

Matias Eskola

Hirsi- ja puurankaisen runkoratkaisun vertailu pientalohankkeessa

Hirsi- ja puurankaisen runkoratkaisun vertailu pientalohankkeessa

Matias Eskola
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Rakennustekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, talonrakennustekniikka

Tekijä(t): Matias Eskola

Opinnäytetyön nimi: Hirsi- ja puurankaisen runkoratkaisun vertailu pientalohankkeessa

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Comparison of Log and Timber Frame Solution in House Project

Työn ohjaaja(t): Raimo Parkkila

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi:

Sivumäärä: 28 + 6 liitettä

Talon runkoratkaisun valinta on yksi suurimmista päätöksistä omakotitalohankkeissa. Runkoratkaisu vaikuttaa paljon hankkeen kustannuksiin sekä asumiskokemukseen. Tässä opinnäytetyössä vertailtiin kahta pientalorakentamisen suosituinta runkoratkaisua eli hirsirunkoa sekä puurunkoa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää se, että kumpi runkoratkaisu on taloudellisesti kannattavampi, kun otetaan rakentamiskustannusten lisäksi huomioon rakennuksen ylläpitokustannukset suunnitellun käyttöiän eli 50 vuoden mukaan. Lisäksi tavoitteena oli selvittää runkoratkaisujen rakenteellisia eroja.

Työssä perehdyttiin hirsirungon sekä puurankarungon ominaisuuksiin kirjallisuuslähteiden perusteella. Kokonaiskustannuksia laskettaessa vertailukohteena käytettiin pientalohanketta, joka arkkitehtuurisesti vastaa nykyajan suuntauksia. Vertailukohteessa muut rakenneratkaisut seinärakennetta lukuun ottamatta tehtiin identtisenä, jotta saatiin selvitettyä konkreettinen ja todenmukainen ero runkoratkaisun valinnan vaikutuksista ylläpitokustannuksiin.

Puurankatalo oli rakentamiskustannuksiltaan 81 €/seinäneliö halvempi kuin hirsitalo. Ylläpitokustannukset olivat hirsitalossa vuodessa 300 € enemmän ja suunnitellun käyttöiän aikana ylläpitokustannusten ero nousi 15 000 euroon. Aikataululaskelmassa hirsirungon rakentamisessa meni 72 työtuntia vähemmän kuin puurankarungossa. Rakenteellisten ominaisuuksien vertailussa kummaltakin runkoratkaisulta löytyi heikkouksia ja vahvuuksia. Esiin nousi puurankarungon rakennekerrosten kustannustehokas muokkaus vastaamaan kohdekohtaisia vaatimuksia, sekä hirsirungosta loistava palokestävyys.

Asiasanat: pientalo, runkoratkaisu, hirsirunko, puurunko, kustannuslaskenta

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Program in Civil Engineering, Option of House Building Engineering

Author(s): Matias Eskola

Title of thesis: Comparison of Log and Timber Frame Solution in House Project

Supervisor(s): Raimo Parkkila

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023

Number of pages: 28 + 6 appendices

The choice of a frame solution for a house is one of the biggest decisions in a project. The chosen frame has a lot of influence on the cost of the project and general living comfort. This thesis compares two of the most popular frame solutions for detached house in Finland, log frame and timber frame.

The aim of the thesis was to find out which frame solution is a more economical choice, when considering not only the cost of construction, but also the cost of maintenance in building planned lifetime, which is 50 years. The thesis also compares the structural differences between the frame solutions.

First the work focused on the characteristics of the log frame and timber frame based on sources. When calculating the total cost, an example house was used as a help to get concrete and realistic costing difference in the effects of choosing a frame solution.

In terms of construction costs, a timber frame was 81 €/m² cheaper than log frame. The maintenance costs of the log house were 300 € more per year, and during the building planned lifetime difference in maintenance costs increased to 15 000 euros. The construction of the log frame took 72 working hours less than timber frame. When comparing structural differences, weaknesses and strengths were found in both frame solutions.

Keywords: frame choice, log frame, timber frame, detached house

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	HIRSI- JA RANKARUNKO	7
2.1	Hirsirunko	7
2.2	Paikalla rakennettu rankarunko	9
3	RUNKORAKENTEIDEN OMINAISUUDET	10
3.1	Lämmöneristävyys	10
3.2	Palokestävyys	11
3.3	Äänieristys.....	12
3.4	Rakentamisen päästöt.....	14
4	KUSTANNUSVERTAILUN KOHDE.....	15
5	KUSTANNUSTEN VERTAILULASKELMAT	16
5.1	Materiaalikustannukset.....	16
5.2	Ylläpitokustannukset	19
5.3	Työkustannukset	22
6	VERTAILULASKELMIEN ANYLYSOINTI	24
7	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET.....	26
	LIITTEET	28

1 JOHDANTO

Rankarunko on ollut suosituin runkoratkaisu omakotitaloissa jo vuosikymmeniä, mutta viime vuosina hirsirunko on tullut tosissaan kilpailemaan markkinoista. Hirren brändi ja puhtaat arvot on varmasti osasy siihen, miksi nykyrakentajat päätyvät yhä useammin valitsemaan hirren. Suurimpana kehitysaskeleena hirsirungon historiassa voidaan pitää honkarakenteen painumattoman hirren innovaatiota, jonka ansiosta hirsivalmistajat ovat saaneet tukevampaa jalansijaa omakotitalo markkinoilla. Vuoden 2020 alussa tehdyn tutkimuksen mukaan jopa 27 % pientalojen uudiskohteista rakennettiin hirrestä, mikä tekee hirsirungosta toiseksi suosituimman runkoratkaisun heti rankarungon jälkeen. (1.)

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, kumpi runkoratkaisu on taloudellisesti kannattavampi, kun otetaan rakentamiskustannusten lisäksi huomioon rakennuksen ylläpitokustannukset suunnitellun käyttöiän eli 50 vuoden mukaan. Lisäksi tavoitteena on selvittää runkoratkaisujen rakenteellisiä eroja.

Työssä perehdytään aluksi vertailtavien runkorakenteiden ominaisuuksiin. Vertailussa oleva hirsiseinä on 204 mm paksu ja puurankaseinä on ulkoapäin lueteltuna seuraavanlainen: ulkoverhouspaneeli 23 mm, koolaus 25x100, tuulensuojakipsilevy 9 mm, runko 48x198+villa, höyrynsulkumuovi, vaakakoolaus 48x48+villa ja sisäverhouslevy 13 mm. Rakennetyypikuvat löytyvät liitteestä 1. Rakenteellisten ominaisuuksien vertailun jälkeen tehdään aikataulu- ja kustannuslaskentaa esimerkkitalon perusteella.

