

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennustekniikka  
Rakennesuunnittelu

Janne Meuronen

# **PIENTALON ULLAKON KÄYTTÖÖNOTTO**

Opinnäytetyö 2011

## TIIVISTELMÄ

Janne Meuronen

Pientalon ullakon käyttöönotto, 58 sivua, 7 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikka, Rakennustekniikka

Rakennussuunnittelu

Opinnäytetyö, 2011, Lehtori Muinonen Martti, Saimaan amk; Kaikkonen Kirsi

Tämä opinnäytetyö selvittää pientalon ullakon käyttöönotossa huomioitavia seikkoja. Opinnäytetyö on jaettu neljään osaan: rakennussuunnitteluun, rakennesuunnitteluun, talotekniseen suunnitteluun sekä esimerkkikohteena talo Kaikkosen.

Rakennussuunnittelun osiossa kerrotaan vaatimuksia ja säännöksiä asemakaavamääräyksistä asuinhuoneen minimivaatimuksiin. Osiossa käsitellään myös tilojen asuinturvallisuutta, viihtyisyyttä, ullakkorakentamisen vaikutusta rakennuksen energiankulutukseen ja rakennuksen ulkonäköön. Osio päättyy rakennusluvan hakemiseen.

Rakennesuunnittelun osio esittää rakenteiden suunnittelua ja siinä huomioitavia seikkoja. Osio alkaa rakennusnormien ja -runkojen kehittymisestä, mikä auttaa ymmärtämään vanhoja rakennuksia. Osiossa esitetään myös lujuuslaskelmia ja vertaillaan erilaisia seinä- ja yläpohjarakenteita.

Taloteknisen suunnittelun osio kertoo huomionarvoisia seikkoja LVIS-suunnittelusta. Tarkoitus on johdatella ullakkorakentaja etsimään ohjeita oikeista paikoista.

Esimerkkikohde talo Kaikkosen osiossa esitetään tapoja, joilla suunnitelmat, piirustukset ja rakennusluvan hakeminen on mahdollista hoitaa. Suunnittelu pohjautuu aiemmissa osioissa esitettyihin periaatteisiin.

Ullakkorakentamista suunnitteleva pientalon omistaja voi käyttää opinnäytetyötä ohjeena. Se auttaa muistamaan ja varautumaan projektissa vastaan tuleviin yksityiskohtiin. Päätötyössä on myös paljon suunnittelijalle hyödyllistä tietoa.

Asiasanat: Ullakkorakentaminen, pientalo, rakennussuunnittelu, rakennesuunnittelu, talotekniikka

## ABSTRACT

Janne Meuronen

Taking the small house attic into use, 58 pages, 7 appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Technology, Civil and Construction Engineering

Structural engineering

Thesis, 2011, lecturer Muinonen Martti Saimaa University of Applied Sciences,  
Kaikkonen Kirsi

This thesis sorts out things to consider when taking the attic of a small house into use. The thesis is divided into four parts: architectural design, structural engineering, building services and an example project “house Kaikkonen”.

The building design section describes the requirements and provision from town planning regulations to residence room minimum requirements. The section also deals with the safety of residential premises, comfort, the effect of the attic construction to the energy consumption of the building and building appearance. The first part of the thesis ends to applying for the planning permission.

The structural engineering section presents things to consider in structural design. The section starts with development of building standards and building frames which help to understand old buildings. The section also presents strength calculations and compares different wall and roof structures.

The building services section describes noteworthy aspects of electricity design and HVAC design. The intention is to lead an attic builder to search guidance from the right places.

The example project “house Kaikkonen” presents solutions in which ways the plans, drawings and the planning permission should be treated. The design is based on the principles presented in earlier sections.

A small house owner planning to renovate his attic can use this thesis as a guide. The thesis helps to remember and to prepare to future details. The thesis is also useful to a building designer.

Keywords: An attic construction, small house, building design, structural engineering, building services

# SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	6
2 RAKENNUSSUUNNITTELU .....	7
2.1 Kaavamääräykset.....	7
2.2 Asuintilojen määräykset.....	9
2.3 Rakennusinventointi .....	10
2.4 Rakennuksen käyttöturvallisuus .....	11
2.4.1 Poistumistiet .....	11
2.4.2 Kaide .....	13
2.4.3 Ovet.....	13
2.4.4 Lattiapinnat.....	14
2.4.5 Pääsy vesikatolle.....	14
2.5 Viihtyisyys ja käytännöllisyys.....	14
2.6 Rakennuksen arkkitehtuuri.....	18
2.7 Ullakko rakentamisen vaikutus energiankulutukseen .....	18
2.8 Rakennuslupa .....	21
3 RAKENNESUUNNITTELU.....	22
3.1 Rakennusnormien kehitys .....	22
3.1.1 Kuormat.....	23
3.1.2 Lämmönläpäisykertoimet.....	26
3.2 Rakennusrunkojen kehitys .....	27
3.3 Lujuuslaskelmat.....	28
3.4 Olosuhteet tuulettuvassa ullakkotilassa.....	28
3.5 Yläpohjan tuulettuminen.....	28
3.6 Rakenteiden valinta.....	30
3.6.1 Lämpimän tilan rakenteet .....	33
3.6.2 Puolilämpimän tilan rakenteet .....	35
4 TALOTEKNIikka.....	39
4.1 Tilan lämmittäminen .....	39
4.2 Vesi .....	39
4.3 Ilmanvaihto .....	40
4.4 Sähkö .....	41
5 TALO KAIKKONEN.....	41
5.1 Kohteen esittely .....	41
5.2 Tilaajan toiveet .....	43
5.3 Lähtötilanne ullakolla .....	44
5.4 Lujuuslaskelmat.....	46
5.5 Piirustukset.....	46
5.6 Rakenteiden valinta.....	48
5.7 Rakennuslupahakemus .....	51
6 YHTEENVETO.....	51
KUVAT .....	53
TAULUKOT .....	54
LÄHTEET .....	55

## LIITTEET

Liite 1 Omakotitalon energiatodistus ilman ullakkoa

Liite 2 Omakotitalon energiatodistus ullakollisena vanha rakenne

Liite 3 Omakotitalon energiatodistus ullakollisena 2010 U-arvo

Liite 4 Lujuuslaskelmat

Liite 5 Rakennuslupapiirustukset

Liite 6 Ikkunaselosteet

Liite 7 Rakennuslupahakemus

# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö keskittyy pientalon käyttämättömän ullakon hyödyntämiseen. Opinnäytetyön lähtökohtana oli tilaajan toive saada pientalonsa käyttämätön ullakko käyttöön. Ullakolla tarkoitetaan tilaa, joka sijaitsee ylimmän kerroksen yläpuolella ja pääasiallisesti julkisivun ja vesikaton leikkauslinjan yläpuolella.

Opinnäytetyö koostuu kahdesta pääosasta. Teoriaosasta, jota on mahdollista käyttää ohjeena ullakon peruserännykseen ryhdyttäessä, sekä esimerkkihohdeena toimivasta projekti Kaikkosesta, jossa teoriaosaa hyödyksi käyttäen on suunniteltu omakotitalon ullakkotilaan toimivat ja määräyksien mukaiset tilat. Teoriaosan ohjeet soveltuvat P3-luokan asuinrakennuksiin eli pientaloihin. Tässä luokassa rakennus saa olla enintään kaksikerroksinen ja yhdeksän metriä korkea. Rakennuksessa saa olla yksikerroksisena enintään 2400 kem<sup>2</sup> ja kaksikerroksisena 1600 kem<sup>2</sup>. Opinnäytetyön tarkoituksena on siis koota tietopaketti pientalon ullakon peruserännykseen ryhtyvälle.

Teoriaosa sisältää keskeisiä osa-alueita niin rakennussuunnittelusta, rakennussuunnittelusta sekä LVIS-suunnittelusta. Rakennussuunnittelussa keskitytään tiloja koskeviin vaatimuksiin ja määräyksiin. Tämä osio käsittelee myös viihtyisyyttä ja ullakkotilojen hyödyntämisestä aiheutuvaan energiankulutuksen kasvua. Rakennussuunnitteluun keskittyvä osa käy läpi normien kehitystä, tarvittavia lujuslaskelmia sekä rakenteiden fysikaalista toimintaa. Taloteknisen suunnittelun osiossa keskitytään tarvittavaan talotekniikkaan ja sen suunnitteluun, kuitenkin hieman pintapuolisemmin. Tieto teoriaosuutta varten kerätään kirjoista, internetistä sekä asiaa tuntevilta henkilöiltä.

Esimerkkiohdeena toimivan projekti Kaikkosen osiossa käydään läpi tilaajan esittämät toiveet ja lähdetään tältä pohjalta teoriaosuutta hyväksi käyttäen suunnittelemaan toimivaa ullakkotilaa. Suunnitelmista esitetään lujuslaskelmat, valitut rakenteet, lupapiirustukset sekä lupahakemukset.

## 2 RAKENNUSSUUNNITTELU

### 2.1 Kaavamääräykset

Kaavamääräyksistä puhuttaessa on ymmärrettävä kerroksen, kellarin ja ullakon käsitteet. Kerros sijaitsee kokonaan tai pääasiallisesti maanpinnan yläpuolella ja kellarikerros kokonaan tai pääasiallisesti maanpinnan alapuolella. Tila katsotaan ullakoksi kun se sijaitsee pääasiallisesti julkisivun ja vesikaton leikkauslinjan tasoa ylempänä ylimmän kerroksen yläpuolella.

Ullakolta tulevat asuinneliöt lasketaan rakennuksen kerrosalaan vain, jos ne ovat pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisia. Käyttötarkoituksen arvioinnissa huomioidaan muun muassa sijaintia, kokoa, yhteyksiä ja valoisuutta. Ominaisuuksien vastatessa pääasiallisen käyttötarkoituksen vaatimuksia tila luetaan rakennuksen kerrosalaan. Asuinrakennuksessa pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisia tiloja ovat esimerkiksi asuinhuoneet ja niiden yhteydessä olevat olennaisesti niihin liittyvät tilat kuten käytävät, keittokomerot ja wc. Kun ullakolla ei täytetä asuinhuoneen vaatimuksia, ei sitä lasketa pääkäyttötarkoituksen mukaiseksi tilaksi. Muita ei pääkäyttötarkoituksen mukaisia voivat olla esimerkiksi taulusirtaimiston säilytys-, askartelu- ja harrastetilat.

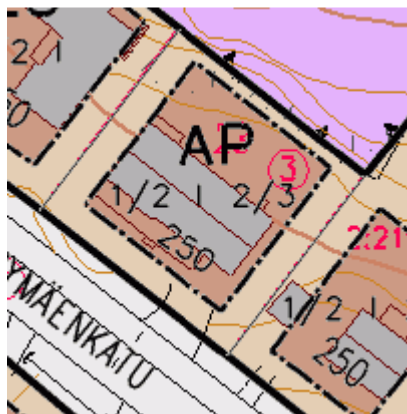
Suunnittelun alkuvaiheessa kannattaa tarkistaa tonttia koskevat asemakaavamääräykset. Määräykset ovat nähtävillä rakennuksen sijaintikunnan internet-sivuilla tai ne voi halutessaan tilata kunnan karttaa hoitavalta virastolta. Erilaisien kaavamerkintöjen selitykset on mahdollista lukea ympäristöministeriön Internet sivuilta linkistä <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=6240&lan=fi>

Asemakaavasta on mahdollista lukea esimerkiksi tontin rakennusoikeus eli sallittu kerrosala (kem<sup>2</sup>), tontille rakennettavan rakennuksen suurin sallittu kerros määrä sekä tietoa siitä, onko ullakolle tai kellariin mahdollista rakentaa rakennuksen pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisia tiloja. Kerrosala on ilmoitettu

kaavassa jokaisen tontin kohdalla selvästi numeroarvona ja se tarkoittaa tontille sallittujen rakennusten yhteenlaskettua kerrosalaa. Kerrosalan laskenta suoritetaan RT 12-10277 mukaan, eli alaan lasketaan kerroksen ulkoseinien ulkopintojen rajaama ala. Ullakkotilan ala on laskettava mukaan, kun sinne on sijoitettu rakennuksen pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisia tiloja. Sallittu kerros määrä on asemakaavassa esitetty roomalaisin numeroin. Kun roomalaisen numeron jälkeen on kirjoitettu esimerkiksi ”u ½”. Murtoluku ilmoittaa suhteessa, kuinka suuren osan rakennuksen suurimman kerroksen alasta ullakon tasolla saa käyttää kerrosalaan laskettavaksi tilaksi.

Tilanteissa, joissa kaavamääräykset tai tilat eivät salli pääkäyttötarkoituksen mukaisia tiloja voidaan ullakolle rakentaa muita kuin pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisia tiloja. Näillä voidaan tarkoittaa esimerkiksi talousirtaimiston säilytystilaa, varastotilaa, saunaa, pesutilaa, harrastustilaa ja askartelutilaa.

Kuvassa 1 esitetään erään tontin asemakaavamääräykset. AP tarkoittaa pientalovaltaista asuinalueita ja ympyröity numero 3 tontin numeroa. Tontilla on 250 kerrosalaneliömetriä rakennusoikeutta ja suhteessa suurimman kerroksen alaan ullakolla niistä voi käyttää 2/3:aa pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisiin tiloihin.



Kuva 1 Esimerkkitapaus Lappeenrannan asemakaavasta



## 2.2 Asuintilojen määräykset

Asuinhuoneiden tiloille on asetettu Suomen rakennuslainsäädännössä tietyt minimivaatimukset, jotka tulevat erityisesti ullakkorakentamisessa helposti vastaan, koska ullakkotilat ovat usein matalia eikä niissä ole riittävää ikkunapinta-alaa tai poistumisteitä.

RakMK G1 kohta 2.2.1 ilmoittaa asuinhuoneen pienimmäksi mahdolliseksi huonealaksi 7 m<sup>2</sup>. Jos huone sisältää kiinteitä rakennusosia kuten hormeja tai kantavia rakenteita, ei näitä lasketa osaksi huonealaa. Huonealaan kuitenkin lasketaan mukaan huoneeseen kuuluvat kiintokalusteet.

RakMK G1 kohta 2.2.1:ssä määrätään asuinhuoneen huonekorkeudeksi vähintään 2500 mm ja pientalossa 2400 mm. Huoneen sisäkaton ollessa kalteva määritetään huonekorkeus huonealan keskikorkeutena. Asuinhuoneessa sallitaan myös vähäisissä osissa vähintään 2200 mm huonekorkeus. Vähäisellä osalla tarkoitetaan esimerkiksi LVI-asennuksien koteloiteja.

RakMK G1 kohta 2.3.1:ssä määrätään, että asuinhuoneessa on oltava ikkuna, jonka valoaukon pinta-ala on vähintään 1/10 huoneen huonealasta. Ikkunan tulee olla avattavissa vähintään osittain ja sen sijoittelun on oltava valoisuuden ja viihtyisyyden kannalta tarkoituksenmukainen. Ikkunan on oltava välittömässä yhteydessä ulkoilmaan. Jos ikkuna on sijoitettu niin, että siihen on helposti vaara törmätä, täytyy se merkitä pysyvällä helposti havaittavalla merkinnällä. Lasi-pinnan on lisäksi kiinnikkeineen kestettävä siihen tavanomaisesti kohdistuvat kuormat, jollei ikkunaa ole suojattu tarkoituksen mukaisella törmäyesteellä. Jos ikkunan lasipinta ulottuu 700 mm lähemmäksi lattiaa, katsotaan 6 mm:n paksuinen tavallinen tasolasi riittäväksi. Ullakkotilan pääikkuna on sijoitettava siten, että etäisyys vastapäiseen rakennukseen on vähintään yhtä suuri kuin vastapäisen rakennuksen korkeus huoneen lattiatasolta mitattuna, ellei asemakavalla helpoteta määräystä. Pääikkunan edessä on oltava vähintään 8 m rakentamatonta tilaa, mutta pientaloissa määräyksessä voidaan joustaa, kun viihtyisyys on otettu suunnittelussa huomioon.

Ullakkotilat täyttävät poikkeuksetta RakMK G1:n kohdan 2.5.2:n määräyksen ullakkohuoneen lattiapinnan ollessa pääikkunan kohdalta maanpinnan yläpuolella.

Käyttökelpoisia ohjeita määräysten noudattamiseen löytyy RT 93-10923 kortista.

### **2.3 Rakennusinventointi**

Inventoinnilla tarkoitetaan toimenpidettä, jossa kerätään, järjestetään ja tuotetaan tietoja rakennuksesta ja sen nykytilasta. Tietoa kerätään vanhoista piirustuksista ja asiakirjoista, asukkailta ja paikan päällä tehtävistä tutkimuksista. Etenkin piirustusten mittoja on syytä tarkistaa kohteessa mittauksilla, jotka varmistavat piirustusten paikkaansa pitävyyden. Jos asiakkaalle ei ole piirustuksia, voi ne olla mahdollista löytää kaupungin rakennusvalvonnan tai maistraatin arkistoista. Mittauksiin lähdetessä on hyvä olla rakennuksesta valmiina jonkinlainen hahmotelma, joka helpottaa mittojen ottamista ja auttaa ymmärtämään paremmin millaisesta rakennuksesta on kysymys. Ullakon mittauksilla voidaan varmistua onko ullakolle mahdollista rakentaa vaatimukset täyttävää asuinhuonetta.

Inventoinnissa tutkitaan myös rakennuksen kantavia rakenteita. Tutkimuksilla on mahdollista varmistaa, että ullakkotilaan on mahdollista rakentaa asuintiloja aiheuttamatta vanhoille rakenteille liiallisia kuormituksia. Jos vanhat rakenteet osoittautuvat liian heikoiksi, on rakennesuunnittelijan suunniteltava asianmukaiset vahvistukset. Tarvittavat rakenteelliset tutkimukset ovat ainakin ullakon lattiaksi jäävä yläpohjan palkisto sekä seinätolpat. Jos vahvistuksia joudutaan rakentamaan voivat työt olla paljon työpanosta vaativia.

