

HIRSIRUNKOISEN PIENPUUKERROSTALON
ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

Jari Närhi
10.1.2012
Rakennustekniikan osasto
Tekniikan yksikkö
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Rakennustekniikka	Insinööriyö	61	+	68
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Talon- ja korjausrakentaminen	2012			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
As Oy Peltokatu 22	Jari Närhi			
Työn nimi	Hirsirunkoisen pienpuukerrostalon energiatehokkuuden parantaminen			
Avainsanat	korjausrakentaminen, energiatehokkuus, puukerrostalo, hirsirunko			

Opinnäytetyössä tarkasteltiin Oulun keskustassa sijaitsevan, vuonna 1930 valmistuneen kaksikerroksisen hirsirunkoisen pienpuukerrostalon energiankulutusta sekä pohdittiin eri mahdollisuuksia sen energiatehokkuuden parantamiseksi. Vanhojen rakennusten energiatehokkuuteen kannattaa tulevaisuudessa kiinnittää suurta huomiota, sillä niiden energiansäästöpotentiaali on huomattavan suuri ja pääosin vielä hyödyntämättä.

Tutkimuksissa pyrittiin selventämään vanhojen rakennusten tyypillisiä energiataloudellisia, kosteusteknisiä ja rakenteellisia ongelmia sekä laskelmin että erilaisin ainetta rikkomattomin tutkimuksin. Kohteen lämpöhäviölaskelmat laskettiin Suomen rakentamismääräyskokoelmaa D5:ta soveltaen. Tämän lisäksi kohteessa suoritettiin lämpökuvaukset, jotka toteutettiin kohdetalon kahteen eri huoneistoon. Lisäksi tarkasteltiin energiatehokkuutta sekä rakennusfysikaalista toimivuutta erilaisin teoreettisin laskelmin. Tutkimusten perusteella saatiin realistinen käsitys rakennuksen nykykunnosta ja mahdollisista tulevista korjaustarpeista sekä niiden merkityksestä rakennuksen energiatehokkuudelle.

Tutkitussa kohteessa suurimpia energiahukan aiheuttajia olivat ikkunat sekä painovoimainen ilmanvaihto. Myös ulkoseinillä ja rakenteiden epätiiveydellä oli suuri merkitys lämpöhäviöihin ja energiankulutukseen. Alapohjan ja yläpohjan lämpöhäviöt eivät olleet energiansäästön kannalta kovinkaan suuressa merkityksessä.

Degree programme Civil Engineering	Thesis B.Sc.	Number of pages 61	+	Appendices 68
Line House Building and Renovation		Date 2012		
Commissioned by As Oy Peltokatu 22		Author Jari Närhi		
Thesis title Improving Energy Efficiency of a Log Framed Timber Apartment Building				
Keywords Renovation, energy efficiency, timber apartment building, log frame				

This study takes a closer look at how to carry out energy consumption measures and different renovation measures to improve the energy efficiency of a two-storey log framed timber apartment building located in the city center of Oulu. The energy efficiency of old buildings is worth to take notice of in the near future for their energy saving potential is substantial and has mainly not been utilized.

The purpose of the study is to clarify the typical energy economicality problems, as well as structural and building physical issues in old buildings by means of different calculations and assessments. In this study energy loss and heat conductivity calculations were based on the Finnish Construction Guideline D5. In addition, the structures of two apartments were photographed with a thermal camera. Also, the energy efficiency as well as the physical quality of the structures were examined with theoretical calculations. As a result of the study, the current realistic condition and a probable need of energy renovation were specified.

The windows and the ventilation caused the greatest energy losses in the subject building, but the exterior walls and air leaks in the structures also had a great effect on energy consumption. The energy losses of the base floor and upper floor were not that significant from an energy efficiency point of view.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
1 JOHDANTO.....	7
2 PUURAKENTAMISEN HISTORIAA.....	9
2.1 Puun käytön kehittyminen.....	9
2.2 Suomalaisen puurakentamisen perinne.....	9
3 PUURAKENTEINEN KERROSTALO.....	12
3.1 Suomalaisen puukerrostalon kehittyminen.....	12
3.2 As Oy Peltokatu 22.....	13
4 PELTOKATU 22:N RAKENTEET JA RAKENTEIDEN KORJAUSEHDOTUKSET.....	17
4.1 Ulkoseinät.....	17
4.1.1 Ulkoseinän lisälämmöneristäminen.....	19
4.1.2 Lämmöneristeen valinta.....	21
4.2 Ala- ja välipohja.....	22
4.3 Yläpohja ja vesikatto.....	25
4.4 Ikkunat ja ovet.....	28
4.4.1 Ikkunoiden korjaaminen ja vaihtaminen.....	29
4.4.2 Ikkunoiden ja ovien osuus energiataloudesta.....	31
4.5 LVI-järjestelmät.....	32
4.5.1 Painovoimainen ilmanvaihto.....	32
4.5.2 Lämmitysjärjestelmät.....	33
5 PELTOKATU 22:N ENERGIANKULUTUS JA SEN MERKITYS.....	34
5.1 Peltokatu 22:ssa tehdyt energiamittaukset ja laskelmat.....	35
5.2 Peltokatu 22:n laskennallinen energiankulutus.....	37
5.3 Energiatehokkuuden parantaminen.....	41
5.4 Parannusehdotukset ja laskelmat.....	42
6 RAKENNUSFYSIKAALINEN TOIMINTA.....	47
6.1 Rakennusfysikaalinen suunnittelu.....	47
6.2 Lämpö.....	47
6.3 Kosteus.....	49
6.4 Ilma.....	50
7 YHTEENVETO.....	54
LÄHTEET.....	57

LIITTEET.....61

1 JOHDANTO

Korjausrakentaminen ja eritoten niissä piilevä energiansäästöpotentiaali nousee yhä useammin esille vanhoista rakennuksista puhuttaessa. Rakennusten pitäisi olla kustannuksiltaan ja ympäristökuormituksiltaan kohtuullisia, viihtyisiä ja mahdollisimman hyvin rakennusfysikaalisesti toimivia. Vanhan rakennuksen suurin ongelma onkin se, että niiden rakennustekniikkaa ei enää juurikaan käytetä ja niiden rakenteet eivät pysty täyttämään nykypäivän jatkuvasti tiukkenevia energiamääräyksiä. Vanhojen rakennuksien energiatehokkuuteen kannattaa kuitenkin tulevaisuudessa kiinnittää huomiota, sillä energian hinta tulee todennäköisesti nousemaan, jolloin energiaa säästävien korjaustoimenpiteiden kannattavuus on sitä parempi, mitä huonompi rakennus alun perin on energiaominaisuksiltaan.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä vanhan, vuonna 1930 valmistuneen kaksikerroksisen pienpuukerrostalon energiatehokkuuteen ja tarjota mahdollisia parannuskeinoja investointikustannukset huomioiden. Tutkimuksen kohteena oleva rakennus sijaitsee Oulun keskustassa Peltokadulla. Rakennus on hirsirunkoinen ja aumakattoinen, julkisivuverhouksena on käytetty puuta ja lisäksi rakennuksessa on puoliämmin kellari. Rakennuksessa on kahdeksan huoneistoa, jotka ovat pääosin yksityisessä omistuksessa. Korjausrakentamisen haastavuus nousee esiin erityisesti tämän kaltaisessa vanhassa rakennuksessa, sillä siinä pyritään suunnittelemaan uusi toimiva rakenne joko vanhan rakenteen tilalle tai sen rinnalle, kuitenkin unohtamatta koko rakennuksen fysikaalisesti turvallista toimintaa.

Opinnäytetyön tarkoituksena ei ole tehdä kohteeseen yksilöllistä korjaussuunnitelmaa, vaan yrittää selvittää ja havainnollistaa kohteen tyyppisessä rakennuksessa yleisesti esiintyviä energiataloudellisia, rakenteellisia ja kosteusteknisiä ongelmia sekä luoda yleishyödyllinen energiatarkastelu myöhempää käyttöä varten. Työssä esitetään myös fysikaalisesti toimivia energiakorjausratkaisuja, jotka on pyritty tekemään taloudellisesti kannattaviksi. Opinnäytetyön tarkoituksena on ennen kaikkea auttaa taloyhtiötä ja asukkaita.

ta pohtimaan, miten ja missä mittakaavassa tuleva remontti kannattaisi suorittaa.

2 PUURAKENTAMISEN HISTORIAA

2.1 Puun käytön kehittyminen

Puu on ollut keskeinen rakennusmateriaali lähes kaikissa kulttuureissa ja kaikkina aikoina. Puun suosio on aina perustunut sen todella monipuolisiin rakenteellisiin ominaisuuksiin, lujuuteen ja helppoon työstettävyyteen. Puun saatavuus, materiaalin tuntemus ja puuntyöstövälineiden kehittyminen vaikuttivat suurelta osin puurakenteiden ja puurakentamisen kehittymiseen. (Viljakainen 1997, 25.)

Puun saatavuus muodostui puurakentamisen kannalta merkittävimmäksi tekijäksi. Hirsirakentaminen kehittyi alueilla, missä oli metsää ja erityisesti havupuuta kasvavilla seuduilla. Sen sijaan alueilla, joissa puun saatavuus oli vähentynyt tai muuten hankaloitunut, kehittyi erilaiset rakenteet joissa puuta käytettiin ainoastaan rakenteellisesti välttämättömissä kohdissa, kuten kattojen ja välipohjien palkkeina. (Viljakainen 1997, 25.)

2.2 Suomalaisen puurakentamisen perinne

Suomalaisilla on perinteisesti ollut arvostava suhde metsään ja puihin. Helpon saatavuutensa vuoksi puu on aina ollut tärkein rakennusmateriaali Suomessa. Puurakentamisella ja erityisesti hirsirakentamisella onkin maassamme pitkä perinne. Taidokkaimpina esimerkkeinä maamme hirsirakentamisessa ovat muun muassa puukirkot, lukuisat säilyneet kartanot, pappilat ja huvilat. Kokonaan oman lukunsa muodostavat suomalaiset puukaupungit ja puukaupunginosat, joiden arvostus nykypäivänä on erittäin suuri. (Viljakainen 1997, 28.)

Suomalaisessa rakentamisessa puusta on aina osattu rakentaa hyvin monipuolisesti, sillä muihin rakennusmateriaaleihin ei ole ollut välttämättä varaa tai niitä ei ole ollut useinkaan saatavilla. Puusta on rakennettu aikojen saa-

tossa niin rakennukset, huonekalut, astiat, työvälineet kuin kulkuneuvotkin. Aina 1900-luvun alkupuolelle saakka puu on ollut lähes yksinomainen rakennusmateriaali suomalaisessa kansanrakentamisessa. Vielä nykyisinkin noin neljä viidesosaa maamme pien- ja rivitaloista sekä melkein kaikki vapaa-ajan rakennukset tehdään puurakenteisina. (Karjalainen 2002, 88.)

Hirsirakenteesta rankorakenteeseen

Varhaisimmissa suomalaisissa puurakennuksissa vaakasuuntainen nurkkasalvattu järeä hirsiseinä toimi rakennuksen kantavana runkona, ulko- ja sisäpuolisena pintamateriaalina sekä lämmöneristeenä (Karjalainen 1997, 33). Hirsirunkoa ei perinteisesti erikseen lämmöneristetty, vaan rakennuksissa käytettiin niin massiivisia hirsisiä, että seinästä tuli riittävän eristävä ilman erillisiä lisäeristeitä. Hirsiseinään liitettävän höylätyn vaakavuorauksen käyttö suomalaisessa kansanrakentamisessa yleistyi vasta 1800-luvun alkukymmeninä. Vuorauksen tarkoitus oli suojata arvokasta hirsiseinää ennenaikaiselta lahoamiselta, lisätä seinän lämmönpitävyyttä ja tehdä rakennuksesta vauraamman näköinen. (Orola 1946, 5.)

1920-luvun alkupuolella hirsiseinä alkoi kuitenkin vähitellen menettää suosiotaan talojen runkorakentamisen päämateriaalina. Hirsiseinää ryhdyttiin pitämään raskaana ja tuhlailevana rakenteena. Tämän lisäksi hirsirungon painumia pidettiin yleisesti ongelmallisena. Kaupunkien tiivis rakentamisen tapa ja sattuneet tuhoisat tulipalot saivat viranomaiset suuntaamaan rakentamisen yhä enemmän kiven käyttöön. (Rakentajan tietokirjat. 1994, 11.)

Hirsirungon väistyminen rakensi tietä Amerikassa 1800-luvun lopulla kehitettyyn rankorakenteeseen. Keveiden rankorakenteisten puutalojen yleistymisen perustui uusien rakennusmateriaalien, kuten rakennuspahvien- ja levyjen kehittymiseen. Eristeinä ryhdyttiin käyttämään höylälastua ja sahanpurua. Kuitenkin vielä sodan jälkeen siirtoväkeä asuttaessa Suomessa rakennettiin paljon hirsitaloja - laudoista ja nauloista oli pulaa, mutta hirsisiä sai edelleen suoraan metsästä. Olojen parantuessa lautatalon yleistymisen kasvoi ja sen suosio näkyi erityisesti rintamamiestaloissa. Vastaavia rakenteita käytetään

edelleen pientaloissa, tosin lämmöneristeenä toimivien purujen tilalla eristeenä on mineraali- tai selluvilla. (Karjalainen 2002, 89.) Sodan jälkeen alkanut rakentamisen voimakas teollistuminen, maaltapako ja kaupungistuminen aiheuttivat ennen pitkää puurakentamisen syrjäytymisen valtatekniikkana (Viljakainen 1997, 28).

Vasta viime vuosikymmenten aikana on jälleen huomattu hyvin tehdyn hirsitalon terveellisyys ihmisasuntona. Välttämättä ei tarvitakaan rakennuslevyjä, muovikelmuja ja eristevilloja; hirsi on luja, lämmin, terveellinen ja kaunis. (Kaila 1997, 388.)

3 PUURAKENTEINEN KERROSTALO

Termillä puukerrostalo tarkoitetaan rakennusta, jossa rakennuksen rungon kantavana materiaalina käytetään pääosin puuta. Asunnot tai muut osatoidut rakennuksen pääkäyttötarkoituksen mukaiset tilat sijaitsevat pääasiassa päällekkäin ja rakenteet täyttävät niille asetetut nykyiset teknistoiminnalliset vaatimukset. Vanhoja rakennuksia tarkasteltaessa puukerrostalolla voidaan tarkoittaa myös puusta tehtyä vähintään kaksikerroksista rakennusta. Vanhojen puukerrostalojen suurin ero nykyisiin puukerrostaloihin on se, että niiden rakennustekniikkaa ei enää juurikaan käytetä eivätkä ne välttämättä täytä nykypäivän rakenteille asetettuja teknistoiminnallisia vaatimuksia, vaikka palvelisivatkin edelleen hyvin nykyisiä käyttäjiään. (Viljakainen 1997, 25.)

3.1 Suomalaisen puukerrostalon kehittyminen

Puukerrostalon ja yleensäkin puurakentamisen kehittymiselle Suomessa merkittävä este muodostettiin rakentamismääräyksillä. Ympäristöministeriön vuonna 1976 antamalla paloturvallisuus määräyksellä (E1) kiellettiin puun käyttäminen yli kaksikerroksisten rakennusten runkomateriaalina. Tämän jälkeen puusta pystyttiin rakentamaan yli kaksikerroksisia rakennuksia ainoastaan poikkeusluvalla. Toisin sanoen määräyksillä käytännössä estettiin puurakentamisen kehitys, sillä hankala poikkeuslupamenettely ei houkutellut suuria urakoitsijoita ja rakennuttajia puurakentajiksi. Puurakentaminen jäi rakennusmuotona pienimuotoiseksi, omatoimisten rakentajien ja pienten rakennusliikkeiden tavaksi rakentaa. Tämän vuoksi puurakentamiseen ei ole Suomessa panostettu kuten esimerkiksi betonirakentamiseen. (Viljakainen 1997, 28.)

