



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# HIRSIMÖKIN SUUNNITTELU TUUSNIEMELLE

TEKIJÄ:

Eetu Komu

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Eetu Komu			
Työn nimi Hirsimökin suunnittelu Tuusniemelle			
Päiväys	20.5.2021	Sivumäärä/Liitteet	38/36
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Irene Rönkä			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä tilaajan omistamalle rantatontille toteutuskelpoiset suunnitelmat uuden hirsirakenteisen vapaa-ajan asunnon rakentamiselle sekä tuottaa rakennusprojektiin tarvittavat rakennuslupapiirustukset. Mökin rakentamiseen tarvittavista materiaaleista haluttiin mahdollisimman tarkka kustannusarvio. Myös erilaisten hirsityyppien vaikutus projektin lopullisiin materiaalikustannuksiin haluttiin selvittää.</p> <p>Työ alkoi tammikuussa 2021 tilaajaan tapaamisella ja tonttikatselmuksella. Katselmuksessa tontin rajat selvitettiin sekä tulevan rakennuksen sijoitteluun kiinnitettiin erityistä huomiota. Rakennuspaikasta otettiin tarvittavat kuvadokumentoinnit myöhempää tarkastelua ja raportointia varten. Työ oli tyypiltään itsenäinen suunnitteluprojekti, joka toteutettiin yhteistyössä tilaajan kanssa. Työssä vaadittiin laajaa perehtymistä nykyisiin rakennusmääräyksiin, hirsirakentamisen yksityiskohtiin ja työmenetelmiin sekä rakennusmateriaalien ja hirsien hinnoitteluun. Tilaajan tarpeiden ja toiveiden pohjalta mökistä saatiin pohjaluonnos, jonka pohjalta rakennuksesta tehtiin Autodesk Revit 2021 -ohjelmalla 3D-tietomalli. Suunnitelmien luomisessa hyödynnettiin Autodesk AutoCAD 2021 -ohjelmaa muun muassa muokkaamalla Revit-mallista tuotuja kuvia rakennuslupapiirustuksiksi. Puurakenteiden kestävyysarviointia varten käytettiin Metsä Wood Finnwood 2.4 -ohjelmaa. Kustannusarvio sekä hirsityyppien vertailu tehtiin Microsoft Excel 2016 -taulukkolaskennalla. Lupa- ja työpiirustusten lisäksi mökkiin valittiin sopiva jätevesijärjestelmä. Vapaa-ajan asunnon rakennuslupahakemuksen liitteeksi tehtiin myös lämpöhäviön tase-laskelma.</p> <p>Opinnäytetyössä tuotetun aineiston pohjalta tilaajalle saatiin hyvä käsitys tulevan vapaa-ajan asunnon hintatasosta. Valmiista rakennuslupapiirustuksista saatiin vaatimusten mukaiset ja niillä voidaan lähteä anomaan rakennuslupaa kesämökkiprojektille.</p>			
Avainsanat kesämökki, hirsirakentaminen, vapaa-ajan asunto, suunnittelu, Revit-malli, rakennuslupa, kustannusarvio			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Civil Engineering	
Author Eetu Komu	
Title of Thesis Designing a Log Cabin in Tuusniemi	
Date May 26, 2021	Pages/Appendices 38/36
Client Organisation /Partners Ms Irene Rönkä	
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to make feasible plans for a new log-built holiday house and to make the drawings required for the construction permit. The plot on a lake owned by the client is located in the municipality of Tuusniemi. An accurate cost estimate for building materials was requested. The client also wanted to know the impact of different log types on the final costs.</p> <p>The work was started in January 2021 by meeting the client and visiting the plot. The boundaries of the plot were marked out, and the location of the building was considered. The required photo documents of the plot were taken. The work was an independent design project that was carried out in collaboration with the client. The work required close familiarization with current building regulations, details of log construction and pricing. A three-dimensional information model of the building was created based on the wishes and requirements of the client. Various computer programs such as AutoCAD, Revit and Finnwood were used to make the plans. The cost estimate was made with an Excel spreadsheet. Selection of a suitable sewerage system and heat loss equalization calculation were part of the work.</p> <p>The results of the work provided a good starting point for the construction project. The client can utilize the documents made and the information gathered in this final project.</p>	
<p>Keywords</p> <p>summer cottage, log construction, holiday house, design, Revit model, construction permit, estimate</p>	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	LÄHTÖKOHDAT JA VAATIMUKSET .....	7
2.1	Lähtökohdat .....	7
2.1.1	Tontti ja kaava .....	7
2.1.2	Tilaajan toiveet .....	10
2.2	Vaatimukset .....	11
2.2.1	Energiatehokkuus.....	11
2.2.2	Palo- ja käyttöturvallisuus .....	12
2.2.3	Kosteus .....	13
2.3	Suunnitteluperusteet .....	14
2.4	Hirsirakentamisessa huomioitavaa.....	14
3	HIRSIMÖKIN SUUNNITTELU.....	18
3.1	Rakenteet.....	18
3.1.1	Runko .....	18
3.1.2	Perustukset.....	18
3.1.3	Alapohja .....	19
3.1.4	Yläpohja .....	19
3.1.5	Väliseinät.....	20
3.1.6	Välipohja .....	20
3.2	U-arvo laskut .....	21
3.2.1	Alapohja .....	21
3.2.2	Yläpohja .....	22
3.3	Pohjaluonnostelu .....	23
3.4	3D-mallinnus .....	25
4	VESIEN KÄSITTELY.....	28
4.1	Jätevedet .....	28
4.2	Salaoja -ja hulevedet .....	28
5	RAKENNUSLUPAKUVAT .....	30
6	KUSTANNUKSET JA HIRSITYYPPIEN VERTAILU.....	32
7	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	34
	LÄHTEET .....	36
	LIITTEET .....	38

## KUALUETTELO

Kuva 1 Kuvankaappaus Tuusniemen rantaosayleiskaavasta 2002, tontti keskellä.....	7
Kuva 2 Kuvankaappaus Maanmittauslaitoksen karttapalvelusta .....	8
Kuva 3 Tilaajalta saatu kuva tontin luoteisnurkasta järvelle päin (Rönkä 2019) .....	8
Kuva 4 Ilmakuva tontin rajoista (Komu 2021, CC BY) .....	9
Kuva 5 Ilmakuva tontin rajoista ja mökin paikasta (Komu 2021, CC BY) .....	9
Kuva 6 Tontti kaakkoisnurkasta tieltä kuvattuna (Komu 2021, CC BY) .....	10
Kuva 7 Painumasta johtuva vaakasiirtymä (Komu 2021, CC BY) .....	16
Kuva 8 Hirsiseinän u-arvot (RT 82–11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet 2014, 9).....	18
Kuva 9 NR-vaarnapalkki (Komu 2021, CC BY) .....	20
Kuva 10 Välipohjapalkisto (Komu 2021, CC BY).....	21
Kuva 11 Ensimmäinen pohjaluonnos (Komu 2021, CC BY) .....	24
Kuva 12 Lopullinen pohjaluonnos (Komu 2021, CC BY).....	25
Kuva 13 Seinätyypin luominen (Komu 2021, CC BY).....	26
Kuva 14 Valmis 3D-malli (Komu 2021, CC BY).....	27
Kuva 15 Kuvankaappaus materiaalien kustannusarviosta (Komu 2021, CC BY).....	32
Kuva 16 Kuvankaappaus hirsityyppien hintavertailusta (Komu 2021, CC BY) .....	33

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään uuden hirsirakenteisen vapaa-ajan asunnon suunnittelua tilaajan omistamalle rantatontille. Tavoitteena on tehdä rakennuslupaan tarvittavat rakennuslupapiirustukset sekä toteuttamiseen tarvittavat työpiirustukset runkorakenteiden osalta. Mökin materiaalikustannuksista halutaan myös mahdollisimman tarkka hinta-arvio. Työssä tarkastellaan myös lamelli- ja painumattoman hirsiprofiilin hintaeroa ja vaikutusta loppukustannuksiin. Mökkiin valitaan myös sopiva jätevesijärjestelmä ja tontin vesienkäsittelyyn otetaan kantaa.

Opinnäytetyön toimeksiantajana on yksityishenkilö Irene Rönkä. Hänellä on *Kesäranta* -niminen tontti Tuusniemen kunnan Tiilikalassa, johon toiveena rakentaa moderni ”mummonmökki” nykyajan mukavuuksilla. Tarkka rakentamisajankohta ei ole vielä tiedossa, mutta rakennusprojekti on tarkoitus aloittaa lähitulevaisuudessa/muutaman vuoden sisällä tuotettavien suunnitelmien pohjalta.

Suunnitelmien tekemisessä hyödynnetään erilaisia tietokoneohjelmia. Mökistä tehdään 3D-tietomalli Autodeskin Revit 2021 -ohjelmalla, jonka pohjalta voidaan luoda tarvittavat piirustukset. Lisäksi opinnäytetyössä hyödynnetään Autodeskin AutoCAD 2021 -ohjelmaa muun muassa tarkempien detaljikuvien tekemiseen sekä Metsä Woodin Finnwood -mitoitushjelmaa puurakenteiden mitoitukseen.

Työn alkupuolella olevassa teoriaosassa käsitellään uudelle vapaa-ajan asunnolle asetettuja määryksiä muun muassa energiatehokkuuden sekä palo- ja käyttöturvallisuuden näkökulmasta. Lisäksi hirsirakentamisesta kerrotaan yleisesti ja perehdytään sen erityispiirteisiin. Loppupuolen käsittelyosassa keskitytään mökin suunnitteluun ja kerrotaan, miten lopullisiin tuotoksiin päädyttiin. Yhteenvedossa pohditaan opinnäytetyöprosessin onnistumista ja haasteita.

Kaikki työssä tuotetut suunnitelmat löytyvät lopussa liitteinä.

## 2 LÄHTÖKOHDAT JA VAATIMUKSET

### 2.1 Lähtökohdat

Mökki tulee olemaan lähtökohtaisesti käytössä enimmäkseen kesäisin, mutta se suunnitellaan siten että vapaa-ajan viettäminen siellä myös talvisin on mahdollista. Tämän mahdollistamiseksi mökin rakenteet tulee suunnitella riittävän hyvin lämpöä eristäviksi sekä lämmitysjärjestelmään on kiinnitettävä huomiota. Mökki suunnitellaan puolilämpimäksi rakennukseksi, jotta energiaa säästyy käyttämättömillä ajanjaksoilla

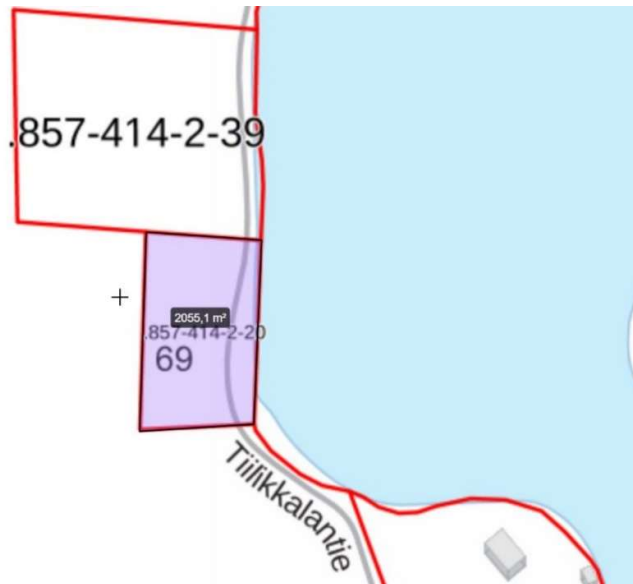
#### 2.1.1 Tontti ja kaava

*Kesäranta* -tontti mihin mökki suunnitellaan, on pinta-alaltaan 2000 neliometriä ja rakennusoikeutta on 200 kerrosneliometriä. Yleiskaavan mukaan tontti kuuluu loma-asuntoalueeseen ja sinne saa rakentaa yhden loma-asunnon, saunan sekä tarpeellisia talousrakennuksia. Tilaajan kanssa sovittiin, että tähän opinnäytetyöhön kuuluu vain päärakennuksen suunnittelu sillä erilliset rakennukset vaativat omat rakennusluvut. Yleiskaavassa mainitaan, että rakennuspaikan pinta-alan tulisi olla vähintään 3000 neliometriä. Kyseinen tontti ei täytä tätä vaatimusta, mutta kunnan rakennustarkastajan mukaan tämä ei ole ongelma rakentamiselle eikä vaikuta rakennusoikeuden määrään tai muuhunkaan.

Kuvassa 1 näkyy kuvankaappaus Tuusniemen kunnan rantaosayleiskaavan viidennestä osasta, tontti on keskellä oleva punaisella rajattu alue, jossa numero 20. Kaava on hieman virheellinen, sillä tie kulkee todellisuudessa tontin läpi rantaviivan suuntaisesti eikä kierrä tontin länsirajan takaa. Tarkkaa syytä tien sijainnille ei tiedetä, mutta se saattaa johtua siitä, että kaava on vanha ja tienrakennusvaiheessa nykyinen reitti on ollut toteutuksen ja muun muassa veneiden säilytyspaikan (kaavamerkintä LV) kannalta parempi vaihtoehto.



Kuva 1 Kuvankaappaus Tuusniemen rantaosayleiskaavasta 2002, tontti keskellä



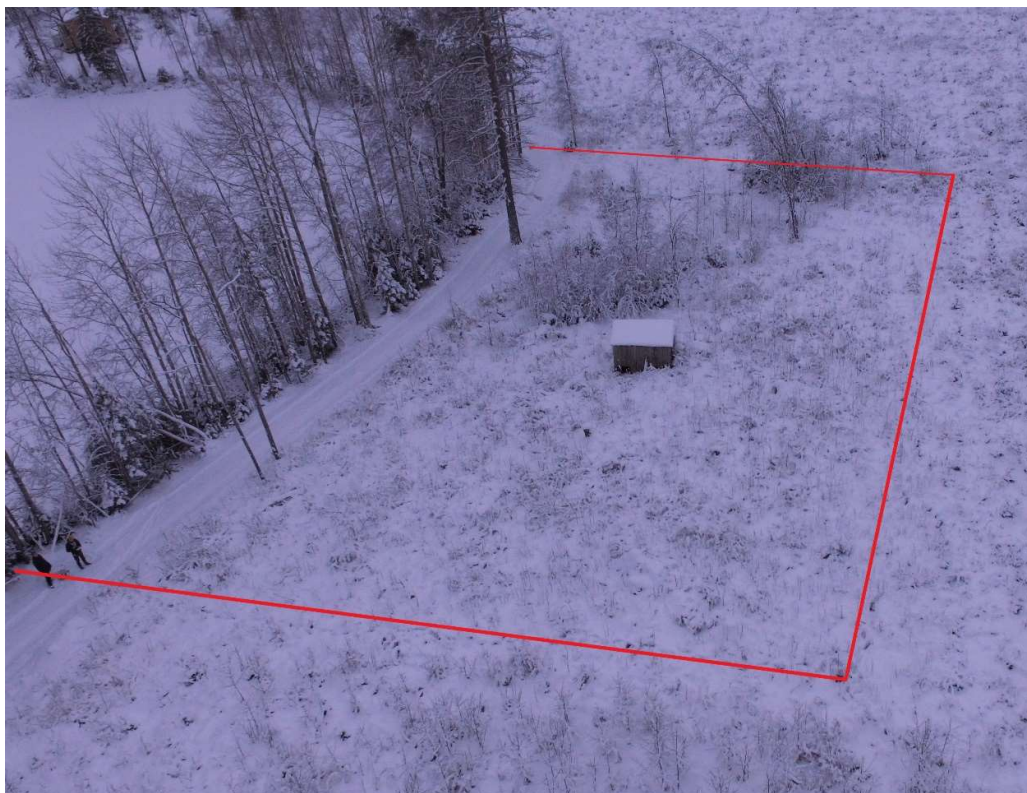
Kuva 2 Kuvankaappaus Maanmittauslaitoksen karttapalvelusta

Kuva 2 on kuvankaappaus Maanmittauslaitoksen karttapalvelusta. Tiilikkalantie sijaitsee siinä todellisella paikallaan sekä myös viereinen tontti on merkattu näkyviin. (Maanmittauslaitos)

Tilaajan tädillä on ollut aikoinaan tontilla kesämökki, joka on nykyään jo purettu. Vanhan rakennuksen maanalaiset rakenteet ovat tiedettävästi poistettu samalla. Vanhan mökin paikka on merkattu kuvassa 1 mustalla pallolla. Viereinen isompi tontti on kooltaan 5000 neliometriä ja se on tilaajan äidin omistuksessa. Rakennuspaikalla sijaitsee pieni laudoista rakennettu varastorakennus, joka on tarkoitus purkaa uuden mökin tieltä. Tontilla oleva puusto sijoittuu lähinnä rantaviivan ja tien väliin. Muu kasvillisuus koostuu pintakasvillisuudesta ja kevyestä vesakosta. Tontin reunasta kulkevalla yksityistiellä on satunnaisesti vähäistä mökkiliikennettä edempänä oleville tonteille. Maastonmuodoltaan tontti on loivasti rinteinen ja se laskee noin 1:10 kaltevuudessa länsirajalta kohti viereistä Juojärveä.



Kuva 3 Tilaajalta saatu kuva tontin luoteisnurkasta järvelle päin (Rönkä 2019)



Kuva 4 Ilmakuva tontin rajoista (Komu 2021, CC BY)



Kuva 5 Ilmakuva tontin rajoista ja mökin paikasta (Komu 2021, CC BY)



Kuva 6 Tontti kaakkoisnurkasta tieltä kuvattuna (Komu 2021, CC BY)

Tontille tehtiin toukokuussa 2021 maaperätutkimus ja perustamistapaselvitys paino- ja tärykairamalla. Tutkimuksissa tarkasteltiin seitsemää tutkimuspistettä, joista kolmesta otettiin häiriintyneet maaperänäytteet. Tutkimuspisteet, tontin rajat sekä Tiilikkalantien reuna-alue kartoitettiin satelliittipaikannusmenetelmällä. Tutkimusten pohjalta saatiin tehtyä perustamistapalausunto, tutkimuspistekartta sekä leikkauspiirustukset.

Pohjatutkimuksissa ilmeni, että humuspitoisen pintamaakerroksen alapuolella on geotekniseltä maa-lajiluokitukseltaan keskitiivistä tai tiivistä hiekkamoreenia. Tämän kerroksen alapuolella on tiiveysasteeltaan tiivistä soramoreenia. Painokairauksilla päästiin 0,9–1,6 metrin syvyyteen ja tärykairauksilla 1,8–2,1 metrin syvyyteen maanpinnan tasosta. Kairaukset pysähtyivät todennäköisesti kiviin. Tutkimusten yhteydessä tontin alueella ei havaittu esiintyvän pohjavettä tai orsivettä. (Perustamistapalausunto 2021, 2)

Perustamistapalausunnossa rakennuksen perustamistavaksi ehdotetaan moreenikerroksen varaan teräsbetonista valettavaa yhtenäistä perusmuurianturaa tai pilarianturoita. Perustusten alapuolelle suositellaan vähintään 200–300 millimetrin paksuista sepeli- tai salaojasorasorasta rakennettavaa kapillaarikatkerrosta. Rakennuspohja on salaojitettava. (Perustamistapalausunto 2021, 3)

Rakennuspaikan perusmaa on routivaa tai lievästi routivaa, joten perustukset ja routimiselle alttiit rakenteet suositellaan routasuojaamaan. Perustussuunnittelun yhteydessä maaperästä mahdollisesti nousevalle radonille on esitettävä torjuntasuunnitelma. (Perustamistapalausunto 2021, 4)

### 2.1.2 Tilaajan toiveet

Tilaajan toiveena on saada tulevaisuudessa ”mummonmökki” nykyajan mukavuuksilla. Mökistä halutaan hirsirakenteinen ja kattorakenteesta pulpettimallinen. Nukkumapaikkoja pitää olla riittävästi

perheen tarpeisiin. Sisätiloihin halutaan kunnollinen keittiö ja tilaa pitkälle ruokapöydälle. Olohuoneen tulisi olla avara ja valoisa, jossa on takka, televisio sekä nurkkamallinen sohva. Perinteisen ulkokuusi sijasta mökkiin halutaan sisävesi. Kohdetta ei kuitenkaan liitetä kunnalliseen vesi- ja viemäriverkostoon lähinnä siitä aiheutuvien kustannusten sekä käytön vähäisyydestä johtuen, joten sisävesi tullaan toteuttamaan polttavalla kuivakäymälällä, joka vaatii toimiakseen vain sähköä ja riittävän tuuletuksen. Käyttö- ja juomavesi tullaan ottamaan mahdollisesti porakaivosta, mikäli tämä on mahdollista ja taloudellisesti kannattavaa. Toinen vaihtoehto on kantaa tarvittava vesi säiliöillä vesijohtoverkoston alueelta. Tiskaamisesta ja käsienpesusta syntyvälle likavedelle suunnitellaan asianmukainen imeytysjärjestelmä, jolla jätevesi saadaan siirrettyä maaperään.

## 2.2 Vaatimukset

Rakentamiselle asetettuja määräyksiä käsitellään ympäristöministeriön asettamissa asetuksissa. Asetukset pohjautuvat aiemmin käytössä olleeseen Suomen rakentamismääräyskokoelmaan sekä maankäyttö- ja rakennuslakiin. Ympäristöministeriön asetukset sisältävät määräyksiä esimerkiksi rakennusten lujuuden, eristysten, energiatalouden sekä palo- ja käyttöturvallisuuden osalta. Rakennuksen käyttötarkoitus, seinämateriaali ja rakennustekniset ratkaisut vaikuttavat siihen, mitä määräyksiä on noudatettava. Koska tässä opinnäytetyössä suunnitellaan hirsirakenteinen vapaa-asunto, vaatimukset ovat hieman matalampia kuin esimerkiksi kokoaikaiseen käyttöön tarkoitetuissa pientaloissa.

### 2.2.1 Energiatohokkuus

Mökki tulee olemaan pääsääntöisesti käytössä kesäisin, mutta koska satunnainen talvikäyttö halutaan mahdollistaa niin rakennus järkevintä suunnitella puolilämpimäksi tilaksi. Puolilämmin tila tarkoittaa tilaa, jota ei ole tarkoitettu jatkuvaan oleskeluun pelkät sisävaatteet päällä. Lämmityskauden aikana, kun rakennuksessa ei oleilla, tilan lämpötila pidetään +5 ja +17 celsiusasteen välillä (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatohokkuudesta 2017/1010, 2 §).

Energiatohokkuusmääräysten mukaan sellaisiin loma-asuntoihin, joissa on ympärivuotiseen käyttöön soveltuva lämmitysjärjestelmä, koskevat vain rakennuksen ulkovaipan rakenteille asetetut U-arvo-vaatimukset:

seinä	0,24 W/m <sup>2</sup> K
hirsiseinä, paksuus ≥ 130 mm	0,80 W/m <sup>2</sup> K
yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,15 W/m <sup>2</sup> K
ryömintätilaan rajoittuva alapohja	0,19 W/m <sup>2</sup> K
maata vasten oleva rakennusosa	0,24 W/m <sup>2</sup> K
ikkuna, kattoikkuna ja ovi	1,4 W/m <sup>2</sup> K

(Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatohokkuudesta 2017/1010, 24 §)

Ympärivuotiseen käyttöön soveltuvan rakennuksen rakennuslupahakemuksen liitteeksi tulee laatia lämpöhäviön taseaselkelmä (liite 1), jossa ilmenee, että suunnitellut rakenteet täyttävät edellä mainitut U-arvo-vaatimukset. (Ympäristöministeriö, taseaselkentaopas 2018, 24)

## 2.2.2 Palo- ja käyttöturvallisuus

Rakennukset jaetaan neljään paloluokkaan: P0, P1, P2, P3. Paloluokat määräytyvät rakennuksen palo-osastojen palokuormien tai rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan. Paloluokan perässä oleva numero osoittaa vaatimustason. P0 luokassa vaatimukset ovat kovimmat. Rakennus voi kuulua useampaan paloluokkaan, mikäli palon leviäminen luokkien välillä on estetty. Asunnot ja vapaa-ajan asunnot kuuluvat käyttötarkoituksen mukaan paloluokkaan P3. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 2017/848, 4 §, 5 §, 7 §)

P3 paloluokassa rakennuksen kerrosluku saa olla enintään 2 ja korkeus enintään 9 metriä. Jos rakennus tehdään yksikerroksisena, kerrosala saa olla enintään 2400 neliometriä, kaksikerroksisena enintään 1600 neliometriä. Henkilömäärärajoitus yksikerroksiselle rakennukselle on 250 ja kaksikerroksiselle 150. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 2017/848, 8 §)

Yksi- tai kaksikerroksisen, alle 9 metriä korkean rakennuksen olennaisesti kantavien rakenteiden tulee kestää palotilanteessa ainakin 30 minuuttia. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 2017/848, 13 §)

Suunniteltavan vapaa-ajan asunnon seinien ja kattojen sisäpuolisten pintamateriaalien tulee täyttää vähintään luokan D-s2, d2 vaatimukset. D-s2, d2 -rakennustarvikeluokassa voidaan käyttää myös luokkaan kuulumattomia tarvikkeita, mikäli käytettävä määrä on vähäinen. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 2017/848, 23 §)

- |    |  |
|----|--|
| D  | <i>Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyväksyttävissä.</i><br>Tällä tarkoitetaan lähinnä sitä, että käytettävältä rakennustarvikkeelta ei vaadita palamattomuutta. Luokilla A1, A2, B, C on korkeammat vaatimukset. |
| s2 | <i>Savuntuotto on vähäistä.</i><br>Rakennusmateriaali tuottaa palaessaan vain vähän savua.   |
| d2 | <i>Palavien pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 eikä d1 vaatimuksia.</i><br>Luokassa d0 palavia pisaroita tai osia ei synny lainkaan ja luokassa d1 ne sammuvat nopeasti eli eivät edistä tulipalon leviämistä.          |

(Puuinfo, rakennusmateriaalien ja pintojen luokitus 2020, 1)

Hirsirakennetta pidetään erittäin paloturvallisena seinämateriaalina. Se palaa hiiltymällä noin yhden millimetrin minuutissa ja palon seurauksena syntyvä hiili suojaaa puun rakennetta tulelta, joten palotilanteessa hirren käyttäytymistä on helppo ennakoida. Hirsi luokitellaan D-s2, d0 -luokkaan, eli paljas hirsipinta täyttää seinän pintamateriaalille asetetun vaatimuksen. Hirren palaessa syntyvän savun määrä on vähäinen, eikä materiaalista irtoa palavia pisaroita tai osia. 148 millimetriä paksu höylähirsi ja 236 millimetriä paksu pyöreähirsi saavuttaa palonkestoajan REI 60. Tällä tarkoitetaan sitä, että hirsiseinän kantavuus, tiiveys sekä eristävyys kestää tunnin palotilanteessa. 199 millimetriä paksu höylähirsi täyttää jo REI 90 palonkestoajan. (Puuinfo 2020)

Yleisesti ottaen rakennukset on suunniteltava, rakennettava ja varustettava siten, että palon syttymisen mahdollisuus minimoidaan. Palon syttyessä materiaalit, rakenteet tai tekniset asennukset eivät saa edistää palon ja savun leviämistä. Tulisijan, savuhormin ja lämmityslaitteen sijoittelussa ja

asennuksessa on huomioitava riittävät turvavälit ja oikeanlaiset menetelmät, että käytettäessä ei aiheudu palo- tai räjähdysvaaraa. Tulipalon sattuessa rakennuksen poistumisteiden tulee olla riittävän tilavia ja helppokulkuisia, että poistumiseen kuluva aika ei ole vaarallisen pitkä. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 2017/848, 10 §, 31 §)

Koska mökkiin suunnitellaan nukkumakäyttöön soveltuva parvi, on sinne järjestettävä varsinaisen kulkutien lisäksi varatie eli hätäpoistumistie. Varatien voi toteuttaa joko kattoon sijoitettavalla luukulla tai esimerkiksi helposti avattavalla ikkunalla. Ympäristöministeriön rakennuksen käyttöturvallisuutta käsittelevässä asetuksessa sanotaan vaakasuuntaisen aukon vähimmäismitoiksi 600 x 600 millimetriä ja pystysuuntaisen aukon vähintään 600 x 500 millimetriä siten, että näiden yhteenlaskettu summa on vähintään 1500 millimetriä. Hätäpoistumistienä käytettävän ikkunan avautuma on rajoitettava enintään 100 millimetriin, mutta vapautuksen on oltava ja aikuiselle helppokäyttöinen. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta 2017/1007, 15 §)

Mökkiin tulevat sisäportaat toimivat ensisijaisena kulkureittinä sekä hätäpoistumistienä nukkumaparvelta pois. Portaana on oltava turvallinen, helppokulkuinen eikä pinta saa olla liukas. Leveyden on oltava vähintään 0,85 metriä. Kaiteet sekä jalkalistat saavat kuitenkin sijoittua tämän mitan sisäpuolelle. Portaana etenemän tulee olla vähintään 22 senttimetriä sekä nousu saa olla korkeintaan 22 senttimetriä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta 2017/1007, 3 §, 4 §)

### 2.2.3 Kosteus

Tuusniemen kunnan rakennusjärjestyksen mukaan ranta-alueelle rakentaessa alimman lattiatason korkoaseman tulee olla 1 metri korkeammalla kuin viereisen vesistön ylävesiraja. Mikäli ylävesiraja ei ole tiedossa, alimman lattiatason korkeus tulee olla 1,5 metriä keskivedenkorkeutta ylempänä. (Tuusniemen kunnan rakennusjärjestys 2007, 12)

Rakennus on suunniteltava siten, että se täyttää kosteustekniselle toimivuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset. Suunnittelussa on otettava huomioon, että rakennukselle asetettu tekninen käyttöikä täyttyy siihen kohdistuvista ulkoisista sekä sisäisistä kosteusrasituksista huolimatta ja rakenteet ovat kosteusteknisesti toimivia. Liian suuri kosteuspitoisuus tai kosteuden kertyminen rakennuksen osiin ei saa heikentää rakennuksen toimivuutta tai aiheuttaa terveydellistä haittaa siellä oleskeleville. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 2017/782, 3 §)

Rakennuksessa on huomioitava maanpinnan kuivatus ja hulevesien poisto. Hulevedet tulee johtaa pois hulevesijärjestelmän avulla (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 2017/782, 16 §). Rakennuksen ympärillä oleva maanpinta muotoillaan viettämään pois päin.