Inventoinnin yhteydessä voidaan suorittaa rakennuksen kuntoarvio, jossa rakennuksen kunto tutkitaan tarkasti ja yleensä ainetta rikkomattomin menetelmin. Kuntoarvio suoritetaan yleensä vakiomallin mukaan, ja sen sisältö on esitetty RT- ja KH-korteissa. Kuntoarvio antaa paljon hyödyllistä tietoa rakennuksen kunnosta.

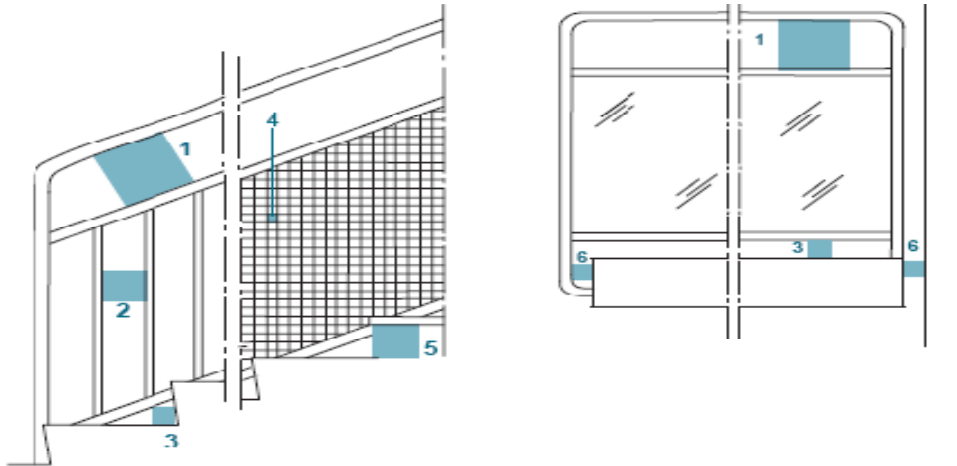
## **2.4 Rakennuksen käyttöturvallisuus**

Lähtökohtana asuinrakennuksen käyttöturvallisuudelle on Suomen rakentamismääräyskokoelma ja sen osat E1 Rakennusten paloturvallisuus, F1 Esteetön rakennus, F2 Rakennusten käyttöturvallisuus ja G1 Asuntosuunnittelu annetut määräykset ja ohjeet.

### **2.4.1 Poistumistiet**

Ullakkotilojen poistumisteitä suunniteltaessa on otettava huomioon, että ullakolta on päästävä poistumaan kahta eri reittiä (RakMK E1, luku 10).

Poistumistienä ullakolta käytetään portaita, jotka on suunniteltava ja rakennettava turvallisiksi, riittävän väljäksi sekä tarkoitukseen soveltuvaksi. Portaan tulee olla varustettu tarpeellisilla kaiteilla ja käsijohteilla. Uloskäytävänä toimivan portaan minimileveys on 900 mm (RakMK E1). Portaan askelmien nousu saa olla maksimissaan 180 mm ja etenemän on oltava vähintään 270 mm. Porrasaskelman pinnan ollessa liukas varustetaan sen etureuna liukusteella, kuten esimerkiksi karhennusteipillä tai portaaseen työstetyillä urilla. Lisäksi on huolehdittava, että askelmat on helppo erottaa eikä esimerkiksi maalauksella aiheuteta liian pientä kontrastieroa nousujen ja askelmien välille. Portaille on myös rakennettava suojakaide, kun portaan sivuun jää yli 700 mm:n tasoero. Suojakaiteen suojaavanosan on oltava vähintään 700 mm korkea tasanteen tai askelman yläpinnasta eikä siinä sallita kiipeämisen mahdollistavia vaakasuoria rakenteita tai kuvioita. Tarkemmat määräykset kaiteesta on esitetty kuvassa 2.



kaiteen ja suojaavien osien välistä saa mahtua särmiltään enintään kuutiot

- 1 200 mm x 200 mm x 200 mm
- 2 110 mm x 110 mm x 110 mm
- 3 60 mm x 60 mm x 60 mm
- 4 30 mm x 30 mm x 30 mm

avoaskelmien välistä saa mahtua enintään särmiltään enintään kuutio

- 5 110 mm x 110 mm x 110 mm
- 100 mm x 100 mm x 100 mm asunnoissa

porrassyöksyn ja välitasanteen sivupinnan sekä seinän välistä saa mahtua särmiltään enintään kuutio

- 6 50 mm x 50 mm x 50 mm

Kuva 2 Suojakaiteen aukkojen mitoitus (RT 93-10935, 6)

Kun ullakotilaan ei rakenneta asuintiloja, voidaan portaat rakentaa pieneen tilaan mahtuviksi ja jyrkiksi. Ei siis tarvitse noudattaa poistumistien kriteerejä. Tässäkin tapauksessa olisi kuitenkin suositeltavaa noudattaa hyvää rakennustapaa ja suunnitella portaat käyttöturvallisiksi.

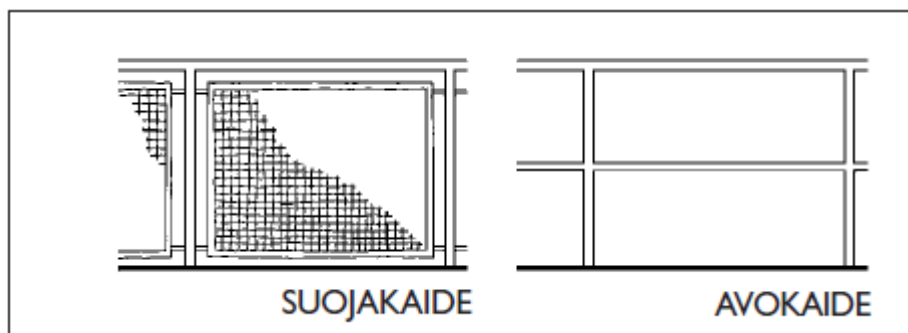
Kun kyseessä on alimman paloluokan (P3) rakennus, porraskäytävän ei tarvitse olla palo-osastoitu osastoivilla rakenteilla, kuten ei välipohjankaan. Riittää, että ullakolta päästään poistumaan kahta eri reittiä.

Toisena poistumisreitteinä ullakolta voidaan käyttää varatieikkunaa. Varatiekkuna on varustettava kiinteällä painikkeella. Ikkunan leveyden on oltava vähintään 500 mm ja korkeuden 600 mm, kuitenkin niin, että leveyden ja korkeuden summa on vähintään 1500 mm. Ikkunan alle on sijoitettava kiinteät talotikkaat kun ikkunan alalaita on yli 3,5 m korkeudessa. Tikkaidein mitoituksessa käytetään soveltuvien osien talotikkaiden ohjeita. Talotikkaiden sivujohteiden vapaa sisäpuolinen väli on vähintään 400 mm ja puolien keskinäinen väli on enintään 300 mm. Alimman puolan suositeltava korkeus lähtötasosta on 1000 – 1200 mm. Tikkaan

materiaali on yleensä syöpymistä vastaan suojattua metallia, mutta enintään kaksikerroksisessa rakennuksessa voidaan käyttää lahosuojattua puuta.

### 2.4.2 Kaide

Jos ullakolla on kohtia joissa putoamiskorkeus on yli 500 mm tai harhaan astumisen vaara on olemassa, niin tarvitaan kaide. Tällainen kohta voi olla esimerkiksi porrasaukon vieressä. Kaiteen tulee olla turvallinen. Se voi olla suojakaide tai avokaide. Suojakaidetta on käytettävä kun tasoero on yli 700 mm ja lapsilla on tilaan pääsy. Kaiteen suojaavan osan tulee olla vähintään 700 mm korkea tasanteen pinnasta eikä siinä saa olla kiipeämisen mahdollistavia vaakasuoria rakenteita tai kuvioita. Avokaidetta voidaan käyttää kohteissa, joihin lapsilla ei ole pääsyä tai joissa ei ole putoamisvaaraa. Asuinrakennuksessa on yleensä käytettävä suojakaidetta. Kuvassa 3 on havainnollistettu suojakaiteen ja avokaitteen eroa.



Kuva 3 Suojakaide ja avokaide (Rakennusten henkilö- ja paloturvallisuus)

### 2.4.3 Ovet

Ovien tulee olla helposti avattavissa ja niiden on toimittava turvallisesti. Kynnyksiä ei suositella ja välttämättömät kynnykset on tehtävä mahdollisimman matalina kompastumisriskin takia. Uloskäytävänä toimivan oven vapaa vähimmäiskorkeus on 2100 mm ja leveys 900 mm, joista saa poistaa välttämättömät karmit ja kynnykset.

#### **2.4.4 Lattiapinnat**

Lattiapinnan on oltava riittävän tasainen ja se tulee valmistaa materiaalista, joka pienentää liukastumis- ja kompastumisriskiä. Lattian liukkautta arvioitaessa, riskinä pidetään liukkausvaihtelua, joka voidaan välttää valitsemalla koko alueelle liukkaudeltaan samantyyppisiä lattiamateriaaleja.

#### **2.4.5 Pääsy vesikatolle**

Jos rakennus on yli kaksikerroksinen, tulee katolle päästä sekä sisä- että ulkokautta. Sisäpuolinen pääsy järjestetään ensisijaisesti uloskäytävään sijoitettavan oven tai luukun kautta. Luukun vähimmäiskoko on 600 x 600 mm ja se on varustettava lukkolaitteella siten, että se on helposti avattavissa sisältä päin. Avatun kattoluukun putoaminen on estettävä kiinnityslaitteella. Ulkopuolisena tienä katolle käytetään talotikkaita.

### **2.5 Viihtyisyys ja käytännöllisyys**

Ullakkohuoneen viihtyisyys ja käytännöllisyys lähtee RakMK:n määräyksistä, joissa pohjataan asumiskelpoisien ja turvallisten tilaratkaisujen minimi vaatimukset. Määräyksien lisäksi on vielä otettava huomioon asukkaan omat käsitykset ja odotukset.

Projektia aloitettaessa on keskusteltava tilaajan kanssa ja pyrittävä selvittämään hänen tavoitetasonsa huoneen viihtyisyyden kannalta. Tässä kannattaa käyttää apuna RT 07-10946:ssa esitellyjä sisäilmastoluokkia. Luokkia ovat S1: yksilöllinen sisäilmasto, S2: Hyvä sisäilmasto ja S3: tyydyttävä sisäilmasto. S3 vastaa maankäyttö- ja rakennuslain sekä terveydensuojelulain vaatimuksia ja normitsoa, eikä nykytietämyksen mukaan aiheuta terveelle henkilölle terveyshaittaa. Luokassa S2 sisäilman laatu on hyvä, eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Luokka S1 tarkoittaa erittäin hyvää sisäilman laatua, eikä tiloissa ole havaittavissa hajuja. Luokat sisältävät osioita niin ilmanpuhtaudesta, vetoisuudesta, lämpötilasta, melutasosta sekä valaistuksesta. Asukas voi halutessaan tietyissä tärkeäksi katsomissaan osa-alueissa valita korkeamman sisäilmastoluokan kuin toisissa.

Huoneen lämpötila on tärkeä tekijä huoneen viihtyisyydessä. Nykyään eristeiden ollessa laadukkaita ja lämmityksen tehokasta on tilan lämpimänä pitäminen helppoa. Tähdättäessä energiatehokkuuteen pitää ratkaisut tosin harkita tarkkaan aina rakennuskohtaisesti.

Erityisesti kesä 2010 muistutti suomalaisia jäähdytyksen tärkeydestä. Rakennuksessa lämmön noustessa ylöspäin voi ullakosta tulla todella kuuma, jos jäähdytykseen ei panosteta. Ikkunoiden sijoittelulla ja aurinkosuojilla on mahdollista vähentää liiallista kuumenemistä. Makuuhuone kannattaa sijoittaa rakennuksen varjoisemmalle puolelle, joka edesauttaa huoneen matalampaa lämpötilaa. Ikkunoiden sijoittamista suunniteltaessa on hyvä ottaa huomioon myös se, että voimakas läpiveto vähentää osaltaan sähköä vaativan lisäjäähdytyksen tarvetta. Taulukossa 1 on esitetty sisäilmastoluokitusten mukaisia tavoitelämpötiloja.

Taulukko 1 Tavoitelämpötiloja sisäilma luokituksien mukaan (RT 07-10946, 5)

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila $t_{op}$ [°C]			
$t_u \leq 10$ °C	21,5*	21,5	21
$10 < t_u < 20$ °C	$21,5 + 0,3 \times (t_u - 10)^*$	$21,5 + 0,3 \times (t_u - 10)$	$21 + 0,4 \times (t_u - 10)$
$t_u > 20$ °C	24,5*	24,5	25
Sallittu poikkeama tavoitearvosta [°C]	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]	$t_{op} + 1,5$	$t_u \leq 10$ °C: $t_{op} + 1,5$ $10 < t_u \leq 20$ °C: $23 + 0,4 \times (t_u - 10)$ $t_u > 20$ °C: 27	$t_u \leq 15$ °C: 25 $t_u > 15$ °C: $t_{umax} + 5$
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	20	20	18
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttäjistä]			
• toimi ja opetustilat	95 %	90 %	
• asunnot	90 %	80 %	-

Ulkolämpötilalla  $t_u$  tarkoitetaan ulkoilman 24 tunnin liukuvaa keskiarvoa lähimmällä säähavaintopaikalla. Ulkolämpötila  $t_{max}$  tarkoittaa ulkoilman lämpötilan viiden tunnin enimmäisjakson keskiarvoa. Lämpötilan mittaamisesta on kerrottu tarkemmin RT 07-10946 kohta 1.3.2.

Ilman epäpuhtauksista tärkeimmät ovat hiilidioksidi ja radon. Hiilidioksidin poistumisesta huolehditaan riittävällä ilmavaihdolla, josta on kerrottu tarkemmin

opinnäytetyön ilmanvaihdon osiossa. Radon on todennäköisesti otettu huomioon rakennuksen rakennusvaiheessa, ja ullakkotiloissa radon ei todennäköisesti ole ongelma. Jos radonia kuitenkin on, voidaan rakennuksen yhteyteen suunnitella esimerkiksi radonimuri. RakMk:n osassa D2 annetaan sisäilman radonpitoisuuden ohjearvoksi 200 Bq/m<sup>3</sup> ja radonpitoisuuden vuosikeskiarvon tulee olla alle 400 Bq/m<sup>3</sup>. Hiilidioksidin tavoitearvot koskevat ihmisperäistä hiilidioksidia. Taulukossa 3 on esitetty sisäilmaluokittain hiilidioksidin sekä radonin tavoitearvot.

Taulukko 2 Ilman hiilidioksidin ja radonin tavoitearvot (RT 07-10946, 6)

	S1	S2	S3
Hiilidioksidipitoisuus [ppm]	<750	<900	<1 200
Radonpitoisuus [Bq/m <sup>3</sup> ]	<100	<100	<200
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
• toimi- ja opetustilat	95 %	90 %	
• asunnot	90 %	80 %	

Arvot ovat ohjeellisia eikä laki velvoita niitä noudattamaan korjausrakentamisessa. Pyrittäessä terveelliseen ja turvalliseen sisäilmaan on arvoja syytä miettiä myös ullakon perusparannusprojektissa.

Huoneen on oltava riittävän hiljainen ollakseen viihtyisä. Tilan äänolosuhteet luokitellaan standardin SFS 5907 mukaisesti. Standardissa on kolme tavoitetasoa: A, B ja C, jotka on sidottu sisäilmastoluokkiin. Luokassa S1 tavoitetasona on luokka B, mutta tilakohtaisesti voidaan valita joko luokka A tai C. Sisäilmaluokassa S2 pyritään vähintään luokkaan C, mutta kuten edellä voidaan tästä tilakohtaisesti poiketa. Taulukosta 3 nähdään asuinhuoneiden äänitasosuositukset sisäilmaluokittain.



Taulukko 3 Asuinhuoneen äänitasosuositukset (RT 07-10946, 7)

Tila ja suure	Merkintä	yksikkö	S1	S2	S3
<b>Asuinhuone</b>					
Ilmaääneneristysluku kahden asunnon välillä	$R'_{w}$	dB	≥58	≥55	≥55
Askeläänitasoluku ympäröivistä tiloista <sup>1)</sup>	$L'_{n,w}$	dB	≤49	≤53	≤53
LVIS-laitteiden äänitaso asuinhuoneissa	$L_{A,eq}$	dB	≤24	≤28	≤28
LVIS-laitteiden äänitaso keittiössä	$L_{A,eq}$	dB	≤33	≤33	≤33
Rakennuksen ulkopuolisten lähteiden äänitaso päiväsaikaan klo 7–22	$L_{A,eq,07-22}$	dB	≤30	≤35	≤35
Rakennuksen ulkopuolisten lähteiden äänitaso yöaikaan klo 22–7	$L_{A,eq,22-07}$	dB	≤25	≤30	≤30

Asuintilan hyvä valaistus mahdollistaa tilan monipuolisen käytön, ja siihen kannattaa panostaa. Valaistukseen vaikuttaa tilan käyttötarkoitus, kun kyseessä on esimerkiksi työhuone, jossa on tarkoitus tehdä suurta tarkkuutta vaativaa työtä, on valaistuksen oltava riittävän tehokas. RT 75-10183:ssa on ohjeita riittävän valaistuksen suunnittelemiseksi. Huoneen pinta-alan ollessa vähintään 2 m<sup>2</sup> sinne on sijoitettava ainakin yksi valopiste. Lepo- sekä nukkumistiloissa valaistuksen voimakkuuden on oltava 80 - 150 lx. Paikallisvalaistuksessa esimerkiksi sängyssä lukemista varten on valotehon oltava 500 lx. Työtiloissa suositeltava valaistusvoimakkuus on 150 lx. Tarkkuutta vaativa työ vaatii 1000 lx. Oleskelutilan suositeltava valaistusvoimakkuus on 150 lx. Tarkempia ohjeita valaistuksen suunnitteluun on RT 75-10183:ssa.