Suomalaisen puukerrostalon kehittyminen sai alkusysäyksensä 1990-luvun alkupuolella, kun puun käytölle etsittiin uusia käyttökohteita. Aktiivisessa roolissa puun käytön lisäämisessä olivat erityisesti Suomen puututkimus Oy ja

Puuinfo Oy. Lisäksi yleinen ympäristötietoisuuden lisääntyminen ja ekologisten arvojen korostaminen, sekä EU:iin liittyminen loivat painetta palomäärästemme muuttamiseksi. (Karjalainen 2002, 82.) Tämä johti pian erilaisten tutkimushankkeiden syntyyn, joiden tarkoituksena oli rakentaa korkeatasoisia puurunkoisia ja puujulkisivuisia kerrostaloja ja kehittää niitä varten suunniteluratkaisut. Suomen ensimmäiset puukerrostaloryhmät rakennettiin koerakennushankkeina Ylöjärvelle (1996), Helsingin Viikkiin (1997) ja Oulun Kaijonharjuun (1997). (Karjalainen 2002, 39.)

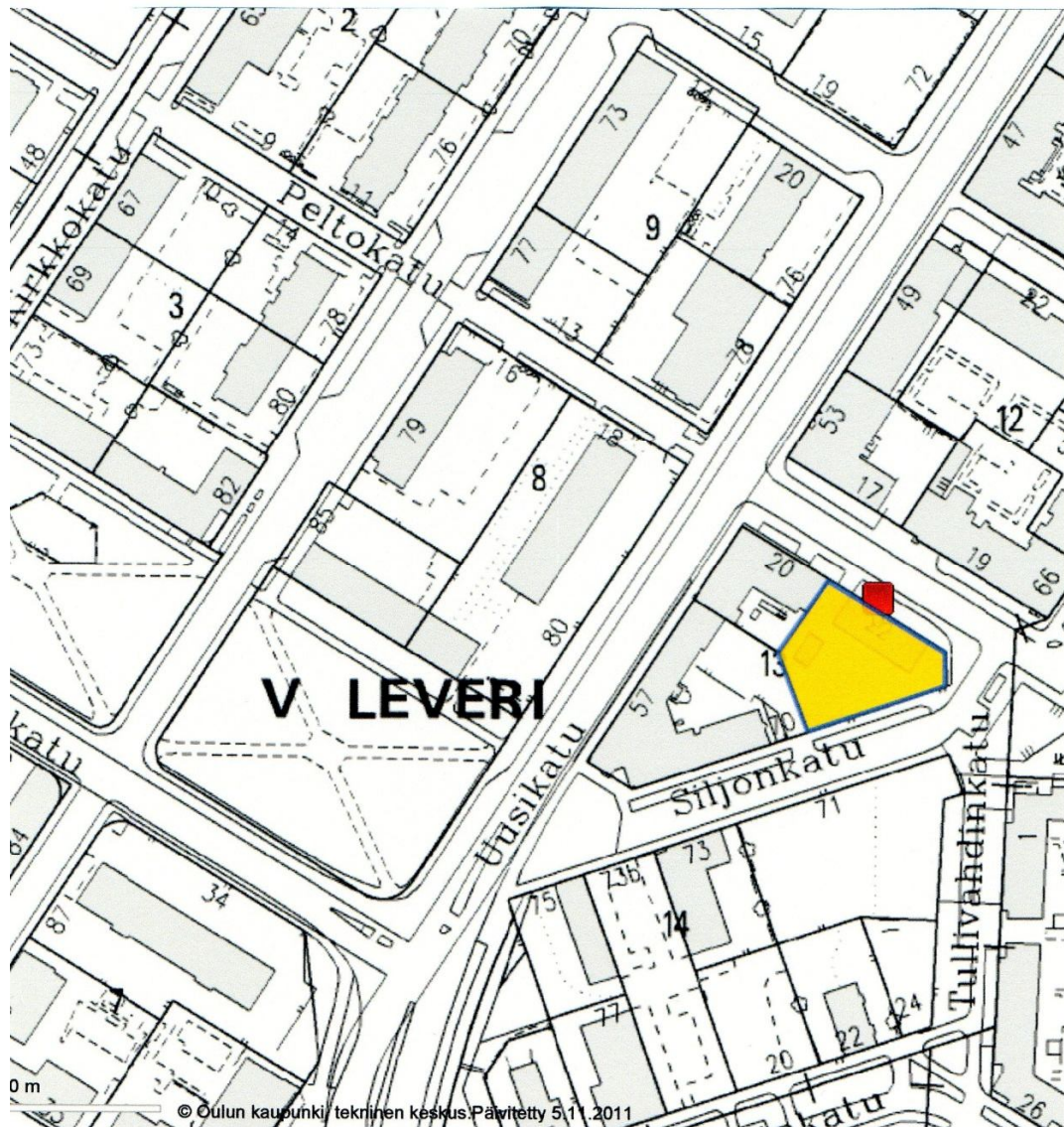
Rakennusten palomääräysten muutos, jonka mahdollisti myös 3- ja 4-kerroksisten puurunkoisten ja puujulkisivuisten asuin- ja työpaikkarakennuksien rakentamisen ilman poikkeuslupakäytäntöä, tuli voimaan vuonna 1997. (Karjalainen 2002, 20.) Puurunkoisten kerrostalojen yleistymistä on nykypäivänä pyritty entisestään lisäämään. Vuonna 2011 uudistuneiden palomääräysten mukaan puuta voidaan käyttää runkomateriaalina P2-paloluokassa jopa 3–8 kerroksissa asuin- ja työpaikkarakennuksissa. (Puuinfo, puukerrostalo-palomääräykset 2011.)

3.2 As Oy Peltokatu 22

Tässä opinnäytetyössä esimerkkinä käytetty kaksikerroksinen hirsirunkoinen pienpuukerrostalo sijaitsee Oulun keskustassa Peltokadulla. Oulun keskustan nykyinen rakennuskanta on pääasiassa painottunut kivirakenteisiin kerrostaloihin, joten ko. rakennus asuintalona keskusta-alueella on harvinainen (kuva 1).

Rakennus valmistui aivan vuoden 1930 lopulla. Sen kantavana rakenteena on hirsirunko, joka toimii myös sisäverhouslevyjen ja julkisivuverhouksen ohella ainoana lämmöneristeenä. Hirsiseinää suojaa julkisivuverhous jonka materiaalina on käytetty maalattua vaakalaudoitusta. Tyypillisesti pientalojen runko oli tuohon aikaan joko hirsi- tai rankorakenteinen, mutta kaksikerroksisessa kerrostalossa runkotyyppi ei ollut tiettävästi kovinkaan yleinen.

Rakennuksen historian aikana siihen ei ole suoritettu kovinkaan mittavia korjaustoimenpiteitä, pois lukien vesikatteen- ja ulkoverhouslaudoituksen uusiminen. (Piispanen 2011.) läkkään rakennuksen rakenteille tyypillisiä parannuksia ovat esimerkiksi ikkunoiden ja ovien korjaukset, julkisivulaudoituksen maalaus, mahdollinen lisäeristys seinärakenteeseen, nurkkiin sekä ala- ja yläpohjaan. Myös katteessa ja sen mahdollisessa maalipinnassa voi esiintyä ongelmia varsinkin vanhemmissa rakennuksissa. Tämä saattaa johtaa ennen pitkää yhä suurempiin ongelmiin, erityisesti jos niiden huoltotoimenpiteistä ei ole asianmukaisesti huolehdittu.



KUVA 1. Keskusta-alueella asuminen on pääasiassa kerrostaloasumista, kohdetalon sijainti merkitty kuvaan keltaisella (Kiintopistekartta. 2011)

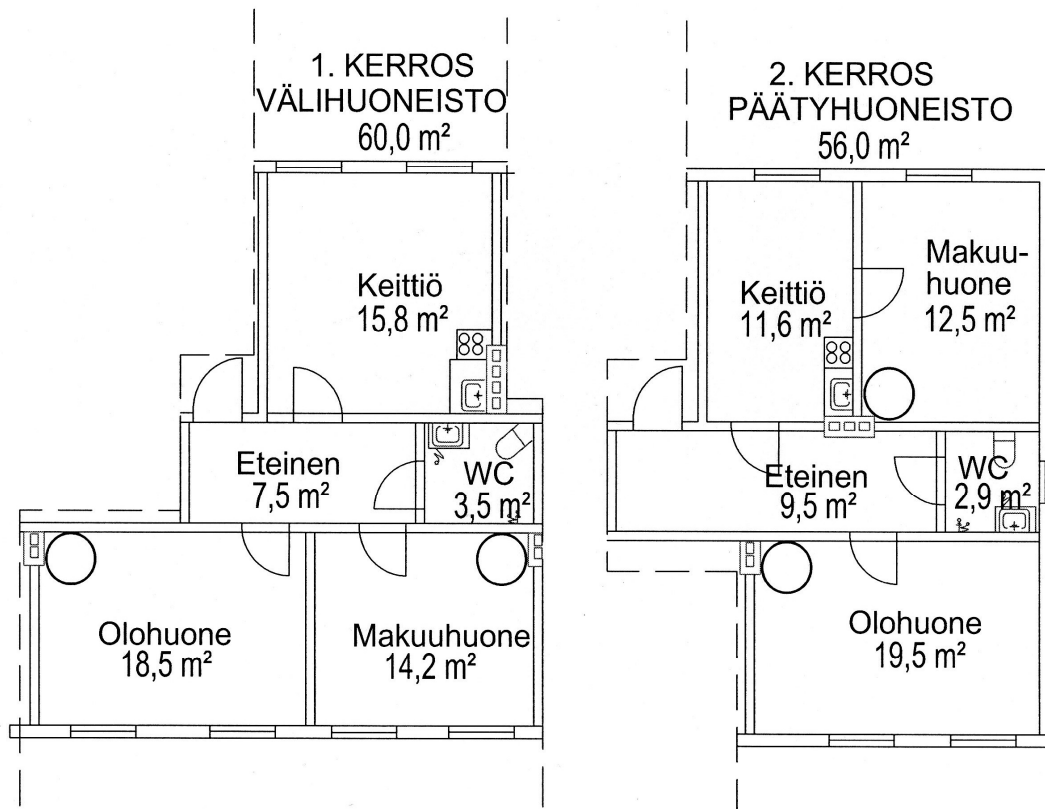
Kohteesta saatavilla olevat piirustukset olivat paikoin todella puutteelliset, sillä tuon aikaisista rakennuksista ei yleensä ole saatavilla alkuperäisiä rakennekuvia. Ainoat olemassa olevat periaatteelliset pohja- ja julkisivupiirrokset löytyivät Oulun kaupungin arkistosta, tosin myös sieltä saadut piirrokset olivat erittäin epätarkat. Talon rakenteista ei kuvien perusteella saanut juurikaan tietoa. Tässä työssä esitetyt tiedot kohdetalon rakenteista on saatu asunto-osakeyhtiön isännöitsijältä arkkitehti Jukka Piispaselta sekä tutkimalla ajalle tyypillisiä rakenteita kirjallisuudesta monelta eri vuosikymmeneltä. Kohteen rakenteita ei avattu tätä opinnäytetyötä tehtäessä, vaan niitä tarkasteltiin ainetta rikkomattomin menetelmin. Rakennuksesta saatiin arkistokuvia hyväksi käyttäen piirrettyä pohja- ja julkisivupiirrokset sekä yleisleikkaus. Kuvien piirtämiseen käytettiin AutoCAD-ohjelmaa. Piirretyt kuvat ilman asemakuvaa on liitetty tähän opinnäytetyöhön (liite 8).

Kohteessa on kaksi rappua joissa kummassakin on neljä huoneistoa. Tämän lisäksi rakennuksessa on käytössä puolilämmin kellari, joka toimii pääosin asukkaiden kylmävarastona. Huoneistokohtaisia varastoja on sijoitettu myös ullakolle. Huoneistot ovat kaikki asuntotyybiltään kaksioita ja niiden huoneistoalat vaihtelevat 56–65 m²:n välillä.

Opinnäytetyötä varten suoritettiin kuntoarvio sekä lämpökuvauus rakennuksen kahteen eri huoneistoon. Kuntoarvio kohdistettiin huoneistojen lisäksi myös itse rakennukseen. Raportit kuntoarviosta sekä lämpökuvauuksista on liitetty opinnäytetyön liitteisiin (liitteet 1,2 ja 3). Arvioiduista huoneistoista toinen sijaitsee rakennuksen keskellä ensimmäisessä kerroksessa ja on huoneistoalaltaan noin 60 m²:n suuruinen. Pienempi huoneisto sijaitsee toisen kerroksen päädyssä ja on huoneistoalaltaan noin 56 m²:n suuruinen. Huoneistojen periaatteelliset pohjapiirrokset on esitetty kuvassa 2.

Koko rakennuksen ulkomitat ovat noin 27,4 m x 9,5 m ja sen yhteenlaskettu huoneistoala on noin 440 m². Rakennuksen vapaa huonekorkeus on ajalleen tyypillinen, mutta tämän päivän kerrostalorakentamisen trendeihin verrattuna suhteellisen korkea 3100 mm sekä ylä- että alakerrassa.

Seinäalaa rakennuksessa on kaikki sivut yhteenlaskettuna noin 518 m², joista rakennuksen pitkien sivujen yhteenlaskettu pinta-ala on noin 386 m². Rakennuksen pitkien sivujen ikkunoiden ja ovien yhteenlaskettu pinta-ala on noin 121 m². Rakennuksen päätyseinien yhteenlaskettu pinta-ala on noin 132 m², josta päätyikkunoiden yhteenlaskettu ala on noin 6,4 m². Ikkunoiden ja ovien prosentuaalinen osuus rakennuksen maanpäällisestä seinäalasta on noin 24,5 %.



KUVA 2. Työssä tutkittujen huoneistojen periaatteelliset pohjapiirrokset

4 PELTOKATU 22:N RAKENTEET JA RAKENTEIDEN KORJausehdotukset

Perinteinen hirsitalo ja hirsirakenne ovat vuosisatoja kestäneen kehityksen tuloksia. Koska Suomessa on aina pitänyt lämmittää ja lämmitysenergia on ollut hankalasti saatavaa, hirsitalo on pyritty tekemään mahdollisimman tiiviiksi ja hyvin lämpöä eristäväksi. (Lämmöneristyksen parantaminen 2000, 3.) Luvuissa 4.1–4.5 perehdytään tarkemmin Peltokatu 22:n rakenteisiin sekä esitellään rakenneosille rakennusfysikaalisesti toimivia ja perusteltuja parannusehdotuksia.

4.1 Ulkoseinät

Peltokadulla rakennuksen julkisivu on verhoiltu maalatulla vaakapuulaudoituksella, jonka alle on tuulensuojaksi asetettu ajalle tyypillinen tervapaperi. Perinteiseen hirsiseinään lyötiin yleensä laudoitus suoraan runkoon kiinni, jolloin se osaltaan tiivisti seinärakennetta. 1900-luvun alussa kuitenkin ruvettiin käyttämään laudoituksen ja hirsirungon välillä rimoitusta, joka jättää seinän ja rungon väliin tuuletusvälin (Lämmöneristyksen parantaminen 2000, 4). Tuuletusvälin tarkoituksena on taata ilman kiertäminen eristeen ja julkisivuverhouksen välillä. Peltokadulla tuuletusväli on toteutettu, mutta se on seinän alaosasta tukittu SPU-massalla eli ilmaväli on pidetty tuulettumattomana.