2 HIRSI- JA RANKARUNKO

Runko on rakennuksen osa, jonka tehtävänä on ottaa vastaan talolle tulevat kuormat ja siirtää ne rakennuksen perustuksien kautta aina maaperään asti. Runko toimii myös kiinnitysalustana rakennuksen muille osille esim. välipohjille sekä jäykistäville väliseinille. Huomioitavaa on se, että itse talon ulkoverhous ei paljasta runkoratkaisusta vielä mitään. Erityyppisillä runkorakenteilla on erilaisia ominaisominaisuuksia, jotka vaikuttavat lopulliseen runkotyyppin valintaan. (2.)

2.1 Hirsirunko

Hirsirunkoiset rakennukset ovat kuuluneet suomalaisen rakentamisen historiaan alusta saakka. Materiaalia on ollut aina saatavilla metsissä ja alkukantaisetkin työvälineet ovat riittäneet massiivipuun työstämiseen. Varhaisimmat arkeologiset löydöt suomalaisista hirsirakennelmista ovat 1000–1500 vuoden takaa. Nykyisen kaltaiset lämmitetyt hirsitalot kehittyivät 1500-luvulla, kun hirsivarvien välejä alettiin tiivistämään savella, sekä rakennuksiin lisättiin savupiipullinen takka. (3.) Kuvassa 1 on esitetty 1700 luvun hirsitalo.



KUVA 1. 1700-luvulla rakennettu hirsitalo (4)

Hirsirakentaminen oli pitkään osaavien veistäjien varassa, eikä standardituotetta ollut markkinoilla. 1960-luvulla teollistumisen ja työstämismenetelmien kehittymisen ansiosta saatiin kehitettyä lähes nykyistä vastaavat hirsiprofiilit ja nurkkaliitokset. Teollistumisen ansiosta hirsien työstämistä kehitettiin tehtaalla eikä veistämistä ollut enää niin isossa roolissa hyvän hirsitalon rakentamisessa. (3.)

Suurin kehitysharppaus hirsirakentamisessa tuli painumattoman lamellihirren myötä, jonka honkarakenne kehitti 2000-luvun alussa. Aikaisemmin rakentamisessa ja suunnittelussa täytyi ottaa huomioon massiivipuun tyypillinen painuma, joka lisäsi rakentamisen vaikeutta, kustannuksia sekä paikallisia huoltokäyntejä rakennuksen valmistumisen jälkeen. (5.)

Opinnäytetyössä käsiteltävässä painumattomassa lamellihirressä keskimäinen lamelli on liimattu pystyyn, jolloin ristikkäiset lamellikerrokset vähentävät kosteuselämisestä johtuvaa painumista, jolloin hirsikehikosta tulee painumaton. (5.) Kuvassa 2 on esitetty honkarakenteen painumaton lamellihirsiratkaisu, josta on helppo erottaa ristiin liimatut lamellikerrokset.



KUVA 2. Painumaton hirsi FXL 204 (6)

2.2 Paikalla rakennettu rankarunko

Puurankatalot yleistyivät sodan jälkeen ja tyypillinen rakennus 1940 ja 1950-luvulla oli rankarunkoinen rintamamiestalo, jonka eristeenä toimi sahanpuru tai kutterinlastu. Ilmansulkuna toimi pahvi, joka soveltui kohteisiin hengittävän ulkoseinärakenteen vuoksi. (7.)

Puurankatalojen nykyaikainen rakennustapa alkoi kehittyä 1970-luvulla, eristeen vaihtuessa sahanpurusta mineraalivillaan ja ilmansulkupahvin vaihtuessa höyrynsulkumuoviin. Siitä lähtien rakennustapaa on kehitetty ja jatkuvasti tiukentuneet rakennusmääräykset ovat edesauttaneet varsinkin U-arvon sekä rakennuksen tiiveyden paranemisessa vuosien saatossa. (8.) Kuvassa 3 on esitetty paikalla pystytetty autotallin runko.



KUVA 3. Rakennuksen runko pystytettynä (9)

3 RUNKORAKENTEIDEN OMINAISUUDET

Vertailtavien runkorakenteiden ominaisuudet vaikuttavat rakennushankkeessa aina kustannuksista yleiseen käyttömukavuuteen. Luvuissa 3.1–3.4 verrataan lyhyesti tärkeimpiä ominaisuuksia, jotka nousevat esiin, kun puhutaan omakotitalohankkeesta ja runkorakenteen valinnasta.

3.1 Lämmöneristävyys

Rakennuksen vaippaan kuuluvien hirsiseinien U-arvo saa olla enimmillään 0,60 W/m²K ja puuranka seinien rajana toimii 0,17 W/m²K. Raja-arvojen suuret erot näkyvät hirsitalon korkeammissa lämmityskustannuksissa. (10.)

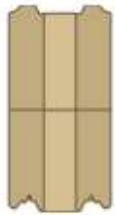
Puurankataloissa käytetään ulkoseinien eristeenä yleensä mineraalivillaa, jolla tarkoitetaan lasivillaa tai kivivillaa. Mineraalivillalla on monia hyviä ominaisuuksia, jotka sopivat rakennuksen ulkovai-
pan eristykseen. Äänieristävyys ja lämmöneristävyys ominaisuudet ovat tuotteessa hyvät. Lisäksi mineraalivilla on helposti muokattavassasi mikä mahdollistaa villan monipuolisen käytön. (11.) Ku-
vassa 4 on esitetty villan asentamista runkotolppien väliin.



KUVA 4. Villan asennusta runkotolppien väliin (12)

Hirsiseinissä lämmöneristävyys perustuu hirsiprofilien paksuuteen. Lämmöneristävyttä on tarvittaessa mahdollista parantaa myös ulkopuolen lisälämmöneristävytyllä. Hirsiseinien lisäeristämässä täytyy huomioida hirren hengittävä ominaisuus, jolloin lisäeristäminen täytyy toteuttaa hengittävillä eristemateriaaleilla ja rakennusteknisesti siten, että ulkoseinärakenne säilyttää hengittävyytensä. (13.) Kuvassa 5 on esitetty honkarakenteen eri hirsityyppejä sekä niiden U-arvoja.