Vedottomuus parantaa tilan käyttömukavuutta. Vetoa aiheutuu huonosti eristetyistä tai vuotavista seinistä tai ikkunoista. Huonosti suunniteltu ilmanvaihto voi myös osaltaan lisätä vetoisuutta. Taulukossa 4 on esitetty tavoitearvot ilman liikenopeuksille eri lämpötiloissa.

Taulukko 4 Ilman liikenopeuden suositukset sisäilmastoluokittain (RT 07-10946, 6)

Suure	Ilman liikenopeus m/s		
	S1	S2	S3
$t_{ilma} = 21 \text{ °C}$	<0,14	<0,17	0,2 (talvi)
$t_{ilma} = 23 \text{ °C}$	<0,16	<0,20	
$t_{ilma} = 25 \text{ °C}$	<0,20	<0,25	0,3 (kesä)

Sisäilman laatuun voidaan vaikuttaa pintarakenteiden materiaalivalinnoilla ja rakennusmateriaaleina kannattaa käyttää vähäpäästöisiä tuotteita. Kun tila suunnitellaan sisäilmastoluokkiin S1 tai S2, käytettävät rakennusmateriaalit kuuluvat pääasiassa luokan M1 materiaaleja. Luokan M2 materiaaleja voidaan käyttää korkeintaan 20 % huoneen sisäpinnoista. Pintamateriaaleilla voidaan vaikuttaa myös huoneen akustisiin ominaisuuksiin kuten jälkikaiunta-aikaan, jolle ei kuitenkaan ole asetettu vaatimuksia asuinhuoneessa. Musiikin kuunteleluun tarkoitettussa huoneessa on suositeltavaa ottaa tilan jälkikaiunta aika huomioon ja lisätä huoneeseen tarpeeksi absorptiomateriaalia.

## **2.6 Rakennuksen arkkitehtuuri**

Ullakkorakentaminen ei yleensä juuri muuta rakennuksen julkisivuja. Ikkunoita voidaan suurentaa tai lisätä. Hätäpoistumistietikapuut ovat pääsääntöisesti siroja eivätkä herätä huomioita rakennuksen julkisivussa.

Ikkunoita muutettaessa kannattaa ottaa huomioon rakennuksen vanhat ikkunat ja julkisivun muodot, jotta ne saadaan sopimaan rakennuksen muuhun tyyliin. Kun ikkunoita muutetaan, on rakennuslupaa haettaessa esitettävä rakennuksen julkisivupiirustukset, joissa esitetään muuttunut julkisivu.

Jos hätäpoistumistieportaiden sijoitteluun on mahdollista vaikuttaa, kannattaa miettiä, missä portaat ovat parhaiten piilossa. On kuitenkin muistettava, että portaissa on kyse paloturvallisuudesta, jota ei saa vaarantaa portaiden huonolla sijoittelulla.

Ohjeita rakennuksen ulkonäön suunnitteluun saa arkkitehdiltä. Arkkitehtisuunnittelu ei ole välttämätöntä pientalokohteissa.

## **2.7 Ullakkorakentamisen vaikutus energiankulutukseen**

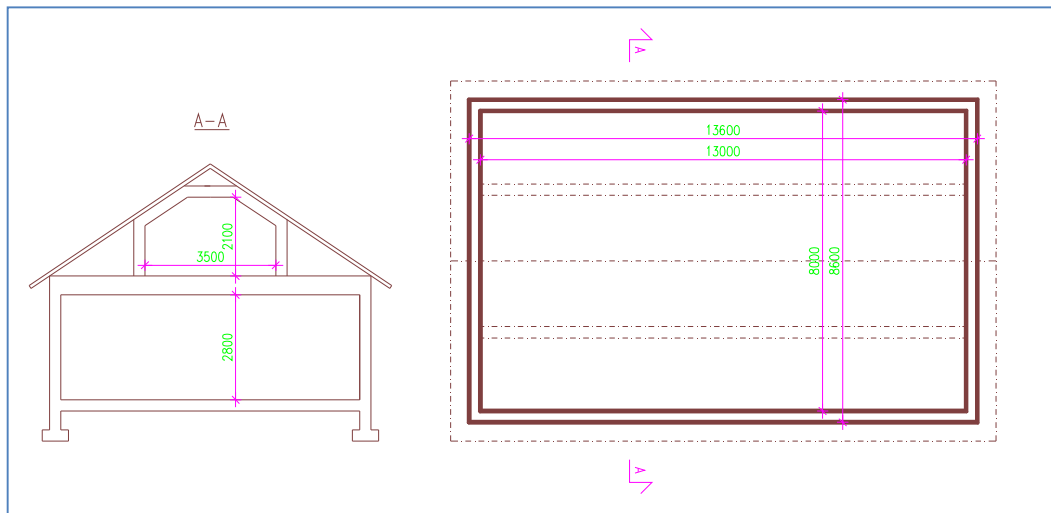
Tarkastelu suoritettiin ohjelmalla DofEnergy\_d5. Esimerkkikohteena käytettiin keskimääräistä 1990 luvun omakotitaloa, joka sijaitsee säävyöhyke 3:lla. Talossa asuu neljä asukasta. Rakennus runko oli ”keskiraskas I” eli sen ulkoseinät,

väliseinät sekä yläpohja olivat kevyitä rankarakenteita ja alapohja teräsbetonia. Rakennus lämmitetään kaukolämmöllä. Energian hinta oli laskennassa 0,07 €/kWh. Taulukossa 5 vertaillaan eri vuosikymmenien pientalojen U-arvoja sekä ilmastointiperiaatteita. Taulukon pohjana käytettiin Kajaanin ammattikorkeakoulun Petri Leskisen opinnäytetyötä. U-arvot, vuotoilmaluku n50 sekä ilmastoinnin periaate esimerkkilaskelmaan otettiin taulukosta 5 ja sen kohdasta 90-luku.

Taulukko 5 U-arvojen kehittyminen ( Leskinen 2010, 23)

U-arvo						2000-	2010-
	50-luku	60-luku	70-luku	80-luku	<b>90-luku</b>	luku	luku
Yläpohja	0,3	0,28	0,25	0,25	<b>0,16</b>	0,16	0,09
Alapohja	0,3	0,3	0,3	0,3	<b>0,2</b>	0,2	0,16
Seinät	0,48	0,4	0,3	0,28	<b>0,25</b>	0,24	0,17
Ikkunat	2,1	2,1	1,6	1,4	<b>1,4</b>	1,4	1
Vuotoilma	12	10	7	7	<b>4</b>	4	2
Ilmastointi	painov.	painov.	koneell.	koneel.	<b>LTO</b>	LTO	LTO

Esimerkkikohteessa on harjakatto, jonka alle rakennetaan pinta-alaltaan mahdollisimman suuri ullakkotila. Tällöin laskenta tuo paremmin vaikutukset esille. Kuvassa 4 on esitetty yksinkertaistettu malliesimerkki rakennuksen pohjaratkaisuista. Ullakkotilat eivät ole pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisia. Ullakon kuitenkin oletettiin olevan jatkuvassa käytössä ja ilmayhteydessä asuinkerrokseen. Liitteet 1,2 ja 3 esittävät tulokset tarkemmin.



Kuva 4 Yksinkertaistettu malli laskennan esimerkikohteesta

Ilman ullakkoa esimerkkirakennuksessa on  $104 \text{ m}^2$  ja sen energiatehokkuusluokka on F. Rakennuksen tilavuus on  $291 \text{ m}^3$ . Rakennus kuluttaa  $285 \text{ kWh/brm}^2/\text{vuosi}$ . Lämmitysenergiaa kuluu  $21677 \text{ kWh/vuosi}$  ja laitesähköä  $11690 \text{ kWh/vuosi}$ . Laitesähkö sisältää keskimääräisen tämän kokoisen rakennuksen energiankulutuksen. Yhteensä rakennus kuluttaa energiaa  $33267 \text{ kWh/vuosi}$ . Tällä kulutuksella rahaa energiankulutukseen menee  $2328,7 \text{ €/vuosi}$ .

Ensimmäisessä ullakkovaihtoehdossa käytettiin samanlaisia rakenteita kuin itse rakennuksessa, eli 1990-luvun U-arvoja. Huoneistoalaa ullakko tuo lisää  $45,5 \text{ m}^2$  ja kasvattaa rakennuksen huoneistoalaa  $43,75 \%$ . Rakennuksen tilavuus kasvaa  $88 \text{ m}^3$  arvoon  $379 \text{ m}^3$ . Tässä tapauksessa rakennuksen energiatehokkuusluokka parani luokasta F luokkaan E ja rakennus kulutti  $241 \text{ kWh/brm}^2/\text{vuosi}$ . Parantuva energiatehokkuusluokka on selitettävissä rakennuksen samana pysyvänä asukaslukuna ja näin suhteessa neliötä kohden käytettävän energiankulutuksen pienenemisenä, vaikka kokonaisenergian kulutus nousee. Lämmitysenergiaa kuluu  $24179 \text{ kWh/vuosi}$  ja laitesähköä  $17266 \text{ kWh/vuosi}$ . Kokonaiskulutus on siis  $41445 \text{ kWh/vuosi}$ , joka tekee  $2901,2 \text{ €/vuosi}$ . Energialasku kasvaa  $24,6 \%$ .

Kolmannessa esimerkivaihtoehdossa ullakkorakenteet valittiin taulukko 5, kohta "2010-luku" mukaan. Rakenteet siis vastaavat nykypäivän energiavaatimuk-

sia. Energiatohokkuusluokka pysyi E:ssä mutta energiatohokkuusluku putoaa lukemaan 234 kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi. Lämmitykseen energiaa kuluu 23103 kWh/vuosi ja laitesähk66n 17266 kWh/vuosi. Kokonaiskulutus on 40369 kWh/vuosi eli 2825,8 €/vuosi. Energialasku pienenee noin 85 € vuodessa.

Taulukko 6 Esimerkkilaskelman tulokset

Kohde	ala (hum <sup>2</sup> )	laitteet (kWh/a)	lämmitys (kWh/a)	yhteensä (kWh/a)	hinta (€/a)
Ilman ullakkoa	104	11690	21677	33267	2328,7
90-luvun ullakko rakenteet	149,5	17266	24179	41445	2901,2
2010-luvun ullakko rakenteet	149,5	17266	23103	40369	2825,8

2010-luvun rakenteilla saatiin rakennukseen lisähuoneistoalaa 43,75 % ja energialasku kasvaa 21,4 %. 45,5 hum<sup>2</sup> ullakko tuo rakennuksen energian kulutukseen noin 7100 kWh vuosilisän. Tällä periaatteella vanhoihin rakennuksiin ullakkorakentamisella saatavat lisäneliöt ovat energian kulutuksen kannalta edullisia ja järkevä tapa lisätä rakennuksen huoneistoalaa.

Jos ullakosta rakennetaan puolilämmin, siellä käydään vain harvoin ja kerroksen ja ullakon välinen kulkuyhteys on normaalisti suljettu, voidaan talon energian kulutuksen olettaa pienenevän. Oletus voidaan tehdä, koska ullakkotilaan ei rakenneta uusia lämmityslaitteita tai juurikaan muita energiankulutusta lisääviä laitteita ja uudet ullakkotilat parantavat rakennuksen yläpohjan lämmöneristävyyttä.

## 2.8 Rakennuslupa

Kaikkiin uusia tiloja muodostaviin hankkeisiin tarvitaan rakennuslupa. Lupaa haetaan ja sen myöntää paikallinen rakennusvalvontaviranomainen. Tarvittavat dokumentit voi selvittää rakennustarkastajan ohjeista. Ohjeet löytyvät suurimmalla osalla kunnista internetistä ja paperilla kunnan rakennusvalvontavirastosta. Ohjeet ovat yleensä pieniä vivahteita lukuun ottamatta yleispäteviä eri kunti-

en kesken. On suositeltavaa käydä projektin alkuvaiheessa oman kuntansa rakennusvalvontaviranomaisen puheilla ja keskustella hänen kanssaan lupamenettelystä, koska etenkin korjausrakentamisen lupamenettelyssä voi olla paljonkin eroja kuntien välillä. Vierailukäynnille kannattaa ottaa mukaan ensimmäiset luonnokset, joista rakennustarkastajalle on helpompi selvittää, millaisesta projektista on kyse. Lisäksi samalla selviävät mahdolliset erityiset lupamenettelyssä tarvittavat dokumentit.

Rakennuslupahakemus jätetään, kun pääpiirustukset ovat valmiit. Muut tarvittavat asiakirjat voi tarkistaa paikallisesta rakennusvalvontatoimistosta saatavasta listasta tai suoraan rakennuslupaviranomaiselta. Ohjeita piirustusten laatimiseen on esimerkiksi RT 15-10849 muutos- ja korjausrakentamisen piirustukset sekä RT 15-10824 pääpiirustukset, erityissuunnitelmat ja selvitykset.

On muistettava, että rakennuslupaprosessi on ainoastaan viranomaisprosessi, jolla valvotaan Suomeen rakennettavaa rakennuskantaa. Luvan hankinnasta ei kannata ottaa liian paineita vaan lupa myönnetään aina, kun projekti täyttää vaatimukset ja noudattaa määräyksiä.

## **3 RAKENNESUUNNITTELU**

### **3.1 Rakennusnormien kehitys**

Muutosrakentamisessa on ymmärrettävä vanhoja rakennuksia, jotta osaa tehdä suunnittelussa oikeita ratkaisuja. Suomen rakentamiseen normit ovat tulleet kunnolla vasta 1900-luvun puolenvälin jälkeen ja ovat näin vielä melko uusi asia. Tätä vanhemmat rakennukset on mitoitettu ja rakennettu lähinnä kokemusperäisesti. Aluksi normeja ja määräyksiä käytettiin suuremmissa rakennuksissa ja pientalot tehtiin pitkään kokemusperäisesti. On siis tärkeää ullakon perusparannusprojektiin lähdetäessä inventoida, millaiset kantavat rakenteet oikein ovat.

### 3.1.1 Kuormat

Kuormitusnormit otettiin Suomessa ensimmäisen kerran käyttöön Helsingissä vuonna 1913 ja muualla maassa 1932. Käytetyt hyötykuormat on ilmoitettu taulukossa 7.

Taulukko 7 Hyötykuormat 1913 (Helsinki), 1932 (koko maa) (Kerrostalot 1880-1940, 146)

Asuinhuoneet*	250 kg/m <sup>2</sup>	(2,5 kNm <sup>2</sup> )
Myymälät ja varastohuoneet**	350 kg/m <sup>2</sup>	(3,5 kNm <sup>2</sup> )
Kokoussalit, portaat ja porrastasot	400 kg/m <sup>2</sup>	(4,0 kNm <sup>2</sup> )
<b>Ullakot</b>	<b>150 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>(1,5 kNm<sup>2</sup>)</b>
Pihat kellarien päällä	500 kg/m <sup>2</sup>	(5,0 kNm <sup>2</sup> )

\*Puurakennuksissa voitiin käyttää arvoa 200 kg/m<sup>2</sup>

\*\*Myymälöiden yhteydessä olevissa varastohuoneissa. Varsinaisissa varastohuoneissa arvo oli 500 kg/m<sup>2</sup>.

Vuoden 1913 määräyksessä peltikaton kokonaiskuormaksi lumi- ja tuulikuormineen laskettiin 200 kg/m<sup>2</sup>. Vuonna 1932 määräyksiä muutettiin siten, että lumi-kuorman arvo vaakasuoraa neliometriä kohti oli Uudenmaan, Turun ja Porin lääneissä 100 - 150 kg/m<sup>2</sup> ja muualla 150 - 200 kg/m<sup>2</sup>. Samalla tuulikuorman arvo muutettiin pystysuoraa pintaa vastaan 100 kg/m<sup>2</sup> sisämaassa ja 125 kg/m<sup>2</sup> rannikolla.

Samaan aikaan kuormitusnormien kanssa tulivat myös sallitut jännitykset eri materiaaleille, aluksi lähinnä betonille ja sen teräsvahvistuksille. Suurin osa pientaloista on puurakenteisia ja taulukossa 8 on esitetty vanhat sallitut jännitykset eri jännitystyypeittäin erilaisille puulajeille.

Taulukko 8 Puurakenteiden sallitut jännitykset (Kerrostalot 1880-1940, 149)

Puurakenteiden sallitut jännitykset	1913 (Helsinki)*	1929 (Helsinki)**	1932***
Puristusjännitys yleensä	70 kg/cm <sup>2</sup>	-	-
Vetojännitys yleensä	71 kg/cm <sup>2</sup>	-	-
Puristusjännitys syiden suuntaan	-	80 kg/cm <sup>2</sup>	80kg/cm <sup>2</sup>
Puristus- ja vetojännitys syiden suuntaan taivutetuissa rakenteissa	-	90 kg/cm <sup>2</sup>	90kg/cm <sup>2</sup>
Puristus kohtisuoraan syitä vastaan koko leveydeltä	-	15 kg/cm <sup>2</sup>	15kg/cm <sup>2</sup>
Puristus kohtisuoraan syitä vastaan osalta leveyttä	-	25 kg/cm <sup>2</sup>	25kg/cm <sup>2</sup>
Leikkausjännitys syiden suuntaan	8kg/cm <sup>2</sup>	12 kg/cm <sup>2</sup>	12kg/cm <sup>2</sup>
Leikkausjännitys syitä vastaan	16 kg/cm <sup>2</sup>	-	-
Kimmomoduuli (E) syiden suuntaan	-	100 000 kg/cm <sup>2</sup>	100 000 kg/cm <sup>2</sup>

\*Mäntypuu

\*\*Ilmakuiva, suorasyinen havupuu, jossa ei ole haitallisia oksia tai muita vikoja

\*\*\*Ilmakuiva, suorasyinen havupuu, jossa ei ole haitallisia oksia tai muita vikoja.