Rakennuspohjan salaojitus on suunniteltava siten, että maaperästä kapillaarisesti nouseva vesi ja pohjavesipinta saadaan pidettyä riittävän etäällä alapohja- ja perustusrakenteista. Kuivatusvedet johdetaan pois perustusten vierestä ja rakennuksen alta. Salaojitus voidaan jättää tekemättä erityistapauksissa, mikäli perusmaan vedenläpäisykyky on hyvä ja maaperän kosteus ei pääse vaurioittamaan rakennuksen kosteusteknistä toimivuutta. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 2017/782, 17 §)

Maanvastainen alapohja on suunniteltava siten, että lattian yläpinnan korkeus on vähintään 0,3 metriä rakennuksen ympärillä olevaa maanpintaa korkeammalla. Mikäli lattian yläpinta on jostain erityisestä syystä tätä alempana, kosteustekniseen toimivuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 2017/782, 18 §)

### 2.3 Suunnitteluperusteet

RT-kortissa 82–11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet käsitellään hirsirakenteen käyttöä rakennuksen kantavana runkona. Kantavat puurakenteet mitoitetaan Eurokoodin mukaisesti. Teknologian tutkimuskeskus VTT on antanut mitoitussuosituksen hirsiseinien kantavuudelle:

1. *Puristuslujuuden lähtöarvo on pienin murtohetken puristusjännityksistä eli 1,4 MPa. Tämän arvon perusteella valitaan ominaispuristuslujuudeksi  $f_{c,90,k} = 1,0$  N/mm<sup>2</sup>.*
2. *Seinän korkeus on korkeintaan 3 m.*
3. *Ristinurkkien pituuden on oltava vähintään 600 mm, mutta laskelmissa ei hyödynnetä suurempaa pituutta.*
4. *Ristinurkkien väli on korkeintaan 8 m.*
5. *Kun ristinurkkien väli on 4...8 m, seinän kapasiteetti on sama kuin 4 m pitkän seinän kapasiteetti.*
6. *Höylähirren paksuus on  $\geq 70$  mm ja pyöröhirren paksuus  $\geq 130$  mm.*

(RT 82–11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet 2014, 7)

Suositus perustuu hirsiseinien kuormituskokeiden pohjalta tehtyyn lausuntoon. Mitoituksessa voidaan käyttää myös muita arvoja mitä yllä oleva mitoitussuositus edellyttää, kunhan se on perusteltu esimerkiksi laskelmien tai testauksen avulla. (RT 82–11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet 2014, 7)

### 2.4 Hirsirakentamisessa huomioitavaa

Hirsirakentamisessa on tietynlaisia eroavaisuuksia puurankarunkoisiin rakennuksiin verrattuna, jotka tulee ottaa huomioon suunnittelussa ja rakennusvaiheessa.

Hirsi on hygroskooppinen materiaali, eli se sitoo ja vapauttaa ilmassa olevaa kosteutta säätilan ja lämpötilan mukaan. Kosteusprosentti vaihtelee normaalisti noin 11–15 % kuivapainosta, talvella on kuivempaa ja kesällä kosteampaa. Hirsirakenteet ovat kosteampia tuoreena ja uusilla hirsirakenteilla kestää kuivumisolosuhteista sekä hirren koosta riippuen aikaa saavuttaa lopullinen kosteus. Luonnollisen kuivumisen seurauksena puun syy rakenne kutistuu säteen sekä kehän suuntaisesti. Jälkimmäinen kutistuminen on voimakkaampaa, jonka seurauksena puun sisälle syntyy jännityksiä. Kun puun sisäiset vetojännitykset ylittävät vetolujuuden syntyy halkeamia, joiden koko vaihtelee hirren koon, kosteuden ja olosuhteiden mukaan. Halkeamat ovat täysin normaali ilmiö hirsirakentamisessa, eikä niiden yleensä katsota heikentävän rakenteen kantavuutta tai lämmöneristävyttä. (Rakentajan tietokirjat 2006, 10)

Halkeamilla voi olla positiivinen vaikutus rakennuksen sisäilmanlaatuun, sillä ne tasoittavat suhteellisen kosteuden vaihtelua. Halkeamat lisäävät kosteutta sitovan sekä vapauttavan puumateriaalin ja huoneilman kosketuspinta-alaa, mikä on suoraan verrannollinen rakenteen terveellisyyteen ja ilman puhtauteen. Syntyvien halkeamien paikkoihin pystytään vaikuttamaan esimerkiksi tekemällä hirsien

välisiin varauksiin urituksia, jotka ohjaavat ja vähentävät niiden syntyä. (RT 82-11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet 2014, 4)

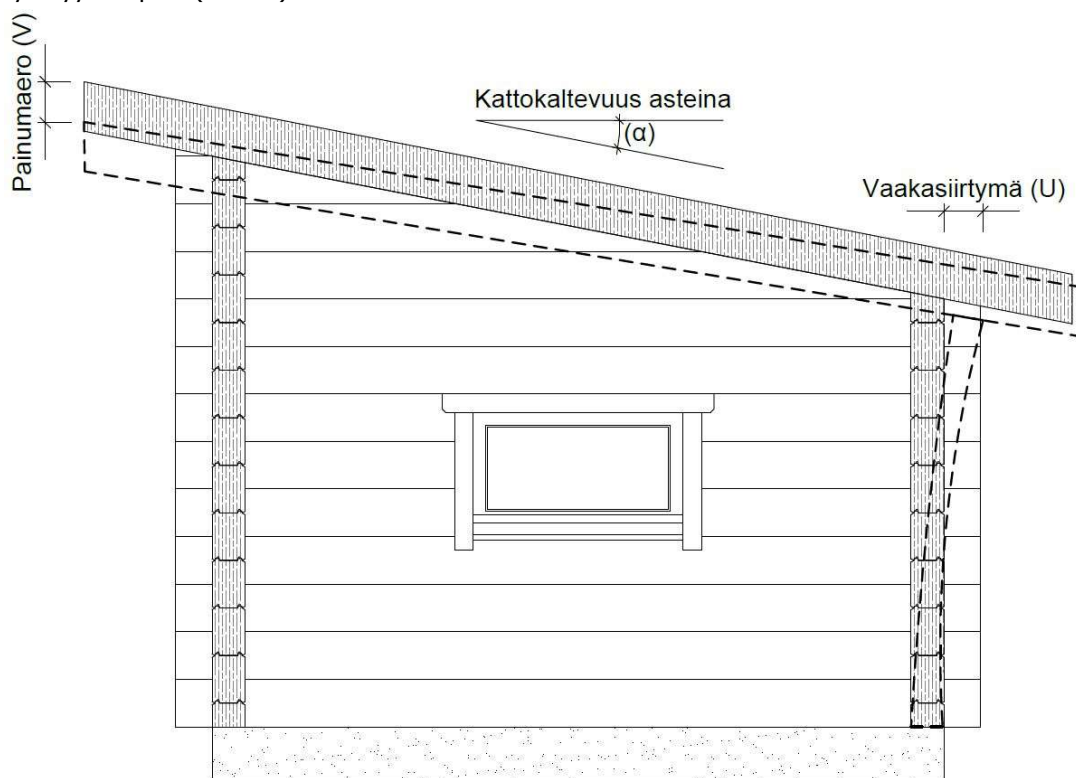
Hirsi on seinämateriaalina ”hengittävä”, eli sillä on kyky päästää ilmaa lävitseen. Ilma pääsee kulkemaan koko seinän läpi tasaisesti suodattuen, joka mahdollistaa hyvät edellytykset raikkaalle sisäilmalle. Jotta hirsirakennus saadaan riittävän tiiviiksi sekä haitallisilta ilmapuodoilta välttämään, hirsien välisissä varauksissa käytetään tiivisteitä. Tiivisteet kiinnitetään aina ylemmän hirsikerran alapintaan tai alemman hirsikerran yläpintaan nitojalla. Nykyään teollisesti tuotetuissa hirsirakenteissa tiivisteiden asentaminen valmiiksi jo tehtaalla on mahdollista. Nurkkien tiivistämisessä tulee olla erityisen tarkkana, koska ei-toivotut ilmapuodot esiintyvät tyypillisesti huonosti tiivistetyissä nurkka- ja seinäliitoskohdissa eli salvoksissa. (Rakentajan tietokirjat 2006, 10, 34, 35)

Hirsiseinän painuminen ja sen huomioon ottaminen suunnittelussa on erittäin tärkeää hirsirakenteiden toimivuuden ja kestävyyskannalta. Painuminen johtuu pääosin puurakenteen luonnollisesta kuivumisesta, saumaeristeiden tiivistämisestä ja rakenteiden massan aiheuttamasta kuormituksesta. Hirsirakenteinen seinä painuu hirsityypistä riippuen noin 10–50 mm/korkeusmetri. Massiivihirsinen profiili, eli yhdestä puusta höylätty (kulmikas hirsi) tai sorvattu (pyöröhirsi) on hirsityypeistä eniten painuva. Lamellihirsi eli liimahirsi on valmistettu liimaamalla useampia puukappaleita joko pystyyn, vaakaan tai ristiin. Tämä mahdollistaa pienemmän painuman sekä pidempien hirsien valmistuksen tehdasolosuhteissa. Markkinoilla on myös saatavilla painumattomia hirsiprofiileita, jotka ovat käytännössä lamellihirsisiä, joissa osa liimatuista puista on syyrakenteeltaan pystysuunnassa. Tämän seurauksena puun kuivumisesta aiheutuva painuminen on erittäin vähäistä ja hirsirakenteiden suunnittelu poikkeaa perinteisestä tavasta. Sekä lamelli- että painumattomia hirsiprofiileita valmistetaan kulmikkaana- että pyörömallisena. (RT 82–11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet 2014, 2, 4)

Kun käytetään massiivi- tai lamellihirttä, kaikki painumattomat rakennusosat ja niiden liitokset hirsirakenteisiin pitää huomioida suunnittelussa. Esimerkiksi kun kevyt rankarakenteinen väliseinä liitetään kantavaan hirsiseinään, kiinnitysruuvien reikien tulee olla soikeita, jotta ruuvit pääsevät laskeutumaan esteettä painumisen seurauksena. Lisäksi yläpuolinen liittyminen kattorakenteeseen tulisi tehdä niin sanotulla teleskooppirakenteella eli kahdella yläsidepuulla, joiden väliin jäävä villatila mahdollistaa painumisen. Kantavissa painumattomissa rakenteissa, kuten pilareissa tulee käyttää poistettavia painumavarapaloja tai kierrejalkaa, jolla painuma voidaan säätää hirsiseinän mukaan. Kierrejalka voidaan asentaa joko ylä- tai alapäähän pilaria. Painumat tulee myös huomioida muun muassa kalusteiden asennuksissa, porrarakenteissa, muuratuissa seinissä sekä tulisijoissa ja läpivienneissä. (Rakentajan tietokirjat 2006, 42, 90)

Hirsiseinässä olevissa ikkuna- ja oviaukoissa käytetään karoja, jotka asennetaan aukkojen pieliin tehtyihin uriin. Karan tarkoituksena on tukea hirsirakennetta aukon kohdalla ja toimia sivusiirtymän estävänä pystyvuuna. Karojen yläpäihin jätetään riittävä painumavara ja ne kiinnitetään hirsiseinään vain alaosaan. Ovien- ja ikkunoiden karmit kiinnitetään karapuihin normaalisti kilojen sekä puu- tai karmiruuvien avulla. Karmien ja karojen väliset raot sekä ylä- ja alapuolisen seinän väliset aukot tilkitään villalla ja tiivistetään huolellisesti teippaamalla. Vaihtoehtoisesti eristämiseen ja tiivistämiseen voidaan käyttää elastisia tai paisuvia eristeitä. Aukkojen peitelautoituksessa ja -listoituksessa tulee huomioida, että kiinnikkeittä ei asenneta painuviin rakenneseinään. (Rakentajan tietokirjat 2006, 39–41)

Jos kattorakenne on jyrkkä ja kattokannattajat ovat tuettu hirsiseiniin sekä ylä- että alapäästä, tulee painuma ottaa huomioon. Seinien korkeuserosta johtuen hirren painuma korkealla seinällä on suu- rempaa kuin matalalla seinällä, minkä seurauksena kattorakenteelle tulee vaakasiirtymää ja lape työntyy ulospäin (Kuva 7).



Kuva 7 Painumasta johtuva vaakasiirtymä (Komu 2021, CC BY)

Kattokannattimien kiinnityksessä tulee käyttää esimerkiksi liukurautakiinnikkeitä tai muita vastaavan- laista vaakasiirtymän mahdollistavaa kiinnitystapaa. Jos kiinnityksessä käytetään liukumattomia kiin- nikkeitä, ulkoseinälinja pyrkii työntymään ulospäin, jonka seurauksena syntyy rakenteellisia ja ulko- näöllisiä ongelmia. (RT 82–11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet 2014, 4)

Vaakasiirtymä (U) voidaan laskea kaavalla

$$U = V \times \tan \alpha,$$

missä  $V$  on päätykolmion laskennallinen painuma ja  $\alpha$  on kattokaltevuus asteina.

(RT 82–11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet 2014, 4)

Esimerkiksi jos mökin harjanpuoleinen eli korkeampi seinä on korkeudeltaan 5 metriä ja hirsityypin painumaksi on ilmoitettu 40 millimetriä korkeusmetriltä,  $V$  saa arvoksi 200 millimetriä. Kattokalte- vuudella 1:7  $\alpha$  saa arvokseen 8,14 astetta. Sijoitetaan tämä ylempänä esitettyyn kaavaan:

$$U = 200 \text{ mm} \times \tan 8,14 \approx 28,6 \text{ mm}$$

Tässä esimerkitapauksessa matalamman seinän kohdalla tapahtuva kattokannattajien sivuttaissiir- tymä olisi noin 3 senttimetriä. Kuvan 7 mittasuhteet ovat ylikorostettuina tilanteen havainnollista- miseksi. Todellinen sivuttaissiirtymä voidaan laskea, kun käytettävä hirsityyppi ja sen painuma on tiedossa.

Hirsiseinää rakentaessa hirret tulee vaarnata eli tapittaa jokaisella hirsikierrolla. Vaarnatapit ovat puisia tai metallisia tappeja, joiden tarkoitus on estää yksittäisten hirsien sivuttainen siirtymä. Joissakin tilanteissa tappien sijasta voidaan käyttää myös tarkoitukseen sopivia nauvoja, ruuveja tai vaarnalevyjä. Vaarnatappien välinen etäisyys saa olla korkeintaan 2000 millimetriä. Asennusvaiheessa tapit asennetaan tehtaalla tehtyihin reikiin aina valmiin hirsikierron päätteeksi. Tappeja ei saa asentaa samaan reikään joka hirsikierrolla, koska muuten tapit saattavat painua toisiinsa vaikeuttaen seinän luonnollista painumaa. Normaalisti hirsiseinät jäykistetään yhtenäiseksi rakenteeksi poikittaisilla hirsiseinillä, eli välille tulevilla ristinurkillä sekä asianmukaisella tapituksella. Jos seinästä kuitenkin halutaan tehdä pidempi ja ristinurkkien väli kasvaa liian suureksi, nurjahduksen estämiseksi on asennettava följäri eli pystysuuntainen tukipuurakenne, joka kiinnitetään hirsirakenteen läpi pulttaamalla. Kun hirsiseinästä tai useamman hirren muodostamasta palkista halutaan levymäinen ja jäykkä rakenne, käytetään läpipuluttausta. Sillä tarkoitetaan koko seinän tai hirsipalkin läpi kulkevaa kierretankoa, jolla rakenne voidaan kiristää tiukaksi. (RT 82–11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet 2014, 3–4; Rakentajan tietokirjat 2006, 37–38, 50–51)

### 3 HIRSIMÖKIN SUUNNITTELU

#### 3.1 Rakenteet

##### 3.1.1 Runko

Mökin seinämateriaaliksi tulee suorakaiteen muotoinen lamellihirsi, joka toimii samalla sekä kantavana runkona että lämpöä eristävänä rakenteena. Kuten aiemmin jo mainittiin, ympärivuotiseen käyttöön soveltuvissa loma-asunnoissa energiatehokkuusmääräykset koskevat pelkästään rakennukseen ulkovaipan lämpöhäviötä. Vertailuarvon mukaan hirsiseinän laskennallinen lämpöhäviö eli u-arvo saa olla korkeintaan 0,80 W/m<sup>2</sup>K. Alla olevassa kuvassa 8 näkyy ohjeelliset u-arvot eri hirsityyppisille seinärakenteille sekä eristämättömänä että sisäpuolisesti lisälämmöneristettyinä. Merkintä HH tarkoittaa suorakaiteen muotoista höylähirttä ja Ø pyöröhirttä. Riittävä lämmöneristävyys saavutetaan jo 135 millimetriä leveällä eristämättömällä hirsirakenteella. Seinämateriaaliksi valittiin kuitenkin 180 millimetrin levyinen lisäeristämättömän hirsiprofiilin hieman paremman u-arvon sekä ulko- ja sisäpuolisten syiden perusteella.

Hirsi (mm)	Eristys (mm)			
	0	50	100	150
HH70	1,33	0,48	0,31	0,23
HH95	1,04	0,43	0,29	0,22
HH110	0,92	0,41	0,28	0,21
HH120	0,85	0,4	0,27	0,2
HH135	0,77	0,38	0,26	0,19
HH180	0,6	0,34	0,23	0,18
HH205	0,53	0,31	0,22	0,17
HH270	0,41	0,27	0,2	0,16
Ø130	0,89	0,4	0,26	0,19
Ø150	0,79	0,38	0,25	0,19
Ø170	0,72	0,36	0,24	0,18
Ø190	0,64	0,34	0,23	0,18
Ø210	0,58	0,33	0,23	0,17
Ø230	0,53	0,31	0,22	0,17

Kuva 8 Hirsiseinän u-arvot (RT 82–11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet 2014, 9)

##### 3.1.2 Perustukset

Mökkiin tulee yhtenäinen anturaperustus, joka valetaan paikallavaluna tehdasvalmisteisia, valmiiksi raudoitettuja anturamuotteja käyttäen (liite 12). Muuttien alapuolella tulee olla vähintään 200 millimetriä paksu tiivistetty kapillaarikatkokerros. Perusmuuri muurataan 200 millimetriä leveistä kevytsoraharkoista viiden harkkokierron korkuisena siten, että maanpinnan yläpuolelle jäävä osuus on kaksi harkkokiertoa. Tällä varmistetaan riittävä etäisyys lattia- ja maanpinnantason välillä ja estetään maanpinnalta tuleva kosteusrasitus yläpuolisiin rakenteisiin. Perusmuurin ulkopinnan huokokset slammataan tiiviiksi ja maata vasten tulevalle osalle asennetaan perusmuurilevy vedeneristeeksi. Sokkelin sisäpintaan tulee 100 millimetrin EPS-lämmöneriste. Ylimmän harkkorivin päälle liimataan elastisella tiivistemassalla kumibitumikermikaista, joka tiivistää rakennetta ja erottaa harkko- ja puurakenteet toisistaan. Kermikaistan päälle asennetaan sokkelin levyinen alaohjauspuu, joka on materiaaliltaan liimapuuta. Alaohjauspuu kiinnitetään harkkoihin soveltuvilla ruuveilla riittävän tiheästi ja sen päälle liimataan kumitiivistenaumat estämään hirsien alta tulevat ilmavuodot.

Salaojaputket asennetaan anturoiden viereen, hieman alapintaa alemmaksi. Salaojajärjestelmän tarkoituksena on pitää maanalaiset perustusrakenteet kuivana ja estää kosteusvaurioiden syntyminen.

Putkien ympärillä on käytettävä salaojasepeliä veden siirtymisen ja putkien toiminnan varmistamiseksi.

Perusmuurin kylkeen, hieman salaojaputkia ylemmäksi asennetaan routasuojauslevyt. Routaeristyksen tarkoituksena on estää maaperän jäätyminen perustusten ympäriltä ja siten torjua roudan rakenteille aiheuttamat vauriot. Eristelevyinä käytetään XPS-eristettä eli suulakepuristettua polystyreeniä 1200 (600+600) millimetrin levyiseltä matkalta perusmuurista ulospäin. Eristepaksuus pitkien seinien kohdalla on 100 ja 70 millimetriä. Nurkkien kohdalla heikomman lämmönsiirtymisen seurauksena eristettä asennetaan 120 ja 100 millimetriä puolentoista metrin matkalta. Eristepaksuudet mitoitettiin Finnfoamin verkkosivuilta löytyvällä puolilämpimän tilan routaeristeen mitoitusohjelmalla (Finnfoam julkaisuaika tuntematon). Mitoituksessa käytettiin Tuusniemellä kerran 50 vuodessa esiintyvää pakkasmäärää 53000 Kh sekä oletettiin, että alapohjan lämmöneristyskyky on hyvä.

### 3.1.3 Alapohja

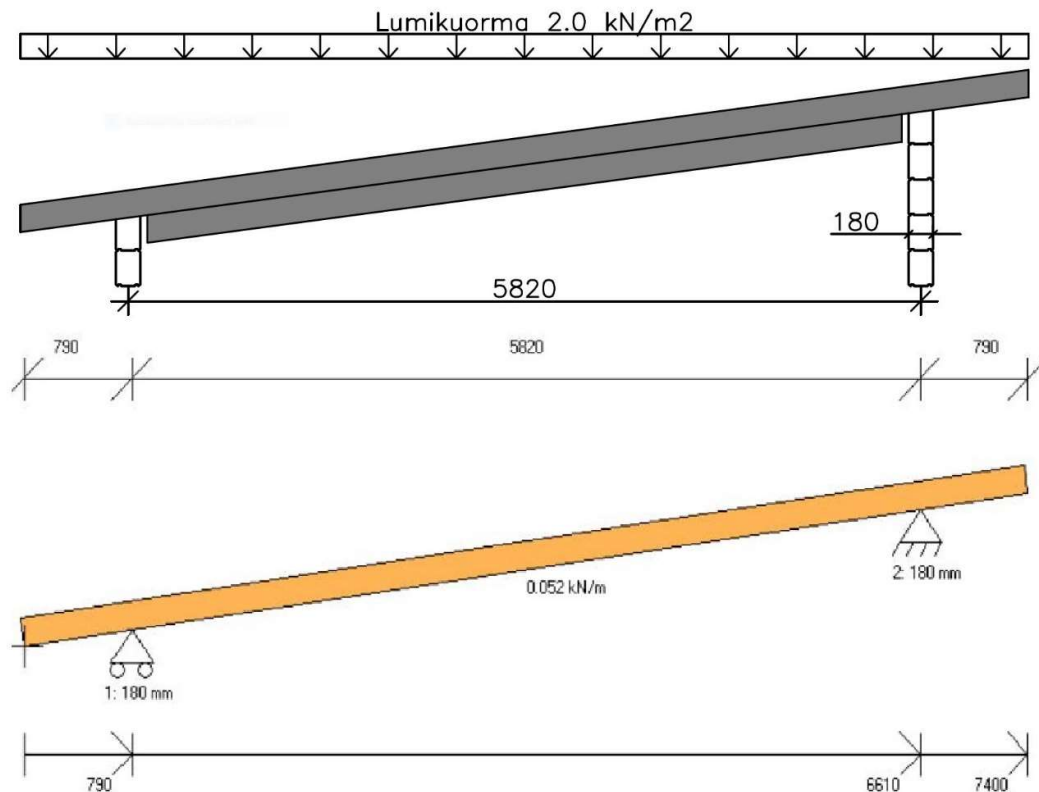
Alapohja tehdään maanvastaisella teräsbetonilaatalla. Laatta valetaan 80 millimetriä paksuna ja alle asennetaan 100+100 millimetriä EPS-lämmöneristettä. Välipohjarakenteita kannattelevan hirsiväliseinän kohdalle valetaan 180 millimetriä paksu laatanvahvistus (liite 11). Vahvistus toteutetaan jättämällä ylempi EPS-kerros seinälinjan kohdalta pois 600 millimetrin leveydeltä. Lämmöneristeen alapuolelle tulee 300 millimetriä paksu sepelinen kapillaarikotäyttö, jonka tarkoituksena on estää maaperästä nouseva kapillaarinen kosteus sekä ehkäistä roudan muodostuminen. Perusmuurin päälle tuleva kumibitumikermikaista limitetään alapohjan lämmöneristeen sekä betonilaatan väliin, jotta rakenteiden liitoksesta saadaan tiiviimpi ja maaperässä mahdollisesti esiintyvä radioaktiivinen radonkaasu ei pääse huoneilmaan. Sepelikerrokseen asennetaan myös radonputkisto, jonka tarkoituksena on kerätä alapohjan radon ja siirtää se hallitusti pois rakennuksen alta.

