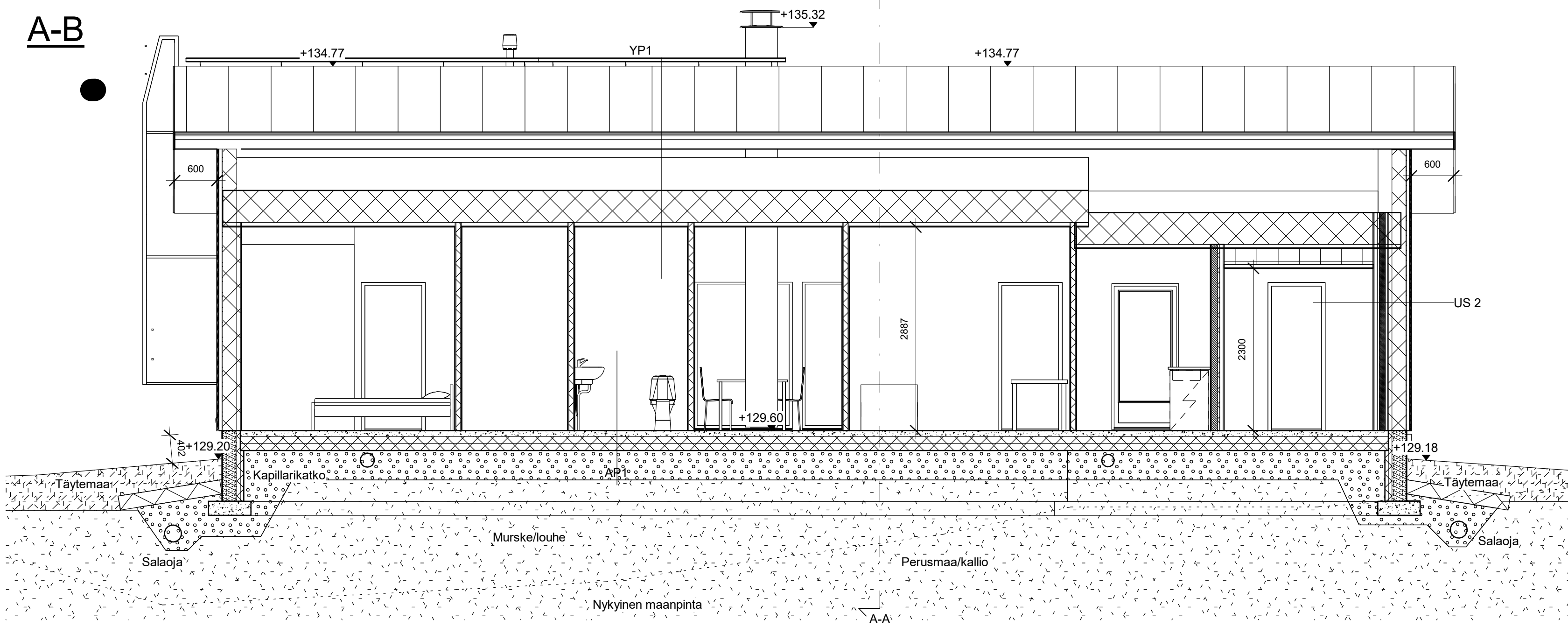
| Tunnus | Muutos | Päiväys |
|--------|--------|---------|
|        |        |         |

| Kaupunginosa / Kyla   | Korttel / Tila              | Tontti / Rno         | Viranomaisten merkintä   |
|---|-----------------------------|----------------------|--------------------------|
|   |                             |                      |                          |
| Rakennuslupamenpide   | UUDISRAKENNUS               | Piirustustyyli       | Julkiseva numero 3       |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset |                             | Pääpiirustus         |                          |
| Rakennuskohde   |                             | Piirustuksen sisältö | mittakaava 1:100         |
|   |                             | Julkisivut           |                          |
| Suunnitteluseuran nimi, osoite ja puhelinnumero                               | Autodesk Revit Architecture | Työnumero 01         | Piirustuksen tunnus A103 |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tulkinto, allekirjoitus ja päiväys          | Kääräinen Timo, Rak.Ins Amk | Suunnitteluala       | Tiedosto                 |
|   |                             | ARK                  | 11/08/21                 |

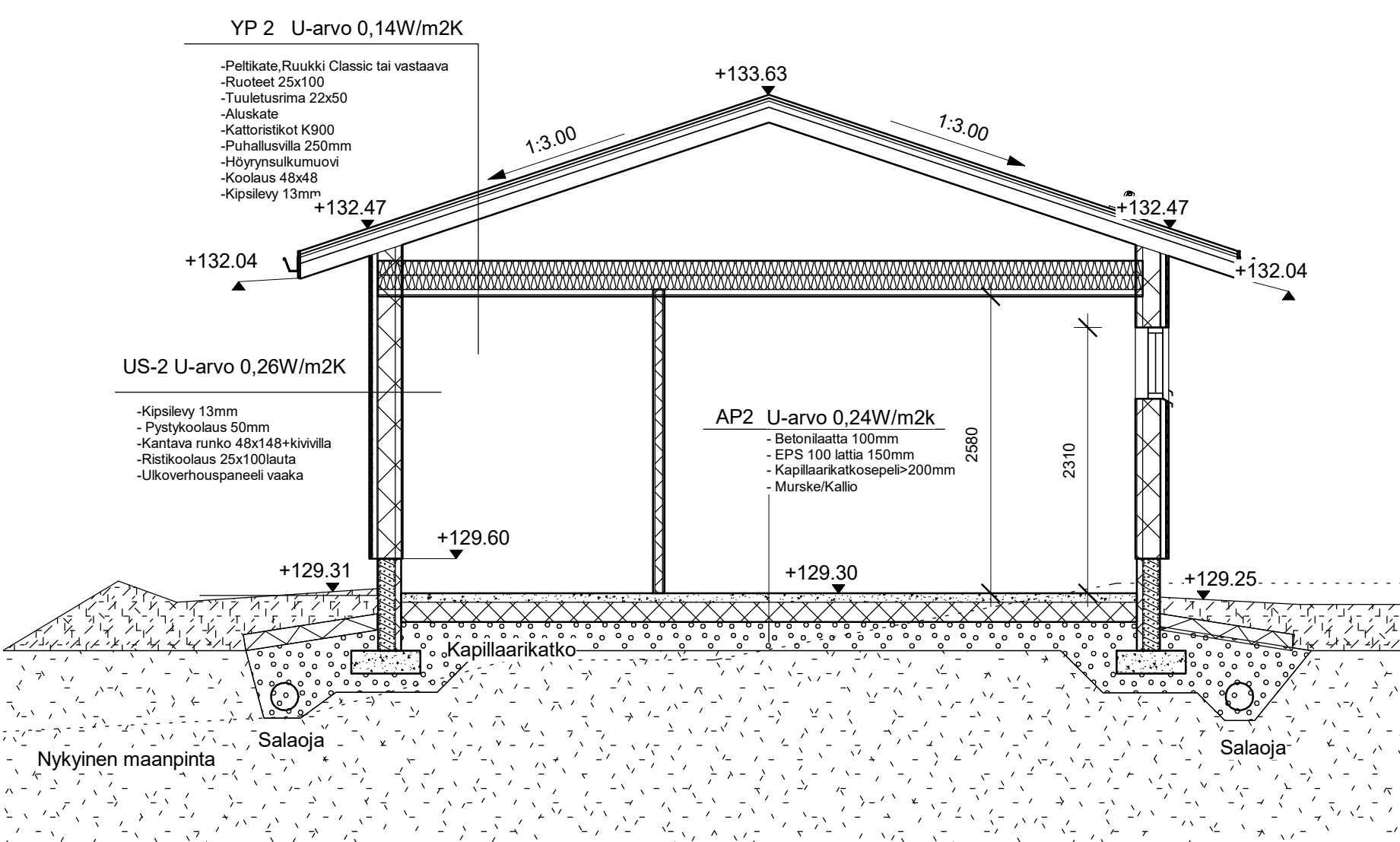
A-A



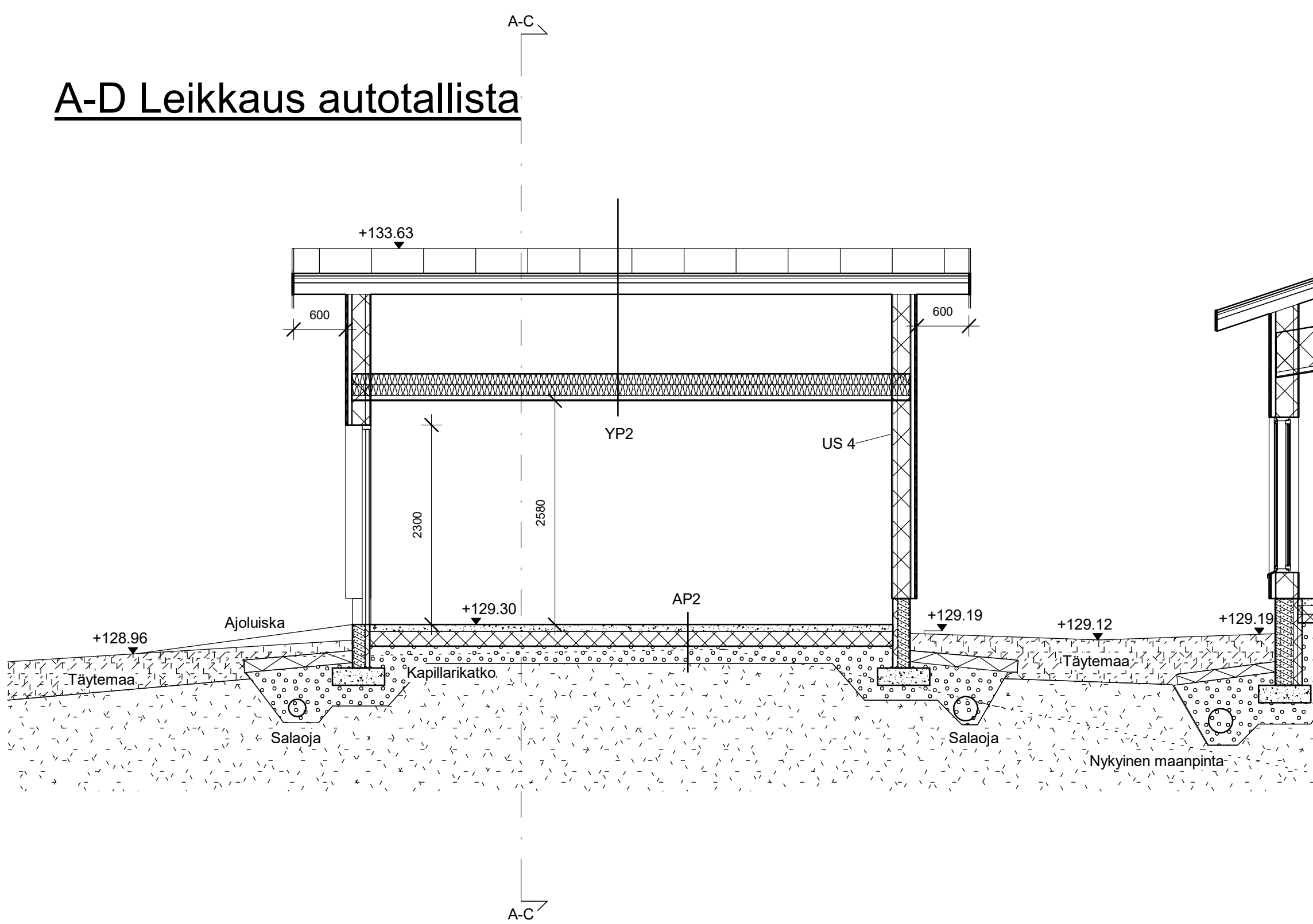
A-B



A-C Leikkaus autotallista

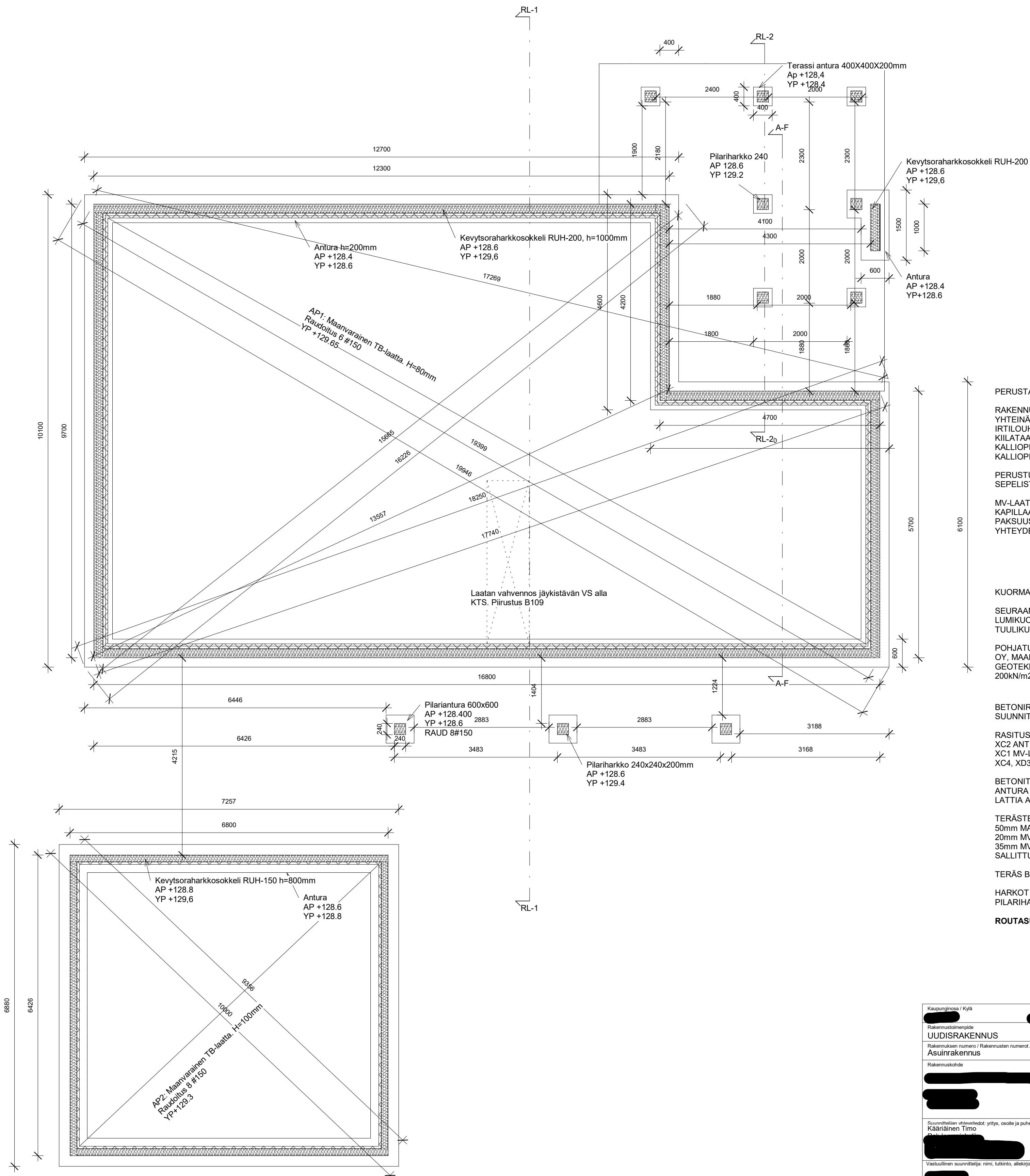


A-D Leikkaus autotallista



|        |        |         |
|--------|--------|---------|
| Tunnus | Muutos | Päiväys |
|--------|--------|---------|

|  |               |              |                             |                 |                     |
|--|---------------|--------------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| Kaupunginosa / Kyla  | Kortti / Tila | Tontti / Rno | Viranomaisen merkintä       |                 |                     |
| Rakennuslupapöytä  | [Redacted]    |              | Piirustaja                  | Julkaisu numero |                     |
| UUDISRAKENNUS  |               |              | Pääpiirustus                | 4               |                     |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset  |               |              |                             |                 |                     |
| Rakennuskohde  | [Redacted]    |              | Piirustuksen sisältö        | mittakaava      |                     |
| [Redacted]   |               |              | Leikkauspiirustus           | 1:50            |                     |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br>Kääräinen Timo |               |              | Autodesk Revit Architecture | Työnumero       | Piirustuksen tyyppi |
| [Redacted]   |               |              | 01                          | A104            | muutos              |
| Valtuutetun suunnittelijan nimi, tutkinto, alioikeutus ja päiväys              |               |              | Suunnitteluaika             | Tiedosto        |                     |
| Kääräinen Timo Rak.Ins Amk   |               |              | 9.12.2021                   | ARK             |                     |



PERUSTAMINEN:

RAKENNUS PERUSTETAAN IRTILOUHITUN KALLION JA LOUHETÄYTÖN VARAAN YHTEINÄISELLE PERUSMUURANTURALLE. IRTILOUHINTA SUORITETAAN VÄH. 300MM ALLE PERUSTAMISTASON JA KIILATAAN 0...63 MJURSKHEELLA, NIILLÄ ALUEILLA, JOILLA KALLIOPINTA ON ALLE PERUSTAMISTASON, TULEE MOREENIMAAT LEIKATA KALLIOPINTAAN SAAKKA TAI ANTURAN AP -600mm.

PERUSTUSTEN ALLE TEHDÄÄN VÄHINTÄÄN 200MM PAKSUINEN KAPILLAARIKATKOKERROS SEPELISTÄ. (RAKEISUUS RIL 126 KUVA 20, 1a)

MV-LAATAN ALLE TEHDÄÄN VÄHINTÄÄN 300MM PAKSUINEN KAPILLAARIKATKOKERROS SEPELISTÄ. KERRALLA TIIVISTETTÄVÄN KERROKSEN PAKSUUS ENINTÄÄN 300mm. KAPILLAARIKATKOKERROKSEN OLTAVA YHTEYDESSÄ RAKENNUKSEN ULKOPUOLILLE ASENNETTAVIIN SALAOJIIIN.

KUORMAT:

SEURAAMUSLUOKKA CC2  
LUMIKUORMA 2kN/m<sup>2</sup>  
TUULIKUORMA 0,7 kN/m<sup>2</sup>

POHJATUTKIMUS: KARMIKON  
OY, MAAPOHJAN  
GEOTEKNINEN KANTOKYKY  
200kN/m<sup>2</sup>

BETONIRAKENTEET:

SUUNNITELTU KÄYTTÖIKÄ 50 VUOTTA

RASITUSLUOKAT:

XC2 ANTURAT  
XC1 MV-LAATTA AS,RAK  
XC4, XD3 MV-LAATTA AUTOTALLI

BETONIT:

ANTURA C25/30: S2 MAX.RAEKOKO 32MM  
LATTIA AS.RAK C25/30: S3, 16MM

TERÄSTEN SUOJAETÄISYYDET:

50mm MAATAVASTEN VALETTAESSA  
20mm MV-LAATTA AS,RAK  
35mm MV-LAATTA AUTOTALLI  
SALLITTU MITTAPOIKKEAMA +/- 10MM

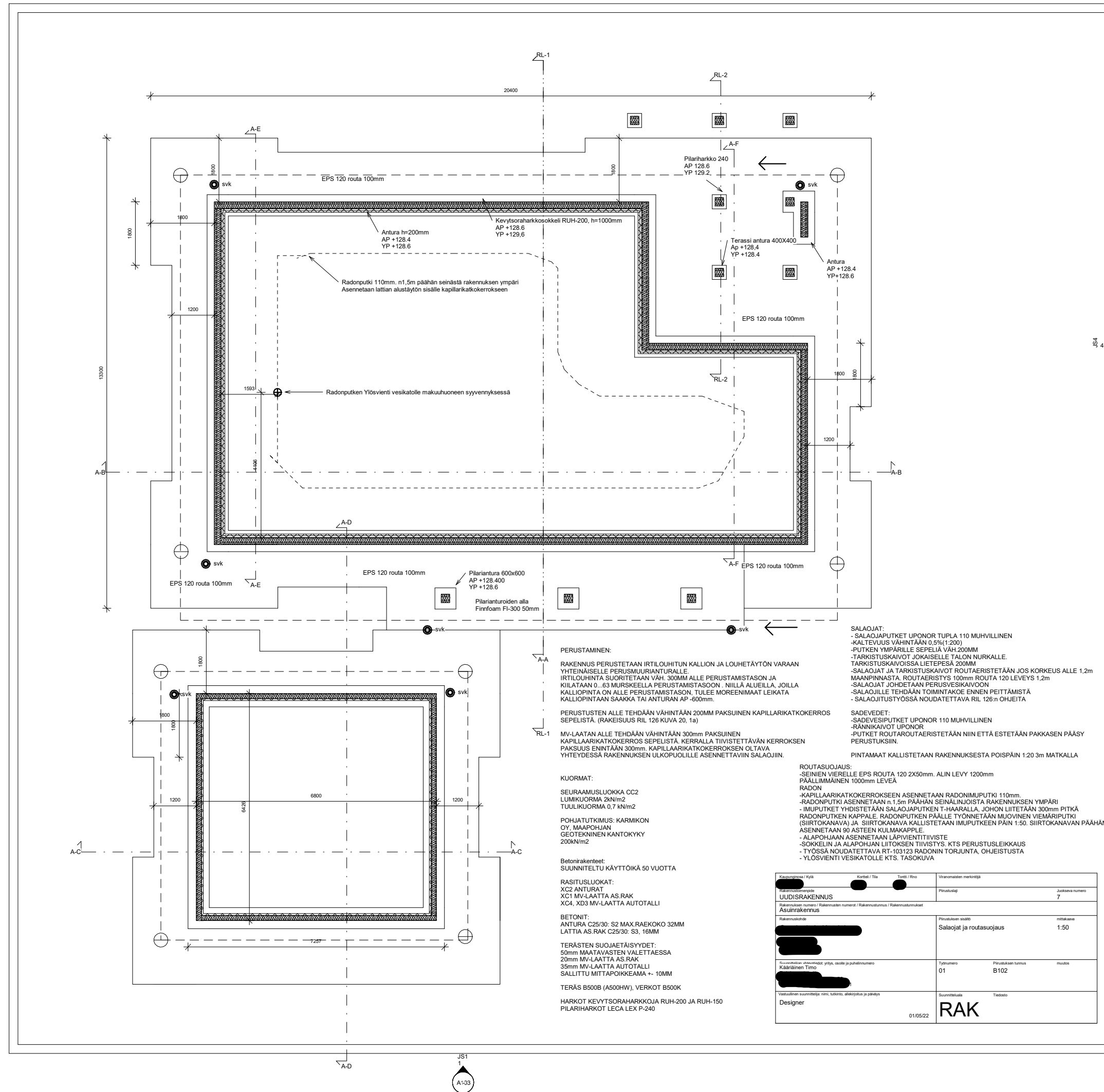
TERÄS B500B (A500HW), VERKOT B500K

HARKOT KEVYTSORAHARKKOJA RUH-200 JA RUH-150  
PILARIHARKOT LECA LEX P-240

ROUTASUOJAUS ERILLISEN SUUNNITELMAN MUKAAN!