Nurjahdusvaarallisissa rakenteissa tulee pienemmän hitausmomentin olla vähintään 70 Pl<sup>2</sup> cm<sup>4</sup> jossa P = kuorma tonneina ja l = nurjahduspituus metreissä, jos l/i on suurempi tai yhtä suuri kuin 100 (i = pienin hitaussäde). Siinä tapauksessa, että l/i on pienempi kuin 100, on nurjahdusvara tarkistettava Tetmajerin ohjeiden mukaan.

Nykyään kuormat tulevat eurokoodin mukaisesti standardista SFS-EN 1991 ja sen kansallisista liitteistä. Taulukossa 9 esitetään asuintilojen kuormat. Kuormat on esitetty hyötykuormina, jotka on vielä rakenteiden murtumislujuutta tarkasteltaessa kerrottava kuormituskertoimilla, jotka lisäävät rakenteen varmuutta. Tarkasteltaessa paikallisia vaikutuksia otetaan huomioon pistekuorma, jota ei yhdistetä tasaiseen kuormaan tai muihin muuttuviin kuormiin. Pistekuorman kuormitusala on 50 x 50 mm<sup>2</sup> kun pistekuorma on enintään 2 kN, muulloin käy-

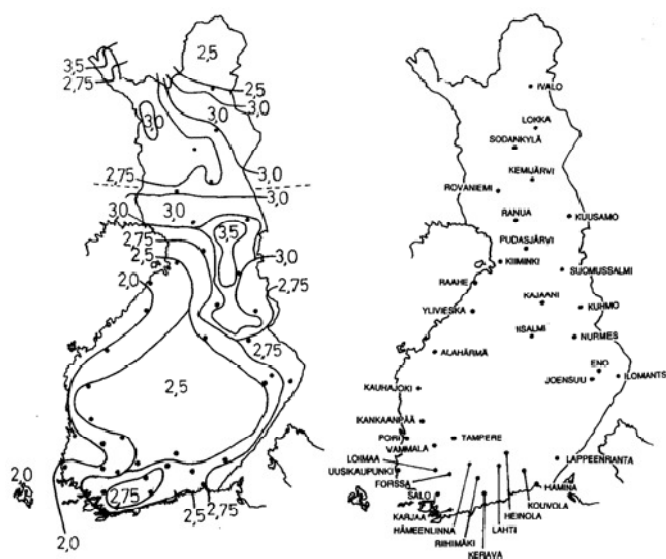


tetään arvoa  $100 \times 100 \text{ mm}^2$ . Vaakakuormaa käytetään kaiteena toimiviin välisiin ja kaiteisiin kohdistuvana vaakasuuntaisena viivakuormana. Viivakuorman oletetaan vaikuttavan käsijohteen kaiteen korkeudella, mutta ei ylempänä kuin 1,2 metriä.

Taulukko 9 Asuintilojen kuormitukset (Puurakenteiden suunnittelu – lyhennetty suunnitteluohje, 11)

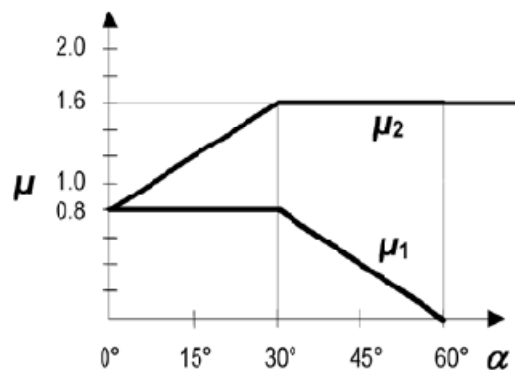
Käyttötarkoituseraluokka ja tila	Tasainen kuorma (kN/m <sup>2</sup> )	Pistekuorma (kN/m <sup>2</sup> )	Vaakakuorma (kN/m <sup>2</sup> )
Luokka A: Asuintilat			
Lattiat	2,0	2,0	0,5
Portaat	2,0	2,0	0,5
Parvekkeet	2,0	2,0	0,5

Lumikuormat saadaan paikkakunnittain kuvan 5 mukaisesti. Arvo on muunnettava erityisellä muotokertoimella, taulukko 10, joka ottaa huomioon katon kaltevuuden. Lumi- ja tuulikuormat on kuitenkin jo yleensä huomioitu rakennusvaiheessa eikä niitä tarvitse muuten huomioida kuin muistaa, että runkotolpille tulee muitakin kuormia kuin ullakon hyötykuormat. Laskelmien tekemiseen tarvitaan aina rakennesuunnittelijaa.



Kuva 5 Eurokoodin mukaiset lumikuormat paikkakunnittain (Puurakenteiden suunnittelu Lyhennetty - suunnitteluohje, 11)

Taulukko 10 Lumikuorman muotokertoimet (Puurakenteiden suunnittelu - Lyhennetty suunnitteluohje, 13)



$\mu_1$  on kuvaaja jolta muotokerroin luetaan,  $\alpha$  on katon kaltevuus

### 3.1.2 Lämmönläpäisykerroimet

Lämmönläpäisykerroin ilmoittaa lämpövirran tiheyden, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ympäristöjen välillä on yksikön suuruinen. Mitä pienempi rakennuksen lämmönläpäisykerroin U-arvo on, sitä vähemmän energiaa johtuu rakenteen läpi.

U-arvojen kehitys vuosikymmenittäin on esitetty taulukossa 5. Taulukosta näkee, että U-arvovaatimukset ovat lähivuosina kehittyneet nopeasti verrattuna aiempiin vuosikymmeniin. Tähän vaikuttaa ihmisten herännyt ympäristö- ja energiatietoisuus.

Nykyään U-arvoille on annettu minimivaatimukset Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C3. Taulukossa 11 on esitetty U-arvo vaatimukset, kun ullakolle rakennetaan asuintiloja. Taulukossa 12 on esitetty U-arvo vaatimukset, kun ullakolle rakennetaan puolilämmin tila.

Taulukko 11 Lämpimän tilan U-arvo vaatimukset

Vaipan osa	U-arvo vaatimus
Seinä	0,17 W/m <sup>2</sup> K
Yläpohja	0,09 W/m <sup>2</sup> K
Ikkuna	1,0 W/m <sup>2</sup> K

Taulukko 12 Puolilämpimän tilan U-arvo vaatimukset

Vaipan osa	U-arvo vaatimus
Seinä	0,26 W/m <sup>2</sup> K
Yläpohja	0,14 W/m <sup>2</sup> K
Ikkuna	1,4 W/m <sup>2</sup> K

### 3.2 Rakennusrunkojen kehitys

Ennen 1960-lukua talot rakennettiin usein itse ja ne olivat usein puolitoistakerroksisia. Rakennuksissa ei usein ole käyttämätöntä ullakotilaa. Rakennusrungot on tehty paikalla pitkästä sahatavarasta ja katot ovat usein jyrkkiä. Tämän vuosikymmenen rakennuksista voi olla vaikea löytää suunnitelmia ja piirustuksia. Rakentamisen taso on kirjavaa.

1960-luvun lopulla talopakettien valmistus yleistyi ja puurankarakenne oli ylivoimaisesti suosituin rakenne. Aiempien puolitoistakerroksisten talojen rinnalle tuli 1-kerroksisia suorakaiteen tai L:n muotoisia rakennuksia. Tasakatot tai loivat, kaltevuudeltaan 1:2 - 1:4 harjakatot olivat tyypillisiä 1960-luvun rakennuksille. Tällaiset rakennukset vaativat katon korottamista, jotta ullakolle saataisiin tilaa.

1970-luvun pientaloissa kattokaltevuus loiveni entisestään 1:5:stä aina tasakattoon asti. Ullakkorakentamisen kannalta tilanne on samankaltainen 1960-luvun rakennuksiin verrattuna. 1970-luvun loppupuolella rakennuskulttuuriin ilmestyi-

vät jyrkkäkattoiset ”käkikellotalot”. Tämänkaltaisissa rakennuksissa ullakko on usein jo valmiiksi kerros.

1980-luvulle tultaessa ei enää suosittu tasakattoja ja näin mahdollistettiin laajempi ullakkorakentaminen. 1980-luvun ilmiönä ovat runsaat syvennykset ja katkokset, jotka voivat vaikeuttaa ullakkoprojektia ja sen suunnittelua.

1990-luvulta lähtien pientalorakentamisessa käytetään monenlaisia rakenteita ja materiaaleja. Tästä johtuen myös rakennuksen runkoja on monenmuotoisia ja ullakkotilat on tarkistettava rakennuskohtaisesti.

### **3.3 Lujuuslaskelmat**

Vaadittavat lujuuslaskelmat suorittaa vähintään A-tason rakennesuunnittelija. Laskelmat tehdään usein mitoitukseen räätälöidyllä tietokoneohjelmalla. Puurunkoisen pientalon rakennelaskelmat voi tehdä esimerkiksi ohjelmalla Finnwood 2.3. Se on ilmainen puurakenteiden mitoitukseen kehitetty Metsäliiton Puuteollisuuden omistama laskentaohjelma.

### **3.4 Olosuhteet tuulettuvassa ullakkotilassa**

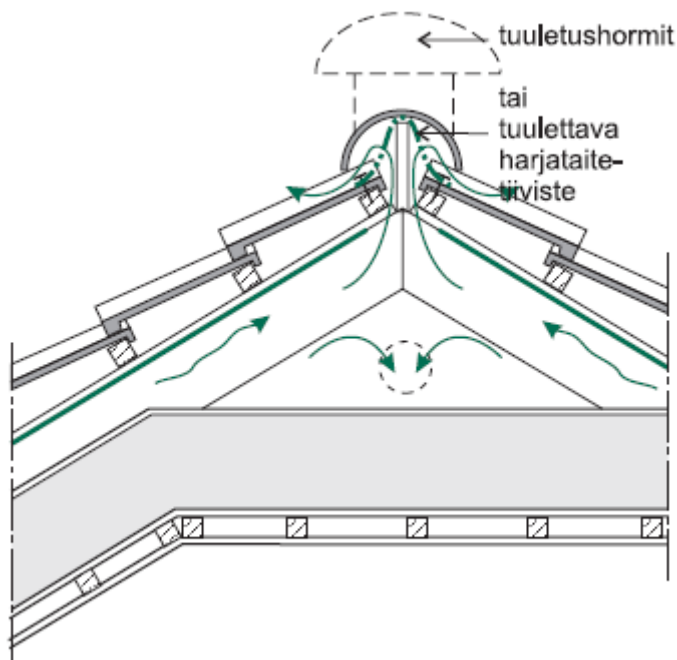
Ennen ullakkotilan rakentamista hyvin tuulettuvassa ullakkotilassa vallitsee lähes ulkoilmaa vastaavat olosuhteet. Tämä tarkoittaa, että ullakon rakenteet on rakennettava ja suunniteltava ulkoilmaan rajoittuvina. Rakenteisiin vaaditaan tuulensuojat, lämmöneristeet ja höyrynsulut kuten muihinkin seinä- ja yläpohjarakenteisiin.

### **3.5 Yläpohjan tuulettuminen**

Yläpohjan tuulettuminen varmistetaan jättämällä vanhan vesikattorakenteen ja uusien ullakon yläpohjaeristeiden väliin vähintään 75 mm tuuletustila. Tuuletusrako kannattaa kuitenkin suunnitella mahdollisuuksien mukaan ainakin 100 mm paksuksi. Mahdollisten rakennusvirheiden kaventaessa tuuletusrakoa, 100 mm väli ei jää heti alimitoitetuksi.

Yläpohjan tuuletuksen perusajatuksena on, että alemmat tuuletusaukot ovat räystäiden alla ja ylempät poistoilma-aukot mahdollisimman korkealla esimerkiksi päätykolmiossa. Tällöin painovoimainen tuuletus toimii mahdollisimman tehokkaasti. Erityisesti ylempiä katon harjan poistoilma-aukkoja on oltava riittävästi, jotta harjalle ei jää huonosti tuulettuvaa umpipussia kostean ja lämpimän ilman noustessa ylös. Tällöin kostea ilmassa oleva vesihöyry pääsee tiivistymään kylmiin vesikaterakenteisiin ja aiheuttamaan pahimmillaan home- ja lahovaurioita. Ilmanpoistoaukkojen suuruus on noin 1 dm<sup>2</sup> jokaista yläpohjan 10 m<sup>2</sup> kohti. Tuuletus rakenteiden on toimittava myös talvella eivätkä ne saa tukkiutua esimerkiksi lumen vaikutuksesta. Aukot kannattaa varustaa verkoilla, jotka estävät tuhoeläinten pääsyn yläpohjaan.

Harjakattoisissa rakennuksissa alemmat tuuletusaukot ovat räystäään alla ja ylempät päätykolmioissa. Kun rakennus on yli 10 metriä pitkä, on yläpohjan tuulettumista lisättävä tuulettavalla harjarakenteella tai tuuletushormeilla. Kuvassa 6 on esitetty harjan tuuletusperiaatteet tiilikatteisessa vesikatossa. Myös pelti- ja bitumikatetuille vesikatoille on saatavissa omat harjatuuletusratkaisut. Aumakatoissa ja taitekatoissa toimivat samat periaatteet kuin harjakatoissa.



kuva 6 Yläpohjan tuuletus (RT 85-10738, 11)

Pulpettikattoisissa rakennuksissa tuuletus hoituu alemman sekä ylempään räystään alta siten, että poistoilma-aukkona toimii ylempi räystäslinja. Tässäkin tapauksessa on tarkistettava poistoilma-aukkojen riittävyys. Kuvassa 7 on esitetty ullakollisen pulpettikatto yläpohjan tuuletus. Nuolet esittävät ilman virtausta käyttämättömässä ullakkotilassa.

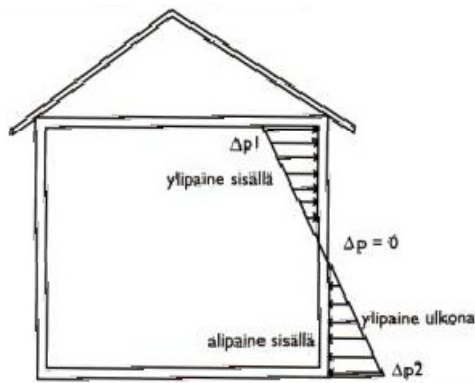


Kuva 7 Pulpettikaton tuuletus

### 3.6 Rakenteiden valinta

Lähtökohdat ullakkorakenteiden valintaan tulevat U-arvovaatimuksista. Ullakkorakentamisessa, jossa on usein käytettävissä vähemmän tilaa kuin uudisrakentamisessa, on rakenteen paksuudella suuri merkitys. Paras ja lähes ainoa tapa vaikuttaa rakenteen paksuuteen on valita mahdollisimman hyvä eriste, joka mahdollistaa rakenteen mahduttamisen pienempään tilaan.

Ullakkorakentamisessa on myös tärkeää saada rakenteet tiiviiksi, koska lämpö nousee rakennuksessa ylöspäin. Tämä aiheuttaa niin kutsutun kuvan 8 mukaisen savupiippuvaikutuksen, joka aiheuttaa suurempaa ilmavirtaa rakenteen läpi rakennuksen yläosassa. Tiiveys saavutetaan huolellisella suunnittelulla ja erityisesti rakentamisella.



Kuva 8 Lämpötilaeron aiheuttama paine-ero (Sisäilmayhdistys: Ilmavirtaukset rakennuksessa)

Vertailuun valittiin perinteinen mineraalivilla, joka on lämmöneristävyydeltään heikompi. Vertailun parempi eriste oli polyuretaani, jolla päästiin ohuempiin rakennekerrokseen. Vertailun laskelmat suoritettiin ohjelmalla Doflampo. Doflampo ei huomionnut SPU:n Vintti-lita-eristeessä valmiina olevaa diffuusiotiivistä pinnointia, vaan se lisättiin tarkasteluissa manuaalisesti. Puolilämpimän tilan kylmimmän ajan sisälämpötilaksi arvioitiin + 10 °C. Lämpötila arvioitiin yläkanttiin, joka lisäsi varmuutta laskelmiin. Mitä matalampi lämpötila sisällä on suhteessa ulkolämpötilaan, sitä epätodennäköisempää kosteuden tiivistyminen rakenteseen on.

Mineraalivillaa on kahta erilaista: lasivillaa sekä kivivillaa. Lasivillalla tai kivivillalla ei ole juuri toiminnallisia eroja. Eroja on lähinnä valmistusmateriaaleista sekä -menetelmistä. Mineraalivilla ei lahoa. Mineraalivillan lämmönjohtavuus  $\lambda_D$  on 0,046 – 0,05 W/mK.

Polyuretaani on polymeeri. Vertailun eristeistä polyuretaani on eristävydeltään paras ja kuutiohinnaltaan kallein. Polyuretaanisten SPU-eristeiden lämmönjohtavuus  $\lambda_D$  on 0,023 W/mK.

Taulukkoon 13 on koottu esimerkkilaskelman tulokset. Seinärakenteiden hintoihin huomioitiin eristeiden hinnat, höyrynsulun hinta, jos se tarvitaan, ja kipsilevyn hinta, kun se tarvitaan erikseen. Näin saatiin mahdollisimman tasapuolinen hintavertailu eri eristetyyppien välille. Hinnat tarkistettiin Internetissä toimivasta

www.taloon.com rautakaupasta ja ne esitettiin taulukossa 13. Käytetyt tuotteet olivat polyuretaanieristeistä SPU Vintti-lita sekä SPU Hetivalmis Anselmi ja mineraalivillasta Isover mineraalivilla, Isover tuulensuojalevy ja Isover REK 25 jäykkä valmiiksi höyrynsulutettu lämmöneriste.

