

Matti Vuorio

## **Paritalon rakenteiden kustannuslaskenta ja -vertailu**

Opinnäytetyö

Kevät 2018

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Matti Vuorio

Työn nimi: Paritalon rakenteiden kustannuslaskenta ja -vertailu

Ohjaaja: Ilkka Loukola

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 38

Liitteiden lukumäärä:9

---

Tämän opinnäytetyön kohde on Seinäjoelle Kärjen asuinalueelle rakennettava paritalo. Talon rakennusajankohta on joko vuonna 2018 tai 2019. Tässä opinnäytetyössä lasketaan ja vertaillaan paritaloon tulevien rakenteiden hintoja. Opinnäytetyön aihe tuli yrityksestä Kuortaneen Rakennuspalvelu Oy.

Yhtenä aiheena toimeksiantaja pyysi tässä opinnäytetyössä vertailtavan erilaisten puurunkoisten ulkoseinien hintoja toisiinsa. Näiden laskelmien pohjalta valittiin ulkoseinärakenne paritalokohteeseen. Valinta tapahtui osittain kustannuslaskelmien pohjalta, mutta siinä oli muitakin vaikuttavia tekijöitä.

Toisena aiheena haluttiin myös vertailla paritalo huoneistojen väliin tulevan seinän eri vaihtoehtoja kustannusmielessä. Nämä väliseinävaihtoehdot käytiin toimeksiantajan kanssa yhdessä läpi ja seinien kustannukset sekä seiniltä vaadittavat ominaisuudet selvitettiin tässä työssä.

Kolmantena pääaiheena toimeksiantaja halusi tässä opinnäytetyössä tutkittavan yläpohjaratkaisua joka poikkeaa normaalista ja sitä, voisiko tämä normaalista poikkeava yläpohjaratkaisu olla taloudellisesti kannattavaa. Tämä yläpohjaratkaisu eroaa normaalin pientalon yläpohjasta sillä, että tässä vaihtoehdossa ilmanvaihtojärjestelmä siirrettäisiin normaalista kylmästä tilasta yläpohjan lämpöiselle puolelle. Työssä selitetään, kuinka tämä rakenne toteutetaan, mitä se vaatii muilta rakenteilta sekä onko siitä enemmän hyötyä vai haittaa taloudellisesti.

Lisäksi tässä opinnäytetyössä käydään läpi, mitä muita hyötyjä voidaan saavuttaa valituilla rakenteilla. Opinnäytetyö onnistui hyvin, koska kaikkien kyseisten rakenteiden valinnat tehtiin tämän opinnäytetyön pohjalta.

Avainsanat: taloudellisuus, kustannusarvio, rakennevaihtoehto, ilmanvaihto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Matti Vuorio

Title of thesis: Calculating and Comparing the Costs of the structures in a Semi-detached House

Supervisor: Ilkka Loukola

Year:2018

Number of pages:38

Number of appendices:9

---

The subject of this thesis was a semi-detached house which is going to be built in the residential area of Kärki, in Seinäjoki. The construction date of the house will be either in 2018 or 2019. In this thesis, the prices of structures in a semi-detached house were calculated and compared. The subject of the thesis came from the company Kuortaneen Rakennuspalvelu Oy.

As one of the topics, was the client's request for a comparison between the prices of different kind of wooden exterior walls. Based on these calculations, the exterior wall was chosen for the house. The selection was made partly based on the cost statements, but there were also other factors influencing the selection.

The second topic was to compare the different options for the wall between the apartments of the detached house based on the costs. These wall options were discussed together with the client. The costs of the walls as well as the required properties of the walls were investigated in this work.

As the third main topic, the client wanted to investigate a top floor solution that differs from the normal ones and if it would be possible to make this solution cheaper than the normal top floor solution. The difference between this top floor solution and the normal small house's top floor solution is that the ventilation system is moved from the normally used cold side to the warm side of the top floor. In this thesis it has been explained how this structure is implemented, what it requires from the other structures and if it is a cheaper or more expensive solution than the traditional one.

In addition, this thesis examined what other benefits can be achieved with the selected structures. The thesis was successful because the customer made all the choices concerning the studied structures based on this thesis.

Keywords: economic efficiency, budget, structure option, ventilation

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 YLEISTÄ KUSTANNUSLASKENNASTA	
RAKENNUSHANKKEESSA.....	9
3 LASKETTAVA KOHDE.....	12
4 PARITALOHUONEISTOJEN VÄLIIN TULEVA SEINÄ.....	14
4.1 Seinältä vaadittavat ominaisuudet.....	14
4.1.1 Äänieristävyys.....	14
4.1.2 Paloluokka.....	15
4.2 Seinän rakennevaihtoehdot.....	15
4.3 Seinävaihtoehtojen arvioidut kustannukset.....	16
4.4 Seinän valinta ja valinnan perusteet.....	17
5 ULKOSEINÄ.....	19
5.1 Ulkoseinärakenteet.....	19
5.1.1 Ulkoverhous.....	19
5.1.2 Tuulensuoja.....	19
5.1.3 Runko.....	20
5.1.4 Eristys.....	20
5.1.5 Höyryn- ja ilmansulku.....	20
5.1.6 Sisäpintarakenne.....	21
5.2 Ulkoseinävaihtoehdot.....	21
5.2.1 Laskutavat ja -kaavat.....	23
5.2.2 Alkuperäiset kustannusarviot.....	23
5.2.3 Lopulliset kustannusarviot.....	24

5.2.4 Alkuperäisten ja lopullisten kustannusarvioiden eroavaisuudet ja eroavaisuuksien syyt.....	25
5.2.5 Ulkoseinärakenteen valinta ja valinnan perusteet.....	26
<b>6 YLÄPOHJARAKENTEET .....</b>	<b>27</b>
6.1 Yleistä yläpohjasta .....	27
6.2 Laskettavan kohteen yläpohjaratkaisu .....	30
6.3 Kustannushyödyt.....	31
6.4 Kustannushaitat .....	32
6.5 Kustannushyötyjen ja -haittojen yhteenlasku .....	33
<b>7 VALITUN SEINÄ- JA YLÄPOHJARAKENTEEN KOKONAISHYÖDYT .....</b>	<b>34</b>
<b>8 YHTEENVETO.....</b>	<b>36</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>37</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>38</b>

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Vesikaton ja yläpohjan kehitysvaiheet. ....	28
Kuva 2. Puuristikota ja kehiä.....	29
Kuvio 1. Pohjakuva laskentakohteesta. ....	13
Kuvio 2. Väliseinädetaljit .....	16
Kuvio 3. Ulkoseinädetaljit 1-4.....	22
Kuvio 4. Ulkoseinädetaljit 5-8.....	22
Kuvio 5. Laskettavan kohteen yläpohjaratkaisu. ....	30
Taulukko 1. Huoneistojen väliin tulevien seinien hinta-arviot. ....	17
Taulukko 2. Ulkoseinävaihtoehtojen hinnat 100 neliömetrin alueelta laskettuna. .	24
Taulukko 3. Ulkoseinävaihtoehtojen hinnat 180 neliömetrin alueelta laskettuna. .	25
Taulukko 4. Alkuperäisten ja lopullisten laskelmien hintaero yhden neliömetrin alueella. ....	26

## Käytetyt termit ja lyhenteet

Kustannusraamit            Esimerkiksi rakennushankkeelle asetetut kustannusraajat vaiheittain, jotta voidaan seurata hankkeen edetessä, pysytäänkö kustannustavoitteessa. Näitä rajoja ei saa ylittää.

# 1 JOHDANTO

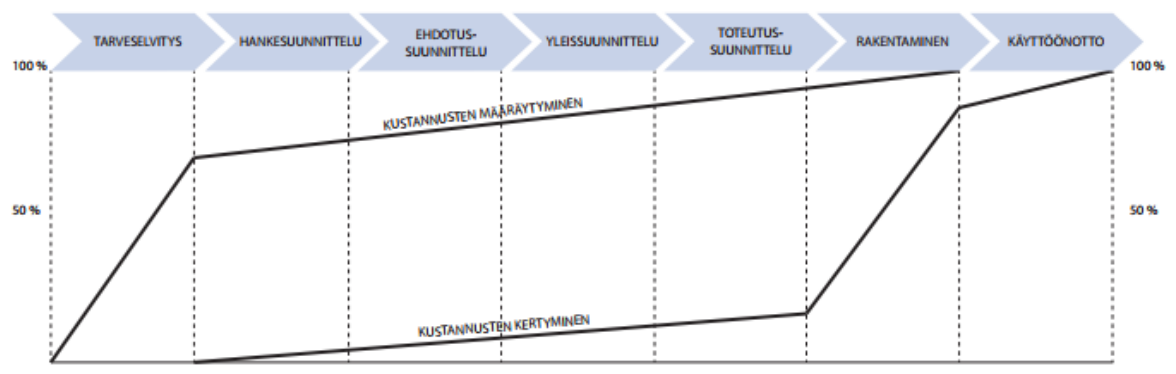
Nykypäivänä on lukemattomia vaihtoehtoja rakentaa taloja. Tämän myötä on tullut myös lukemattomia erilaisia rakennevaihtoehtoja, joka mahdollistaa myös lukemattomat materiaalivaihtoehdot. Ei voi yksiselitteisesti sanoa, mitkä rakenne- ja materiaalivaihtoehdot olisivat parhaat, koska ei ole olemassa kahta samanlaista rakennustyömaata, joissa on täysin samanlaiset ympäristöominaisuudet sekä vaatimukset. Siksi täytyykin osata valita rakenteet ja materiaalit juuri sitä kyseistä työmaata ajatellen.

Tässä työssä tutkitaan paritalon eri rakenne- ja materiaalivaihtoehtoja kyseiselle työmaalle parhaiten sopivaksi niin, että saataisiin kustannukset pidettyä mahdollisimman matalana. Tämän työn aihe tuli yrityksestä Kuortaneen Rakennuspalvelu Oy, jossa opinnäytetyön kirjoittaja on työskennellyt jo useamman vuoden opiskelujensa ohella. Kyseessä on melko pieni muutaman työmiehen rakennusyritys. Tämä on kyseisen yrityksen ensimmäinen uudisrakentamiskohde Seinäjoella.



## 2 YLEISTÄ KUSTANNUSLASKENNASTA RAKENNUSHANKKEESSA

Rakennushankkeessa kustannukset voidaan pääasiassa jakaa kahteen eri vaiheeseen, suunnitteluvaiheeseen sekä rakennusvaiheeseen. Suurin osa rakennushankkeen kustannuksista määräytyy jo suunnitteluvaiheessa, kun taas suurin osa kustannuksista toteutuvat rakennusvaiheessa (Kuvio 1). Rakennuttaja pystyy vaikuttamaan rakennushankkeen kustannustasoon, joten on tärkeää, että rakennuttaja tunnistaa rakennushankkeeseen vaikuttavat kustannustekijät jo varhaisessa vaiheessa, että voi hyödyntää näitä omassa toiminnassaan. (RT 10-11226 2016, 1.)



Kuvio 1. Ohjeellinen kuva kustannuksien määräytymisestä ja kertymisestä rakennushankkeessa (RT 10-11226 2016,1).

Kustannusten määräytyminen johtuu useasta eri syystä. Näistä suurimmat ovat rakennushankkeen laajuus, aikataulu ja ajoitus (suhteessa markkinatalouteen), haluttu laatutaso, urakoitsijoiden hankintatapa ja tähän liittyvä sopijapuolten riskinjako. (RT 10-11226 2016,1.) Näiden mainittujen lisäksi yksittäinen suuri kustannustekijä on tontti, minne rakennushanke toteutetaan.

Tarveselvityksestä lähtien tulee rakennuttajan päätöksenteko olla kustannustietoista ja tavoitteellista. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennuttajan tulee käyttää realistisia kustannusarvioita sekä varmistaa tietolähteidensä luotettavuus. Rakennuttajan tulee myös ymmärtää rakentamisen eri vaihtoehdot sekä niiden kustannuserot. (RT 10-11226 2016,1.)

Rakennushankkeen kustannustavoitteessa pysymistä helpottaa aikaisessa vaiheessa määritetty kustannustavoite, jolla rakennuttaja ohjaa suunnittelua ja päätöksiä niin, että pysytään kustannusraameissa. Kustannustavoitteen avulla pystytään seuraamaan, pysyykö rakennushanke kustannusraameissa ja voidaan reagoida mahdollisiin kustannusheittoihin. (RT 10-11226 2016,1.)

Rakennuttajan on tärkeää sopia yhdessä konsulttiensa kanssa laatu-, kustannus- ja ajalliset tavoitteet tarkasti. Tarkennetut tavoitteet tulee ottaa huomioon suunnittelussa, sekä tehdessä ratkaisuja, jotka vaikuttavat kustannusten muodostumiseen. (RT 10-11226 2016,1.)

Arvioidessa rakennuskustannuksia laskelmien tarkkuus riippuvat suunnitelmien tasosta. Kustannuslaskelmia voidaan tehdä jo karkeidenkin suunnitelmien ja ajatusmallien perusteella, mutta niitä voidaan kutsua kustannusennusteiksi. Mikäli suunnitelmat eivät ole selkeitä, joudutaan usein tekemään suuriakin muutoksia mitkä aiheuttavat lisäkustannuksia ja aikaviiveitä. Suunnitelmissa ja tavoitteessa pysyminen vaatii vaativat aktiivista työhöjausta työmaalla. (Nissinen & Koskenvesa 2004, 29.)

Pientalohanke on kustannuslaskennan kannalta jaettavissa

- kustannusten arviointi ja tavoitteen asettamiseen hankesuunnitteluvaiheessa
- rakennussuunnitteluvaiheen kustannusarviointiin ja -ohjaukseen
- rakentamisvaiheen ohjaukseen ja valvontaan (Nissinen & Koskenvesa 2004, 29).