Sisäverhouslevyinä on huoneistoissa käytetty 12 mm paksua halltex-puukuitulevyä. On myös mahdollista, että joihinkin huoneistojen seinäpintoihin on käyttäjien toimesta lisätty lämmöneristettä. Seinäpaksuudesta ei ole kuitenkaan varmaa tietoa, sillä rakennedetaljeja ei tuon aikaisesta rakenteesta ole saatavilla. Tietoa talon rakenteista on saatu asunto-osakeyhtiön isännöitsijältä arkkitehti Jukka Piispaselta sekä tutkimalla kirjallisuudesta ajalle tyypillisiä rakenneratkaisuja. Seinärakenteita ja ylä-, väli- tai alapohjaa ei avattu tätä opinnäytetyötä tehtäessä.

Kohdetalon rakenneosia ja niiden rakennusfysikaalista käyttäytymistä on tässä opinnäytetyössä tutkittu DOF-lämpö-ohjelmalla. Ohjelman avulla saatiin selvitettyä nykyisen hirsiseinärakenteen U-arvo eli lämmönläpäisykerroin. Nykyisen hirsiseinän paksuudeksi oletettiin 196 mm, jolloin sen laskennalliseksi U-arvoksi saatiin 0,568 W/m²K. Hirsiseinän lämpötekniseen toimintaan tosin vaikuttaa lämmönjohtavuuden lisäksi myös lämmönvarauskyky. Sopivissa sääolosuhteissa seinään voi varautua lämpöä, jolloin sen U-arvo on laskennallista arvoa selvästi parempi. Tämän vuoksi esimerkiksi energiakulutuksen arvioiminen massiiviselle rakenteelle on epätarkkaa. (Raitala 2009, 21.) Rakenneleikkaus hirsiseinärakenteesta on esitetty kuvassa 3.



KUVA 3. Ulkoseinän rakenneleikkaus nykytilanteessa

Höyrynsulun tarve vanhoissa rakenteissa

Ennen vanhaan rakennukset eivät juuri kärsineet kosteusongelmista. Eri-tyyppiset puurakennukset toimivat vuosikymmeniä moitteettomasti ilman nykypäivänä paljon käytössä olevia muovisia höyrynsulkuja. Höyrynsulun tehtävä on estää ilma- ja kosteusvuotoja. Ulkoseinän ja vastaavasti ala- ja yläpohjan sisäpintaan asennetaan yleensä muovikalvo, jolloin vesihöyryn ja ilman kulkeutuminen rakenteen läpi estyy. (Lämmöneristyksen parantaminen 2000, 4.)

Käsite höyrynsulku ja sen tarpeellisuus huomattiin samassa yhteydessä, kun teollisesti valmistetut lämmöneristeet, kuten mineraalivillat ja peltiset vesikatteen tulivat yleiseen käyttöön 1950-luvulla. Uudet rakenteet toteutettiin vanhalla periaatteella, mutta eristeet, kuten sahanpuru, korvattiin mineraalivillalla. Ei ymmärretty, että rakenteen fysikaalinen toiminta muuttui täysin. Seinästä poistui kosteuskapasiteetti. Seinien hengittävyys ja tiiviys heikkenivät ja täten kosteusvauriot yleistyivät. (Ekovilla Oy, tuotetietoa 2011.)

Hirsirakenteisessa talossa ei tällaiseen höyryntiiviiseen kerrokseen ole tarvetta, koska ilmankosteus ei normaalisti vaurioita puuta. Se siirtyy hitaasti hirsiseinän läpi esteettä molempiin suuntiin aiheuttamatta kosteuden siirtymistä rakenteen sisään. Toisin sanoen seinä tuulettaa itse itseään, puutalo ”hengittää”. (Lämmöneristyksen parantaminen 2000, 4.)

4.1.1 Ulkoseinän lisälämmöneristäminen

Lämmöneristyksen lisääminen hidastaa rakenteen kautta tapahtuvaa lämpöhäviötä. Vanhoissa kohteissa seinien ulkopuolinen lisäeristäminen on teknisesti sisäpuolista lisäeristämistä kannattavampaa, mutta tämä pätee vain, jos ulkoverhouksen uusimiseen on jokin perusteltu syy. (Raitala 2009, 26.) Useinkaan ei lämmityskustannuksissa saavutettu säästö aina vastaa lisäeristyskustannusten korkokuluja, jolloin takaisinmaksuaika voi jäädä liian pitkäksi. Lisälämmöneristäminen ja rakenteiden tiivistäminen on oleskeluvyöhykkeellä aistittavan vedon tunteen ja asumisviihtyvyyden vuoksi kuitenkin aina perusteltua. Lisälämmöneristämispäätökseen vaikuttavia muita tekijöitä voivat olla esimerkiksi rakenteen huono kunto, eristeen painuminen tai muu rakenteellinen vika. (Levon ym. 1986, 58.)

Ulkopuolinen lisälämmöneristäminen nostaa vanhan rakenteen lämpötilaa, minkä vuoksi ratkaisu on rakennefysikaalisesti turvallinen. Tällöin tuulen suoja ja eristekerros saadaan yhtenäiseksi, mikä vähentää kylmäsiltoja. Ulkopuolinen eristäminen ei myöskään pienennä rakennuksen hyötyalaa eikä haittaa asumista. Myös mahdolliset ulkopuoliset vauriot saadaan korjattua ja rakenteen kunto tarkastettua. Ulkopuolisessa lisäeristämisessä on kuitenkin

kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, etteivät julkisivun suhteet muutu liikaa. Paksun eristekerroksen käyttäminen on syytä harkita tapauskohtaisesti, sillä se vaikuttaa voimakkaasti rakennuksen ulkonäköön ja vaatii yleensä muun muassa räystäiden pidentämistä, ikkunoiden siirtämistä ja perusmuurin leventämistä. Tällöin eristämisen lisäkustannukset voivat nousta liian suuriksi. (Leiber 2007, 3.)

Ulkoseinien sisäpuolinen lisälämmöneristäminen on ulkopuolista eristämistä riskialttiimpaa ja usein työläämpää. Lisäeriste alentaa vanhan eristeen keskilämpötilaa ja voi pahimmillaan aiheuttaa siihen kastepisteriskin. Sisäpuolelle asetetuilla lisäeristeillä ei myöskään usein päästä täysin tiiviiseen ratkaisuun, sillä väliseinien ja alapohjan osalta on eristäminen sisältäpäin vaikeaa. Sisäpuolinen eristäminen on kuitenkin erittäin kannattavaa ja hyvin perusteltua silloin, kun rakennuksen ulkonäköä ei haluta muuttaa, vanha verhous on hyvässä kunnossa, vain osa rakennuksesta halutaan lisäeristää tai jos sisäpinnot joka tapauksessa uusitaan. (Leiber 2007, 2.)

Hirsirakenteessa lämmöneristämistä tärkeämmäksi nousee rakenteen tiivistäminen. Veto lisää kylmyyden tunnetta, mikä taas usein johtaa tarpeettomaan sisälämpötilan nostamiseen. Tiivistäminen on halvin tapa lisätä asumismukavuutta ja se on aina taloudellisesti kannattavaa. Vanha hirsiseinä on vuosien saatossa laskeutunut tiiviiksi, minkä vuoksi hirsirungon suurimmat vuotokohdat löytyvät yleensä ulkonurkista sekä karmien ja rungon välisistä saumoista. Pahoja lämpövuotoja yleensä esiintyy, jos runko on vääntynyt esimerkiksi perustusten liikkumisen vuoksi. (Lämmöneristyksen parantaminen 2000, 7.)

Peltokatu 22:n ulkoseinän lisälämmöneristäminen

Tämän opinnäytetyön rakennusfysikaalisessa tarkastelussa on Peltokadun eristelisäys toteutettu seinän sisäpintaan (liite 4/4). Ulkopuolinen lisäeristäminen, joka on usein rakennusfysikaalisesti turvallisempaa, ei ole tässä kohteessa taloudellisesti järkevää, sillä kohteen ulkoverhous on moitteettomassa kunnossa. Ulkoverhouksen avaaminen pelkästään lisäeristämistä varten ei

ole täten kannattavaa. Vanhaan hirsiseinäpintaan, jonka sisäpuolelle lisätään 50 mm:n ekovillalevy sekä ilmansulku, saadaan laskennalliseksi U-arvoksi 0,375 W/m²K. Seinän U-arvo paranee suhteessa vanhaan seinärakenteseen tuolloin noin 40 %.

4.1.2 Lämmöneristeen valinta

Mikäli hirsiseinä vaatii lisäeristämistä, ei sen toimintaperiaatetta ole syytä muuttaa. Kivivillan ja muiden kiviaineisten eristeiden ja muovikalvon käyttö estää hirsiseinän ”hengittävyden”. Huolimattomasti tehtynä tällainen lisäeristys voi johtaa lisäksi suoranaisiin vaurioihin kosteuden tiivistyessä höyrinsulun vuotokohtiin. Lisäeristäessä on syytä huolehtia, että materiaali on hirsirakennukseen soveltuva. Suositeltavaa on täten käyttää luonnonmateriaaleja tai niiden jalosteita, kuten esimerkiksi puuta, puukuitulevyä, eristyspapereita, luonnonkuitutilkkeitä, sellukuitueristettä, pellavaa, selluvillaa tai sahanpurua. (Lämmöneristysten parantaminen 2000, 7.)

Puupohjaiset eristemateriaalit pyrkivät aina tasapainokosteuteensa ympäröivän ilman kanssa, eli ne ovat hygroskooppisia. Toisin sanoen tällaisten materiaalien lämmönjohtavuus kasvaa suhteessa materiaalin tiheyteen ja kosteuteen. (Raitala 2009, 32.) Mineraalivillatuotteilla ei esiinny tällaisia ominaisuuksia. Erilaisten synteettisten aineiden, kuten muovikalvon, muovaineisten erityislevyjien, saumausvaahdon, kivivillan tai muiden kiviaineisten eristysmateriaalien, käyttöä on syytä mahdollisuuksien mukaan välttää. (Lämmöneristysten parantaminen 2000, 7.)

Käytettäessä levymäistä eristemateriaalia hirsirakenteessa täytyy kiinnittää huomiota varauksen kohdalle jääviin koloihin. Hirsiseinä on harvoin täysin suora, jolloin levymäistä eristettä käytettäessä sen alle jää rakoja, joissa tapahtuu ilmavirtausta. Tämän vuoksi on suositeltavaa tuulensuojalevyä asennettaessa täyttää varauksen kohdalle jäävät kolot esimerkiksi tilkkeellä tai asentaa ulkopuolinen lisälämmöneriste, kuten esimerkiksi selluvilla, ja vasta sen päälle lisätä tuulensuojalevy. Rakenne täytyy tiivistää huolellisesti myös mahdollisten aukkojen ja läpivientien kohdalta. (Raitala 2009, 31.)

4.2 Ala- ja välipohja

Tuulettuvalla alapohjalla tarkoitetaan perusmuuriin tai palkkiin tukeutuvaa alapohjarakennetta, jonka alapuolella on tuulettuva ryömintätila. Tämän ns. rossipohjan käyttö yleistyi pientaloissa jo 1800-luvulla. Rossipohja olikin 1900-luvun alkupuolen lähes ainoa käytetty ratkaisu, ja se on edelleen käytössä, vaikka valettu laatta nykyään on yleisin uusien talojen alapohjaratkaisu. Rossilattian etuna valettuun laattaan on sen huollettavuus. Lattialaudat irrottamalla voi tarkistaa rakenteiden ja eristeiden kunnon. (Pakkala ym. 2005, 3.)

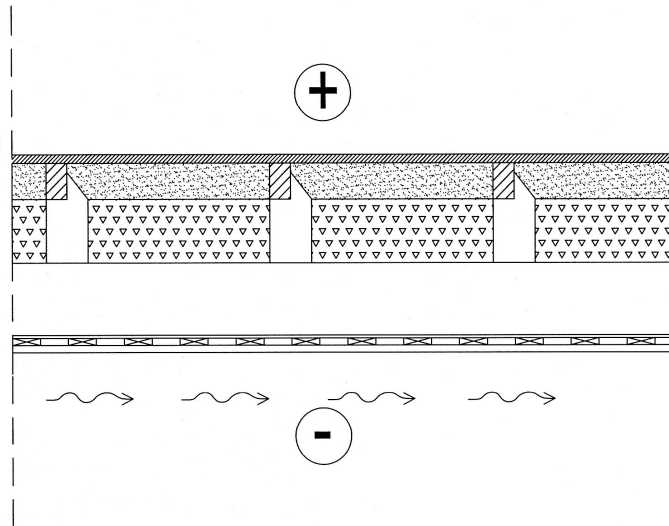
Rossilattian rakenne on periaatteessa hyvin yksinkertainen: pohjalla on tukeva palkisto, jonka ylä- ja alapuolella on laudoitus sekä paperointi. Talon alla olevan vapaan tilan paksuus voi vaihdella paljonkin, se voi olla 20–30 cm tai parhaillaan yli metrin. Eristetilan paksuus vaihtelee 20–40 cm:n välillä. Vanhempina eristemateriaaleina käytettiin esimerkiksi sammalta, hiekkaa ja turvetta. 1900-luvun yleisin eristemateriaali oli kutterinlastu tai sahanpuru tai parhaimmillaan niiden sekoitus, mikä tekee täytteestä hyvin ilmavan ja täten erittäin hyvin eristävän. Perinteisessä rossilattiarakenteessa tuuletuksesta huolehdittiin kivijalan läpi, jolloin ilma kiertää yksinomaan perusmuurissa olevien tuuletusaukkojen kautta. (Pakkala ym. 2005, 4.)

Peltokadulla ala-, väli- ja yläpohjan rakenne on ajalle tyypillinen rossipohjainen ratkaisu. Lattiaa kannattavat jyrkät puupalkit eli vasat, täytepohjaa korottamassa vasojen päälle on asetettu korokepiirut sekä koolaus. Kevyenä täyteenä sekä ala-, väli- että yläpohjassa on käytetty kutterinpurua sekä painotäyteenä hiekkaa. Kevyemmän kutteripurun eristepaksuus alapohjassa on noin 350 mm, hiekkatäyteen määrä on kuitenkin pienempi, noin 50 mm. (Piispanen 2011.) Alapohjan kokonaispaksuudeksi on rakennusfysikaalisessa tarkastelussa arvioitu 488 mm ja sen laskennalliseksi U-arvoksi saatiin tarkastelun perusteella $0,254 \text{ W/m}^2\text{K}$ (liite 4/1). Periaatteellinen rakenneleikkaus alapohjarakenteesta on esitetty kuvassa 4.