Taulukko 13 Seinärakenteiden vertailu

		Polyuretaani	Mineraalivilla
<b>Ulkoseinä Lämmin</b>			
Paksuus	(mm)	160	257
U-arvo	(W/m <sup>2</sup> k)	0,17	0,168
Hinta	(€/m <sup>2</sup> )	<b>59,9</b>	<b>29</b>
<b>Ulkoseinä puolilämmin</b>			
Paksuus	(mm)	122	172
U-arvo	(W/m <sup>2</sup> k)	0,249	0,236
Hinta	(€/m <sup>2</sup> )	<b>44,13</b>	<b>26,33</b>
<b>Yläpohja lämmin</b>			
*Paksuus	(mm)	250	482
U-arvo	(W/m <sup>2</sup> k)	0,087	0,9
Hinta	(€/m <sup>2</sup> )	<b>95,6</b>	<b>49,2</b>
<b>Yläpohja puolilämmin</b>			
*Paksuus	(mm)	200	307
U-arvo	(W/m <sup>2</sup> k)	0,136	0,139
Hinta	(€/m <sup>2</sup> )	<b>72,5</b>	<b>37,7</b>

\*Yläpohjan paksuudessa ei ole huomioitu vesikattorakennetta tai vähintään 75 mm tuulettuvaa ilmatilaa koska se on aina sama riippumatta eristävästä kerroksestä.



Taulukko 14 Materiaalien hinnat

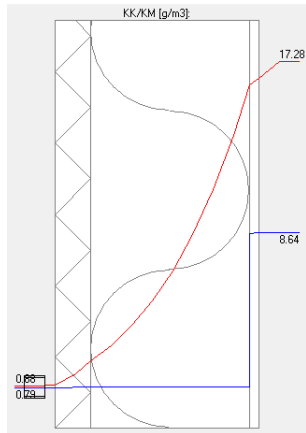
Vintti-lita	315 €/m <sup>3</sup>
Hetivalmis anselmi	552 €/m <sup>3</sup>
Mineraalivilla	66 €/m <sup>3</sup>
Tuulensuojalevy	260,6 €/m <sup>3</sup>
Isover rek 25	7,7 €/m <sup>2</sup>
höyrynsulku	0,7 €/m <sup>2</sup>
Kipsilevy	3,4 €/m <sup>2</sup>

Kuvissa 9 - 16 punainen käyrä tarkoittaa kastepistettä, jonka saavutettuaan rakenteessa oleva vesihöyry tiivistyy rakenteisiin. Sininen käyrä ilmoittaa rakenteessa olevan vesihöyryn määrän. Jos käyrät leikkaavat keskenään, rakenteeseen tiivistyy vettä.

Lämpimässä tilassa mitoittavaksi huonelämpötilaksi lämmityskaudella valitaan +17 °C tai sitä korkeampi lämpötila. Puolilämmintä tilaa ei ole tarkoitettu jatkuvaan oleskeluun pelkästään normaalia sisävaatetusta käyttäen. Tilan lämpötilaa pidetään lämmityskaudella keskimäärin välillä +5 °C ja +17 °C. Jos ullakolle halutaan lämmittämätön tila, niin tällöin rakenteille ei ole lämmöneristysvaatimuksia ja tilan lämpötila seuraa ulkolämpötiloja.

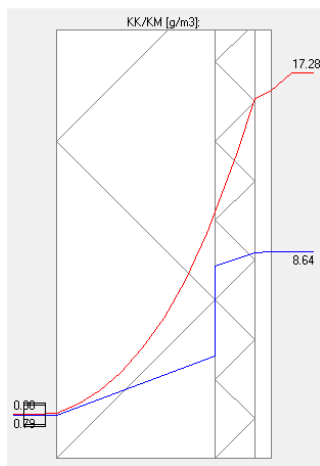
### 3.6.1 Lämpimän tilan rakenteet

Kun käytetään ulkoseinän eristeenä mineraalivillaa, tulee seinärakenteesta 257 mm paksu ja sen U-arvo on 0,168 W/m<sup>2</sup>K. Rakenteet ulkoa sisälle päin ovat 45 mm tuulensuojalevy, 200 mm mineraalivilla, höyrynsulku ja kipsilevy. Kosteus ei tiivisty rakenteeseen kuvan 9 mukaisesti.



Kuva 9 Kosteuskäyttäytyminen lämpimässä mineraalivilla seinärakenteessa

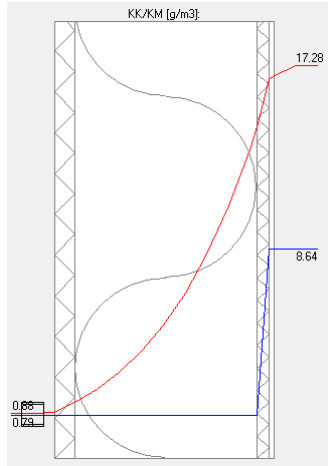
Ulkoseinän eristeenä on polyuretaani. Polyuretaanieristeen kanssa ei tarvita erillistä tuulensuojaa tai höyrynsulkua. Seinärakenne on SPU:n suosittelema ullakkorakentamiseen. Rakenteet ulkoa sisälle päin ovat 120 mm Vintti-lita, 40 mm SPU Anselmi, jossa on valmiina kipsilevy sisäpinnassa. Rakenne on 160 mm paksu ja sen U-arvo on  $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Rakenteeseen ei tiivisty vettä kuvan 10 mukaisesti.



Kuva 10 Kosteuskäyttäytyminen lämpimässä polyuretaani seinärakenteessa

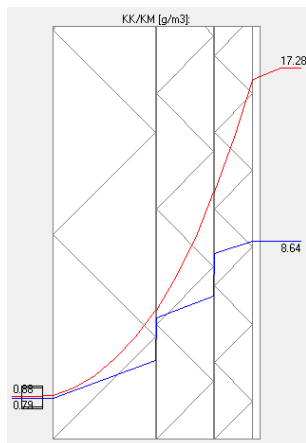
Yläpohjan eristeenä on mineraalivilla. Nykyiset U-arvo vaatimukset tekevät yläpohjasta paksun. Ullakkotilojen ollessa yleensä matalia ei mineraalivilla välttämättä sovellu käytettäväksi. Rakenne on ulkoa sisälle päin 45 mm tuulensuoja-levy, 400 mm mineraalivilla, 25 mm jäykkä alumiinipintainen mineraalivillaeristelevy, harvalaudoitus ja kipsilevy. Lisäksi rakenteeseen kuuluu vielä vesikate alusrakenteineen ja 75 mm tuuletettu ilmarako, mutta niitä ei laskennassa huo-

mioida niiden olemattoman vaikutuksen takia. Rakenteen U-arvo on 0,09 W/m<sup>2</sup>K ja kokonaispaksuus 482 mm ilman ilmatilaa ja vesikatto rakenteita. Rakenteeseen ei tiivisty vettä kuvan 11 mukaisesti.



Kuva 11 Kosteuskäyttäytyminen lämpimässä mineraalivilla yläpohjarakenteessa

Yläpohjan eristeenä on polyuretaani. Rakenne ulkoa sisälle päin on 250 mm Vintti-lita SPU eriste ja 60 mm SPU Anselmi, jossa on valmiina kipsilevylevypinnoite. Rakenteen kokonaispaksuus on 310 mm ja U-arvo 0,087 W/m<sup>2</sup>K. Rakenteeseen ei tiivisty kosteutta kuvan 12 mukaisesti.

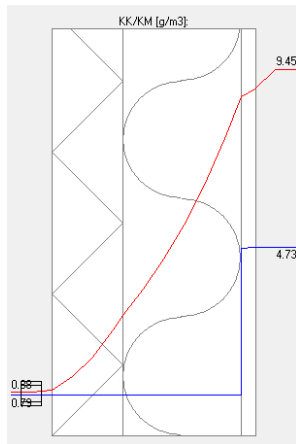


Kuva 12 Kosteuskäyttäytyminen lämpimässä polyuretaani yläpohjarakenteessa

### 3.6.2 Puolilämpimän tilan rakenteet

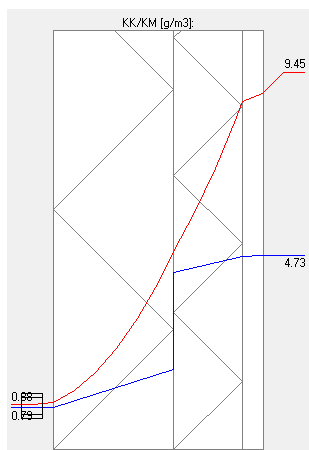
Ulkoseinä eristeenä on mineraalivilla. Rakenne on ulkoa sisälle päin 60 mm tuulensuoja, 100 mm mineraalivilla, höyrynsulku, kipsilevy. Rakenne on yhteen-

sä 172 mm paksu ja sen U-arvo on 0,236 W/m<sup>2</sup>K. Rakenteeseen ei tiivisty kosteutta kuvan 13 mukaisesti.



Kuva 13 Kosteuskäyttätyminen puolilämpimässä mineraalivilla seinärakenteessa

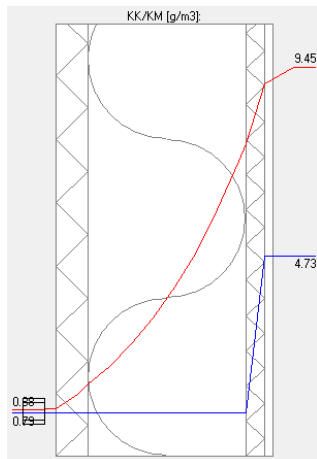
Ulkoseinäeristeenä on polyuretaani. Rakenne on muuten lähes sama kuin lämpimässä tilassa mutta pienempi U-arvo vaatimus laskee eristepaksuutta. Uloimmainen kerros on 70 mm SPU Vintti-lita, jonka päälle asennetaan 40 mm Hetivalmis Anselmi. Seinärakenne on 122 mm paksu ja sen U-arvo on 0,249 W/m<sup>2</sup>K. Rakenteeseen ei tiivisty vettä kuvan 14 mukaisesti.



Kuva 14 Kosteuskäyttätyminen puolilämpimässä polyuretaani seinärakenteessa

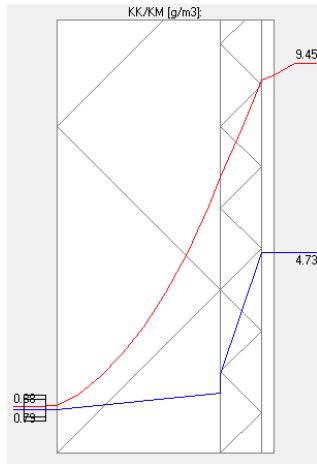
Yläpohjaeristeenä on mineraalivilla. Kuten mineraalivillaisessa ulkoseinässäkin rakenne muuttuu ainoastaan ohuemmaksi verrattuna lämpimän tilan yläpohja-

rakenteeseen. Rakenne ulkoa sisälle päin on 45 mm tuulensuoja levy, 225 mm mineraalivilla, 25 mm jäykkä alumiinipintainen mineraalivillaeristelevy, harvautus ja kipsilevy. Lisäksi rakenteeseen kuuluu vielä vesikate alusrakenteeseen ja 100 mm tuuletettu ilmatila mutta laskennassa niitä ei ole huomioitu. Rakenteen U-arvo on 0,139 W/m<sup>2</sup>K ja paksuus 307 mm ilman vesikattorakennetta ja 75 mm tuulettuvaa ilmatilaa. Rakenteeseen ei tiivisty kosteutta kuvan 15 mukaisesti.



Kuva 15 Kosteuskäyttäytyminen puolilämpimässä mineraalivilla yläpohjarakenteessa

Yläpohjan eriste on polyuretaanista. Kuten muissakin puolilämpimän tilan rakenteissa rakenteet ovat päällisin puolin samoja, mutta ainoastaan ohuempia. Rakenteet ulkoa sisälle ovat 160 mm Vintti-lita SPU-eriste, 40 mm Hetivalmis Anselmi. Rakenteen U-arvo on 0,136 W/m<sup>2</sup>K. Yläpohja on 200 mm paksu ilman vesikattorakenteita sekä 75 mm tuulettuvaa ilmatilaa. Rakenteeseen ei tiivisty kosteutta kuvan 16 mukaisesti.



Kuva 16 Kosteuskäyttäytyminen puolilämpimässä SPU yläpohjarakenteessa

Ullakkorakentamisessa polyuretaanieristeet ovat järkeviä, koska yleensä ullakolla on vain vähän tilaa ja niillä päästään parhaimmillaan lähes puolet ohuempiin yläpohjarakenteisiin. Ulkoseinissä polyuretaanilla saavutetaan noin kolmasosan etu seinäpaksuudessa.

Mineraalivillalla eristetyt rakenteet ovat noin puolet halvempia neliömetrille. Esimerkiksi energiankulutuslaskun esimerkkikohteessa ullakon seinä- ja yläpohjarakenteiden hintaeroksi tulisi 3755 €. Mineraalivillarakenteet maksavat 3815 € ja polyuretaanirakenteet 7570 €. Hintoihin on huomioitu ainoastaan jo aiemmin esitetyt materiaalit.

Rakennusfysikaalisesti molemmilla eristeillä saadaan toimivia rakenteita eikä rakennusfysikaalinen toiminta ole ratkaiseva tekijä seinärakennetta valittaessa.

Eristeet on aina valittava tapauskohtaisesti. Kun tilaa on ullakolla paljon ja rakenteiden paksuudella ei ole väliä, kannattaa valita mineraalivilla sen ollessa halvempi ja rakentajien keskuudessa tunnetumpi. Jos kohteessa on vähän tilaa, on etsittävä eristävyydeltään parempia eristeitä. Tällä hetkellä polyuretaanieristeet ovat eristävyydeltään kärkipäässä. Tulevaisuudessa tullaan kehittämään entistä parempia eristeitä, kuten tyhjiöeristeitä, ja näiden kannattavuus on tutkittava erikseen.

## 4 TALOTEKNIikka

Ullakolla ei yleensä ole valmiina minkäänlaisia lämpö-, sähkö-, vesi ja viemäri-linjoja vaan niille joudutaan vetämään uudet nousut rakennuksen alakerrasta. Tämä voi olla vaikeaa sen mukaan, millaisia rakenteita käytetään. Uudet putket voivat häiritä ja viedä tilaa alemmista kerroksista. Uusien linjojen asentaminen ja suunnitteleminen voi olla vaikeaa ja vaatii alan ammattilaisia.

### 4.1 Tilan lämmittäminen

Lämmön noustessa ylöspäin asuinullakolle nousee luonnostaan lämpöä alemmista kerroksista ilmayhteyden ollessa auki. Ullakolle on joka tapauksessa järjestettävä myös omia lämpölähteitä asuintilojen yhteyteen. Lämpöpattereiden asentaminen on urakkana ja vaatii aina ammattilaisasentajia ja suunnittelijoita.

Kun ullakotila ei vaadi lämmityslaitteita, on syytä jättää porraskäytävän yläpään suljettava lämmöneristetty luukku. Luukulla estetään turha lämpövirta ullakolle ja säästetään energiaa.

### 4.2 Vesi

Jos ullakolle rakennetaan vesipisteitä vaativia asuintiloja kuten sauna, joudutaan vesi- ja viemäriputkissa uudisrakentamista vastaaviin rakennustoimenpiteisiin. Molemmille on rakennettava nousut rakennuksen alakerroksesta ja liittämään ne vanhoihin linjoihin. Asennuksessa on huomioitava uusien nousujen ja niiden kotelointien esteettinen sopivuus alempiin kerroksiin. Tässä vaiheessa kannattaa tarkistaa myös vanhojen linjojen kunto ja riittävyys mahdollisesti kasvavaan veden virtaamaan. Toimenpiteet vaativat osaavan putkimiehen ja hyvät suunnitelmat, jotta lopputuloksesta tulee hyvä.

### 4.3 Ilmanvaihto

1960-luvulle asti asunnoissa yleisin ilmanvaihtojärjestelmä oli painovoimainen ilmanvaihto. Painovoimainen ilmanvaihto perustuu lämpötilaerojen ja tuulen aiheuttamiin paine-eroihin. Painovoimainen ilmanvaihto on tehokkaimmillaan talvella eikä näin ole energiatehokas. Tähän ilmanvaihtojärjestelmään ei saa myöskään liitettyä LTO-laitteistoa. Painovoimaista ilmanvaihtoa ei nykyään enää suosita huoneittain ja vuodenajoittain vaihtelevasta ilmanvaihdosta johtuen. Jos ullakkoa pyritään rakentamaan tällaiseen rakennukseen, on syytä harkita ilmanvaihdon tehostamista koneellisesti, jolloin ilmanvaihto saadaan paremmin hallintaan.

1960-luvulta lähtien rakennuksissa on yleistynyt koneellinen poistoilmanvaihto. Tässä järjestelmässä ilma poistetaan koneellisesti yleensä katolla olevalla huippuimurilla, joka luo tilaan alipainetta ja vetää sisään korvausilmaa ulkoilmaventtiileistä. Tässä järjestelmässä sääolosuhteet eivät juuri vaikuta ilmanvaihdon määrään. Ullakon ilmanvaihto on mahdollista liittää järjestelmään mutta on tarkistettava vanhan ilmanvaihtokoneen riittävyys rakennuksen kasvaneeseen ilmatilavuuteen.