Kustannusennuste rakennushankkeen alkuvaiheessa perustuu usein kohteen laajuuden yksikkökustannusten (euroa/brm<sup>2</sup>) arviointiin. Yksikkökustannuksia arvioidessa on otettava huomioon kustannuksiin vaikuttavat tekijät, muun muassa rakennuspaikkakunnan kustannustaso, perustamisolosuhteet, laatutaso. Pientalojenkustannuksista on koottuna myös erilaisia tilastoja. (Nissinen & Koskenvesa 2004, 29-30.)

Käytettäessä yleisiä koottuja tilastoja tulee niistä korjata ainakin seuraavat tekijät:

- rakentamisajankohta
- kustannustason muutokset
- suhdannevaikutukset
- talvilisäkustannukset
- alue- ja paikkakuntakohtaiset erot
- rakennuspaikan ja tontin vaikutukset
- rakennetyyppi ja runkomateriaali
- laatu- ja varustetaso (Nissinen & Koskenvesa 2004, 30).

Kustannusennustetta tai kustannusarviota tehdessä on myös hyvä pyytää valmiiksi tarjoukset merkittävimmistä urakkasuorituksista useammalta eri toimittajalta (Nissinen & Koskenneva 2004,31). Tämä helpottaa kustannusten laskentaa.

### 3 LASKETTAVA KOHDE

Laskettava kohde on tulossa Seinäjoelle. Tontti sijaitsee Koppelontaipaleella, Kärjen asuinalueella. Tontin koko on 1101 neliömetriä ja siihen rakennettava kohde on puurunkoinen paritalo. Toimeksiantajan pyynnöstä, tämän työn laskelmat keskittyvät ulkoseinärakenteisiin, paritalopäätyjen välille tulevaan seinään sekä yläpohjarakenteisiin. Rakentamisen tarkka ajankohta ei ole vielä selvillä, mutta tämän hetkisen suunnitelman mukaan rakentamisen aloittamisen ajankohta on 2018 tai 2019 vuoden kevät.

Alapuolella (Kuvio 1) on pohjakuva kyseisestä paritalokohteesta. Julkisivukuvat ja leikkauskuvat löytyvät liitteinä työn loppuosasta. Pohja-, julkisivu- sekä leikkauskuvien avulla pystyy hyvin hahmottamaan tässä työssä laskettavat rakenteet. Nämä kyseiset piirustukset on piirtänyt Tero Saranpää, joka on osakkaana yrityksessä Kuortaneen Rakennuspalvelu Oy.



## 4 PARITALOHUONEISTOJEN VÄLIIN TULEVA SEINÄ

### 4.1 Seinältä vaadittavat ominaisuudet

Paritalohuoneistojen väliin tulevalle seinälle on asetettu tiettyjä ehtoja, joita sen tulee täyttää. Asetetut ehdot ovat tapauskohtaisia ja ne täytyy selvittää ennen kyseisen seinän suunnittelua. Yleisimpiä vaatimuksia paritalohuoneistojen väliin tulevalle seinälle ovat äänieristävyys, palonkestävyys sekä seinän kantavuus. Tämän kyseisen paritaloon tulevan seinän ei tarvitse olla kantava, joten täytyy keskittyä pelkästään äänieristävyyteen sekä palonkestävyyteen.

#### 4.1.1 Äänieristävyys

Rakennus on suunniteltava rakennuslain määräyksien mukaan. Äänieristävyyden osalta tämä tarkoittaa, että talon asukkaiden on saatava elää ilman heidän terveyttään vaarantavaa melua, sekä heidän on saatava nukkua, levätä ja työskennellä rauhallisissa olosuhteissa. Tämä vaatimus on täytyttävä koko rakennuksen taloudellisen käyttöiän ajan tavanomaisella kunnossapidolla. (RT RakMK-21090 1998.)

Äänieristysvaatimuksen täytyminen tulee todistaa. Se katsotaan riittäväksi, mikäli rakenne on suunniteltu ja rakennettu määräyksien mukaan. Mikäli rakenne ei ole rakennettu määräysten mukaan, tulee se todistaa riittäväksi muilla luotettaville keinoilla huomioon ottaen rakennuksen ominaisuudet ja käyttö. (RT RakMK-21090 1998.)

Seinän tapauksessa tulee ottaa huomioon ilmaäänieristysluku, joka ilmoitetaan desibelien avulla. Asuinhuoneistojen välillä sen minimiarvo on 55 desibeliä. (RT RakMK-21090 1998.)

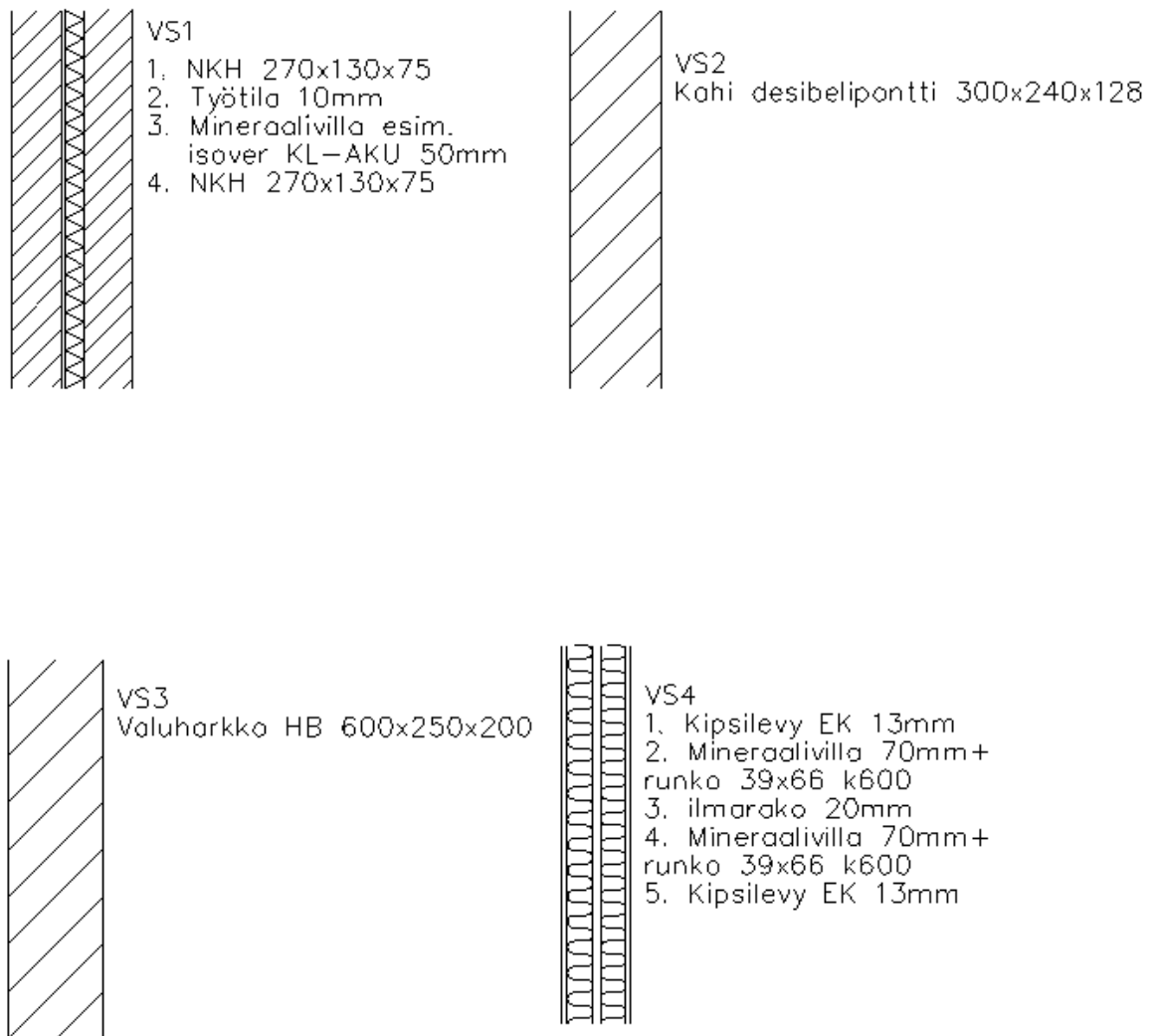
#### **4.1.2 Paloluokka**

Rakennukset voidaan luokitella kolmeen eri paloluokkaa, P1, P2 ja P3. P1 paloluokka asettaa rakennukselle kovimmat vaatimukset, koska tässä tapauksessa rakennus luokitellaan niin sanotusti palonkestäväksi. P2 luokka taas asettaa rungolle 30 minuutin palonkestoajan ilman rakennuksen sortumista. P2 luokan rakenteissa voidaan käyttää palavia materiaaleja, mutta ne tulee suojata palamattomilla pintamateriaaleilla niiden syttymisen estämiseksi palon alkuvaiheessa. P3 luokan rakennuksille on asetettu palonkestävyys pelkästään kantaville rakenteille ja osastoiville rakenteille. (Kallioniemi, [viitattu 15.1.2018].)

P3-luokkaan kuuluu yleensä pienrakennukset kuten omakotitalot, rivitalot ja paritalot. P3-luokassa osastoivien ja kantavien rakennusten palonkesto aika on 30 minuuttia. Tässä kohteessa on osastoiva kantamaton seinä, joten seinän vaatimus on EI30. EI30-tapauksessa seinän tulee estää palon leviäminen seinän toiselle puolelle 30 minuutin ajan. EI30-seinällä ei ole kantavuusvaatimuksia palotilanteessa. (Kallioniemi, [viitattu 15.1.2018].)

#### **4.2 Seinän rakennevaihtoehdot**

Seinän rakennevaihtoehdoissa vertaillaan neljää eri vaihtoehtoa, jotka on saatu toimeksiantajalta tutkittavaksi. Vertailtavista yksi on puurunkoinen seinä ja loput kolme ovat kivrunkoisia seiniä. Alapuolella (Kuvio 2) on esitettyä detajit kyseisistä seinistä.



Kuvio 2. Väliseinädetaljit

### 4.3 Seinävaihtoehtojen arvioidut kustannukset

Hinta-arviot (Taulukko 1) on laskettu 31,8 neliömetrin alueelta ja se vastaa seinän todellista pinta-alaa. Laskennoissa materiaalien hinnat on otettu taloon.com sivustolta. Laskentahinnoissa on käytetty arvonlisäprosenttina nollaa. Työmenekin laskennassa on käytetty Rakennustöiden menekit 2010 kirjaa. Laskelmissa ei ole vielä huomioitu sisäpintojen materiaalia. Tarkemmat laskelmat löytyvät liitteenä loppuosasta.



Taulukko 1. Huoneistojen väliin tulevien seinien hinta-arviot.

Halvimmasta kalleimpaan (32m <sup>2</sup> )	€
VS4	<b>1502</b>
VS3	<b>2253</b>
VS2	<b>2755</b>
VS1	<b>3997</b>

#### 4.4 Seinän valinta ja valinnan perusteet

Seinärakenteen valinnassa päädyttiin seinärakenteeseen numero 3 (valuharkko HB 600x250x200). Tähän valintaan päädyttiin vaikka kyseinen rakenne ei ollutkaan kaikista halvin. Halvin vaihtoehto olisi ollut puurunkoinen seinärakenne. Toimeksiantaja oli kuitenkin alusta alkaen, sillä kannalla, että kivirakenne olisi mieluisin. Vertailun vuoksi kuitenkin tarkasteltiin myös puurunkoinen vaihtoehto.

Kivirakenteisista seinistä valuharkko oli paras vaihtoehto muutenkin kuin kustannusmielessä. Tämän kohteen perustus tehdään myös valuharkkoista ja sokkelin kaksi ylimmäistä harkkoa ovat täsmälleen samaa kokoa kuin mitä tämä väliseinään tuleva harkko on. Tämän takia saadaan tilattua samaa tavaraa suurempi määrä, mikä taas yleisesti laskee kokonaiskustannuksia. Paritalohuoneistoja osastoivan seinän alle tulee myös antura, joka myöskin tehdään valuharkkoja käyttäen. Valuharkot on suunniteltu siten, että alemmassa harkossa on urat, johon ylemmän kerroksen harkko asettuu tukevasti. Anturaan tarkoitettu valuharkko on leveämpi kuin tämä seinärakenteen harkko, mutta urat on suunniteltu yhteensopiviksi.

Lisäksi tällä anturan ja seinän yhteisratkaisulla voidaan mahdollisesti saada väliseinä pystyyn lähes samalla vaivalla kuin millä talon perustukset rakentuvat. Seinän voi mahdollisesti jopa valaa samalla kertaa anturan ja kivijalan kanssa, koska harkkoissa olevat reiät mahdollistavat valamisen seinän yläpinnasta aina anturaan saakka.

Vaikka puurakenteisen seinän valinta olisi ollut laskelmien mukaan kustannusmielessä halvin, ei sitä valittu, koska valuharkkorakenteessa oli paljon muita hyötyjä, kuin mitä laskelmat näyttivät. Mikäli puurakenteinen seinä olisi valittu ei sitä voisi pystyttää ennen kuin talo olisi saatu säältä suojaan, koska seinässä olevat rakenteen menisivät pilalle kastuessaan. Myöskin seinän saaminen tukevaksi olisi vaikeaa ennen ympärillä olevia rakenteista, kun taas valuharkkoseinä on tukeva jo sellaisenaan.

## 5 ULKOSEINÄ

### 5.1 Ulkoseinärakenteet

Erilaisia ulkoseinärakenteita on lukemattomia määriä. Jokaisesta ulkoseinärakenteesta täytyy kuitenkin löytyä tiettyjä asioita, joita seinältä vaaditaan. Vaadittuja asioita ovat esimerkiksi lämmöneristävyys, seinän kantavuus, höyrynsulku, tuulensuoja ja ulkonäköasiat. Ei ole yhtä ainoaa oikeaa tapaa saada näitä tarvittavia kriteereitä täyttymään. Alapuolella on selitettynä ulkoseinältä vaadittavat asiat ja tietoa siitä, mitä kyseiset asiat pitävät sisällään.