### 3.1.4 Yläpohja

Rakennukseen tulee vino sisäkatto, joten yläpuoliset rakenteet toteutetaan vinolla yläpohjaratkaisulla. Kattokannattajina toimii NR-vaarnapalkit k600 jaolla, jotka tuetaan ylä- ja alapäästä hirsiseinien varaan (liite 10). Palkkien kiinnityksessä on käytettävä hirren painumisesta aiheutuvan sivuttaisliikkeen sallivia liukurautakiinnikkeitä (liite 13). Kattopalkkien päälle tulee 18 millimetriä paksu pontattu OSB-levy, jonka päälle asennetaan kumibitumikermikate. Yläpohjan läpiviennissä, kuten tulisijan hormin läpiviennissä on oltava tarkkana. Eristeenä yläpohjassa on 75 millimetriä tuulensuojaeristettä sekä 200 millimetriä lasivillaeristettä. Koska rakennus on puolilämmin, höyrynsulkumuovin tilalla käytetään paperista ilmansulkua. Ilmansulkupaperia vasten kiinnitetään lautakoolaukset, joihin kattopaneelit saadaan asennettua. Vesikattorakenteen ja tuulensuojaeristeen väliin jää 125 millimetrin tuuletusväli, mikä täyttää tuuletusraolle asetetut vaatimukset (RT 103274 Yläpohjat, Perustietoja, 2).

Palkkien koon arviointiin käytettiin Finnwood -mitoitusohjelmaa (liite 16). Koska ohjelmalla ei pystytty mitoittamaan naulalevyrakenteita, otettiin tarkasteluun pelkästään yläpaarre, eli yläosa, joka tukeutuu seinien varaan, muodostaa räystäät sekä siirtää katolta tulevat kuormat alapuolisille rakenteille. 51x200 kerto-s syrjällään sai MRT-tarkastelussa kokonaiskäyttöasteeksi 82.7 % taivutuksen osalta.

Yläpaarteen tukipaineeksi hirsiseinää vasten saatiin 18.0 %, joten palkki kestää hyvin sille tulevat kuormitukset. KRT-tarkastelussa käyttöaste ylittyi taipuman osalta, mutta kun otetaan huomioon, että NR-palkki toimii yhtenäisenä jäykkänä rakenteena, jonka ominaisuudet paranevat alaosan kanssa, voitiin yläpaarteiden korkeudeksi valita 200 millimetriä suunnitelmien tekemistä varten. Ala-paarteiden korkeudeksi valittiin myös 200 millimetriä eristepaksuuden myötä. Kuvassa 9 alempana ote Finnwood -rakennemallin yläpaarteesta, ylempänä AutoCADilla tehty kokonainen NR-vaarnapalkki.



Kuva 9 NR-vaarnapalkki (Komu 2021, CC BY)

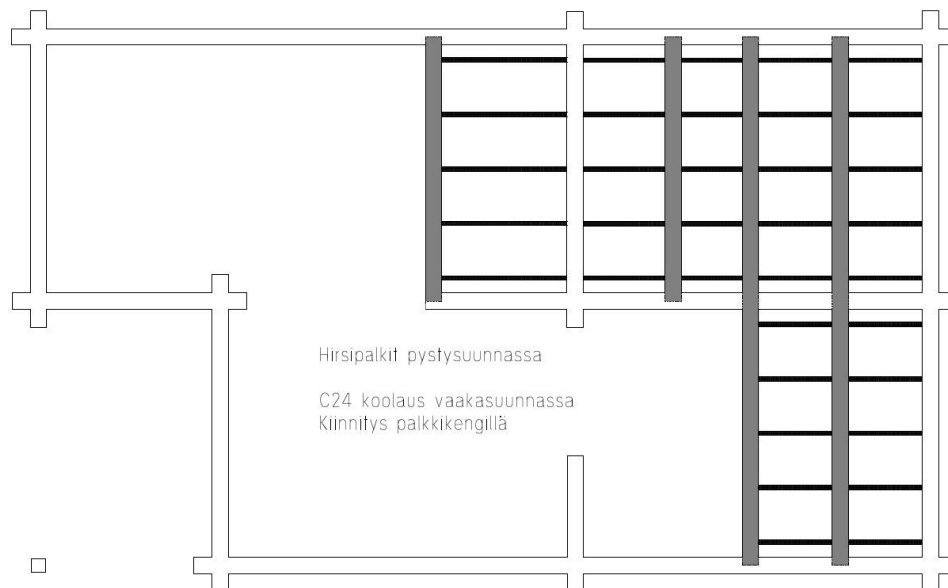
### 3.1.5 Väliseinät

Kevyet väliseinät rakennetaan rankarakenteisina 92 millimetriä leveästä viilu-/kertopuusta. Tolpat asennetaan alaohjauspuiden päälle k600 jaolla ja välit villoitetaan mineraalivillalla ääneneristävyyden parantamiseksi. Väliseinien teossa hirren luonnollinen painuma tulee huomioida, kuten kohdassa 2.4 *Hirsirakentamisessa huomioitavaa* jo mainittiin. Väliseinät verhotaan kipsilevyillä, jotka toimivat myös seinän jäykistävänä materiaalina.

### 3.1.6 Välipohja

Parven välipohja tehdään hirsipalkeilla, joiden päät kannatetaan lohenpyrstöliitännöillä ulkoseiniin tehtyihin loviin. Jakavan hirsiseinän kohdalta menevien pitkien palkkien ylitykset tehdään salvosliitännöillä. Välipohjan kohdalla olevat hirsiseinät jätetään palkiston korkuisiksi. Palkkeina käytetään samoja 180 millimetriä leveitä ja 260 millimetriä korkeita hirsiiä kuin seinissä. Palkkien väliin tehdään ristikoolaus C24 lujuusluokan puutavaralla k600 jaolla. Välikoolaukset kiinnitetään ruuvikiinnitteisillä palkkikengillä siten, että yläpinnat tulevat hirsipalkkien kanssa samaan tasoon. Palkiston päälle ruuvataan koolausjaolle tarkoitettu 22 millimetriä paksu lattialastulevy, joka jäykistää rakennetta sekä jakaa välipohjalle tulevan kuorman kantaville rakenteille. Vanerin päälle voidaan asentaa suoraan

laminaatti tai vastaavanlainen pintarakenne. Vaakakoolausten alapintaan kiinnitetään lautakoolaukset, joihin kattopaneelit voidaan kiinnittää. Hirsipalkit jäävät näkyviin ja alapuolisesta huonekorkeudesta saadaan hieman korkeampi verrattuna siihen, että alakatto tehtäisiin suoraan palkiston alapintaan.



Kuva 10 Välipohjapalkisto (Komu 2021, CC BY)

Hirsien väliin tulevat vaakakoolaukset mitoitettiin Finnwood -ohjelmalla (liite 18). Mitoitus tehtiin pisinmän jännevälän mukaan ja C24 50x175 -puutavaralla kokonaiskäyttöasteeksi saatiin 87.6 %. Kaikille lyhemmille jänneväleille jo C24 50x100 täyttää välipohjarakenteille asetetut vaatimukset.

## 3.2 U-arvo laskut

### 3.2.1 Alapohja

	<b>Materiaalikerros</b>	<b>d, Paksuus (mm)</b>	<b><math>\lambda_u</math>, Lämmönjohtavuus (W/mK)</b>	<b>R, Lämmönvastus (m<sup>2</sup>K/W)</b>
1	<b>Pintavastus, sisä</b>			0,17
2	<b>Betonivalu</b>	80	2,0	0,04
3	<b>EPS-eriste</b>	200	0,036	5,5556
4	<b>Pintavastus, ulko</b>			0,04

Lattiapinnoitetta ja sen lämmönvastusta ei oteta laskussa huomioon. Alapohjarakenteessa olevalla suodatinkankaalla sekä betonin rauditusverkolla ei arvioida olevan u-arvoon merkittävää vaikutusta.

Lasketaan lattiarakenteelle kokonaislämmönvastus,  $R_T$ :

$$R_T = R_{SI} + R_{BETONI} + R_{ERISTE} + R_{SE}$$

$$R_T = 0,17 + 0,04 + 5,5556 + 0,04 = 5,8055 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

Lasketaan lattiarakenteen u-arvo kokonaislämmönvastuksen  $R_T$  käännteisluvulla:

$$U_{LATTIA} = 1 / R_T$$

$$U_{LATTIA} = 1 / 5,8055 = 0,1722 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

Maanvastaisen alapohjarakenteen u-arvo saadaan kertomalla lattiarakenteen u-arvo 0,9:llä. Tämä kerroin ottaa huomioon maa-ainesten lämmönvastuksen:

$$U = U_{LATTIA} * 0,9$$

$$U = 0,1722 * 0,9 = \mathbf{0,1556 \text{ (W/m}^2\text{K)}}$$

Maanvastaisen alapohjarakenteen vaadittu u-arvo: 0,24 W/m<sup>2</sup>K

$$0,24 \text{ W/m}^2\text{K} > 0,1556 \text{ W/m}^2\text{K} = \underline{\text{OK, täyttää vaatimuksen}}$$

### 3.2.2 Yläpohja

	<b>Materiaalikerros</b>	<b>d, Paksuus (mm)</b>	<b><math>\lambda_u</math>, Lämmönjohtavuus (W/mK)</b>	<b>R, Lämmönvastus (m<sup>2</sup>K/W)</b>
1	<b>Pintavastus, ulko</b>			0,10
2	<b>Tuulensuojaeriste</b>	75	0,031	2,42
3	<b>Lasivilla</b>	200	0,033	6,06
4	<b>Kattopalkit k600</b>	50 x <u>275</u>	0,12	2,29
5	<b>Kattopaneeli, mänty</b>	15	0,12	0,125
6	<b>Pintavastus, sisä</b>			0,10

Koska lasivilla ja tuulensuojaeriste ovat päällekkäisenä eristekerroksena kattopalkkien välissä, niille voidaan laskea yhtenäinen lämmönvastus:

$$R_{ERISTE} = R_{LASIVILLA} + R_{TUULENSUOJA}$$

$$R_{ERISTE} = 6,06 + 2,42 = 8,48 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

Yläpohjan rakennekerroksissa kattopalkkisto ja lämmöneristekerrokset ovat lämmön kulkusuuntaan nähden lämmönvastukseltaan erilaisia, joten rakennusosalle on laskettava yhteinen kokonaislämmönvastus. Lämmönvastus saadaan laskemalla keskiarvo materiaalien ylälikiarvosta  $R'_T$  ja alaliikiarvosta  $R''_T$ . Lämmönvastuksen  $R_{PALKKI}$  laskennassa käytettävä paksuus on sama kuin eristeiden paksuus.

Lasketaan ylälikiarvo  $R'_T$ :

$$1 / R'_T = f_{PALKKI} / R_{T,PALKKI} + f_{ERISTE} / R_{T,ERISTE}$$

$$f_{PALKKI} = 50\text{mm} / 600\text{mm} = 0,083 \text{ ja } f_{ERISTE} = 550\text{mm} / 600\text{mm} = 0,92$$

$$R_{T,PALKKI} = R_{SI} + R_{PANEELI} + R_{PALKKI} + R_{SE} = (0,1 + 0,125 + 2,29 + 0,1) \text{ m}^2\text{K/W} = 2,615 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{T,ERISTE} = R_{SI} + R_{PANEELI} + R_{ERISTE} + R_{SE} = (0,1 + 0,125 + 8,48 + 0,1) \text{ m}^2\text{K/W} = 8,805 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R'_T = [1 / (0,083 / 2,615 + 0,92 / 8,805)] \text{ m}^2\text{K/W} = 7,34 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Lasketaan alalikiarvo  $R''_T$ :

$$R''_T = R_{SI} + R_{PANEELI} + R_{PALKKI+ERISTE} + R_{SE}$$

$$1 / R_{PALKKI+ERISTE} = f_{PALKKI} / R_{PALKKI} + f_{ERISTE} / R_{ERISTE}$$

$$R_{PALKKI+ERISTE} = 1 / (f_{PALKKI} / R_{PALKKI} + f_{ERISTE} / R_{ERISTE}) = [(1 / (0,083 / 2,29 + 0,92 / 8,48))] \text{ m}^2\text{K/W} = 6,91 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = (0,1 + 0,125 + 6,91 + 0,1) \text{ m}^2\text{K/W} = 7,235 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Lasketaan kokonaislämmönvastus,  $R_T$ :

$$R_T = (R'_T + R''_T) / 2 = (7,34 \text{ m}^2\text{K/W} + 7,235 \text{ m}^2\text{K/W}) / 2 = 7,2875 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Lasketaan yläpohjarakenteelle u-arvo,  $U$ :

$$U = 1 / R_T = 1 / 7,2875 \text{ m}^2\text{K/W} = 0,1372 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

Yläpohjan u-arvo tarkastettiin Puuinfon verkkosivuilta löytyvällä puurakenteiden u-arvon mitoitustyökälulla. Mitoitustyökälu laskee lämmönläpäisykerroimet SFS EN ISO 6946 -standardin mukaisesti ja huomioi u-arvoon tarvittavat korjaustekijät, kuten ilmarakojen vaikutuksen (Puuinfo 2020). Ohjelma sai korjaamattomaksi u-arvoksi saman tuloksen kuin ylempänä käsin laskettuna.

Mitoitustyökälulla saatu korjattu u-arvo:

$$\mathbf{0,1467 \text{ W/m}^2\text{K}} \text{ (liite 15)}$$

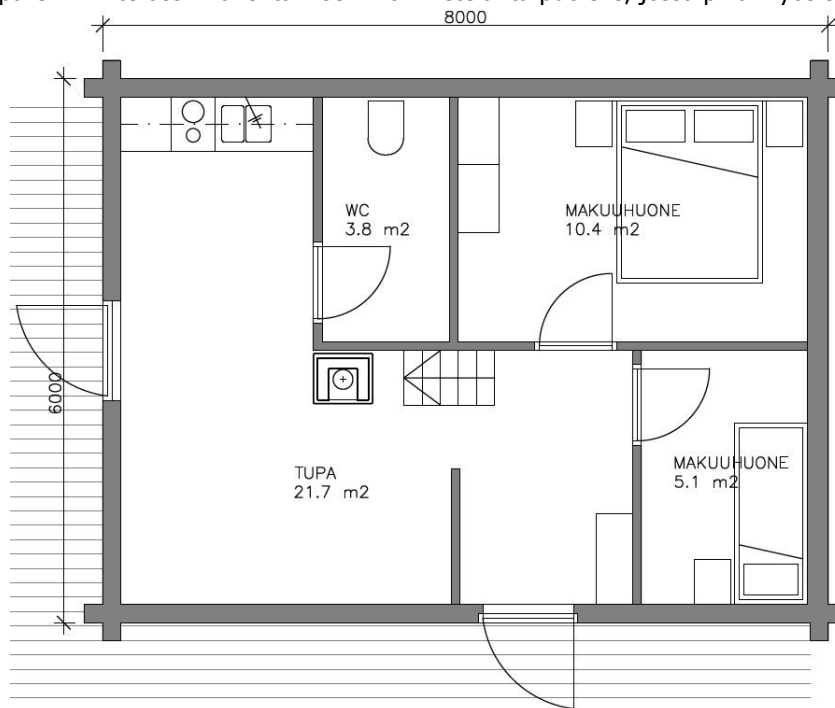
Yläpohjarakenteen vaadittu u-arvo:  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$0,15 \text{ W/m}^2\text{K} > 0,1467 \text{ W/m}^2\text{K} = \underline{\text{OK, täyttää vaatimuksen}}$$

### 3.3 Pohjaluonnostelu

Mökin suunnittelu alkoi pohjakuvan luonnostelulla, joka tehtiin tilaajan asettamien vaatimusten pohjalta. Lähtökohtana pohjan luonnostelulle oli, että mökin kerrosala olisi noin 40–50 neliometriä ja mökkiin suunniteltaisiin parvi, joka soveltuu tavaroiden varastointiin sekä nukkumiseen. Tilaajan toiveena oli myös saada iso, vähintään 10 neliometrin erillinen makuuhuone, johon mahtuisi parisänky sekä pienempi yhden hengen makuuhuone. WC:n koon tulisi olla noin 4 neliometriä. Tupa/olohuoneeseen olisi tarkoitus saada mahtumaan kulmamallinen ”löhöilysohva”, televisio ja takka. Keittiössä tulisi olla uuni- ja keittomahdollisuus sekä tilaa vanhalle pirttikalustolle, joka on kooltaan noin 2 x 1,6 metriä. Tontin muoto huomioon ottaen, mökin pohjaa alettiin luonnostelemaan 6 x 8 metrin kokoisena suorakaiteena siten, että pidempi sivu olisi pääjulkisivu tielle ja järvelle päin.

Makuuhuoneet sijoiteltiin mökin pohjoisen puoleiseen päätyyn. Tämä vähentää kesällä auringonpaiseen seurauksena johtuvaa huoneiden liiallista lämpenemistä. Lisäksi tämä sijoittelu mahdollistaa paremmin terrassin rakentamisen mökin etelä-itä puolelle, jossa piha myös sijaitsee.

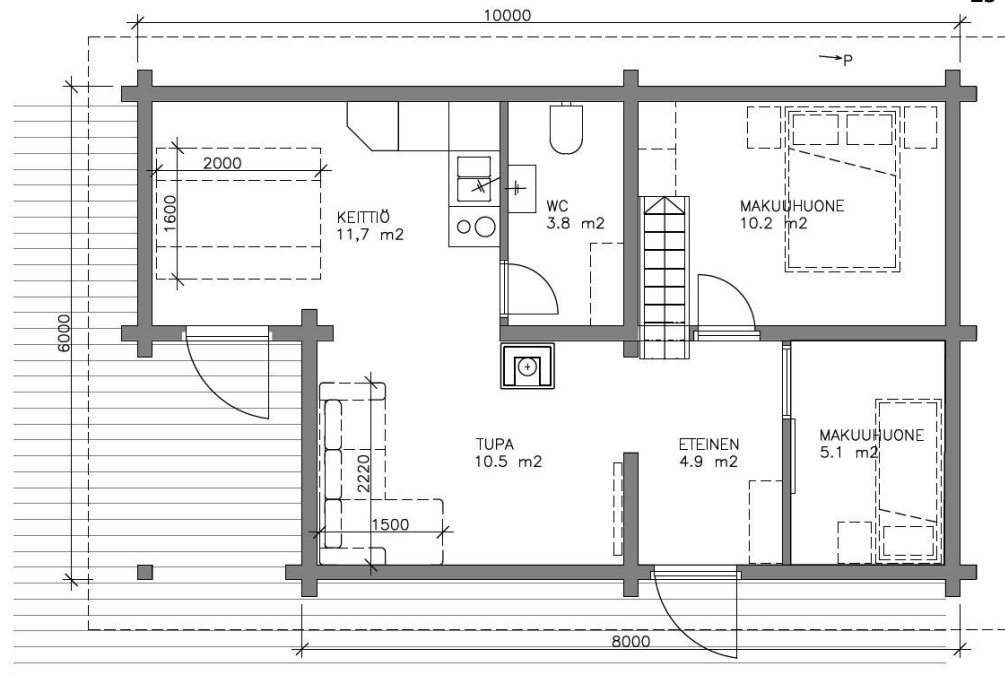


Kuva 11 Ensimmäinen pohjaluonnos (Komu 2021, CC BY)

WC päädyttiin sijoittamaan mökin lännen eli tontin takarajan puoleiselle reunalle lähinnä käytännöllisistä ja ulkonäöllisistä syistä. WC:hen asennetaan sähköllä toimiva polttava kuivakäymälä, joka vaatii toimiakseen tuuletusputken takana olevan seinän läpi ja näin ollen se on vähiten näkyvässä. Lisäksi keittiö on lähellä, joten pesuvesien poisto voidaan toteuttaa vähäisemmällä putkitöillä.

Kuvassa 11 näkyvä ensimmäinen pohjaluonnos osoittautui liian ahtaaksi, kun sinne soviteltiin huonekaluja. Pirttikalustolle ei löytynyt järkevää paikkaa, eikä tupakeittiömäinen ratkaisu miellyttänyt. Mökkiä päätettiin leventää kahdella metrillä keittiön kohdalta. Näin kalustolle saatiin lisää tilaa sekä keittiön ja tuvan raja tuli selkeämmin esille. Myös toisen ulko-oven paikka siirrettiin, että keittiön ja terrassin välinen kulku helpottuisi. Tämän jälkeen mökin pohja ei ollut enää niin laatikkomainen ja rakennukseen saatiin vähän monimuotoisuutta, joka lisää ulkonäköä. WC:n ja ison makuuhuoneen kohdalta menevä sekä makuuhuoneiden välistä menevät jakavat väliseinät vaihdettiin samaksi materiaaliksi kuin ulkoseinät. Näin hirsiseiniä risturkkien väliset etäisyydet eivät kasvaneet liian suuriksi ja seinärakenne saatiin jäykistettyä.

Kuvassa 12 näkyy mökin lopullinen pohjaluonnos, johon päädyimme tilaajan kanssa. WC-oven paikaksi mietittiin myös tuvanpuoleista seinää, mutta koska takan tarkka koko ei ollut vielä tiedossa ja seinä on kantava, jätettiin ovi mieluummin keittiön puoleiselle väliseinälle. Keittiöstä saatiin avaramman tuntuinen kulmamallisella keittiökalusteiden sijoittelulla. Portaat päädyttiin sijoittamaan isomman makuuhuoneen puolelle, jotta mitoitus määräysten mukaisesti onnistui helpommin. Vaikka tämä ratkaisu vie tilaa makuuhuoneesta, tuvan ja eteisen välisestä kulkutilasta saatiin helppokulkuisempi. Porrasmousun alapuolelle jäävä tila voidaan hyödyntää makuuhuoneen säilytystilana. Pienemmän makuuhuoneen kääntyvä ovi vaihdettiin liukuoveksi tilan säästämiseksi.



Kuva 12 Lopullinen pohjaluonnos (Komu 2021, CC BY)

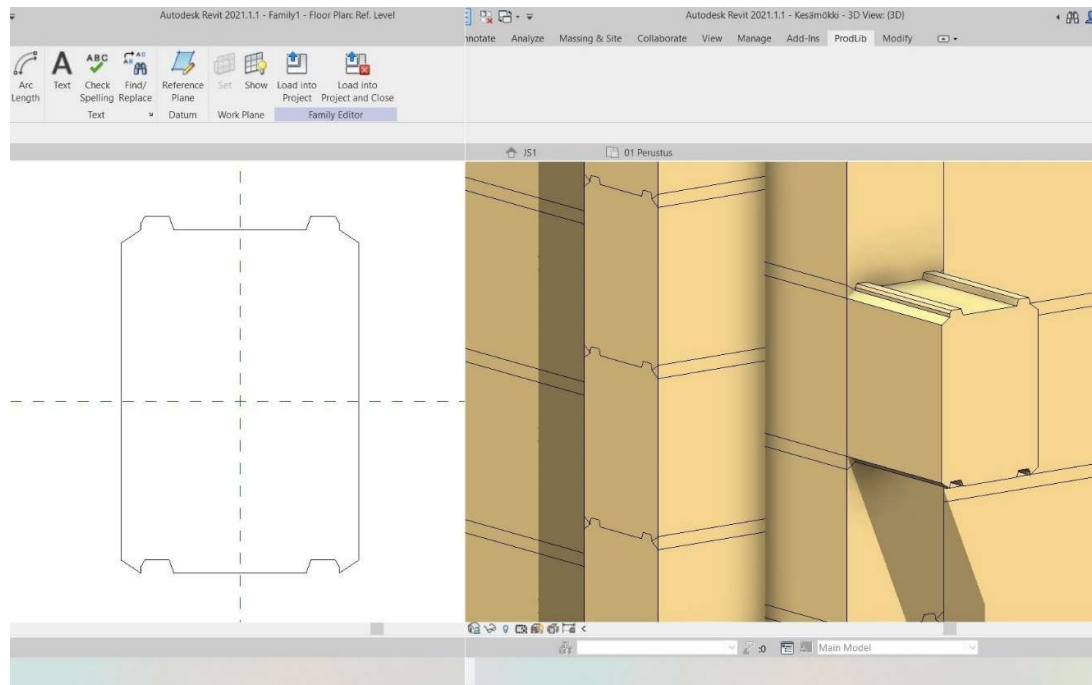
### 3.4 3D-mallinnus

Kun luonnostelu oli siinä vaiheessa, että seinälinjoja ei enää siirrelty tai pohjan muotoa ei muokattu, alettiin mökistä tehdä 3D-tietomallia Autodesk Revit 2021 -ohjelmalla. Mallin tarkoituksena oli toimia pohjana rakennuslupakuvien tekoa varten sekä helpottaa rakennuksen ulkonäön visualisointia tilaajalle. Tietomallintaminen aloitettiin kerrostasojen ja piirtolinjojen muokkaamisella mökin tarpeiden mukaisiksi. Rakenteet mallinnettiin perustuksista aina vesikattoon asti tarkasti jokainen materiaali-kerros huomioiden. Projektiin luodut rakennetyypit tehtiin aiemmin tehtyjen u-arvolaskujen sekä valittujen rakenteellisten ratkaisujen pohjalta.

Perusmuuri mallinnettiin *Stacked Wall* -rakenteena kolmesta eri kerroksesta koostuen. Alimpana kerroksena on 600 millimetrinen eli kolme harkkokiertoa korkea maan alle jäävä osa, jonka ulkopinnassa on slammaus ja perusmuurilevy, sisäpuolella EPS-eristys. Kaksi ylemmää harkkokiertoa ovat maanpinnan yläpuolelle jäävät kerrokset, joiden ulkopinnassa on slammaus ja rouhepinnoitus. Perusmuurin keskimmäisen osan sisäpinnassa on EPS-eristys. Ylimmässä ei ole eristettä, sillä maanvarainen laatta valetaan harkon pinnassa olevaa irrotuskaistaa vasten ja betonin alapuoliset eristeet yhdistyvät sokkelin sisäpinnan eristeisiin.

Maanvaraisen betonilaatan mallintamisessa käytettiin Revitin lattiatyökäluu, jolla malliin saatiin luotua alapohjarakenne. Ylimmäksi materiaali-kerrokseksi asetettiin 80 millimetriä paksu teräsbetoni-laatta, jonka alle tuli 200 millimetriä EPS-eristettä. Eristeen alapuolelle tuleva routimaton täyttökerros laitettiin myös näkyviin. Alapohjarakenne mallinnettiin sokkelin sisäpintoihin kiinni siten, että yläpinta tuli perusmuurin yläpinnan tasalle. Betonin ja maan sisälle jääviä rakennusosia, kuten salaojaja radonputkia sekä sokkelin ja betonilaatan raudoituksia ei nähty tarpeelliseksi mallintaa tässä tapauksessa.