1990-luvulta yleistyi koneellinen tulo- ja poistoilman vaihto. Tässä tyypissä myös tuloilma puhalletaan sisään koneellisesti. Tuloilma myös lämmitetään. Koneellinen tuloilma mahdollistaa LTO-laitteiston käytön poistoilmasta, mikä parantaa rakennuksen energiataloutta. Myös tämän järjestelmän riittävyys on tarkistettava, kun liitetään ullakkotiloja järjestelmään.

Riippumatta rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmästä on huolehdittava, että myös asuinullakolla ilma vaihtuu riittävän 0,5 1/h. Tämä tarkoittaa, että rakennuksen ilma vaihtuu kokonaan aina kahden tunnin välein. Ilmanvaihdon suunnittelee siihen erikoistunut yritys. Myös rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän valmistaja voi antaa lisätietoja laitteistostasi.



## 4.4 Sähkö

Sähköjohdot mahtuvat pieneen tilaan eivätkä aiheuta haittaa alemmissa kerroksissa. Tosin sähköpääkeskusta voidaan joutua muuttamaan. Sähkötöitä varten on tilattava osaava sähkösuunnittelija ja asentaja.

## 5 TALO KAIKKONEN

### 5.1 Kohteen esittely

Kyseessä on vuonna 1992 rakennettu omakotitalo. Rakennus sijaitsee Vantaan Päiväkummussa Kaupinkuja 17:ssä. Rakennuksen on suunnitellut rakennusinsinööri Atso Inkeroinen. Kuvassa 17 on yleiskuva rakennuksen takapihalta.

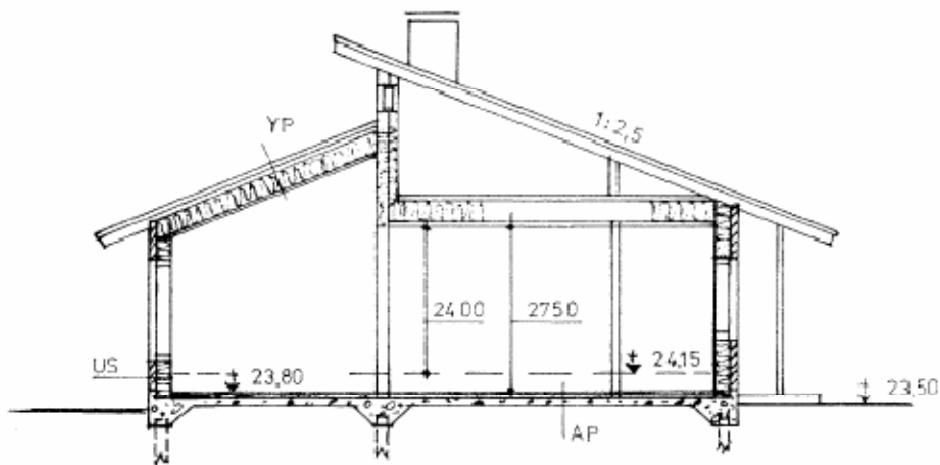
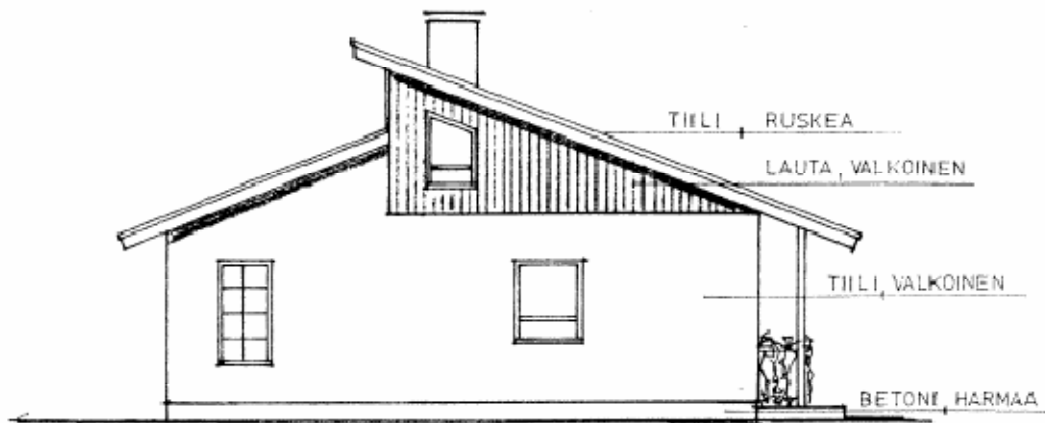


Kuva 17 Yleiskuva rakennuksesta

Tontilla sijaitsee kaksi rakennusta, 40 kem<sup>2</sup> autotalli sekä 150 kem<sup>2</sup> omakotitalo. Omakotitalo on perustettu teräsbetoniselle reunavahvistetulle laatalle, joka on lisäksi tuettu paalujen varaan. Muuten rakennus on puurunkoinen ja julkisivu-

materiaali on pääosin valkoinen tiili. Ullakon kohdalta julkisivu on valkoista laudoitusta. Rakennuksessa on pulpettimuotoinen tiilikatto.

Ulkoseinä on ulkoa sisälle päin lueteltuna tiili 85 mm, tuulettuva ilmarako, tuulensuojalevy 12 mm, mineraalivilla 175 mm ja kipsilevy. Ulkoseinän U-arvo on  $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Yläpohja rakenne on ulkoa sisälle päin tiili, aluskate, mineraalivilla 300 mm, kosteussulku ja rakennuslevy. Yläpohjan U-arvo on  $0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Alapohja on sisältä ulospäin lueteltuna pintabetonilaatta 50 mm, polystyreenieriste 100 mm, betoni 120 mm ja sora 300 mm. Alapohjan U-arvo on  $0,23 \text{ W/m}^2\text{k}$



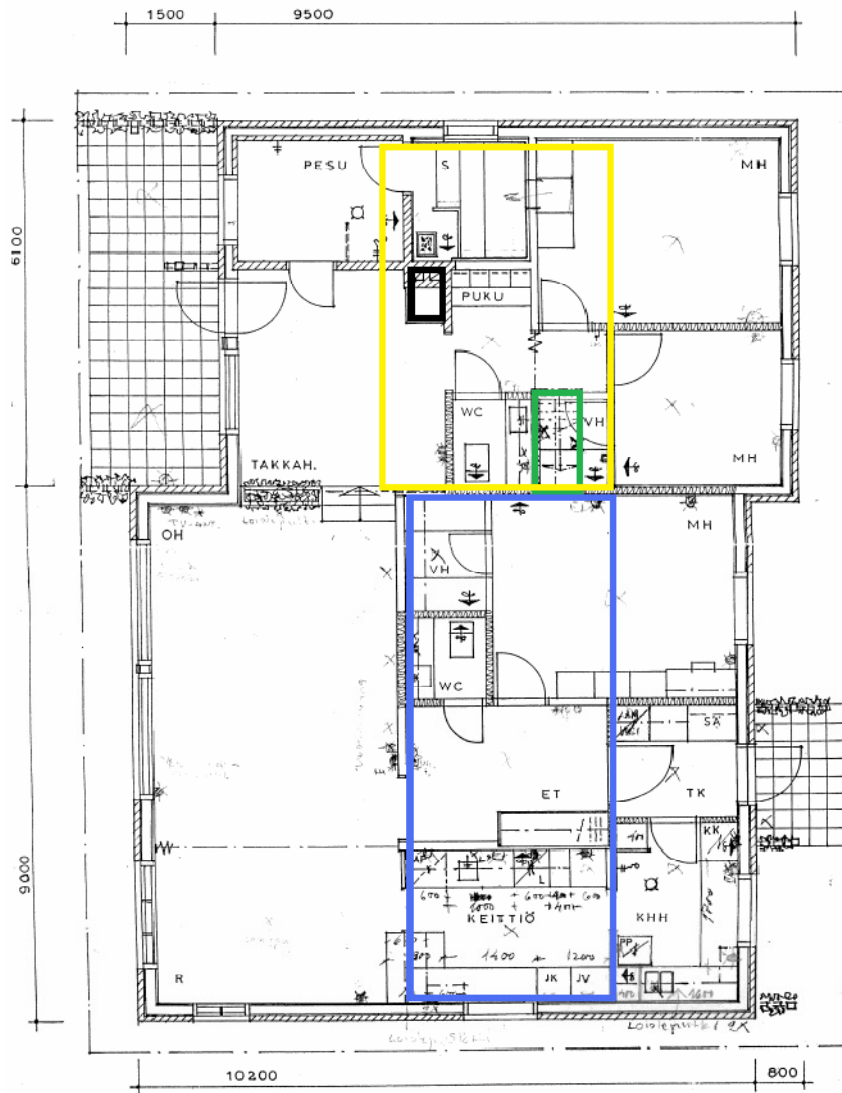
Kuva 18 Vanhat piirustukset, julkisivu etelään sekä leikkauspiirustus

## 5.2 Tilaajan toiveet

Tilaajan toiveena oli saada kuvissa 18 ja 19 näkyvälle ullakolle yksi makuuhuone, oleskelutilaa sekä vaatehuone. Lisäksi ullakolle johtavat portaat olisi saattava loivemmiksi ja paremmiksi asumiseen sopiviksi.

Aloitin projektin tutkimalla vanhoja piirustuksia, tutustumalla Vantaan asemakaavaan sekä käymällä kohteessa. Tutustuminen selvitti, että olisi joko ryhdyttävä suuriin rakenteellisiin muutoksiin tai tyydyttävä vaatimattomampiin tiloihin. Piirustukset sekä tutustuminen osoittivat, että ullakolle olisi mahdotonta rakentaa asuinhuoneen kriteerit täyttäviä tiloja. Ullakko oli liian matala eikä täyttäisi asuinhuoneen huonekorkeuden minimivaatimuksia. Rakennusoikeutta tontilla on 150 + ta 40 m<sup>2</sup>, jossa ensimmäinen luku ilmoittaa asuinrakennuksen suurimman mahdollisen asuinkerrosalan ja toinen taloustilaksi, autosuojaksi tai autokatokseksi varattavan kerrosalan. Koska tontin rakennusoikeus oli jo käytetty kokonaan nykyisessä tilanteessa, olisi täytynyt hakea asemakaavamuutoksia. Asemakaava ei myöskään sallinut asuinrakentamista ullakolle.

Tilaaja päätyi muuttamaan toiveitaan siten, että ullakolle tulisi askartelu- ja harrastetilaa ullakon korkeampaan päätyyn. Matalampaan päätyyn varattaisiin mahdollisuus tavaransäilyttämiseen. Portaita ei tarvitse lain mukaan muuttaa, mutta vaihtoehtoja niiden parantamiseen kuitenkin mietitään. Kuvassa 19 on esitetty sinisellä suunniteltu askartelu- ja harrastetila sekä keltaisella tavaransäilytykseen varattu tila. Portaat on merkitty vihreällä ja tulisijan hormin oikea sijainti mustalla.



Kuva 19 Piirustus ullakon sijoittumisesta suhteessa asuinkerrokseen, piirustus on kopio vanhoista piirustuksista

### 5.3 Lähtötilanne ullakolla

Ikkunat ovat yksilasisia eivätkä täytä mitään lämpimän tilan vaatimuksia. Yläpohjan mineraalivillat ovat näkyvillä ja tuhoeläinten pääsy ullakolle on mahdollista räystään alitse. Oravat ovat paikoin käyneet repimässä eristeitä. Ilmastointikanavat sekä kattoa kannattelevat pilarit ovat suunnitellun asuintilan keskellä. Portaiden sekä ullakkotilan välinen luukku on hankala käyttää. Tulisijan hormi jää ullakkotilan sisään. Kuvat 20 ja 21 esittävät ullakon nykytilannetta ennen mitään toimenpiteitä.





kuva 20 Lähtötilanne ullakon pohjois-päädystä



Kuva 21 Lähtötilanne ullakon etelä-päädystä

## 5.4 Lujuuslaskelmat

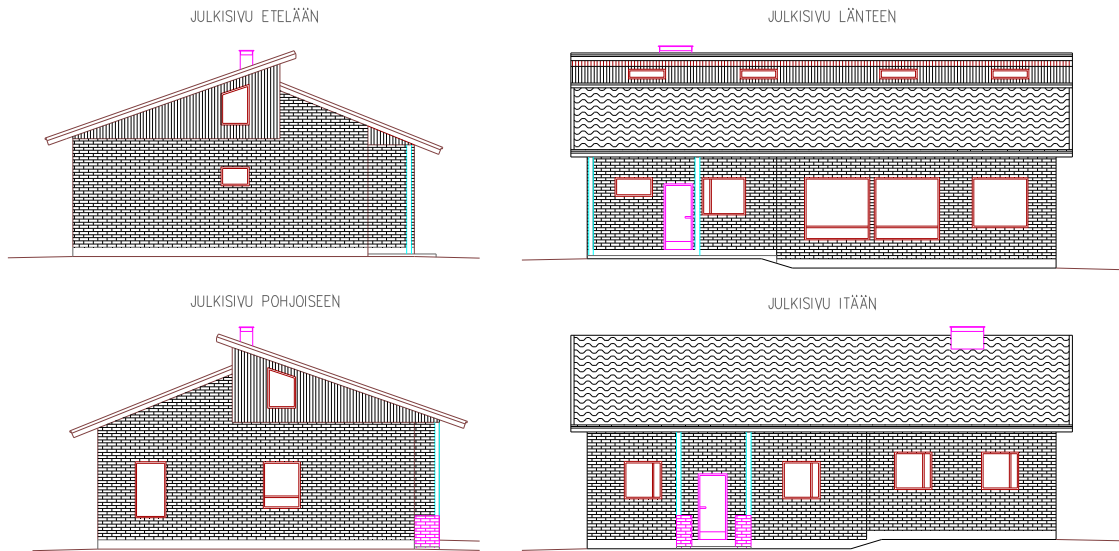
Rakennemallit lujuuslaskelmiin otetaan vanhoista rakennepiirustuksista ja tarkastusmittauksista. Tarkastusmitoitukset suoritetaan ohjelmalla FinnWood. Tässä tapauksessa tarkastuslaskelmat suoritetaan välipohjapalkeista, jotka jäävät ullakon lattiaksi sekä seinätolpista. Mitoitukseen valitaan suoraan määräävimmit rakenneosat, jotta selvittää pienellä määrällä tarkasteluja. Mitoituksessa käytetään lujuusluokituksestaan sahatavaraa C24, joka on puutavaraluokituksen keskivaiheilla.

Mitoituksissa tarkasteltiin rakenteiden murtolujuutta ja se oli riittävä. Laskelmat näyttävät, että käyttörajatilamitoituksen mukaan käyttöasteet ylittyvät. Rakennuksen välipohjassa ja ulkoseinissä on oikeasti ristikoolauksia, jotka tekevät rakenteesta lujemman kuin laskennassa on huomioitu.

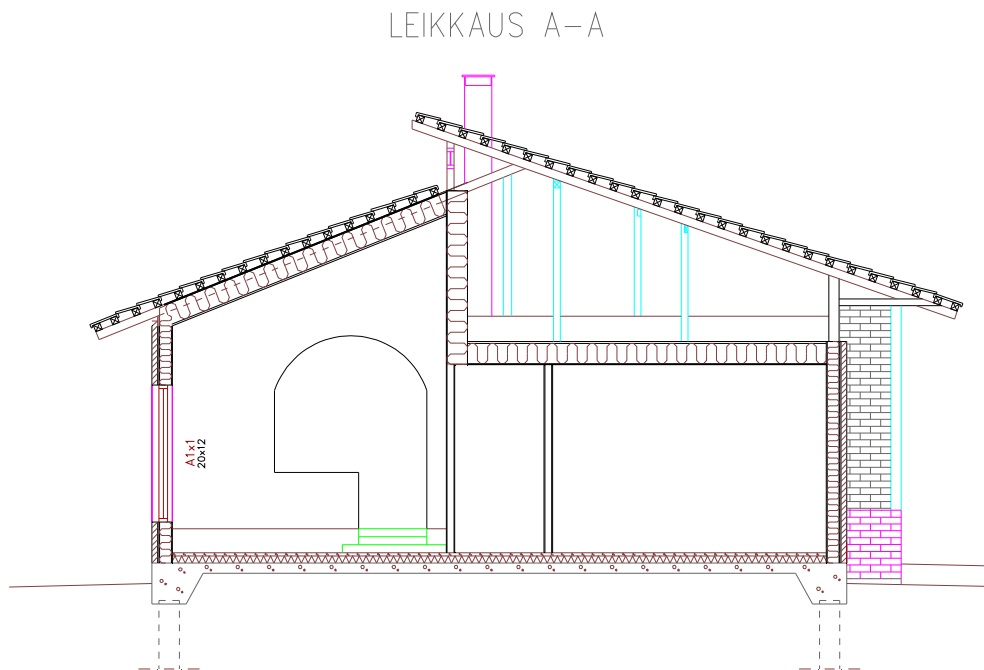
Piirustuksista ei suoraan näe mitoittavinta välipohjapalkkia, joten tarkasteluun otetaan kaksi eri tapausta. Runkotolppia tarkastellaan ulkoseinästä sekä kantavasta väliseinästä. Tulokset on esitetty liitteinä 4 – 7.

## 5.5 Piirustukset

Kohteesta ei ollut olemassa valmiita piirustuksia sähköisessä muodossa, vaan ainoastaan paperiset versiot. Piirustusten tekeminen alkoi vanhoista piirustuksista kopioimalla sekä mittauksilla kohteessa. Mittaukset olivat tarpeellisia, koska pieniä eroja oli ja esimerkiksi vanhoissa julkisivupiirustuksissa oli melko paljon eroavaisuuksia. Rakennuksen ensimmäisen kerroksen pohjaratkaisukin oli hieman erilainen kuin alkuperäisissä pohjapiirustuksissa. Ensin piirrettiin kohteen nykytilanne ennen lisättyjä ullakkomuutoksia, tämä mahdollisti muutosten helpomman esittämisen varsinaisissa lupapiirustuksissa. Kuvissa 22, 23 ja 24 on esitetty rakennuksesta leikkaus-, julkisivu ja pohjapiirustukset ennen ullakon lisäämistä.