#### 5.1.1 Ulkoverhous

Ulkoverhouksella on kaksi pääasiallista tehtävää ulkoseinärungossa. Toinen ulkoverhouksen pääasiallisista tehtävistä on seinärakenteen suojaaminen säältä ja mekaanisilta vaurioilta. Toisena pääasiallisena tehtävänä ulkoverhouksella voidaan pitää ulkonäköä, koska se on rakennuksen näkyvin osa, joten sillä on myös tärkeä arkkitehtuurinen osa kokonaisuudessa. (Siikanen 2016, 288.)

Ulkoverhousmateriaalina puu on paras, jos rakennetaan puurunkoista ulkoseinää. On myös mahdollistaa käyttää puurakenteisessa seinässä ulkoverhousmateriaalina erilaisia metalli- ja kivikuitulevyjä tai tiiliverhousa. (Siikanen 2016, 286.)

#### 5.1.2 Tuulensuoja

Tuulensuojan pääasiallisena tehtävänä on haitallisen ilmanvirtauksen estäminen ulkopuolelta sisäpuolisiin rakenteisiin (RT RakMK-21217 2003, 2). Tuulensuoja sijaitsee rungon ulkopuolella kiinni lämmöneristyksessä. Tuulensuojan tulee kauttaaltaan peittää lämmöneriste, eikä tuulensuojaan saa jäädä reikiä, mistä ilmanvirtaus pääsisi lämmöneristykseen. Saumakohdissa on kiinnitettävä erityistä huomiota. Seinien alareunat, nurkat ja ikkunoiden sekä ovien ympärystät ovat huomiota vaativia kohtia. (RT RakMK-21217 2003, 5.)

Tuulensuojamateriaaleina voidaan käyttää erilaisia materiaaleja. Tuulensuojakipsilevy on vaihtoehto, joka suojaa tuulelta sekä toimii rungon jäykistäjänä. Huokoinen puukuitutuulensuojalevy toimii tuulensuojana sekä on kosteusteknillisesti puurunkoiselle seinälle paras, mutta esimerkiksi ohut 12mm paksu levy ei jäykistä samalla tavalla runkoa kuin tuulensuojakipsilevy. Vaihtoehtoisesti voi myös valita tuulensuojavillan, jossa villan pintaan on lisätty tuulelta suojaava pinta. Tuulensuojavillan etuna on sen hyvä lämmöneristävyys.

### **5.1.3 Runko**

Ulkoseinän runko tehdään usein mitallistetusta puutavarasta määrämittaan katkaisuina, riippuen huonekorkeudesta. Rungon tehtävänä on huolehtia seinän kantavuus ja rungon koko mitoitetaan tapauskohtaisesti. Normaali runkojako on k600, mutta tarvittaessa voidaan k-jakoa pienentää ja näin saavutetaan suurempi kantavuus. (RT 82-10820 2004,10.)

### **5.1.4 Eristys**

Eristyskokonaisuus koostuu yhdestä tai useammasta eristeestä. Normaalisissa puurunkoisissa rakenteissa eriste sijaitsee runkotolppien välissä. Eristettä voi tarvittaessa myös lisätä rungon molemmin puolin. Näin saadaan eristepaksuutta säädeltyä tarvittavaksi.

Puurunkoisessa ulkoseinässä käytetään yleisesti eristeenä pehmeitä villalevyjä. Ulkoseiniin on myös muita eristevaihtoehtoja, kuten puhallusvilla, sahanpuru, kovavilla, polyuretaanilevyt, xps-levyt ja puukuitulevyt.

### **5.1.5 Höyryn- ja ilmansulku**

Höyryn- ja ilmansulku asennetaan lämmöneristeen sisäpuolelle ja sen tehtävänä on estää vesihöyryn tunkeutuminen haitallisissa määrin rakenteen sisään sekä ehkäistä ilmavuodot. Lämmöneristeen sisäpuolella tulee rakenteiden höyrynvastuksen

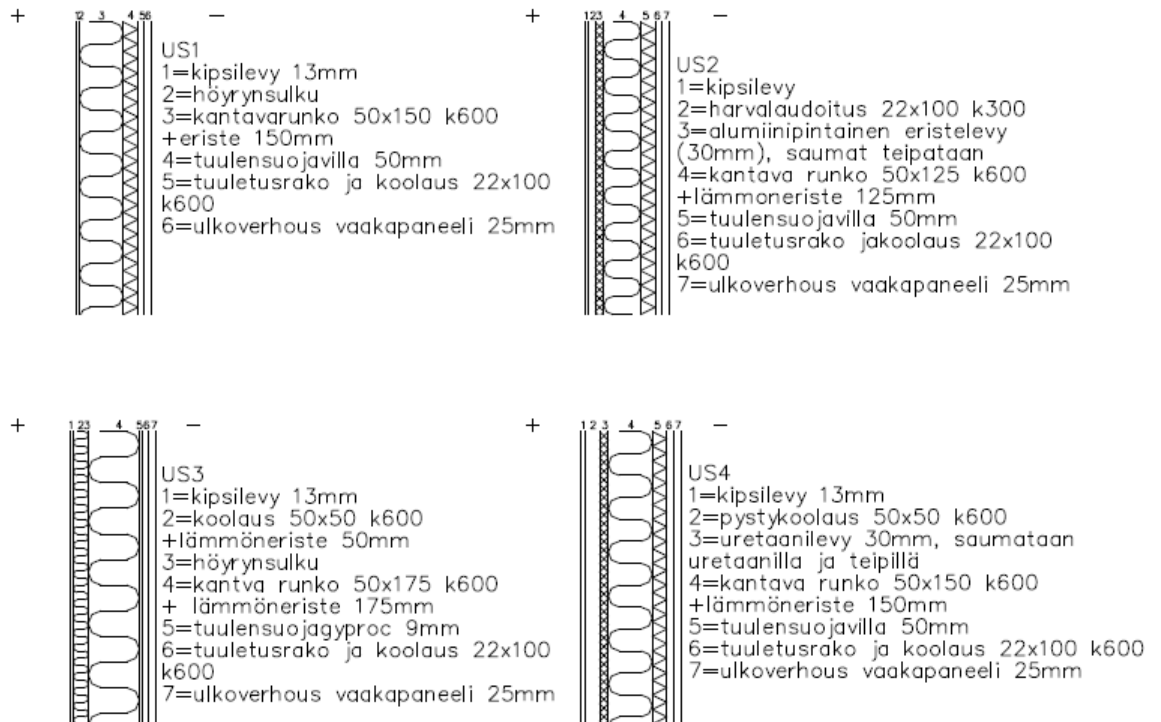
olla vähintään viisinkertainen verrattuna sen ulkopuolisiin rakenteisiin (tuulensuojaan). Höyryn- ja ilmansuojana ei toimi joka paikassa sama materiaali, joten sen valinta riippuu muusta rakenteesta. Siinä täytyy huomioida sisäpintarakenne, eristysmateriaali, eristyksen paksuus sekä tuulensuojamateriaali. Mikäli rakenteen sisäpinnassa käytetään kosteuden- tai vedeneristettä ei saa rakenteeseen lisätä höyryn-/ilmansulkua. (RT 82-10820 2004, 3.)

### **5.1.6 Sisäpintarakenne**

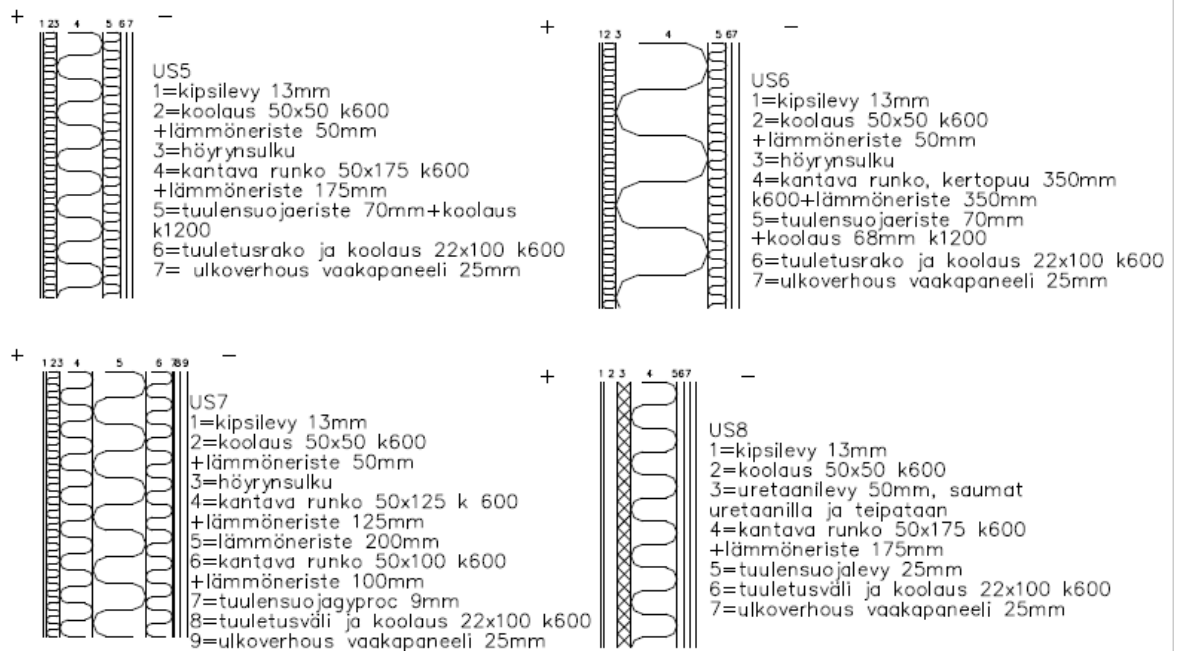
Sisäpintarakenteena puurunkoisessa ulkoseinässä käytetään yleisemmin kipsilevyä, joka kiinnitetään seinärunkoon kipsiruuveilla. Viimeinen pinta saadaan tasoittamalla kipsilevyosaumat sekä ruuvinreiät ja tämän jälkeen maalaamalla kipsilevyn päälle tai asentamalla tapetti. Kipsilevylle on myös vaihtoehtoisia sisäpintarakenteita.

### **5.2 Ulkoseinävaihtoehdot**

Kaikki ulkoseinävaihtoehdot ovat puurunkoisia, koska toimeksiantaja halusi tässä työssä tutkittavan pelkkiä puurunkoisia ulkoseiniä. Laskettavia ulkoseinärakenteita on yhteensä kahdeksan, joista viisi on niin sanottuja normaaleja ulkoseiniä, yksi on matalaenergiaseinä ja kaksi on passiiviseiniä. Matalaenergiaseinä sekä passiiviseinät toimeksiantaja halusi laskettavan vain vertailun vuoksi. Viisi muuta seinävaihtoehtoa laskettiin todellisin tarkoitukseen.



Kuvio 3. Ulkoseinädetaljit 1-4.



Kuvio 4. Ulkoseinädetaljit 5-8.

### 5.2.1 Laskutavat ja -kaavat

Kustannuslaskelmia tehdessä täytyy olla tarkkana, mistä kustannustiedot etsitään ja oltava varma lähteen luotettavuudesta. Materiaalihinnoissa voi olla suuriakin hintaeroja eri paikoista katsottaessa. Mikäli kustannusvertailukohteet sisältävät samoja materiaaleja on tärkeää kiinnittää huomiota, että materiaaleille käytetään täysin samoja hintoja. Näin vältetään ylimääräisiltä virhelaskelmilta. Samaa toimintaa edellytetään myös työn hintaa laskettaessa. Mikäli useampi kustannusvertailukohde sisältää täysin saman työn, täytyy työn hintakin olla jokaisessa sama.

Tässä työssä materiaalihinnat on otettu taloon.com sivustolta. Näissä ulkoseinälaskelemissa käytettävien materiaalien hinnat on katsottu 11.12.2017. Alkuperäisissä ja lopullisissa kustannusarvioissa on käytetty näitä samana päivänä otettuja hintoja. Näin vältetään turhilta laskentavirheiltä, koska materiaalien hinnat voivat vaihdella sivustoilla. Hinnosta on vähennetty arvonlisävero 24 prosenttia, koska yritys voi vähentää ostamastaan tuotteestaan arvonlisäveron, mikäli tuote on ostettu arvonlisäverollista liiketoimintaa varten.

Työn hintoihin käytetyt laskutavat ja -kaavat sekä työmenekit on tässä työssä katsottu Rakennustöiden menekit 2010 kirjasta. Työtä laskettaessa voi tulla heittoja, koska käytetään erilaisia kertoimia, kuten suoritemääräkerroin ja lisäaikakerroin, jotka täytyy itse määrittää kyseisen työn pohjalta. Lisäaikakertoimelle ei ole tarkkaa arvoa, joten on tärkeää miettiä lisäaikakertoimen arvo niin, että se pysyisi järkevänä ja samanarvoisena laskettaessa eri työnvaiheita. Näin vältetään ylimääräisiltä laskuvirheiltä.

Laskelmat ulkoseinistä on tehty ulkoverhouksesta aina sisäpintaan siihen asti, kunnes kipsilevyt ovat paikoillaan. Tarkemmat Excelillä tehdyt ulkoseinälaskelelmat löytyvät liitteenä työn loppuosasta.

### 5.2.2 Alkuperäiset kustannusarviot

Alkuperäiset kustannusarviot on laskettu jokaisesta seinävaihtoehdosta 100 neliömetrin alueelta (Taulukko 2) ja niiden laskennassa on käytetty keskimääräisen

ulkoseinän rakentamisaikamenekkiä, koska niiden laskentavaiheessa ei vielä tiedetty tarkkaan minkälainen paritalo tulee olemaan. Alkuperäisissä laskennoissa ei myöskään käytetty suoritemäärän lisäaikakerrointa, koska 100 neliometriä ei tule olemaan todellinen pinta-ala ja sen takia se ei ollut tarpeellinen. Näiden laskentojen pohjalta saatiin kuitenkin suuntaa antava arvio seinävaihtoehtojen hintaeroista. Suuntaa antavien laskentojen avulla valittiin seinärakenne, jolla paritalon lupakuvia aloitettiin piirtämään.

Taulukko 2. Ulkoseinävaihtoehtojen hinnat 100 neliömetrin alueelta laskettuna.