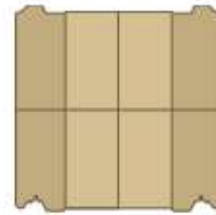
Hirsityypit



FXL 134N on kapein painumaton hirsityyppi, jota käytetään pääasiassa vapaa-ajan asunnoissa tai lisälämmöneristetyin seinärakenteen kantavana runkona. Valmiin seinän U-arvo on $0,78 \text{ W/m}^2\text{K}$.



FXL 204N on yleisin hirsityyppi omakotitalorakentamisessa. Valmiin seinän U-arvo on $0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$.



FXL 270N on todella massiivinen, suuriin rakennuksiin tarkoitettu hirsityyppi. Valmiin seinän U-arvo on $0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$.

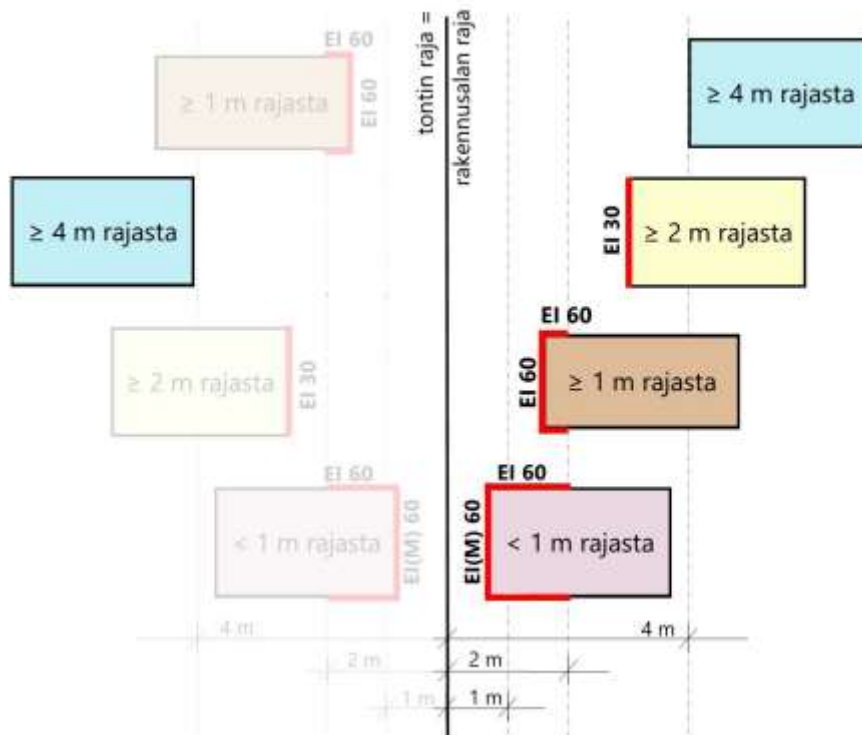
KUVA 5. Hirsiprofiileita sekä niiden U-arvoja (14)

3.2 Palokestävyys

Massiivipuurunko toimii loistavasti palotilanteissa. Palotilanteessa puun hiiltyminen suojaa rakennetta lämpötilan kasvamiselta ja tätä myöten kantavuuden heikentymiseltä. Näiden ominaisuuksien ansiosta hirsiseinät eivät tarvitse erillistä palosuojaa perinteisessä pientalorakentamisessa, jossa rakennukset kuuluvat paloluokkaan P3. Pientalorakentamisessa lamellihirsi kuuluu yleensä paloluokkaan REI 90, mikä tarkoittaa sitä, että rakenne säilyttää palotilanteessa kantavuutensa, tiiviytensä sekä eristävyytensä 90 minuuttia (15).

Puurunkoinen seinä toimii eri tavalla kuin massiivipuurunko palotilanteessa. Palokestävyys perustuu kipsilevyn sekä runkoon sijoitetun villan yhteistoimintaan. Kyseiset rungon osat suojelevat kantavaa puurunkoa vaadittavan ajan. Huomioitavaa on kipsilevyn suuri rooli palokestävydessä. Levyn paksuutta sekä lukumäärää lisäämällä saadaan rungon palokestävyttä lisättyä huomattavasti. (16.)

Huomioitavaa palokestävyuden näkökulmasta puurunkoisissa taloissa on talon sijainti. Nykyaikaisilla pienillä tonteilla REI 30-ulkoseinärakenne ei välttämättä riitä muiden talojen läheisten sijaintien takia. Tällöin tuulensuojalevyn vaihtaminen paremmin paloa kestäväksi tulee tarpeen. (17.) Kuvassa 6 on esimerkkejä palo-osastoinneista.



KUVA 6. Rakennuksen palo-osastoinnit tontin rajan mukaan (17)

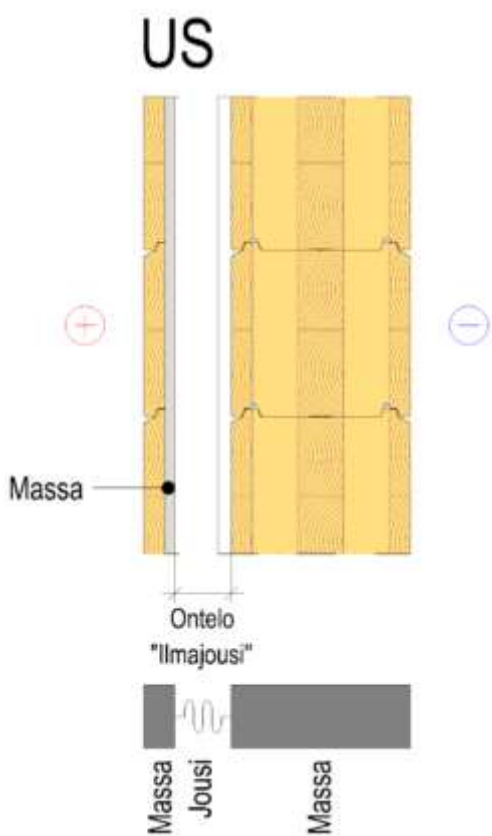
3.3 Äänieristys

Äänieristävyyttä voidaan mitoittaa ulkoseinärakenteelle monella eri tapaa. Voidaan mitoittaa eristävyyttä esimerkiksi lento, raide tai tieliikenne melua vastaan. Tässä opinnäytetyössä keskitytään vertailemaan ulkoseinärakenteiden äänieristävyyttä tieliikenne melua vastaan, koska se on tyypillisen meluhaitta nykyaikaisilla tiiviisti asutetuilla omakotitaloalueilla.