AP (~ 488 mm : Nykytilanne)

U - arvo : 0,254 W/m²K

- Lattialankku
- Rakennuspaperi
- Koolaus
- Korokkeet + Painotäyte : hiekka ~ 50 mm
- Rakennuspaperi
- Kevyttäyte : kutterinlastu ~ 350 mm
- Vasa + vuoraushuopa
- Täytepohja (harvalaudoitus)
- + täytepohjan kannatus



KUVA 4. Alapohjan rakenneleikkaus nykytilanteessa

Alapohjan lisälämmöneristäminen

Vanhan lattian vetoisuus johtuu usein siitä, että alapohjan vanha eriste ei yllä lattialautoihin asti ja kylmä ilmavirta pääsee tähän rakoon. Lattian vetoisuus riippuu myös muiden rakennneosien tiiviyydestä, sillä ylöspäin pyrkivän lämpimän ilman virtaaminen hatarien rakennusosien läpi ulos aiheuttaa kylmän ilman sisäänimeytymisen lattian kautta. Jos lattia ei ole tuntunut kylmältä, on rakenteen tiiviys ja eristys niin hyvä, että parannustoimenpiteisiin ei kannata ryhtyä. (Niskala 1986, 36.)

Tavallisesti lattian reuna-alueet ovat hirsitalon rungon kohtia, joissa ympäristöä kylmempiä alueita on yleensä havaittavissa. Koko lattian avaaminen ei olekaan tällöin välttämätöntä, vaan usein on riittävää tiivistää tai parantaa eristystä reuna-alueilla. Tämä riittää usein poistamaan haitallisen vedon tunteen. (Lämmöneristykseen parantaminen 2000, 8.)

Lattian sisäpuolinen lisälämmöneristäminen ei useinkaan ole energiansäästöinvestointina kannattava toimenpide. Se on kuitenkin perusteltua, jos alapohjan vetoisuus tai huonokuntoisuus haittaa merkittävästi asumismukavuutta tai jos alapohja joudutaan muiden töiden vuoksi avaamaan. Eristettä lisätessä ei lattian vanhoja täytteitä ole syytä poistaa, mutta sen kunto on kuitenkin aina syytä tarkistaa perinpohjaisesti. (Niskala 1986, 36.) Lämpötekni-

sesti tehokkainta on lisätä uusi eriste suoraan vanhan eristeen päälle koko lattian alalta. Ellei vanhan eristeen päällä ole tilaa lisäeristykselle, on edullisempaa poistaa vanhaa eristettä ja korvata se sellukuitueristeellä kuin koolauksin korottaa lattiaa. Tällöinkään vanhaa eristettä ei kannata kokonaan poistaa, sillä uuden eristeen lisääminen usein epäsäännöllisiin rakenteisiin voi olla vaikeaa. (Niskala 1986, 36.)

Nykyiset puhallettavat sellukuitueristeet toimivat lämmönjohtavuudeltaan huomattavasti paremmin kuin vanhemmat eristeet, kuten sahanpuru ja kutterilastu. Niiden levittyvyys on myös erittäin hyvä, joten tapauksissa, joissa vanha eriste on jostain syystä vaihdettava, ovat puhallettavien eristeiden käyttö harkitumpaa kuin esimerkiksi mineraalivillan käyttö. Eristettä lisätessä on aina huolehdittava, että eristeenlisäys ei nosta lattian tasoa, jolloin hankaluuksia aiheutuu esimerkiksi ovien, ikkunoiden ja kiinteiden kalusteiden korkeusaseman suhteen (Lämmöneristuksen parantaminen 2000, 7).

Tuulettuvaa alapohjaa voi tiivistää, tilkitä ja jopa lisäeristää alakautta, jos ryömintätilan korkeus on työskentelyyn riittävä. Suositeltavaa on käyttää luonnonkuitueristeitä, mutta voidaan käyttää myös jäykkiä kivivillalevyjä, koska uusi eriste tulee rakenteen ulkopuolelle ja orgaanisten eristeiden käyttö on tässä tapauksessa hankalaa. Erityinen huomio on kuitenkin kiinnitettävä uuden eristeen tiiviiseen asentamiseen vanhaa rakennetta vasten, jotta rakenteen sisään ei jää ilmakehä. Tuuletuksen riittävyys on myös tarkistettava ja sitä on tarvittaessa tehostettava, sillä alapuolinen lisäeristys laskee ryömintätilan lämpötilaa ja nostaa näin sen suhteellista kosteutta. (Lämmöneristuksen parantaminen 2000, 8.)

Peltokatu 22:n alapohjan lisälämmöneristäminen

Peltokadulla alapohjan lisäeristäminen on tämän opinnäytetyön rakennusfysikaalisessa tarkastelussa toteutettu ulkopuolisella eristyslisällä (liite 4/2). Koska lattianrakenteen avaaminen sisältäpäin on kaikin puolin työlästä ja aikaa vievää, on kustannusteknisesti mielekkäämpää toteuttaa eristäminen ulkoapäin. Tällöin se on myös rakenteellisesti haastavampaa ja eristeen li-

säämiseen onkin kiinnitettävä suurta huolellisuutta. Avaamalla vanhaa rakennetta alapuolelta täytepohjaan saakka ja lisäämällä lisäeristeeksi 100 mm paksun ekovillalevyn ja 25 mm paksun tuulensuojalevyn saadaan laskelmien mukaan rakenteen U-arvoksi 0,162 W/m²K. Tällöin U-arvo verrattuna vanhan rakenteen U-arvoon paranee 36,2 %. Alapohjan osuus kokonaislämpöhäviöstä ei kuitenkaan tässä tapauksessa ole kovinkaan suuri, joten sen lisäämisen tarvetta on syytä harkita huolella.

4.3 Yläpohja ja vesikatto

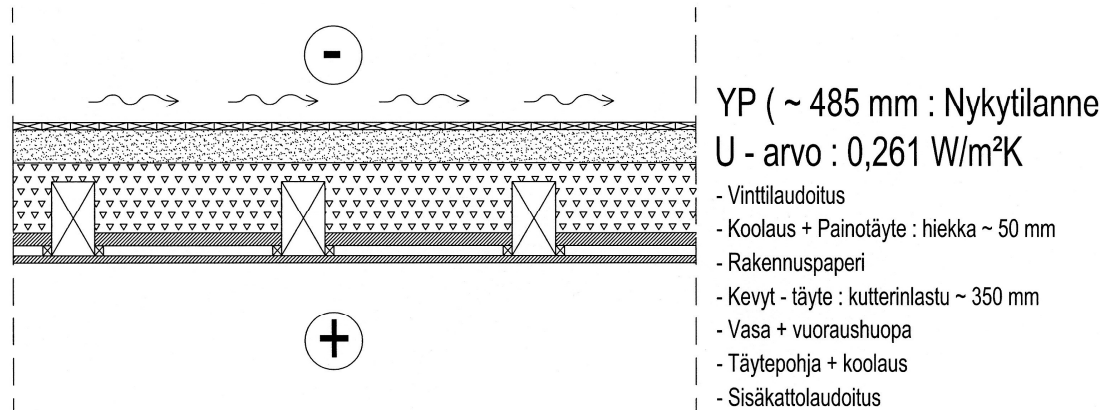
Suomen ilmastossa on vesikatolla erittäin tärkeä ja vaativa tehtävä, joten ei ole samantekevää, minkä muotoiseksi katto rakennetaan tai miten se kateetaan. Katto on epäilemättä talon tärkein osa, sillä jos se ei ole kunnossa, alkaa kaikki sen alla ennen pitkää tuhoutua. Kaikista rakenneosista katto onkin läpikäynyt eniten muutoksia, sillä veden pitäminen ulkona on ollut aina haastavaa. (Rinne 2009.)

1920-luvun kerrostaloissa yleisimmin käytetyt kattomuodot olivat harja- tai aumakatto. Mahdollisimman selväpiirteinen ja sileä sekä sopivasti kalteva katto on melkein kaikissa olosuhteissa paras. Vesikatto oli useimmiten oma yläpohjasta erillinen rakenteensa, jolloin väliin jäänyt ullakkotila palveli kylmänä varasto ja pyykinkuivaustilana. (Kerrostalot 1880–2000. 2006, 62.)

Kattomuotona Peltokadulla on aumakatto ja vesikaton katemateriaalina on maalattu konesaumattu peltikatto. Opinnäytetyöhön liitettyssä kuntoarvioportissa (liite 1) selvitettiin vesikatteen kuntoa pintapuolisella tarkastelulla. Tarkastuksessa saatiin selville, että katteessa oli havaittavissa paikoittain vuotokohtia ja myös sen maalipinta oli paikoin kulunut.

Peltokadulla yläpohjassa on väli- ja alapohjan tavoin rossityyppinen ratkaisu, jossa pääasiallisena eristeenä on käytetty kutterilastua. Painotäytteenä on käytetty myös hiekkaa. (Piispanen 2011.) Rakennuksen yläpohjan paksuudeksi on rakennusfysikaalista tarkastelua varten arvioitu 485 mm, jolloin sen laskennallinen U-arvo on tällöin 0,261 W/m²K. Yläpohjarakennetta ei ole

vuosien varrella lisäeristetty ja se toimii ajalleen tyypillisesti vesikatosta erillisenä rakenteena. Sitä käytetään pääasiassa huonekohtaisille varastoille varattuna tilana. Yläpohjan periaatteellinen leikkaus on esitetty kuvassa 5.



KUVA 5. Yläpohjan rakenneleikkaus nykytilanteessa

Yläpohjan lisälämmöneristäminen

Puurakenteisessa talossa yläpohjan ilmanvuotokohtat voivat olla suuriakin, koska siellä ne eivät aiheuta niin pahaa vetoa, että niihin kiinnitettäisiin huomiota (Niskala 1986, 39). Yläpohjan lisäeristämistarve riippuu suurelta osin olemassa olevan eristeen laadusta ja eristekerroksen paksuudesta. Lisäeristäminen on yleensä kannattavaa, jos vanha eristekerros on ohut tai jos ullakko on käyttämätön, mutta niin tilava, että eristetyö voidaan tehdä yläpuolelta. Vanhoja eristeitä ei ole mielekästä poistaa, vaan uutta eristettä voi lisätä suoraan vanhan päälle. Yläpuolinen lisäeristäminen on tavallisesti helppoa ja sillä ei ole vaikutusta rakennuksen ulkonäköön eikä hyötyalaan. (Lämmöneristuksen parantaminen 2000, 10.)

Lisäeristäessä ei ole syytä muuttaa rakenteen toimintaa ja täten onkin suositeltavaa käyttää luonnonmateriaaleja tai niiden jalosteita. Lisäeriste levitetään helpoiten käyttämällä puhallettavaa eristettä, kuten esimerkiksi ekovillaa, jolloin saadaan eriste kaikkien rakenteiden ympärille ja koloihin. Myös vanhempien eristeiden, kuten sahanpurun tai kutterilastun tai niiden sekoituksen, käyttö on suositeltavaa, joskin niiden lämmönjohtavuusarvot eivät yl-

lä uudempien eristeiden tasolle. (Lämmöneristyksen parantaminen 2000, 11.)

Eristeen lisääminen altapäin ei ole mielekästä, sillä se on suuritöistä ja lisäksi se pienentää huonekorkeutta. Rakennetta käytetään usein silloin, kun vanha lämmöneriste on hyväkuntoinen tai jos ullakolla ei ole tilaa eristetyön tekemiselle ja huonekorkeutta on vara madaltaa. Lisäeristäessä on suositeltavaa käyttää kuitulevyjä tai, käyttäessä mineraalivillaa, on huolehdittava höyrynsulun oikeasta asentamisesta ja limittämisestä mahdollisen ulkoseinän höyrynsulun kanssa. Katon ja seinän liittymäkohdat tiivistetään esimerkiksi vuorauspahvilla, joka taivutetaan seinän ja katon levykerrosten alle. (Niskala 1986, 40.)

Savupiippujen läpiviennit ylä- ja välipohjissa on eristettävä palomääräysten mukaisesti. Vanhastaan piippujen läpiviennit on tiivistetty hiekalla, eikä tätä ole lisäeristämisen vuoksi syytä muuttaa. (Lämmöneristyksen parantaminen 2000, 11.)

Peltokatu 22:n yläpohjan lisälämmöneristäminen

Yläpohjan eristelisäys on helppointa ja taloudellisesti kannattavinta tehdä yläpuolisena lisälämmöneristämisenä. Lisäämällä vanhan eristekerroksen päälle 200 mm puhallettua ekovillaa saadaan Peltokadun yläpohjan laskennalliseksi U-arvoksi 0,113 W/m²K, joten parannus vanhan rakenteen U-arvoon on prosentuaalisesti suhteellisen korkea: 56,7 %. Alapohjan tavoin yläpohjan prosentuaalinen osuus vuoden lämpöhäviöistä ei kuitenkaan ole kovin suuri, joten sen tarpeellisuutta on syytä harkita tapauskohtaisesti.

Yläpohjan kosteuskäyttäytyminen

Yläpohjan lisäeristäminen laskee ullakkotilan lämpötilaa, jolloin yläpohjan läpi kulkeutuvaa kosteutta voi tiivistyä aiempaa enemmän vesikaton alapintaan. Erityisesti peltikatto on altis kosteuden tiivistymiselle. Tiivistynyt vesi tippuu

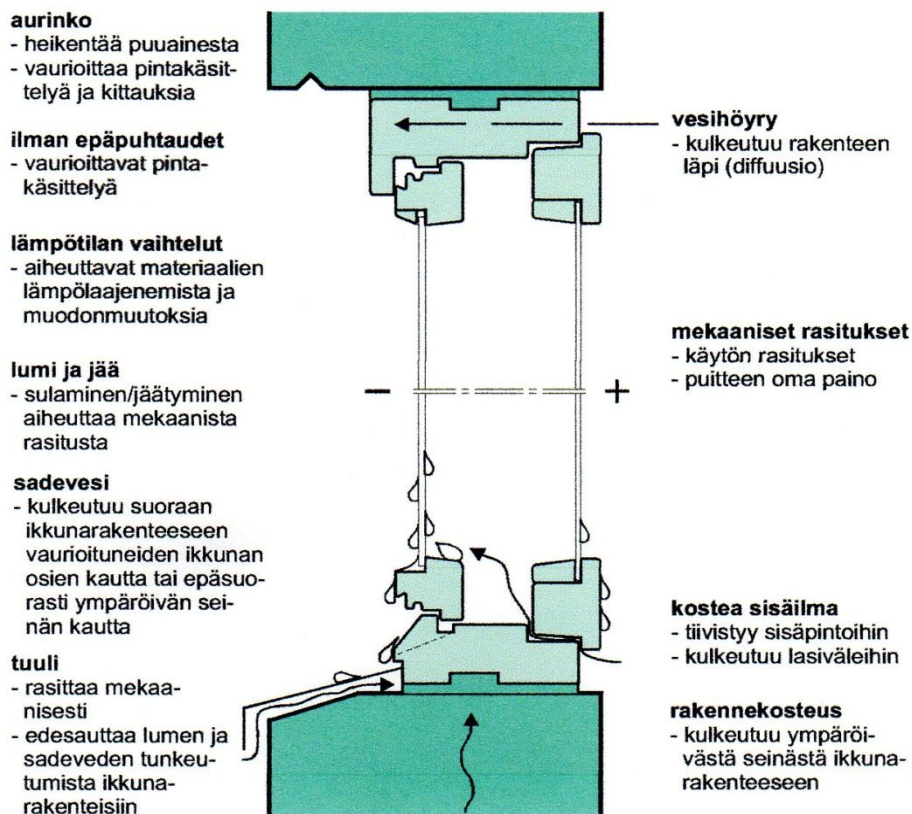
katosta yläpohjaan, joten lahovaurioita ja muita kosteusongelmia voi ilmetä sekä vesikatossa että yläpohjassa. (Niskala 1986, 41.)