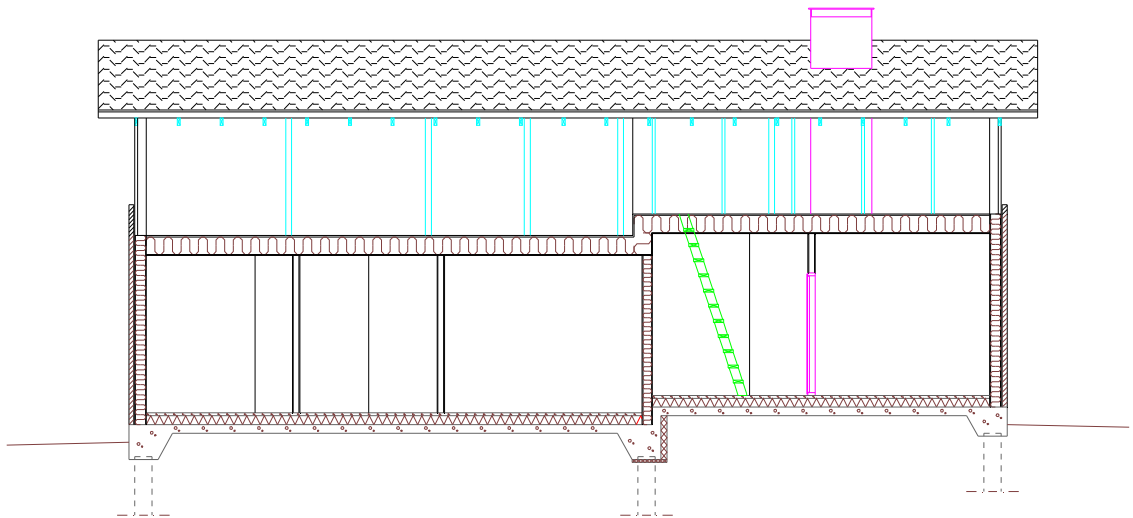


Kuva 22 Rakennuksen julkisivupiirustukset

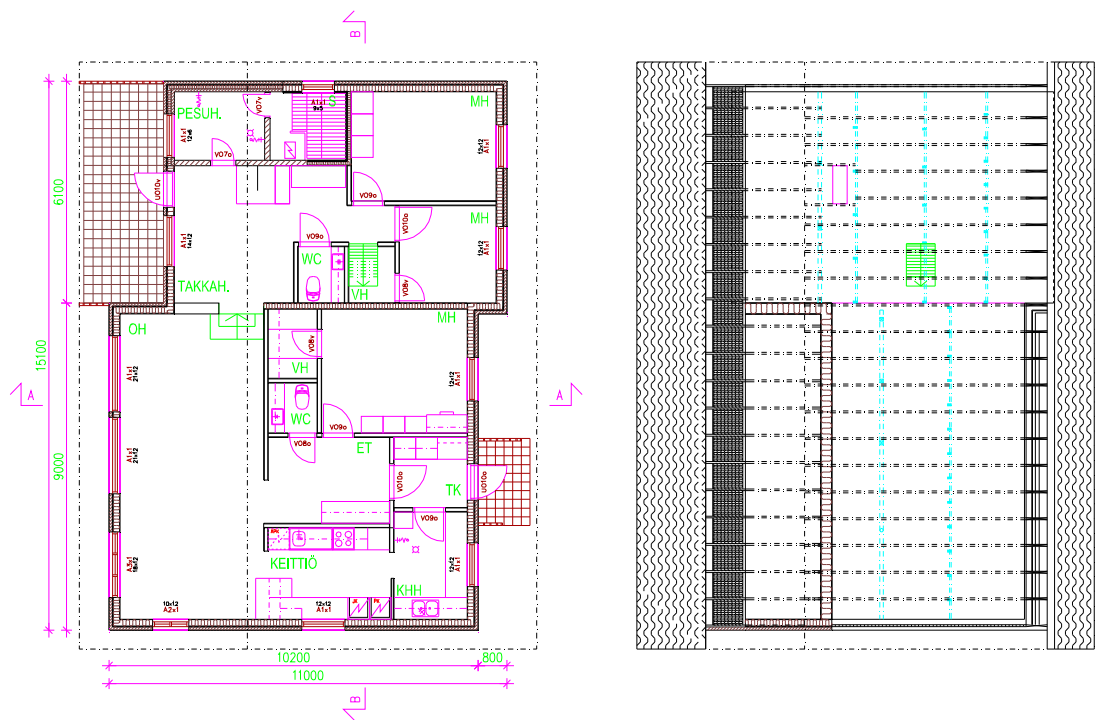


Kuva 23 Rakennuksen poikittaisleikkaus

## LEIKKAUS B-B



Kuva 24 Rakennuksen pitkittäisleikkaus



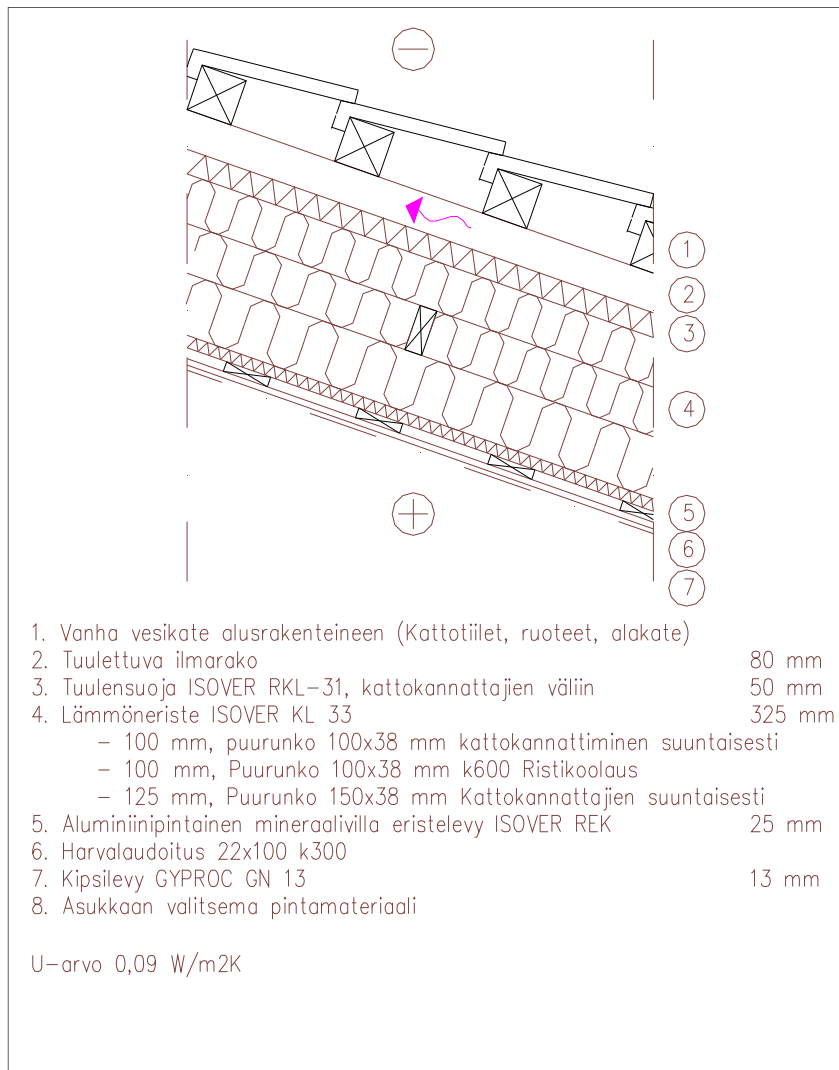
Kuva 25 Rakennuksen pohjapiirustukset (1. kerros ja ullakko)

## 5.6 Rakenteiden valinta

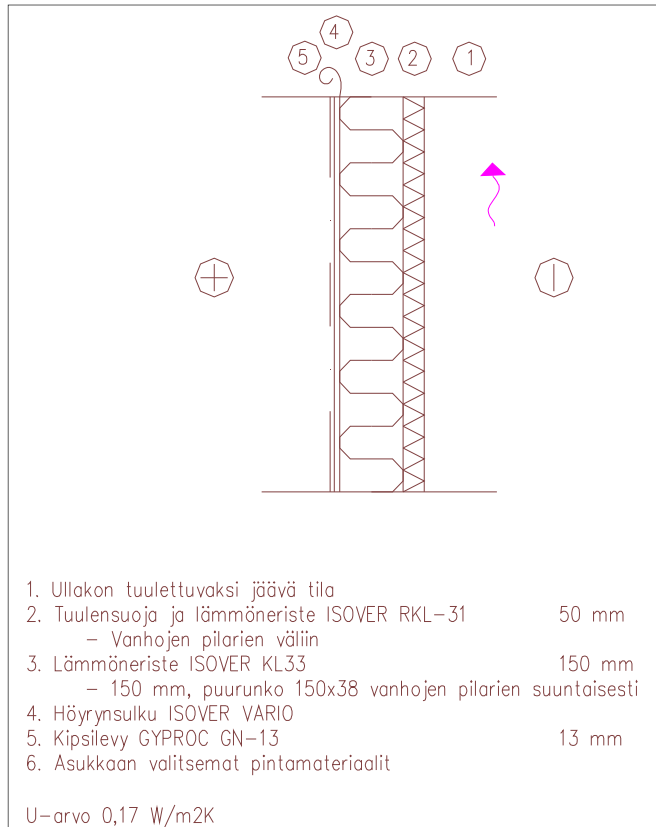
Kuvissa 22 – 25 esitettyjen piirustusten valmistuttua piirrettiin rakennetyyppi-  
piirustukset. Kuvissa 26 - 29 on esitetty ullakolla käytettävät rakennetyypit. Pää-  
dyimme tilaajan kanssa valitsemaan lämpimän tilan mukaiset mineraalivillaeris-



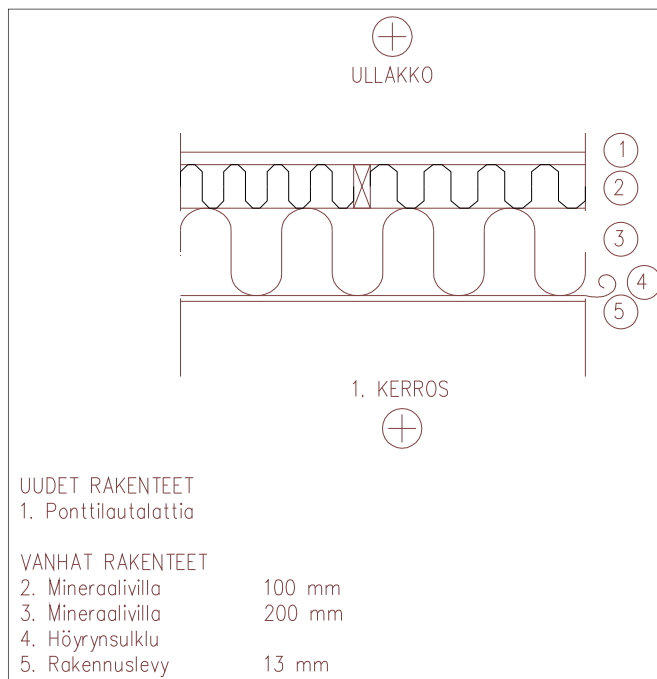
teet, koska hän katsoi huonekorkeuden olevan riittävä paksusta eristekerroksesta huolimatta. Ullakon lattia laudoitetaan vanhan yläpohjarakenteen päälle.



Kuva 26 Uusi ullakon yläpohjan rakennetyyppi



Kuva 27 Uusi ullakon ulkoseinän rakennetyyppi



Kuva 28 Uusi ullakon alapohjan rakennetyyppi

Kun rakennetyyppi- ja piirustukset olivat valmiit, muutettiin kuvien 22, 23, 24 ja 25 piirustukset muistuttamaan vanhoja rakenteita. Seinän piirtotapa siis muutettiin kaksiviivapiirroksi, jotta uudet ullakon rakenteet on helpompi erottaa valmiista piirustuksista. Tämän jälkeen piirustuksiin lisättiin uudet ullakon rakenteet. Piirustukset ovat liitteinä 8 – 12.

## **5.7 Rakennuslupahakemus**

Rakennusluvut löytyivät Vantaan internet-sivuilta ja ne kannattaa täyttää suoraan tietokoneella, jotta niistä saa tarvittaessa nopeasti kopioita. Rakennuslupahakemus on liitteenä opinnäytetyön liitteenä 13.

## **6 YHTEENVETO**

Opinnäytetyön teoriaosuudessa on mielestäni kattava ja monipuolinen paketti pientalon omistajalle tai muutossuunnitelmien laatijalle. Osuudessa käsiteltiin aihetta rakennus- ja rakennesuunnittelun sekä taloteknisen suunnittelun kannalta. Teoriaosuus on laaja, koska vaikka kaikkiin kohtiin ei syvällisesti pureudutaan, ovat ne silti muistilistana ja ohjaamassa etsimään itse tietoa tai hakeutumaan oikeiden asiantuntijoiden luokse.

Teoriaosuutta on myös mahdollista käyttää hankkeen hyötyjä ja haittoja arvioitaessa. Moni ei esimerkiksi välttämättä tule ajatelleeksi, että kustannukset eivät kerry ainoastaan rakennusvaiheessa vaan uudet tilat vaativat myös huoltoa ja lämmittämistä. Ullakolta kertyy siis myös tasaisia menoeriä. On myös huomattava, että ullakkorakennusprosessi on suuritöinen ja vaatii parhaimmillaan niin arkkitehti- ja rakennesuunnittelu sekä taloteknistä suunnittelua. Projektin tavoitetaso ollessa matalammalla selvittää tuki kevyemmällä töillä, mutta hyvä lopputulos edellyttää silti huolellista projektin läpivientiä. Esimerkiksi rakennuslupaan vaadittavat piirustukset ovat suuritöisiä, koska rakennuksesta ei todennäköisesti ole valmiita piirustuksia sähköisesti ja paperisetkin voivat erota huomattavasti todellisesta tilanteesta.

Itse käytin teoriaosaa tukena projekti Kaikkosta suunnitellessani ja tein sinne lisäyksiä, kun huomasin puutteita. Tilaajalle teoriaosuus toimii ohjenuorana ja auttaa häntä huomioimaan projektissa vastaan tulevia asioita. Jos taas suunnittelija käyttää opinnäytetyötä suunnitteluprosessin apuna, voi hän tarkistaa unohtamiaan yksityiskohtia nopeasti suoraan opinnäytetyöstä, käymättä läpi suurta määrää eri lähteitä. Tästä on hyötyä etenkin kokemattomalle suunnittelijalle ja ohjeet voivat nopeuttaa suunnittelun kulkua. Opinnäytetyö sisältää myös paljon tietoa, jota on mahdollista käyttää muissakin projekteissa kuin ainoastaan ullakon perusparannuksissa, ja itse olen varma, että tulen myöhemmin myös näin tekemään.

Projekti Kaikkosta suunniteltaessa kävi hyvin ilmi, kuinka on tärkeää panostaa työn alkusuunnitteluun ja tutustumiseen. Työn tavoitetason määrittäminen ja sopiminen on myös tärkeää. Ensimmäisissä keskusteluissa tilaajan kanssa päädyttiin tiloihin nähden liian korkeaan tavoitetasoon, kun ullakolle haluttiin asuintiloja. Todellisuudessa ullakkotila oli aivan liian matala ja ahdas kyseiseen ratkaisuun. Tämän toteaminen tarkastuskäynnillä on vaikeaa kokemattomalle, ja itsekkin huomasin ongelman vasta piirtäessäni piirustuksia. On yllättävää huomata, kuinka paljon nykyvaatimusten mukaiset rakenteet konkreettisesti vaativat tilaa. Projektin alkuvaiheessa olisikin tärkeää saada mukaan kokenut rakennusalan ihminen, joka on ollut tekemisissä vastaavanlaisten projektien kanssa. Hän voisi arvioida, mihin tilaa on mahdollista soveltaa.

Itselleni opinnäytetyö prosessi on ollut työläs, mutta samalla hyvin opettavainen. Tietoa on joutunut hakemaan laajasti useasta lähteestä. Projektia on myös joutunut miettimään muustakin kuin rakennesuunnittelijan näkökulmasta. Projekti on tuonut myös hyvin esille korjausrakentamisen haasteita ja ullakkoprojekti oli huomattavasti monimutkaisempi kuin olin alun perin kuvitellut. Työ opetti myös, kuinka tärkeitä huolelliset alkuvalmistelut ovat. Toteamus säästää minut toivottavasti tulevaisuudessa turhalta työltä ja mahdollistaa paremmat lopputulokset.