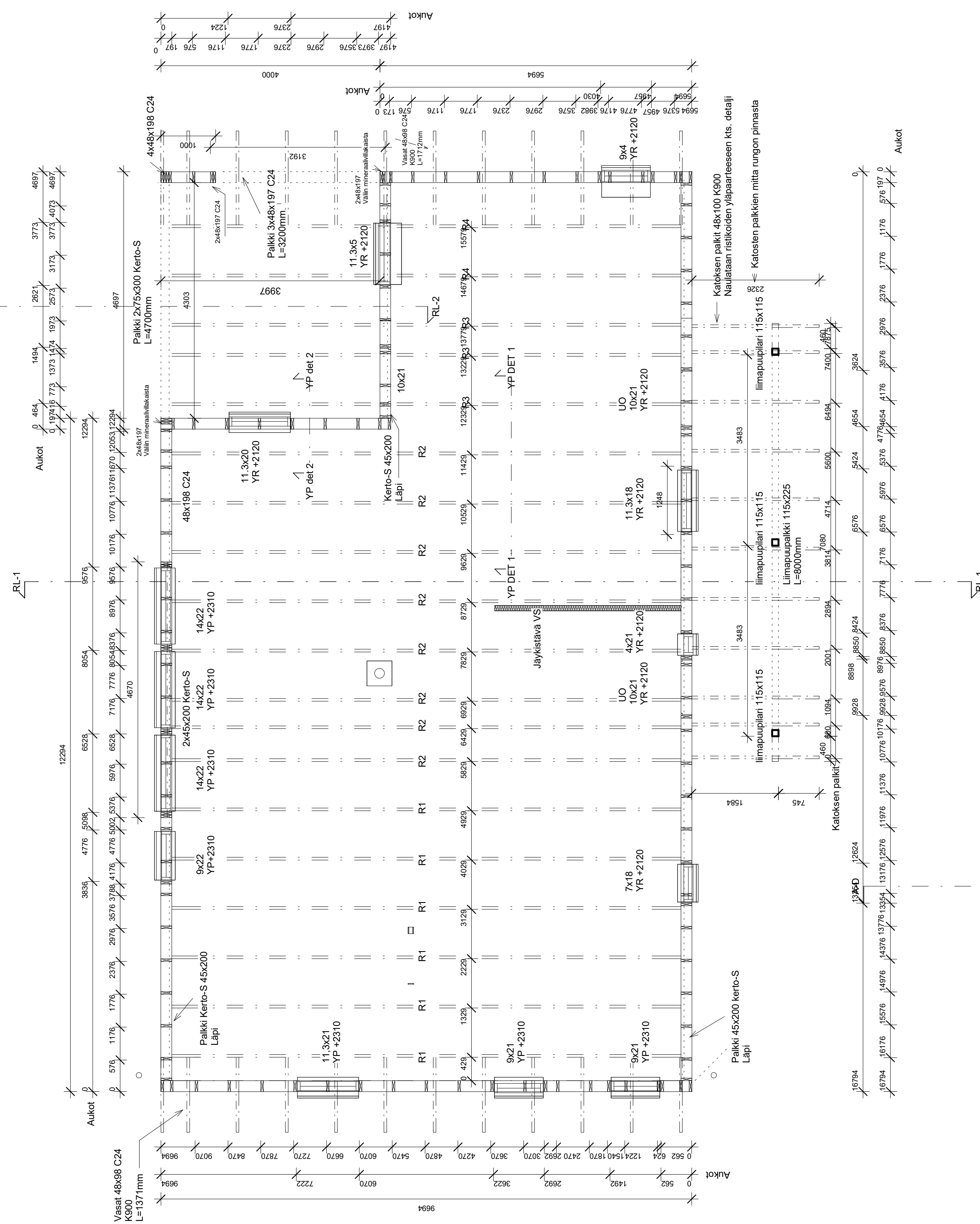


| Kaupunginosa / Kyla  | Korttel / Tila           | Tontti / Rno | Viranomaisen merkintöitä |                     |
|--|--------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|
|  |                          |              | Rakennuslupienpidä       | Juokseva numero     |
|  |                          |              | RAK                      | 6                   |
| Rakennuksen numero / Rakennuksen numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset  |                          |              | Asuinrakennus            |                     |
| Rakennuskohde  | Piirustuksen sisältö     | mittakaava   |                          |                     |
|  | PERUSTUSTEN MITTAPIIRROS | 1:50         |                          |                     |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br>Kääräinen Timo |                          |              | Työnumero                | Piirustuksen tunnus |
|  |                          |              | 01                       | B 101               |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, sukunimi, alkajapäivä ja päiväys             |                          |              | Suunnittelija            | Tiedosto            |
|  |                          |              |                          | RAK                 |
|  |                          |              | 12/18/21                 |                     |



|   |                          |                  |                      |
|---|--------------------------|------------------|----------------------|
| Käsitellyt kts  | Kommi / Tsi              | Luok / Ruo       | Varustusten merkitys |
|   |                          |                  |                      |
| <b>LUODISRAKENNUS</b>   |                          |                  | Projekti             |
| Rakennuksen nimi / Rakennuksen numerot / Rakennustyyppi / Rakennusvaihe | Järjestönumero           |                  |                      |
| Asuutalorakennus  | 7                        |                  |                      |
| Rakennuksen nimi  | Rakennuksen osoite       | mittakaava       |                      |
|   | Saloajat ja routasuojaus | 1:50             |                      |
| Rakennuksen suunnittelija, piirustaja ja pääsuojelija                   | Projekti                 | Rakennuksen nimi | mittakaava           |
| Käsitellyt kts  | 01                       | B102             | mittakaava           |
| Tuotteen suunnittelija, toteuttaja, jälkijälki ja pakkaus               | suunnittelija            | Toteutus         |                      |
| Designer  | 01/05/22                 | <b>RAK</b>       |                      |





**MATERIAALIT:**

**SAHATAVARA:**

- ALAOHJAUSPUU 48X197 C24
- RUNKOTOLPPA 48X197 C24
- YLAOHJAUSPUU 48X197 C24

**PALKIT:**

- KANTAVIEN SEINIEN RUNKOON LOVETUT PALKIT KERTO-S 45X200mm JA 2x45x200mm OLOHUONEEN IKKUNOIDEN YLAPUOLELLA.
- SISÄÄNTULOKATOS LIIMAPUUPALKKI GL24C
- TAKAPIHAN TERRASSIN AUKONYLITYSPALKKI KERTO-S 2X75X300mm

**PILARIT LIIMAPUU 115X115 GL24c**

**RISTIKOT TEHDASVALMISTEISIA NAULALEVYRISTIKOITA**

**KUORMITUKSET:**

- LUMI 2,0 Kn/m<sup>2</sup>
- TUULI 0,7 kn/M<sup>2</sup>
- OMPAINO YLÄPAARRE 0,2 kn/m<sup>2</sup>
- OMPAINO ALAPAARRE 0,3kn/M<sup>2</sup>

**KIINNITYKSET JA KIINNIKKEET:**

- RUNKOTOLPAT NAULATAAN ALAOHJAUSPUUHUN 8n. 3.1X90mm ks.
- KANTAVIEN ULKOSEINIEN RUNKON LOVEEN ASENETTAVAT PALKIT NAULATAAN RUNKOTOLPPAAN 5n. 3.1x90mm ks.
- YLAOHJAUSPUU NAULATAAN JOKASEEN RUNKOTOLPPAAN 5n. 3.1X90 mm ks.
- KATTORISTIKOIDEN KIINNITYS YLAOHJAUSPUUHUN KULMARAUTA 90X90X2,5X65 KULMARAUDAN KIINNITYS 4+4 an. 4X40mm

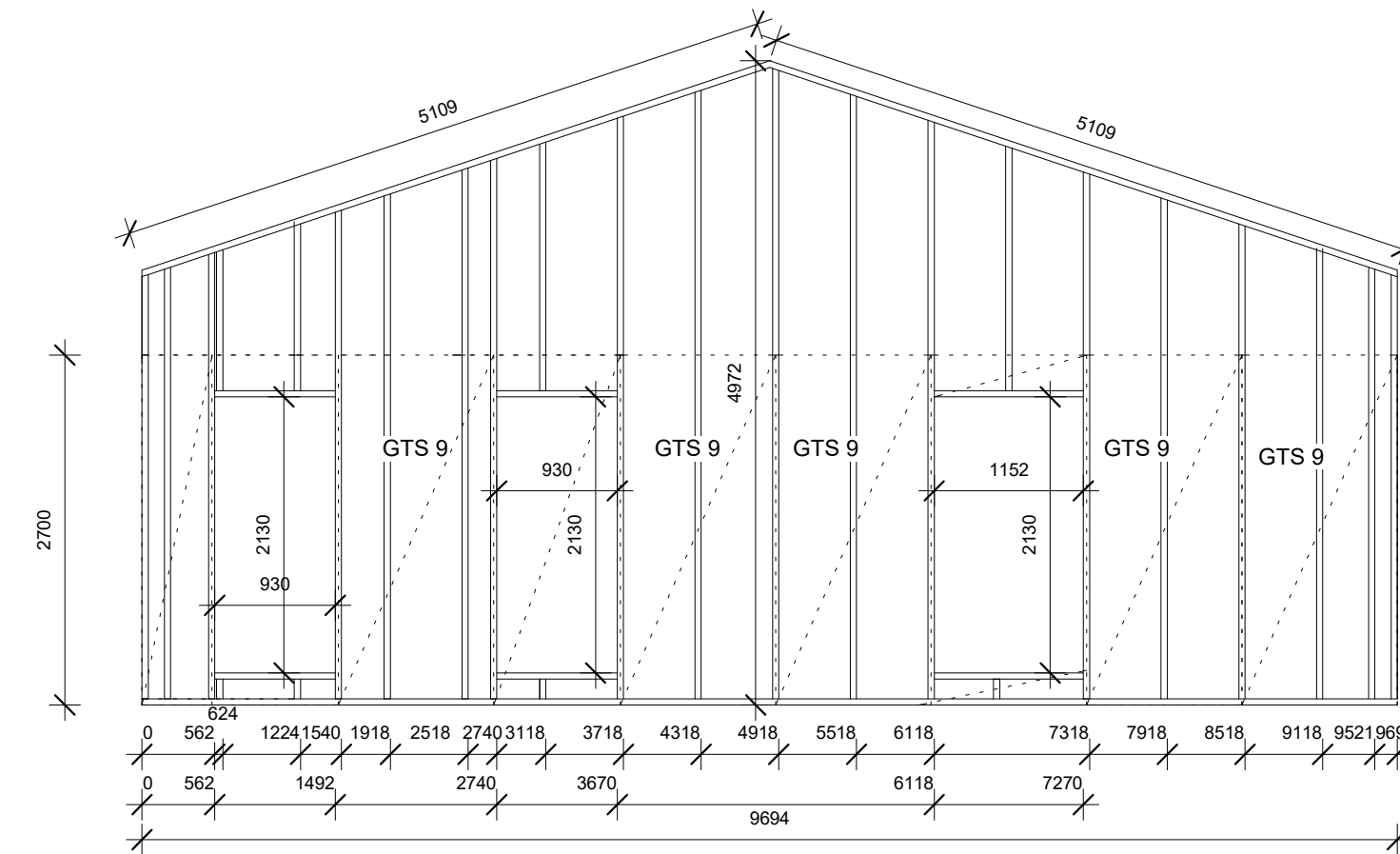
**RUNKON LEVYJÄYKISTYS:**

- RAKENNUS JÄYKISTETÄÄN 3 PÄÄTYSEINÄLLÄ JA YHDELLÄ JÄYKISTÄVÄLLÄ VÄLISEINÄLLÄ.
- JÄYKISTÄVÄT TUULENSUOJALEVYT GYPROC GTS 9 1200X2700mm KIINNITETÄÄN QU 32-RUUVILLA.
- RUUVIT RUUVATAAN K100 JAOLLA ULKOSEINÄN RUNKOTOLPPAAN

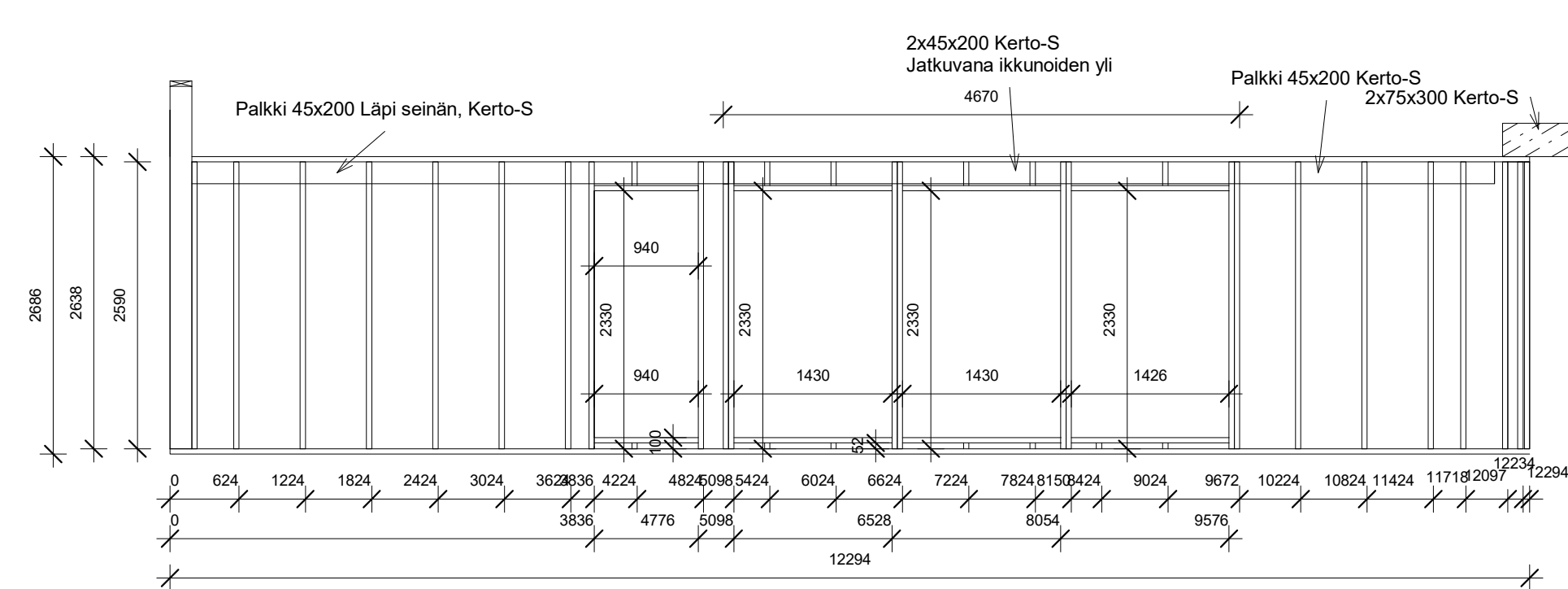
| Kaupunginosa / Kyla  | Korttel / Tila | Tontti / Rno        | Viranomaisen merkintöitä |                    |                 |
|--|----------------|---------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|
| [REDACTED]   | [REDACTED]     | [REDACTED]          | Rakennustörmepide        | Pirustuslaji       | Jookseva numero |
| <b>UUDISRAKENNUS</b>   |                |                     |                          |                    |                 |
| Rakennuksen numero / Rakennuksen numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset    |                |                     | <b>Asuinrakennus</b>     |                    |                 |
| Rakennuskohde  |                | Pirustuksen sisältö |                          | mittakaava         |                 |
| [REDACTED]   |                | Rungon tasokuva     |                          | 1:50               |                 |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br>Käsitteinen Timo |                |                     | Työnumero                | Pirustuksen tunnus | muutos          |
| [REDACTED]   |                |                     | 01                       | B 103              |                 |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, sukunimi, allekirjoitus ja päiväys             |                |                     | Suunnitteluala           | Tiedosto           |                 |
| [REDACTED]   |                |                     | <b>RAK</b>               |                    |                 |



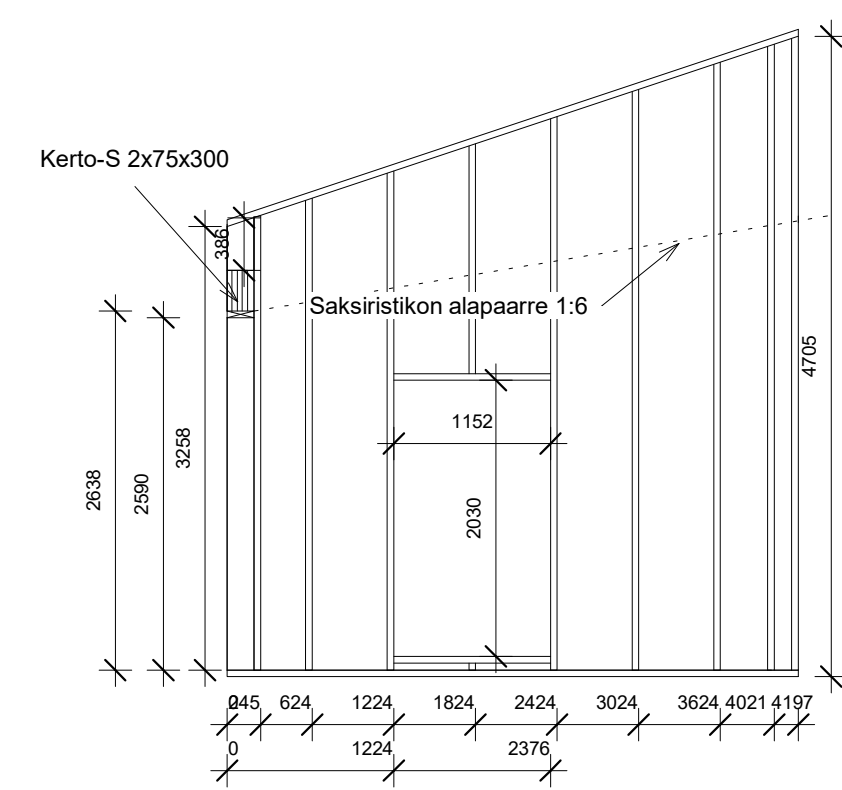
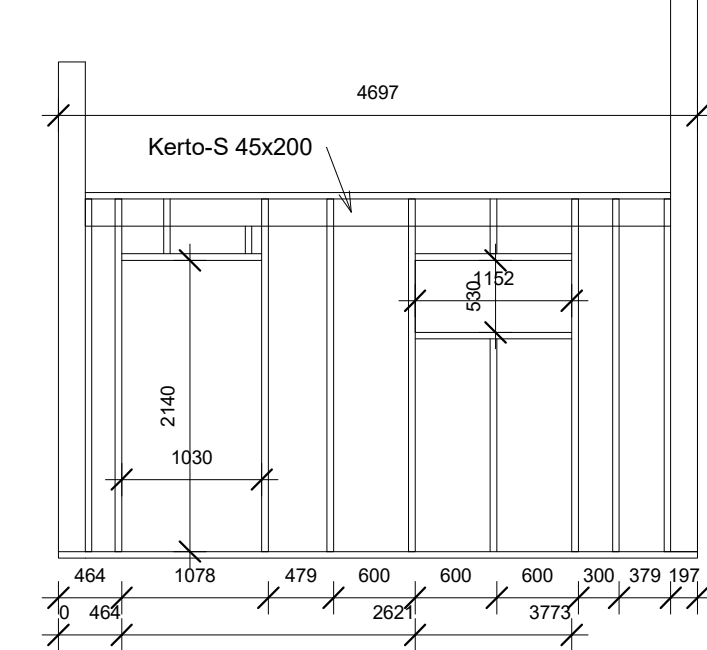
**Koillisesta(Mesiangervontieltä)**