Hirsiseinä mallinnettiin 180 millimetriä leveänä massiivipuurakenteena. Tietomallissa käytetyn yhden hirsikierron nousukorkeudeksi valittiin 260 millimetriä, sillä vertaillen eri hirsitoimittajien hirsiprofiileita se osoittautui yleisimmäksi kooksi. Revitissä ei ole valmiasta hirsiseinätyyppiä, joten sen tekemiseksi piti luoda *Family*-pohja halutusta hirsiprofiilista (YouTube-video seinätyypin luomisesta Revitillä). Pohja ladattiin projektiin ja liitettiin aiemmin tehtyyn kokopuiseen seinätyyppiin. Hirsiseinälle ominaiset urat saatiin näkyviin kopioimalla profiilia *Sweep*-komennolla aina yhden hirsikierron verran yleemmäksi, kunnes riittävä seinäkorkeus saavutettiin. Risteävät seinät, joiden hirsikierto on puoli hirrenkorkeutta alempana, saatiin luomalla toinen seinätyyppi, jonka alin hirsikierto mallinnettiin 130 millimetriä korkealla hirsiprofiililla.



Kuva 13 Seinätyypin luominen (Komu 2021, CC BY)

Tämän tyyllisessä hirsiseinän mallintamisessa on etuna se, että seinän jokainen hirrenpää voidaan venyttää haluttuun kohtaan ja esimerkiksi hirsipalkkien tekeminen on helppoa. Lisäksi seinä on realistisen näköinen. Yläpuolella olevassa kuvassa 13 vasemmalla näkyy hirsiprofiilin *Family*-pohjan luominen ja oikealla valmiiden seinätyyppien ristinurkka, jossa yhden hirren päätä on venytetty profiilin havainnollistamiseksi. Terassin syvennyksen kohdalla hirsistä ja kattorakenteita kannattelevan puupilarin (liite 17) alaosaan mallinnettiin myös kierrejalka.

Välipohjapalkit mallinnettiin samalla hirsityypillä kuin seinät eli 180 millimetriä leveinä ja 260 millimetriä korkeina. Mallintamiseen käytettiin Revitin palkkityökalua, jolla palkille pystyttiin valitsemaan halutut dimensiot sekä materiaali. Mökkiin tulee kahta eripituista välipohjapalkkia, joista pidempien keskiväliin tulee salvosliitettä poikkimenevään seinärakenteeseen. Palkit sijoitettiin upottamalla ne puoliväliin kantavia seinä, mutta totuudenmukaisten lohenpystöliitännöiden sekä salvosten mallintamista ei nähty tässä tilanteessa tarpeelliseksi. Hirsipalkkien väliin mallinnettiin myös poikittain tulevat välikoolaukset 150 millimetrisestä puutavarasta.

Yläpohjan kantavat NR-vaarnapalkit mallinnettiin Revitin ristikkotyökalulla valmiista suorasta putkiristikosta muokkaamalla. Materiaaliksi vaihdettiin 50 millimetriä leveä puutavara ja ristikon keskellä olevat vinotuet poistettiin kokonaan. Ylä- ja alapaarre liitettiin toisiinsa kiinni. Naulauslevyjä ei mal-

linnettu. Mallissa käytetyn NR-palkin ylä- ja alapaarten korkeudeksi asetettiin 200 millimetriä aiemmin tehtyjen laskelmien pohjalta. Yläpaarteiden päät jatkuvat 700 millimetriä seinälinjasta ulospäin, joten tällä varmistetaan riittävä räystäsleveys. Mallissa käytettiin kahta erilaista NR-vaarnapalkkia, koska terassin lipan kohdalla palkissa on vain yläparre.

Mökin itä- ja eteläpuolelle mallinnettiin terassi sekä valokate, joka kattaa pääsisäänkäynnin seinustan. Terassin perustukset mallinnettiin 200 millimetrin pilareilla. Kattorakenteita kannatteleva pilarin perustus mallinnettiin isompana (liite 11). Terassirakenteiden pääkannattimet tehtiin 200 millimetriä korkeasta puutavarasta, joiden väliin 100 millimetriset välikoolaukset k600 jaolla. Päälle tulevat terassilaudat mallinnettiin *Beam System* -työkälulla. Valokatteen pilarit mallinnettiin samankokoisina kuin terassin pilari.



Kuva 14 Valmis 3D-malli (Komu 2021, CC BY)

## 4 VESIEN KÄSITTELY

### 4.1 Jätevedet

Mökin jätevedet koostuvat pääosin astioiden- ja käsienpesusta sekä siivoamisesta syntyvästä jätevedestä. Polttavasta kuivakäymälästä ei synny likavettä, joten WC-jätevesien käsittelystä ei tarvitse huolehtia. Rakennukseen ei myöskään tule saunaa tai suihkua. Vaikka pelkästä käsin tiskauksesta sekä käsienpesusta syntyvä vesimäärä on vähäinen, mökkiin haluttiin jättää mahdollisuus astianpesukoneen ja/tai pyykinpesukoneen myöhempää asennusta varten. Pesukoneet edellyttävät paineellista vesijärjestelmää, joka on mahdollista toteuttaa mökkiolosuhteissa esimerkiksi painejärjestelmällä olevalla porakaivolla. Mahdollisten pesukoneiden sekä porakaivon seurauksena jätevesijärjestelmä tuli mitoittaa hieman suuremmalle vesimäärälle.

Ympäristöhallinnon verkkosivulla kerrotaan, että pesemisestä, siivoamisesta ja keittiöstä tulevat vedet eli niin sanotut harmaat jätevedet voidaan käsitellä ja siirtää asianmukaisella järjestelmällä hallitusti maaperään. Käsittelyjärjestelmän valintaan vaikuttaa muun muassa veden määrä, varustelutaso ja sisältykö jäteveeten rasvaista keittiövettä. Harmaita jätevesiä voidaan käsitellä esimerkiksi maapuhdistamoilla kuten erilaisilla maahanimeyttämöillä, maasuodattamoilla tai laite- eli pienpuhdistamoilla. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2019)

Maapuhdistamoissa jätevesi johdetaan ensimmäisenä saostussäiliöön, jossa vettä kevyempi rasva jää pinnalle ja painavimmat epäpuhtaudet painuvat pohjalle. Sakasta eroteltu vesi johdetaan imeytysputkistoon, joko suoraan tai jakokaivon välityksellä. Maapuhdistuksen toiminta perustuu biologiseen pudistusprosessiin, jota tapahtuu imeytysputkien alapuolella olevassa maakerroksessa. Vesi suodattuu ja maaperän mikrobit puhdistavat veden muun muassa orgaanisista aineista ja bakteereista. Maahanimeyttämön ja maasuodattamon merkittävin ero on se, että imeyttäessä suodatettu jätevesi kulkeutuu pohjaveteen ja suodattaessa imeytysputkien alle asennettavat kokoomaputket siirtävät veden pintavesiin, kuten avo-ojaan. Maapuhdistamot vaativat toimiakseen riittävästi happea, joten tuuletusputket ovat välttämättömiä sekä pintapuolinen täyttömaa ei saa olla liian tiivistä. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2019)

Mökin jätevesijärjestelmäksi valittiin *Meltex MX-Mökkisako 2/500*-imeytyspaketti, joka on suunniteltu kevyesti varusteltuun, vesijohdolliseen vapaa-ajan asuntoon. Se koostuu kaksiosaisesta saostussäiliöstä, joka erottelee vedessä olevan rasvan sekä noin 10 metrin pituisesta imeytyskentästä. Järjestelmän imeytyskapasiteetti on maaperästä johtuen 300–400 litraa vuorokaudessa, joten sen pitäisi riittää mahdollisen astian- sekä pyykinpesukoneen lisäämälle vesimäärälle. Imeytysjärjestelmä valittiin sillä oletuksella, että maaperän imeytyskyky on riittävä sekä pohjavesipinta on tarpeeksi matalalla.

### 4.2 Salaoja -ja hulevedet

Salaoja- ja hulevedet johdetaan tontilta pois siten, että ne eivät pääse aiheuttamaan kosteusrasitetta mökin rakenteille. Hulevesillä tarkoitetaan sadevettä sekä lumien sulamisesta johtuvaa pintavettä.

Mökki sijoitetaan tontilla mahdollisimman lähelle luoteisnurkkaa, mikä on korkein kohta. Rakennuksen ympärillä oleva maanpinta kallistetaan perusmuurista pois päin kolmen metrin matkalla ainakin 1:20 kaltevuudella, eli maanpinnan tulee laskea ainakin 15 senttimetriä. Koska rakennuspaikka on

muodoltaan hieman rynnäinen, tontin länsirajan suuntaisesti kaivetaan niskaoja, jotta pintavedet saadaan pysymään hallinnassa. Tontin pohjoisrajan suuntaisesti kaivetaan myös oja, joka viettää tontin suuntaisesti Juojärveen. Länsirajan niskaoja ja pohjoisrajan oja liittyvät toisiinsa luoteisnurkassa.

Mökin katolta tuleva sadevesi kootaan räystäskourulla ja johdetaan syöksytorvea pitkin sadevesiputkeen. Salaoja- ja sadevesiputkeen tuleva vesi johdetaan pohjoisrajan suuntaiseen ojaan ja sitä myöten järviveteen.

## 5 RAKENNUSLUPAKUVAT

Tuusniemen kunnan verkkosivuilla löytyvässä rakennuslupahakuohjeessa näkyy luetteluna rakennuslupaa varten vaadittavat piirustukset:

- Asemapiirros
- Pohjapiirros
- Julkisivupiirros (kaikki sivut esitettynä)
- Leikkauspiirros/hormipiirros

(Tuusniemi, rakennuslupa hakuohjeet, 1)

Rakennuslupakuvat mallinnettiin Autodeskin AutoCAD 2021 -ohjelmalla Revit 2021 -ohjelmalla tuotettun tietomallin pohjalta. Piirustuksiin liitettiin nimiö, joka täydennettiin tässä vaiheessa saatavilla olevilla tiedoilla.

Pohjapiirustus oli pääpiirustuksista ensimmäinen, joka saatiin valmiiksi (liite 6). Se tehtiin aiemmin tuotettua pohjaluonnosta muokkaamalla ja tarkentamalla. Alakerran lisäksi parvesta tehtiin erillinen pohjapiirustus tilojen havainnollistamiseksi (liite 7). Mittakaavaksi valittiin 1:50. Piirustuksiin merkattiin muun muassa rakennuksen päämitat kaikki syvennykset ja terassin koot huomioon ottaen, tasojen korkoasemat ja huoneiden käyttötarkoitukset sekä pinta-alat. Ovet ja ikkunat litteroitiin omilla merkinnöillään ja mitat esitettiin moduulimitoilla. Ikkunoiden alareunojen korkeudet merkattiin näkyviin. Mökin korkean tilan vinokatto sekä rakennusta ympäröivät räystäät merkattiin pistekatkoviivalla. Portaan leveys, korkeus ja nousu merkattiin aiemmin esitetyn asetuksen mukaisesti. Leikkauskuvien kohdat sekä seinätyypit ovat näkyvissä pohjapiirustuksissa. Piirustuksiin merkattiin katkoviivalla myös kalusteita kuten sängyt, kaapistot, WC, keittiö, pöytä ja sohva.

Julkisivupiirustus saatiin otettua suoraan 3D-mallista ilman suurempia muokkauksia (liite 5). Mittakaavaksi asetettiin 1:100, sillä siten kaikki neljä kuvaa saatiin mahtumaan samalle A3-kokoiselle paperiarkille. Piirustukseen merkattiin ilmansuunnat mihin kukin rakennuksen julkisivu näkyy kohtisuorana projektiona. Näkyvissä olevat seinien ja kattojen pintamateriaalit väreineen, kattojen kaltevuudet sekä kattovarusteet kuten nousutikkaat, kattosilta, räystäskouru ja syöksytörvi numeroitiin ja merkattiin kuvaan. Piirustuksessa olevat korkeusasemat ovat korkeusmittoja merenpinnasta mitattuna ja niissä esitetään harja- ja räystäskorkeudet, maanpinnan taso perustuksen leikkauskohdassa sekä vesikatteen räystäs ja harjakorkeus. Savupiipun savuaukon korkeus määritettiin ympäristöministeriön laatiman oppaan mukaisesti 0,8 metriä harjakorkeutta ylemmäksi. Aiemman asetuksen (Ympäristöministeriön asetus savupiippujen rakenteista ja paloturvallisuudesta 2017/745, 10 §) mukaisesti savuaukon korkeudeksi olisi tullut asettaa 1,1 metriä harjakorkeutta ylemmäksi, mutta koska kyseessä on hyvin loiva katto (1:6 tai loivempi), antaa uusi opas tehdä piipun kohtuullisemman korkeusena (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, Savupiippujen rakenteet ja paloturvallisuus 2019, 17).

Mökistä otettiin kaksi leikkauspiirustusta tilojen ja korkeuksien havainnollistamiseksi. Leikkauksen A-A tarkastelukohta menee WC:n, tuvan ja takan hormin kohdalta (liite 8). Leikkauksessa B-B näkyy makuuhuoneiden sekä parven korkeudet (liite 9). Piirustusten mittakaavaksi valittiin 1:50. Hormin läpiviennin kohdasta otettiin myös erillinen 1:10 mittakaavassa oleva leikkauskuva, jossa esitettiin paloturvallisuuden kannalta tärkeät materiaalit ja etäisyydet (liite 14). Leikkauskuviin merkattavat

huonekorkeudet määritettiin ympäristöministeriön asuin-, majoitus ja työtiloja koskevan asetuksen mukaisesti siten, että huonekorkeudeksi saatiin vähintään 2,2 metriä (Ympäristöministeriön asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista 2017/1008, 4 §). Mitoituksessa huomioitiin hirren painumisen jälkeinen huonekorkeus. Painuman laskemisessa käytettiin 2,5 senttimetriä seinämetriä kohden olevaa arvoa, mikä on riittävä lamellihirsiseinää mitoittaessa. Leikkauspiirustuksiin merkattiin samat korko-asetat kuin muihin pääpiirustuksiin, perusmuurin korkeus maanpinnasta sekä kattojen ja maan kaltevuudet. Kaikki mökissä olevat rakennusosat merkattiin omalla tunnuksellaan piirustuksiin ja selitteet kirjoitettiin kuvien viereen.

Asemapiirustus tehtiin mittakaavassa 1:500, jotta koko tontti sekä sen ympäristö saatiin sovitettua samaan kuvaan (liite 4). Ensimmäinen asemapiirustuksen luonnos tehtiin maanmittauslaitoksen karttapalvelusta löytyvän karttapohjaa apuna käyttäen. Tontin rajat mitattiin palvelusta löytyvällä mitaustyökalulla, joten pituudet olivat suuntaa antavia eivätkä vastanneet täysin todellisia mittasuhteita. Myöskään korkoasemia ei ollut tiedossa, joten rakennuksen lattiapinnan korko asetettiin metri Juojärven ylävesirajan (+101,59) yläpuolelle (Juojärven ylävesiraja, vesi.fi).

Toukokuun alussa tehtyjen maaperätutkimusten tulosten pohjalta tontin todelliset rajat ja korkoasetat saatiin selville ja asemapiirustusta pystyttiin tarkentamaan. Mökki sijoitettiin mahdollisimman lähelle luoteisnurkkaa ja lattiapinnan korko arvioitiin uudestaan maaperän leikkauspiirustuksen avulla. Maanpinnan kallistukset sekä länsirajan niskaoja huomioon ottaen, uudeksi lattiapinnan korkoksi asetettiin +104.8. Tämän seurauksena kaikkien aiempien rakennuspiirustusten korkoasetat tuli vaihtaa vastaamaan uutta korkoa. Asemapiirustukseen merkattiin kaikki oleelliset mitat ja etäisyydet, jätevesijärjestelmän sijainti, purettava vaja sekä piha-alue ja autojen pysäköintipaikat. Lisäksi myöhemmin rakennettavan saunarakennuksen arvioitu sijainti merkattiin näkyviin. Tontilla kasvava vanha mänty sekä muutama rantaviivan lähellä oleva puu merkattiin säilytettäväksi. Piirustuksen viereen kirjoitettiin tietoja muun muassa uudesta rakennuksesta sekä tontista.

## 6 KUSTANNUKSET JA HIRSITYYPPIEN VERTAILU

Mökin rakennusmateriaaleille laskettiin kustannusarvio, jotta rakennusprojektiin varattavalle pääomalle saatiin suuruusluokka (liite 2). Hinnoittelussa ei huomioitu työkustannuksien tai rahtien vaikutusta. Laskenta tehtiin Excel-taulukkoon tietomallista saatavien pinta-alojen ja määrien pohjalta. Tietomallista puuttuvien rakennusosien määrälaskennassa käytettiin apuna AutoCADia ja valmiita suunnitelmia. Rakennusmateriaalien hinnat saatiin verkkokaupoista, valmistajien verkkosivuilta sekä suoraan valmistajilta kysymällä. Hinnat ovat laskentahetken listahintoja eikä alennuksia huomioitu, jotta kustannusarvio on realistisempi. Varsinaisella tilaushetkellä hintataso voi poiketa nykyhetkestä. Hankintapakettien kilpailutuksella sekä rautakauppojen alennukset huomioiden materiaalien hintoihin voidaan saada huomattavia etuja.

Mökin rakenteet nimettiin kuvassa 15 näkyvään kuuteen pääluokkaan, joihin sisällytettiin tarkentavia alaluokkia. Rakennusosat pyrittiin jaottelemaan mahdollisimman järkeviin paketteihin ja kaikille alaluokille merkattiin erilliset hinnat näkyviin havainnollistamaan yksittäisen osion vaikutusta yhteiskustannuksiin. Kustannusarviossa käytetyt nimikkeet pohjautuvat osittain rakennusalalla yleisesti käytettäviin nimikkeistöjärjestelmiin, kuten Talo 2000, mutta rakennushankkeen luonteesta johtuen, tarkempaa luokittelua ja litterointia ei nähty tarpeelliseksi.

Laskennassa huomioitiin sekä arvonlisäverollinen että -veroton hinta. Kokonaiskustannuksiin lisättiin lopuksi viisi prosenttia hukkalisää tasoittamaan rakennusaikana syntyviä lisäkustannuksia. Veroliseksi loppuhinnaksi saatiin noin 92 000 euroa, josta hukkalisän osuus noin 4 500 euroa.

Hukkalisä 5%	<b>74 480,80</b>	<b>92 100,93</b>
--------------	------------------	------------------

	alv 0%	alv 24%
<b>Maa- ja pohjarakennus</b>	8 921,79	<b>11 063,02</b>
<b>Terassirakenteet</b>	2 518,61	<b>3 119,97</b>
<b>Seinärakenteet ja runko</b>	35 878,67	<b>44 489,55</b>
<b>Katto ja yläpohja</b>	8 763,35	<b>10 866,55</b>
<b>Ovet ja ikkunat</b>	4 236,19	<b>5 252,88</b>
<b>Tarvikkeet yms.</b>	10 615,48	<b>12 923,20</b>

Kuva 15 Kuvankaappaus materiaalien kustannusarviosta (Komu 2021, CC BY)

Mökin hirsirakenteinen runko on materiaalikustannusten näkökulmasta suurin yksittäinen menoerä. Hirsirunko tilataan hirsitehtaalta valmiiksi työstettynä kehikkona sisältäen kaikki tarvittavat vaar naukset, lälipulttaukset, karat, välipohjahirret, tiivisteet ja muut runkoon kuuluvat tarvikkeet.

Mökin suunnitelmat tehtiin 180 millimetriselle lamellihirsiprofiilille. Yksi opinnäytetyön tavoitteista oli vertailla myös vaihtoehtoisten hirsityyppien hintoja ja niiden mahdollisia vaikutuksia kustannuksiin. Hintavertailu helpottaa lopulliseen toteutukseen käytettävän hirsityypin valintaa (liite 3).

Hirsien hintoja selvittäessä ilmeni, että valmiita hinnastoja ei ole juurikaan saatavilla. Paras keino hirsikustannusten selvittämiseksi oli pyytää hinta-arvio mahdollisimman monelta hirsivalmistajalta. Hirsitoimittajiin oltiin yhteydessä sähköpostilla, hintakyselyjen yhteyteen liitettiin arviointia helpottavia rakennuspiirustuksia sekä tarkentavia tietoja projektista. Hinta-arvioita pyydettiin ensisijaisesti

180 millimetriä leveälle lamellihirsiprofiilille, mutta valmistajien valikoimista riippuen myös 200 millimetrin levyisten lamelli- ja painumattomien hirsiprofiilien hintoja tiedusteltiin. Hirsitoimittajien valikoimissa olevat 200, 202 ja 204 millimetriä leveät profiilit rinnastettiin vertailussa samaan kokoluokkaan.

Lamellihirsi		Neliöhinta (€/m <sup>2</sup> )	Pakettihinta (€)
<b>180 mm</b>			
	hirsitoimittaja 1	254,1	43 700
	hirsitoimittaja 2	275,9	45 520
<i>keskiarvo</i>		<b>265,0</b>	<b>44 610</b>
<b>200 mm</b>			
	hirsitoimittaja 1	276,2	47 500
	hirsitoimittaja 3	283,0	46 700
	hirsitoimittaja 4	253,1	41 765
<i>keskiarvo</i>		<b>270,8</b>	<b>45 322</b>

Kuva 16 Kuvankaappaus hirsityyppien hintavertailusta (Komu 2021, CC BY)

Hinta-arvioon vastanneet hirsitoimittajat antoivat hintansa pakettihintoina. Vertailemisen helpottamiseksi pakettihinnoista laskettiin neliöhinnat arviossa käytettyjen seinäneliöiden perusteella. Hirsitoimittajien antamien hinta-arvioiden välillä oli laskennallisia tarkkuuseroja, mutta kaikki hinnat olivat kuitenkin suuruusluokaltaan samanlaisia, joten voitiin olettaa, että hirren tämänhetkinen hintataso saatiin selville. Saatujen tulosten pohjalta valituille hirsityypeille voitiin laskea suuntaa antava keskihinta.

Hintavertailussa saatujen tulosten pohjalta ilmeni että 180 ja 200 millimetriä leveillä lamellihirsillä ei ollut merkittävää hintaeroa. Yhden hirsitoimittajan antamassa hinnassa leveämmän hirren hinta arviottiin jopa hieman alhaisemmaksi kuin kapeammalla lamellihirrellä. Painumattoman hirsiprofiilin ja lamellihirren välillä oli havaittavissa suurempi eroavaisuus. 180 millimetrin hirsiprofiilia ei ole saatavilla painumattomana mutta 200 millimetrin kokoluokassa keskimääräinen hintaero oli noin 16 %. Painumaton hirsirunko on pakettihinnaltaan noin 7300 euroa kalliimpi ja neliöhinnaltaan noin 44 euroa kalliimpi kuin vastaavanlainen lamellityyppinen hirsi.

Materiaalien kustannusarviossa käytettiin kuvassa 16 näkyvää *hirsitoimittaja 1*:n antamaa hinta-arviota. Valintaperusteena oli alhaisin hinta 180 millimetrin lamellihirsistä. Lisäksi hirsiprofiili on korkeusmitoiltaan täsmälleen sama kuin suunnitelmissa käytetty, joten esimerkiksi hirsikiertojen määrä, ikkunoiden alareunojen korot sekä huonekorkeudet vastaavat valmiita suunnitelmia.

## 7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella tilaajalle ympärivuotiseen käyttöön soveltuva hirsirakenteinen vapaa-ajan asunto, selvittää rakennuksen hintataso sekä vertailla hirsien hintoja. Kaikkiin alussa asetettuihin tavoitteisiin päästiin ja kumpikin osapuoli oli tyytyväisiä lopputulokseen. Työssä tuotettu aineisto antoi tilaajalle hyvät lähtökohdat rakennusprojektin aloittamiselle sekä rakennusluvan haku-prosessille.

Suurimmaksi ongelmakohtaksi tavoitteiden saavuttamisen kannalta osoittautui hirsien hintatason selvittäminen. Hirsitoimittajiin oltiin yhteydessä jo kaksi kuukautta ennen hintojen analysoinnille asetettua takarajaa, mutta pyydetyn hinta-arvion vastausprosentti oli noin 30 %. Tässä tapauksessa se tarkoitti, että vain neljältä hirsitoimittajalta kolmestatoista saatiin vertailukelpoinen vastaus hirsipaketin hinnoittelulle. Aiemmassa kappaleessa esitettyjen tulosten pohjalta voitiin kuitenkin todeta, että saadut hinta-arviot olivat suuruusluokaltaan samanlaisia ja pystyttiin olettamaan, että tämän hetkinen hintataso saatiin niistä hyvin selville. Yleisesti ottaen puutavaran hintataso on ollut viime aikoina noususuhdanteessa mikä vaikuttaa suoraan hirren hintaan. Koska hirsimökin tarkka rakennusajankohta ei ole vielä selvillä, puun hintaa rakennushetkellä ja tulevaisuudessa on mahdotonta arvioida. Hintavertailussa esitettyyn lamelli- ja painumattoman hirren prosentuaaliseen hintaeroon on kuitenkin tuskin oletettavissa suurta vaihtelua.

Opinnäytetyössä esitetyjä rakenteellisia ratkaisuja muutettiin vielä aivan loppumetreillä yläpohjan osalta. Tämä lisäsi työmäärää piirustusten, u-arvolaskujen sekä raportoinnin näkökulmasta, mutta rakenteesta haluttiin toimivampi ja muutoksen teko katsottiin järkeväksi. Aiemmassa yläpohjan rakenneratkaisussa suunniteltiin käytettävän 70 millimetristä XPS-eristettä eli Finnfoamia nykyisen 75 millimetriä paksun tuulensuojaeristeen sijasta. Alempi eristekerros oli puukuitueristettä lasivillan sijasta. Rakenteen kosteustekninen toimivuus tuntui kuitenkin jälkepäin ajateltuna kyseenalaiselta, sillä XPS-eriste olisi muodostanut tiiviin höyrynsulkukerroksen kattopalkkien väliin. Ylimääräisestä höyrynsulusta johtuen eristekerroksien väliin olisi voinut syntyä vesihöyryn tiivistymisriski. Vaikka mökin sisältä tuleva kosteusrasite on pieni ja aiempi rakenneratkaisu olisi voinut olla toimiva, haluttiin rakenteesta silti hengittävämpi sekä mahdollisesta kosteusriskistä eroon. Muutoksesta ei aiheutunut juuri hintaeroa.

Rakennuslupapiirustusten tekeminen tuotti alussa haasteita, koska tontista ei ollut saatavilla kunnollisia raja- tai korkeustietoja. Tammikuussa tehdyn tonttikatselmuksen pohjalta oli vaikea arvioida maanpinnan korkoasemia, sekä tontin rajojen pituuksia ja etäisyyksiä toisiinsa nähden. Tontin suorakaidemaisesta muodosta johtuen, kunnan ilmoittama 25 metrin etäisyysvaatimus rantaviivaan ja 5 metrin etäisyys takarajaan olisi ollut mahdoton toteuttaa lähtötietojen perusteella tehtyyn asemapiirustukseen. Kunnan rakennustarkastajan mukaan rakennuksen ja takarajan välisessä etäisyydessä olisi voitu kuitenkin hieman joustaa tässä tapauksessa. Toukokuussa tehdyn maaperätutkimuksen ja tonttikartoituksen perusteella saatiin selville, että pohjoisrajan pituus oli todellisuudessa aiemmin arvioitua pidempi ja vaaditut etäisyydet saatiin täyttymään. Lisäksi kaikki piirustuksissa käytetyt korkoasemat arvioitiin uudestaan maaperän leikkauspiirustuksen perusteella ja jouduttiin muuttamaan aiemmin tehtyihin suunnitelmiin.