Rankaseinä on kevyt, joten verrattuna hirsiseinään, massa- ja jäykkyyteen perustuva äänieristys ei tule kysymykseen. Rankaseinän äänieristävyyden perustuu suurimmissa osin kipsilevyihin sekä

jousi-massa rakenteeseen, joka syntyy ulkoverhouksen tuuletustilan avulla. Äänieristävyyttä saadaan tarvittaessa parannettua vaihtamalla kipsilevyjä paksumpiin tai lisäämällä levykerrosten lukumäärää (18.)

Hirsiseinä luokitellaan akustisen toiminnan perusteella yksinkertaisiin rakenteisiin. Tämä tarkoittaa sitä, että rakenne on yhtenäinen ja äänieristys näin ollen perustuu täysin rakenteen massaun ja jäykkyyteen. Äänieristykseen kannalta vaativimmilla kaava-alueilla voidaan äänieristystä parantaa tekemällä ulkoseinärakenne jousi-massa rakenteella, jossa massojen välisen ilmajousen avulla saadaan parannettua rakenteen ilmanäänieristyslukua. (19.) Kuvassa 7 on esitetty jousi-massan periaatetta hirsiseinässä.

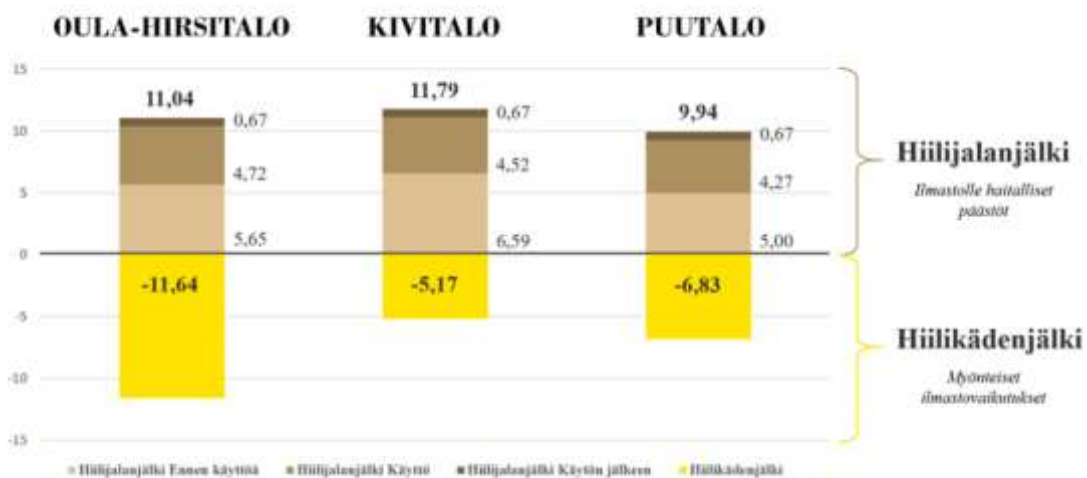


KUVA 7. Jousi-massa rakenne (19)

3.4 Rakentamisen päästöt

Rakentamisen vaikutuksesta ympäristöön voidaan tarkastella hiilijalanjäljen sekä hiilikädenjäljen mukaan. Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan rakentamisesta aiheutuvia kasvihuonepäästöjä, jotka vaikuttavat ilmaston lämpenemiseen. Hiilikädenjäljellä taas mitataan rakennuksen myönteisiä ilmastovaiikutuksia, eli käytännössä sitä miten paljon rakennus sitoo hiiltä. (20.)

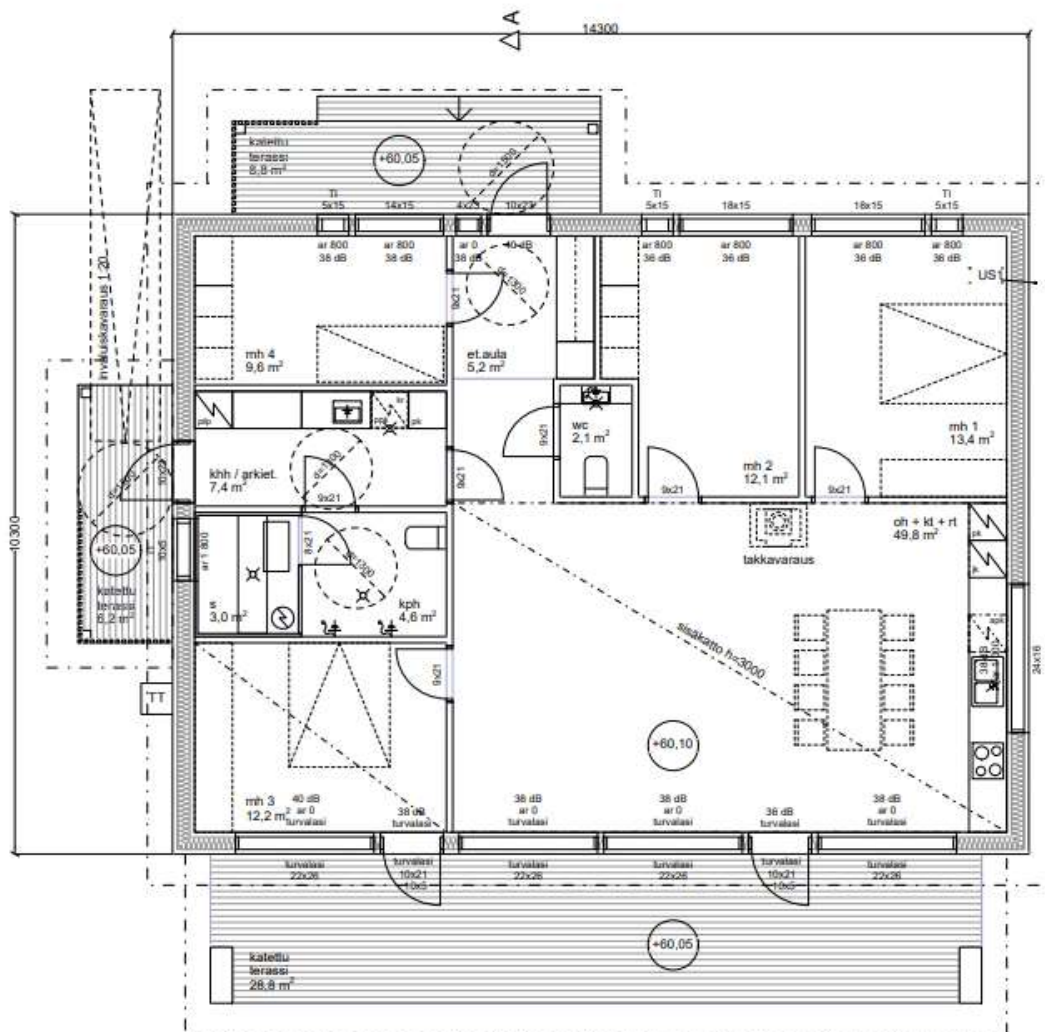
Kuvassa 8 on vertailtu rakennusten hiilijalanjälkeä sekä hiilikädenjälkeä. Vertailussa huomataan, että hiilijalanjälki on kutakuinkin sama, eli rakentamisesta päästöjen suhteen runkoratkaisulla ei ole suurta merkitystä. Eroavaisuudet tulevat hiilikädenjäljen puolella. Hirsitalo on ainoa, jonka hiilikädenjälki on suurempi kuin hiilijalanjälki. Tämä johtuu hirsitalon kyvystä toimia hiilinieluna. Hirsitalo korvaa elinkaarensa aikana rakentamisesta aiheutuneet päästöt ja vähentää kasvihuonepäästöjä. Puurankatalo taas aiheuttaa päästöjä 21 tCO₂e/m²/a rakennuksen elinkaaren aikana. (20.)