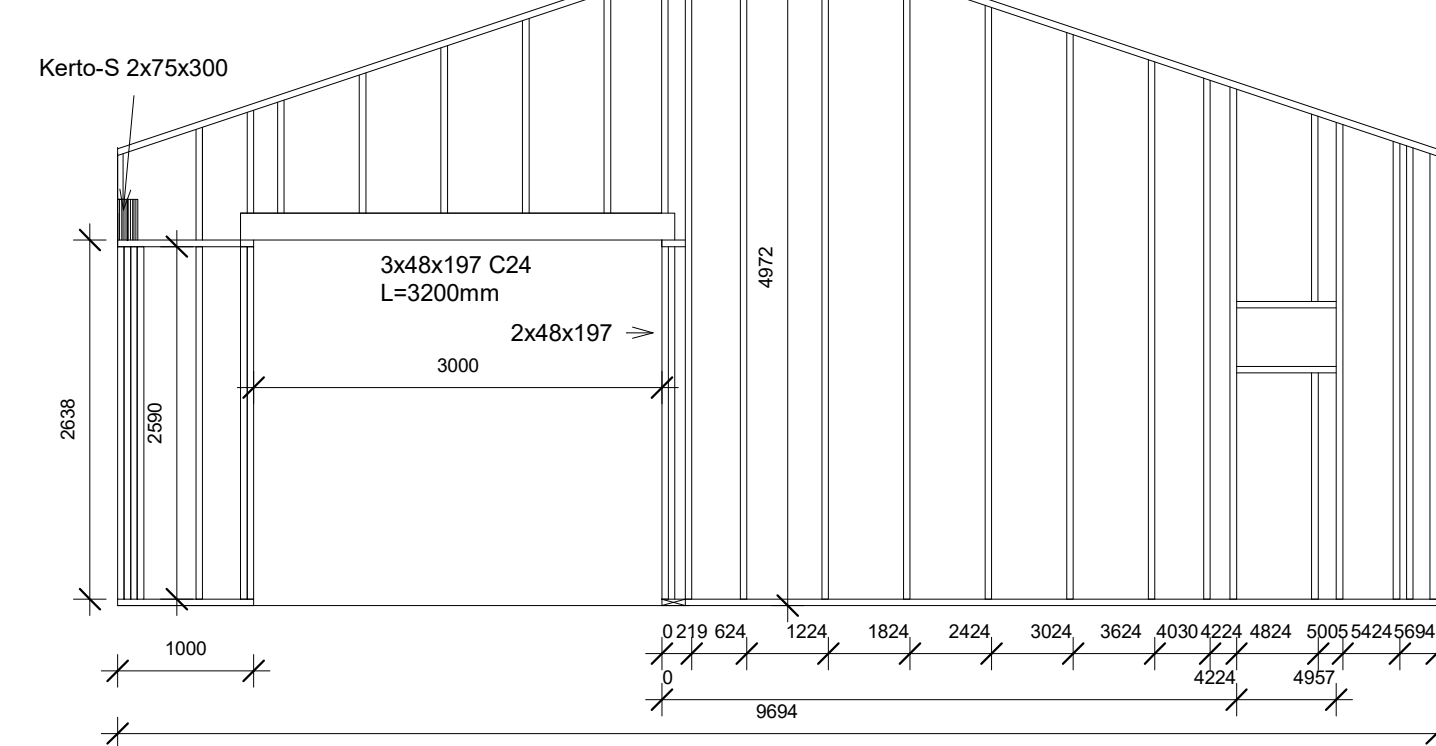
**Kaakosta**



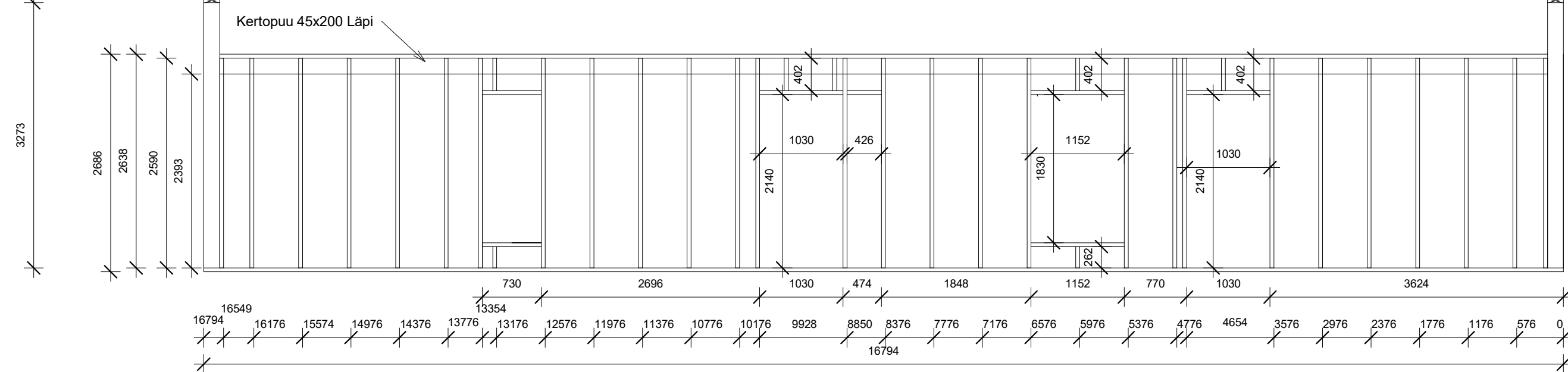
**Kaakosta**



**Lounaasta**

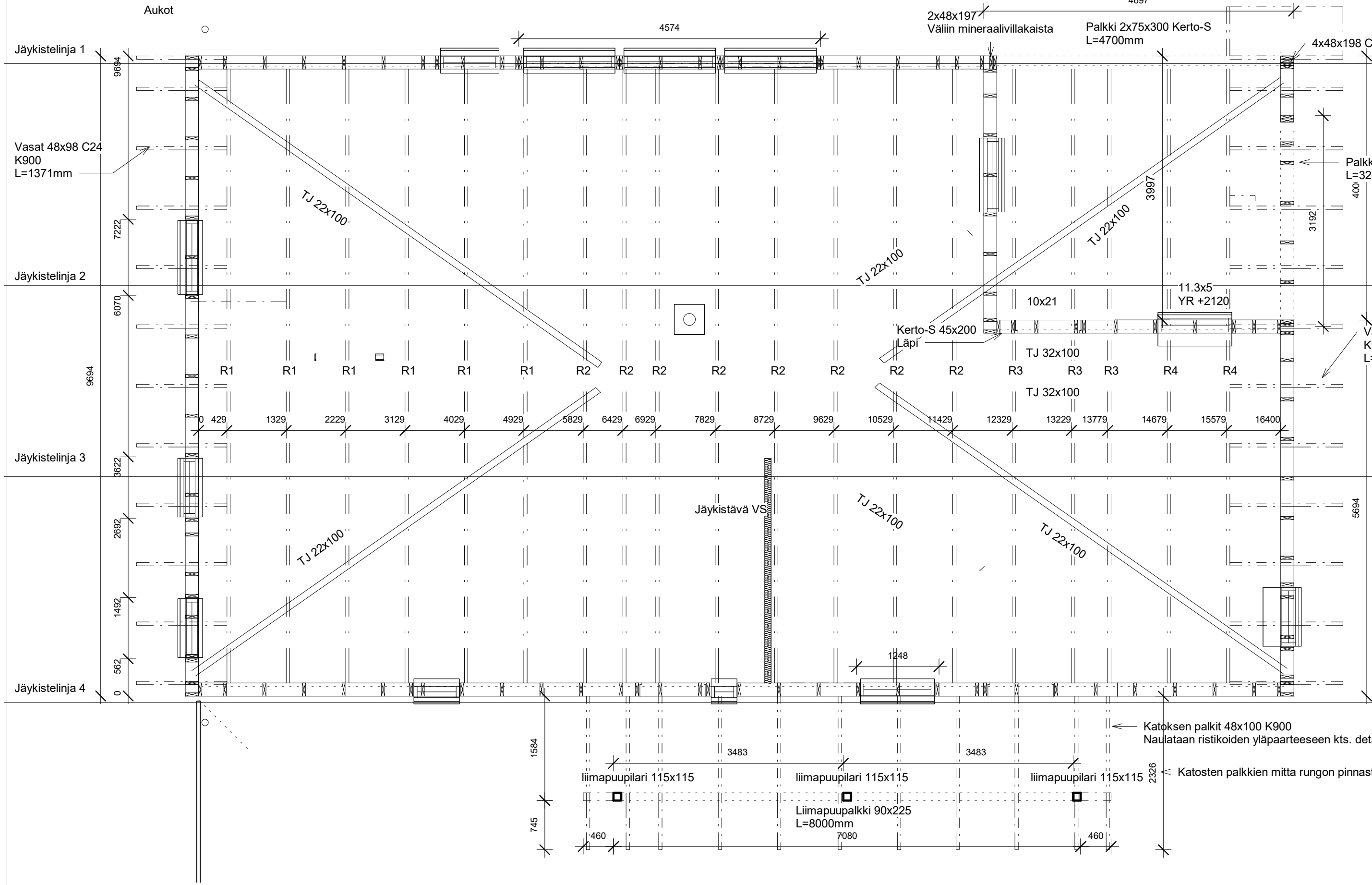


**Luoteesta**



|   |                |              |                             |                    |
|---|----------------|--------------|-----------------------------|--------------------|
| Kaupunginosa / Kylä   | Korttel / Tila | Tontti / Rno | Viranomaisen merkintä       |                    |
| [REDACTED]  | [REDACTED]     | [REDACTED]   | [REDACTED]                  |                    |
| Rakennuslupamäärä   |                |              | Julkaisu numero             |                    |
| <b>UUDISRAKENNUS</b>  |                |              | Pirustuslaji                |                    |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset |                |              | Työpiirustus                |                    |
| <b>Asuinrakennus</b>  |                |              | [REDACTED]                  |                    |
| Rakennuskohde   |                |              | Pirustuksen sisältö         | mittakaava         |
| [REDACTED]  |                |              | <b>Puurungon naamakuvat</b> | <b>1:50</b>        |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero                  |                |              | Työnumero                   | Pirustuksen tunnus |
| Kääräinen Timo  |                |              | <b>01</b>                   | <b>B104</b>        |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päivitys         |                |              | Suunnitteluala              | Tiedosto           |
| Designer  |                |              | <b>RAK</b>                  | [REDACTED]         |
|   |                |              | 12/29/21                    |                    |

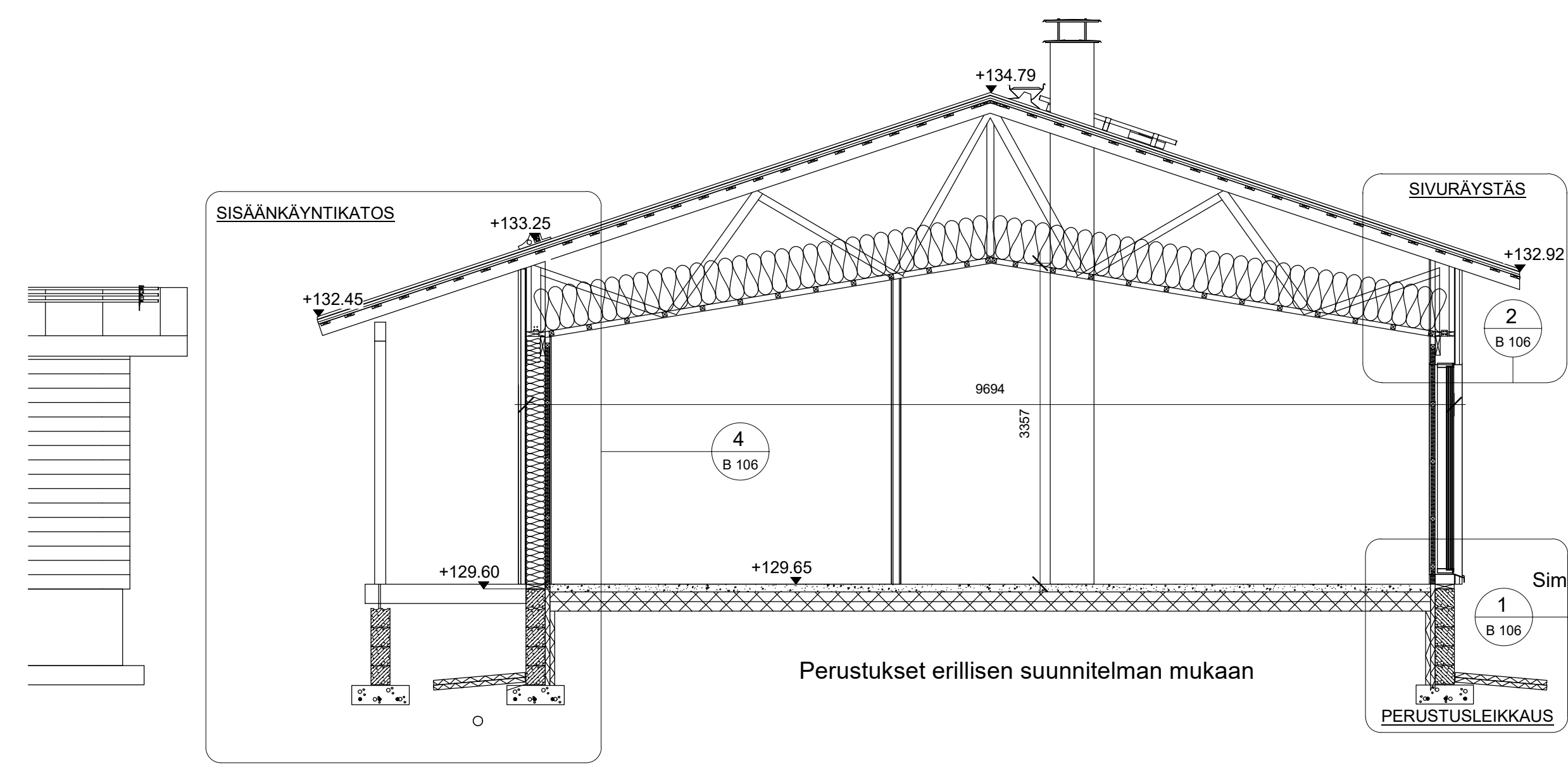
# Liite 9



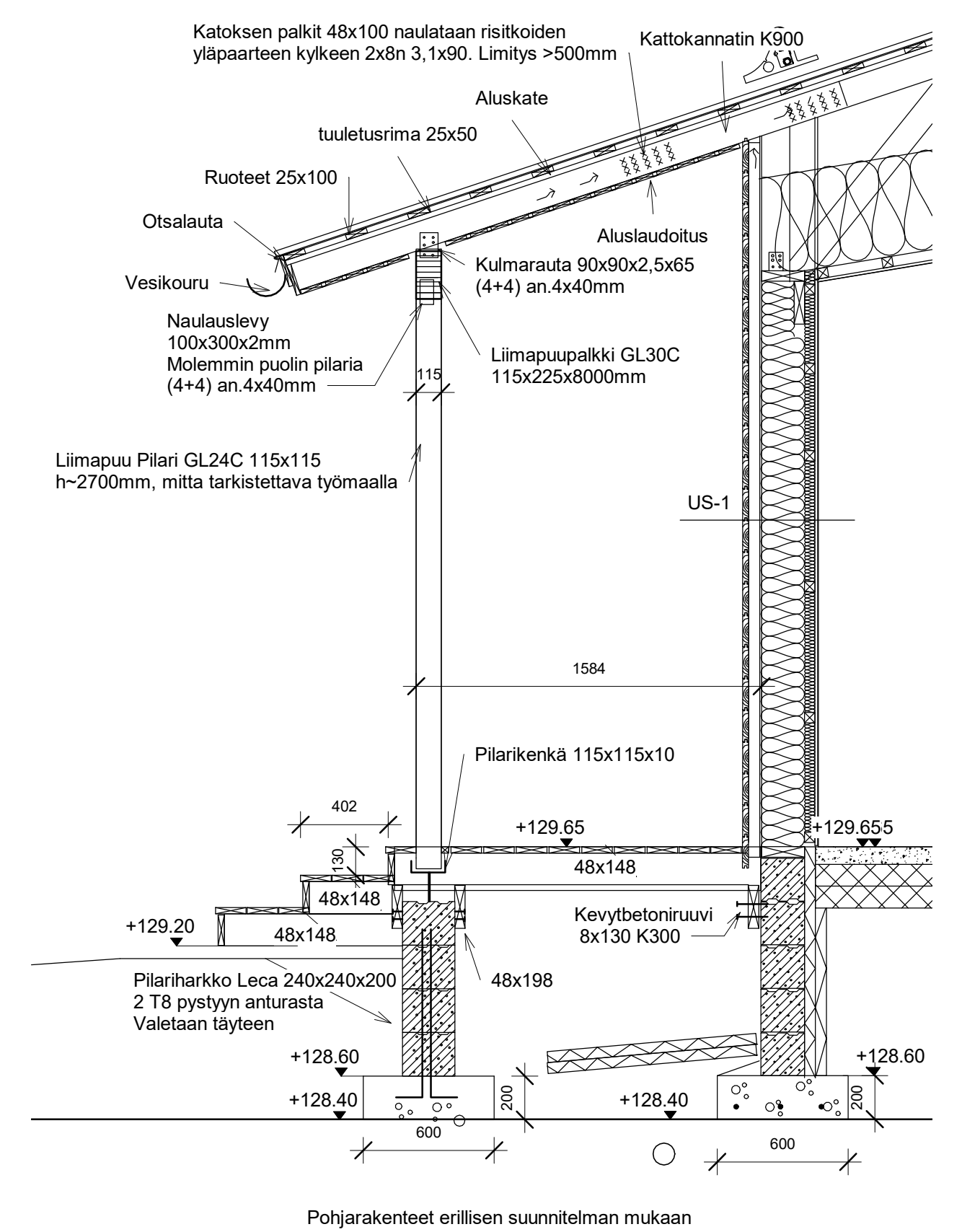
- MATERIAALIT:**
- SAHATAVARA:**
- ALAOHJAUSPUU 48X197 C24
  - RUNKOTOLPPA 48X197 C24
  - YLÄOHJAUSPUU 48X197 C24
- PALKIT:**
- KANTAVIEN SEINIEN RUNKON LOVETUT PALKIT KERTO-S 45X200mm JA 2x45x200mm OLOHUONEEN IKKUNOIDEN YLÄPUOLELLA.
  - SISÄÄNTULOKATOS LIIMAPUUPALKKI GL24C
  - TAKAPIHAN TERASSIN AUKONYLITYSPALKKI KERTO-S 2X75X300mm
- PILARIT LIIMAPUU 115X115**
- RISTIKOT TEHDASVALMISTEISIA NAULALEVYRISTIKOITA**
- KUORMITUKSET:**
- LUMI 2,0 Kn/m<sup>2</sup>
  - TUULI 0,7 kN/M<sup>2</sup>
  - OMAPIINO YLÄPAARRE 0,2 kN/m<sup>2</sup>
  - OMAPIINO ALAPAARRE 0,3kN/M<sup>2</sup>
- KIINNITYKSET JA KIINNIKEET:**
- RUNKOTOLPAT NAULATAAN ALAOHJAUSPUUHUN 8n. 3,1X90mm ks.
  - KANTAVIEN ULKOSEINIEN RUNGON LOVEEN ANENNETTAVAT PALKIT NAULATAAN RUNKOTOLPPPIIN 4n. 3,1x90mm ks.
  - YLÄOHJAUSPUU NAULATAAN JOKAISEEN RUNKOTOLPPAAN 5n. 3,1X90 mm ks.
  - KATTORISTIKOIDEN KIINNITYS YLÄOHJAUSPUUHUN KULMARAUTA 90X90X2,5x65 KULMARAUDAN KIINNITYS 4+4 an. 4X40mm
- RUNGON LEVYJÄYKISTYS:**
- RAKENNUS JÄYKISTETÄÄN 3 PÄÄTYSEINÄLLÄ JA YHDELLÄ JÄYKISTÄVÄLLÄ VÄLISEINÄLLÄ.
  - JÄYKISTÄVÄT TUULENSUOJALEVYT GYPROC GTS 9 1200X2700mm KIINNITETÄÄN QU 32-RUUVILLA.
  - RUUVIT RUUVATAAN K100 JAOLLA ULKOSEINÄN RUNKOTOLPPPIIN
  - Jäykistävissä väliseinässä gyproc GN13. Runko 39x66 K300. Ruuvaus GT 29 K100
- VESIKATON JÄYKISTYS:**
- TJ= 22x100 lauta asennetaan yläpaarteeseen alapintaan, sekä alapaarteeseen yläpintaan 45 asteen kulmassa. Naulaus päädyssä 4n/3,1x90mm ja laudan keskellä 3n/3,1x90. Ei päittäisjatkoksia. Jatkos vähintään 1 ristikkövälillä
  - Jäykistelinjat 1 ja 4 rakennuksen kantavalla seinälinjoilla jäykistetään tuulensuojalevyillä.
  - Jäykistelinjat 2 ja 3 pystyvinoreivaus 22x100 lauta. Vinoreivaus 2 ristikon matkalle ristiin kummallekin puolelle ristikon sauvaa. Naulaus Päissä 4n/3,1x90 ja keskellä 3n/3,1x90. Pystyvinoreivaus sidotaan jäykistäviin päätyrunkoihin 48x98 soiron avulla. Soiro naulataan pystyrungon kylkeen.
  - Alapaarretaso jäykistetään Gyproc GN 13 levytyksellä. Ruuvaus k100.

|  |                    |                     |                         |
|--|--------------------|---------------------|-------------------------|
| Kaupunginosa / Kylä  | Kortteli / Tila    | Tontti / Rno        | Viranomaisen merkintöjä |
|  |                    |                     |                         |
| Rakennusluokitus   | UUDISRAKENNUS      |                     | Piirustuslaji           |
|  |                    |                     | Juokseva numero         |
|  |                    |                     | 10                      |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset  | Asuinrakennus      |                     |                         |
| Rakennuskohde  | Vesikaton tasokuva |                     | mittakaava              |
|  |                    |                     | 1:50                    |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br>Kääräinen Timo | Työnumero          | Piirustuksen tunnus | muutos                  |
|  | 01                 | B105                |                         |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys           | Suunnitteluala     | Tiedosto            |                         |
|  |                    | RAK                 |                         |
|  | 01/14/22           |                     |                         |