Työssä vaadittiin laajaa perehtymistä voimassa oleviin rakentamista koskeviin lakeihin ja asetuksiin. Teoriaosan kirjoitusvaiheessa tehtiin aluksi ylimääräistä työtä, sillä rakentamista koskevat vaatimukset kirjoitettiin vanhentuneen Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan. RakMK korvattiin vuoteen 2018 mennessä ympäristöministeriön asetuksilla, joilla nykyistä rakentamista säädellään. Tämä henkilökohtaisesta tietokatkoksesta johtunut ”ylimääräinen” työvaihe, missä vanhentuneille määräyksille piti etsiä voimassa olevat vastikkeet, auttoi kuitenkin ymmärtämään rakentamismääräyksiä syvemmin sekä uusien ja vanhojen asetusten väliset eroavaisuudet tulivat selville.

Hirsirakentaminen ja siinä huomioitavat erityispiirteet olivat opinnäytetyössä keskeisessä osassa, joten opinnoissa aiemmin opitun tiedon lisäksi työssä opittiin myös paljon uutta. Vaikka tässä opinnäytetyössä keskityttiin tehdastyöstetyn hirsimökin suunnitteluun, kirjallisuuteen sekä tarkempiin työohjeisiin perehtyessä myös perinteisen käsinveistetyyn hirsirakentamisen ominaispiirteet sekä menetelmät tulivat hyvin tutuiksi.

Opinnäytetyön aikainen viestintä tilaajan ja ohjaajan välillä oli vaivatonta. Yhteydenpito hoidettiin pääosin internetin välityksellä etävideoyhteyksillä sekä sähköpostiviestinnällä.

Tilaajan alussa asettamien vaatimusten ja toiveiden jälkeen suunnittelutyölle annettiin vapaat kädet oikeastaan projektin jokaisella osa-alueella. Työ kehitti paljon itsenäisen suunnittelun taitoja muun muassa rakenteellisten ratkaisujen arvioinnin, tilojen toimivuuden sekä visuaalisen ilmeen näkökulmasta. Myös tietomallintamisen ja teknisen piirtämisen/rakennuslupakuvien tekemisen taidot kehittyivät paljon. Suunnitelmien tekemisessä käytetyt AutoCAD ja Revit -ohjelmat tulivat entistä tutummiksi ja niistä opittiin hyödyntämään uusia ominaisuuksia, jotka edistivät työn loppuunsaattamisessa.

Ennen kuin tilaaja aloittaa varsinaisen rakennusprojektin, hirsipaketin hintatasoon kannattaa kiinnittää huomiota. Summa saattaa poiketa tämänhetkisestä hintatasosta paljonkin, joka voi vaikuttaa merkittävästi materiaalikustannuksiin. Lisäksi tulee pohtia, halutaanko mökin hirsityyppiksi jokin muu kuin 180x260 millimetrinen lamellihirsiprofiili. Valmiiden suunnitelmien kannalta kyseinen hirsityyppi olisi helpoin, mutta myös esimerkiksi 200x260 kokoluokan profiili olisi helposti muokattavissa piirustuksiin.

Pätevän rakennesuunnittelijan on tarkastettava opinnäytetyössä esitetyt rakenteelliset ratkaisut ennen rakennusprojektin aloittamista.

## LÄHTEET

- Finnfoam julkaisuaika tuntematon. Routaeristeen mitoitus. Verkkojulkaisu. <https://www.finnfoam.fi/kayttokohteet/perustukset/routaeristeen-mitoitus>. Viitattu 6.5.2021
- Juojärven ylävesiraja. Karttapalvelu. Verkkopalvelu. <https://www.vesi.fi/karttapalvelu/>. Viitattu 17.3.2021
- Juojärvi- Pajuharju- Pahkasalo rantaosayleiskaava 2002. Tuusniemi, kaavoitus. Pdf-tiedosto. Julkaistu 28.10.2002. [https://www.tuusniemi.fi/documents/7646151/7747537/Juoj%C3%A4rvi-+Pajuharju-+Pahkasalo+rantaosayleiskaava%2C+kaava\\_osa5.pdf/1dbfc21d-1b3d-4050-b67d-7a91a27f2501](https://www.tuusniemi.fi/documents/7646151/7747537/Juoj%C3%A4rvi-+Pajuharju-+Pahkasalo+rantaosayleiskaava%2C+kaava_osa5.pdf/1dbfc21d-1b3d-4050-b67d-7a91a27f2501). Viitattu 1.2.2021
- Maanmittauslaitos. Karttapaikka. Verkkopalvelu. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>. Viitattu 5.2.2021
- Perustamistapalausunto Rönkä, Tuusniemi, Tiilikkalantie 2021. Julkaistu 11.5.2021. Sisältö salattu. Viitattu 16.5.2021
- Puuinfo Oy 2020. Hirsirakenteiden ominaispiirteitä. Verkkojulkaisu. Päivitetty 14.7.2020 <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/ominaispiirteita/>. Viitattu 1.4.2021
- Puuinfo Oy 2020. Puurakenteen U-arvon määrittäminen. Verkkojulkaisu. Versio 1.03, päivitetty 31.1.2012. <https://puuinfo.fi/suunnittelu/mitoitustyokalu/puurakenteen-u-arvon-maairittaminen/>. Viitattu 24.3.2021
- Puuinfo Oy 2020. Rakennustarvikkeiden ja pintojen luokitus. Pdf-tiedosto. Julkaistu 14.7.2020. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/4-Rakennustarvikkeiden-ja-pintojen-luokitus.pdf> Viitattu 2.3.2021
- Rakentajan tietokirjat 2006. Talonrakentajan käsikirja 3 – Hirsitalon rakentaminen 2006. Viitattu 16.3.2021
- RT 103274 Yläpohjat, perustietoja 2020. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103274>. Viitattu 20.5.2021
- RT 82-11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet 2014. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2082-11168>. Viitattu 9.3.2021
- Tuusniemen kunnan rakennusjärjestys 2007. Tuusniemi, rakentaminen. Pdf-tiedosto. Julkaistu 25.5.2007. <https://www.tuusniemi.fi/documents/7646151/7753286/rakennusj%C3%A4rjestys/f3108207-2800-461c-b633-3551ae06afd0>. Viitattu 12.2.2021
- Tuusniemi, rakennuslupa hakuohjeet. Pdf-tiedosto. Julkaisuaika tuntematon. <https://www.tuusniemi.fi/documents/7646151/7753286/RAKENNUSLUPA+HAKUOHJEET+2019.pdf/f6e3f076-c45f-449c-a236-4bacff061572>. Viitattu 7.5.2021
- Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2019. Kiinteistön jätevesien käsittely. Verkkojulkaisu. Päivitetty 20.2.2019. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennus-hanke/Talotekniset\\_jarjestelmat\\_LVI/Kiinteiston\\_jatevesien\\_kasittely](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennus-hanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI/Kiinteiston_jatevesien_kasittely). Viitattu 19.4.2021
- Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, Savupiippujen rakenteet ja paloturvallisuus – esimerkkejä savupiippujen ja tulisijojen toteuttamisesta 2019. Pdf-tiedosto. Julkaistu 31.1.2019. <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BDA5AEA7C-A3CC-4A0B-B11E-9F0971C991A1%7D/143625>. Viitattu 10.5.2021

- Ympäristöministeriö, Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden osoittaminen, tasauslaskentaopas 2018. Pdf-tiedosto. Julkaistu 31.3.2017. [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tasauslaskentaopas-2018-310317-181217-\(002\)-8DA891B6\\_94AC\\_4367\\_9E45\\_D59ECED00CCF-133703.pdf/acb4fd5e-e622-c6e7-c0f0-97aa59de0886/Tasauslaskentaopas-2018-310317-181217-\(002\)-8DA891B6\\_94AC\\_4367\\_9E45\\_D59ECED00CCF-133703.pdf?t=1603260250564](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tasauslaskentaopas-2018-310317-181217-(002)-8DA891B6_94AC_4367_9E45_D59ECED00CCF-133703.pdf/acb4fd5e-e622-c6e7-c0f0-97aa59de0886/Tasauslaskentaopas-2018-310317-181217-(002)-8DA891B6_94AC_4367_9E45_D59ECED00CCF-133703.pdf?t=1603260250564). Viitattu 27.2.2021
- Ympäristöministeriön asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista 2017/1008. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171008>. Viitattu 11.5.2021
- Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 2017/782. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>. Viitattu 10.3.2021
- Ympäristöministeriön asetus rakennusten käyttöturvallisuudesta 2017/1007. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171007%23Pidp446231952>. Viitattu 14.4.2021
- Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 2017/848. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848#Pidp446930656>. Viitattu 29.3.2021
- Ympäristöministeriön asetus savupiippujen rakenteista ja paloturvallisuudesta 2017/745. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170745>. Viitattu 10.5.2021
- Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 2017/1010. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>. Viitattu 26.2.2021
- YouTube-video seinätyypin luomisesta Revitillä. CAD-1 Now Applied Software! 2013. CAD-1 Presents - Log & Timber Construction in Revit. YouTube-videopalvelu, julkaistu 2.11.2013. [https://www.youtube.com/watch?v=JeUmQmolBww&t=1693s&ab\\_channel=CAD-1NowAppliedSoftware%21](https://www.youtube.com/watch?v=JeUmQmolBww&t=1693s&ab_channel=CAD-1NowAppliedSoftware%21). Viitattu 20.3.2021

## LIITTEET

LIITE 1: Lämpöhäviön tasauslaskelma

LIITE 2: Kustannusarvio

LIITE 3: Hirsityyppien hintavertailu

LIITE 4: Asemapiirustus

LIITE 5: Julkisivut

LIITE 6: Pohjapiirustus

LIITE 7: Pohjapiirustus parvi

LIITE 8: Leikkaus A-A

LIITE 9: Leikkaus B-B

LIITE 10: Kattopalkit

LIITE 11: Perustussuunnitelma

LIITE 12: Perustusleikkaus

LIITE 13: Räystäisleikkaus

LIITE 14: Hormin läpivienti

LIITE 15: Yläpohjan u-arvo

LIITE 16: Finnwood kattopalkki

LIITE 17: Finnwood terassin tolppa

LIITE 18: Finnwood välipohjapalkki

LIITE 19: Valmis 3D-malli

<b>Rakennuskohde</b>	<b>Kesäranta</b>
<b>Rakennuslupatunnus</b>	
Rakennustyyppi	Hirsirakenteinen vapaa-ajan asunto parvella
Pääsuunnittelija	Eetu Komu
Taseaselaskelman tekijä	Eetu Komu
Päiväys	11.5.2021
Tulos: Suunnitteluratkaisu	<b>TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET</b>

**Rakennuksen laajuustiedot**

Rakennustilavuus	275 rak-m <sup>3</sup>
Maanpäälliset kerrostasoalat yhteensä	78 m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala	69 m <sup>2</sup>
Rakennustyyppi	<b>Loma-asunto, pientalo</b>

**Laskentatuloksia**

Julkisivupinta-ala on 157 m<sup>2</sup>  
Ikkunapinta-ala on 21 % maanpäällisestä kerrostasoalasta  
Ikkunapinta-ala on 10 % julkisivun pinta-alasta  
Lämpöhäviö on 76 % vertailutasosta

Perustiedot	Pinta-alat, m <sup>2</sup> [A]		U-arvot, W/(m <sup>2</sup> K) [U]		Lämpöhäviöiden taseus Ominaislämpöhäviö, W/K [H <sub>joht</sub> = A · U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>RAKENNUSOSAT</b>						
Ulkoseinä			<b>0,24</b>		-	-
Massiivipuuseinä <sup>1)</sup>	145	141	<b>0,80</b>	0,60	116,2	84,4
Yläpohja	49	49	<b>0,15</b>	0,15	7,3	7,2
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			<b>0,15</b>		-	-
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)			<b>0,19</b>		-	-
Alapohja (maanvastainen)	49		<b>0,24</b>	0,16	11,7	7,6
Muu maanvastainen rakennusosa			<b>0,24</b>		-	-
Ikkunat	11,7	16,3	<b>1,40</b>	1,00	16,3	16,3
Ulko-ovet ja tuuletusluukut <sup>2)</sup>	3,8		<b>1,40</b>	1,00	5,3	3,8
Kattoikkunat			<b>1,40</b>		-	-
Kattovalokuvut			<b>1,40</b>		-	-
<b>Yhteensä</b>	<b>258</b>	<b>258</b>			<b>156,8</b>	<b>119,2</b>

<sup>1)</sup> Massiivipuuseinä, jonka keskimääräinen paksuus on vähintään 130 mm.

<sup>2)</sup> Ulko-oviin ja tuuletusluukkuihin sisältyvät myös savunpoisto-, uloskäynti- ja huoltoluukut sekä muut vastaavat luukut.

**Loma-asunnon vaipan lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistus****Pinta-alat**

Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta  
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisussa

kyllä	ei
<b>V</b>	
<b>V</b>	

**Loma-asunnon vaipan lämpöhäviövaatimus**

Suunnitteluratkaisun vaipan ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen

kyllä	ei	Vertailuarvo	Suunnittelu-arvo
<b>V</b>		157 W/K	119 W/K

**Tarkistuksen yhteenveto**

Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimuksen

kyllä	ei
<b>V</b>	

**Lisätietoja****Rakennuksen ilmanpitävyys**

Loma-asunnon vaipan vuotoilman lämpöhäviölle ei ole asetettu vaatimuksia, mutta hyvää ilmanpitävyyttä suositellaan tavoiteltavan.  
Sekä rakennuksen vaipan että tilojen välisen rakenteiden tulee olla niin ilmanpitäviä, että vuotokohtien läpi tapahtuvat ilmapirtaukset eivät aiheuta merkittäviä haittoja rakennuksen käyttäjille, rakenteille tai rakennuksen energiatehokkuudelle.

**Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto**

Loma-asunnon ilmanvaihdon lämpöhäviölle ei ole asetettu vaatimuksia.  
Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta koskee myös tässä käsiteltäviä loma-asuntoja.

**Huomautus**

*Tällä lomakkeella voidaan osoittaa sellaisen loma-asumiseen suunnitellun pientalon lämpöhäviön määräystenmukaisuus, joka on tarkoitettu käytettäväksi vuodessa neljä kuukautta tai enemmän.  
Lisäksi loma-asunnon kerrosalan tulee olla 50 m<sup>2</sup> tai enemmän.*

## Kustannusarvio materiaaleista

	Määrä	Yksikkö	Hinta € /yks (alv 0%)	Hinta € / yks (alv 24%)	Kokonaishinta € (alv 0 %)	Kokonaishinta € (alv 24 %)
<b>Maa- ja pohjarakennus</b>						
Kapillaarikatkojepeli 6-16mm vesiseulottu	59,0	m3				
	92,0	tn	16,05	19,90	1476,45	1830,80
Kalliomurske 0-90mm	20,0	m3				
	40,0	tn	8,79	10,90	351,61	436,00
Suodatinkangas	111,9	m2	0,99	1,23	111,20	137,89
Salaojapaketti	1,0	kpl	260,40	322,90	260,40	322,90
Sadevesipaketti	1,0	kpl	56,21	69,70	56,21	69,70
Imeytyspaketti Meltex MX-Mökkisako 2/500	1,0	kpl	806,45	1000,00	806,45	1000,00
110mm tuloputki	10,0	jm	7,08	8,78	70,77	87,75
Radonputkisto	1,0	kpl	858,06	1064,00	858,06	1064,00
					<b>3 991,16</b>	<b>4 949,04</b>
<b>Maanvarainen laatta</b>						
EPS-eriste 100 mm Lattia 100	93,1	m2	5,20	6,45	484,43	600,69
Laatan betoni C30/37 16mm S2	4,17	m3	113,16	140,32	471,34	584,46
Rauditusverkko B500A 6-150	47,9	m2	3,20	3,97	153,33	190,13
Pohjalaattavälike	239,7	kpl	0,12	0,15	29,00	35,96
Harjateräs 8mm	16,5	jm	0,48	0,59	7,85	9,74
					<b>1 145,94</b>	<b>1 420,97</b>
<b>Perustukset</b>						
Anturamuotti Weber 250x600	32,0	jm	17,34	21,50	554,84	688,00
Anturan betoni C30/37 16mm S2	3,91	m3	113,16	140,32	442,69	548,93
Leca harkko Lex RUH-200	320,0	kpl	3,06	3,80	980,65	1216,00
Laasti Weber Vetonit ML Leca	800,0	kg	0,18	0,22	143,23	177,60
Anturaviiste Weber Vetonit S30	0,32	m3				
	640,0	kg	0,14	0,17	89,29	110,72
Harkkopinnoite Weber Vetonit 410, slammaus	32,0	m2				
	48,0	kg	1,06	1,32	51,10	63,36
Kivipinnoite Weber Vetonit M114	7,6	m2				
	34,2	kg	6,54	8,11	223,71	277,40
Harjateräs A500HW T8	160,0	jm	0,48	0,59	76,13	94,40
Perusmuurilevy	32,0	jm	2,19	2,71	69,94	86,72
Perusmuurilevyn peitelista	32,0	jm	2,62	3,25	83,87	104,00
Sirotepinnoite	60,2	m2	2,48	3,08	149,53	185,42
EPS-eriste 100 mm Lattia 100	21,3	m2	5,20	6,45	110,69	137,26
Sokkelikaista Katepal 0,5m	32,0	jm	3,17	3,925	101,29	125,60
Irroituskaista Meltex 5x100 mm	30,4	jm	0,46	0,57	13,97	17,33
Routaeriste Finnfoam 100mm	25,4	m2	13,55	16,8	344,67	427,39
Routaeriste Finnfoam 70mm	9,0	m2	9,48	11,75	85,28	105,75
Routaeriste Finnfoam 60mm	23,4	m2	8,71	10,8	203,81	252,72
Pilarianturamuotti Formex 200x600x600mm	1,0	kpl	27,90	34,6	27,90	34,60
Pilariantura rauditus harjateräs T8	14,4	jm	0,48	0,59	6,85	8,50
Pilariuottiharkko Lakka PMH-250	5,0	kpl	2,81	3,48	14,03	17,40
Pilarin täyttö Weber Vetonit S30	0,037	m3				
	73,0	kg	0,14	0,17	10,18	12,63
Pilarin rauditus harjateräs T12	1,2	jm	0,87	1,08	1,05	1,30
					<b>3 784,69</b>	<b>4 693,01</b>
YHTEENSÄ					<b>8 921,79</b>	<b>11 063,02</b>
<b>Terassirakenteet</b>						
<b>Terassi</b>						
Leca-pilariharkko Weber Leca P-240 pontattu	36,0	kpl	2,14	2,65	76,94	95,40
Pilariharkko täyttö Weber Vetonit S30	0,20	m3				
	396,0	kg	0,14	0,173	55,25	68,51
Pilariharkko rauditus harjateräs T12	12,0	jm	1,08	1,08	12,96	12,96
Pilariharkkopinnoite Weber Vetonit 410	6,9	m2				
	10,4	kg	1,06	1,32	11,04	13,69
Pilarianturamuottilaudat 22x150mm	24,0	jm	1,57	1,95	37,74	46,80
Pilariantura rauditus harjateräs T8	36,0	jm	0,48	0,59	17,13	21,24
Pilariantura Kuivabetoni Weber Vetonit B100	0,30	m3				
Routaeriste Finnfoam 70mm	33,0	m2	9,48	11,75	312,70	387,75
	613,5	kg	0,15	0,185	91,53	113,50
Pilarikenkä	12,0	kpl	5,79	7,18	69,48	86,16
Puutavara 200x50, terassi	61,7	jm	4,92	6,1	303,52	376,37
Puutavara 100x50, terassi	59,1	jm	2,46	3,05	145,37	180,26
Terassilauta Prima SHP kestopuu mänty 28x95 mm	41,6	m2				
	416,0	jm	2,14	2,65	889,03	1102,40
					<b>2 022,69</b>	<b>2 505,03</b>
<b>Valokate</b>						
Puutolat 3kpl 150x150 ST	7,8	jm	10,44	12,95	81,46	101,01
Puutavara 200x50, valokate	8,0	jm	4,92	6,1	39,35	48,80
Puutavara 100x50, valokate	26,0	jm	2,46	3,05	63,95	79,30
Puutavara 48x48, valokate	40,0	jm	1,21	1,5	48,39	60,00
Valokate Keraplast PC Sun	19,5	m2	13,51	16,8	262,77	325,83
					<b>495,92</b>	<b>614,94</b>
YHTEENSÄ					<b>2 518,61</b>	<b>3 119,97</b>



## Hirsityyppien hintavertailu

Lamellihirsi		Neliöhinta (€/m <sup>2</sup> )	Pakettihinta (€)
<b>180 mm</b>			
	hirsitoimittaja 1	254,1	43 700
	hirsitoimittaja 2	275,9	45 520
<i>keskiarvo</i>		<b>265,0</b>	<b>44 610</b>
<b>200 mm</b>			
	hirsitoimittaja 1	276,2	47 500
	hirsitoimittaja 3	283,0	46 700
	hirsitoimittaja 4	253,1	41 765
<i>keskiarvo</i>		<b>270,8</b>	<b>45 322</b>

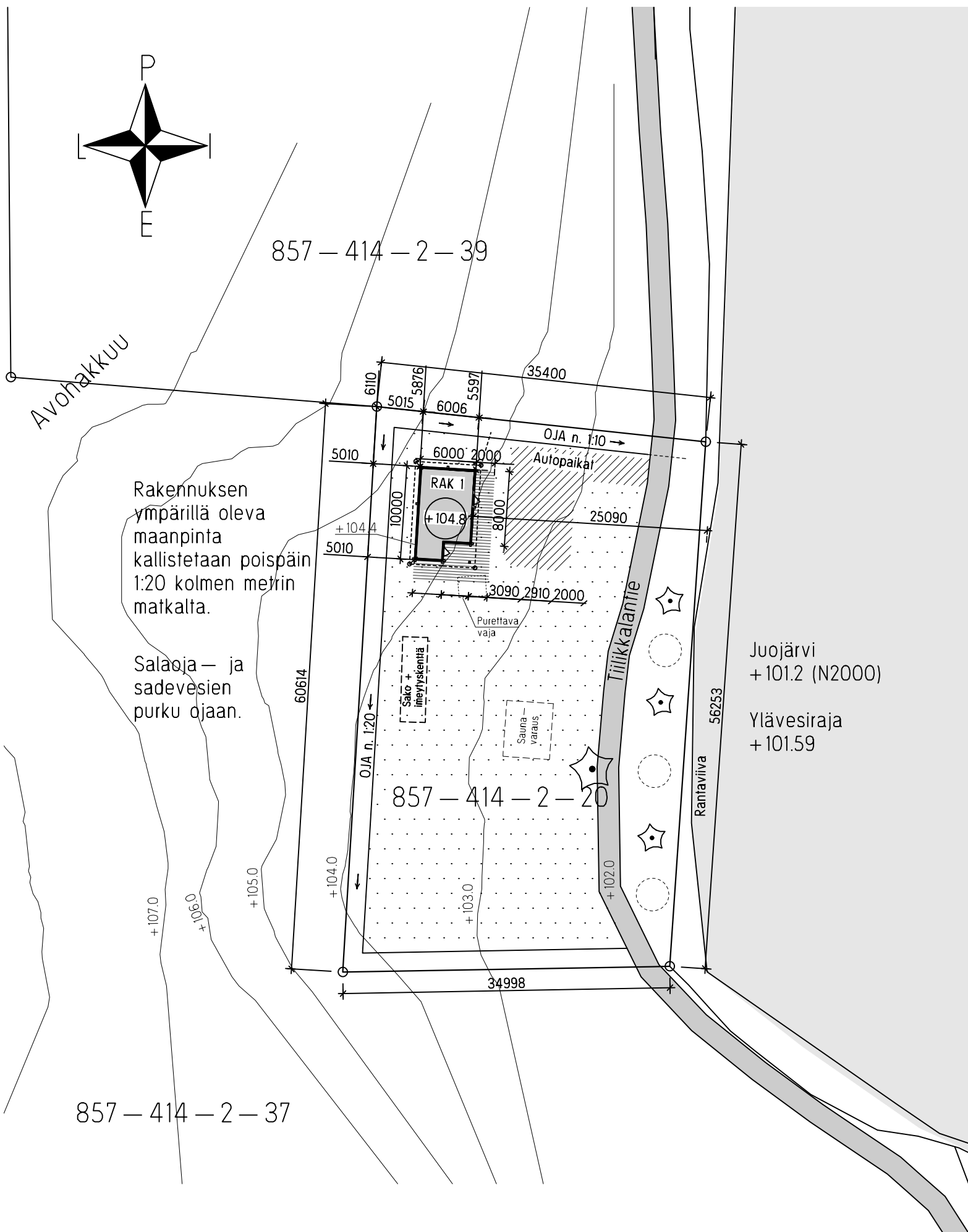
Painumaton		Neliöhinta (€/m <sup>2</sup> )	Pakettihinta (€)
<b>200 mm</b>			
	hirsitoimittaja 1	300,0	51 600
	hirsitoimittaja 2	331,1	54 624
	hirsitoimittaja 4	312,9	51 625
<i>keskiarvo</i>		<b>314,6</b>	<b>52 616</b>

200 mm sisältää myös 202 mm ja 204 mm leveät profiilit.

Hirsirungon puumateriaali ja kehikoksi työstö.

Hirsitoimittajilta saadut hinta-arviot pakettihintoina.

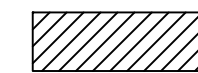
Neliöhinnat laskettu pakettihinnoista arviossa käytettyjen seinäneliöiden mukaan.