Halvimmasta kalleimpaan	€/100m <sup>2</sup>
<b>US1</b>	<b>7790</b>
<b>US3</b>	<b>8372</b>
<b>US4</b>	<b>9233</b>
<b>US8</b>	<b>9285</b>
<b>US5</b>	<b>10066</b>
<b>US2</b>	<b>10138</b>
<b>US7</b>	<b>11529</b>
<b>US6</b>	<b>14260</b>

### 5.2.3 Lopulliset kustannusarviot

Lopulliset kustannusarviot laskettiin samoista seinävaihtoehdoista kuin alkuperäisetkin kustannusarviot. Lopullinen laskenta suoritettiin, kun saatiin selville lämpöisten ulkoseinien lopullinen pinta-ala, jolloin voitiin laskentaan ottaa mukaan lisäaikakerroin, joka on paikkansa pitävä. Lopullinen pinta-ala lämpöisille ulkoseinille oli noin 180 neliometriä. Alapuolelta näkyy seinien kustannusarviot (Taulukko3).



Taulukko 3. Ulkoseinävaihtoehtojen hinnat 180 neliömetrin alueelta laskettuna.

Halvimmasta kalleimpaan	€/180m <sup>2</sup>
<b>US1</b>	<b>14182</b>
<b>US3</b>	<b>15241</b>
<b>US4</b>	<b>16810</b>
<b>US8</b>	<b>16904</b>
<b>US5</b>	<b>18291</b>
<b>US2</b>	<b>18408</b>
<b>US7</b>	<b>20997</b>
<b>US6</b>	<b>25864</b>

#### 5.2.4 Alkuperäisten ja lopullisten kustannusarvioiden eroavaisuudet ja eroavaisuuksien syyt

Alla olevasta taulukosta selviää (Taulukko4), kuinka suuria hintaeroja saavutettiin vertaillessa alkuperäisiä laskelmia lopullisiin laskelmiin. Molemmista laskelmista selvitettiin seinien hinta yhden neliömetrin alueelta, jolloin vertailemisesta tulee helppoa. Lopulliset hinnat nousivat keskimäärin noin yhden euron neliömetrin alueella verrattuna alkuperäisiin laskelmiin. Hintaero johtui suoritämääräisäaikakertoimen mukaan ottamisesta lopullisiin laskuihin. Tässä tapauksessa kyseessä on 180 neliömetrin alue, joten kokonaishintaan lopulliset seinien hinnat nousevat keskimäärin noin 180 euroa, mikä ei ole paljoa paritalon kokoisessa projektissa. Voidaan siis todeta alkuperäiset laskelmat melko tarkkoiksi, joten kyseinen laskenta voidaan suorittaa ulkoseinille, ennen tarkkoja pinta-alamääriä.

Taulukko 4. Alkuperäisten ja lopullisten laskelmien hintaero yhden neliömetrin alueella.

Halvimmasta kalleimpaan	Alkuperäiset hinnat €/m <sup>2</sup>	Lopulliset hinnat €/m <sup>2</sup>	Hintaero €/m <sup>2</sup>
US1	77,9	78,8	0,9
US3	83,7	84,7	1,0
US4	92,3	93,4	1,1
US8	92,9	93,9	1,0
US5	100,7	101,6	0,9
US2	101,4	102,3	0,9
US7	115,3	116,7	1,4
US6	142,6	143,7	1,1

### 5.2.5 Ulkoseinärakenteen valinta ja valinnan perusteet

Ulkoseinärakenteeksi valittiin ulkoseinä kahdeksan(US8). Ulkoseinärakenteen valintaan vaikutti useampi tekijä. Hinta oli yksi tekijöistä ja kyseinen ulkoseinävaihtoehto sijoittui neljänneksi hintavertailussa. Ratkaiseva tekijä ulkoseinärakenteen valinnassa oli kuitenkin kyseisen rakenteen mahdollisuudet verrattuna muihin seitsemään rakenteeseen.

Tässä rakenteessa höyrynsulkuna toimi 50 millimetriä paksu uretaanilevy. Uretaanilevyn päälle tuli noin 44 millimetrin ristikoolaus ja sen päälle vasta sisäpintaan kipsilevy. Tämä rakenne mahdollistaa sähköjohtojen ja muun tekniikan viemisen seinän sisässä, ilman turhia reikiä höyrynsulussa, koska suurin osa johdoista ja tekniikasta voidaan kuljettaa ja rakentaa höyrynsulun ja kipsilevyn välissä. Tämä toiminta takaa sen, että rakenteesta tulee tiivis ja juuri tämä kyseinen asia oli ratkaisevassa osassa, kun kyseinen yritys mietti seinärakennetta. Yritys kuitenkin halusi hintavertailua muihin seiniin, jotta nähtäisiin, onko tämän rakenteen toteuttaminen liian kallista hyötyyn nähden.

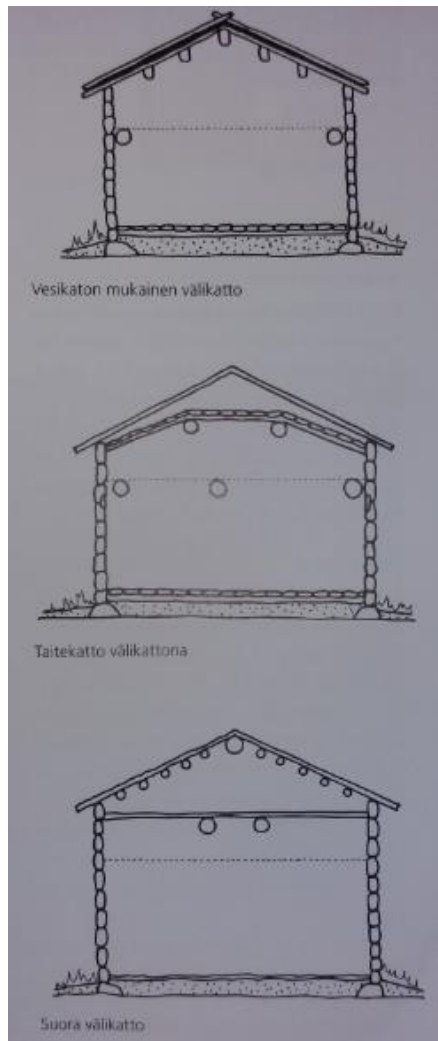
## 6 YLÄPOHJARAKENTEET

### 6.1 Yleistä yläpohjasta

Yläpohja ja vesikatto muodostavat aina toiminnallisen kokonaisuuden, oli kyseessä erillinen tai vesikattoon liittyvä yläpohja. Yläpohjarakenteen vaatimuksiin kuuluu riittävä kantavuus, lämmöneristävyys ja tiiviys. (Siikanen 2016, 267.)

Alkujaan yläpohja on liittynyt läheisesti vesikattoon puurakenteisissa taloissa. Niissä tapauksissa huonetilan välikatto oli vesikaton mukainen. Ajan mittaan alettiin vesikaton alle jättämään ilmarakoa, jonka myötä välikatto erotettiin omaksi rakenteekseen, niin sanotuksi lämpimäksi katoksi. Välivaiheena kehitykselle tuli niin sanottu taitekatto. Myöhemmin taitekatosta syntyi suora välikatto. (Siikanen 2016, 267.)

Alla olevasta kuvasta (Kuva 1) näkee vesikaton ja yläpohjan kehitysvaiheet.



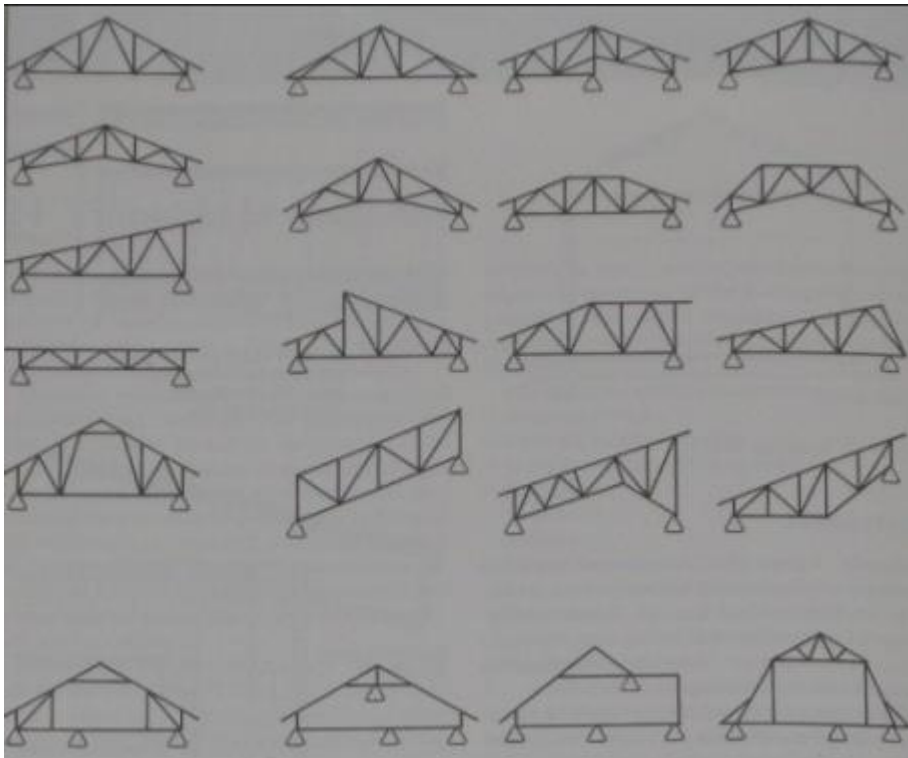
Kuva 1. Vesikaton ja yläpohjan kehitysvaiheet (Siikanen 2016, 267).

Kehityksen ansiosta nykyaikainen puurakenteinen katto on tullut tiiviiksi hyvin lämpöä eristäväksi yläpohjaksi. Ennen yläpohjissa eristeenä käytetyt puuperäiset eristeet ovat pääasiallisesti vaihtuneet mineraalivillaeristeisiin, joiden kyky säännöstellä kosteutta on olematon. Viime vuosina on kuitenkin alettu ymmärtää yläpohjan kosteus- ja lämpötekniisiä ominaisuuksia, jonka ansiosta puuaineisten lämmöneristeiden käyttö yläpohjassa on lisääntynyt merkittävästi. Puurakenteisen yläpohjan erottaminen vesikatosta on välttämätöntä kosteusteknisen toiminnan kannalta. (Siikanen 2016, 267.)

Yläpojan ja vesikaton rakenteelliset osat voidaan luokitella seuraavasti:

- sisäkattoverhous
- höyryn-/ilmansulku
- lämmöneriste ja kantava rakenne
- tuulensuoja
- tuuletustila
- aluskate
- katteen alusta
- kate (Siikanen 2016, 268).

Yläpohjarakenteet määräytyvät osittain, siitä minkälaiset kattotuolit ovat saatavilla rakennukseen. Sama pätee myös toisinpäin ja kattotuolit määräytyvät osittain sen mukaan, minkälainen yläpohjarakenne rakennukseen halutaan. Alla olevassa kuvassa (Kuva 2) on esitettyä erilaisia kattotuolirakenteita.

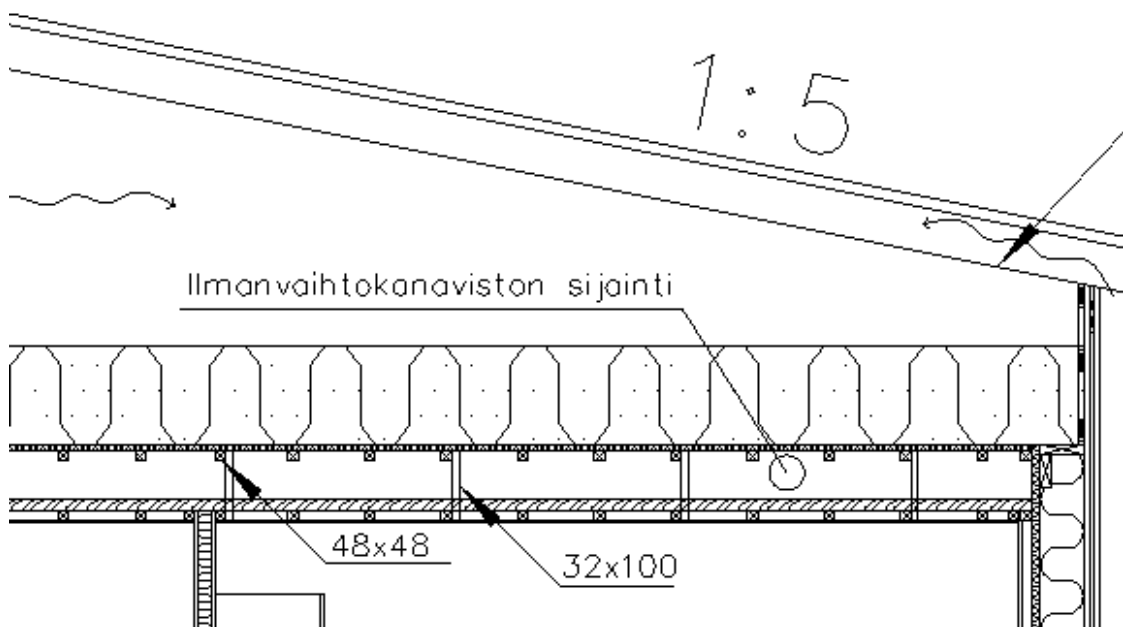


Kuva 2. Puuristikota ja kehiä  
(Siikanen 2016, 269).

## 6.2 Laskettavan kohteen yläpohjaratkaisu

Tässä tutkimuksessa yläpohjarakenteessa ei keskitytä pelkästään yläpohjan rakenteeseen, vaan pääaiheena tässä tutkimuksessa on ilmanvaihtojärjestelmän sijainti ja se minkälaisia kustannushyötyjä voidaan saada sijoittamalla se oikein. Tutkimuksessa kuitenkin käydään läpi, millaisia rakenneratkaisuja täytyy tehdä, että saadaan tämä ilmanvaihtojärjestelmän sijainti haluttuun paikkaan.