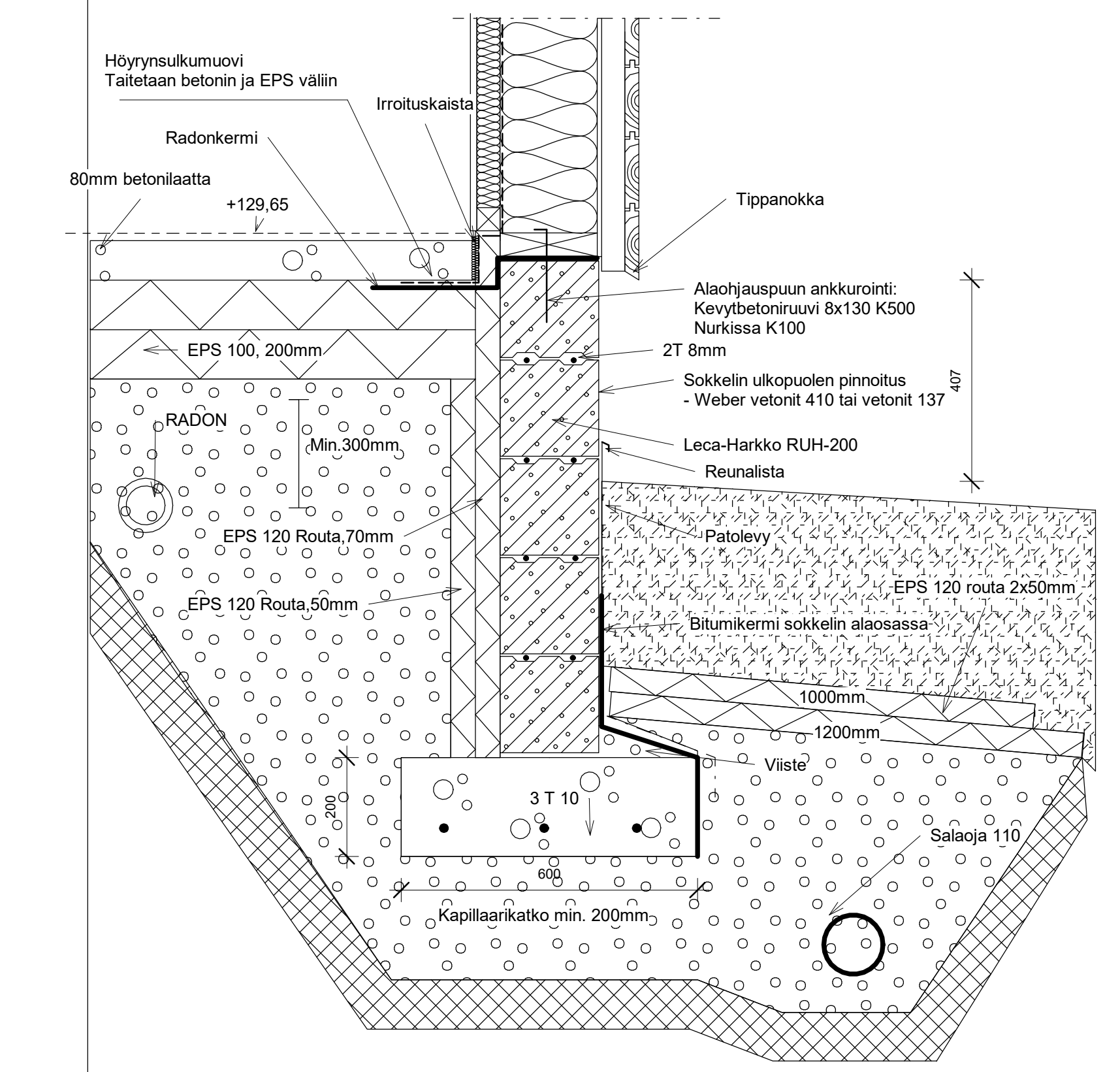
21.12.2022 20:46:09



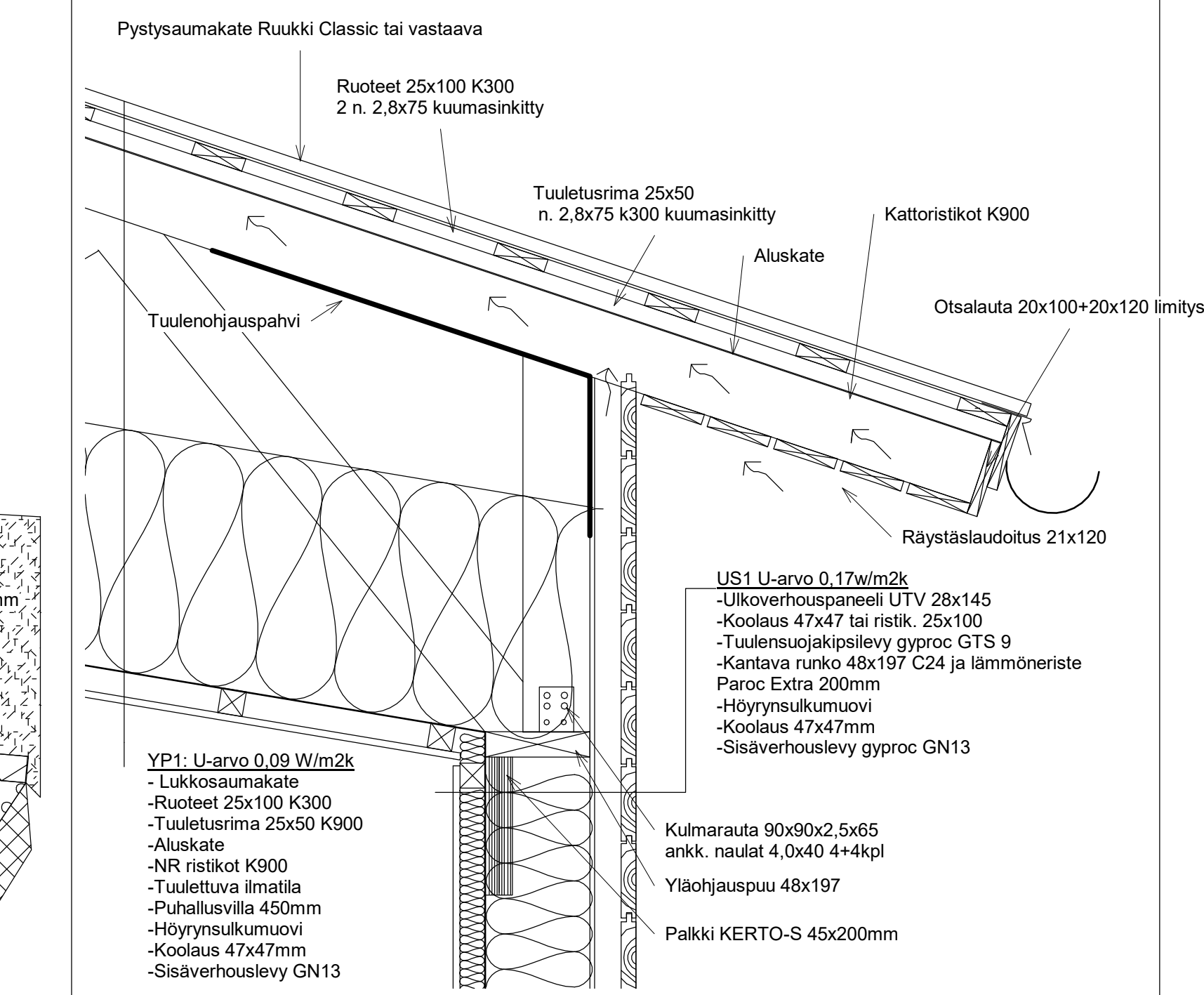
**SISÄÄNKÄYNTIKATOS**



**PERUSTUSLEIKKAUS**



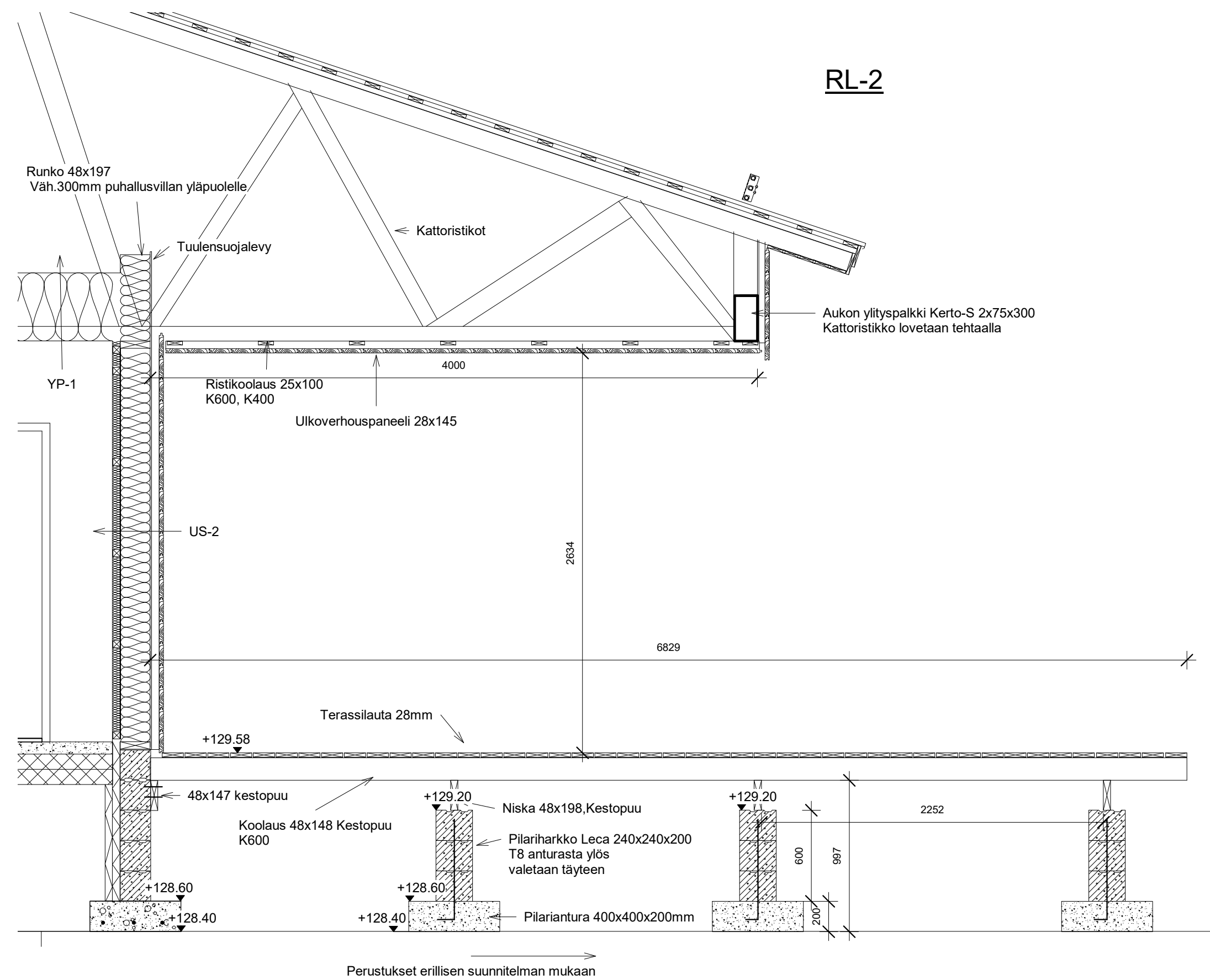
**YLÄPOHJALEIKKAUS, SIVURÄYSTÄS**



|   |                 |                        |                          |
|---|-----------------|------------------------|--------------------------|
| Kaupunginosa / Kyla   | Kortteli / Tila | Tontti / Rno           | Viranomaisten merkintöjä |
|   |                 |                        |                          |
| Rakennustoimenpide  | UUDISRAKENNUS   | Piirustuslaji          | Leikkauspiirustus        |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset |                 | Juokseva numero        | 11                       |
| Rakennuskohde   |                 | Piirustuksen sisältö   | mittakaava               |
|   |                 | Sisäänkäyntikatos      | 1:10                     |
|   |                 | Perustusleikkaus       | 1:10                     |
|   |                 | Leikkaus sivuräystästä | 1:10                     |
|   |                 | RL-1                   | 1:50                     |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero                  |                 | Työnumero              | Piirustuksen tunnus      |
| Kääräinen Timo  |                 | 01                     | B 106                    |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päivätys         |                 | Suunnittelualue        | Tiedosto                 |
|   |                 |                        |                          |
|   |                 | 12/20/21               | <b>RAK</b>               |

Liite 11

16.10.2022.22.07

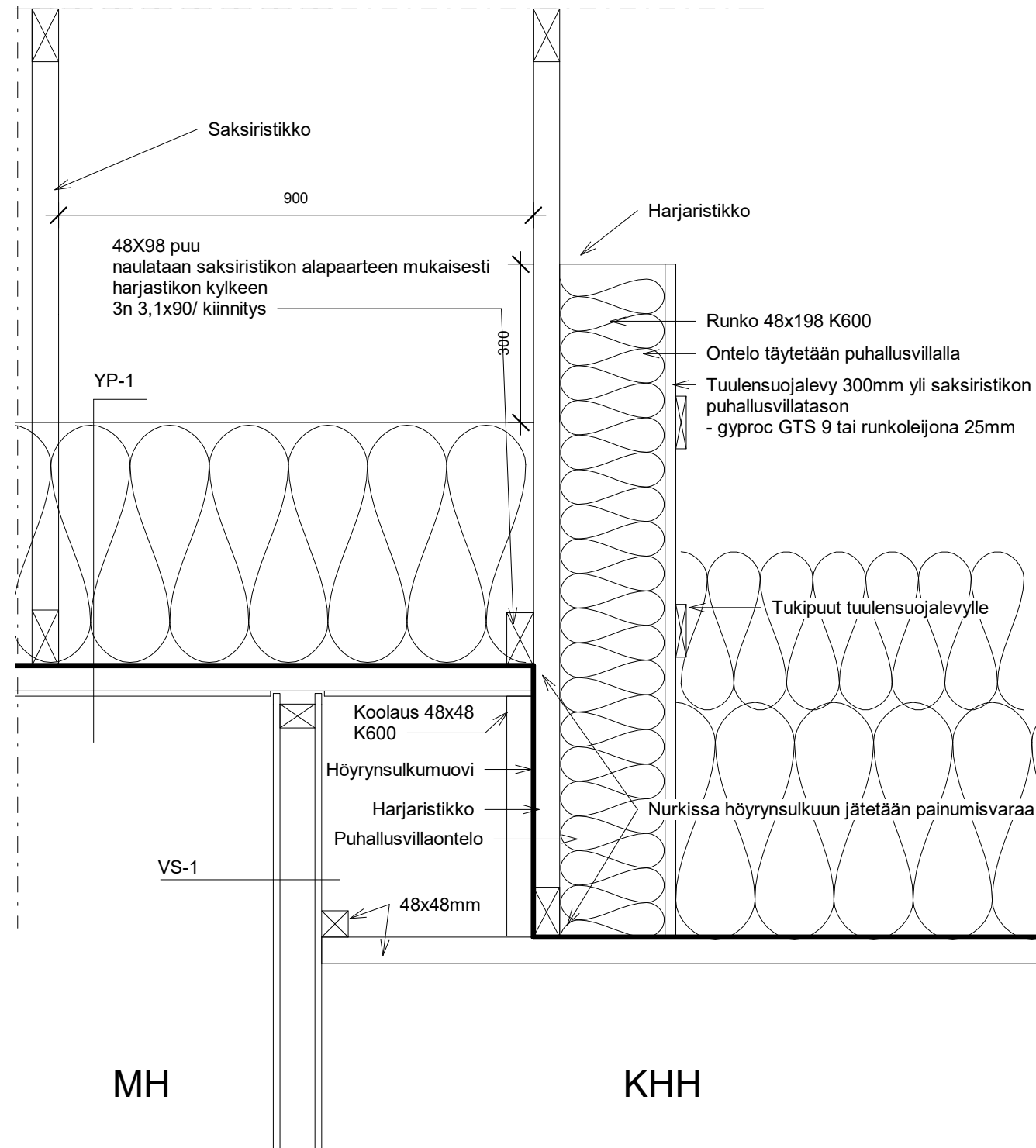


|   |                      |                     |                        |
|---|----------------------|---------------------|------------------------|
| Kaupunginosa / Kylä   | Kortteli / Tila      | Tontti / Rno        | Viranomaisten merkintä |
| [REDACTED]  | [REDACTED]           | [REDACTED]          | [REDACTED]             |
| Rakennustoimenpide  | Piirustuslaji        | Juokseva numero     |                        |
| UUDISRAKENNUS   | Leikkauspiirustus    |                     |                        |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset |                      |                     |                        |
| Asuinrakennus   |                      |                     |                        |
| Rakennuskohde   | Piirustuksen sisältö | mittakaava          |                        |
| [REDACTED]  | RL-2                 | 1:25                |                        |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero                  | Työnumero            | Piirustuksen tunnus | muutos                 |
| Kääriäinen Timo   | 01                   | B108                |                        |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys          | Suunnitteluala       | Tiedosto            |                        |
| Designer  |                      |                     |                        |
|   | 01/16/22             | <b>RAK</b>          |                        |

# Liite 12

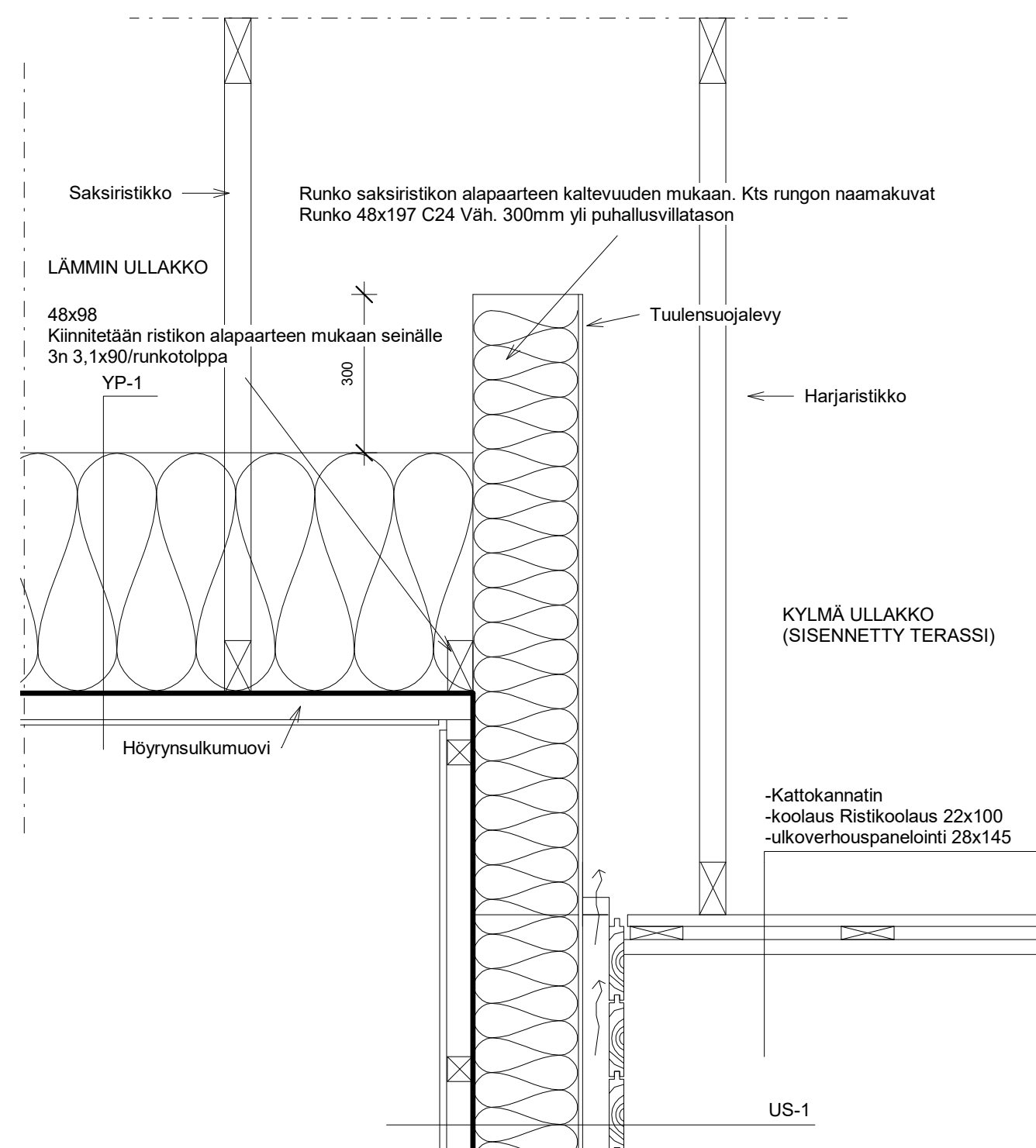
## YP DET 1

### Harja-ja saksiristikon liitos



## YP DET 2

### Harja-ja saksiristikon liitos

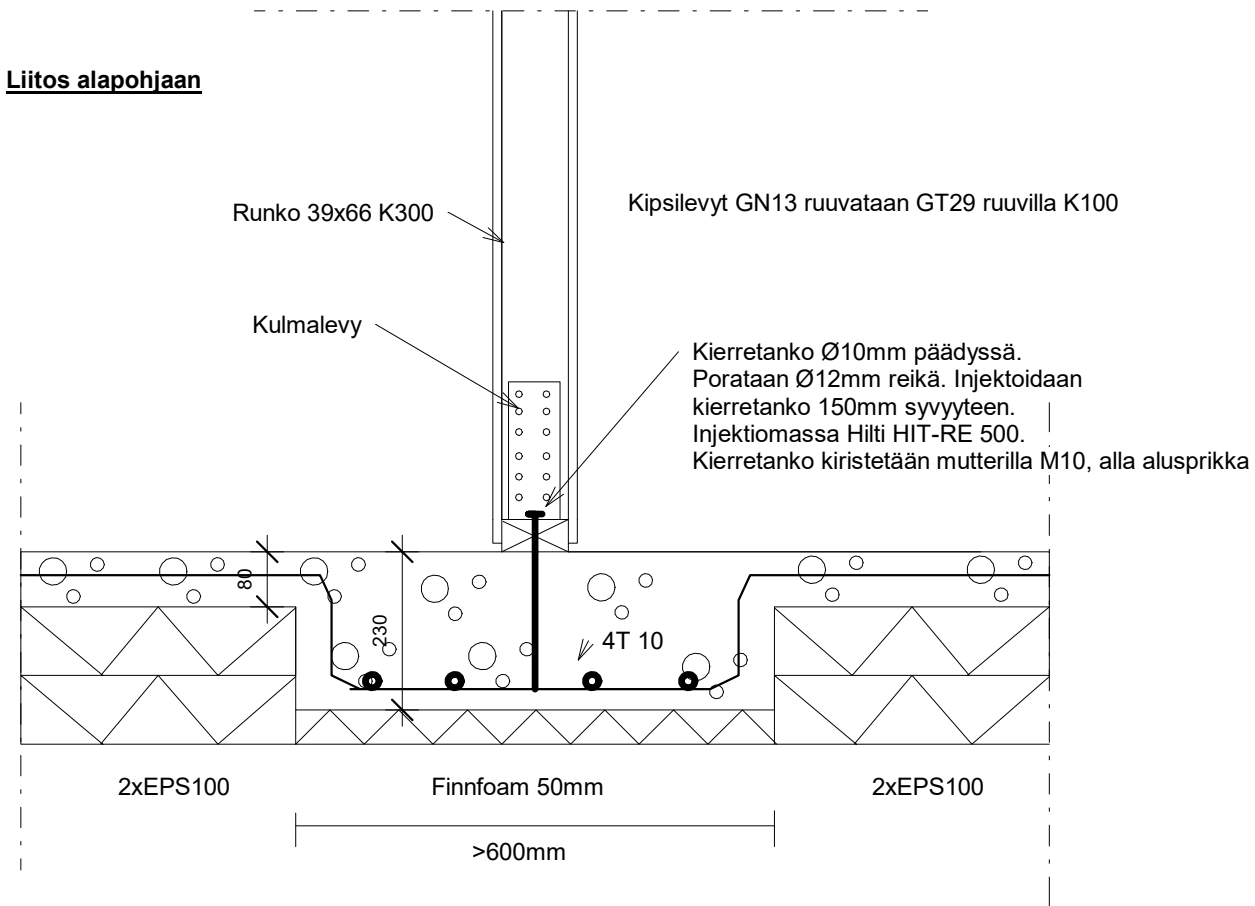


|   |                       |                      |                        |
|---|-----------------------|----------------------|------------------------|
| Kaupunginosa / Kylä   | Kortteli / Tila       | Tontti / Rno         | Viranomaisten merkintä |
|   |                       |                      |                        |
| Rakennustoimenpide  | Piiurustelaji         |                      | Juokseva numero        |
| UUDISRAKENNUS   | RAK detajji           |                      |                        |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset | Asuinrakennus         |                      |                        |
| Rakennuskohde   | Piiurustuksen sisältö | mittakaava           |                        |
|   | YP DET 1              | 1:10                 |                        |
|   | YP DET 2              | 1:10                 |                        |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero                  | Työnumero             | Piiurustuksen tunnus | muutos                 |
| Kääriäinen Timo   | 01                    | B109                 |                        |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys          | Suunnitteluala        | Tiedosto             |                        |
|   | 01/18/22              | RAK                  |                        |