KUVA 8. Hiilijalanjäljen sekä hiilikädenjäljen vertailu (20)

4 KUSTANNUSVERTAILUN KOHDE

Opinnäytetyössä vertailukohteena oli kaksi eri runkoratkaisua. Muut rakenneratkaisut toteutettiin identtisinä, jotta saatiin korostettua runkoratkaisun valinnasta aiheutuvia eroja ylläpitokustannuksiin. Realistisen lopputuloksen saamiseksi vertailukohteeksi valikoitui tavanomainen yksikerroksinen pientalo. Rakennuksen pohja on 147m², joka on kokoluokaltaan tyyppinen omakotitalo, joita nykyaikana rakennetaan. Kuvassa 9 on esitetty rakennuksen pohjakuva. Rakennuksen rakennetyypit on esitetty liitteissä 1–2. Julkisivukuvat on esitetty liitteissä 3–6.



KUVA 9. Rakennuksen pohjakuva

5 KUSTANNUSTEN VERTAILULASKELMAT

Luvuissa 5.1–5.3 lasketaan hirsi ja puurankarungon rakentamis- ja ylläpitokustannuksia. Työkustannusten laskennassa käytettiin Rakennustöiden menekit 2020 kirjan neliöperusteisia työmenekkejä. Määränlaskennassa käytettiin apuna pohja- ja julkisivukuvia. Laskelmissa vertaillaan ainoastaan ulkoseinien eriäviä rakenteita, kaikki yhteneväiset kuluerät kuten katto, perustukset ja sisätyöt on jätetty laskelmien ulkopuolelle.

Puurankatalo toteutetaan paikallaan rakennettuna pitkästä tavarasta. Hirsiin on valmiiksi tehty tarvittavat loveukset ja rei'itykset tehtaalla ennen työmaalle toimitusta.

5.1 Materiaalikustannukset

Materiaalikustannuksissa vertailtiin seinärakenteiden kustannuseroja. Laskennassa ei huomioitu seinään asennettavia ikkunoita eikä ovia, joiden oletetaan olevan yhteneväisiä vertailtavissa runkoratkaisuissa. Materiaalien yksikköhinnat haettiin k-raudan nettisivuilta ja hirsipaketin hinta perustuu viiden toimitsijan keskiarvoiseen hintaan, jotka saatiin tarjouspyynnön perusteella. Hirsipaketin hinnassa on mukana kehikon pystyttämiseen tarvittavat kiinnikkeet. Taulukossa 1 on eriteltyä hirsitalon ulkoseinien materiaalikustannukset.

TAULUKKO 1. Hirsitalon ulkoseinien materiaalikustannukset

Materiaali	Yksikköhinta	Määrä	Materiaalin kustannukset
Hirsipaketti (FLX 204N)	252,31 €/ m ²	108 m ²	27 250 euroa.

Hirsipaneeli (28x220)	6,60 €/jm	25 m ² , 121 metriä (sis. 15 % hukan)	799 euroa.
Tuulensuojalevy (9 mm)	7,91 €/m ²	25 m ² (sis. 15 % hukan)	174 euroa.
Ulkopuolen koolaus	1,72 €/jm	25 m ² , 67 metriä. (sis. 10 % hukan)	115 euroa.
Päätykolmion runko (48x98)	3,40 €/jm	15 m ² , 80 metriä (sis. 20 % hukan)	272 euroa.
Yhteensä			28 610 euroa.

Taulukossa 2 on laskettu materiaalikustannukset puurankatalon ulkoseinille

TAULUKKO 2. Puurankarungon ulkoseinien materiaalikustannukset

Materiaali	Yksikköhinta	Määrä	Materiaalin kustannukset
Ulkoverhous (UTV 23x145)	3,60 €/jm	133 m ² , 1082 metriä (sis. 15 % hukan)	3 895 euroa.
Ulkopuolenkoolaus (25x100)	1,72 €/jm	133 m ² , 336 metriä (sis. 20 % hukan)	575 euroa.
Tuulensuoja levy (9 mm)	7,91 €/m ²	133 m ² (sis. 15 % hukan)	1161 euroa.

Runko (48x198)	7,20 €/jm	108 m ² , 422 metriä (sis. 20 % hukan)	3 039 euroa.
Villa (200 mm)	24,40 €/m ²	108 m ² (sis. 15 % hukan)	3 026 euroa.
Höyrinsulkumuovi	1,35 €/m ²	108 m ²	219 euroa.
Sisäpuolen koolaus (48x48)	1,71 €/jm	108 m ² , 331 metriä (sis. 15 % hukan)	566 euroa.
Villa (50 mm)	7,60 €/m ²	108 m ² (sis. 15 % hukan)	943 euroa.
Päätykolmion runko (48x98)	3,40 €/jm	15 m ² , 80 metriä (sis. 20 % hukan)	272 euroa.
Yleistarvikkeet (kiinnikkeet, tasoitustarvikkeet)			2 300 euroa.
Yhteensä			15 996 euroa

5.2 Ylläpitokustannukset

Lämmityskulut ovat suurin kustannuserä omakotitalossa vuositasolla. Tämä tulisi myös huomioida, kun puhutaan hirsitalosta, jonka U-arvo on huomattavasti huonompi kuin puurankatalossa. Runkorakenteen lisäksi lämmityskustannusten suuruuteen vaikuttavia tekijöitä on ikkunoiden ja ovien neeliömäärä talossa sekä varsinkin valittu lämmitysmuoto.