Pientalossa normaalissa yläpohjarakenteessa kattotuolien alapintaan kiinnitetään höyrönsulku ja sen alapuolelle mahdollisesti yksinkertainen koolaus tai ristikoolaus sisäkattoa varten. Höyrönsulun yläpuolelle tehdään tarvittavat lämmöneristykset. Ilmanvaihtojärjestelmä sijaitsee välikatossa yleensä kylmässä tilassa tai osittain lämmöneristykseen seassa. Tässä tutkimuksessa haluttiinkin selvittää, olisiko kustannustehokkaampaa tuoda ilmanvaihtojärjestelmä kokonaan eristyksen lämpöiselle puolelle (Kuvio5).



Kuvio 5. Laskettavan kohteen yläpohjaratkaisu.

### 6.3 Kustannushyödyt

Valitulla yläpohjaratkaisulla on useita kustannushyötyjä. Ilmanvaihtojärjestelmän sijaitessa lämpöisessä tilassa säästytään putkiston eristämiseltä. Ilmanvaihtokanaviin tarkoitettu kanavaeristeen pois jättäminen tuo suuria kustannussäästöjä, koska materiaalin lisäksi säästytään myös suurelta määrältä työtä.

Toisena suurempana kustannushyötynä tässä ratkaisussa voidaan pitää ilmanvaihtojärjestelmän asentamista. Asennettaessa ilmanvaihtojärjestelmän kattotuolien alapuolelle, pystyy ilmanvaihtokanavia asentamaan suurina osina kerrallaan, kunhan asentaa väliseinät vasta ilmanvaihtojärjestelmän ollessa paikoillaan. Näin vältetään siltä, että väliseinät olisivat tiellä ilmanvaihtokanavistoa asentaessa, joten asentaminen käy nopeasti. Tällä ratkaisulla vältetään myös ylimääräisiltä mutkilta ilmanvaihtokanavistossa, joita tulee väistettäessä kattotuolien paarteita, kun ilmanvaihtojärjestelmä sijaitsee kattotuolien alapinnan yläpuolella. Jokainen ylimääräinen väistö vaatii useita mutkaosia kanavistoon, sekä järjestelmään tulevien kanavametrien määrä lisääntyy.

Jokainen voi edellä mainittujen hyötyjen perusteella todeta, että tämä ratkaisu tuottaa monia parannuksia kustannuksissa, mutta myös ilmanvaihdon asentamisessa. On tärkeää saada realistinen kustannusarvio siitä, minkälainen hyöty tällä ratkaisulla saavutetaan, joten näihin laskelmiin on tärkeää käyttää ilmastonin asiantuntijaa. Tähän kohteeseen on tehty kustannuslaskelmat ilmanvaihtotöiden kustannuksista niin, että ilmanvaihto sijaitsee rakenteen kylmällä puolella sekä niin, että ilmanvaihto sijaitsee rakenteen lämpöisellä puolella. Näin varmistetaan realistinen kustannushyöty. Laskelmat ilmanvaihtotöiden kustannuksista on suorittanut Kuortaneen Lämpöpalvelu Oy. Laskelmissa on käytetty arvonlisäveroprosenttina nollaa.

Kuortaneen Lämpöpalvelu Oy teki laskelmat molempien vaihtoehtojen materiaaleista ja töistä. Käydään läpi ensiksi vaihtoehto missä ilmanvaihto sijaitsee yläpohjan kylmällä puolella. Materiaalien hinnaksi tuli 19 287 euroa ja työn hinnaksi tuli 9180 euroa. Ilmanvaihtotyöt tällä niin sanotulla perinteisellä ratkaisulla tulisivat maksamaan tähän kohteeseen 28 467 euroa. Seuraavaksi käydään läpi vaihtoehto missä ilmanvaihto sijaitsee yläpohjan lämpöisellä puolella. Materiaalien hinnaksi tuli 15 699 euroa ja työn hinnaksi 5520 euroa. Ilmanvaihtotyöt tällä ratkaisulla tulisivat

maksamaan 21 219 euroa. Erotukseksi näistä kahdesta ratkaisusta saadaan 7248 euroa. Tätä voidaan pitää hyvin merkittävänä summana hankkeen kokonaiskustannuksien osalta. Ilmastoinnin säätö ei kuulu hintoihin.

#### 6.4 Kustannushaitat

Ilmanvaihtojärjestelmän sijaitessa kattotuolien alapinnassa täytyy ottaa huomioon, paljonko ilmanvaihtojärjestelmä vaatii tilaa korkeussuunnassa. Sisäkaton pinta laskee alemmas koolauksien lisäksi myös ilmanvaihtojärjestelmän vaativan korkeuden verran. Koska kattotuolit lähtevät ulkoseinien päältä täytyy ulkoseinien korkeutta lisätä ilmanvaihtojärjestelmän vaatiman korkeuden verran, jotta saadaan sisäkaton pinta pysymään tarvittavalla korkeudella.

Tässä kohteessa ulkoseinien täytyy olla normaalia korkeammat, jotta saadaan katon räystääs pidettyä vaaditulla korkeudella autokatoksen kohdalla. Voidaan siis todeta, että tämä yläpohjaratkaisu ei tässä tapauksessa nostata ulkoseinien korkeutta. Työn lopussa on liitteenä tämän kohteen julkisivukuvat, jotta on helppo huomata, mitä edellisissä lauseissa tarkoitetaan sillä, että korkeutta on jo valmiiksi tarvittava määrä.

Mikäli tämä yläpohjaratkaisu tulisi sellaiseen rakennukseen, missä ei muuten olisi tarvetta nostaa ulkoseiniä korkeammaksi, voidaan kulut laskea ylimääräisiksi noin 30 senttimetrin korkeudelta ulkoseinissä. Sen verran täytyy ulkoseiniä nostaa, että saadaan ilmanvaihtojärjestelmä asennettua lämpöiselle puolelle yläpohjaa ilman, että täytyy laskea huonekorkeutta. Lisäkustannukset ovat tässä tapauksessa helppo laskea ulkoseinistä. Käytetään laskelmissa ulkoseinävaihtoehtoa kasia, joka tässä kohteessa valittiin. Ulkoseinän piiri on tässä kohteessa noin 60 metriä ja kun korkeutta nostetaan 30 senttiä, saadaan pinta-alaksi 18 neliömetriä. Aikaisemmista laskelmista ulkoseinän hinnaksi saatiin noin 85 euroa neliömetrille (Taulukko 4), joten tässä tapauksessa kokonaiskustannukseksi tulisi 1530 euroa, kun kerrotaan 85 euroa 18 neliömetrillä.

Tätä rakennetta käyttäessä täytyy yläpohjarakenteeseen tehdä kaksi ylimääräistä koolauskerrosta alaslaskun vuoksi. Tästä aiheutuu lisäkustannuksia neliömetriä



kohden noin 15 euroa, kun työaikamenekit on laskettu Rakennustöiden menekit 2010 kirjan avulla ja materiaalien hinnat on katsottu taloon.com nettisivuilta. Pesuhuoneessa, saunassa ja kodinhoituhuoneessa alaslaskut tulisivat joka tapauksessa, joten niitä ei huomioida lisäkustannuksina. Lisäkustannusneliöitä tulee tähän kohteeseen noin 170 neliometriä. Laskemalla lisäkustannukset neliömetreillä saadaan kokonaislisäkustannukseksi tässä kohteessa 2550 euroa.

Tämän kohteen kokonaiskustannushäviö tämän rakenteen takia on 2550 euroa. Mikäli ulkoseiniä olisi jouduttu korottamaan 30 senttiä tämän rakenteen takia olisi kokonaiskustannushäviö ollut 4080 euroa.

## **6.5 Kustannushyötyjen ja -haittojen yhteenlasku**

Nyt on selvitetty minkälaisia hyötyjä sekä haittoja kyseinen yläpohjaratkaisu aiheuttaa tässä kohteessa. Kustannushyödyiksi tässä kohteessa saadaan 7248 euroa. Kustannushaitoiksi tässä kohteessa tulee 2550 euroa, koska seinien korkeutta ei jouduta nostamaan kyseisen kohteen ulkoseinäkorkeuden valmiiksi riittävän korkeuden takia. Kustannusvoittoa rakentajalle tulee tässä 4698 euroa, mikä on todella merkittävä summa.

Mikäli tässä kohteessa jouduttaisiin ulkoseiniä nostamaan ilmanvaihdon vaadittavan 30 senttimetrin verran, tulisi kustannushäviötä 3978 euroa. Tässä tapauksessa kustannusvoittoa tulisi 3168 euroa, joka on myös merkittävä summa. Kaikissa laskuissa on käytetty laskennoissa arvonlisäveroprosenttina nollaa.

Näiden laskelmien pohjalta voidaan todeta, että tämä yläpohjaratkaisu on todellakin järkevä vaihtoehto kustannusten kannalta. Tämän yläpohjaratkaisun kannattavuus voi vaihdella rakennuskohteen mukaan, mutta kustannushyödyt sekä kustannushaitat kulkevat lähestulkoon käsi kädessä, joten tämä ratkaisu sopisi todella moniin kohteisiin. Tästä herää kysymys, että onko tässä yläpohjaratkaisu, jonka hyödyllisyyttä ei ole vielä tajuttu, koska nämä laskelmat antavat todella positiivisia lukemia tälle ratkaisulle.

## 7 VALITUN SEINÄ- JA YLÄPOHJARAKENTEEN KOKONAISHYÖDYT

Käydään läpi, mitä hyötyjä on ulkoseinän ja yläpohjan valituissa rakenteissa kustannushyötyjen lisäksi. Molemmissa rakennevalinnoissa on ajateltu talon tiiveyskokonaisuutta. Seinässä höyrynsulkuna toimii 50mm paksu uretaanilevy, joka asennetaan runkoa vasten, levy levyä vasten niin, että saumoihin tulee eristevaahto ja päälle lopuksi teipit. Tällä ratkaisulla saadaan tiivis höyrynsulku, sekä saadaan seinän U-arvoa parannettua verrattuna höyrynsulkuna käytettävään muovikalvoon. Kuten jo aikaisemmin tuli mainittua, levyn päälle tuleva ristikoolaus mahdollistaa sähköputkien vedon höyrynsulun sisäpuolella niin, ettei höyrynsulkua tarvitse puhkaista. Tällä tavoin seinä rakenteesta saadaan lähes täysin ilman-/höyrynpitävä.

Tällä rakennevaihtoehdolla vältetään siltä, että pölyävää materiaalia olisi sisäilmassa. Monissa ratkaisuissa, missä höyrynsulkuna toimii muovikalvo, asennetaan vielä villakerros muovin sisäpuolelle. Ei ole varmoja todisteita vaikuttaako höyrynsulun sisäpuolelle asennettu villakerros sisäilmaan muutoksia, mutta on varmaa, että sisäilma ei ainakaan parane tällä ratkaisulla, koska villa on pölyävä materiaali. Viime aikoina on monessa paikassa ruvettu miettimään ja tutkimaan villan vaikutusta sisäilmaan.

Yläpohjaratkaisussa valittiin höyrynsulkuksi myös uretaanilevy. Uretaanilevy asennetaan kattotuolien alapintaan, levy levyä vasten ja saumat tiivistetään eristevaahdolla ja lopuksi teipataan. Uretaanilevyn pintaan kattotuolien kohdalle asennetaan koolaus, josta lähdetään koolaamaan yläpohjan rakennetta alaspäin. Tämä mahdollistaa sen, ettei höyrynsulkua tarvitse puhkoa yläpohjaa tukevien rakenteiden takia. Näin rakenteesta saadaan mahdollisimman tiivis.

Toinen tiiveyttä parantava suuri tekijä on ilmanvaihtokanaviston sijainti yläpohjassa. Ilmanvaihtokanaviston pääasiallinen sijainti höyrynsulun alapuolella mahdollistaa mahdollisimman vähäiset puhkomiset höyrynsulkuun yläpohjassa. Normaalisissa tapauksessa jokainen huoneesta tuleva poisto- tai tuloilmakanava puhkaisee höyrynsulun, mikä väistämättä huonontaa yläpohjarakenteen tiiveyttä. Tähän kohteeseen

valitulla ratkaisulla saadaan yläpohjan höyrynsulkuun tulevat läpiviennit mahdollisimman vähäisiksi, joten voidaan varmistaa yläpohjan hyvä tiiveys. Pakollisia höyrynsulkua puhkovia läpivientejä ovat ilmanvaihdon tulo ja poisto, liesituulettimen poisto, viemäriin tuuletus sekä mahdollinen savuhormi. Yläpohjaan tulevat läpiviennit ympäröidään eristevaahdolla ja teipataan. Myös sähköt saadaan vedettyä höyrynsulun sisäpuolella ilman, että tarvitsee puhkoa höyrynsulkua.

Lämpöiseen tilaan tulevalla ilmanvaihtojärjestelmällä ei ole lämpöhäviötä, joten tällä ratkaisulla saadaan myös ilmanvaihdon hyötysuhdetta parannettua.

Ulkoseiniin ja yläpohjaan höyrynsulukuksi tuleva uretaanilevy mahdollistaa erittäin tiiviin rakenteen ulkoseinän ja yläpohjan risteyskohdassa. Ulkoseinän ja yläpohjan höyrynsulkuna toimivat uretaanilevyt jätetään toisistaan irti sen verran, että sauma saadaan hyvin täytettyä eristevaahdolla ja teipataan sen päälle. Uretaani kannattaa pursottaa useammassa erässä. Tällä varmistetaan mahdollisimman hyvä tiiveys.

## 8 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä laskettiin kustannuksia paritaloon tuleville rakenteille sekä selvitettiin kyseisten rakenteiden muitakin hyötyjä sekä haittoja. Laskentakohteet tulivat toimeksiantajalta Kuortaneen Rakennuspalvelu Oy. Laskelmat ovat suuntaa antavia, koska tarkkaa kustannusta on mahdotonta laskea ennen toteutusta.