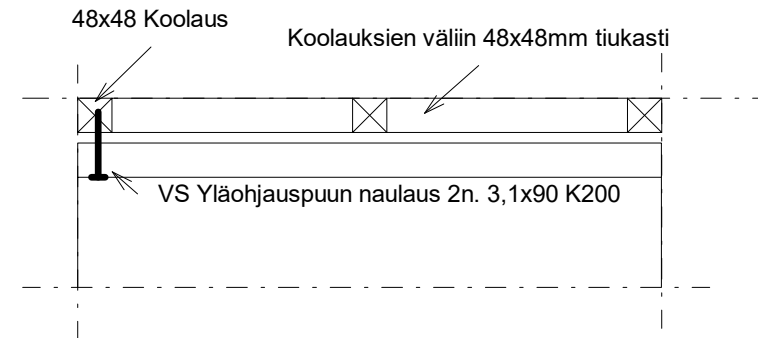
# Liite 13

21.12.2022/0436

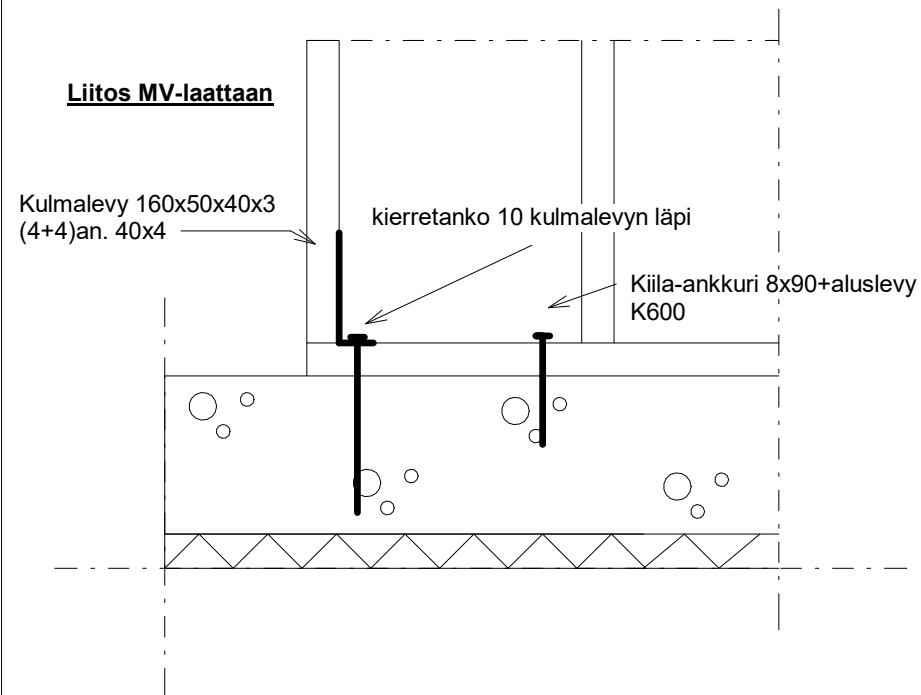
## Liitos alapohjaan



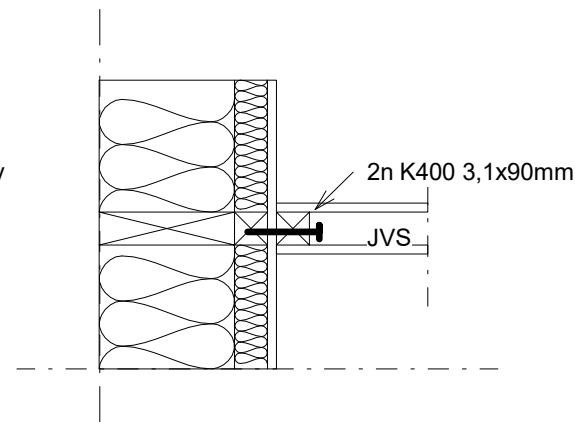
## Liitos yläpohjaan



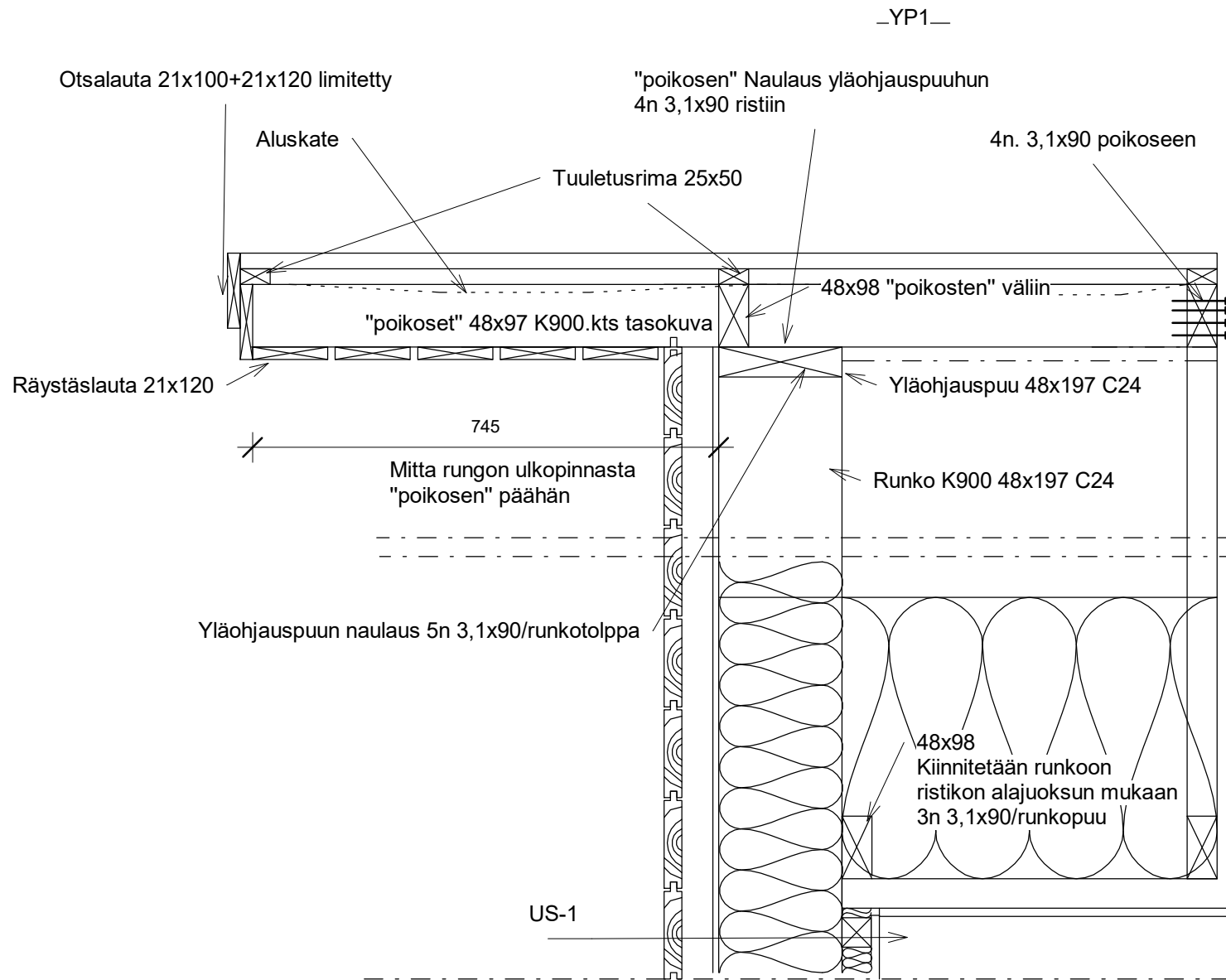
## Liitos MV-laattaan



## Liitos ulkoseinään



|   |                      |                     |                          |
|---|----------------------|---------------------|--------------------------|
| Kaupunginosa / Kylä   | Kortteli / Tila      | Tontti / Rno        | Viranomaisten merkintöjä |
|   |                      |                     |                          |
| Rakennustoimenpide  |                      | Piirustuslaji       | Juokseva numero          |
| UUDISRAKENNUS   |                      | RAK detalji         | 14                       |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset | Asuinrakennus        |                     |                          |
| Rakennuskohde   | Piirustuksen sisältö | mittakaava          |                          |
|   | Jäykistävä Väliseinä | 1:10                |                          |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero                  | Työnumero            | Piirustuksen tunnus | muutos                   |
| Kääräinen Timo  | 01                   | B109                |                          |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys          | Suunnitteluala       | Tiedosto            |                          |
|   | 01/13/22             | RAK                 |                          |

PÄÄTYRÄYSTÄS DETALJI

|   |                               |  |                                     |
|---|-------------------------------|--|-------------------------------------|
| Kaupunginosa / Kylä<br>[REDACTED]   | Kortteli / Tila<br>[REDACTED] | Tontti / Rno<br>[REDACTED]                         | Viranomaisten merkintöjä            |
| Rakennustoimenpide<br><b>UUDISRAKENNUS</b>  |                               | Piiirustustaji<br><b>detalji</b>                   |                                     |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset<br><b>Asuinrakennus</b> |                               |  |                                     |
| Rakennuskohde<br>[REDACTED]   |                               | Piiirustuksen sisältö<br><b>Päätyräystädetalji</b> | mittakaava<br><b>1:10</b>           |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br><b>Kääriäinen Timo</b><br>[REDACTED]  |                               | Työnumero<br><b>01</b>                             | Piiirustuksen tunnus<br><b>B110</b> |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys<br>[REDACTED]                    |                               | Suunnitteluala                                     | Tiedosto                            |
|   |                               | 01/21/22   |                                     |

# Liite 15

Ristikko:

R1

Määrä:

6 Kpl

Jako :

900mm

Kuormat:

- Lumi 2,0 kN/m<sup>2</sup>

- Tuulikuorma 0,6kN/m<sup>2</sup>

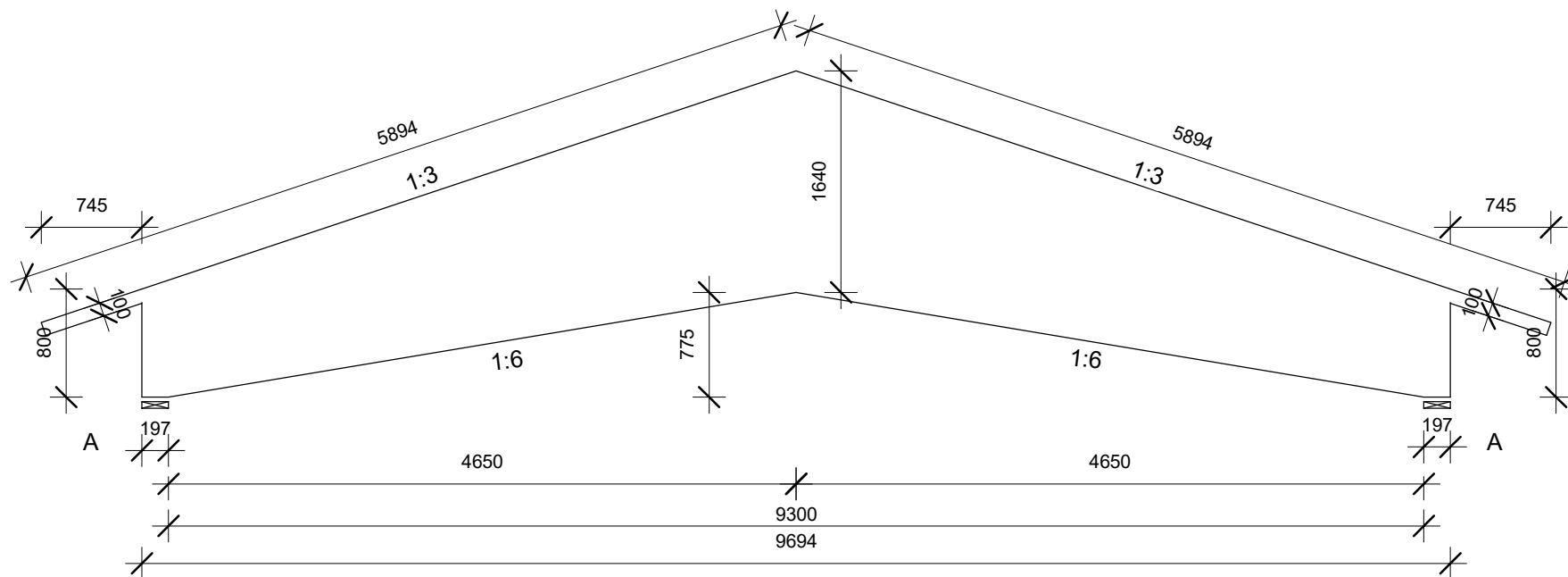
- Omapaino:

Alapaarre 0,3kN/m<sup>2</sup>

Yläpaarre 0,2kN/m<sup>2</sup>

Ruoteet 25x100 K300

Katemateriaali pelti





# Liite 16

Ristikko:

R2

Määrä:

8 kpl

Jako :

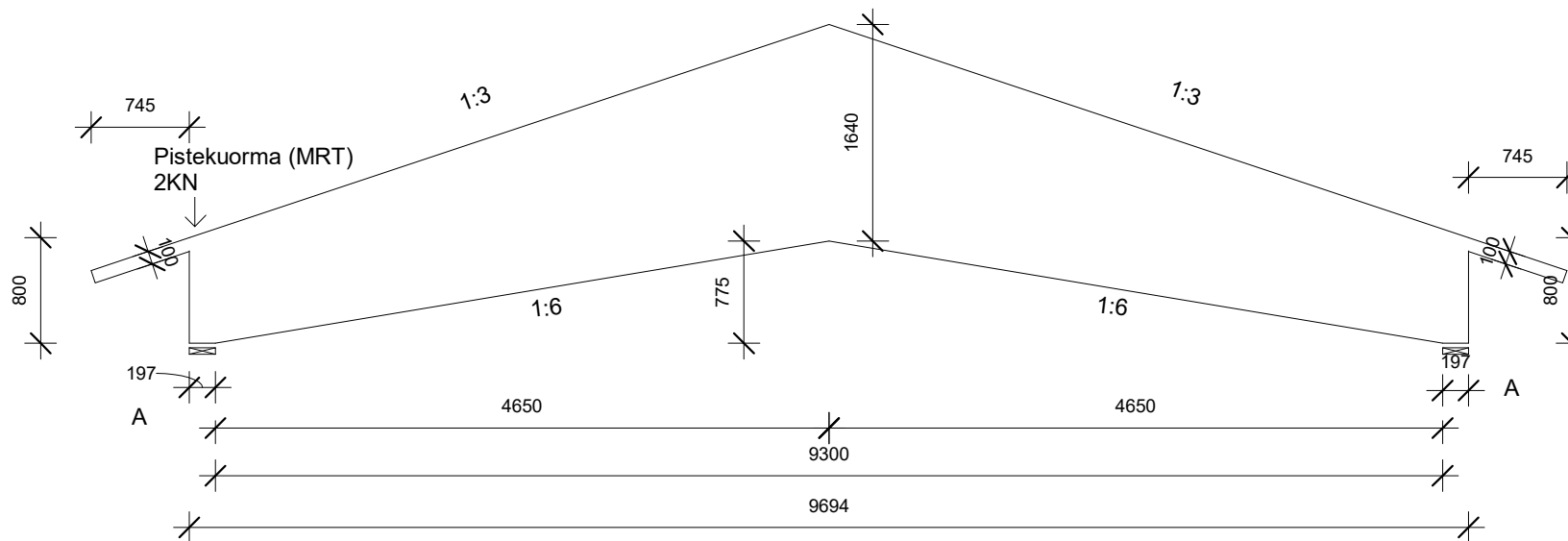
900 mm

Pistekuorma 2 kN:  
- Yläpaarteiden kylkeen naulataan  
48x98 C24 katoksen lippaa varten  
Kts. Vesikaton Tasokuva

Kuormat:

- Lumi 2,0 kN/m<sup>2</sup>  
- Tuulikuorma 0,6kN/m<sup>2</sup>  
- Omapaino:  
Alapaarre 0,3kN/m<sup>2</sup>  
Yläpaarre 0,2kN/m<sup>2</sup>

Ruoteet 25x100 K300  
Katemateriaali pelti



# Liite 17

Ristikko:

R3

Määrä:

3 kpl

Jako :

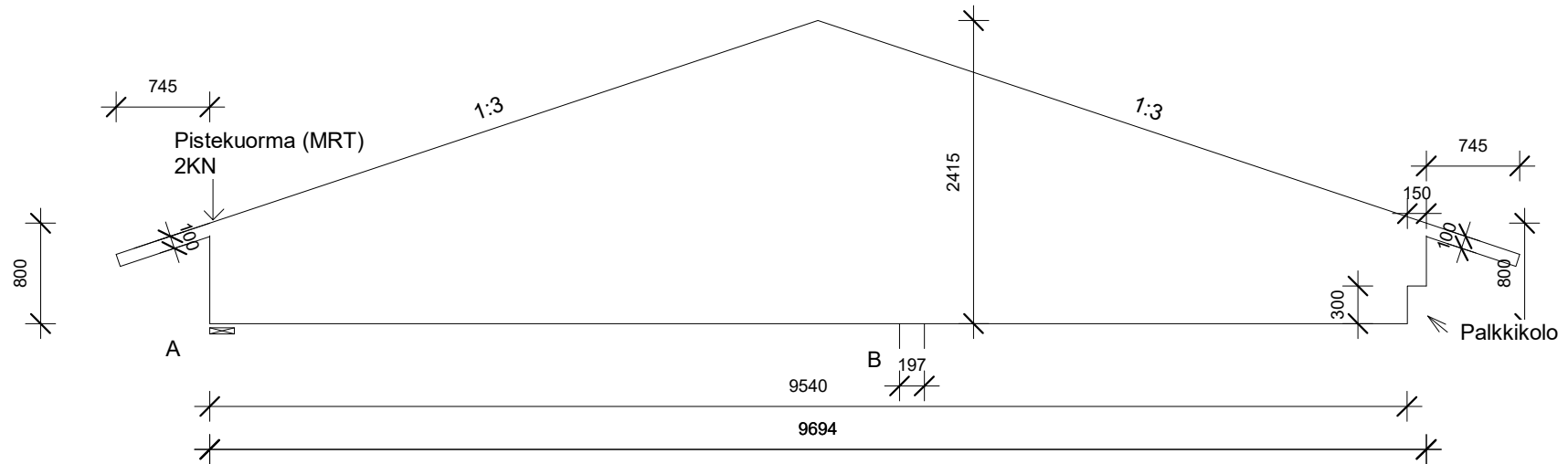
900 mm

Pistekuorma 2 kN  
- Yläpaarteen kylkeen naulataan  
48x98 C24 katoksen lippaa varten  
Kts. Vesikaton Tasokuva

Kuormat:

- Lumi 2,0 kN/m<sup>2</sup>  
- Tuulikuorma 0,6kN/m<sup>2</sup>  
- Omapaino:  
Alapaarre 0,3kN/m<sup>2</sup>  
Yläpaarre 0,2kN/m<sup>2</sup>

Ruoteet 25x100 K300  
Katemateriaali pelti





## Rakennuksen jäykistys Gyproc GTS 9

### Tuulikuorman laskenta

| Tunnus    | Lähtöarvot | Yks               |
|-----------|------------|-------------------|
| $C_f$     | 1,39       |                   |
| $q_p(h)$  | 0,37       | kN/m <sup>2</sup> |
| $A_{ref}$ | 101,4      | m <sup>2</sup>    |

Kokonaistuulikuorman kaava:

$$F_{w,k} = C_f * q_p(h) * A_{ref}$$

Ominaiskuormien aiheuttamat voimasuureet:

|            |                                  |
|------------|----------------------------------|
| a = 2,5 m  | yläpohjan projektion korkeus     |
| b = 0,4 m  | Perusmuurin korkeus              |
| h = 2,6 m  | huonekorkeus                     |
| H = 6 m    | rakennuksen korkeus              |
| L = 16,9 m | rakennuksen pidemmän sivun mitta |