Vertailukohteessa lämmitysmuodoksi valikoitui maalämpö, joka on korkeasta hankintahinnastaan huolimatta rakennuksen elinkaarelle suhteutettuna taloudellisesti järkevin ratkaisu (21). Ylläpitokustannuksissa ei huomioitu ostoenergian lisäksi muita kustannuksia, koska voidaan olettaa näiden olevan identtiset.

Energiatodistuslaskelmat tehtiin laskentapalveluiden laskentaohjelmalla, joissa määriteltiin muiden rakenneosien U-arvot yhteneväiseksi kummankin runkorakenteen laskelmissa. Yläpohjan U-arvo on laskelmissa 0,09 W/m²K, alapohjan U-arvo on 0,16 W/m²K ja ikkunoitten ja ovien U-arvo on 1,00 W/m²K.

Laskentapalveluiden energiatodistuslaskelmassa hirsitalo pääsi energiatehokkuusluokkaan B ja E-luvuksi tuli 87 kWh /m²vuosi, mikä tarkoittaa vuosi tasolla 12 789 kWh:n kulutusta. Arvioidaan sähkön siirto hinnaksi 7 snt/kWh ja sähkön hinnaksi 10 snt/kWh. Ylläpitokustannukset ostoenergian osalta olisivat tällöin 2 174,13 euroa/vuosi. Kuvassa 10 on esitetty hirsitalon energiatodistus.

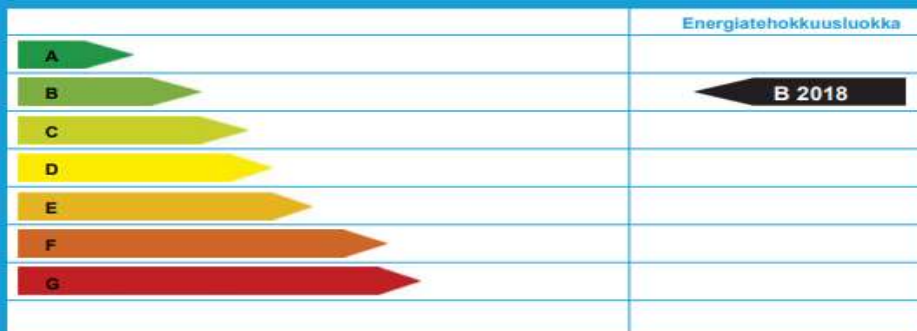
ENERGIATODISTUS 2018

LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä

Rakennuksen nimi ja osoite: **Opinnäytetyö (hirsitalo)**

Pysyvä rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **2023**
Rakennuksen käyttötarkoitukseluokka:
Yhden asunnon talot
Todistustunnus:

Energiatodistus on laadittu:
Uudelle rakennukselle rakennuslupaa haettaessa



Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku $\text{kWh}_E/\text{m}^2\text{vuosi}$
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus
(Huom! Yläoieva on 2018 säädöksen vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)

87
134

Todistuksen laatija:
Matias Eskola

Yritys:

Sähköinen allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
15.03.2023

Viimeinen voimassaolopäivä:

KUVA 10. Hirsitalon energiatodistus

Laskentapalveluiden energiatodistus laskelmassa puurankatalo pääsi energiatehokkuusluokkaan A ja E-luvuksi tuli 75 kWh /m²vuosi, joka tarkoittaa vuosi tasolla 11 025 kWh:n kulutusta. Arvioidaan sähkön siirto hinnaksi 7 snt/kWh ja sähkön hinnaksi 10 snt/kWh. Ylläpitokustannukset ostoenergian osalta olisivat tällöin 1 874,25 euroa/vuosi. Kuvassa 11 on esitetty puurankatalon energiatodistus.

ENERGIATODISTUS 2018

LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä

Rakennuksen nimi ja osoite:	Opinnäytetyö (puurankatalo)
Pysyvä rakennustunnus:	
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2023
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	Yhden asunnon talot
Todistustunnus:	

Energiatodistus on laadittu:
Uudelle rakennukselle rakennuslupaa haattaessa

	Energiatehokkuusluokka
A	A 2018
B	
C	
D	
E	
F	
G	

Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh _E /m ² vuosi
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus	75
(Huom! Ylläoleva on 2018 säädöksen vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)	112

Todistuksen laatija: Matias Eskola	Yritys:
Sähköinen allekirjoitus:	

Todistuksen laatimispäivä: 15.03.2023	Viimeinen voimassaolopäivä:
---	-----------------------------

Kuva 11. Puurankatalon energiatodistus

5.3 Työkustannukset

Työkustannukset laskettiin tiedossa olevien rakennekerrosten neliöiden perusteella. Kustannuksissa huomioitiin ainoastaan ulkoseinän rakentamiseen menevät työtunnit. Laskelmassa ei otettu huomioon muiden rakenneosien työtunteja. Näillä vertailun rajauksilla saatiin runkorakenteen valinnasta tuleva konkreettinen ero työkustannuksissa. Työtunnin kustannukseksi arviottiin 50 € sis. ALV. Rakennekerrosten yksikköhinnat saatiin Rakennustöiden menekit 2020 kirjasta.

Hirsitalon pystytysaikataulussa käytettiin apuna pystytysfirman työntekijän arviota. Taulukossa 3 on eriteltynä hirsirungon työkustannuksia. Silmiinpistävää on hirsipaketin korkean valmiusasteen vuoksi vähäinen työtuntien määrä

TAULUKKO 3. Hirsirungon työkustannukset

Rakennekerros	Määrä (m ²)	Yksikkö-hinta	Työmenekki (tth)	Työn hinta Sis. ALV	YHT. (€)
Hirsien asennus	108	0,37 tth/m ²	40	50,00	2 000
Nosturi			16	100,00	1 600
Panelointi	20	0,35 tth/m ²	7	50,00	350
Tuulensuojalevy	20	0,15 tth/m ²	3	50,00	150
Ulkopuolen koo- laus	20	0,10 tth/m ²	2	50,00	100
Päätyrunko 48x98	15	0,33 tth/m ²	5	50,00	250
Yhteensä			93		4 450

Taulukossa 4 on eriteltyä puurankatalon ulkoseinien työkustannukset rakennekerrosten mukaan.