Yläpohjassa olevien vanhojen eristeiden, kuten purutäytteen, toimivuus perustuu rakenteen riittävän hyvään ilmatiivyyteen ja lisäksi yläpohjan ilmatilan riittävään tuuletukseen. Tällöin kosteus pääsee haihtumaan helposti ja tehokkaasti. Kun täytettä lisätään, rakenteen fysikaalinen tilanne muuttuu. Lisäeristäminen alentaa ilmatilan lämpötilaa, minkä vuoksi rakenteen ilman- ja höyrynpitävyys tulee olla hyvä tai sitä tulee parantaa. Myös ullakon tuuletusta on mahdollisesti tarpeen tehostaa. (Niskala 1986, 41.)

4.4 Ikkunat ja ovet

Ikkunat olivat pitkään rakennuksen arvokkaimpia osia. Lasi oli kallis materiaali; vielä 1920-luvulla ikkunoissa lasi maksoi enemmän kuin puitteiden tekeminen. Ikkunat valmistettiin huolella ja pääsääntöisesti hyvälaatuisesta, tiheäsyisestä puusta, sillä aikaa vievään työhön ei kannattanut käyttää huonoa materiaalia. (Kaila ym. 1987, 138.) Yleisesti voidaan todeta, että ennen noin vuotta 1965 rakennetuissa taloissa alkuperäiset ikkunat olikin tavallisesti teetetty käsityönä puusepäntehtaissa eikä vastaavaa laatua enää ole saatavissa edes uudessa normaalituotannossa. (Mannervaara 2007.)

Ikkunoiden yleinen vaurioituminen johtuu auringon, tuulen ja kosteuden aiheuttamasta säärasituksesta, käytöstä aiheutuvasta kulumisesta ja ennen kaikkea huollon puutteesta. Vaurioitumisen nopeuteen vaikuttavat käytetty runkomateriaali ja pintakäsittelyaineet. Myös rakenteella on suuri merkitys. Hyvästä raaka-aineesta valmistetut ja sopivilla pintakäsittelyaineilla maalatut ikkunat säilyvät hyvin pitkään, mikäli niitä huolletaan asianmukaisesti. (Tulla 1982, 15.) Ikkunan vaurioiden yleisimmät syyt on esitetty kuvassa 6.



KUVA 6. Ikkunan vaurioiden yleisimpiä syitä (RT 41- 10726. 2000)

4.4.1 Ikkunoiden korjaaminen ja vaihtaminen

Ikkunat korjataan tai uusitaan, koska ne eivät enää täytä tehtävänsä; ikkunoista vetää ja maalipinnat ovat kuluneen näköiset. Joskus myös ikkunamekanismit, helat, sulkijat tai saranat eivät toimi tai ovat rikkoutuneet. Pitkään huoltamattomissa ikkunoissa saattaa olla myös lahovaurioita, kittaukset saattavat olla irronneet ja lasiruudut helisevät. Joskus puitteet ovat turvonneet kosteudesta tai niissä on niin paksuja maalikerroksia, että ikkunoita on hankala avata ja sulkea. (Mannervaara 2007.)

Ikkunoiden vaihtaminen tai muuttaminen edellyttää useimmiten toimenpidelupaa, joka haetaan paikkakunnan rakennusvalvontaviranomaiselta. Ikkunoiden korjaamiseen ei kuitenkaan tarvita toimenpidelupaa, ellei ikkunoiden ulkonäköä muuteta. Ikkunoiden tiivistäminen, käyntien ja heloitusten tarkistaminen ja esimerkiksi lisälasin asentaminen sisäpuitteeseen eivät vaadi toimenpidelupaa. Tällaiset toimenpiteet parantavat merkittävästi vanhojen

ikkunoiden lämpötaloutta ja toimivuutta. Toimenpiteiden luvanvaraisuus kannattaa kuitenkin tapauskohtaisesti selvittää rakennusvalvontaviranomaiselta ennen hankkeeseen ryhtymistä. (Mannervaara 2007.)

Ikkunoiden korjaaminen on kestävän kehityksen periaatteiden mukaista: periaatteessa ei ole järkevää uusia, jos vanhasta saa korjaamalla vielä toimivan. Monissa tapauksissa vanhojen puuikkunoiden säilyttäminen ja kunnostaminen on järkevää, koska niiden valmistamiseen on tavallisesti käytetty hyvälaatuisia puutavaraa. Vanhojen ikkunoiden käyttöikä on todistettavasti pitkä, mutta tämä pätee periaatteena vain, jos ikkunoiden huollosta on huolehdittu. Jos ikkunoiden vaurioitumisen aste on päässyt suureksi, voivat niiden korjauskustannukset nousta liian suuriksi. Ikkunoiden uusimista perustellaankin helposti korjaamisen kalleudella. Korjaustarpeesta ei voi olla tietoa ennen ikkunoiden kunnan kuntokartoitusta, jonka perusteella tiedetään vaurioiden laajuus ja tarvittavien toimenpiteiden määrä. (Mannervaara 2007.)

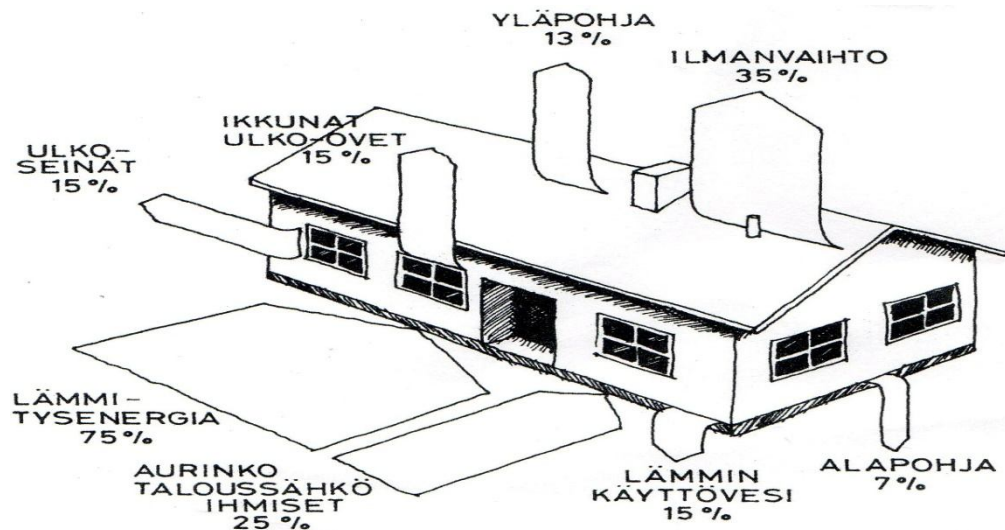
Ikkunoiden uusimista on syytä harkita huolella. Jos kuntotutkimuksessa selviää, että useissa ikkunoissa on suuria vaurioita, kuten esimerkiksi syviä lahovaurioita, voidaan ikkunoiden kunnan perusteella päätyä niiden uusimiseen. Uusien ikkunoiden suunnittelu ja niiden sovittaminen vanhaan rakenteeseen tyydyttävällä tavalla voi usein olla vaativa tehtävä. Muutostöiden suunnittelijaksi tulee valita ammattitaitoinen suunnittelija, joka tuntee eri aikoina käytetyt ikkunatyypit ja -rakenteet. Ikkunoiden uusimisen yhteydessä on myös otettava huomioon toimenpiteen vaikutus rakennuksen ilmanvaihtoon, varsinkin jos kyseessä on painovoimainen ilmanvaihto. Ikkunoiden uusiminenkin on vanhassa rakennuksessa korjaamista, eikä muutoksella tarvitse määräysten puolesta tavoitella uudisrakentamisen vaatimustasoa, jos sellaista ei ole luontevilla ratkaisuilla mahdollista saavuttaa. (Mannervaara 2007.)

Tähän opinnäytetyöhön on liitetty (liite 1,2,3) Peltokadun huoneistoihin suoritettu kuntoarvioraportti ja lämpökuvauksraportit. Lämpökuvista käy ilmi ikkunoiden kunto tutkituissa huoneistoissa. Etenkin alakerran välihuoneistossa ikkunoiden kunnossa oli suuria puutteita. Ikkunoiden karmeissa oli havaitta-

vissa erittäin paljon ympäristöään kylmempiä alueita. Lisäksi ikkunarakenteiden kunto oli kummassakin huoneistossa puutteellinen. Rakennuksen kolmeen huoneistoon asukkaat olivat vaihtaneet ikkunat, muissa huoneistoissa käytössä olevat ikkunat ovat tietävästi alkuperäiset. (Piispanen 2011.) Rakennuksen alkuperäiset ikkunat ovat ajalleen tyypilliset 2-lasiset, t-malliset kolmiruutuikkunat, joiden ruutupinta-ala on noin 2,1 m². Rakennuksen seinien maanpäällisestä kokonaisalasta ikkunoiden ja ovien pinta-ala käsittää noin 24,5 %.

4.4.2 Ikkunoiden ja ovien osuus energiataloudesta

Ikkunat ja ovet liittymineen ovat lämpötekniisesti rakennuksen heikoin osalualue, sillä niiden liittymien kautta häviää keskimäärin vähintään 15 % lämpöenergiasta, ja tiivistämättömistä liittymistä vielä enemmän. Lämpöhäviöstä kaksi kolmasosaa kulkeutuu lasin läpi lämpösäteilynä. (Kivimäki ym. 1993, 29.) Ikkunoiden tiiveys suhteessa energiatalouteen on näin ollen yhtä suuri kuin ulkoseinien, ja niiden toimivuuteen on syytä kiinnittää vähintään yhtä suurta huomiota kuin muun ulkovaipan toimintaan. Pientalon periaatteellinen energiantuotannon ja -häviöiden jakauma on esitetty kuvassa 7.



KUVA 7. Pientalon periaatteellinen energiantuotannon ja -kulutuksen sekä energiahäviöiden jakautuminen (Niskala 1986, 10)

Vanhojen ikkunoiden U-arvo verrattuna uusien ikkunoiden U-arvoon on yleensä suhteellisen heikko, eikä vanhojen ikkunoiden lisätiivistämällä ole mahdollista päästä uusien ikkunoiden tiiveystasoon. Vanhan hyväkuntoisen 2-lasisen MS-ikkunan U-arvo on keskimääräisen arvion mukaan noin 2,5 W/m²K (Hemilä ym. 2002, 21). Määräysten vähimmäistaso uusissa omakotitaloissa vuonna 2010 on ikkunoiden ja ovien osalta 1,0 W/m²K, jolloin vähimmäistasollakin päästään huomattavasti parempaan U-arvoon kuin vanhojen ikkunoiden kohdalla. Pelkkä ikkunanvaihto uuteen ei kuitenkaan takaa parempaa lämpötaloutta, mikäli liittymät toteutetaan huolimattomasti. Ikkunoiden, ja niiden liittymien raoista ja rei'istä hallitsemattomasti virtaava korvausilman lämpötila on suoraan verrannollinen ulkolämpötilaan. Mikäli liittymissä olevia rakoja ei saada tiivistettyä, ei ikkunoiden vaihto ole useinkaan kustannusteknisesti kannattavaa. (Mannervaara 2007.)

4.5 LVI-järjestelmät

Tässä opinnäytetyössä ei varsinaisesti paneuduta lämmitysjärjestelmien ja LVI-tekniikan tutkimiseen, mutta ne on kuitenkin syytä ottaa huomioon, sillä niiden merkitys rakenteita muutettaessa ja tiivistettäessä on merkittävä. Lisälämmöneristyksen lisäksi ilmanvaihto vaikuttaa merkittävästi rakennuksen energiatalouteen (katso luku 5.2, sivu 37).

4.5.1 Painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimainen ilmanvaihto perustuu ulkoilmaa lämpimämmän ja keveämmän huoneilman pyrkimykseen nousta ylöspäin. Ilmanvaihto ei ole tällöin hallittua, vaan se riippuu lämpötilaeroista, hormin korkeudesta ja sen virtausvastuksesta sekä tuulen nopeudesta ja suunnasta. (Raitala 2009, 44.) Painovoimaisen ilmanvaihdon toimintakyky kesällä yli +20 °C:ssa on olematon ja talvella -30 °C:ssa se voi toimia liiankin tehokkaasti. Rakenteiden tiivistäminen ja lisälämmöneristäminen saavat yleensä aikaan sen, että aiemmin toiminut painovoimainen ilmanvaihto häiriintyy. Tämä puolestaan heikentää erityisesti tuloilman saantia, sillä vanhoissa rakennuksissa ei yleensä ole tuloilmalle erillistä venttiiliä. Jos rakenteiden läpi tapahtuvan ilmanvaihdon pie-

neneminen joudutaan korvaamaan muun ilmanvaihdon lisäyksellä, ei energiasäästöä synny. (Niskala 1986, 11.) Toisaalta rakenteen itsessään ei pitäisi koskaan toimia korvausilman läpäisijänä, vaan korvausilman saanti tulisi olla hallittua.

Painovoimaisen ilmanvaihdon ongelma on pääosin puutteellisen ja huonolaatuisen ulkoilman saanti sekä suuri energiankulutus. Etenkin lämmityskaudella poistoilman mukana kulkeutuu ulos lämmitysilmää, jota ei saada talteen ilman lämmöntalteenotinta. (Vuoti 2010, 20.) Poistoilman lämmöntalteenoton (LTO) rakentaminen edellyttää siirtymistä koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon. Painovoimaisen ilmanvaihdon muuttaminen nykyvaatimusten mukaiseen ilmanvaihtoon on kuitenkin suhteellisen suuri toimenpide, kun esimerkiksi asuntojen tulo- ja poistoilmakanaville joudutaan etsimään uudet asennusreitit (Kerrostalot 1880–2000. 2006, 188). Järjestelmän toimintaedellytyksenä on rakenteiden ja ikkunoiden riittävä tiiveys, joka monissa vanhemmissa kohteissa voi merkitä suuria lisäkustannuksia. Tällöin energiasäästöt voivat kuitenkin olla suhteellisen merkittävät, sillä koneiden hyötysuhteet ovat nykypäivänä parhaimmillaan jopa 80 %.

4.5.2 Lämmitysjärjestelmät

Peltokadulla rakennuksen lämmitys tapahtuu sähkön avulla. Sähkölämmityksen käyttäminen on vaivatonta ja tarvittavien lämmityslaitteiden hankintakustannukset ovat edulliset (Harju 2002, 152). Käyttökustannukset sen sijaan ovat kuitenkin monia muita lämmitysmuotoja korkeammat. Sähkön verollinen kokonaishinta on vuosien 1992–2011 välisenä aikana noussut kokonaisuudessaan noin 116 % (Sähkön verollisen kokonaishinnan kehitys vuodesta 1992 lähtien. 2011). Tämä luo ymmärrettävästi painetta harkita siirtymistä muihin lämmitysvaihtoehtoihin, kuten maa- ja ilma/vesilämpöpumppuihin sekä kaukolämpöön. Toisaalta lämmitysmuodon muuttaminen ei ole aivan yksinkertainen asia, sillä esimerkiksi kaukolämpöön siirtyminen edellyttäisi muun muassa vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän rakentamista. Lämmitysmuodon ja LVI-laitteiden valinnalla ja oikeaoppisella mitoituksella on kuitenkin suuri merkitys energiataloudelliseen lopputulokseen pyrittäessä.