Vaakasuuntainen tuulikuorma jakaantuu viivakuormana seinälle:

$$q_{w,k} = C_f * q_p(h) * \left(a + \frac{h}{2}\right) = 1,39 * \frac{0,37 \text{ kN}}{\text{m}^2} * \left(2,6 \text{ m} + \frac{2,5 \text{ m}}{2}\right) = 1,98 \text{ kN/m}$$


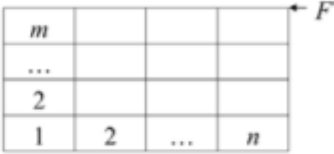
Viivakuorma jaetaan kolmelle jäykistävälle ulkoseinälle ja yhdelle jäykistävälle väliseinälle:

$$F_d = \frac{\frac{1,98 \text{ kN}}{\text{m}} * 16,9 \text{ m}}{4} = 8,36 \text{ kN/seinä}$$

Huomioidaan eurokoodin mukainen osavarmuuskerroin:

$$\text{MRT-kuorma} = F_d * 1,5 = 8,36 \text{ kN} * 1,5 = \mathbf{12,54 \text{ kN/seinä}}$$

**Laskentakaavat:**

|  |   |
|--|---|
| <p>Levyt kuorman kohtisuorassa suunnassa</p>  | <p>Levyt kuorman suunnassa</p>  |
| <p>Kuormituskestävyys</p> $R_d = \frac{nR_{vd}}{\gamma H}$   | <p>Kuormituskestävyys</p> $R_d = \frac{nR_{vd}}{\gamma B}$  |
| <p>Yläreunan vaakasuuntainen siirtymä</p> $u = \left( \frac{\beta H^2}{K} + \frac{H}{BtG} \right) \frac{mF_k}{n}$              | <p>Yläreunan vaakasuuntainen siirtymä</p> $u = \left( \frac{\beta B^2}{K} + \frac{B}{HtG} \right) \frac{mF_k}{n}$ |
| <p>Reunimmaisen runkotolpan ankkurointivoima</p> $N_d = \frac{mHF_d}{nB}$  | <p>Reunimmaisen runkotolpan ankkurointivoima</p> $N_d = \frac{mBF_d}{nH}$   |

missä

$H$  on levyn korkeus [mm]

$B$  on levyn leveys [mm]

$t$  on levyn paksuus [mm] (ks. luku 5)

$G$  on levyn liukumoduuli [ $N/mm^2$ ] (ks. luku 5)

$n$  on levyjen lukumäärä kuorman suunnassa [-]

$m$  on levyjen lukumäärä kuorman kohtisuorassa suunnassa [-]

$\gamma$  on ruuvauskaavion huomioon ottava kerroin [ $-/mm$ ] (ks. luku 4)

$\beta$  on ruuvauskaavion huomioon ottava kerroin [ $-/mm^2$ ] (ks. luku 4)

$R_{vd}$  on levyn ja runkopuun välisen kiinnikeliitoksen laskentaleikkauskestävyys [ $N$ ] (ks. luku 5)

$K$  on levyn ja runkopuun välisen kiinnikeliitoksen siirtymäkerroin [ $N/mm$ ] (ks. luku 5)

$F_d$  on seinän yläreunaan kohdistuva laskentakuorma [ $N$ ]

$F_k$  on seinän yläreunaan kohdistuva ominaiskuorma [ $N$ ]

Levyjäykistyksen kuormituskestävyys

$$R_d = \frac{nR_{v_d}}{\gamma H}$$

Reunimmaisen runkotolpan ankkurointivoima

$$N_d = \frac{mHF_d}{nB}$$

**GU 32 ruuvien kiinnityksen leikkauslujuus:**

---

## TUOTESERTIFIKAATTI

---

Nro VTT-C-11904-17  
Myönnetty 27.1.2017

4 (5)

| Kiinnike | Levy-<br>tyyppi | Käyttö-<br>luokka | Ominais-<br>leikkaus-<br>lujuus<br>[N] | Siirtymä-<br>kerroin<br>[N/mm] | Kimmo-<br>moduuli<br>pituus-<br>suunta<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Kimmo-<br>moduuli<br>poikki-<br>suunta<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Liuku-<br>moduuli<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Ominais-<br>leikkaus-<br>lujuus<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------|-----------------|-------------------|--|--------------------------------|--|--|---|---|
| QU 32    | GTS 9           | 2                 | 450                                    | 1300                           | 2400   | 1700   | 600                                       | 1,36  |




Leikkauslujuuden arvot tulee jakaa materiaalin osavarmuuskertoimella ja huomioidaan myös kuorman keston vaikutus käyttöluokassa 2.

$$k_{mod} * \frac{450N}{\gamma_m} = 1,1 * \frac{450}{1,3} = 380 N = \text{Yhden ruuvien leikkauskestävyys}$$

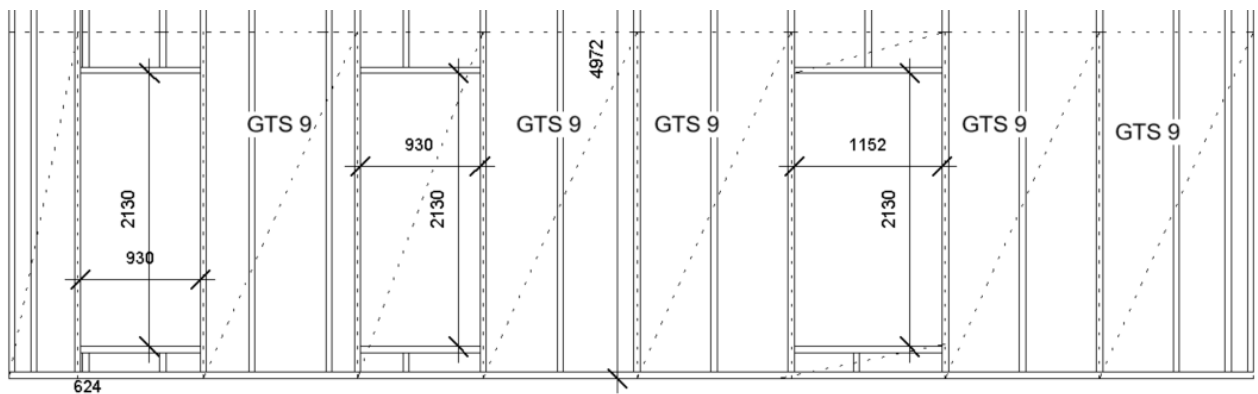
**Yläreunan vaakasuuntainen siirtymä**

$$u = \left( \frac{\beta B^2}{K} + \frac{B}{HtG} \right) \frac{mF_k}{n}$$

**Ruuvauskaaviot:**

| Ruuvauskaavio  | Levykoko | 1200mm*2400mm |   | 1200mm*2700mm  |   | 1200mm*3000mm  |   |
|--|----------|---------------|---|--|---|--|---|
|  |          | Ruuviväli     | Kerroin $\gamma$<br>[*10 <sup>-5</sup> /mm] | Kerroin $\beta$<br>[*10 <sup>-8</sup> /mm <sup>2</sup> ] | Kerroin $\gamma$<br>[*10 <sup>-5</sup> /mm] | Kerroin $\beta$<br>[*10 <sup>-8</sup> /mm <sup>2</sup> ] | Kerroin $\gamma$<br>[*10 <sup>-5</sup> /mm] |
| 1)    | 100mm    | 7,07          | 13,1  | 6,98   | 12,7  | 6,91   | 12,4  |
|  | 150mm    | 9,63          | 17,9  | 9,48   | 17,3  | 9,37   | 16,8  |
|  | 200mm    | 11,7          | 21,8  | 11,5   | 21,0  | 11,4   | 20,4  |
| 2)   | 100mm    | 5,14          | 9,57  | 5,05   | 9,21  | 4,99   | 8,95  |
|  | 150mm    | 7,01          | 13,1  | 6,88   | 12,5  | 6,78   | 12,2  |
|  | 200mm    | 8,56          | 15,9  | 8,37   | 15,3  | 8,24   | 14,8  |
| 3)  | 100mm    | 4,54          | 8,12  | 3,86   | 6,78  | 3,36   | 5,82  |
|  | 150mm    | 6,56          | 11,8  | 5,62   | 9,91  | 4,91   | 8,54  |
|  | 200mm    | 8,44          | 15,3  | 7,27   | 12,9  | 6,38   | 11,1  |

**Jäkistävä päätyseinä 1:**



|                 |      |                                     |
|-----------------|------|-------------------------------------|
| n               | 5    | kpl                                 |
| R <sub>vd</sub> | 380  | N                                   |
| Y               | 3,86 | N/mm <sup>2</sup> *10 <sup>-5</sup> |
| B               | 1200 | mm                                  |

|                |      |                                     |
|----------------|------|-------------------------------------|
| $\beta$        | 6,78 | N/mm <sup>2</sup> *10 <sup>-5</sup> |
| F <sub>d</sub> | 16,8 | kN                                  |
| H              | 2,7  | m                                   |

Yhden levyn kestävyys k100 QU 32 ruuvilla:

$$R_d = \frac{1 * 380N}{3,86 * 10^{-5}/mm * 2700mm}$$

$$R_d = 3,64 \text{ kN}$$

Täysiä levyjä on 5kpl →

$$3,64 \text{ kN} * 5 \text{ levyä} = 18,23 \text{ kN}$$

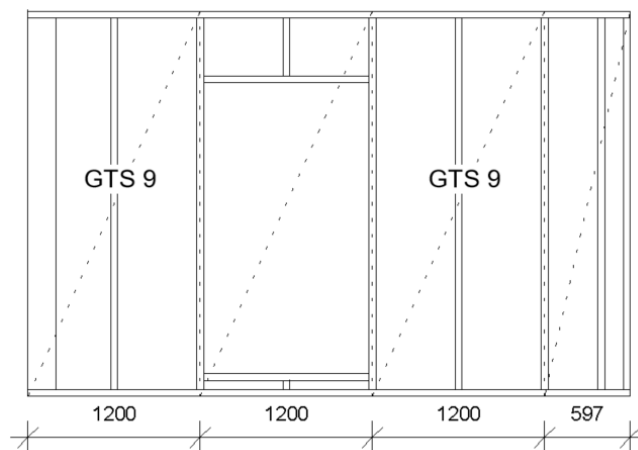
$$\frac{F_d}{R_d} = \frac{12,54kN}{18,23 \text{ kN}} = 0,68 < 1 \rightarrow \text{Kestää!}$$

Kiinnitys ruuveilla QU 32 4,2x32 K100

Reunimmaisen runkotolpan ankkurointivoima:

$$N_d = \frac{2700mm * 12540N}{5 * 1200mm} = 5,64 \text{ kN rakennuksen päädyssä reunimmainen runkotolppa}$$

**Jäykistävä päätyseinä 2:**



Täysiä levyjä on 2 →

$$R_d = 3,64kN * 2 = 7,28 \text{ kN}$$



### Käyttöaste:

$$\frac{F_d}{R_d} = \frac{12,54kN}{7,28kN} = 1,72 > 1 \rightarrow \text{Ei kestä}$$

Koska käyttöaste ei riitä hyödynnetään molemmin puolista levytystä. Sisäpuolen levytyksenä toimii Gyproc Gn 13 ja ruuvina QT 29. Seuraavassa väliseinän jäykistykseen laskelmassa laskettiin että yhden Gyproc Gn 13 levyn kuormituskestävyys on **3,4kN**.-->

$$R_d = 7,28 kN + 2 * 3,4kN = 14,08 kN$$

Käyttöaste molemminpuolisella levytyksellä:

$$\frac{F_d}{R_d} = \frac{12,54kN}{14,08kN} = 0,89 < 1 \rightarrow \text{Kestää!}$$

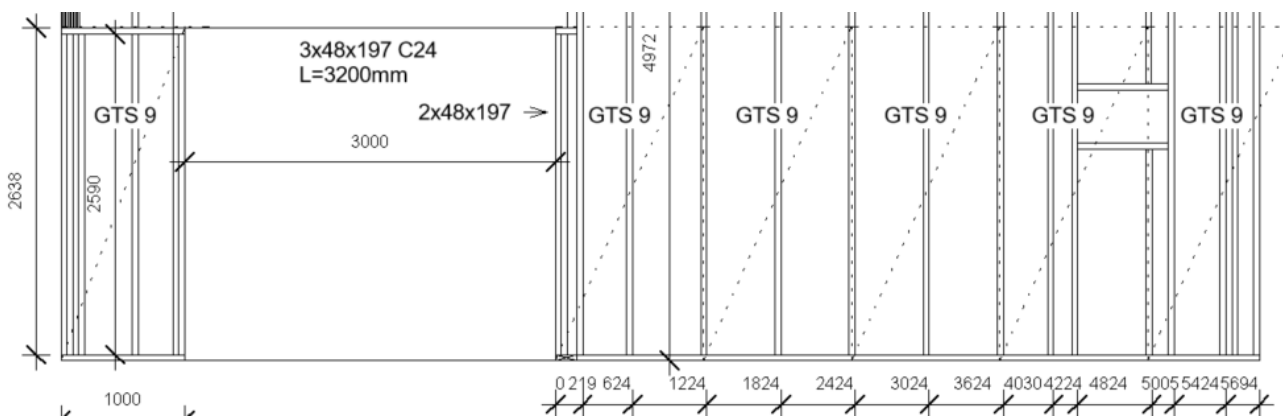
Tuulensuojalevytyksen kiinnitys QU 32 K100 ja sisäpuolen GN13 kiinnitys QT 29 K100!

**TULEE HUOMIOIDA, ETTÄ ULKOSEINÄN VAAKAKOOLAUKSIEN VÄLIIN LISÄTÄÄN PYSTYSUUNTAISET KAPULAT JOIHIN KIPSILEVYN REUNAT SAADAAN KIINNITETTYÄ!**

Reunimmaisen runkotolpan ankkurointivoima:

$$N_d = \frac{2700mm * 12540N}{2 * 1200mm} = 14kN$$

### Päätöseinä 3:



Täysiä levyjä 3 ja yksi 1000 mm leveä:

Huomioidaan 1000 mm leveässä levyssä 50 % normaalista kuormituskestävyydestä:

$$R_d = 3,64kN * 3 + 3,64kN * 0,5 = 12,74kN$$

$$\frac{F_d}{R_d} = \frac{12,54kN}{12,74kN} = 0,98 < 1 \rightarrow \text{Kestää!}$$

Päätöseinän 3 kiinnitys ruuveilla QU 32 K100

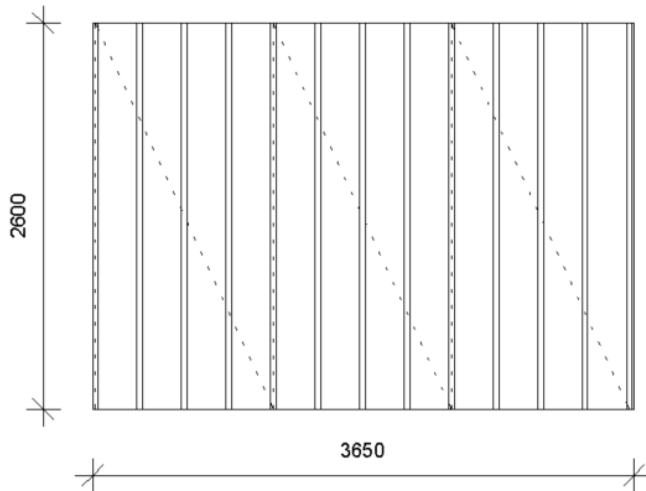
## Jäkistävä väliseinä Gyproc GN13

### Liite 1: Kiinnike- ja levytyyppien ominaisuudet, ruuvit ja naulat

| Kiinnike | Levytyyppi          | Käyttöluokka | Ominaisleikkauslujuus [N] | Siirtymäkerroin [N/mm] | Kimmoduuli pituus-suunta [N/mm <sup>2</sup> ] | Kimmoduuli poikki-suunta [N/mm <sup>2</sup> ] | Liuku-moduuli [N/mm <sup>2</sup> ] | Ominaisleikkauslujuus [N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------|---------------------|--------------|---------------------------|------------------------|---|---|------------------------------------|--|
| QM-ST 32 | GN 13 /Gyproc 4 Pro | 1            | 400                       | 800                    | 2100  | 1600  | 670                                | 1,11                                       |
| QT 29    | GN 13 /Gyproc 4 Pro | 1            | 400                       | 800                    | 2100  | 1600  | 670                                | 1,11                                       |

Rungon ja GN13 välinen ominaisleikkauslujuus. Ruuvi QT 29 K100

$$k_{mod} * \frac{400N}{\gamma_m} = 1,1 * \frac{400}{1,3} = 338N$$



Yhden levyn kuormituskestävyys:→

$$R_d = \frac{338N}{3,78 * \frac{10^{-5}}{mm} * 2600mm} = 3,4 kN$$

Levyt ovat molemmin puolin seinää eli yhteensä 6kpl→

$$3,4 kN * 6kpl = 20,4kN$$

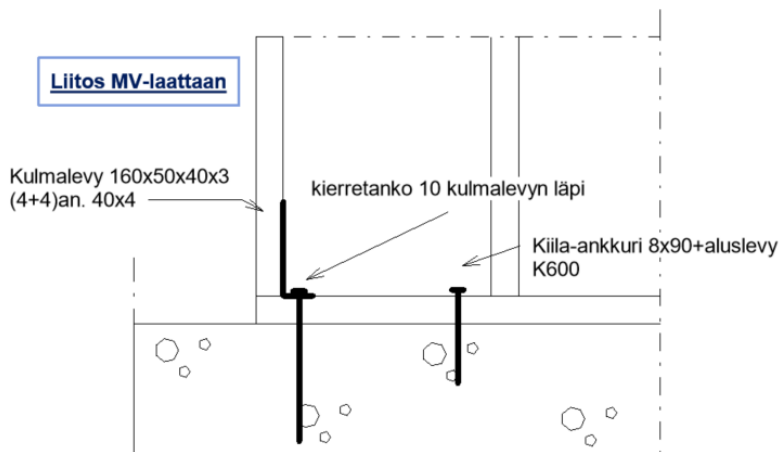
Käyttöaste:

$$\frac{F_d}{R_d} = \frac{12,54kN}{20,4kN} = 0,61 < 1 \rightarrow \text{Kestää!}$$

Jäykistävän väliseinän Gyproc GN 13 kiinnitys ruuveilla QT 29 K100!

Reunimmaisen runkotolpan ankkurointivoima:

$$N_d = \frac{2600mm * 12540N}{3 * 1200mm} = 8,95kN$$



- Yhden kierretangon vetolujuus injektoituna, kun asennussyvyys on 90mm on 14kN (fixmaster.fi) eli liitos kestää!

|                 |   |  |                        |
|-----------------|---|--|------------------------|
| Raporttityyppi: | Tiivis  | Tulostuspäivä:                         | 16.01.2022             |
| Hanke:          | omakotitalo kääriäinen<br>neliöpohja  | Muokauspäivä:                          | 16.01.2022             |
| Laskelmat:      | <b>Rakennuttajan kustannukset</b><br><b>Maa- ja pohjarakentaminen</b><br><b>Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet</b><br><b>Runko ja vesikattorakenteet</b><br><b>Täydentävät rakenteet</b><br><b>Pintarakenteet</b><br><b>Kalusteet varusteet, laitteet</b><br><b>LVIS</b><br><b>Työmaan käyttö ja yhteiskustannukset</b><br><b>Autotalli 24m2+varasto 9m2</b> | Laskelman laajuus:                     | 124 m <sup>2</sup>     |
|                 |   | ALV-%:                                 | 24,00                  |
|                 |   | Kaikki kust./laajuus ALV 0 %:          | 1 678 €/m <sup>2</sup> |
|                 |   | Kaikki kust./laajuus sis. ALV:         | 2 081 €/m <sup>2</sup> |
|                 |   | Laskelmien kaikki kust. yht. ALV 0 %:  | <b>208 067,83 €</b>    |
|                 |   | Laskelmien kaikki kust. yht. sis. ALV: | <b>258 004,10 €</b>    |
| Rakennuslupa:   |   |  |                        |
| Osoite:         |   |  |                        |
| Osoite 2:       |   |  |                        |
| Postinumero:    |   |  |                        |
| Postitmp:       |   |  |                        |
| Maa:            |   |  |                        |

## Laskelma Rakennuttajan kustannukset

| TALO80   | Kustannuserä                       | Määrä | Yksikkö | Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %) | Materiaalit (ALV 0 %) | Työ (ALV 0 %) | Tunnit (tth) | Yhteensä (ALV 0 %) |
|----------|------------------------------------|-------|---------|---------------------------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------------|
| Yhteensä |                                    |       |         | <b>13 070 €</b>                 | <b>0 €</b>            | <b>0 €</b>    | <b>0</b>     | <b>13 070 €</b>    |
| 03       | LVI-suunnittelu, pientalo          | 1,00  | erä     | 760,00 €                        | 0,00 €                | 0,00 €        | 0,00         | 760,00 €           |
| 03       | Energiatodistus, omakotitalo 1 krs | 1,00  | erä     | 380,00 €                        | 0,00 €                | 0,00 €        | 0,00         | 380,00 €           |
| 6        | Liittymät, pientalo                | 1,00  | erä     | 9 430,00 €                      | 0,00 €                | 0,00 €        | 0,00         | 9 430,00 €         |
| 03       | Sähkösuunnittelu, pientalo         | 1,00  | erä     | 800,00 €                        | 0,00 €                | 0,00 €        | 0,00         | 800,00 €           |
| 6        | Rakennusvalvonnan taksat           | 1,00  | erä     | 1 700,00 €                      | 0,00 €                | 0,00 €        | 0,00         | 1 700,00 €         |