Tämän opinnäytetyön perusteella voi todeta, että rakenteiden oikeilla valinnoilla voidaan saada merkittäviäkin kustannuseroja ilman, että joudutaan luopumaan rakenteelle asetetuista vaatimuksista. Yläpohjaratkaisun kohdalla voi jopa todeta, että ilmanvaihdon vieminen lämpöiseen tilaan ei pelkästään ole hyödyllistä taloudellisesti vaan sillä saavutetaan myös parempi tiiveys verrattuna niin sanottuun normaalin yläpohjarakenteeseen, jossa ilmanvaihto sijaitsee osittain tai kokonaan kylmässä tilassa.

Tätä kyseistä yläpohjaratkaisua ja sen toimivuutta olisi erittäin mielenkiintoista tutkia lisää, koska se vaikuttaa erittäin hyvältä ratkaisulta, vaikkakaan sitä ei näe juuri missään. Tätä kohdetta ei ole vielä toteutettu, joten jäävät nämä tutkielmat vielä arvioiden tasolle.

Rakenteiden valinnoissa ei kaikki mennyt suoraan kustannuksien mukaan, vaan niissä otettiin huomioon muitakin ratkaisevia tekijöitä. Jokaiseen rakenteen valintaan kuitenkin vaikutti laskelmat mitä tässä opinnäytetyössä käytiin läpi, joten voidaan todeta, että tämän työn laskelmat eivät menneet missään nimessä hukkaan.

Tämän työn edetessä jäävät herkästi ulkoseinärakenteet sekä paritalon osastoivan seinän rakenteet toissijaiseksi, koska tämä yläpohjaratkaisu herättää todella suurta mielenkiintoa ja hämmästyttä siinä, kuinka hyvältä vaihtoehdolta tämä yläpohjaratkaisu vaikuttaa.

## LÄHTEET

- Kallioniemi P. Ei päiväystä. Pientalon paloturvallisuus. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu: 15.1.2018]. Saatavana: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK060305.pdf>
- Nissinen, S & Koskenvesa, A. 2004. Pientalon Kustannukset. 2. uud. p. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 10-11226. 2016. Talonrakennushankkeen kulku. Helsinki: Rakennustieto.
- RT RakMK-21090. 1998. Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Helsinki: Rakennustieto.
- RT RakMK-21217. 2003. Lämmöneristys. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 82-10820. 2004. Pientalon puurakenteet. Helsinki: Rakennustieto.
- Siikanen U. 2016. Puurakentaminen. 2. uud. p. Helsinki: Rakennustieto Oy

## LIITTEET

Liite 1. Pohjakuva

Liite 2. Leikkauskuva

Liite 3. Julkisivu itään

Liite 4. Julkisivu länteen

Liite 5. Julkisivu etelään

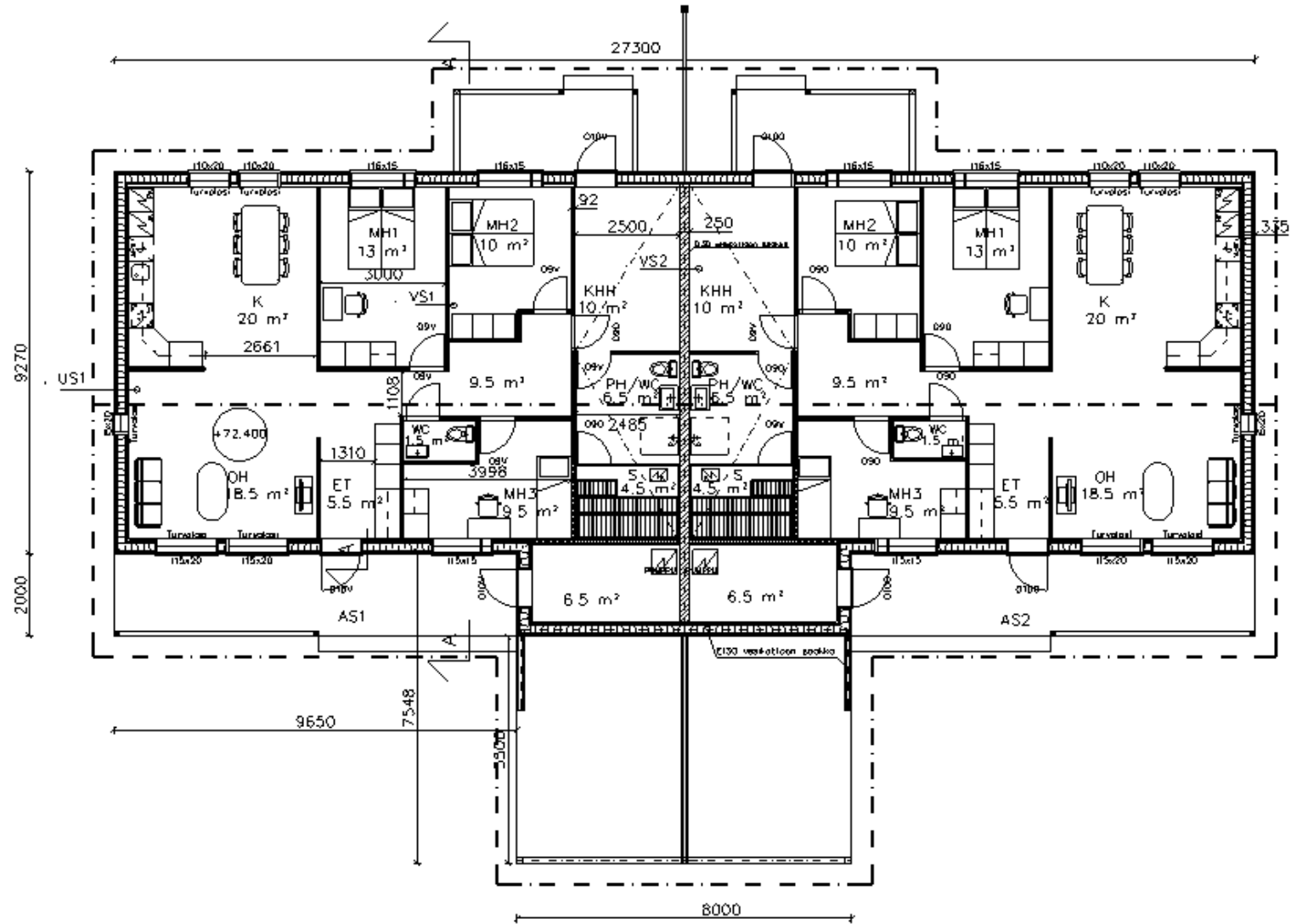
Liite 6. Julkisivu pohjoiseen

Liite 7. Paritalopäätyjen väliin tulevan seinän laskelmat

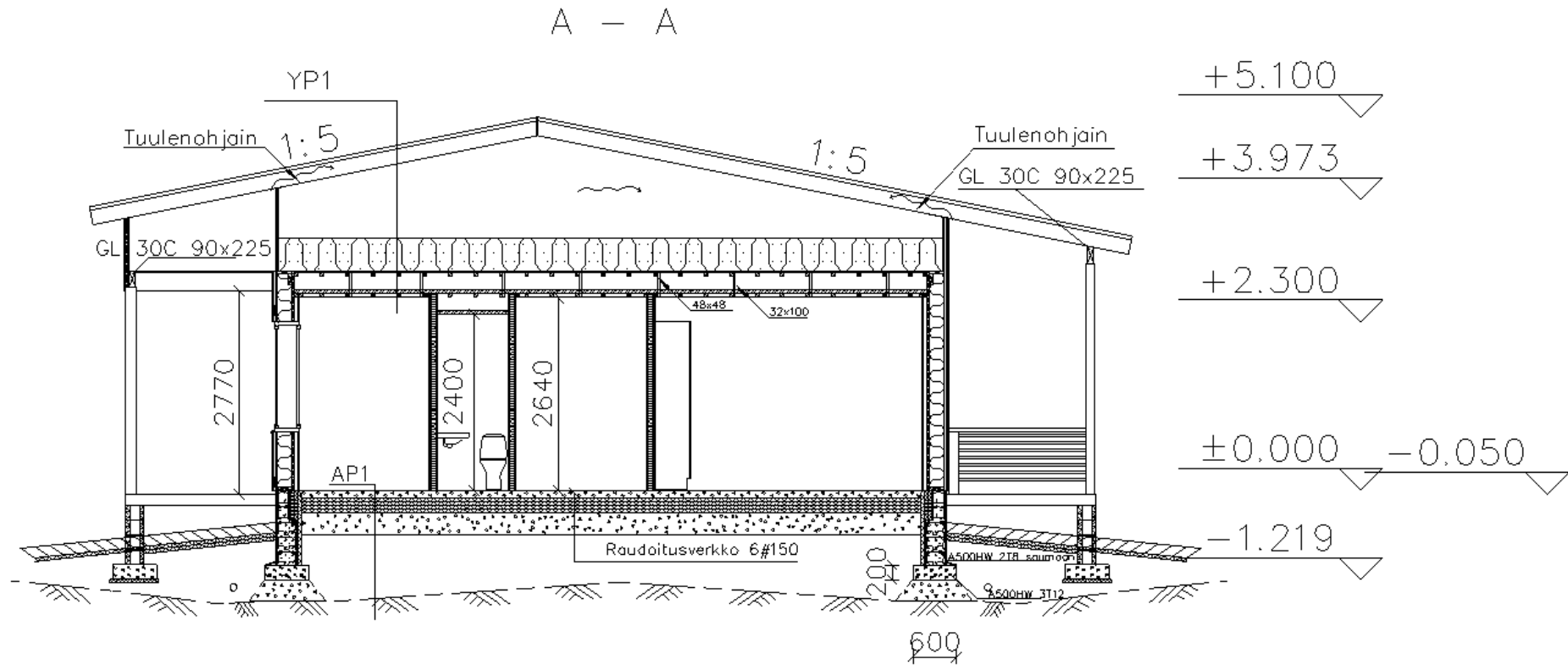
Liite 8. Ulkoseinälaskelmat 100 m<sup>2</sup> alueelta