5 PELTOKATU 22:N ENERGIANKULUTUS JA SEN MERKITYS

Energiankulutus tarkoittaa kohteessa normaalin käyttötilanteen aikana toteutunutta energiantarvetta kilowattitunteina mitattuna määrätyllä ajanjaksolla. Energiankulutus voidaan ilmoittaa kokonaiskulutuksena tai suhteellisena kulutuksena kohdistettuna huoneistopinta-alaa, bruttopinta-alaa tai rakennustilavuutta kohden. Energiankulutus sisällytetään yleensä energiatehokkuuteen, jota teknisen laadun mittaristossa käytetään kuvaamaan rakennuksen energiankulutukseen ja -tarpeeseen vaikuttavia tekijöitä. Energiatehokkuuteen sisältyvät energiankulutuksen lisäksi rakennuksen sellaiset ominaisuudet (lämmöneristysrakenteet, vaipan tiiviys, ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde), joilla on välitön vaikutus energiankulutukseen. (Hekkanen ym. 2006, 8.)

Laskettaessa rakennuksen kokonaisen energiankulutusta tulee ottaa huomioon sen kaikki osa-alueet ja rakenteet, joiden kautta lämpöenergia kulkeutuu rakennuksen sisältä joko ulkoilmaan tai maaperään. Lisäksi on huomioitava myös rakennukseen kuulumattomat energialähteet, kuten ihmiset, kodinkoneet tai vaikkapa auringon valo, jotka tuottavat lämpöenergiaa vähentäen näin rakennuksen kokonaisen energiankulutusta. (RakMK D5. 2007.) Rakennuksen eri osien ja rakenteiden kautta tapahtuvien lämpöhäviöiden vertailun kannalta kyseiset rakennukseen kuulumattomat lämpökuormat eivät ole olennaisia ja lisäksi niiden arvioiminen olisi todella vaikeaa. Siksi niitä ei tässä opinnäytetyössä tutkitussa kohdetalossa ole otettu huomioon.

Pientalon lämpöenergiankulutuksesta suurin osa eli noin 60–70 % häviää johtumalla ulkovaipan eri osien liittymistä ja rakenteista (Kilpeläinen ym. 2006, 26). Ilmanvaihto ja lämmin käyttövesi muodostavat energiankulutuksesta loppuosan eli 30–40 %. Energiahäviöt voivat kuitenkin vaihdella merkittävästi eri rakennuksien kesken kerrosluvun, muodon ja rakenteiden erilai-

suuden vuoksi. Ulkovaipan eli ulkoseinien, yläpohjan, alapohjan, ikkunoiden ja ulko-ovien lämpöhäviöiden suuruuteen vaikuttavat muun muassa rakenteen massiivisuus, muoto, koko, tiiviys ja kunto. Pientalon periaatteellinen energiantuotannon ja -häviöiden jakauma on esitetty kuvassa 7 (sivu 31).

5.1 Peltokatu 22:ssa tehdyt energiamittaukset ja laskelmat

Peltokatu 22:n energiankulutusta tarkasteltiin tässä opinnäytetyössä käsin tehdyllä RakMK D5:n mukaisella energiantasemenetelmällä, jossa lämpöhäviöt lasketaan kuukausittaisten lämpötilojen mukaan. Laskelmien tuloksena saatiin selville kunkin erillisen rakenteen ja rakennusosan vuosittainen energiahäviö, joiden avulla voitiin laskea koko rakennuksen energiankulutus. Laskelmista tehtiin myös erilaisia variaatioita, kuten vertailua yläkerran päätyhuoneiston ja alakerran välihuoneiston välillä sekä vertailua nykyisten ja parannettujen rakenteiden välillä. Kaikkien laskelmien tulokset on liitetty tähän opinnäytetyöhön (liitteet 5 ja 6).

Suomi on jaettu RakMK D5:ssä neljään eri säävyöhykkeeseen, joista Oulu kuuluu kolmanteen vyöhykkeeseen. Tämän vyöhykkeen vuoden keskilämpötilaksi on arvioitu +2 °C. Koska vuoden keskilämpötila on kuitenkin ollut nousussa viimeisten vuosien aikana, käytettiin laskelmissa vuoden 2009 keskilämpötilaa, joka oli Oulussa +2,9 °C. Täten laskelmista saatiin enemmän nykypäivän lämpöolosuhteita vastaava. Laskelmiin vaikutti suurelta osin myös sisälämpötila, joka tässä työssä on koko rakennuksen osalta +20,0 °C. Tutkittujen huoneistojen osalta on kuitenkin käytetty tavallista alhaisempia paikalla mitattuja sisälämpötiloja, jotka ovat välihuoneistossa +16,5 °C ja päätyhuoneistossa +19,0 °C.

Tuloksia tutkittaessa tulee muistaa, että lämpöhäviöiden laskenta on aina teoreettista, vaikka mahdollisimman moni muuttuja pyrittäisiinkin ottamaan huomioon. Myös materiaalien todellinen lämmönjohtavuus muuttuu lämpö- ja kosteusolosuhteiden mukaan, mikä puolestaan aiheuttaa tarkastelussa melkein aina pientä virhettä. (Raitala 2009, 54.)

Rakennuksen lämpötekniistä toimintaa tarkastellaan usein **lämpökamerakuvausella**, jolloin voidaan selvittää rakenteita rikkomatta vaipparakenteen ilmanvuotokohtia, kylmäsiltoja ja mahdollisia lämpövuotoja, jotka voivat aiheutua esimerkiksi eristeen painumisesta. Kylmäsiltoja, jotka aiheuttavat pintalämpötilojen laskua, on rakenteissa luonnostaan. Sisäpuolisessa kuvauksessa rakenteiden liittymät, kuten esimerkiksi lattian ja katon liittymät sekä läpiviennit, ovat luonnostaan jossain määrin kylmempiä. Tämän vuoksi tuloksissa rakenteiden lämpötekniistä toimivuutta arvioidaan lämpötilaindeksin avulla, jota käytetään silloin, kun kuvausta ei voida suorittaa vakioolosuhteissa ($-5\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$:n ulkolämpötilassa ja $+20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$:n sisälämpötilassa). (RT 14–10850 2005, 2.)

Lämpötilaindeksiä käytetään saatujen tuloksien tulkinnan helpottamiseksi, silloin, kun kuvaus suoritetaan normaalissa olosuhteessa. Lämpötilaindeksi vaihtelee 0 ja 100 välillä ja mitä suurempi lämpötilaindeksi on, sitä korkeampi on rakenteen sisäpinnan lämpötila ja sitä vähemmän rakenteessa on kylmäsiltoja ja ilmavuotoja. (Vinha 2008, 397.) Poikkeamista tehdään korjausluokitusarvio silloin, kun lämpötilaindeksi jää alle 70 %. Tarkemmat tulkinnat eri korjausluokista löytyvät tähän työhön liitetyistä lämpökuvauksraporteista (liitteet 2 ja 3).

Peltokadulla lämpökuvaukset suoritettiin kahteen eri huoneistoon. Asunnoiksi valittiin tarkoituksella kahdesta eri kerroksesta sekä pääty- että välihuoneisto, jotta näiden mahdolliset eroavaisuudet saataisiin selville. Kuvaukset suoritettiin ainoastaan normaalissa käyttötilanteessa, eli paine-eroja ei kasvatettu puhaltimen avulla. Kuvauksen yhteydessä mitattiin myös lämpötila- ja kosteusolosuhteet sekä ulko- ja sisätilojen paine-erot raportointia varten. Kummassakin huoneistossa vallitsi alipaine, mikä on tärkeä kuvauksen onnistumisen kannalta, sillä alipaineessa ilmavirtaukset tunkeutuvat näkyvämmiin rakenteen läpi. Ylipaine vaikeuttaa varsinkin yläpohjan vuotokohtien havaitsemista normaalissa käyttötilanteessa. (Vinha 2008, 398.)

Tutkittuihin huoneistoihin ei suoritettu koneellisesti tehtävää ilmantiiveysmittausta, jonka avulla saadaan selville rakennuksen **ilmanvuotoluku** eli n50-

arvo. Ilmanvuotoluku kertoo, kuinka monta kertaa tunnissa koko talon ilmamäärä vaihtuu vuotokohtien kautta. Tulos on siis sitä parempi, mitä pienempi luku on. RakMK C3:ssa annetun määritteen mukaan sisäilmaston, rakenteiden sekä lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan kannalta rakennuksen ilmanpitävyyden tulisi olla lähellä ilmanvuotoluvun arvoa $n_{50} = 1 \text{ 1/h}$. Tässä opinnäytetyössä on kohdetalon osalta ilmanvuotolukuna käytetty RakMK D5:sta saatua arvoa $n_{50} = 8,0 \text{ 1/h}$. Luku vastaa asuinkerrostalossa ja pientalossa heikkoa ilmanpitävyyttä.

Lämpöhäviöiden laskemista varten määritettiin rakenteiden U-arvot eli lämmönläpäisykertoimet DOF-lämpö-ohjelmalla. Samalla määritettiin myös rakenteiden lämpö- sekä kosteuskäyrät kahden kylmimmän kuukauden mittaisella ajanjaksolla. Tulokset auttavat havaitsemaan kunkin rakenteen mahdollisen kosteusvaurio riskin. Lisäksi rakennuksen eri osista tehtiin tarkasteluja AutoCAD-ohjelman avulla.

5.2 Peltokatu 22:n laskennallinen energiankulutus

Peltokadun vuosittaiseksi kokonais-energiankulutukseksi saatiin laskelmien mukaan arvioitua noin 191 016 kWh, neliömääräinen energiankulutus on täten 376 kWh/m^2 . Ulkovaipan osuus keskimääräisestä lämpöenergian kulutuksesta oli laskelmien mukaan noin 52 %. Seinäpinnan laskennallinen lämpöhäviö vuoden aikana on noin 33 390 kWh, joka vastaa 17 %:n osuutta kokonaislämpöhäviöistä.

Ikkunoiden lämpöhäviö osoittautui odotusten mukaan erittäin suureksi, niiden kautta tapahtuva laskennallinen lämpöhäviö vuoden aikana on noin 45 868 kWh, prosentuaalisesti tämä vastaa 24 %:n osuutta kokonaislämpöhäviöistä. Tulos oli odotetun kaltainen, sillä rakennuksen ikkunapinnat ovat suuressa osassa rakennusta alkuperäiset ja heikkokuntoiset. Laskelmissa käytetty U-arvo ikkunoiden osalta oli $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, mikä vastaa vanhan hyväkuntoisen 2-lasisen ikkunan U-arvoa (Hemilä ym. 2002, 21). Ikkunoiden U-arvo on kuitenkin todellisuudessa mitä todennäköisimmin laskennallista arvoa heikompi. Ikkunoiden lämmönpitävyydellä on Peltokadulla suuri merkitys, sillä ulkosei-

nän maanpäällisestä pinta-alasta ikkunoiden ja ovien osuus on suuri. Alaker-
ran välihuoneistossa ikkunapinta-alan osuus seinäalasta on noin 31 %, kun
yläkerran päätyhuoneistossa ikkunoiden osuus seinäalasta on noin 19 %.

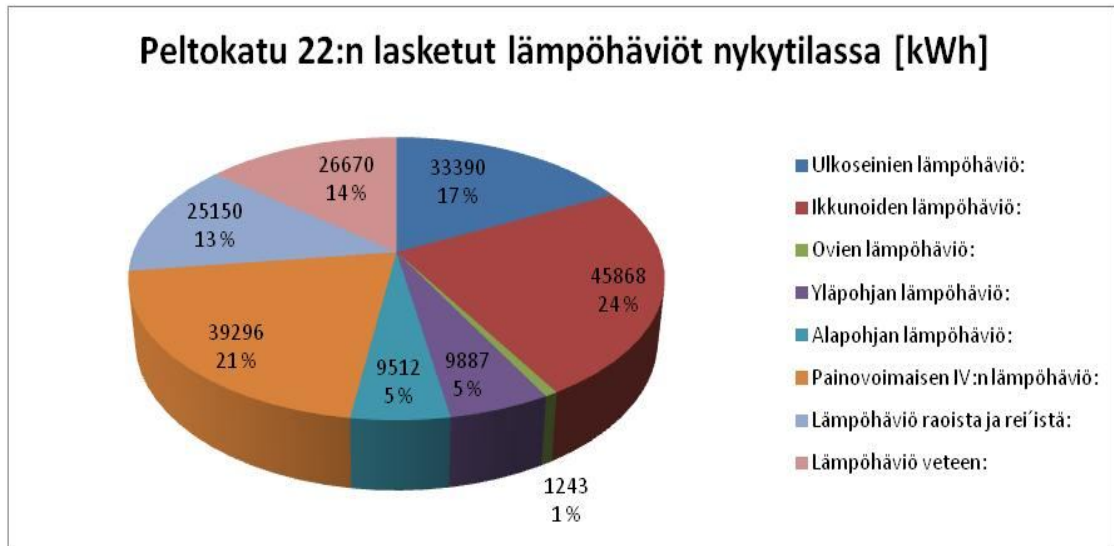
Yläpohja muodostaa kerrostaloon seinien ohella rakennuksen toiseksi suu-
rimman yhtenäisen pinnan, mutta sen energiataloudellinen merkitys on Pel-
tokadulla suhteellisen pieni. Laskennallinen lämpöhäviö yläpohjan kautta
vuoden aikana on noin 9887 kWh, joten yläpohjan prosentuaalinen osuus
kokonaislämpöhäviöistä on noin 5 %. Alapohjan osuus energiahäviöstä on
myös suhteellisen pieni. Lämpöhäviö alapohjan kautta vuoden aikana on
9512 kWh, ja sen prosentuaalinen osuus kokonaislämpöhäviöistä on myös
noin 5 %.

Suurta energiahukkaa aiheuttava yksityiskohta vanhoissa rakennuksissa
yleisesti ottaen on rakenteiden epätiiveys. Peltokadulla ilmantiiveyttä ei ko-
keellisesti mitattu, vaan ilmanvuotolukuna käytettiin RakMK D5:sta saatua
arvioitua arvoa $n_{50} = 8,0$ 1/h. Tällöin ilmavuotojen laskennallinen lämpöhäviö
vuoden aikana on 25 150 kWh, joka vastaa kaikkiaan 13 % osuutta koko-
naislämpöhäviöistä.

Ilmanvaihdon vaikutus rakennuksen energiatehokkuuteen on merkittävä.
Laskelmissa käytettyjen arvion mukaan painovoimaisen ilmanvaihdon kautta
tapahtuva lämpöhäviö vuoden aikana olisi Peltokadulla noin 39 296 kWh,
tämä vastaisi kaikkiaan 21 %:n osuutta kokonaislämpöhäviöistä. Todellisu-
udessa laskelmissa käytetty 0,5 1/h (vaihtoa tunnissa) uudisrakennusten il-
manvaihdon tavoitearvo ei todennäköisesti toteudu painovoimaisessa ilman-
vaihdon tapauksessa. Häviö ei siis todellisuudessa olisi näin suuri. (Raitala
2009, 44.) Rakennuksen laskennalliset lämpöhäviöt nykytilassa on esitetty
kuvassa 8 sekä tarkemmin liitteissä 5/1 ja 5/2.

Pääsääntöisesti rivi- ja kerrostalot ovat pientaloihin verrattuna energiatehok-
kaita kokonaisuuksia. Tämä johtuu siitä, että asuntojen ylä- ja alapohjat ja/tai
ulkoseinät ovat kytköksissä toisiinsa eivätkä ulkoilmaan, joten suhteessa ul-
kovaippon pinta-alaan niissä on enemmän asuinneliöitä käytössä. Tällä

voidaan selittää noin 10 % pienempi kokonaislämpöhäviö ulkovaipan kautta. (Ahonen ym. 2009, 14.)