## KUVAT

- Kuva 1 Esimerkkitapaus Lappeenrannan asemakaavasta, s. 8  
Kuva 2 Suojakaiteen aukkojen mitoitus, s. 12  
Kuva 3 Suojakaide ja avokaide, s. 13  
Kuva 4 Yksinkertaistettu malli laskennan esimerkkikohteesta, s. 20  
Kuva 5 Eurokoodin mukaiset lumikuormat paikkakunnittain, s. 25  
Kuva 6 Yläpohjan tuuletus, s. 29  
Kuva 7 Pulpettikaton tuuletus, s. 30  
Kuva 8 Lämpötilaeron aiheuttama paine-ero, s. 31  
Kuva 9 Kosteuskäyttäytyminen lämpimässä mineraalivilla seinärakenteessa, s. 34  
Kuva 10 Kosteuskäyttäytyminen lämpimässä SPU seinärakenteessa, s. 34  
Kuva 11 Kosteuskäyttäytyminen lämpimässä mineraalivilla yläpohjarakenteessa, s. 35  
Kuva 12 Kosteuskäyttäytyminen lämpimässä SPU yläpohjarakenteessa, s. 35  
Kuva 13 Kosteuskäyttäytyminen puolilämpimässä mineraalivilla seinärakenteessa, s. 36  
Kuva 14 Kosteuskäyttäytyminen puolilämpimässä SPU seinärakenteessa, s. 36  
Kuva 15 Kosteuskäyttäytyminen puolilämpimässä mineraalivilla yläpohjarakenteessa, s. 37  
Kuva 16 Kuva 16 Kosteuskäyttäytyminen puolilämpimässä SPU yläpohjarakenteessa, s. 38  
Kuva 17 Yleiskuva rakennuksesta, s. 41  
Kuva 18 Vanhoista piirustuksista: julkisivu etelään sekä leikkauspiirustus, s. 42  
Kuva 19 Piirustus ullakon sijoittumisesta suhteessa asuinkerrokseen, piirustus on kopio vanhoista piirustuksista, s. 44  
Kuva 20 Lähtötilanne ullakon pohjois-päädystä, s. 45  
Kuva 21 Lähtötilanne ullakon etelä-päädystä, s. 45  
Kuva 22 Rakennuksen julkisivupiirustukset, s. 47  
Kuva 23 Rakennuksen poikkittäisleikkaus, s. 47  
Kuva 24 Rakennuksen pitkittäisleikkaus, s. 48  
Kuva 25 Rakennuksen pohjapiirustukset (1. kerros ja ullakko), s. 48  
Kuva 26 Uusi ullakon yläpohjan rakennetyyppi, s. 49  
Kuva 27 Uusi ullakon ulkoseinän rakennetyyppi, s. 50  
Kuva 28 Uusi ullakon alapohjan rakennetyyppi, s. 50

## TAULUKOT

- Taulukko 1 Tavoitelämpötiloja sisäilma luokitusten mukaan, s. 15
- Taulukko 2 Ilman hiilidioksidi ja radon tavoitearvot, s. 16
- Taulukko 3 Asuinhuoneen äänitaso suositukset, s. 17
- Taulukko 4 Ilman liikenopeuden suositukset sisäilmastoluokittain, s. 17
- Taulukko 5 U-arvojen kehittyminen, s. 19
- Taulukko 6 Esimerkki laskelman tulokset, s. 21
- Taulukko 7 Hyötykuormat 1913 (Helsinki), 1932 (koko maa), s. 23
- Taulukko 8 Puurakenteiden sallitut jännitykset, s. 24
- Taulukko 9 Asuintilojen kuormitukset, s. 25
- Taulukko 10 Lumikuorman muotokertoimet, s. 26
- Taulukko 11 Lämpimän tilan U-arvo vaatimukset, s. 27
- Taulukko 12 Puolilämpimän tilan U-arvo vaatimukset, s. 27
- Taulukko 13 Materiaalien hinnat, s. 32
- Taulukko 14 Seinärakenteiden vertailu, s. 33

## LÄHTEET

C1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ääneneristys ja melutorjunta rakennuksessa - Määräykset ja ohjeet 1998. Ympäristöministeriö.

C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennuksen lämmöneristys - määräykset 2003. Ympäristöministeriö.

E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten paloturvallisuus - Määräykset ja ohjeet 2011. Ympäristöministeriö.

F1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Esteetön rakennus – Määräykset ja ohjeet 2005. Ympäristöministeriö.

F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennuksen käyttöturvallisuus – Määräykset ja ohjeet 2001. Ympäristöministeriö.

Finlex. 1999. Maankäyttö- ja rakennuslaki.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132> (Luettu 20.4.2011)

G1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Asuntosuunnittelu - Määräykset ja ohjeet 2005

Hengitysliitto Heli ry. Terveellisen rakennuksen ilmanvaihto.

[http://www.hengitysliitto.fi/content/Julkaisut\\_materiaalit/Sisailma\\_ ja\\_korjausoppaat/Terveellisen\\_rakennuksen\\_ilmanvaihto.pdf](http://www.hengitysliitto.fi/content/Julkaisut_materiaalit/Sisailma_ ja_korjausoppaat/Terveellisen_rakennuksen_ilmanvaihto.pdf) (Luettu 20.4.2011)

Isover. Tuotteet. <http://www.isover.fi/tuotteet> (Luettu 20.4.2011)

Jalonen. J. 2005. Ullakkorakentaminen taloyhtiössä. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tutkintotyö.

Kattoliitto. Yläpohjarakenteet. <http://www.kattoliitto.fi/index.phtml?s=137> (Luettu 20.4.2011)

Laurinen. M. 2011. 1980-luvun pientalojen rakenneratkaisut – niiden yleisimmät ongelmakohdat ja korjausehdotukset. University of eastern Finland. Aducate reports and books.

Leskinen, P. 2010. Asuinkiinteistöjen energiatalous ja ylläpito Siikalatvan kunnassa. Kajaaniin ammattikorkeakoulu. Tekniikan ja liikenteen ala. Insinööriyö

Lindblad. E. 2010. 1960-luvun pientalojen riskirakenteita – case tapauksia. University of eastern Finland. Aducate reports and books.

Multamäki, V. 2008. Ullakkorakentaminen. Helsingin ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Insinööriyö

Paroc. 2005. Ullakon eristäminen.

[http://www.paroc.com/SPPS/Finland/BI\\_attachments/BIFI%20esitteet/Ullakon\\_eristaminen.pdf](http://www.paroc.com/SPPS/Finland/BI_attachments/BIFI%20esitteet/Ullakon_eristaminen.pdf) (Luettu 20.4.2011)

Puurakenteiden suunnittelu – Lyhennetty suunnitteluohje. Puuinfo.

RT 07-10946. 2009. Sisäilmastoluokitus 2008 – Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset

RT 08-10812. 2003. P3-luokan rakennusten palotekniset vaatimukset

RT 11-10781. 2002. Luvan hakeminen rakentamiseen

RT 12-10277. 1985. Rakennuksen pinta-alat

RT 75-10183. 1982. Asunnon sähkövalaistus



RT 85-10738. 2000. Vesikaton korjaus - Korjausrakentaminen

RT 88-11018. 2011. Portaat ja luiskat

RT 93-10923. 2008. Asuntosuunnittelu – Yleistä

RT 93-10953. 2009. Asuntosuunnittelu – Porrashuoneet ja kulkutilat

Rakennusperintö.fi. Pientalojen rakenteet 1940-1970.

[http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus\\_artikkelit/fi\\_FI/Pientalojen\\_rakenteet\\_1940-1970/](http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus_artikkelit/fi_FI/Pientalojen_rakenteet_1940-1970/) (Luettu 20.4.2011)

Rakennusten henkilö- ja paloturvallisuus. <http://www.masku.fi/wp-content/uploads/turvallisuus1.pdf> (Luettu 2.5.2011)

Sisäilmayhdistys. Ilmavirtaukset rakennuksessa.

[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/kosteusvauriot/kosteustekninen\\_toiminta/ilmavirtaukset\\_rakennuksessa/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kosteusvauriot/kosteustekninen_toiminta/ilmavirtaukset_rakennuksessa/) (Luettu 20.4.2011)

SPU. Eristeet. [http://www.spu.fi/eristeet\\_tuotteet](http://www.spu.fi/eristeet_tuotteet) (Luettu 20.4.2011)

Suomen standardisoimisliitto. SFS 5907

Suorakanava Oy. <http://www.rakennuslupa.fi/> (Luettu 20.4.2011)

Taloon.com – Rautakauppa netissä.

<http://kauppa.taloon.com/PublishedService?frontpage=true> (Luettu 20.4.2011)

Ullakkorakentamisen menettelytapaohje. Helsingin rakennusvalvontavirasto. 2009.

Wikipedia: Mineraalivilla. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Mineraalivilla> (Luettu 20.4.2011)

Wikipedia: Polyuretaani. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Polyuretaani> (Luettu 20.4.2011)

Ympäristöopas 72. Ympäristöministeriö.

# ENERGIATODISTUS

## Rakennus

Rakennustyyppi: Erilliset pientalot (enintään 6 asuntoa)

Osoite: Säävyyhyke 3

Valmistumisvuosi: 1990-luku

Rakennustunnus: ilman ullakkoa

Asuntojen lukumäärä: 1

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

rakennuslupamenettelyn yhteydessä

erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
- 150	A	
151 - 170	B	
171 - 190	C	
191 - 230	D	
231 - 270	E	
271 - 320	F	F
321 -	G	
<i>Paljon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi):

**285**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: Pienet asuinrakennukset

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.

Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

Todistuksen antaja:  
Janne Meuronen  
0600759

Todistuksen tilaaja:  
Opinnäytetyö

Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:  
3/8/2011

Viimeinen voimassaolopäivä:  
1.1.2018

Energiatodistus perustuu lakiin rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) ja 19.6.2007 annettuun ympäristöministeriön asetukseen energiatodistuksesta. Tämä energiatodistus on asetuksen lomakkeen 1 mukainen.

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT					
<b>Rakennuksen laajuustiedot</b>					
Bruttoala	117 brm <sup>2</sup>				
Rakennustilavuus	421 rak-m <sup>3</sup>	Ilmatilavuus	291 m <sup>3</sup>		
Huoneistoala	100 hum <sup>2</sup>	Henkilömäärä	4		
<b>Rakenteet</b>					
<b>Rakennusosat</b>		Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)		
Ulkoseinät	Ulkoseinä	117.60	0.25		
Yläpohjat	Yläpohja	104.00	0.16		
Alapohja	Alapohja	104.00	0.20		
Ovet					
Ikkunat	Ikkunat	18.15	1.40	Q <sub>kohteuora</sub>	F <sub>tehs</sub>
	ovet	4.00	1.00	0.56	0.75
Tehollinen lämpökapasiteetti C <sub>Rak omin.</sub>		70 Wh/(brm <sup>2</sup> K)			
<b>Ilmanvaihto</b>					
Rakennuksen ilmanvuotoluku n50				4.0	1/h
Ilmanvaihdon poistovirta				0.040	m <sup>3</sup> /s
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde				74	%
<b>Vedenkulutus</b>					
Lämpimän käyttöveden kulutus				87.60 m <sup>3</sup> /vuosi	
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus				Kyllä <input type="checkbox"/>	Ei <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Lämmitysjärjestelmät</b>					
Lämmönkehitys	Kaukolämpö	Sisältää käyttöveden lämmityksen	Kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	Ei <input type="checkbox"/>	
Lämmönjakotapa	Vesiradiaattorit, menovesi 90/paluuvesi 70 C				
Lämmönvaraajat					
Lämpimän käyttöveden kiertojohdo			Kyllä <input type="checkbox"/>	Ei <input checked="" type="checkbox"/>	
- Kiertojohdoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita			Kyllä <input type="checkbox"/>	Ei <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Energiatohokkuusluvun laskenta</b>					
Lämmitysenergian kulutus			21577 kWh/vuosi		
Laitesähköenergian kulutus			11690 kWh/vuosi		
Jäähdytysenergian kulutus			0 kWh/vuosi		
Rakennuksen energiankulutus yhteensä			33267 kWh/vuosi		
Rakennuksen energiatohokkuusluku			285 kWh/brm <sup>2</sup> /vuosi		

# ENERGIATODISTUS

## Rakennus

Rakennustyyppi: Erilliset pientalot (enintään 6 asuntoa)  
Osoite: Säavyöhyke 3

Valmistumisvuosi: 1990-luku  
Rakennustunnus: Ullakolla, vanha u-arvo

Asuntojen lukumäärä: 1

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä  
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
- 150	A	
151 - 170	B	
171 - 190	C	
191 - 230	D	
231 - 270	E	
271 - 320	F	
321 -	G	
<i>Paljon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/bm<sup>2</sup>/vuosi): **241**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: Pienet asuinrakennukset

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.

Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

Todistuksen antaja:  
Janne Meuronen  
0600759

Todistuksen tilaaja:  
Opinnäytetyö

Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:

3/8/2011

Viimeinen voimassaolopäivä:

1.1.2018

Energiatodistus perustuu lakiin rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) ja 19.6.2007 annettuun ympäristöministeriön asetukseen energiatodistuksesta. Tämä energiatodistus on asetuksen lomakkeen 1 mukainen.

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
<b>Rakennuksen laajuustiedot</b>				
Bruttoala	173 brm <sup>2</sup>	Ilmatilavuus	379 m <sup>3</sup>	
Rakennustilavuus	538 rak-m <sup>3</sup>	Henkilömäärä	4	
Huoneistoala	100 hum <sup>2</sup>			
<b>Rakenteet</b>				
<b>Rakennusosat</b>				
		Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)	
Ulkoseinät	Ulkoseinä	117.60	0.25	
	Ullakon ulkosinät	44.22	0.25	
Yläpohjat	Yläpohja	50.70	0.16	
	Ullakon yläpohja	51.48	0.16	
Alapohja	Alapohja	104.00	0.20	
Ovet				
Ikkunat	Ikkunat	18.15	1.40	0.56
	ovet	4.00	1.00	0.56
	Ullakon ikkunat	4.50	1.40	0.56
Tehollinen lämpökapasiteetti C <sub>Rak,omin.</sub>		70 Wh/(brm <sup>2</sup> K)		
<b>Ilmanvaihto</b>				
Rakennuksen ilmanvuotoluku n50		4.0		1/h
Ilmanvaihdon poistovirta		0.053		m <sup>3</sup> /s
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde		74		%
<b>Vedenkulutus</b>				
Lämpimän käyttöveden kulutus		87.60 m <sup>3</sup> /vuosi		
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus		Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Lämmitysjärjestelmät</b>				
Lämmönkehitys	Kaukolämpö	Sisältää käyttöveden lämmityksen	Kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	Ei <input type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa	Vesiradiaattorit, menovesi 90/paluuvesi 70 C			
Lämmönvaraajat				
Lämpimän käyttöveden kiertojohdo			Kyllä <input type="checkbox"/>	Ei <input checked="" type="checkbox"/>
- Kiertojohdoton on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita			Kyllä <input type="checkbox"/>	Ei <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Energiatohokkuusluvun laskenta</b>				
Lämmitysenergian kulutus	24179 kWh/vuosi			
Laitesähköenergian kulutus	17266 kWh/vuosi			
Jäähdytysenergian kulutus	0 kWh/vuosi			
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	41445 kWh/vuosi			
Rakennuksen energiatohokkuusluku	241 kWh/brm <sup>2</sup> /vuosi			

# ENERGIATODISTUS

## Rakennus

Rakennustyyppi: Erilliset pientalot (enintään 6 asuntoa)  
Osoite: Säävyöhyke 3

Valmistumisvuosi: 1990-luku  
Rakennustunnus: Ullakolla, 1010 u-arvo

Asuntojen lukumäärä: 1

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä  
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
- 150	A	
151 - 170	B	
171 - 190	C	
191 - 230	D	
231 - 270	E	E
271 - 320	F	
321 -	G	
<i>Paljon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi): **234**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: Pienet asuinrakennukset

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.  
Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

Todistuksen antaja:  
Janne Meuronen  
0600759

Todistuksen tilaaja:  
Opinnäytetyö

Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:  
3/8/2011

Viimeinen voimassaolopäivä:  
1.1.2018

Energiatodistus perustuu lakiin rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) ja 19.6.2007 annettuun ympäristöministeriön asetukseen energiatodistuksesta. Tämä energiatodistus on asetuksen lomakkeen 1 mukainen.

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
<b>Rakennuksen laajuustiedot</b>				
Bruttoala	173 brm <sup>2</sup>			
Rakennustilavuus	538 rak-m <sup>3</sup>	Ilmatilavuus	379 m <sup>3</sup>	
Huoneistoala	100 hum <sup>2</sup>	Henkilömäärä	4	
<b>Rakenteet</b>				
<b>Rakennusosat</b>		Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)	
Ulkoseinät	Ulkoseinä	117.60	0.25	
	Ullakon ulkosinät	44.22	0.17	
Yläpohjat	Yläpohja	50.70	0.16	
	Ullakon yläpohja	51.48	0.09	
Alapohja	Alapohja	104.00	0.20	
<b>Ovet</b>				
Ikkunat	Ikkunat	18.15	1.40	0.56
	ovet	4.00	1.00	0.56
	Ullakon ikkunat	4.50	1.00	0.56
Tehollinen lämpökapasiteetti C <sub>Rak omin.</sub>		70 Wh/(brm <sup>2</sup> K)		
<b>Ilmanvaihto</b>				
Rakennuksen ilmanvuotoluku n50				4.0 1/h
Ilmanvaihdon poistovirta				0.053 m <sup>3</sup> /s
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde				74 %
<b>Vedenkulutus</b>				
Lämpimän käyttöveden kulutus				87.60 m <sup>3</sup> /vuosi
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus				Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Lämmitysjärjestelmät</b>				
Lämmönkehitys	Kaukolämpö	Sisältää käyttöveden lämmityksen	Kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	Ei <input type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa	Vesiradiaattorit, menovesi 90/paluuvesi 70 C			
Lämmönvaraajat				
Lämpimän käyttöveden kiertojohdo			Kyllä <input type="checkbox"/>	Ei <input checked="" type="checkbox"/>
- Kiertojohdoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita				Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Energiatodistuksen laskenta</b>				
Lämmitysenergian kulutus		23103 kWh/vuosi		
Laitesähköenergian kulutus		17266 kWh/vuosi		
Jäähdytysenergian kulutus		0 kWh/vuosi		
Rakennuksen energiankulutus yhteensä		40369 kWh/vuosi		
Rakennuksen energiatehokkuusluku		234 kWh/brm <sup>2</sup> /vuosi		