TAULUKKO 4. puurankarungon työkustannukset

Rakennekerros	Määrä (m ²)	Yksikkö-hinta	Työmenekki (tth)	Työn hinta Sis. ALV (€)	YHT. (€)
Ulkoverhous	128	0,36 tth/m ²	46	50,00	2 300
Ulkopuolen koo- laus	128	0,05 tth/m ²	6	50,00	300
Tuulensuojalevy	128	0,10 tth/m ²	13	50,00	650
Runko 48x198+li- säkoolaus 48x48	108	0,41 tth/m ²	44	50,00	2 200
Villa 200 mm	108	0,10 tth/m ²	10	50,00	500
Höyrynsulku	108	0,04 tth/m ²	4	50,00	200
Villa 50 mm	108	0,10 tth/m ²	10	50,00	500
Sisäpuolen levy	108	0,15 tth/m ²	16	50,00	800
Päätyrunko 48x98	15	0,33 tth/m ²	5	50,00	250
Tasoitus	108	0,10 tth/m ²	11	50,00	550
Yhteensä			165		8 250

6 VERTAILULASKELMIEN ANYLYSOINTI

Merkittävin ero näiden kahden runkoratkaisun välillä tulee siitä mihin kulut ovat sitoutuneet. Hirsitalossa kulut ovat vahvasti sitoutuneet itse hirsipakettiin sen korkean valmiusasteen vuoksi, kun taas rankarungossa kulut ovat painottuneet työkustannuksiin.

Ylläpitokustannusten ero on vielä vuositasolla maltillinen 14 %, mutta ero kasvaa rakennuksen suunnitellun käyttöiän 50 vuoden aikana nykyrahassa mitattuna 15 000 euroon. Tämä lukema on suuntaa antava sillä sähkömarkkinat reagoivat nopeasti maailmantilanteeseen, eikä voida tarkkaan ennustaa sähköhinnan kehittymistä vuosikymmenten päähän.

Taulukossa 5 on esitetty rinnakkain hirsi- ja puurankarungon kustannukset sekä erot euro ja prosentti tasolla.

TAULUKKO 5. Runkorakenteiden kustannukset eriteltyinä

Vertailu	Hirsirunko	Rankarunko	Ero	Ero (%)
Työkustannukset	41 €/m ²	77 €/m ²	36 €/m ²	46
Materiaalikustannukset	265 €/m ²	148 €/m ²	117 €/m ²	44
Rakentamiskustannukset yhteensä	33 048 € 306 €/m ²	24 300 € 225 €/m ²	8 748 € 81 €/m ²	26
Ylläpitokustannukset	2 174 €/vuosi	1 874 €/vuosi	300 €/vuosi	14

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, kumpi runkoratkaisu hirsi- vai puurankarunko on taloudellisesti kannattavampi, kun rakentamiskustannusten lisäksi otetaan huomioon ylläpitokustannukset rakennuksen suunnittelun käyttöiän eli 50 vuoden aikana. Laskennasta rajattiin pois kaikki yhteinevät kulurakenteet, jotta runkorakenteen valinnasta muodostuva ero saatiin laskettua. Lisäksi tavoitteena oli vertailla hirsi- ja puurankarungon rakenteellisia eroja.

Kustannuslaskelmissa ei tullut yllätyksiä. Hirsitalo oli kalliimpi ratkaisu niin ylläpitokustannuksiltaan 15 000 €/käyttöikä, kuin materiaalikustannuksiltaan 117 €/m². Puurankatalo taas oli työkustannuksiltaan kalliimpi 36 €/m² erolla. Huomioitavaa työkustannuksissa on se, että hirsitalon tehokas pystytys vaatii kokeneet kehikon pystyttäjät sekä pätevän nosturikuljettajan. Kokemattomalla pystytysporukalla toimiessa työkustannukset kasvavat huomattavasti.

Aikataulullisesti hirsirungon pystyttämiseen ja päätyrunkojen valmistamiseen meni 93 työtuntia, joka oli 72 työtuntia vähemmän kuin puurankatalossa. Hirsitalon nopea säältä suojaan valmistusaika sekä hirren hengittävät ominaisuudet antavat myös edun puurankataloon, kun mietitään rakennusaikaista kosteutta sekä siitä mahdollisesti syntyviä ongelmia rakennuksen käyttöönoton jälkeen.

Rakenteellisia ominaisuuksia verratessa tuli esiin hirsirungon ongelmakohtia verrattuna puurankarunkoon. Rankarunko on kerroksellisen rakenteensa vuoksi kustannustehokasta muokata vastaamaan erityyppisiä kaavavaatimuksia niin äänieristävyuden kuin palokestävyuden saralla, kun taas hirsitalon muokkaaminen ja rakenteellisten ominaisuuksien parantaminen on kustannustasolla kallista ja saavutetut hyödyt pieniä. Toki joillakin osa-alueilla kuten esimerkiksi palokestävydessä massiivipuurunjon ominaisuudet ovat niin hyvät, että tiukoillakin kaava-alueilla ja ahtailla tonteilla se läpäisee vaatimukset.