Tontin tiedot:

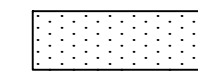
Pinta – ala	2000 m <sup>2</sup>
Rakennusoikeuden määrä	200 k – m <sup>2</sup>

Suunniteltu rakennus:

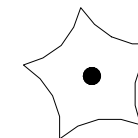
Käyttötarkoitus	Vapaa – ajan asunto
Bruttoala	73 m <sup>2</sup>
Käytetty rakennusoikeuden määrä	73 k – m <sup>2</sup>
Kerrosluku	1+ parvi
Tilavuus	275 m <sup>3</sup>

Merkinnät:

Sora



Nurmi



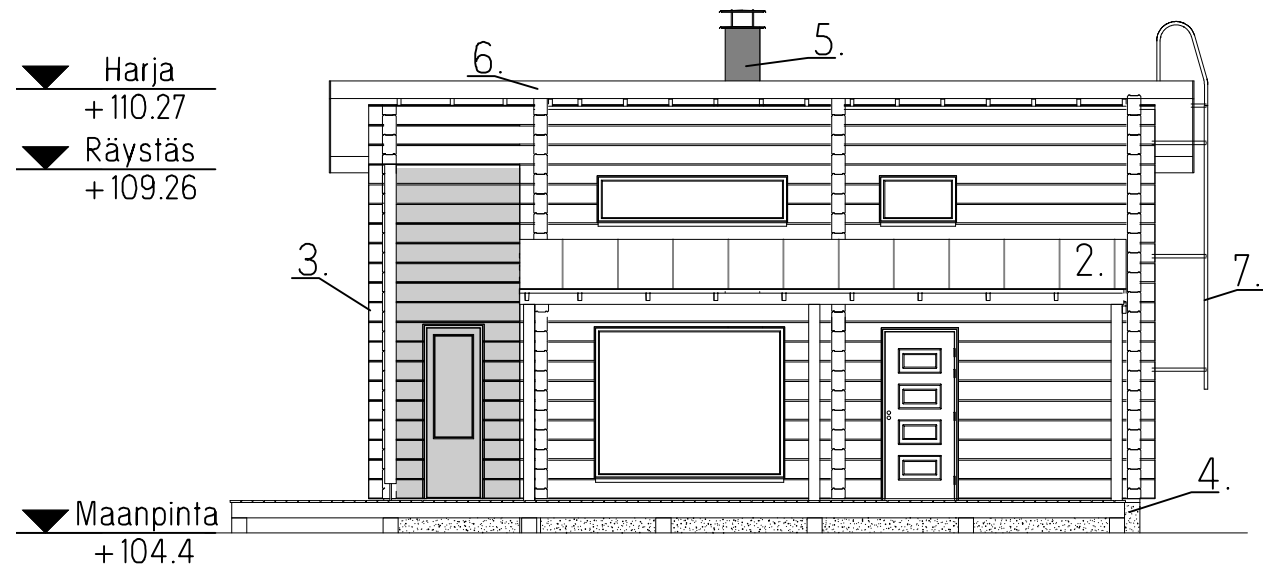
Säilytettävä puu



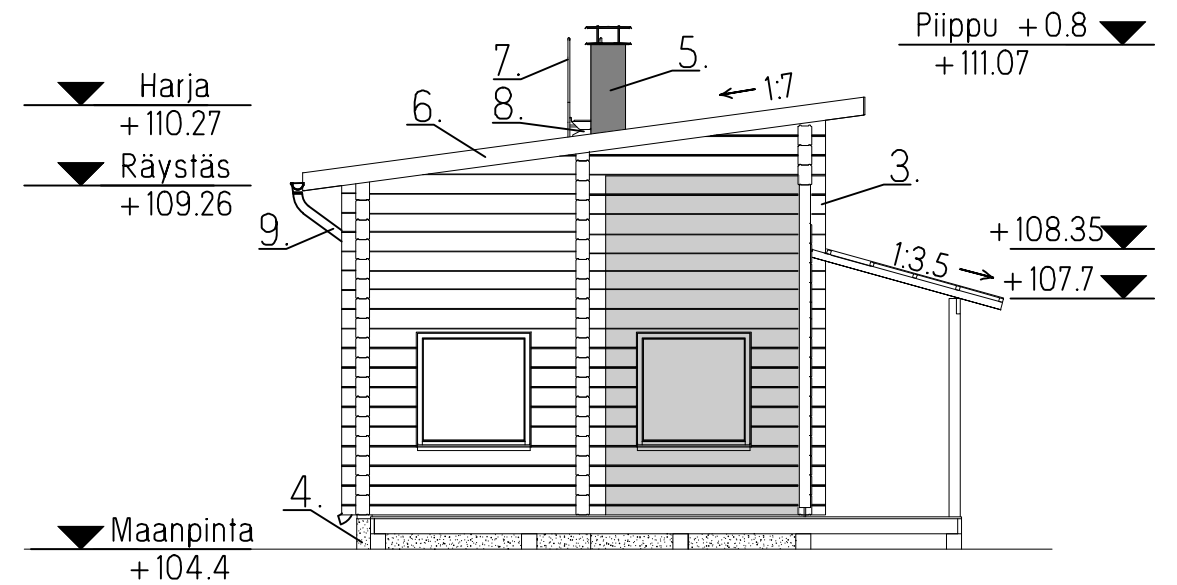
Poistettava puu

Kiinteistötunnus 857-414-2-20	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennuksen tunnus / numero RAK 1	Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Piirustuksen nro. 1
Rakennustoimenpide UUDISRAKENTAMINEN	Piirustuksen sisältö ASEMAPIIRUSTUS	Mittakaava 1:500
Rakennuskohde KESÄRANTA	Työnro	Piir.tunnus Muutos
Suunnittelijan yhteystiedot EETU KOMU RAK.INS OPISKELIJA	Suunnitteluuala ARK	
Allekirjoitus ja päiväys 8.4.2021		

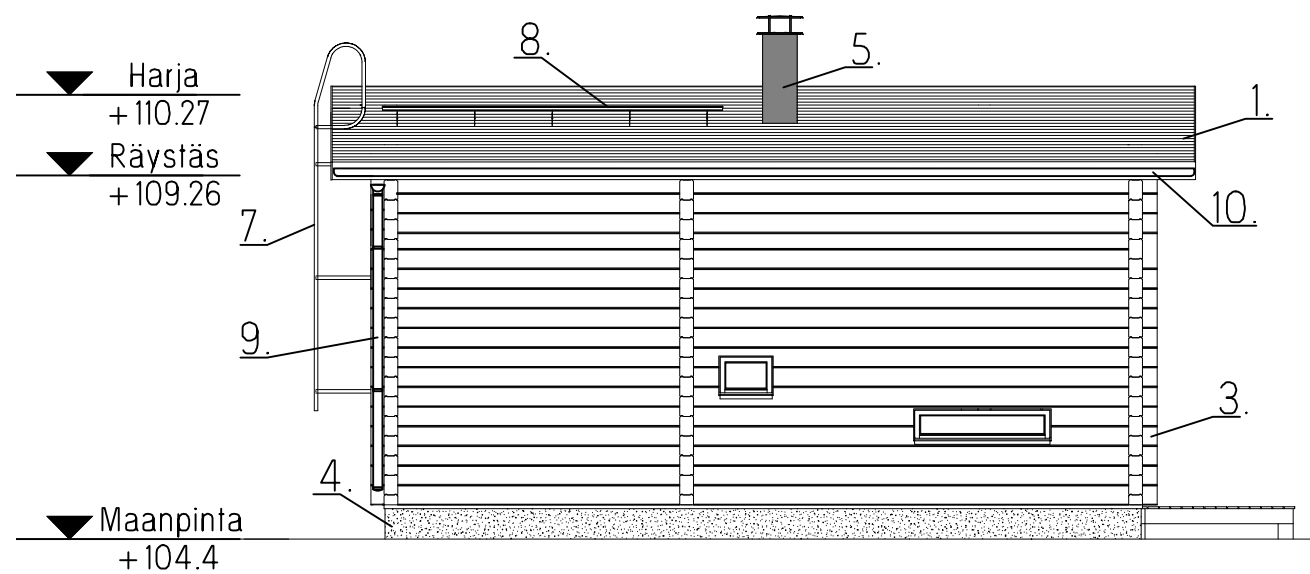
## JULKISIVU ITÄÄN



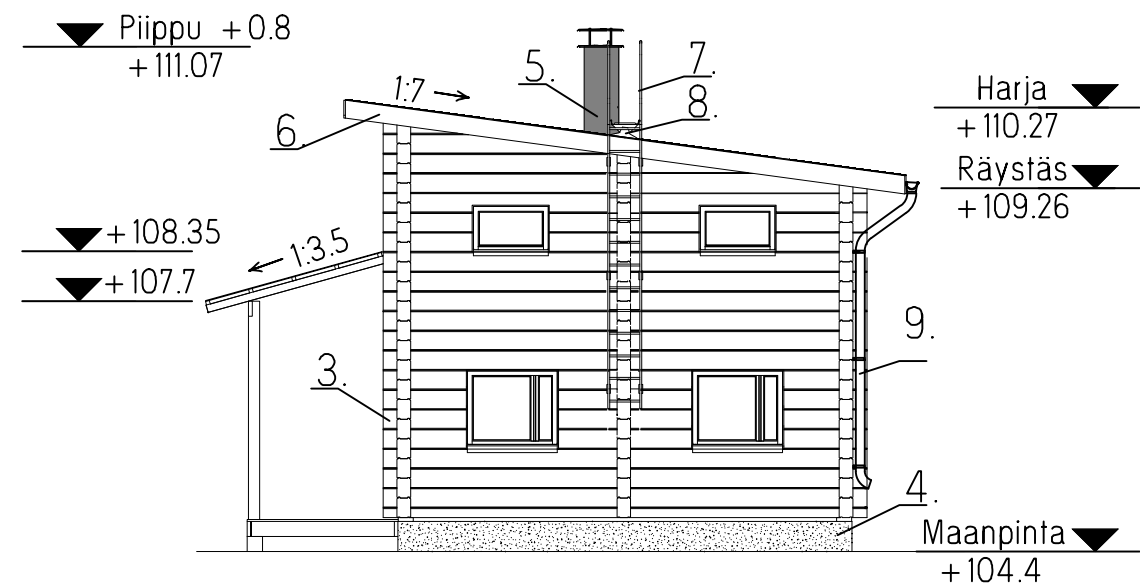
## JULKISIVU ETELÄÄN



## JULKISIVU LÄNTEEN



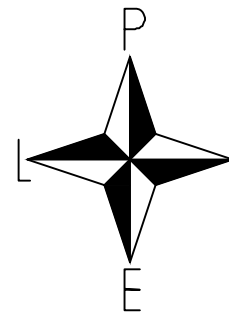
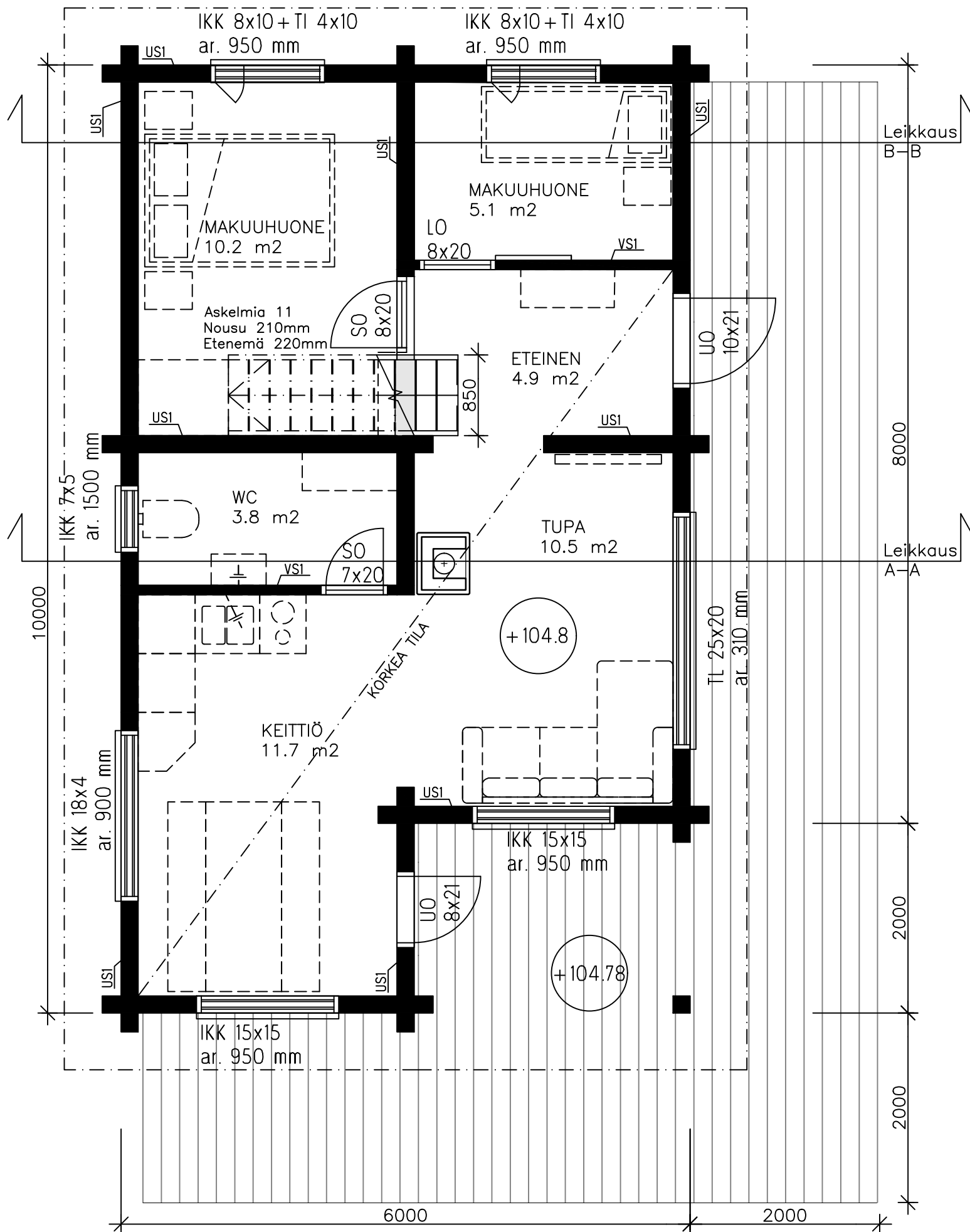
## JULKISIVU POHJOISEEN



## Materiaalit:

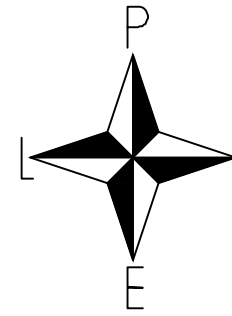
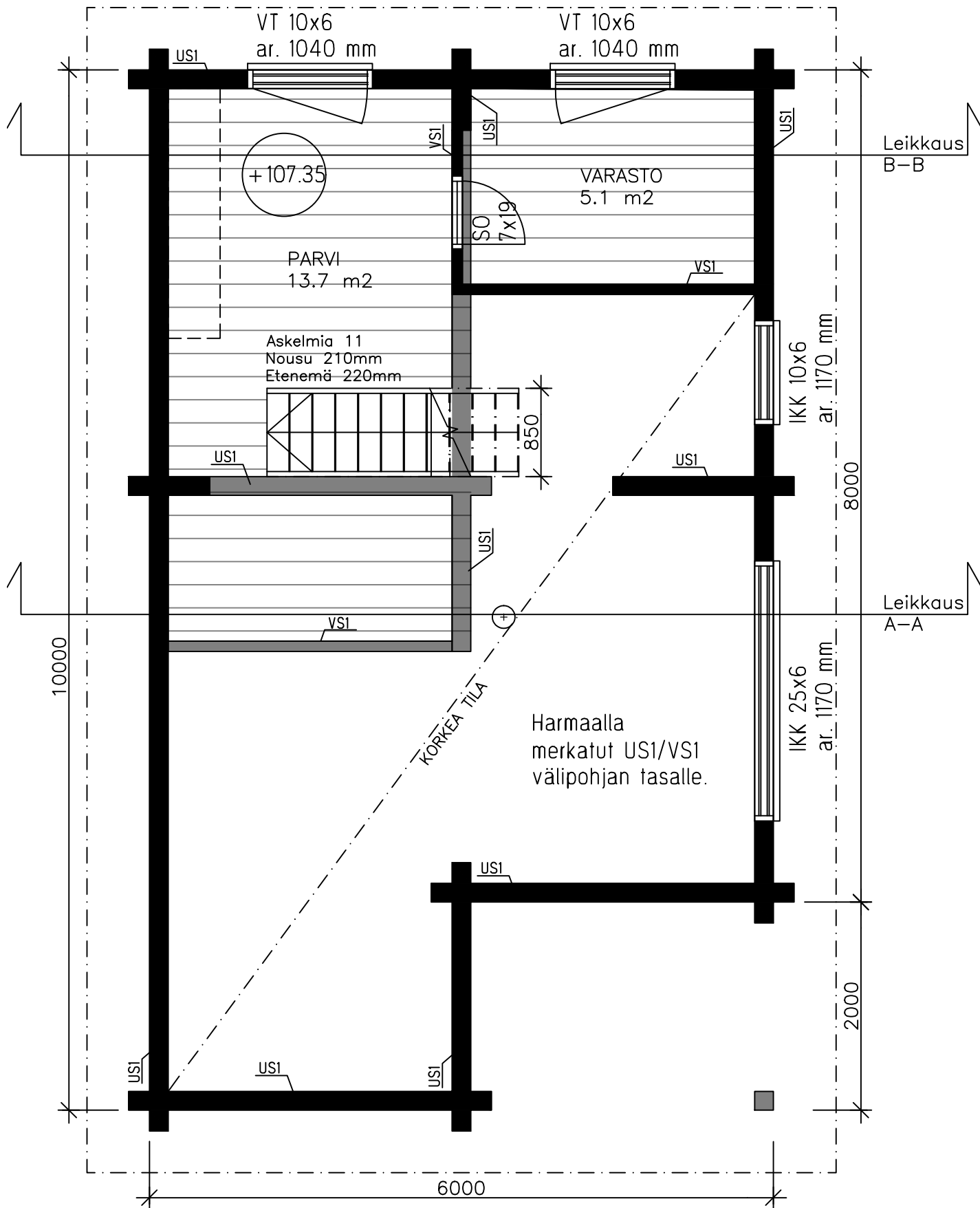
1. Huopakate, musta
2. Valokate, savunharmaa
3. Höylähirsi 180 mm, vaaleanharmaa
4. Harkkoperusmuuri, tumma rouhepinnoite
5. Teräspiippu, kiiltävä
6. Rästäslaudoitus, tummanharmaa
7. Nousutikas, musta
8. Kattosilta, musta
9. Syöksytorvi, musta
10. Rästäskouru, musta

Kiinteistötunnus 857-414-2-20	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennuksen tunnus / numero RAK 1		
Rakennustoimenpide UUDISRAKENTAMINEN	Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Piirustuksen nro. 2
Rakennuskohde KESÄRANTA	Piirustuksen sisältö JULKISIVUT	Mittakaava 1:100
Suunnittelijan yhteystiedot EETU KOMU RAK.INS OPISKELIJA	Työnro	Piir.tunnus Muutos
Allekirjoitus ja päiväys 3.5.2021	Suunnitteluala ARK	



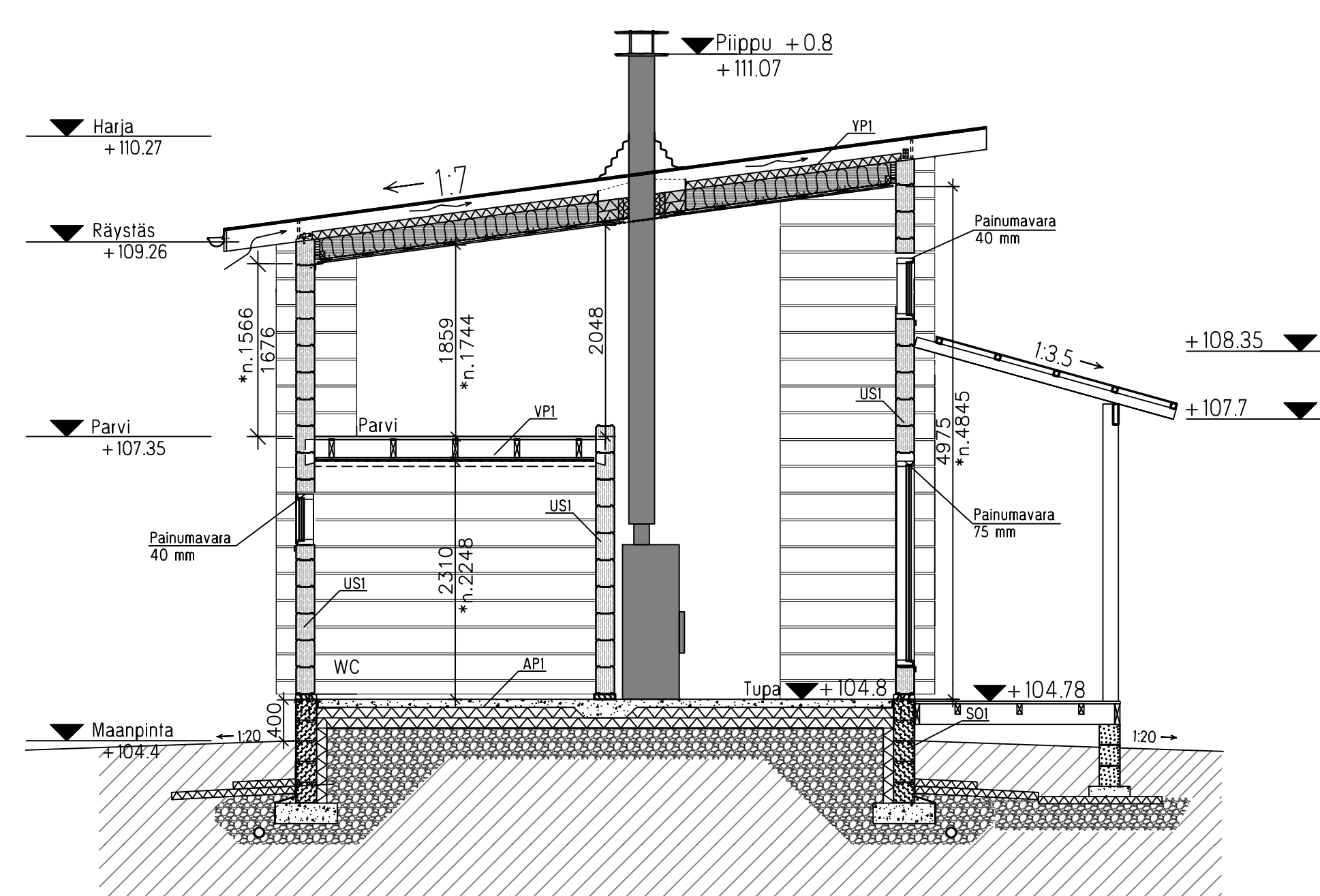
Kaikki ikkunat ja ulko- ovet  
U – arvoltaan 1.0 W/m<sup>2</sup>K

Kiinteistötunnus 857-414-2-20	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennuksen tunnus / numero RAK 1		
Rakennustoimenpide UUDISRAKENTAMINEN	Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Piirustuksen nro. 3
Rakennuskohde KESÄRANTA	Piirustuksen sisältö POHJAPIIRUSTUS	Mittakaava 1:50
Suunnittelijan yhteystiedot EETU KOMU RAK.INS OPISKELIJA	Työnro	Piir.tunnus Muutos
Allekirjoitus ja päiväys 3.5.2021	Suunnitteluala ARK	



Kaikki ikkunat  
U – arvoltaan 1.0 W/m<sup>2</sup>K

Kiinteistötunnus 857-414-2-20	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennuksen tunnus / numero RAK 1		
Rakennustoimenpide UUDISRAKENTAMINEN	Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Piirustuksen nro. 4
Rakennuskohde KESÄRANTA	Piirustuksen sisältö POHJAPIIRUSTUS PARVI	Mittakaava 1:50
Suunnittelijan yhteystiedot EETU KOMU RAK.INS OPISKELIJA	Työnro	Piir.tunnus Muutos
Allekirjoitus ja päiväys 3.5.2021	Suunnittelualue ARK	



\*korkeus painuman jälkeen (n.2,5 cm/seinämetri)

Yläpohja (YP1) 0.147 W/m<sup>2</sup>K  
 -Huopakate  
 -18 mm OSB-levy  
 -NR-palkisto, 125 mm tuuletusrako  
 -75 mm tuulensuojaeriste  
 -200 mm lasivilla  
 -Ilmansulkupaperi  
 -20x100 mm koolaus  
 -Kattopaneeli

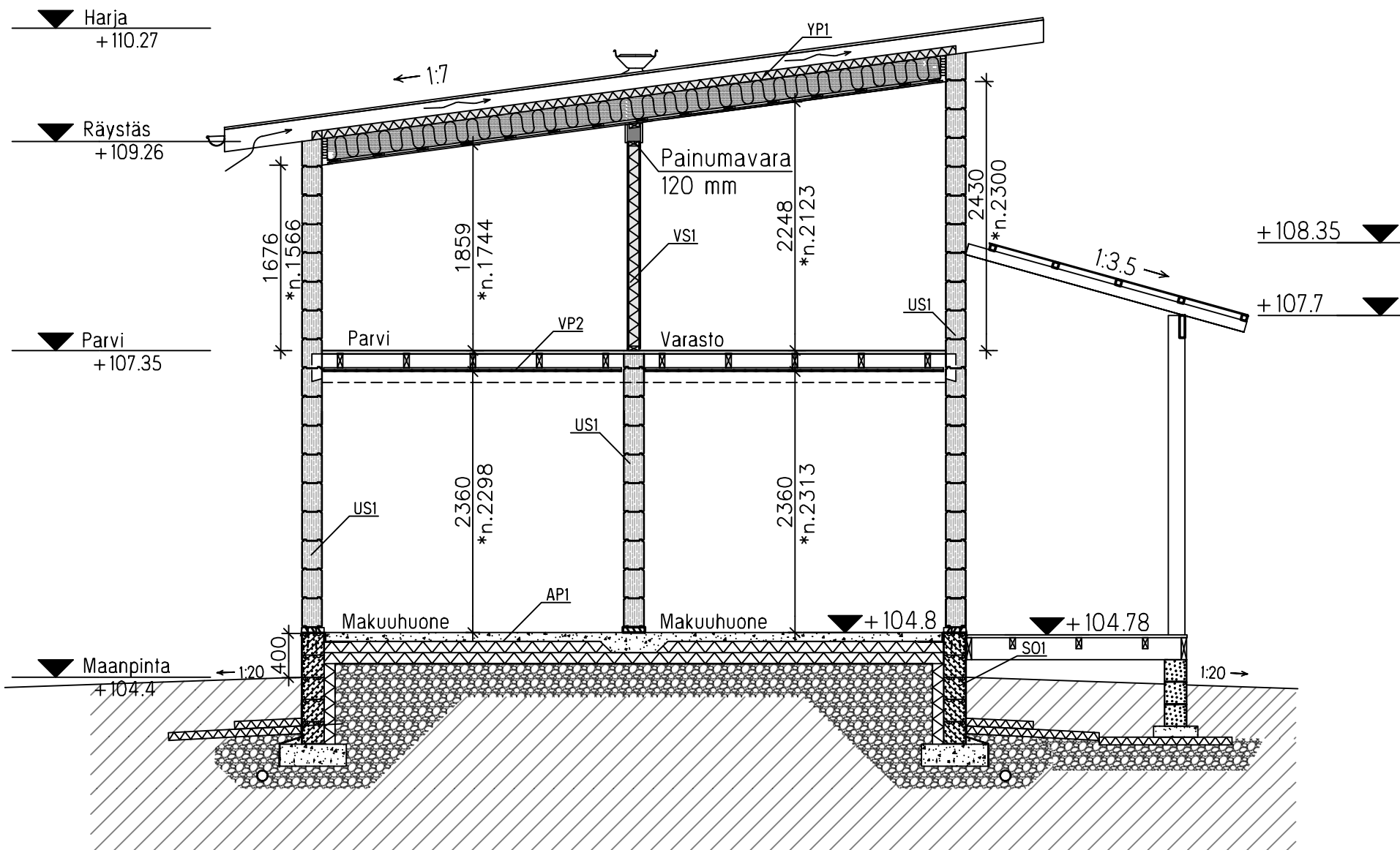
Välipohja (VP1)  
 -Laminaatti + alusmateriaali  
 -22 mm lattialastulevy  
 -Hirsipalkisto + välikoolaukset 50x175 mm  
 -20x100 mm koolaus  
 -Kattopaneeli