## Laskelma Maa- ja pohjarakentaminen

| TALO80   | Kustannuserä   | Määrä  | Yksikkö        | Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %) | Materiaalit (ALV 0 %) | Työ (ALV 0 %)  | Tunnit (tth) | Yhteensä (ALV 0 %) |
|----------|--|--------|----------------|---------------------------------|-----------------------|----------------|--------------|--------------------|
| Yhteensä |  |        |                | <b>27 503 €</b>                 | <b>9 576 €</b>        | <b>6 085 €</b> | <b>208</b>   | <b>43 164 €</b>    |
| 11       | Rakennusalueen raivaus ja kantojen poisto                    | 900,00 | m <sup>2</sup> | 299,70 €                        | 0,00 €                | 572,60 €       | 19,56        | 872,30 €           |
| 13       | Pohjarakenteet, louhintakatselmus ja tärinämittaus, pientalo | 1,00   | erä            | 1 500,00 €                      | 0,00 €                | 0,00 €         | 0,00         | 1 500,00 €         |

|    |  |        |     |             |            |            |       |             |
|----|--|--------|-----|-------------|------------|------------|-------|-------------|
| 13 | Pohjarakenteet, tasolouhinta   | 250,00 | m3  | 11 775,00 € | 0,00 €     | 2 726,65 € | 93,15 | 14 501,65 € |
| 13 | Pohjarakenteet, kanaalilouhinta  | 20,00  | m3  | 1 242,00 €  | 0,00 €     | 218,13 €   | 7,45  | 1 460,13 €  |
| 15 | Pohjarakenteet, salaoja-asennus ja salaojakaivot                       | 66,00  | jm  | 0,00 €      | 640,53 €   | 240,55 €   | 7,59  | 881,08 €    |
| 16 | Sepelitäyttö anturan alle  | 200,00 | m2  | 310,80 €    | 1 858,99 € | 273,93 €   | 9,43  | 2 443,72 €  |
| 16 | Pohjarakenteet, täytöt, rakennuksen sisä- ja ulkopuoliset täytöt, m3tr | 250,00 | m3  | 1 295,00 €  | 7 076,62 € | 1 003,01 € | 34,50 | 9 374,63 €  |
| 12 | Pohjarakenteet, maa-aineksen kuljetus, m3ktr                           | 300,00 | m3  | 1 080,00 €  | 0,00 €     | 1 050,27 € | 35,88 | 2 130,27 €  |
| 17 | Aluerakenteet, pientalo, edullinen (nurmi, pihakiveys 40 m2)           | 2,00   | erä | 10 000,00 € | 0,00 €     | 0,00 €     | 0,00  | 10 000,00 € |

### Laskelma Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet

| TALO80   | Kustannuserä | Määrä | Yksikkö | Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %) | Materiaalit (ALV 0 %) | Työ (ALV 0 %)  | Tunnit (tth) | Yhteensä (ALV 0 %) |
|----------|--------------|-------|---------|---------------------------------|-----------------------|----------------|--------------|--------------------|
| Yhteensä |              |       |         | <b>274 €</b>                    | <b>10 312 €</b>       | <b>1 227 €</b> | <b>35</b>    | <b>11 813 €</b>    |

|    |   |        |     |          |            |            |       |            |
|----|---|--------|-----|----------|------------|------------|-------|------------|
| 21 | Antura 600x200  | 56,00  | jm  | 0,00 €   | 861,19 €   | 0,00 €     | 0,00  | 861,19 €   |
| 21 | Pilariantura 400x400 Terassi  | 3,00   | kpl | 0,00 €   | 72,33 €    | 0,00 €     | 0,00  | 72,33 €    |
| 21 | Pilariantura 600x600 Sisäänkäyntikatos  | 3,00   | kpl | 0,00 €   | 88,39 €    | 0,00 €     | 0,00  | 88,39 €    |
| 22 | Perusmuuri LEca RUH-200 h=1000mm  | 54,20  | jm  | 0,00 €   | 2 966,65 € | 0,00 €     | 0,00  | 2 966,65 € |
| 26 | Maanvarainen laatta: betonilaatta 80 mm. Alapuolinen lämmöneriste 2xEPS 100 100mm+Kapillaarikatko 300mm | 132,00 | m2  | 273,50 € | 4 703,17 € | 1 226,95 € | 35,04 | 6 203,63 € |
| 36 | Terassi sisäänkäynti  | 1,00   | erä | 0,00 €   | 461,65 €   | 0,00 €     | 0,00  | 461,65 €   |
| 36 | Terassi takapiha  | 1,00   | erä | 0,00 €   | 1 158,81 € | 0,00 €     | 0,00  | 1 158,81 € |

### Laskelma Runko ja vesikattorakenteet

| TALO80   | Kustannuserä | Määrä | Yksikkö | Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %) | Materiaalit (ALV 0 %) | Työ (ALV 0 %) | Tunnit (tth) | Yhteensä (ALV 0 %) |
|----------|--------------|-------|---------|---------------------------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------------|
| Yhteensä |              |       |         | <b>2 812 €</b>                  | <b>13 170 €</b>       | <b>29 €</b>   | <b>1</b>     | <b>16 011 €</b>    |

|    |   |      |     |        |          |        |      |          |
|----|---|------|-----|--------|----------|--------|------|----------|
| 32 | Liimapuupilari 115 x 115 x 3000 mm, sis. pilarikengän | 3,00 | kpl | 0,00 € | 153,00 € | 0,00 € | 0,00 | 153,00 € |
|----|---|------|-----|--------|----------|--------|------|----------|

|    |   |        |     |            |            |         |      |            |
|----|---|--------|-----|------------|------------|---------|------|------------|
| 33 | Liimapuupalkki 115 x 225 mm               | 8,00   | jm  | 0,00 €     | 240,00 €   | 0,00 €  | 0,00 | 240,00 €   |
| 33 | Viilupuupalkki 2x75x300mm                 | 12,00  | jm  | 0,00 €     | 324,00 €   | 0,00 €  | 0,00 | 324,00 €   |
| 33 | Viilupuupalkki 45 x 200 mm                | 40,00  | jm  | 0,00 €     | 334,40 €   | 0,00 €  | 0,00 | 334,40 €   |
| 35 | Puurakenteinen Ulkoseinä. US-1            | 54,20  | jm  | 0,00 €     | 6 752,00 € | 29,46 € | 1,06 | 6 781,46 € |
| 37 | Kattotuolit K900. L=9800mm                | 19,00  | kpl | 380,00 €   | 2 599,20 € | 0,00 €  | 0,00 | 2 979,20 € |
| 37 | Aluskate+tuuletusrimat+ruoteet            | 217,00 | m2  | 0,00 €     | 1 486,83 € | 0,00 €  | 0,00 | 1 486,83 € |
| 37 | Räystäät                                  | 1,00   | erä | 0,00 €     | 1 280,14 € | 0,00 €  | 0,00 | 1 280,14 € |
| 37 | Puhallusvilla 450mm ekovilla puhallettuna | 71,00  | m3  | 2 431,75 € | 0,00 €     | 0,00 €  | 0,00 | 2 431,75 € |

#### Laskelma Täydentävät rakenteet

| TALO80   | Kustannuserä  | Määrä | Yksikkö | Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %) | Materiaalit (ALV 0 %) | Työ (ALV 0 %) | Tunnit (tth) | Yhteensä (ALV 0 %) |
|----------|---|-------|---------|---------------------------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------------|
| Yhteensä |   |       |         | <b>5 460 €</b>                  | <b>14 142 €</b>       | <b>132 €</b>  | <b>4</b>     | <b>19 734 €</b>    |
| 41       | Asuinrakennuksen ikkunat  | 1,20  | erä     | 960,00 €                        | 7 008,53 €            | 0,00 €        | 0,00         | 7 968,53 €         |
| 43       | Ovet asuinrakennus  | 1,00  | erä     | 0,00 €                          | 2 494,78 €            | 0,00 €        | 0,00         | 2 494,78 €         |
| 43       | Heloitus, sisäovi, puuovi   | 8,00  | kpl     | 0,00 €                          | 200,00 €              | 0,00 €        | 0,00         | 200,00 €           |
| 43       | Listoitus, ovet   | 80,00 | jm      | 0,00 €                          | 116,15 €              | 0,00 €        | 0,00         | 116,15 €           |
| 45       | Puurunkoinen kipsilevyseinä 66 mm (ei sis. sisäpinnat)                  | 96,00 | m2      | 0,00 €                          | 1 558,93 €            | 0,00 €        | 0,00         | 1 558,93 €         |
| 45       | Kalkkikiiekkaponttihakoseinä, harkko 85 mm (600 mm, ei sis. sisäpinnat) | 29,00 | m2      | 0,00 €                          | 618,86 €              | 0,00 €        | 0,00         | 618,86 €           |
| 48       | Hormi, teräselementtihormi  | 5,00  | jm      | 0,00 €                          | 1 635,00 €            | 88,10 €       | 2,50         | 1 723,10 €         |
| 48       | Kaakeliuuni   | 1,00  | kpl     | 4 500,00 €                      | 0,00 €                | 0,00 €        | 0,00         | 4 500,00 €         |
| 43       | Heloitus, ulko-oven lukitus   | 3,00  | kpl     | 0,00 €                          | 510,00 €              | 43,74 €       | 1,38         | 553,74 €           |

#### Laskelma Pintarakenteet

| TALO80   | Kustannuserä | Määrä | Yksikkö | Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %) | Materiaalit (ALV 0 %) | Työ (ALV 0 %)  | Tunnit (tth) | Yhteensä (ALV 0 %) |
|----------|--------------|-------|---------|---------------------------------|-----------------------|----------------|--------------|--------------------|
| Yhteensä |              |       |         | <b>1 350 €</b>                  | <b>21 689 €</b>       | <b>1 251 €</b> | <b>42</b>    | <b>24 290 €</b>    |

|    |   |        |                |            |            |          |       |            |
|----|---|--------|----------------|------------|------------|----------|-------|------------|
| 51 | VEsikate. Lukkosaumakate  | 217,00 | m2             | 0,00 €     | 6 414,52 € | 180,14 € | 6,24  | 6 594,66 € |
| 51 | Vesikattovarusteet, pientalo  | 1,00   | erä            | 1 200,00 € | 812,11 €   | 175,72 € | 6,00  | 2 187,83 € |
| 52 | Tasoituskäsittely, seinä, tasoitus 1,5 kertaa ja saumaus, kipsilevy   | 190,00 | m2             | 0,00 €     | 266,49 €   | 541,82 € | 18,88 | 808,32 €   |
| 52 | Tasoituskäsittely, seinä, märkätila                                   | 20,00  | m2             | 0,00 €     | 49,40 €    | 0,00 €   | 0,00  | 49,40 €    |
| 52 | Seinälaatoitus suihku   | 26,00  | m2             | 0,00 €     | 715,95 €   | 0,00 €   | 0,00  | 715,95 €   |
| 52 | Seinälaatoitus WC   | 15,00  | m2             | 0,00 €     | 392,80 €   | 0,00 €   | 0,00  | 392,80 €   |
| 52 | Vedeneristys, seinä, märkätila  | 26,00  | m2             | 0,00 €     | 140,09 €   | 0,00 €   | 0,00  | 140,09 €   |
| 53 | Sisäkatto. 48x48 k300 +MDF paneeli                                    | 110,00 | m2             | 0,00 €     | 2 317,09 € | 0,00 €   | 0,00  | 2 317,09 € |
| 53 | Kattopanelointi, haapapaneeli 15 x 95 mm, koolaus, kylpyhuoneen katto | 16,00  | m <sup>2</sup> | 0,00 €     | 415,82 €   | 328,14 € | 9,57  | 743,97 €   |
| 55 | Ulkooverhouslaudoitus, vaakaponttilaudoitus 23x170                    | 200,00 | m2             | 0,00 €     | 4 570,00 € | 0,00 €   | 0,00  | 4 570,00 € |
| 55 | Ulkooverhouslaudoitus, peiterimalaudoitus 25 mm                       | 20,00  | m2             | 0,00 €     | 201,00 €   | 0,00 €   | 0,00  | 201,00 €   |
| 55 | Smyygilaudat+nurrkalaudat   | 1,00   | erä            | 0,00 €     | 198,45 €   | 0,00 €   | 0,00  | 198,45 €   |
| 55 | Vesipellit  | 1,00   | erä            | 150,00 €   | 0,00 €     | 0,00 €   | 0,00  | 150,00 €   |
| 56 | Tasoituskäsittely, lattia, kylpyhuoneen lattia                        | 15,00  | m2             | 0,00 €     | 126,00 €   | 0,00 €   | 0,00  | 126,00 €   |
| 56 | Vedeneristys, lattia, märkätila                                       | 23,00  | m2             | 0,00 €     | 246,33 €   | 0,00 €   | 0,00  | 246,33 €   |
| 56 | Laatoitus, lattialaatta 97 x 97 mm, märkätila. WC+kHH+PSH+S           | 23,00  | m2             | 0,00 €     | 556,52 €   | 0,00 €   | 0,00  | 556,52 €   |
| 56 | Laatoitus eteinen+Keittiö   | 23,00  | m2             | 0,00 €     | 678,50 €   | 0,00 €   | 0,00  | 678,50 €   |
| 58 | Ulkomaalauk 2 kertaa, vesiohenteinen maali                            | 224,00 | m2             | 0,00 €     | 1 008,00 € | 0,00 €   | 0,00  | 1 008,00 € |
| 56 | Parkettityö, laminaattiparketti 8 mm                                  | 82,00  | m2             | 0,00 €     | 1 387,12 € | 0,00 €   | 0,00  | 1 387,12 € |
| 58 | Maalaus 2 kertaa, seinä, levyypinta                                   | 210,00 | m2             | 0,00 €     | 312,65 €   | 25,10 €  | 0,87  | 337,75 €   |
| 52 | Saunan seinärakenne   | 13,00  | m2             | 0,00 €     | 673,17 €   | 0,00 €   | 0,00  | 673,17 €   |
| 52 | Saunan katto  | 4,00   | m2             | 0,00 €     | 207,13 €   | 0,00 €   | 0,00  | 207,13 €   |

**Laskelma Kalusteet varusteet, laitteet**

| TALO80   | Kustannuserä   | Määrä | Yksikkö | Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %) | Materiaalit (ALV 0 %) | Työ (ALV 0 %) | Tunnit (tth) | Yhteensä (ALV 0 %) |
|----------|--|-------|---------|---------------------------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------------|
| Yhteensä |  |       |         | <b>12 400 €</b>                 | <b>9 425 €</b>        | <b>463 €</b>  | <b>15</b>    | <b>22 288 €</b>    |
| 61       | Kalusteet, pientalo, asunto, normaali taso                       | 1,00  | erä     | 11 900,00 €                     | 2 500,00 €            | 0,00 €        | 0,00         | 14 400,00 €        |
| 61       | Saunan lauteet, L-malli, tervaleppä                              | 1,00  | kpl     | 0,00 €                          | 343,60 €              | 0,00 €        | 0,00         | 343,60 €           |
| 63       | Laitteet, pientalo, asunto, normaali taso                        | 1,00  | erä     | 0,00 €                          | 4 300,00 €            | 114,09 €      | 3,60         | 4 414,09 €         |
| 62       | Varusteet, pientalo, asunto, edullinen taso                      | 1,00  | erä     | 500,00 €                        | 0,00 €                | 0,00 €        | 0,00         | 500,00 €           |
| 63       | LV-laitteet, pientalo, asunto (2 wc, khh, ph, k), edullinen taso | 1,00  | erä     | 0,00 €                          | 2 281,41 €            | 348,77 €      | 11,00        | 2 630,18 €         |

**Laskelma LVIS**

| TALO80   | Kustannuserä   | Määrä  | Yksikkö | Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %) | Materiaalit (ALV 0 %) | Työ (ALV 0 %)   | Tunnit (tth) | Yhteensä (ALV 0 %) |
|----------|--|--------|---------|---------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------|--------------------|
| Yhteensä |  |        |         | <b>0 €</b>                      | <b>26 772 €</b>       | <b>11 216 €</b> | <b>354</b>   | <b>37 988 €</b>    |
| 71       | KVV-johdot, pientalo (kiinteistön vesi- ja viemärijohdot)                | 161,00 | brm2    | 0,00 €                          | 2 129,88 €            | 3 814,25 €      | 120,35       | 5 944,12 €         |
| 71       | Ulkopuoliset KVV-johdot ja kaivot, pientalo                              | 1,00   | erä     | 0,00 €                          | 2 702,00 €            | 633,82 €        | 20,00        | 3 335,82 €         |
| 71       | Vesikiertoinen lattialämmitys, pientalo                                  | 140,00 | brm2    | 0,00 €                          | 2 195,20 €            | 887,86 €        | 28,01        | 3 083,06 €         |
| 72       | IV-järjestelmä, pientalo, tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla | 120,00 | brm2    | 0,00 €                          | 4 876,80 €            | 1 355,85 €      | 42,78        | 6 232,65 €         |
| 73       | Sähköistys, pientalo   | 161,00 | brm2    | 0,00 €                          | 6 895,63 €            | 3 462,16 €      | 109,24       | 10 357,79 €        |
| 73       | Valaistus, pientalo  | 161,00 | brm2    | 0,00 €                          | 3 272,81 €            | 428,37 €        | 13,52        | 3 701,18 €         |
| 71       | Kaukolämpö, pientalo (noin 180 m2)                                       | 1,00   | erä     | 0,00 €                          | 4 700,00 €            | 633,82 €        | 20,00        | 5 333,82 €         |

**Laskelma Työmaan käyttö ja yhteiskustannukset**

| TALO80   | Kustannuserä   | Määrä | Yksikkö | Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %) | Materiaalit (ALV 0 %) | Työ (ALV 0 %) | Tunnit (tth) | Yhteensä (ALV 0 %) |
|----------|--|-------|---------|---------------------------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------------|
| Yhteensä |  |       |         | <b>5 417 €</b>                  | <b>0 €</b>            | <b>0 €</b>    | <b>0</b>     | <b>5 417 €</b>     |
| 8        | Työmaatekniikka, pientalo (paikallarakennettu puutalo) | 0,50  | erä     | 5 417,00 €                      | 0,00 €                | 0,00 €        | 0,00         | 5 417,00 €         |



**Laskelma Autotalli 24m2+varasto 9m2**

| TALO80   | Kustannuserä  | Määrä | Yksikkö | Hankinnat<br>ja palvelut<br>(ALV 0 %) | Materiaalit<br>(ALV 0 %) | Työ<br>(ALV 0 %) | Tunnit<br>(tth) | Yhteensä<br>(ALV 0 %) |
|----------|---|-------|---------|---------------------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|
| Yhteensä |   |       |         | <b>712 €</b>                          | <b>12 782 €</b>          | <b>799 €</b>     | <b>24</b>       | <b>14 293 €</b>       |
| 21       | Antura 600x200  | 28,00 | jm      | 0,00 €                                | 430,60 €                 | 0,00 €           | 0,00            | 430,60 €              |
| 22       | Perusmuuri Leca Lex-150 h=800mm   | 26,00 | jm      | 0,00 €                                | 1 210,44 €               | 0,00 €           | 0,00            | 1 210,44 €            |
| 26       | Maanvarainen laatta: betonilaatta 80 mm.<br>Alapuolinen lämmöneriste 2xEPS 100<br>100mm+Kapillaarikatko 300mm | 38,00 | m2      | 78,74 €                               | 1 438,65 €               | 353,21 €         | 10,09           | 1 870,60 €            |
| 35       | Puurakenteinen Ulkoseinä. US-1  | 26,60 | jm      | 0,00 €                                | 2 397,34 €               | 0,00 €           | 0,00            | 2 397,34 €            |
| 37       | Kattotuolit K900. L=9800mm  | 6,00  | kpl     | 120,00 €                              | 600,00 €                 | 0,00 €           | 0,00            | 720,00 €              |
| 37       | Aluskate+tuuletusrimat+ruoteet  | 66,00 | m2      | 0,00 €                                | 452,21 €                 | 0,00 €           | 0,00            | 452,21 €              |
| 37       | Räystäät  | 0,40  | erä     | 0,00 €                                | 512,06 €                 | 0,00 €           | 0,00            | 512,06 €              |
| 37       | Puhallusvilla 250mm ekovilla puhallettuna   | 15,00 | m3      | 513,75 €                              | 0,00 €                   | 0,00 €           | 0,00            | 513,75 €              |
| 51       | VEsikate. Lukkosaumakate  | 68,00 | m2      | 0,00 €                                | 2 010,08 €               | 56,45 €          | 1,96            | 2 066,53 €            |
| 55       | Ulkoeristyslaudoitus, vaakaponttilaudoitus<br>23x170  | 64,00 | m2      | 0,00 €                                | 1 462,40 €               | 0,00 €           | 0,00            | 1 462,40 €            |
| 43       | Autotallin ovi 21 x 25 M, puukippiovi<br>automaatiikalla, tammi   | 1,00  | kpl     | 0,00 €                                | 700,00 €                 | 51,36 €          | 1,50            | 751,36 €              |
| 41       | Ikkuna 12x6   | 2,00  | kpl     | 0,00 €                                | 365,90 €                 | 0,00 €           | 0,00            | 365,90 €              |
| 43       | Ulko-ovi 9 x 21 M, varasto-ovi, eristetty   | 2,00  | kpl     | 0,00 €                                | 606,53 €                 | 96,60 €          | 2,81            | 703,13 €              |
| 71       | Vesikiertoinen lattialämmitys, pientalo   | 38,00 | brm2    | 0,00 €                                | 595,84 €                 | 240,99 €         | 7,60            | 836,83 €              |