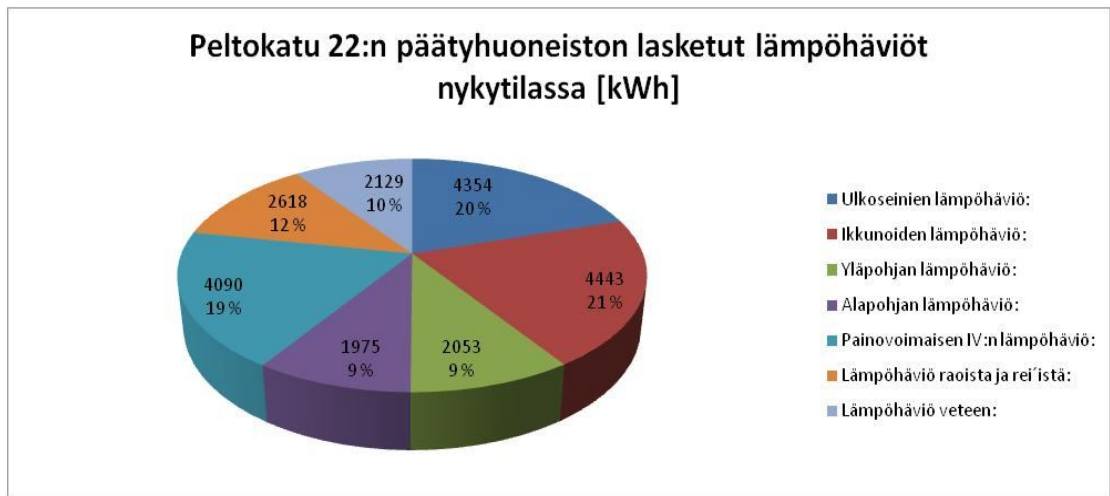
KUVA 8. Eri rakenneosien osuudet lämpöhäviöistä koko rakennuksen osalta

Väli- ja päätyhuoneiston lämpöhäviöt

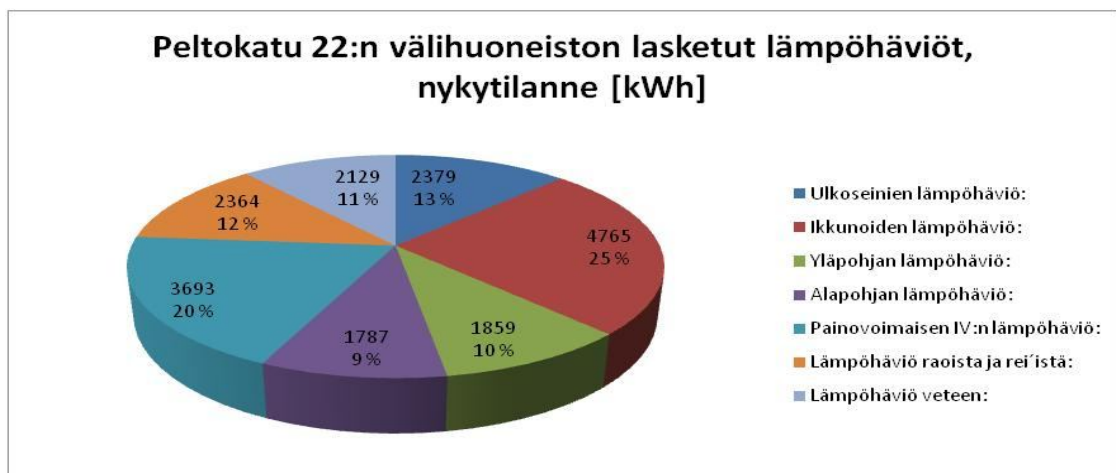
Lasketuissa lämpöhäviöissä oli rakennuksen väli- ja päätyhuoneistojen osalta pientä eroa. Alakerran välihuoneisto on pinta-alaltaan suurempi (60 m²) kuin yläkerran päätyhuoneisto (56 m²), mutta sen vuotuinen lämpöhäviö on noin 12 % pienempi. Laskennallinen lämpöhäviö vuoden aikana on välihuoneistossa noin 18 976 kWh ja päätyhuoneistossa noin 21 662 kWh.

Lasketut erot lämpöhäviöissä on selitettävissä seinäalan osuudella, joka alakerran välihuoneistossa on ikkunat pois lukien noin 20 m² pienempi kuin yläkerran päätyhuoneistossa. Täten lämpöhäviö seinän kautta on päätyhuoneistossa noin 45 % suurempi kuin välihuoneistossa. Myös välihuoneiston tavallista alhaisempi huonelämpötila (+16,5 °C) laskee rakenteiden kautta tapahtuvaa lämpöhäviötä noin 11 %:lla verrattuna normaaliin sisälämpötilaan (+20 °C). Välihuoneistossa ikkuna-alaa on enemmän, joten ikkunoiden osalta lämpöhäviö on välihuoneistossa noin 7 % suurempi kuin päätyhuoneistossa. Ero ei kilowattitunteina ole kuitenkaan ikkunoiden osalta kovin suuri. Huoneistojen rakenneosien lämpöhäviöt on esitetty kuvissa 9 ja 10 sekä tar-

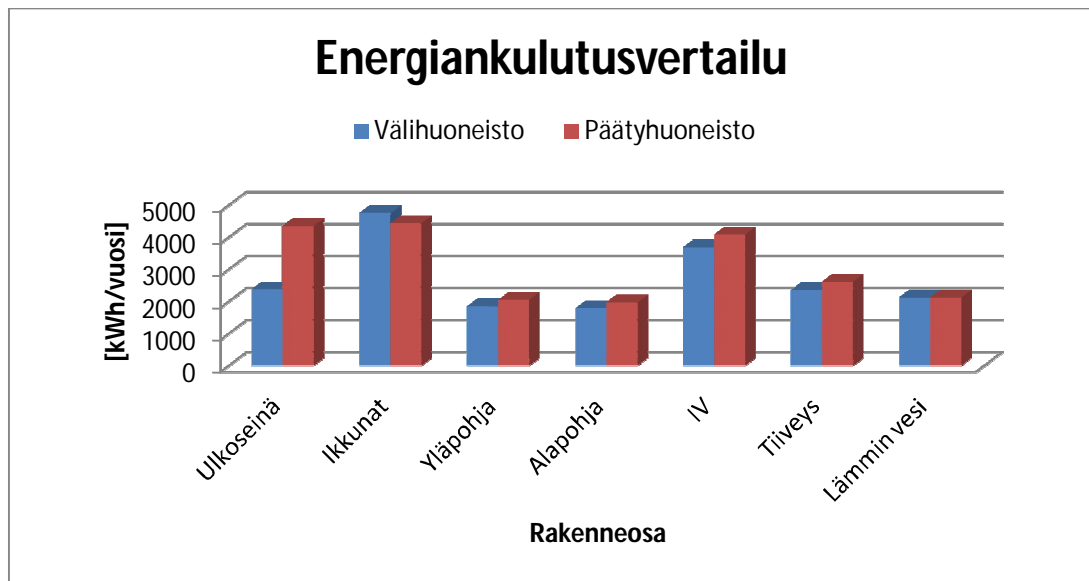
kemmin liitteissä 6/1, 6/2, 6/5 ja 6/6. Rakenneosien energiankulutusvertailu tutkittujen huoneistojen välillä on esitetty kuvassa 11.



KUVA 9. Eri rakenneosien osuudet lämpöhäviöistä päätyhuoneiston osalta



KUVA 10. Eri rakenneosien osuudet lämpöhäviöistä välihuoneiston osalta



KUVA 11. Peltokadun väli- ja päätyhuoneiston energiankulutusvertailu

5.3 Energiatohokkuuden parantaminen

Rakennuksiin joudutaan melkein väistämättä tekemään erilaisia korjauksia sen elinkaaren aikana. Energiasäästöön tähtäävät korjaukset tulisivat mahdollisuuksien mukaan ajoittaa muiden korjaushankkeiden ja rakennuksen yleisen huollon yhteyteen, jolloin niillä saavutettava hyöty on suurin. (Raitala 2009, 11.)

Tehokas energiatalouden parantaminen saadaan yleensä aikaan yhdistelemällä pieniä ja suuria korjaustoimenpiteitä, joita voivat olla esimerkiksi seinän, ylä- ja alapohjan lisäeristäminen tai niiden muutostyöt, ilmanvaihdon koneellistaminen lämmön talteenotolla, vanhojen ikkunoiden uusiminen tai tiivistäminen tai energialasien asennus sekä ovien vaihtaminen uusiin tai niiden lisäeristäminen. Hankkeeseen ryhtyvän tulisi kuitenkin huolella arvioida, mitä eri toimenpiteitä rakennukseen on järkevää suorittaa, jotta saavutettava energiatalouden parannus tapahtuisi mahdollisimman kustannustehokkain keinoin. (Vuoti 2010, 29.) Perustoimenpiteillä, kuten esimerkiksi ovien ja ikkunoiden tiivistämisellä ja yläpohjan lisäeristämällä voidaan saavuttaa suuriakin säästöjä energiankulutuksessa.

Peltokatu 22:n rakenteet ja niihin tehdyt erilaiset lisäeristysehdotukset kustannustehokkuus ja rakenteen fysikaalinen toimivuus huomioon ottaen on esitetty tarkemmin luvuissa 4.1–4.5.

5.4 Parannusehdotukset ja laskelmat

Tässä opinnäytetyössä laskettiin kaikille ulkotilaa vasten oleville rakenteille sekä ilmanvaihdolle ja rakenteiden tiiveydelle parannetut arvot (liitteet 5/3, 5/4, 6/3, 6/4, 6/7 ja 6/8). Työssä on myös pyritty tarkastelemaan rakenteiden muutoksilla saavutettavaa ostoenergiansäästöä. Vertailu suoritettiin lähtötalteen ja korjauksilla saavutettavan säästön välillä kilowattitunteina. Euro-määräisen säästön voi laskea yksinkertaisesti tarkasteluhetken arvioituilla energianhinnoilla, kun kulutus suhteutetaan käytössä olevien lämmitysjärjestelmien käyttämiin energiamääriin. Taulukossa 1 on arvioitu Peltokatu 22:n eri rakenteiden korjaustoimenpiteillä saavutettava energiansäästön vuosittainen hyöty, kun vuosittaiseksi ulkolämpötilaksi on valittu +2,9 °C.

TAULUKKO 1. Esimerkki Peltokatu 22:n lisäeristämällä saavutettavasta energiansäästöstä

PELTOKATU 22

Mitoitusolosuhteet: ulkolämpötila +2.9 °C, sisälämpötila +20 °C

Rakenne	Vuosittainen lämpöhäviö [kWh] vanha rakenne	Vuosittainen lämpöhäviö [kWh] uusi rakenne	Vuosittain saavutettava säästö [kWh]	Huomioita/ Laskelmissa käytetty lisäeristys ehdotus tai rakenneuudistus
US	33390	21675	11715	Sisäpuolinen lisäeristyspaksuus 50 mm + ilmansulku
Ikkunat	45868	18350	27518	Uusien ikkunoiden laskelmissa käytetty U- arvo 1,0 W/m ² K
Ulko- ovet	1243	689	554	Uusien ulko- ovien laskelmissa käytetty U- arvo 1,0 W/m ² K
YP	9887	4179	5708	Lisäeristys, 200 mm puhallusvilla
AP	9512	6082	3430	Alapuolinen lisäeristys 100 mm + tuulensuoja 25 mm
Vuotoilma, raot	25150	12575	13361	Tiivyyden oletettu parannus: 8,0 1/h -> 4,0 1/h
IV	39296	11789	26721	LTO:n käyttöönotto, hyötysuhde 70%
Vesi	26670	26670	0	
Yhteensä:	191016	102009	89007	kWh

Yhden kilowattitunnin [kWh] hinta- arvio:		
Kaukolämpö [kWh]	0,0478	€
Sähkö [kWh]	0,1082	€

Vuosittainen säästön arvio:	
4254,53	€
9630,56	€

Korjaustoimenpiteillä saavutettavaa energiansäästön vuosittaista hyötyä tarkasteltiin myös alakerran välihuoneiston ja yläkerran päätyhuoneiston välillä. Mitoitusolosuhteet ovat huoneistojen välillä ulkolämpötilan osalta samanlaiset, mutta sisälämpötiloina on käytetty todellisia paikalla mitattuja arvoja. Välihuoneiston sisälämpötila on päätyhuoneistoa alhaisempi, mikä osaltaan laskee rakenteiden kautta tapahtuvaa lämpöhäviötä verrattuna korkeampaan huonelämpötilaan. Saadut tulokset on esitetty taulukoissa 2 ja 3 sekä tarkemmin liitteissä 6/1–6/8. Laskennassa käytetyistä korjausehdotuksista on kerrottu kattavammin luvuissa 4.1–4.5.

TAULUKKO 2. Esimerkki Peltokatu 22:n päätyhuoneiston lisäeristämällä saavutettavasta energiansäästöstä

PELTOKATU 22, YLÄKERRAN PÄÄTYHUONEISTO

Mitoitusolosuhteet: ulkolämpötila +2.9 °C, sisälämpötila +19 °C

Rakenne	Vuosittainen lämpöhäviö [kWh] vanha rakenne	Vuosittainen lämpöhäviö [kWh] uusi rakenne	Vuosittain saavutettava säästö [kWh]	Huomioita/ Laskelmissa käytetty lisäeristys ehdotus tai rakenneuudistus
US	4354	2826	1528	Sisäpuolinen lisäeristyspaksuus 50 mm + ilmansulku
Ikkunat	4443	1777	2666	Uusien ikkunoiden laskelmissa käytetty U- arvo 1,0 W/m ² K
YP	2053	869	1184	Lisäeristys, 200 mm puhallusvilla
AP	1975	1264	711	Alapuolinen lisäeristys 100 mm + tuulensuoja 25 mm
Vuotoilma, raot	2618	1309	1309	Tiiviyden oletettu parannus: 8,0 1/h -> 4,0 1/h
IV	4090	1227	2863	LTO:n käyttöönotto, hyötysuhde 70%
Vesi	2129	2129	0	
Yhteensä:	21662	11401	10261	kWh

Yhden kilowattitunnin [kWh] hinta- arvio:		
Kaukolämpö [kWh]	0,0478	€
Sähkö [kWh]	0,1082	€

Vuosittainen säästön arvio:	
490,48	€
1110,24	€

TAULUKKO 3. Esimerkki Peltokatu 22:n välihuoneiston lisäeristämällä saavutettavasta energiansäästöstä

PELTOKATU 22, ALAKERRAN VÄLIHUONEISTO

Mitoitusolosuhteet: ulkolämpötila +2.9 °C, sisälämpötila +16.5 °C

Rakenne	Vuosittainen lämpöhäviö [kWh] vanha rakenne	Vuosittainen lämpöhäviö [kWh] uusi rakenne	Vuosittain saavutettava säästö [kWh]	Huomioita/ Laskelmissa käytetty lisäeristys ehdotus tai rakenneuudistus
US	2379	1544	835	Sisäpuolinen lisäeristyspaksuus 50 mm + ilmansulku
Ikkunat	4765	1906	2859	Uusien ikkunoiden laskelmissa käytetty U- arvo 1,0 W/m ² K
YP	1859	786	1073	Lisäeristys, 200 mm puhallusvilla
AP	1787	1144	643	Alapuolinen lisäeristys 100 mm + tuulensuoja 25 mm
Vuotoilma, raot	2364	1182	1182	Tiivyyden oletettu parannus: 8,0 1/h -> 4,0 1/h
IV	3693	1108	2585	LTO:n käyttöönotto, hyötysuhde 70%
Vesi	2129	2129	0	
Yhteensä:	18976	9799	9177	kWh

Yhden kilowattitunnin [kWh] hinta- arvio:	
Kaukolämpö [kWh]	0,0478 €
Sähkö [kWh]	0,1082 €

Vuosittainen säästön arvio:	
438,66	€
992,95	€

Laskelmissa parannettiin lähestulkoon kaikkia rakenteiden osia, jotta nähtäisiin niiden teoreettinen potentiaali lämmityskulujen pienentämiseen. Peltokadulle taulukon 1 mukainen lisäeristäminen toisi 89 007 kWh:n vuosittaisen energiankulutuksen säästön, toisin sanoen lämpöhäviö pienenisi noin 46,6 %, mikä tarkoittaisi sähkölämmitteisessä talossa noin 9630 €:n vuosisäästöjä. Toisaalta rakennuksen energiankulutuksen arvioinnissa on hirsirakenteen massiivisuuden vuoksi todennäköisesti pientä virhettä.