Alapohja (AP1) 0.156 W/m<sup>2</sup>K  
 -Parketti + alusmateriaali  
 -80 mm betonilaatta, vahvistuksen kohdalla 180 mm  
 -EPS-eriste 200 mm, vahvistuksen kohdalla 100 mm  
 -Kapillaarikatkosora >300 mm

Ulkoseinä (US1) 0.6 W/m<sup>2</sup>K  
 -Lamellihirsi 180 mm  
 -Alaohjauspuu (liimapuu)

Perustus (S01)  
 -Kevytsojarahkko 200 mm, EPS-eriste 100 mm  
 -Betoniantura 200x600 mm  
 -Kapillaarikatkosora >200 mm

Kiinteistötunnus 857-414-2-20	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennuksen tunnus / numero RAK 1		
Rakennustoimenpide UUDISRAKENTAMINEN	Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Piirustuksen nro. 5
Rakennuskohde KESÄRANTA	Piirustuksen sisältö LEIKKAUS A-A	Mittakaava 1:50
Suunnittelijan yhteystiedot EETU KOMU RAK.INS OPISKELIJA	Työnro	Piir.tunnus Muutos
Allekirjoitus ja päiväys 4.5.2021	Suunnitteluala RAK	



#### Yläpohja (YP1) 0.147 W/m<sup>2</sup>K

- Huopakate
- 18 mm OSB-levy
- NR-palkisto, 125 mm tuuletusrako
- 75 mm tuulensuojaeriste
- 200 mm lasivilla
- Ilmansulkupaperi
- 20x100 mm koolaus
- Kattopaneeli

#### Välipohja (VP2)

- Laminaatti + alusmateriaali
- 22 mm lattia-astulevy
- Hirsipalkisto + välikoolaukset 50x125 mm
- 20x100 mm koolaus
- Kattopaneeli

#### Alapohja (AP1) 0.156 W/m<sup>2</sup>K

- Parketti + alusmateriaali
- 80 mm betonilaatta, vahvistuksen kohdalla 180 mm
- EPS-eriste 200 mm, vahvistuksen kohdalla 100 mm
- Kapillaarikatkosora >300 mm

#### Väliseinä (VS1)

- 13 mm kipsilevy
- 92 mm kertopuutolpat k600 + mineraalivilla
- 13 mm kipsilevy

#### Ulkoseinä (US1) 0.6 W/m<sup>2</sup>K

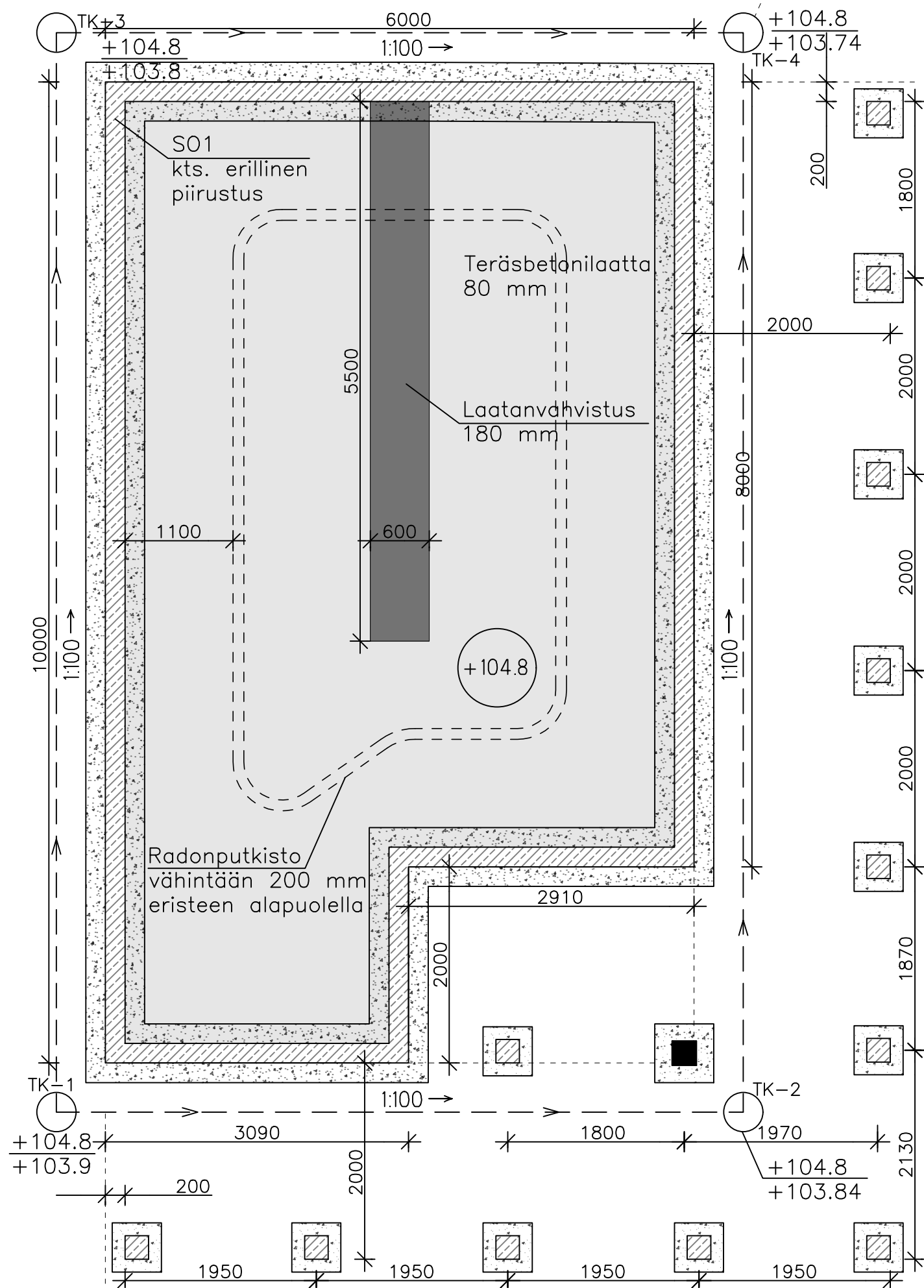
- Lamellihirsi 180 mm
- Alaohjauspuu (liimapuu)

#### Perustus (SO1)

- Kevytsoraharkko 200 mm, EPS-eriste 100 mm
- Betoniantura 200x600 mm
- Kapillaarikatkosora >200 mm

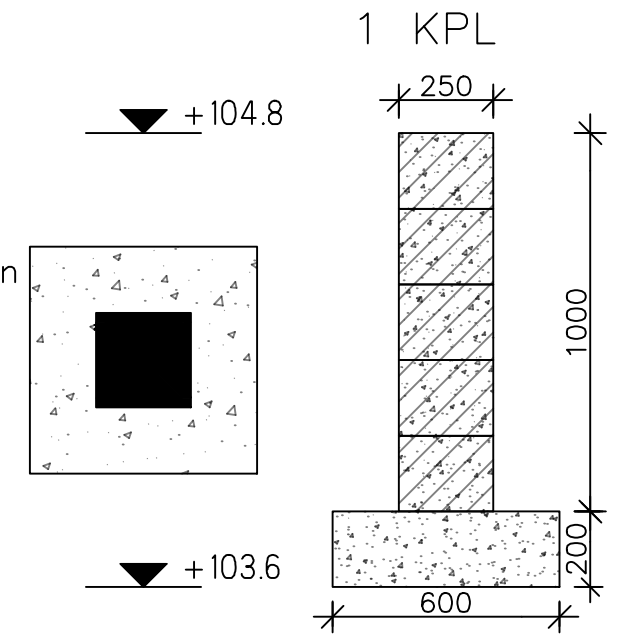
Kiinteistötunnus 857-414-2-20	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennuksen tunnus / numero RAK 1		
Rakennustoimenpide UUDISRAKENTAMINEN	Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Piirustuksen nro. 6
Rakennuskohde KESÄRANTA	Piirustuksen sisältö LEIKKAUS B-B	Mittakaava 1:50
Suunnittelijan yhteystiedot EETU KOMU RAK.INS OPISKELIJA	Työnro	Piir.tunnus Muutos
Allekirjoitus ja päiväys 4.5.2021	Suunnitteluala RAK	



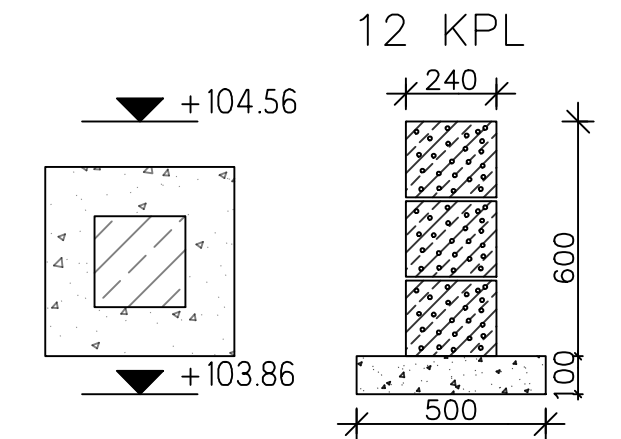


Terassitolpan perustus  
valupilariharkoista, antura  
600x600 mm paikallavaluna  
pilarianturamuottiin

Samat korkoasemat kuin mökin  
perustuksilla (S01)

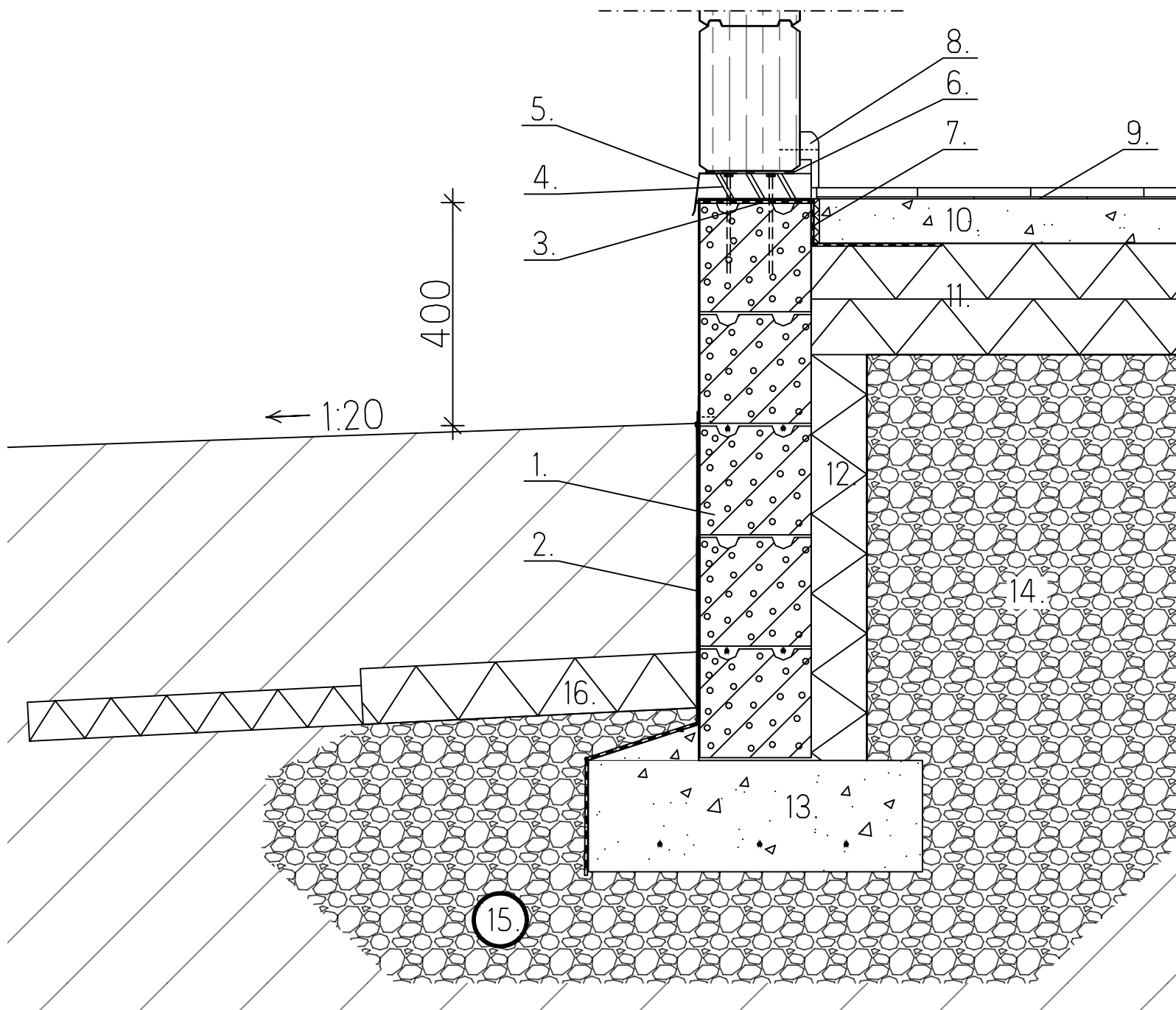


Terassin perustus  
leca-pilariharkoista, anturat  
500x500 mm paikallavaluna  
lautamuotteihin



Salaojien purku TK-4 kautta  
pohjoisrajan ojaan

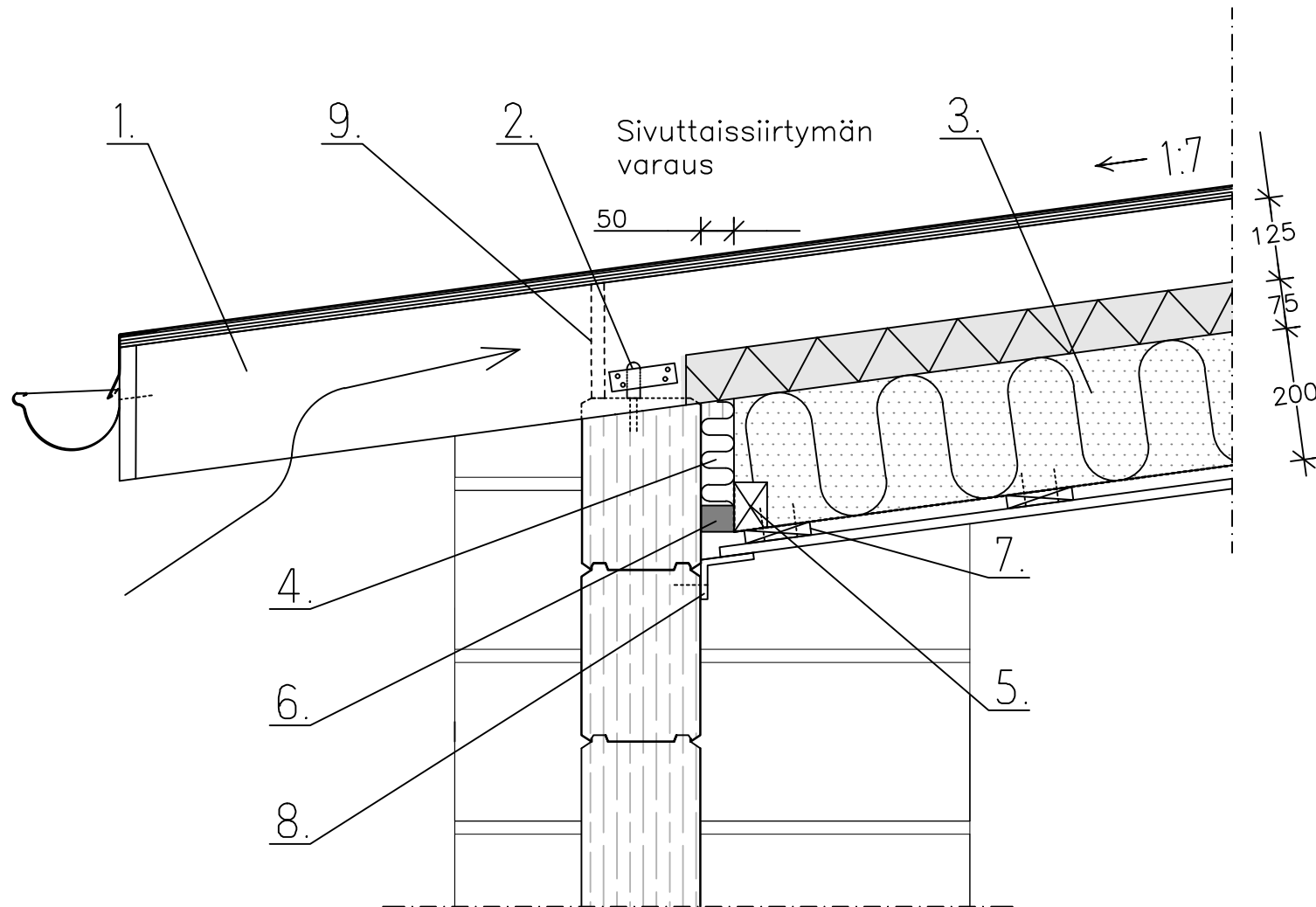
Kiinteistötunnus 857-414-2-20	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennuksen tunnus / numero RAK 1		
Rakennustoimenpide UUDISRAKENTAMINEN	Piirustuslaji TYÖPIIRUSTUS	Piirustuksen nro. 2
Rakennuskohde KESÄRANTA	Piirustuksen sisältö PERUSTUSSUUNNITELMA	Mittakaavat 1:50 1:20
Suunnittelijan yhteystiedot EETU KOMU RAK.INS OPISKELIJA	Työnro	Piir.tunnus Muutos
Allekirjoitus ja päiväys 10.5.2021	Suunnitteluala RAK	



S01

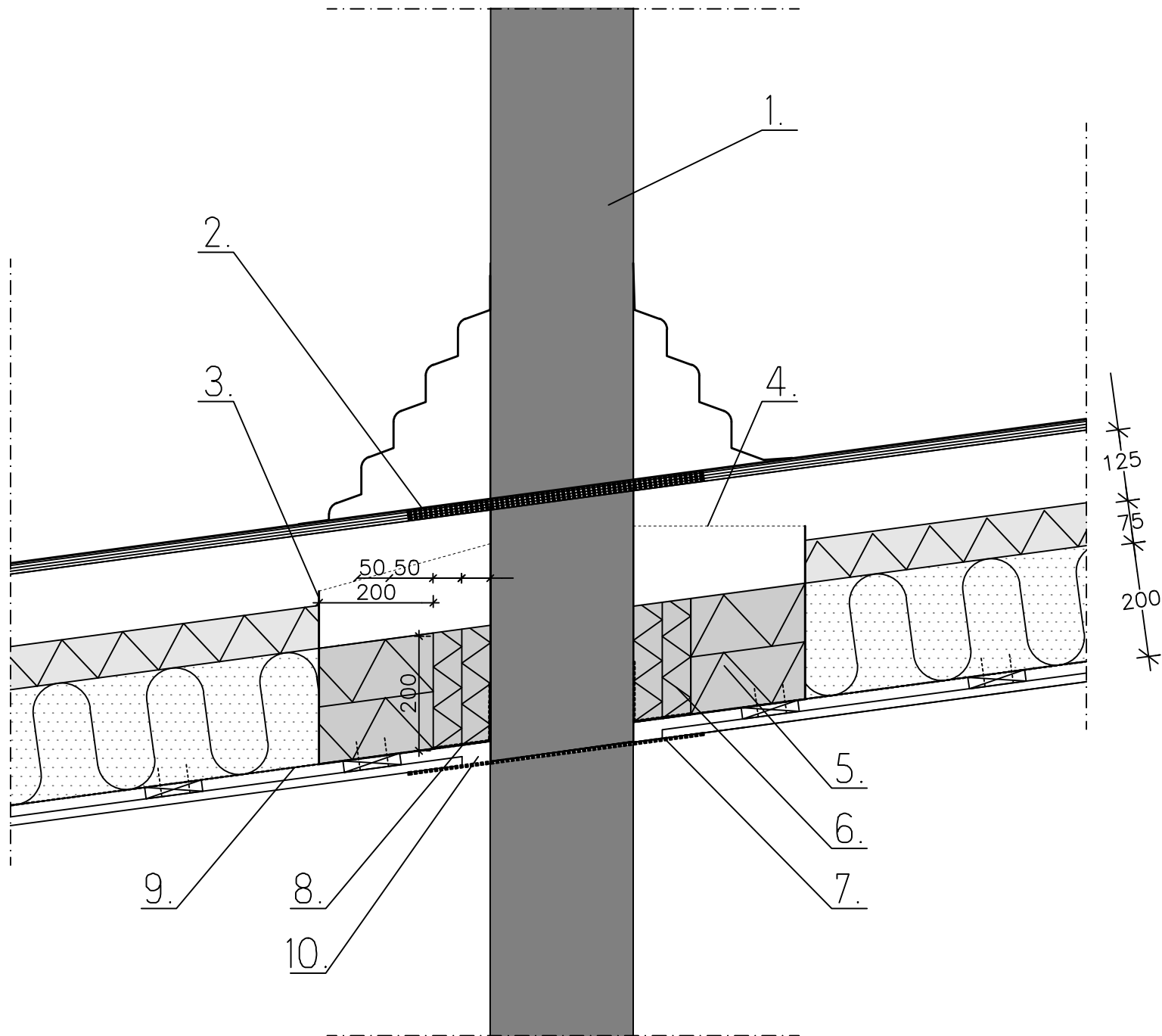
1. Kevytsoraharkko 200mm
2. Perusmuurilevy
3. Bitumikermikaista, limitetään betonilaatan alle
4. Liimapuu/alaohjauspuu, kiinnitetään harkkokiinnikkeillä, kermin väliin tiivistysmassaa
5. Peltalista
6. Kumitiiviste
7. Irroituskaista
8. Jalkalista
9. Lautaparketti + alusmateriaali
10. Betonilaatta 80mm
11. EPS-eriste 2x100mm
12. EPS-eriste 100mm
13. Betoniantura 200x600mm, raudoitus 3xT8
14. Kapillaarikatkosora, laatan alla 300mm, anturan alla 200mm
15. Salaojaputki 110mm
16. XPS-routaeriste 100&70mm 1200mm leveydeltä, nurkissa 60+60&100mm 1500mm matkalta

Kiinteistötunnus 857-414-2-20	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennuksen tunnus / numero RAK 1		
Rakennustoimenpide UUDISRAKENTAMINEN	Piirustuslaji TYÖPIIRUSTUS	Piirustuksen nro. 3
Rakennuskohde KESÄRANTA	Piirustuksen sisältö PERUSTUSLEIKKAUS	Mittakaava 1:10
Suunnittelijan yhteystiedot EETU KOMU RAK.INS OPISKELIJA	Työnro	Piir.tunnus Muutos
Allekirjoitus ja päiväys 5.5.2021	Suunnitteluala RAK	

YP1 0.147 W/m<sup>2</sup>K

1. Huopakate  
18 mm OSB-levy  
NR-vaarnapalkisto k600
2. Lovi palkille + liukurautakiinnike molemmin puolin
3. 125 mm tuuletusväli, 75 mm tuulensuojaeriste + 200 mm lasivilla
4. Jatkuva lasivilla 50 mm sivuttaissiirtymän varauksessa (liukuvaraus)
5. Puutavara 50x75 mm, ilmansulkupaperi teipataan
6. Paisuva saumanauha ilmansulkuna
7. Koolaus 20x100 mm k400 + kattopanelointi
8. Peitelista, kiinnitetään hirsiseinään
9. Pieneläinverkko

Kiinteistötunnus 857-414-2-20	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennuksen tunnus / numero RAK 1		
Rakennustoimenpide UUDISRAKENTAMINEN	Piirustuslaji TYÖPIIRUSTUS	Piirustuksen nro. 4
Rakennuskohde KESÄRANTA	Piirustuksen sisältö RÄYSTÄSLEIKKAUS	Mittakaava 1:10
Suunnittelijan yhteystiedot EETU KOMU RAK.INS OPISKELIJA	Työnro	Piir.tunnus Muutos
Allekirjoitus ja päiväys 7.5.2021	Suunnittelualue RAK	



1. Tehdasvalmisteinen teräspiippu, sisähalkaisija 150 mm
2. Piipunkaulus + vesikaton läpivientitiiviste, limitetään huopakatteen alle
3. Läpivientilieriö
4. Teräsverkko
5. Kivivillaeriste 200 mm, luokka A1
6. Läpivientieriste 2x50 mm, luokka A1
7. Läpivientikaulus
8. Tiiviste ilmansulun ja piipun liitoskohtaan
9. Ilmansulkupaperi
10. Liikuntaväli 50 mm

Kiinteistötunnus 857-414-2-20	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennuksen tunnus / numero RAK 1		
Rakennustoimenpide UUDISRAKENTAMINEN	Piirustuslaji TYÖPIIRUSTUS	Piirustuksen nro. 5
Rakennuskohde KESÄRANTA	Piirustuksen sisältö HORMIN LÄPIVIENTI	Mittakaava 1:10
Suunnittelijan yhteystiedot EETU KOMU RAK.INS OPISKELIJA	Työnro	Piir.tunnus Muutos
Allekirjoitus ja päiväys 7.5.2021	Suunnittelualue RAK	

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
Eetu Komu	RAK 1	
	Päiväys	Tekijä
Rakennuskohde	Sisältö	
Kesäranta	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

1 / 2

**RAKENTEEN TIEDOT****Info**

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin) ▼

**RAKENNEKERROKSET***Sisäpinta*

1 Vanerilevy ▼  
 Kerroksen paksuus [d] 15,0 mm  
 Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ] 0,120 W/mK

2 Ilman- ja höyrynsulku ▼

3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼  
 Kerroksen paksuus [d] 200,0 mm  
 Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ] 0,033 W/mK  
 Koolaussuunta (p / v) p

4 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼  
 Kerroksen paksuus [d] 75,0 mm  
 Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ] 0,031 W/mK  
 Koolaussuunta (p / v) p

5 Ei rakennekerrosta ▼

6 Ei rakennekerrosta ▼

7 Ei rakennekerrosta ▼

8 Ei rakennekerrosta ▼

*Ulkopinta***ILMARAKOJEN TIEDOT**

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1 ▼

**METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT**

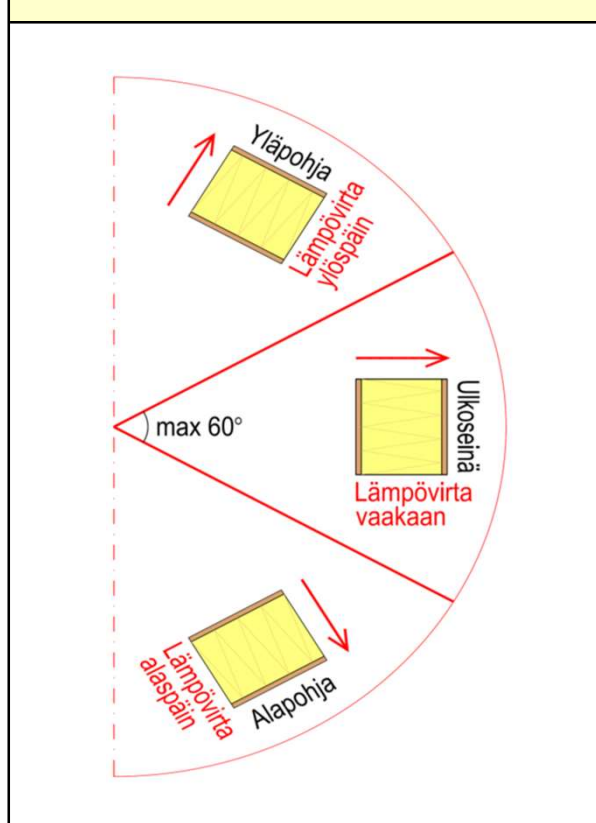
Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