Liite 9. Ulkoseinälaskelmat 180 m<sup>2</sup> alueelta

LIITE 1. Pohjakuva

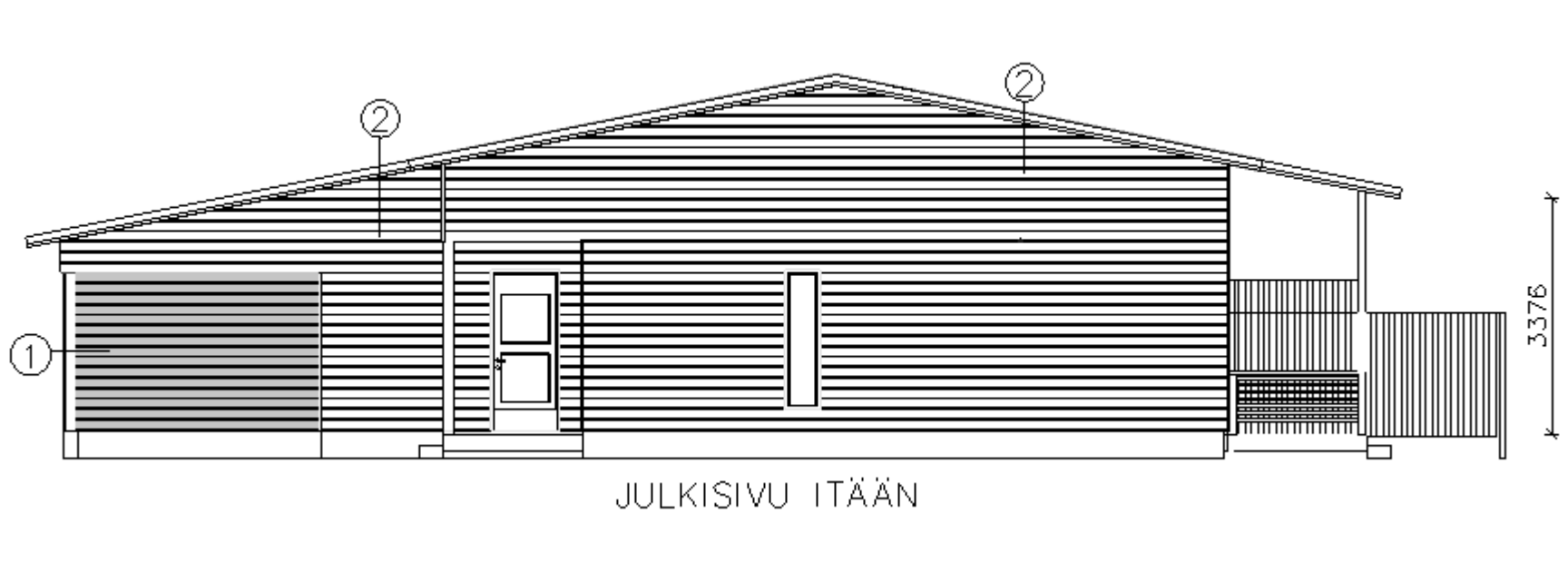


LIITE 2. Leikkauskuva

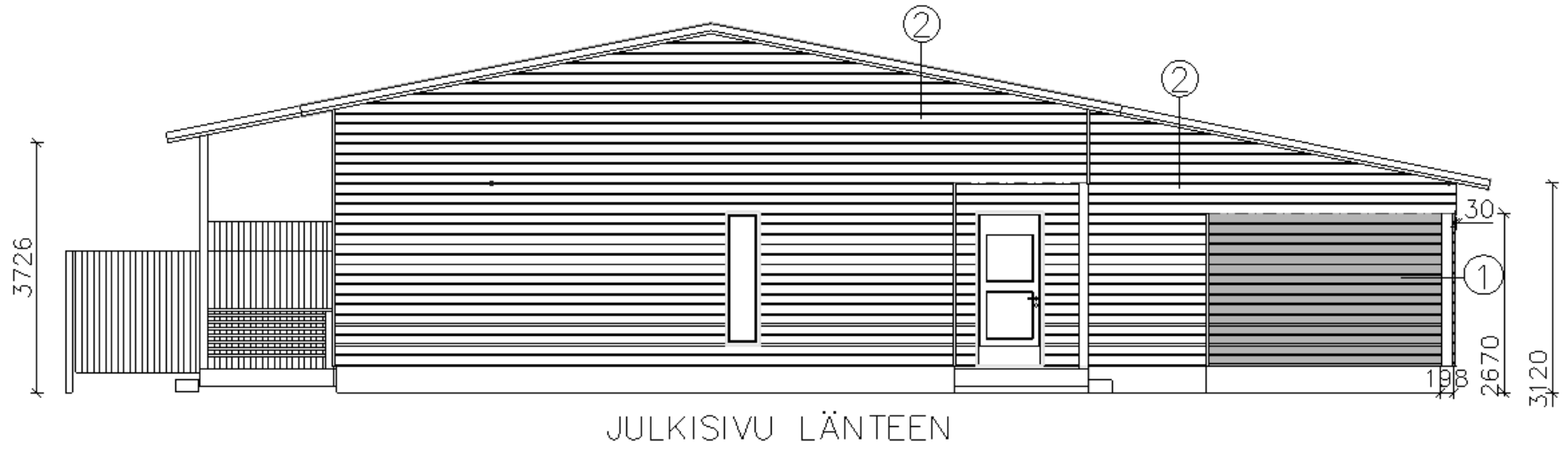




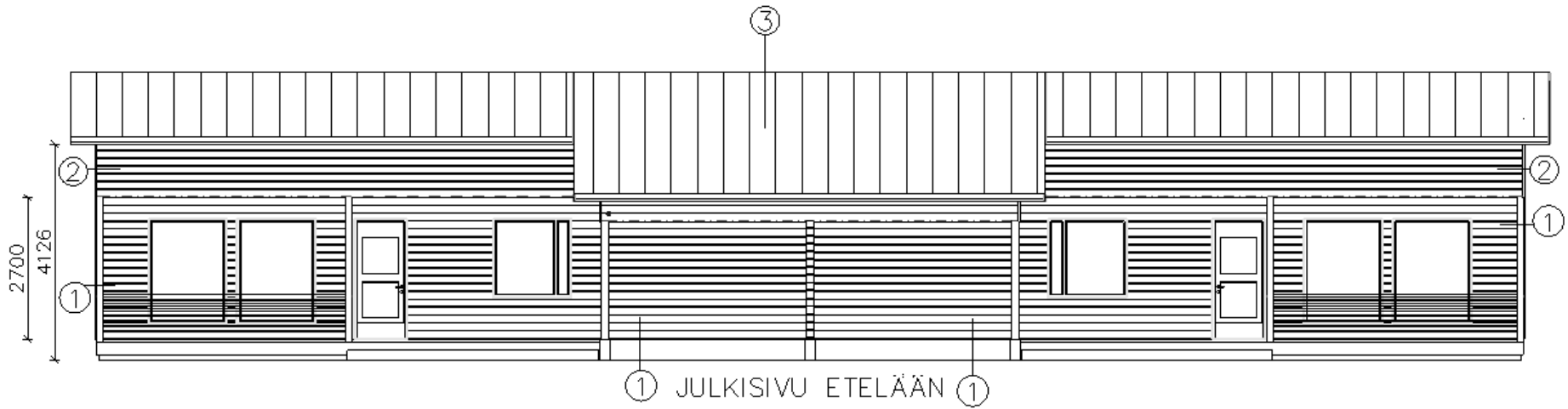
LIITE 3. Julkisivu itään



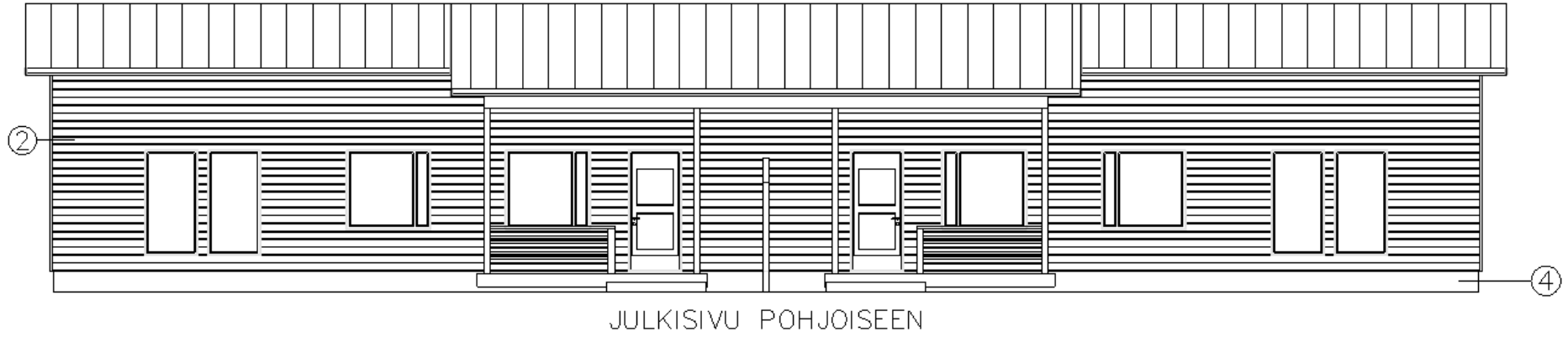
## LIITE 4. Julkisivu länteen



LIITE 5. Julkisivu etelään



LIITE 6. Julkisivu pohjoiseen



## LIITE 7. Paritalopäätyjen väliin tulevan seinän laskelmat

<b>Työn hinta</b>
<b>Materiaalien hinta</b>
<b>Seinän kokonaishinta</b>

Nimike	Määrätiedot		Työkustannus						Materiaali				Seinä yhteensä
	Määrä	Yks.	h/yks.	h yht.	palkka €/h	sos. kulut (70%) / h	€/yks.	yht.€	hukka %	€/yks.	hukka €/yks.	materiaali yht.	
VS1													
NKH 270x130x75	32	m2	0,85	27,2	20	14	28,9	924,8	6 %	24,26	1,4556	822,8992	
mineraalivilla esim. isover KL-AKU 50mm	32	m2	0,052	1,664	20	14	1,768	56,576	5 %	3,28	0,164	110,208	
NKH 270x130x75	32	m2	0,85	27,2	20	14	28,9	924,8	6 %	24,26	1,4556	822,8992	
Muurauslaasti (molemmat puolet)	64	m2							8 %	4,84	0,3872	334,5408	
<b>Yhteensä</b>				<b>56,064</b>				<b>1906,176</b>				<b>2090,5472</b>	<b>3996,7232</b>
VS2													
Kahi desibelipontti 300x240x128	32	m2	0,85	27,2	20	14	28,9	924,8	6 %	49,6	2,976	1682,432	
ohutsaumalaasti	32	m2							8 %	4,28	0,3424	147,9168	
<b>Yhteensä</b>								<b>924,8</b>				<b>1830,3488</b>	<b>2755,1488</b>

VS3													
valuharkko HB 600x250x200	32	m2	0,45	14,4	20	14	15,3	489,6	6 %	23,23	1,3938	787,9616	
raudoitus	32	m2	0,015	0,48	20	14	0,51	16,32	10 %	3,16	0,316	111,232	
betonointi (170l/m2)	32	m2								26,5		848	
<b>Yhteensä</b>				<b>14,88</b>				<b>505,92</b>				<b>1747,1936</b>	<b>2253,1136</b>
VS4													
kipsilevy EK 13mm	32	m2	0,158	5,056	20	14	5,372	171,904	15 %	3,65	0,5475	134,32	
runko 39x66 k600	32	m2	0,145	4,64	20	14	4,93	157,76	10 %	2,62	0,262	92,224	
mineraalivilla 70mm	32	m2	0,052	1,664	20	14	1,768	56,576	4 %	4,16	0,1664	138,4448	
runko 39x66 k600	32	m2	0,145	4,64	20	14	4,93	157,76	10 %	2,62	0,262	92,224	
mineraalivilla 70mm	32	m2	0,052	1,664	20	14	1,768	56,576	4 %	4,16	0,1664	138,4448	
kipsilevy EK 13mm	32	m2	0,158	5,056	20	14	5,372	171,904	15 %	3,65	0,5475	134,32	
<b>Yhteensä</b>				<b>22,72</b>				<b>772,48</b>				<b>729,9776</b>	<b>1502,4576</b>

Halvimmasta kalleimpaan (32m2)	€
VS4	<b>1502</b>
VS3	<b>2253</b>
VS2	<b>2755</b>
VS1	<b>3997</b>

## LIITE 8. Ulkoseinälaskelmat 100m2 alueelta

Työkustannus yhteensä													
Materiaalit yhteensä													
Seinän kokonaishinta													
Nimike	Määrätiedot		Työkustannus						Materiaalit			Yht. Materiaalit	Seinä yht.(100m2)
	Määrä	yks.	h/yks	h yht.	€/h	sos.kulut/ h	€/yks.	yht. €	hukka %	€/yks	hukka €/yks.		
<b>US1</b>													
ulkoverhous+ 1kert. koolaus	100	m2	0,391	39,1	20	14	13,294	1329,4	10 %	8,23	0,823	905,3	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	100	m2							10 %	1,1	0,11	121	
50 mm tuulensuojavilla	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	4 %	12,73	0,5092	1323,92	
150mm lämmöneriste	100	m2	0,073	7,3	20	14	2,482	248,2	4 %	8,2	0,328	852,8	
kantava runko 50x150 k600	100	m2	0,322	32,2	20	14	10,948	1094,8	10 %	3,8	0,38	418	
höyrynsulku	100	m2	0,023	2,3	20	14	0,782	78,2	10 %	0,55	0,055	60,5	
kipsilevy 13mm EK	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	15 %	3,65	0,5475	419,75	
<b>Yhteensä</b>				<b>108,5</b>				<b>3689</b>				<b>4101,27</b>	<b>7790,27</b>
<b>US2</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	100	m2	0,391	39,1	20	14	13,294	1329,4	10 %	8,23	0,823	905,3	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	100	m2							10 %	1,1	0,11	121	
50mm tuulensuojavilla	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	4 %	12,73	0,5092	1323,92	
125mm lämmöneriste	100	m2	0,073	7,3	20	14	2,482	248,2	4 %	6,84	0,2736	711,36	
runko 50x125 k600	100	m2	0,322	32,2	20	14	10,948	1094,8	10 %	3,47	0,347	381,7	
alumiinipintainen eristelevy (30mm), saumat teipataan	100	m2	0,12	12	20	14	4,08	408	4 %	7,6	0,304	790,4	
harvalaudoitus 22x100 k300	100	m2	0,36	36	20	14	12,24	1224	10 %	2,2	0,22	242	
kipsilevy 13mm EK	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	15 %	3,65	0,5475	419,75	
<b>Yhteensä</b>				<b>154,2</b>				<b>5242,8</b>				<b>4895,43</b>	<b>10138,23</b>

<b>US3</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	100	m2	0,391	39,1	20	14	13,294	1329,4	10 %	8,23	0,823	905,3	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	100	m2							10 %	1,1	0,11	121	
tuulensuoja gyproc 9mm/ puukuitutuulensuoja12mm	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	15 %	3,04	0,456	349,6	
175mm lämmöneriste	100	m2	0,073	7,3	20	14	2,482	248,2	4 %	9,8	0,392	1019,2	
runko 50x175 k600	100	m2	0,322	32,2	20	14	10,948	1094,8	10 %	4,64	0,464	510,4	
höyrynsulku	100	m2	0,023	2,3	20	14	0,782	78,2	0,1	0,55	0,055	60,5	
lämmöneriste 50mm	100	m2	0,05	5	20	14	1,7	170	4 %	3,58	0,1432	372,32	
koolaus 50x50 k600	100	m2	0,2	20	20	14	6,8	680	10 %	0,68	0,068	74,8	
kipsilevy 13mm EK	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	15 %	3,65	0,5475	419,75	
<b>Yhteensä</b>				<b>133,5</b>				<b>4539</b>				<b>3832,87</b>	<b>8371,87</b>
<b>US4</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	100	m2	0,391	39,1	20	14	13,294	1329,4	10 %	8,23	0,823	905,3	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	100	m2							10 %	1,1	0,11	121	
50mm tuulensuojavilla	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	4 %	12,73	0,5092	1323,92	
150mm lämmöneriste	100	m2	0,073	7,3	20	14	2,482	248,2	4 %	8,2	0,328	852,8	
kantava runko 50x150 k600	100	m2	0,322	32,2	20	14	10,948	1094,8	10 %	3,8	0,38	418	
uretaanilevy 30mm, saumataan uretaanilla ja teipillä	100	m2	0,12	12	20	14	4,08	408	4 %	4,03	0,1612	419,12	
koolaus 50x50 k600	100	m2	0,2	20	20	14	6,8	680	10 %	0,68	0,068	74,8	
kipsilevy 13mm	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	15 %	3,65	0,5475	419,75	
<b>Yhteensä</b>				<b>138,2</b>				<b>4698,8</b>				<b>4534,69</b>	<b>9233,49</b>