LÄHTEET

1. Suomi rakentaa 2020. Hirsiomakotitalojen markkinaosuus on edelleen kasvussa. Hakupäivä 19.01.2023. <https://www.suomirakentaa.fi/ajankohtaista/uutiset-1/hirsiomakotitalojen-markkinaosuus-on-edelleen-kasvussa>.
2. Puuinfo 2020. Rungon toimintaperiaate. Hakupäivä 19.1.2023. <https://puuinfo.fi/rakenteet/rankarakenteet/rungon-toimintaperiaate/>.
3. Aihkitalot. Hirsitalojen historiaa. Hakupäivä 13.03.2023. <https://www.aihkitalot.fi/aihki-hirsitalo/historia/>.
4. Rinne, Hannu 2018. Hirsirungon historia. Hakupäivä 13.03.2023. <https://perinnemestari.fi/kunnostaminen/historia-tyyli/hirsirungon-historia>
5. Puuinfo 2020. Hirsityypit ja perusprofiilit. Hakupäivä 26.01.2023. <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/materiaalivaihtoehdot/>.
6. Honka 2023. Hakupäivä 11.04.2023. <https://www.honka.fi/fi/hirsitalon-rakentaminen/hirsivaihtoehdot/>.
7. Asuinrakennukset 2023. 1950-luvun omakotitalot. Hakupäivä 26.01.2023. <https://www.asuinrakennukset.fi/rakennukset/1950-luvun-omakotitalo/>
8. Asuinrakennukset 2023. 1970-luvun omakotitalot. Hakupäivä 26.01.2023 <https://www.asuinrakennukset.fi/rakennukset/1970-luvun-omakotitalo/>
9. Rakentaja 2008. Autotallin rungon pystytys. Hakupäivä 26.01.2023. https://www.rakentaja.fi/tv/e1060atlasautotallin_rungon_pystytys.aspx.
10. Ympäristöministeriö 2011. Rakennusten energiatehokkuus. Hakupäivä 26.01.2023. https://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf.
11. Finnisol 2020. Miksi mineraalivilla. Hakupäivä 26.01.2023. <https://www.finnisol.fi/miksi-mineraalivilla/>.
12. Rakentaja 2005. Isover villaeristeiden asennus. Hakupäivä 30.01.2023. <https://www.rakentaja.fi/tv/vid2515isovervillaeristeidenasennusrafi.aspx>.
13. RT 82-11168 2014. Hirsitalon suunnitteluperusteet. Hakupäivä 30.01.2023. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2082-11168>. Vaatii käyttöoikeuden.
14. Honka 2017. Honka-hirret. Hakupäivä 13.03.2023. <https://www.honka.fi/app/uploads/2017/05/HONKA-LOOK-Hirret.pdf>.

15. Puuinfo 2020. Hirsirakenteen palonkesto. Hakupäivä 26.01.2023. <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/ominaispiirteita/>.
16. Puuinfo 2020. Seinän ominaisuudet. Hakupäivä 13.03.2023. <https://puuinfo.fi/rakenteet/rankarakenteet/seinan-ominaisuudet/>.
17. Toptenrava 2022. Pientalon palokortti. Hakupäivä 30.01.2023. <https://toptenrava.fi/doc/tulkitakortit/MRL-117b01G.pdf>.
18. Puuinfo 2020. Ääneneristys. Hakupäivä 13.03.2023. <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/aaneneristys/>.
19. Puuinfo 2020. Ääneneristys. Hakupäivä 13.03.2023. <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/aaneneristys/>.
20. Honka 2020. Talon päästöjen laskenta. Hakupäivä 13.03.2023. <https://www.honka.fi/fi/blog/2020/10/23/talon-paastojen-laskenta-mita-hiilijalanjalki-ja-hiilikadenjalki-tarkoittavat-talon-rakennusprojektissa/>.
21. Oilonlampoassa 2022. Maalämpö-miksi? Hakupäivä 13.03.2023. <https://oilonlampoassa.fi/maalampo-miksi/>.

LIITTEET

Liite 1 Rankarungon ulkoseinärakenne

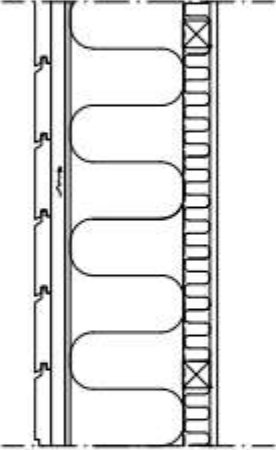
Liite 2 Hirsirungon ulkoseinärakenne

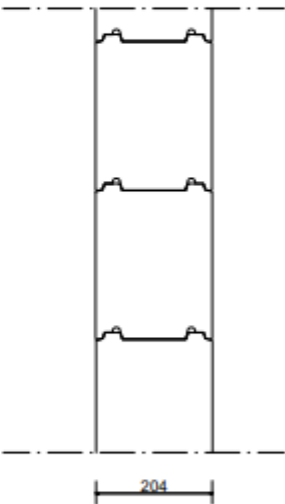
Liite 3 Julkisivu pohjoiseen

Liite 4 Julkisivu etelään

Liite 5 Julkisivu itään

Liite 6 Julkisivu länteen

Rakennuskohde Opinnäytetyö	Piirustuksen sisältö US1-rakenne (Rankarunko)												
Suunnittelija Matias Eskola 16.03.2023													
<p>Mittakaava 1:10</p> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <table style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 0 10px;">23</td> <td style="padding: 0 10px;">9</td> <td style="padding: 0 10px;">198</td> <td style="padding: 0 10px;">48</td> <td style="padding: 0 10px;">13</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">25</td> </tr> </table> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%; vertical-align: top;"> <p>U-arvo 0,17W/m²K Rw+Ctr 45dB</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><u>US:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ulkoverhouslautta - Pystykoolaus 25x100 - Tuulesuojakipsilevy 9mm - Pystyrunko 48x198 k600 + Eriste 200mm - Höyrynsulkumuovi - Vaakakoolaus 48x48 + Eriste 50mm - Sisäverhouskipsilevy 13mm </td> </tr> </table> </div>		23	9	198	48	13	25					<p>U-arvo 0,17W/m²K Rw+Ctr 45dB</p>	<p><u>US:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ulkoverhouslautta - Pystykoolaus 25x100 - Tuulesuojakipsilevy 9mm - Pystyrunko 48x198 k600 + Eriste 200mm - Höyrynsulkumuovi - Vaakakoolaus 48x48 + Eriste 50mm - Sisäverhouskipsilevy 13mm
23	9	198	48	13									
25													
<p>U-arvo 0,17W/m²K Rw+Ctr 45dB</p>	<p><u>US:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ulkoverhouslautta - Pystykoolaus 25x100 - Tuulesuojakipsilevy 9mm - Pystyrunko 48x198 k600 + Eriste 200mm - Höyrynsulkumuovi - Vaakakoolaus 48x48 + Eriste 50mm - Sisäverhouskipsilevy 13mm 												

Rakennuskohde Opinnäytetyö	Piirustuksen sisältö US1-rakenne (Hirsirunko)
Suunnittelija Matias Eskola 16.03.2023	
Mittakaava 1:10	
 <p>US: -Painumaton hirsi 204mm</p> <p>U-arvo 0,53W/m²K Rw+Ctr 37dB</p>	