## Liite 21

## Määräluettelo

| Koodi                          |     | Määrätiedot                                   |     |
|--------------------------------|-----|---|-----|
| ro                             | suo |   |     |
| Nimike ja selitys              |     | määrä   | yks |
| <b>1</b>                       |     | <b>Maa- ja pohjarakennus autotalli+as.rak</b> |     |
| <b>12</b>                      |     | <b>Maankaivu</b>                              |     |
| 121                            |     | 900   | m2  |
| 122                            |     | 300   | m2  |
| <b>13</b>                      |     | <b>Louhinta</b>                               |     |
|                                |     | 250   | m2  |
|                                |     | 20  | m2  |
| <b>15</b>                      |     | <b>Salaojat ja putkijohdot</b>                |     |
| 151                            |     | 62,4  | jm  |
|                                |     | 8   | kpl |
| 152                            |     | 10  | jm  |
| 154                            |     | 10  | jm  |
| <b>16</b>                      |     | <b>Täyttö ja tiivistys</b>                    |     |
| 161                            |     | Perustusten alustäyttö                        |     |
|                                |     | 200   | m2  |
|                                |     | 200   | m2  |
| 162                            |     | 67,5  | m3  |
| 163                            |     | 150   | m3  |
|                                |     |   |     |
|                                |     |   |     |
|                                |     |   |     |
|                                |     |   |     |
|                                |     |   |     |
|                                |     |   |     |
|                                |     |   |     |
|                                |     |   |     |
| Maa- ja pohjarakennus yhteensä |     |   |     |

| Koodi    |     | Määrätiedot                                       |              |           |
|----------|-----|---|--------------|-----------|
| ro       | suo |   | määrä        | yks       |
|          |     | Nimike ja selitys                                 |              |           |
| <b>2</b> |     | <b>PERUSTUKSET JA ULKOPUOLISET RAKENTEET</b>      |              |           |
| 21       |     | <b>Anturat ja pilarianturat</b>                   |              |           |
|          |     | Anturat 600x200 AS.rak                            | 56,1         | jm        |
|          |     | Raudoitus 3T10 (0,62kg/m)                         | 168,3        | jm        |
|          |     | Antura 600x200 Autotalli                          | 28,26        | jm        |
|          |     | Raudoitus 3T10 (0,62kg/m)                         | 84,78        | jm        |
|          |     | Pilarianturat 600x600x200. Sis.käynti             | 3            | Kpl       |
|          |     | Raudoitus 10 #150                                 | 25           | jm        |
|          |     | Pilarianturat 400x400x200. Terassi                | 7            | kpl       |
|          |     | <b>Betonointi anturat yhteensä</b>                | <b>10,70</b> | <b>m3</b> |
|          |     |   |              |           |
| 22       |     | <b>Perusmuuri as.rak. Leca RUH-200 h=1000mm</b>   | 54,2         | jm        |
|          |     | Leca Harkko RUH-200( 10kpl/m2)                    | 542          | kpl       |
|          |     | Raudoitus 8mm harjateräs                          | 216,8        | jm        |
|          |     | Muurauslaasti Weber ML Leca (2,5kg/harkko)        | 1355         | kg        |
|          |     | Slammaus. Weber vetonit 410. (5kg/m2)             | 271          | kg        |
|          |     | Patolevy (h=1m)                                   | 54,2         | jm        |
|          |     | Eriste sok.sisäpintaan. 70mm EPS routa            | 54,2         | m2        |
|          |     | Eriste sok.sis.50mm EPS routa                     | 54,2         | m2        |
|          |     | Routaeristys 2x50x1200x1000 EPS Routa 120         | 156,096      | m2        |
|          |     |   |              |           |
| 22       |     | <b>Perusmuuri Autotalli. Leca Lex 150,h=800mm</b> | 26,6         | jm        |
|          |     | Leca Harkko RUH-150( 10kpl/m2)                    | 213          | kpl       |
|          |     | Raudoitus 8mm harjateräs                          | 80           | jm        |
|          |     | Muurauslaasti Weber ML Leca (1,5kg/harkko)        | 319          | kg        |
|          |     | Slammaus. Weber vetonit 410. (5kg/m2)             | 106          | kg        |
|          |     | Patolevy (h=1m)                                   | 27           | jm        |
|          |     | Eriste sok.sisäpintaan. 70mm EPS routa            | 26,6         | m2        |
|          |     | Routaeristys 2x50x1200x1000 EPS Routa 120         | 63,84        | m2        |
|          |     |   |              |           |

| Koodi     |     | Määrätiedot   |           |            |
|-----------|-----|---|-----------|------------|
| ro        | suo |   | määrä     | yks        |
| 22        |     | <b>Pilariharkot 240x240x200</b>   |           |            |
|           |     | Sisäänkäyntikatos pilariharkot, h=800mm   | 12        | kpl        |
|           |     | Terassin pilariharkot, h=600mm  | 21        | kpl        |
|           |     | Yhteensä  | <b>33</b> | <b>kpl</b> |
| 26        |     | <b>Maanvarainen laatta As.rak</b>   | 132       | m2         |
|           |     | EPS 100 Lattia 2x100mm  | 264       | m2         |
|           |     | Lattian raudoitus 6#150 verkko  | 13,2      | Kpl        |
|           |     | Lattian betonointi  | 13,2      | m3         |
| 26        |     | <b>Maanvarainen laatta Autotalli</b>  | 38        | m2         |
|           |     | EPS 100 lattia 100mm  | 38        | m2         |
|           |     | EPS 100 lattia 50mm   | 38        | m2         |
|           |     | Lattian raudoitus 8#150 verkko  | 4         | kpl        |
|           |     | Lattian betonointi  | 3,8       | m3         |
|           |     | <b>Perustukset yhteensä</b>   |           |            |
| <b>3</b>  |     | <b>RUNKO JA VESIKATTORAKENTEET</b>  |           |            |
| 32        |     | <b>Kantavat väliseinät ja pilarit</b>   |           |            |
|           |     | Liimapuupilari 115x115 GL30c. L=3000mm  | 3         | kpl        |
| <b>33</b> |     | <b>Laatat ja palkit</b>   |           |            |
|           |     | Liimapuupalkki sisäänkäynti katos 90x225mm<br>GL30c, L=8000mm. Tilataan 1kpl<br>90x225x8000mm | 1         | kpl        |
|           |     | Terassin aukon ylityspalkki Kerto-S 2x75x300.<br>L=4700mm. Tilataan 1kpl 75x300x12000mm       | 1         | kpl        |
|           |     | Kantavien seinien palkki Kerto-S 45x200mm   | 37        | jm         |
|           |     | Sisäänkäyntikatoksen niskat 48x98 K900,<br>L=2326mm   | 26        | jm         |

| Koodi     |     | Määrätiedot   |       |     |
|-----------|-----|---|-------|-----|
| ro        | suo |   | määrä | yks |
|           |     | <b>Nimike ja selitys</b>  |       |     |
| <b>35</b> |     | <b>Ulkoseinä US-1 as.rak</b>  | 54,2  | jm  |
|           |     | Pystykoolaus 48x48 K600   | 209   | jm  |
|           |     | Tuulensuojakipsilevy Gyproc GTS 9.<br>1200x2700mm. Vesikatteen yp. Alapintaan | 200   | m2  |
|           |     | Puurunko 48x198 K600. Sisältää ala ja yläjuoksun                              | 388   | jm  |
|           |     | Paroc eXtra 200x565x1170mm  | 148   | m2  |
|           |     | Höyrinsulkumuovi  | 148   | m2  |
|           |     | VaakaKoolaus 48x48 K600   | 244   | jm  |
|           |     | Kivivilla 50mm  | 148   | m2  |
| <b>35</b> |     | <b>Ulkoseinä autotalli. US-4</b>  | 26,6  | jm  |
|           |     | Pystykoolaus 48x48 K600   | 133   | jm  |
|           |     | Tuulensuojakipsilevy Gyproc GTS 9.<br>1200x2700mm. Vesikatteen yp. Alapintaan | 64    | m2  |
|           |     | Puurunko 48x148 K600. Sisältää ala ja yläjuoksun                              | 191   | jm  |
|           |     | Paroc eXtra 150x565x1170mm  | 53    | m2  |
|           |     | Höyrinsulkumuovi  | 53    |     |
|           |     | VaakaKoolaus 48x48 K600   | 120   | jm  |
| <b>36</b> |     | <b>Ulkotasot ja parvekkeet</b>  |       |     |
|           |     | Sisäänkäyntikatot terassi   | 12    | m2  |
|           |     | Kestopuu 48x198   | 21    | jm  |
|           |     | Kestopuu 48x148   | 29    | jm  |
|           |     | Terassilauta 28x120   | 146   | jm  |
|           |     | Takapihan terassi   | 33    | m2  |
|           |     | Kestopuu 48x198   | 19    | jm  |
|           |     | Kestopuu 48x148   | 58    | jm  |
|           |     | Terassilauta 28x120   | 290   | jm  |
|           |     |   |       |     |
|           |     |   |       |     |

| Koodi |     | Määrätiedot                             |       |     |
|-------|-----|---|-------|-----|
| ro    | suo |   | määrä | yks |
| 37    |     | <b>Ullakko ja kattorakenteet Asunto</b> |       |     |
|       |     | Harjakattoristikot k900 L=9800          | 19    | kpl |
|       |     | Kulmarauta 90x90x2,5x65                 | 20    | kpl |
|       |     | Aluskate                                | 217   | m2  |
|       |     | Tuuletusrimat 25x50                     | 276   | jm  |
|       |     | Ruoteet 25x100 K300                     | 728   | jm  |
|       |     | Vinoreivaus 25x100 lauta                | 200   | jm  |
|       |     | Päätyräystään vasat 48x98               | 40,9  | jm  |
|       |     | Otsalauta 22x120                        | 60,6  | jm  |
|       |     | Otsalauta 22x100                        | 60,6  | jm  |
|       |     | Räystään aluslaudoitus 21x120           | 300   | jm  |
|       |     | Tuulenojhauspahvit                      | 38    | kpl |
| 3     | 78  | Lämmöneristys puhallusvilla 450mm       | 133   | m2  |
|       |     |   |       |     |
|       |     |   |       |     |
|       |     |   |       |     |
|       |     |   |       |     |
|       |     |   |       |     |
|       |     |   |       |     |
|       |     | <b>Runko-ja vesikatto yhteensä</b>      |       |     |
| 4     |     | <b>Täydentävät rakenteet</b>            |       |     |
| 16    |     | <b>Ikkunat As.rak.(Puu-alumiini)</b>    |       |     |
|       |     | Ikkuna 9x(5TI+16)                       | 1     | kpl |
|       |     | Ikkuna 9x21                             | 1     | kpl |
|       |     | Ikkuna 11,3x(5TI+16)                    | 1     | kpl |
|       |     | Ikkuna 9x(5TI+17)                       | 1     | kpl |
|       |     | Ikkuna 14x22                            | 3     | kpl |
|       |     | Ikkuna 11,3x20                          | 1     | kpl |
|       |     | Suihkun ikkuna 11,3x5                   | 1     | kpl |
|       |     | Saunan ikkuna 9x4                       | 1     | kpl |

| Koodi             |     | Määrätiedot                                 |        |
|-------------------|-----|---|--------|
| ro                | suo |   |        |
| Nimike ja selitys |     | määrä                                       | yks    |
|                   |     | Ikkuna 11,3x(5TI+13)                        | 1 kpl  |
|                   |     | Ikkuna 7x18                                 | 1 kpl  |
|                   |     | yht:  | 12 kpl |
|                   |     | <b>Autotallin ikkunat 12x6</b>              | 2 kpl  |
| <b>36</b>         |     | <b>Ovet asuinrakennus</b>                   |        |
|                   |     | Pääsisäänkäyntiovi 10x21                    | 1 kpl  |
|                   |     | Ulko-ovi kodinhoituhuoneeseen               | 1 kpl  |
|                   |     | Terassin ovi 10x21                          | 1 kpl  |
|                   |     | Sisäväliovi 9x21                            | 6 kpl  |
|                   |     | Suihkuhuoneen ovi 9x21                      | 1 kpl  |
|                   |     | Saunan lasi-ovi                             | 1 kpl  |
|                   |     | Ovien listoitus                             | 80 jm  |
|                   |     | Tilkitseminen                               | 80 jm  |
| <b>36</b>         |     | <b>Ovet autotalli</b>                       |        |
|                   |     | Nosto ovi 25x23                             | 1 kpl  |
|                   |     | Varaston ovi 9x21                           | 1 kpl  |
|                   |     | Ovi talliin 9x21                            | 1 kpl  |
|                   |     |   |        |
|                   |     |   |        |
|                   |     |   |        |
| <b>45</b>         |     | <b>Kevyet Väliseinät AS.rak</b>             |        |
|                   |     | <b>VS1 Puurunko</b>                         | 96 m2  |
|                   |     | Kipsilevy GN13 molemmin puolin. 1200x2600mm | 191 m2 |
|                   |     | Runko kertopuu 39x66mm                      | 239 jm |
|                   |     | Kivilla 50mm                                | 96 m2  |
|                   |     |   |        |
|                   |     | <b>VS-2 kivirakenteinen</b>                 | 12 m2  |

| Koodi |     |                            | Määrätiedot |     |
|-------|-----|----------------------------|-------------|-----|
| ro    | suo |                            | määrä       | yks |
|       |     | Kahi 198x300x85mm          | 204         | kpl |
|       |     | Ohutsaumaasti 0,1kg/harkko | 20,4        | kg  |

**47 Kaiteet, hoitotasot ja hoitosillat**

|    |   |                |    |     |
|----|---|----------------|----|-----|
| 47 | 3 | Kattotikkaat   | 1  | kpl |
|    |   | Lumiesteet     | 13 | jm  |
|    |   | Kattokulkutaso | 10 | jm  |

**48 Hormit, kanavat, tulisijat ja piiput**

|  |  |            |      |     |
|--|--|------------|------|-----|
|  |  | Takka      | 1    | kpl |
|  |  | Teräshormi | 5,68 | jm  |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |
|  |  |            |      |     |

**Täydentävät rakennusosat yhteensä**

|           |   |                        |     |    |
|-----------|---|------------------------|-----|----|
| <b>5</b>  |   | <b>PINTARAKENTEET</b>  |     |    |
| <b>51</b> |   | <b>Vesikate AS rak</b> |     |    |
| 51        | 3 | Peltikate lukkosauma   | 217 | m2 |



| Koodi             |     | Määrätiedot   |               |
|-------------------|-----|---|---------------|
| ro                | suo |   |               |
| Nimike ja selitys |     | määrä   | yks           |
|                   |     | Piipun juuripellitys                                    | 3 jm          |
|                   |     | Räystäskourut   | 46 jm         |
|                   |     | Syöksytorvet  | 4 kpl         |
|                   |     |   |               |
| <b>51</b>         |     | <b>Vesikate autotalli</b>                               |               |
|                   |     | Peltikate lukkosauma                                    | 66 m2         |
|                   |     | Räystäskourut   | 13 jm         |
|                   |     | Syöksytorvet  | 2 kpl         |
|                   |     |   |               |
| <b>52</b>         |     | <b>Sisäseinien pintarakenteet</b>                       |               |
| <b>52</b>         |     | <b>Tasoitetyö kuivat tilat</b>                          | 189 m2        |
|                   |     | Saumanauha Gyproc                                       | 157 jm        |
|                   |     | Tasoite Weber Lr+ (2,4kg/m2) 2mm kerros                 | 454 kg        |
| <b>52</b>         |     | <b>Tasoitetyö märkätilat</b>                            | 14 m2         |
|                   |     | Märkätilatasoite Weber Vetonit MT (3kg/m2)              | 43 kg         |
|                   |     |   |               |
| <b>52</b>         |     | <b>Seinälaatoitus suihku</b>                            | 26 m2         |
|                   |     | Laatat 60x30  | 26 m2         |
|                   |     | Saneerauslaasti( 3kg/m2)                                | 79 kg         |
|                   |     | Saumaustaasti (0,5kg/m2)                                | 13 kg         |
|                   |     | <b>Seinälaatoitus Wc</b>                                | 17 m2         |
|                   |     | Laatat 30x30  | 17 m2         |
|                   |     | Saneerauslaasti( 3kg/m2)                                | 52 kg         |
|                   |     | Saumaustaasti (0,5kg/m2)                                | 9 kg          |
|                   |     |   |               |
| <b>52</b>         |     | <b>Seinien vedeneristys, Kiilto kerafiber</b>           | 26 m2         |
|                   |     | Kiilto kerafiber( 0,6L/m2)                              | 15,75 L       |
|                   |     |   |               |
| <b>53</b>         |     | <b>Sisäkaton +höyrynsulku+koolaus 48x48+MDF paneeli</b> | <b>110 m2</b> |
|                   |     | Höyrynsulku   | 130 m2        |

| Koodi             |     | Määrätiedot  |          |
|-------------------|-----|--|----------|
| ro                | suo |  |          |
| Nimike ja selitys |     | määrä  | yks      |
|                   |     | 48x48 K300   | 367 jm   |
|                   |     | MDF paneeli  | 110 m2   |
| <b>53</b>         |     | <b>KHH+WC+PSH alakatto+panelointi</b>              | 19 m2    |
|                   |     | 48x48 K300   | 63 jm    |
|                   |     | Panelointi   | 15,6 m2  |
|                   |     |  |          |
| <b>55</b>         |     | <b>Ulkoseinien pintarakenteet asuin rakennus</b>   |          |
|                   |     | Vesipellit   | 13,02 jm |
|                   |     | Kynnyspellit                                       | 3 jm     |
|                   |     | Ulkoverhouslaudoitus 28x145                        | w m2     |
|                   |     | Nurkkalaudat 22x120                                | 32 jm    |
|                   |     | Smyygilaudat                                       | 51 jm    |
|                   |     | Rimaverhous tallin ja talon välillä                | 20 m2    |
|                   |     | Rima 25x50   | 57 jm    |
| <b>55</b>         |     | <b>Ulkoseinien pintarakenteet autotalli</b>        |          |
|                   |     | Vesipellit   | 2,5 jm   |
|                   |     | Kynnyspellit                                       | 4 jm     |
|                   |     | Ulkoverhouslaudoitus                               | 64 m2    |
|                   |     | Nurkkalaudat 22x120                                | 24 jm    |
|                   |     |  |          |
| <b>56</b>         |     | <b>Lattian pintarakenteet</b>                      |          |
| <b>56</b>         |     | <b>Lattialaatoitus Wc+khh+s+kph 100x100 laatta</b> | 23 m2    |
|                   |     | Vedenriste Kiilto kerafiber (0,8L(m2))             | 18 L     |
|                   |     | Saneerauslaasti (3kg/m2)                           | 69 kg    |
|                   |     | Laatat 100x100                                     | 23 m2    |
|                   |     | Saumaustaasti (0,5kg/m2)                           | 11 kg    |
|                   |     |  |          |
| <b>56</b>         |     | <b>Lattialaatoitus eteinen</b>                     | 8 m2     |
|                   |     | Saneerauslaasti (3kg/m2)                           | 24 kg    |
|                   |     | Laatat 300x300                                     | 8 m2     |

| Koodi     |     | Nimike ja selitys                    | Määrätiedot |     |
|-----------|-----|--------------------------------------|-------------|-----|
| ro        | suo |                                      | määrä       | yks |
|           |     | Saumauslaasti (0,5kg/m2)             | 4           | kg  |
|           |     | <b>Laatoitus keittiö</b>             | 15          | m2  |
|           |     | Saneerauslaasti (3kg/m2)             | 45          | kg  |
|           |     | Laatat 300x300                       | 15          | m2  |
|           |     | Saumauslaasti (0,5kg/m2)             | 7,5         | kg  |
| <b>56</b> |     | <b>Laminaattilattia</b>              | 79          | m2  |
|           |     | Solumuovi                            | 79          | m2  |
|           |     | Laminaatti                           | 79          | m2  |
| <b>56</b> |     | <b>Lattialistat</b>                  | 158         | jm  |
| <b>57</b> |     | <b>Erityistilojen pintarakenteet</b> |             |     |
|           |     | Autotallin lattian pinnoitus         | 22          | m2  |
|           |     | Teknisen tilan lattia                | 2,5         | m2  |
|           |     | <b>Saunan rakenteet</b>              |             |     |
|           |     | Sauna satu 30mm                      | 25,41       | m2  |
|           |     | Koolaus 50x50 K400                   | 63,525      | jm  |
|           |     | Seinä ja kattopanelointi             | 25,41       | m2  |
| <b>58</b> |     | <b>Maalaustyöt seinät</b>            | 189         | m2  |
|           |     | Pohjamaalaus 2 kertaa (0,15L/m2)     | 57          | L   |
|           |     | Pintamaalaus (0,15L/m2)              | 28          | L   |
|           |     |                                      |             |     |
|           |     |                                      |             |     |
|           |     |                                      |             |     |
|           |     |                                      |             |     |
|           |     |                                      |             |     |
|           |     |                                      |             |     |
|           |     |                                      |             |     |
|           |     |                                      |             |     |
|           |     |                                      |             |     |
|           |     |                                      |             |     |
|           |     | <b>Pintarakenteet yhteensä</b>       |             |     |
|           |     |                                      |             |     |

| Koodi |     | Nimike ja selitys                       | Määrätiedot |     |
|-------|-----|---|-------------|-----|
| ro    | suo |   | määrä       | yks |
| 6     |     | <b>Kalusteet, varusteet, laitteet</b>   |             |     |
| 61    |     | <b>Asuinrakennuksen kalusteet</b>       |             |     |
|       |     | Eteisen kaapit                          | 3           | jm  |
|       |     | Keittiön kaapit                         | 7           | jm  |
|       |     | Pikkumakkareiden kaapit                 | 4           | jm  |
|       |     | Päämakkarin vaatehuoneen kaapit         | 8           | jm  |
|       |     | Khh kaapit                              | 4           | jm  |
|       |     | WC kaapit                               | 3           | jm  |
| 615   |     | <b>Erityistilojen kalusteet</b>         |             |     |
|       |     | Saunan lauteet                          | 1           | erä |
|       |     | Wc-pönttö                               | 2           | kpl |
|       |     | Pesuallas WC                            | 2           | kpl |
|       |     | Pesuallas keittiö                       | 1           | kpl |
|       |     | Pesuallas KHH                           | 1           | kpl |
|       |     | Suihkut                                 | 2           | kpl |
| 62    |     | <b>Varusteet</b>                        |             |     |
|       |     | Talon numerokyltti                      | 1           | kpl |
|       |     | Postilaatikko                           | 1           | kpl |
|       |     | Jätekatos                               | 1           | kpl |
| 63    |     | <b>Laitteet ja koneet asuinrakennus</b> |             |     |
|       |     | Liesi                                   | 1           | kpl |
|       |     | Jääkaappi                               | 1           | kpl |
|       |     | Pakastin                                | 1           | kpl |
|       |     | Kiuas                                   | 1           | kpl |
|       |     | Pesukone                                | 1           | kpl |
|       |     | Kuivausrumpu                            | 1           | kpl |

| Koodi             |     | Määrätiedot                    |       |
|-------------------|-----|--------------------------------|-------|
| ro                | suo |                                |       |
| Nimike ja selitys |     | määrä                          | yks   |
|                   |     | Liestituuletin                 | 1 kpl |
|                   |     | Huippuimuri radonille          | 1 kpl |
|                   |     | Huippuimuri liesituulettimelle | 1 kpl |