<b>US5 MATALAENERGASEINÄ</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	100	m2	0,391	39,1	20	14	13,294	1329,4	10 %	8,23	0,823	905,3	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	100	m2							10 %	1,1	0,11	121	
70mm tuulensuojaeriste 1200x1800	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	4 %	15	0,6	1560	
koolaus 68mm k1200	100	m2	0,1	10	20	14	3,4	340	10 %	1,31	0,131	144,1	
175mm lämmöneriste	100	m2	0,073	7,3	20	14	2,482	248,2	4 %	9,8	0,392	1019,2	
kantava runko 50x175 k600	100	m2	0,322	32,2	20	14	10,948	1094,8	10 %	4,64	0,464	510,4	
höyrynsulku	100	m2	0,023	2,3	20	14	0,782	78,2	0,1	0,55	0,055	60,5	
50mm lämmöneriste	100	m2	0,05	5	20	14	1,7	170	4 %	3,58	0,1432	372,32	
koolaus 50x50 k600	100	m2	0,2	20	20	14	6,8	680	10 %	0,68	0,068	74,8	
kipsilevy 13mm	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	15 %	3,65	0,5475	419,75	
<b>YHTEENSÄ</b>				<b>143,5</b>				<b>4879</b>				<b>5187,37</b>	<b>10066,37</b>
<b>US6 PASSIIVITALO</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	100	m2	0,391	39,1	20	14	13,294	1329,4	10 %	8,23	0,823	905,3	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	100	m2							10 %	1,1	0,11	121	
70mm tuulensuojaeriste 1200x1800	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	4 %	15	0,6	1560	
koolaus 68mm k1200	100	m2	0,1	10	20	14	3,4	340	10 %	1,31	0,131	144,1	
350mm lämmöneriste (200+150)	100	m2	0,146	14,6	20	14	4,964	496,4	4 %	19,19	0,7676	1995,76	
runko, kertopuu 350mm k600	100	m2	0,42	42	20	14	14,28	1428	10 %	28,6	2,86	3146	
höyrynsulku	100	m2	0,023	2,3	20	14	0,782	78,2	0,1	0,55	0,055	60,5	
50mm lämmöneriste	100	m2	0,05	5	20	14	1,7	170	4 %	3,58	0,1432	372,32	
koolaus 50x50 k600	100	m2	0,2	20	20	14	6,8	680	10 %	0,68	0,068	74,8	
kipsilevy 13mm	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	15 %	3,65	0,5475	419,75	
<b>YHTEENSÄ</b>				<b>160,6</b>				<b>5460,4</b>				<b>8799,53</b>	<b>14259,93</b>

<b>US7 PASSIIVITALO(kaksoisrunko)</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	100	m2	0,391	39,1	20	14	13,294	1329,4	10 %	8,23	0,823	905,3	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	100	m2							10 %	1,1	0,11	121	
9mm tuulensuojakipsilevy	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	15 %	3,04	0,456	349,6	
100mm lämmöneriste	100	m2	0,073	7,3	20	14	2,482	248,2	4 %	5,37	0,2148	558,48	
kantava runko 50x100 k600	100	m2	0,322	32,2	20	14	10,948	1094,8	10 %	2,71	0,271	298,1	
200mm lämmöneriste	100	m2	0,073	7,3	20	14	2,482	248,2	4 %	11	0,44	1144	
125mm lämmöneriste	100	m2	0,073	7,3	20	14	2,482	248,2	4 %	6,86	0,2744	713,44	
kantava runko 50x125 k600	100	m2	0,322	32,2	20	14	10,948	1094,8	10 %	3,47	0,347	381,7	
höyrynsulku	100	m2	0,023	2,3	20	14	0,782	78,2	0,1	0,55	0,055	60,5	
50mm lämmöneriste	100	m2	0,05	5	20	14	1,7	170	4 %	3,58	0,1432	372,32	
koolaus 50x50 k600	100	m2	0,2	20	20	14	6,8	680	10 %	0,68	0,068	74,8	
kipsilevy 13mm	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	15 %	3,65	0,5475	419,75	
<b>YHTEENSÄ</b>				<b>180,3</b>				<b>6130,2</b>				<b>5398,99</b>	<b>11529,19</b>
<b>US8</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	100	m2	0,391	39,1	20	14	13,294	1329,4	10 %	8,23	0,823	905,3	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	100	m2							10 %	1,1	0,11	121	
tuulensuojakipsilevy 9mm	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	15 %	3,04	0,456	349,6	
175mm lämmöneriste	100	m2	0,073	7,3	20	14	2,482	248,2	4 %	9,8	0,392	1019,2	
kantava runko 50x175 k600	100	m2	0,322	32,2	20	14	10,948	1094,8	10 %	4,64	0,464	510,4	
uretaanilevy 50mm, saumat uretaanilla ja teipataan	100	m2	0,12	12	20	14	4,08	408	4 %	5,46	0,2184	567,84	
koolaus levyjen päälle 50x50 k300?	100	m2	0,36	36	20	14	12,24	1224	10 %	1,36	0,136	149,6	
kipsilevy 13mm	100	m2	0,138	13,8	20	14	4,692	469,2	15 %	3,65	0,5475	419,75	
<b>YHTEENSÄ</b>				<b>154,2</b>				<b>5242,8</b>				<b>4042,69</b>	<b>9285,49</b>

## LIITE 9. Ulkoseinälaskelmat 180 m2 alueelta

Työkustannus yhteensä													
Materiaalit yhteensä													
Työkustannus+materiaalit													
Nimike	Määrätiedot		Työkustannus						Materiaalit			Yhteensä Materiaalit	Seinä yht.
	Määrä	yks.	h/yks	h yht.	€/h	sos.kulut(70%)/h	€/yks.	yht. €	hukka %	€/yks	€/yks.		
<b>US1</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	180	m2	0,395	71,1	20	14	13,43	2417,4	10 %	8,23	0,823	1629,54	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	180	m2							10 %	1,1	0,11	217,8	
50 mm tuulensuojavilla	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	4 %	12,73	0,5092	2383,056	
150mm lämmöneriste	180	m2	0,076	13,68	20	14	2,584	465,12	4 %	8,2	0,328	1535,04	
kantava runko 50x150 k600	180	m2	0,325	58,5	20	14	11,05	1989	10 %	3,8	0,38	752,4	
höyrynsulku	180	m2	0,023	4,14	20	14	0,782	140,76	10 %	0,55	0,055	108,9	
kipsilevy 13mm EK	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	15 %	3,65	0,5475	755,55	
<b>Yhteensä</b>				<b>199,98</b>				<b>6799,32</b>				<b>7382,286</b>	<b>14181,61</b>
<b>US2</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	180	m2	0,395	71,1	20	14	13,43	2417,4	10 %	8,23	0,823	1629,54	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	180	m2							10 %	1,1	0,11	217,8	
50mm tuulensuojavilla	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	4 %	12,73	0,5092	2383,056	
125mm lämmöneriste	180	m2	0,076	13,68	20	14	2,584	465,12	4 %	6,84	0,2736	1280,448	
runko 50x125 k600	180	m2	0,325	58,5	20	14	11,05	1989	10 %	3,47	0,347	687,06	
alumiinipintainen eristelevy (30mm), saumat teipataan	180	m2	0,12	21,6	20	14	4,08	734,4	4 %	7,6	0,304	1422,72	
harvalaudoitus 22x100 k300	180	m2	0,36	64,8	20	14	12,24	2203,2	10 %	2,2	0,22	435,6	
kipsilevy 13mm EK	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	15 %	3,65	0,5475	755,55	
<b>Yhteensä</b>				<b>282,24</b>				<b>9596,16</b>				<b>8811,774</b>	<b>18407,93</b>

<b>US3</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	180	m2	0,395	71,1	20	14	13,43	2417,4	10 %	8,23	0,823	1629,54	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	180	m2							10 %	1,1	0,11	217,8	
tuulensuoja gyproc 9mm/ puukuitutuulensuoja12mm	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	15 %	3,04	0,456	629,28	
175mm lämmöneriste	180	m2	0,076	13,68	20	14	2,584	465,12	4 %	9,8	0,392	1834,56	
runko 50x175 k600	180	m2	0,325	58,5	20	14	11,05	1989	10 %	4,64	0,464	918,72	
höyrynsulku	180	m2	0,023	4,14	20	14	0,782	140,76	10 %	0,55	0,055	108,9	
lämmöneriste 50mm	180	m2	0,052	9,36	20	14	1,768	318,24	4 %	3,58	0,1432	670,176	
koolaus 50x50 k600	180	m2	0,2	36	20	14	6,8	1224	10 %	0,68	0,068	134,64	
kipsilevy 13mm EK	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	15 %	3,65	0,5475	755,55	
<b>Yhteensä</b>				<b>245,34</b>				<b>8341,56</b>				<b>6899,166</b>	<b>15240,73</b>
<b>US4</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	180	m2	0,395	71,1	20	14	13,43	2417,4	10 %	8,23	0,823	1629,54	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	180	m2							10 %	1,1	0,11	217,8	
50mm tuulensuojavilla	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	4 %	12,73	0,5092	2383,056	
150mm lämmöneriste	180	m2	0,076	13,68	20	14	2,584	465,12	4 %	8,2	0,328	1535,04	
kantava runko 50x150 k600	180	m2	0,325	58,5	20	14	11,05	1989	10 %	3,8	0,38	752,4	
uretaanilevy 30mm, saumataan uretaanilla ja teipillä	180	m2	0,125	22,5	20	14	4,25	765	4 %	4,03	0,1612	754,416	
koolaus 50x50 k600	180	m2	0,2	36	20	14	6,8	1224	10 %	0,68	0,068	134,64	
kipsilevy 13mm	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	15 %	3,65	0,5475	755,55	
<b>Yhteensä</b>				<b>254,34</b>				<b>8647,56</b>				<b>8162,442</b>	<b>16810</b>

<b>US5 MATALAENERGASEINÄ</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	180	m2	0,395	71,1	20	14	13,43	2417,4	10 %	8,23	0,823	1629,54	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	180	m2							10 %	1,1	0,11	217,8	
70mm tuulensuojajeriste 1200x1800	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	4 %	15	0,6	2808	
koolaus 68mm k1200	180	m2	0,1	18	20	14	3,4	612	10 %	1,31	0,131	259,38	
175mm lämmöneriste	180	m2	0,076	13,68	20	14	2,584	465,12	4 %	9,8	0,392	1834,56	
kantava runko 50x175 k600	180	m2	0,325	58,5	20	14	11,05	1989	10 %	4,64	0,464	918,72	
höyrynsulku	180	m2	0,023	4,14	20	14	0,782	140,76	10 %	0,55	0,055	108,9	
50mm lämmöneriste	180	m2	0,052	9,36	20	14	1,768	318,24	4 %	3,58	0,1432	670,176	
koolaus 50x50 k600	180	m2	0,2	36	20	14	6,8	1224	10 %	0,68	0,068	134,64	
kipsilevy 13mm	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	15 %	3,65	0,5475	755,55	
				<b>263,34</b>				<b>8953,56</b>				<b>9337,266</b>	<b>18290,83</b>
<b>US6 PASSIIVITALO</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	180	m2	0,395	71,1	20	14	13,43	2417,4	10 %	8,23	0,823	1629,54	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	180	m2							10 %	1,1	0,11	217,8	
70mm tuulensuojajeriste 1200x1800	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	4 %	15	0,6	2808	
koolaus 68mm k1200	180	m2	0,1	18	20	14	3,4	612	10 %	1,31	0,131	259,38	
350mm lämmöneriste (200+150)	180	m2	0,152	27,36	20	14	5,168	930,24	4 %	19,19	0,7676	3592,368	
runko, kertopuu 350mm k600	180	m2	0,424	76,32	20	14	14,416	2594,88	10 %	28,6	2,86	5662,8	
höyrynsulku	180	m2	0,023	4,14	20	14	0,782	140,76	10 %	0,55	0,055	108,9	
50mm lämmöneriste	180	m2	0,052	9,36	20	14	1,768	318,24	4 %	3,58	0,1432	670,176	
koolaus 50x50 k600	180	m2	0,2	36	20	14	6,8	1224	10 %	0,68	0,068	134,64	
kipsilevy 13mm	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	15 %	3,65	0,5475	755,55	
				<b>294,84</b>				<b>10024,56</b>				<b>15839,154</b>	<b>25863,71</b>

<b>US7 PASSIIVITALO(kaksoisrunko)</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	180	m2	0,395	71,1	20	14	13,43	2417,4	10 %	8,23	0,823	1629,54	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	180	m2							10 %	1,1	0,11	217,8	
9mm tuulensuojakipsilevy	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	15 %	3,04	0,456	629,28	
100mm lämmöneriste	180	m2	0,079	14,22	20	14	2,686	483,48	4 %	5,37	0,2148	1005,264	
kantava runko 50x100 k600	180	m2	0,325	58,5	20	14	11,05	1989	10 %	2,71	0,271	536,58	
200mm lämmöneriste	180	m2	0,076	13,68	20	14	2,584	465,12	4 %	11	0,44	2059,2	
125mm lämmöneriste	180	m2	0,076	13,68	20	14	2,584	465,12	4 %	6,86	0,2744	1284,192	
kantava runko 50x125 k600	180	m2	0,325	58,5	20	14	11,05	1989	10 %	3,47	0,347	687,06	
höyrynsulku	180	m2	0,023	4,14	20	14	0,782	140,76	10 %	0,55	0,055	108,9	
50mm lämmöneriste	180	m2	0,052	9,36	20	14	1,768	318,24	4 %	3,58	0,1432	670,176	
koolaus 50x50 k600	180	m2	0,2	36	20	14	6,8	1224	10 %	0,68	0,068	134,64	
kipsilevy 13mm	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	15 %	3,65	0,5475	755,55	
				<b>331,74</b>				<b>11279,16</b>				<b>9718,182</b>	<b>20997,34</b>
<b>US8</b>													
ulkoverhous+1kert. koolaus	180	m2	0,395	71,1	20	14	13,43	2417,4	10 %	8,23	0,823	1629,54	
Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600 (materiaali)	180	m2							10 %	1,1	0,11	217,8	
tuulensuojalevy 25mm	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	15 %	3,04	0,456	629,28	
175mm lämmöneriste	180	m2	0,076	13,68	20	14	2,584	465,12	4 %	9,8	0,392	1834,56	
kantava runko 50x175 k600	180	m2	0,325	58,5	20	14	11,05	1989	10 %	4,64	0,464	918,72	
uretaanilevy 50mm, saumat uretaanilla ja teipataan	180	m2	0,125	22,5	20	14	4,25	765	4 %	5,46	0,2184	1022,112	
ristiinkoolaus levyjen päälle 2kpl 22x100 k600	180	m2	0,36	64,8	20	14	12,24	2203,2	10 %	1,36	0,136	269,28	
kipsilevy 13mm	180	m2	0,146	26,28	20	14	4,964	893,52	15 %	3,65	0,5475	755,55	
				<b>283,14</b>				<b>9626,76</b>				<b>7276,842</b>	<b>16903,6</b>