**KOOLAUKSEN TIEDOT**

Koolauspuun leveys [b] 51 mm ▼

Koolauspuun lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ] 0,120 W/mK

Pystykoolauksen k-jako [s] 600 mm

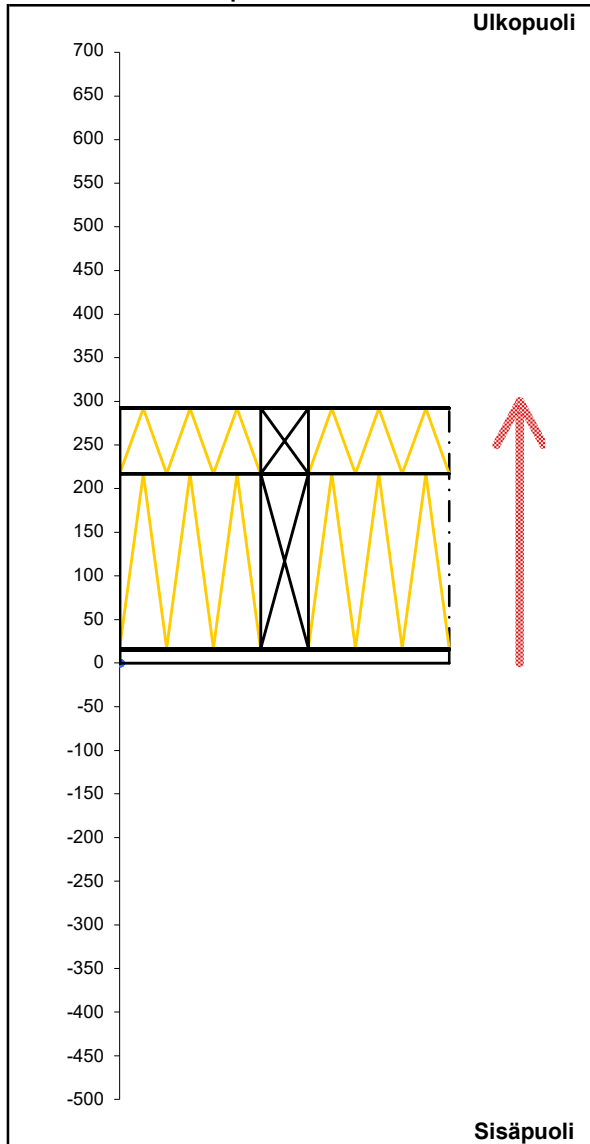
**RAKENNE / LÄMPÖVIRTA**

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
Eetu Komu	RAK 1	
	Päiväys	Tekijä
Rakennuskohde	Sisältö	
Kesäranta	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

2 / 2

Puurakenteinen yläpohja	d [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Vanerilevy	15	0,120	0,1250		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	200	0,033	4,9511	51	600
4 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	75	0,031	1,9448	51	600
Ulkopinta			0,1000		

### Rakenteen kokonaispaksuus 290 mm



### MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

### OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUEDET

$f_a$	0,915	Eriste
$f_b$	0,085	Pystykoolaus
$f_c$	0,000	Vaakakoolaus
$f_d$	0,000	Koolausristeys

### OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

$R_a$	8,806	m <sup>2</sup> K/W
$R_b$	2,617	m <sup>2</sup> K/W
$R_c$	0,000	m <sup>2</sup> K/W
$R_d$	0,000	m <sup>2</sup> K/W

### U-ARVO

$R'_T$	7,332	m <sup>2</sup> K/W
$R''_T$	7,221	m <sup>2</sup> K/W
U	0,137	W/m <sup>2</sup> K
$\Delta U''$	0,010	W/m <sup>2</sup> K
$\Delta U_g$	0,009	W/m <sup>2</sup> K
$\Delta U_f$	0,000	W/m <sup>2</sup> K

### YLÄPOHJAN U-ARVO

$$U_c = 0,1467 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### VIRHEILMOITUKSET

**Finnwood 2.4.3 (2.4.088)**

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Savonia ammattikorkeakoulu

Kattopalkki, yläpaarre

Eetu Komu

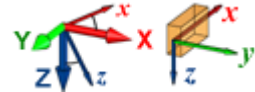
6.5.2021

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

**Finnwood 2.4.3 (2.4.088)**

RIL 205-1-2017 (04.12.2019)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta

**PROJEKTITIEDOT:**

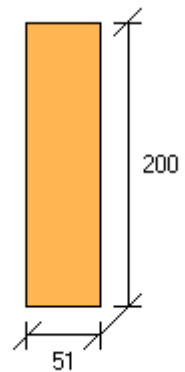
Suunnittelija: Eetu Komu  
Yritys: Savonia ammattikorkeakoulu

Pelkkä yläpaarre.  
Laskussa ei ole huomioitu alapuolisen NR-rakenteen vaikutusta.

Nimi: Kattopalkki, yläpaarre

**RAKENNETIEDOT:**

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
Materiaali: KERTO-S syrjällään  
Poikkileikkaus: 51x200 (varastokoko)  
Lisätietoja: Vakiokoko  
(B=51 mm, H=200 mm, A=10200 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=34000000 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=340000 mm<sup>3</sup>)  
Käyttöluokka: 2  
Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
Kulma: 8.1 astetta  
Jako/kuormituslev.: 600 mm (pintakuormille)

**Uloke-/jännevälipituudet:**

Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:	Pystymitta [mm]:	Aksiaalinen [mm]:
Vasen uloke	790.0	112.4	798.0
Jänneväli 1	5820.0	828.3	5878.6
Oikea uloke	790.0	112.4	798.0
Yhteensä:	7400.0	1053.2	7474.6

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	798	180	Liukutuki (Z)
2:	6677	180	Kiinteä niveltuki (X,Z)

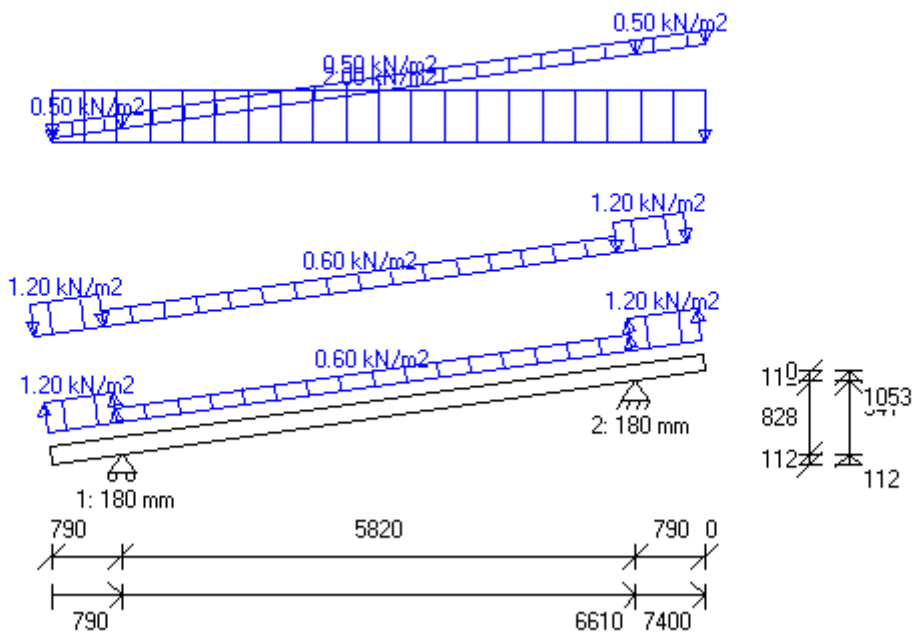
f<sub>m,k</sub> (M<sub>y</sub>): 46.19 N/mm<sup>2</sup>  
f<sub>m,k</sub> (M<sub>z</sub>): 50.00 N/mm<sup>2</sup>  
f<sub>c,0,k</sub>: 29.17 N/mm<sup>2</sup>  
f<sub>c,90,k</sub>: 6.00 N/mm<sup>2</sup>  
f<sub>t,0,k</sub>: 33.13 N/mm<sup>2</sup>  
f<sub>t,90,k</sub>: 0.80 N/mm<sup>2</sup>

$f_{v,k}$ ( $V_z$ ):	4.20 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$ ( $V_y$ ):	2.30 N/mm <sup>2</sup>
$E_{mean}$ :	13800 N/mm <sup>2</sup>
$G_{mean}$ :	600 N/mm <sup>2</sup>
$E_{0.05}$ :	11600 N/mm <sup>2</sup>
$G_{0.05}$ :	400 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.10 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)
km-kerroin:	0.70
kcr-kerroin:	1.00

-----  
 Osavarmuusluku: 1.20  
 -----

Aikaluokka:	$k_{mod}$ :
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

-----  
 $k_{def}$ : 0.800  
 -----



### KUORMITUSTIEDOT:

-----  
 Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakennesan paino:	QZ = 0.052 kN/m	x = 0 - 7475 mm
Pintakuorma: 1:	QZ = 0.500 kN/m <sup>2</sup>	x = 0 - 798 mm
Pintakuorma: 2:	QZ = 0.500 kN/m <sup>2</sup>	x = 798 - 6677 mm
Pintakuorma: 3:	QZ = 0.500 kN/m <sup>2</sup>	x = 6677 - 7475 mm

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

Pintakuorma: 1:	QZ = 2.000 kN/m <sup>2</sup>	x = 0 - 7475 mm
-----------------	------------------------------	-----------------

-----  
Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1:	Qz = 1.200 kN/m <sup>2</sup>	x = 0 - 798 mm
Pintakuorma: 2:	Qz = 0.600 kN/m <sup>2</sup>	x = 798 - 6677 mm
Pintakuorma: 3:	Qz = 1.200 kN/m <sup>2</sup>	x = 6677 - 7475 mm

-----  
Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1:	Qz = -1.200 kN/m <sup>2</sup>	x = 0 - 798 mm
Pintakuorma: 2:	Qz = -0.600 kN/m <sup>2</sup>	x = 798 - 6677 mm
Pintakuorma: 3:	Qz = -1.200 kN/m <sup>2</sup>	x = 6677 - 7475 mm

#### ----- KUORMITUSYHDISTELMÄT:

-----  
Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

-----  
Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

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

-----  
Yhdistelmä 3 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (alas)

-----  
Yhdistelmä 4 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (alas)

-----  
Yhdistelmä 5 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (ylös)

-----  
Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

-----  
Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (alas)

-----  
Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

-----  
Yhdistelmä 9 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 11 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 17 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma (ylös)

#### MITOITUS:

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

Kokonaiskäyttöaste: 82.7 %

#### MITOITUSPARAMETRIT:

Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 * L$

Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00 * L$

Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 600.00 \text{ mm}$

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} = \text{Päätukien välimatka}$

$L_{ef1} = L_{k1}$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)

HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun  $M_y < 0$

#### MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	6.36 kN	19.04 kN	33.4 %	798 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Veto:	0.91 kN	225.31 kN	0.4 %	6677 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Puristus:	0.91 kN	4.81 kN	18.8 %	798 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus ( $M_y$ ):	8.66 kNm	10.47 kNm	82.7 %	3737 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	8.66 kNm	10.47 kNm	82.7 %	3737 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä

## Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Savonia ammattikorkeakoulu

Kattopalkki, yläparre

Eetu Komu

6.5.2021

Taivutus+veto:	0.82	1.00	82.4 %	3924 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä (My=8.63 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=0.06 kN)
Taivutus+puristus:	0.83	1.00	82.7 %	3737 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä (My=8.66 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=0.00 kN)
Tukipaine, tuki 1:	8.09 kN	44.55 kN	18.2 %	798 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.21					
Tukipaine, tuki 2:	8.09 kN	44.55 kN	18.2 %	6677 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.21					

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Nx,max	1.11 kN	6677 mm
Vz,max	7.32 kN	798 mm
My,max	9.86 kNm	3737 mm

## TUKIREAKTIOT:

FX:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN
2:	0.69 kN	-0.69 kN	0.46 kN	-0.46 kN

FZ:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	9.66 kN	-1.29 kN	6.07 kN	-0.33 kN
2:	9.60 kN	-1.19 kN	6.01 kN	-0.27 kN

- Tukipisteisiin syntyy nostetta, varmista ankkurointi

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.32
2:	1.32

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	4.44
2:	4.44

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (alas)
------------------	--------------------

Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.00	1.65
2:	-0.46	1.58

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (ylös)	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.00	-1.65
2:	0.46	-1.58

#### HUOMIOT:

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

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

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

**Finnwood 2.4.3 (2.4.088)**

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Savonia ammattikorkeakoulu

Terassin tolppa

Eetu Komu

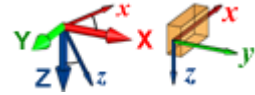
21.4.2021

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

**Finnwood 2.4.3 (2.4.088)**

RIL 205-1-2017 (04.12.2019)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta

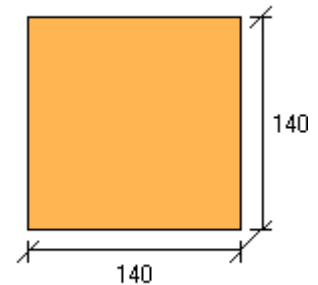
**PROJEKTITIEDOT:**

Suunnittelija: Eetu Komu  
 Yritys: Savonia ammattikorkeakoulu

Nimi: Terassin tolppa

**RAKENNETIEDOT:**

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

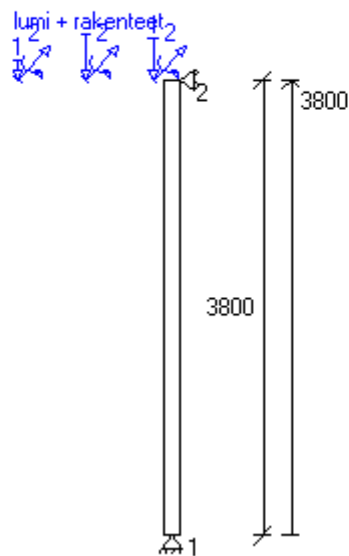
**Uloke-/jännevälipituudet:**

Uloke/jänneväli: Pystymitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 3800.0  
 Yhteensä: 3800.0

Tuki: Sijainti x [mm]: Tyyppi:  
 1: 0 Kiinteä niveltuki (X,Z)  
 2: 3800 Liukutuki (X)

fm,k (My): 33.00 N/mm<sup>2</sup>  
 fm,k (Mz): 30.00 N/mm<sup>2</sup>  
 fc,0,k: 24.50 N/mm<sup>2</sup>  
 fc,90,k: 2.50 N/mm<sup>2</sup>  
 ft,0,k: 21.45 N/mm<sup>2</sup>  
 ft,90,k: 0.50 N/mm<sup>2</sup>  
 fv,k (Vz): 3.50 N/mm<sup>2</sup>  
 fv,k (Vy): 3.50 N/mm<sup>2</sup>  
 E,mean: 13000 N/mm<sup>2</sup>  
 G,mean: 650 N/mm<sup>2</sup>  
 E 0.05: 10800 N/mm<sup>2</sup>  
 G 0.05: 540 N/mm<sup>2</sup>  
 Tilavuuspaino: 5.00 kN/m<sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

km-kerroin:	0.70
kcr-kerroin:	1.00
-----	
Osavarmuusluku:	1.25
-----	
Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
-----	
kdef:	0.800

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 6.00 kN	x = 3800.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.300 kNm	x = 3800.0 mm
Rakenneosan paino:	QZ = 0.098 kN/m	x = 0 - 3800 mm

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

Pistekuorma: 1:	FZ = 13.00 kN	x = 3800.0 mm ( lumi + rakenteet)
Pistekuorma: 2:	My = -1.500 kNm	x = 3800.0 mm

Tuulikuorma (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pistekuorma: 1: FZ = 12.00 kN x = 3800.0 mm

Pistekuorma: 2: My = -0.600 kNm x = 3800.0 mm

### KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

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

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

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

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 9 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 10 (KRT)

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

Yhdistelmä 11 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

Yhdistelmä 12 (KRT)

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

### MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

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

## Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Savonia ammattikorkeakoulu

Terassin tolppa

Eetu Komu

21.4.2021

Kokonaiskäyttöaste: 46.1 %

## MITOITUSPARAMETRIT:

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

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

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

Värähtelymitoitusta ei ole tehty

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	0.68 kN	29.27 kN	2.3 %	2800 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Puristus:	38.98 kN	189.01 kN	20.6 %	0 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Taivutus ( $M_y$ ):	2.60 kNm	9.66 kNm	26.9 %	3800 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	2.60 kNm	9.66 kNm	26.9 %	3800 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus+puristus:	0.46	1.00	46.1 %	3800 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
( $M_y=2.60$ kNm, $M_z=0.00$ kNm, $N_x=26.40$ kN)					
jänneväli 1, $W_z,inst$ :	-4.3 mm	-- mm	-- %	2185 mm	Yhdistelmä 12/1
jänneväli 1, $W_z,net,fin$ :	-5.4 mm	12.7 mm	42.7 %	2185 mm	Yhdistelmä 12/1

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 8/1 (Hetskellinen):

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

Yhdistelmä 12/1 :

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

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$N_{x,max}$	38.98 kN	0 mm
$V_{z,max}$	0.83 kN	2800 mm
$M_{y,max}$	3.14 kNm	3800 mm

## TUKIREAKTIOT:

FX:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.82 kN	0.07 kN	0.51 kN	0.08 kN
2:	-0.07 kN	-0.83 kN	-0.08 kN	-0.51 kN

-----

FZ:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	38.98 kN	5.74 kN	27.47 kN	6.37 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

-----

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FX [kN]:      FZ [kN]:
1:	0.08            6.37
2:	-0.08          0.00

-----

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FX [kN]:      FZ [kN]:
1:	0.39            13.00
2:	-0.39          0.00

-----

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma
Tuki:	FX [kN]:      FZ [kN]:
1:	0.16            12.00
2:	-0.16          0.00

-----

#### HUOMIOT:

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

-----

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

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto

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

---

**Finnwood 2.4.3 (2.4.088)**

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Savonia ammattikorkeakoulu

Välipohjapalkki

Eetu Komu

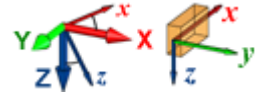
6.5.2021

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

**Finnwood 2.4.3 (2.4.088)**

RIL 205-1-2017 (04.12.2019)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta

**PROJEKTITIEDOT:**

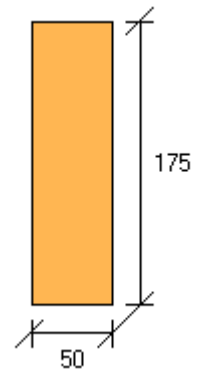
Suunnittelija: Eetu Komu  
Yritys: Savonia ammattikorkeakoulu

WC:n kohdalla oleva jänneväli

Nimi: Välipohjapalkki

**RAKENNETIEDOT:**

Rakennetyyppi: Lattiapalkki/laatta  
Materiaali: C24  
Poikkileikkaus: 50x175  
(B=50 mm, H=175 mm, A=8750 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=22330729 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=255208 mm<sup>3</sup>)  
Käyttöluokka: 1  
Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
Jako/kuormituslev.: 600 mm (pintakuormille)

**Uloke-/jännevälipituudet:**

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
Jänneväli 1: 1800.0  
Yhteensä: 1800.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	45	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	1800	45	Liukutuki (Z)

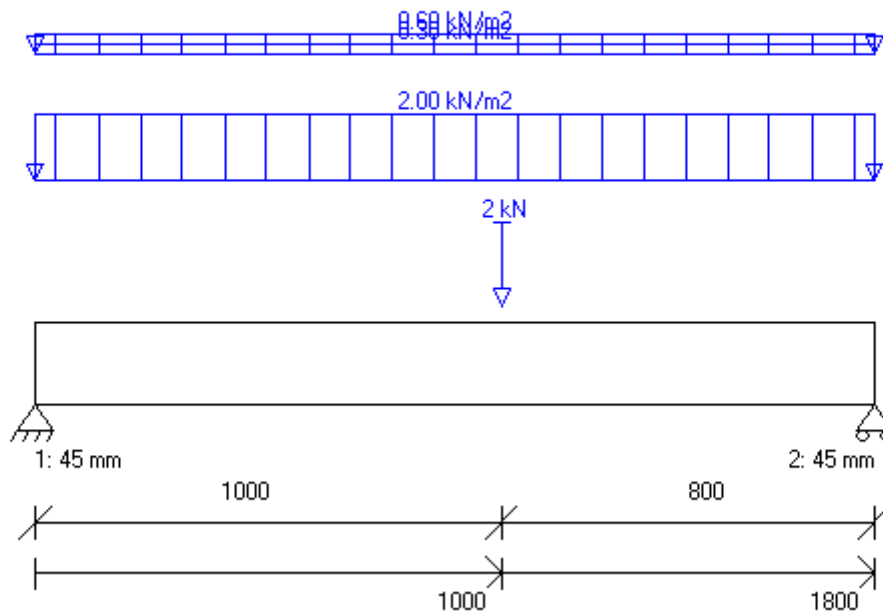
f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	24.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	29.90 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	21.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	14.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,90,k</sub> :	0.40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	4.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	4.00 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	11000 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	690 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	7400 N/mm <sup>2</sup>

G 0.05:	460 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)
km-kerroin:	0.70
kcr-kerroin:	0.67

-----  
 Osavarmuusluku: 1.30  
 -----

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

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



### KUORMITUSTIEDOT:

-----  
 Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino:  $QZ = 0.044 \text{ kN/m}$   $x = 0 - 1800 \text{ mm}$

Pintakuorma: 1:  $QZ = 0.600 \text{ kN/m}^2$   $x = 0 - 1800 \text{ mm}$

Pintakuorma: 2:  $QZ = 0.300 \text{ kN/m}^2$   $x = 0 - 1800 \text{ mm}$

-----  
 Hyötykuorma (Hyötykuorma A, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pintakuorma: 1:  $QZ = 2.000 \text{ kN/m}^2$   $x = 0 - 1800 \text{ mm}$

-----

Hyötyk. pistekuormatark. (Hyötykuorma, lyhytaikainen, Lyhytaikainen, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pistekuorma: 1:  $FZ = 2.00 \text{ kN}$   $x = 1000.0 \text{ mm}$  ( 2 kN)

-----

### KUORMITUSYHDISTELMÄT:

-----

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

$1.00 * 1.35 * \text{Omapaino}$

-----

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

$1.00 * 1.15 * \text{Omapaino} + 1.00 * 1.50 * \text{Hyötykuorma}$

-----

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)

$0.90 * \text{Omapaino} + 1.00 * 1.50 * \text{Hyötykuorma}$

-----

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

$1.00 * 1.15 * \text{Omapaino} + 1.00 * 1.50 * 0.70 * \text{Hyötykuorma}$

-----

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

$1.00 * 1.15 * \text{Omapaino}$

-----

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

$0.90 * \text{Omapaino}$

-----

Yhdistelmä 11 (MRT, Lyhytaikainen)

$1.00 * 1.15 * \text{Omapaino} + 1.00 * 1.50 * \text{Hyötyk. pistekuormatark.}$

-----

Yhdistelmä 12 (MRT, Lyhytaikainen)

$0.90 * \text{Omapaino} + 1.00 * 1.50 * \text{Hyötyk. pistekuormatark.}$

-----

Yhdistelmä 13 (KRT)

$1.00 * \text{Omapaino}$

-----

Yhdistelmä 14 (KRT)

$1.00 * \text{Omapaino} + 1.00 * \text{Hyötykuorma}$

-----

Yhdistelmä 16 (KRT)

$1.00 * \text{Omapaino} + 1.00 * 0.70 * \text{Hyötykuorma}$

-----

Yhdistelmä 18 (KRT)

$1.00 * \text{Omapaino} + 1.00 * \text{Hyötyk. pistekuormatark.}$

-----

### MITOITUS:

-----

Mitoitusstandardi:

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

-----

## Finnwood 2.4.3 (2.4.088)

© Copyright 2019 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Savonia ammattikorkeakoulu

Välipohjapalkki

Eetu Komu

6.5.2021

Kokonaiskäyttöaste: 87.6 %

## MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,fin: L/300

Korotuserroin, vasen uloke: 2.00

Korotuserroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$ Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$ 

Kiepahdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 300.00 \text{ mm}$ Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} = \text{Päätukien välimatka}$  $L_{ef1} = L_{k1}$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun  $M_y < 0$ 

## VÄRÄHTELYN LASKENTA-ASETUKSET:

Huoneen suurin mitta L [m]: 5

Lattiarakenteen leveys B [m]: 5

Välipohjan tuentatapa: 2 reunaa tuettu

Ulokkeen lyhennys [mm]: 0.0

Poikittaisjäykisteet: Ei jäykisteitä

Yläpuolinen lattialevy / rakenne: Havuvaneri 18 mm

Liittorakennevaikutus: Ei liittovaikutusta

Kelluva rakenne / poikittaiskoolaus+levytys: Ei kelluvaa rakennetta

Alapuoliset poikittaiskoolaukset: Ei alapuolista poikittaiskoolausta

Pinta-alayksikön massa [kg/m<sup>2</sup>]: 127

HUOM! Laskelmissa oletetaan, että lattialevyt asennetaan poikittain lattian pituussuuntaan nähden

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	2.22 kN	9.62 kN	23.1 %	1800 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	1.60 kNm	4.24 kNm	37.8 %	1000 mm	Yhdistelmä 11/1, Lyhytaikainen
(ilman kiepahdusta):	1.60 kNm	4.24 kNm	37.8 %	1000 mm	Yhdistelmä 11/1, Lyhytaikainen
Tukipaine, tuki 1:	2.22 kN	8.65 kN	25.7 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine kerroin = 2.50					
Tukipaine, tuki 2:	2.22 kN	8.65 kN	25.7 %	1800 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine kerroin = 2.50					
jänneväli 1, Wz,inst:	1.5 mm	4.5 mm	33.6 %	945 mm	Yhdistelmä 18/1
jänneväli 1, Wz,net,fin:	1.7 mm	6.0 mm	28.9 %	945 mm	Yhdistelmä 18/1
Taipuma U:	0.5 mm	0.6 mm	87.6%		(Värähtelytarkastelu)
Taajuus f1:	27.6 Hz	9.0 Hz	32.6%		(Värähtelytarkastelu)

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 11/1 (Lyhytaikainen):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 18/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Hyötyk. pistekuormatark.

#### VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	2.27 kN	1800 mm
My,max	1.60 kNm	1000 mm

#### TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	2.22 kN	0.47 kN	1.61 kN	0.53 kN
2:	2.27 kN	0.47 kN	1.64 kN	0.53 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

#### TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.53
2:	0.53

Kuormitustapaus:	Hyötykuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.08
2:	1.08

Kuormitustapaus:	Hyötyk. pistekuormatark.
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.89
2:	1.11

#### HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosien A1:2008, A2:2014 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2017 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03665-17 ja VTT-S-05393-17)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa

- Rakenneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Rakenneosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella kcr, joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa fv,d
  - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
- 

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

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

---