Tässä työssä pyrittiin selvittämään myös joidenkin helpoimmin toteutettavien ja siten järkevimpänä pidettyjen parannusten, kuten ikkunoiden korjausten ja ulkoseinän, lisäeristämisen kustannuksia mahdollisuuksien mukaan. Tehdyt kustannuslaskelmat ovat kuitenkin ainoastaan karkeita arvioita. Ne eivät sisällä kaikkia kohdekohtaisia kustannustekijöitä, kuten esimerkiksi työmaan ja työurakoiden yleis- ja sivukuluja, urakoitsijoiden katteita tai riskivaroja. Urakkatarjoukset myös luultavammin poikkeavat lasketuista kustannuksista muun muassa paikkakunnan ja yleisen työtilanteen mukaan. Käytetyt mate-

riaalihinnat ovat valmistajien, maahantuojien sekä rautakauppojen ohjehintoja, joten on syytä muistaa, että niissä voi esiintyä suurta vaihtelua. Purkukustannukset on määritetty työmenekkien mukaan ja rakennuskustannukset sekä työmenekkien että materiaalikustannusten perusteella. Kattavammat laskelmat on esitetty liitteissä 5, 6 ja 7.

Taulukossa 4 on tarkasteltu joidenkin helpommin toteutettavissa olevien parannusten kustannuksia. Korjausten takaisinmaksuajat ovat suhteellisen lyhyitä, mikä on yllättävää, sillä energianhinta on kohteessa verrattuna esimerkiksi kaukolämpöön lähes 2,5-kertainen. Pelkästään tämä vaikuttaa takaisinmaksuaikoihin suuressa määrin. Laskelmat korjausten takaisinmaksuajoista on esitetty tarkemmin liitteessä 7.

TAULUKKO 4. Korjausten takaisinmaksuaikoja

Toimenpide	Kustannukset [€]	Säästö [€/vuosi]	Takaisinmaksuaika [vuotta]
Ulkoseinän sisäpuolinen lämmöneristys	6616	1267,6	5
Yläpohjan lisäeristys	1791	617,6	3
Ikkunoiden ja Ovien uusinta	28243,7	2977,5	9,5

Suurin lämpöhäviö Peltokadun vanhassa ulkovaipassa tapahtuu ikkunoiden kautta. Laskelmissa on käytetty uusien ikkunoiden U-arvona vuoden 2010 vähimmäistasoa 1,0 W/m²K. Täten ikkunoiden kautta tapahtuva lämpöhäviö vuoden aikana koko rakennuksen osalta putoaisi lähes 60 % (taulukko 1, sivu 42). Tämä tarkoittaisi pelkästään ikkunoiden osalta noin 2977 €n vuosisäästöä (liite 7 ja taulukko 4).

Painovoimaisen ilmanvaihdon kautta tapahtuva lämpöhäviö voi myös aiheuttaa laskennallisen virheen, sen osuus Peltokadun vanhan rakenteen lämpöhäviöistä on 21 %. Painovoimaisen ilmanvaihdon todellista lämpöhäviötä on-

kin suhteellisen vaikea arvioida tarkasti, sillä sen toimivuus riippuu monesta eri tekijästä.

Laskelmissa on käytetty sosiaali- ja terveysministeriön sisäilmaohjeen ilmanvaihtokerrointa 0,5 1/h, mikä ei todennäköisesti toteudu, jolloin laskennan virhe voi pahimmillaan olla suuri (Raitala 2009, 58). Laskelmissa käytetty koneellisen ilmanvaihdon hyötysuhde on 70 %, mikä tarkoittaisi lähes 68 % säästöjä vuoden kokonaislämpöhäviöissä. Tämän vuoksi lämmöntalteenotolla varustettua koneellista ilmanvaihtoa on syytä harkita, varsinkin jos kohteeseen ollaan harkitsemassa suurempia korjaustoimenpiteitä. On kuitenkin syytä muistaa, että lämmöntalteenoton toimivuus perustuu ulkovaipan tiiviyyteen, jonka toteutus voi vanhassa rakennuksessa olla erittäin haastava asia.

6 RAKENNUSFYSIKAALINEN TOIMINTA

6.1 Rakennusfysikaalinen suunnittelu

Rakennusfysiikan merkitys rakentamisessa ja rakenteiden suunnittelussa on jatkuvasti kasvanut, koska yleisesti suurin osa rakennuksissa ja rakenteissa havaituista vioista ja vaurioista liittyvät jollakin tasolla lämpö- ja kosteustekniiseen toimintaan. Myös kiristyvät energiankulutusmääräykset ja sisäilman korkeat laatuvaatimukset tuovat omat haasteensa rakennusfysikaaliseen suunnitteluun. (Vinha 2008, 394.)

Rakennuksen energiatehokkuutta parannettaessa on syytä muistaa, että tehdyillä rakennemuutoksilla on usein vaikutusta myös talon rakennusfysikaaliseen toimintaan. Tällöin esimerkiksi lisäeristeen asentaminen ulkoseinään saattaa aiheuttaa sen, että seinärakenteeseen alkaa kerääntyä kosteutta, jolloin pahimmassa tapauksessa koko rakenne saattaa vioittua. Korjausrakentaminen onkin kokonaan oma lukunsa rakennusfysiikassa, koska usein suunnitellaan uusi rakenne väärin toimivaan tai riskialttiiseen vanhaan rakenteeseen tai kokonaan uusi rakenne sen tilalle. Rakennusten fysikaalinen tarkastelu voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: lämpöön, kosteuteen ja ilmaan, joilla kaikilla on jossain määrin yhteyttä toisiinsa.

6.2 Lämpö

Rakennusfysikaalisessa suunnittelussa on lämmön osalta syytä ottaa huomioon seuraavat seikat: rakennuksen lämpöenergiankulutuksen pienentäminen, rakenteiden ja materiaalien turmeltumisen estäminen sekä asunnon lämpöviihtyvyyden parantaminen (Vinha 2008, 394). Rakenteiden suunnittelussa ja mitoituksessa on myös muistettava lämpötilavaihteluista aiheutuvat rakennustarvikkeiden erilaiset lämpöliikkeet.

Lämpö siirtyy kolmella eri tavalla: johtumalla, säteilemällä ja konvektion avulla. Kaikkien näiden siirtymien ymmärtäminen on tärkeää, jotta voi tarkastella energiahukkien syntymistä rakennuksissa. (Björkholtz 1997, 12.)

Johtumisella tarkoitetaan molekyylien liike-energian siirtymistä molekyylisestä toiseen. Siirtymisen vuoksi voidaan puhua lämmön virtauksesta. Lämpö pyrkii tasoittumaan väliaineessa eli toisin sanoen lämpö virtaa lämpimästä kylmempään päin. Rakennusaineista puhuttaessa sana lämmönjohtavuus nousee usein keskeiseen asemaan. Lämmönjohtavuudella mitataan, kuinka helposti lämpö pystyy kulkemaan rakenteessa eli se on keskeinen suure esimerkiksi energiatehokkuutta tutkittaessa. Tästä huolimatta lämpö siirtyy useimmissa rakennusaineissa myös muillakin tavoilla kuin johtumalla. (Björkholtz 1997, 12.)

Konvektiolla tarkoitetaan lämmön siirtymistä jonkin kaasun tai nesteen virtauksen mukana. Konvektio voi tapahtua pakotettuna, jolloin lämpö siirtyy jonkin ulkopuolisen voiman vaikutuksesta tai luonnollisena siirtymänä esimerkiksi lämpötilaerojen aiheuttaman tiheyseron vaikutuksesta suuremmasta tiheydestä pienempään. Kosteus voi siirtyä konvektion avulla sisältä ulos esimerkiksi rakenteiden raoista, jolloin syntyy riski kosteuden kondensoitumisesta rakenteeseen. (Björkholtz 1997, 13.) Tämän vuoksi huolella rakennetut ja tiiviit rakenteet ovat olennainen osa toimivaa rakennusta.

Säteilyssä energiaa siirtyy sähkömagneettisen aaltoliikkeen välityksellä valon nopeudella. Kaikki kappaleet, joiden lämpötila on absoluuttisen nollopisteen yläpuolella, lähettävät eli emittoivat säteilyä. Käytännönläheinen esimerkki säteilystä voi olla vaikkapa takkatuli tai lämpöpatteri: lämpö siirtyy lämmönaiheuttajasta ensisijaisesti säteilynä. (Björkholtz 1997, 12.)

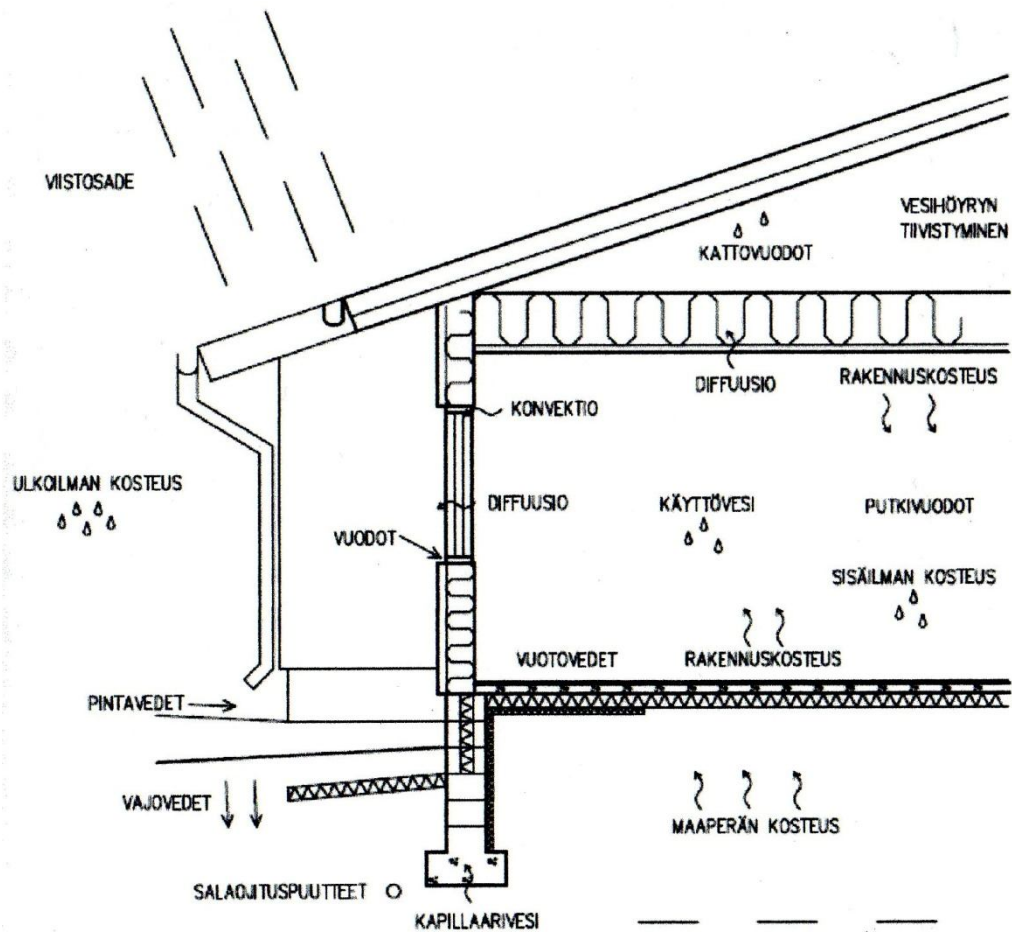
U-arvolla (entinen k-arvo) eli lämmönläpäisykertoimella määritetään, kuinka paljon lämpövirtaa siirtyy rakenteen läpi jatkuvuustilassa lämpötilaeron ollessa rakenteen eri puolilla yhden yksikön suuruisia. U-arvon avulla on ollut ensisijaisesti tarkoitus mitoitaa lämmityslaitteisto rakennukselle sopivaksi. Toiseksi sen avulla voidaan arvioida vuotuista lämpöenergian tarvetta. U-arvo

kuvaa hyvin suunnittelun ja huolella tehdyn rakenteen keskimääräistä kykyä vastustaa lämmön kulkua koko rakenteen käyttöajan. Kyseessä on siis suhteellisen pitkäaikaista toimintaa kuvaava suure. (Björkholtz 1997, 14.)

6.3 Kosteus

Suomessa sataa vuoden aikana jokaiselle neliömetrille noin 600–700 mm:n paksuinen vesikerros. Sade voi olla vettä, lunta tai jäätä. Tämän vuoksi on erityisen tärkeää, että rakennuksen vesikate ja julkisivuverhous tehdään vesitiiviiksi ja johdetaan katolle tulleet sade- ja sulamisvedet luotettavasti maahan ja edelleen pois rakennuksen vierustalta. Rakenteiden toimivuuden kannalta on myös tärkeää tarkkailla niiden vedenpitävyyttä, huoltaa niitä ja tehdä mahdolliset korjaukset sekä materiaaliuusinnat jo ennen vesivuotojen ilmentymistä. On kuitenkin suhteellisen epätodennäköistä, että sateelle alttiit rakennneosat säilyttävät vedenpitävyytensä koko rakennuksen elinkaaren ajan, ellei siitä pidetä huolta käytön aikana. (Kilpeläinen ym. 2006, 15.)

Rakenteen suunnittelun ja toimivuuden kannalta kosteus luo suuren haasteen, sillä myös sisäpuoliselta ja altopäin tulevalta kosteudelta on pystyttävä suojautumaan. Rakenteet on luonnollisesti tärkeintä suojata painovoimaisesti tai kapilaarisesti siirtyvältä vedeltä, koska se aiheuttaa rakenteisiin nopeasti vakavia kosteusvaurioita. Tällaisia voivat sadevesien lisäksi olla esimerkiksi kosteiden tilojen vauriot, pintavesien ja maaperän aiheuttamat kosteusvauriot sekä putkivuodot. Tämän lisäksi kosteus voi siirtyä rakenteisiin myös konvektion ja diffuusion vaikutuksesta. (Vinha 2008, 398.) Tämän vuoksi ilman- ja höyrynsulun merkitys on nykypäivän vaipparakenteissa suuressa asemassa. Kosteusvaurion synty voi lopulta aiheutua hyvinkin pienestä rakennusvirheestä, esimerkiksi pieni reikä höyrysulussa tai rakenteen vääränlainen lisäeristäminen voi aiheuttaa ajan kuluessa suuren rakenteellisen vaurion. Monet rakennusaineet ovat nimittäin ominaisuuksiltaan vettä imeviä eli hygroskooppisia ja kosteutta voikin kerääntyä rakenteisiin yllättävistäkin paikoista. Yleisimmät rakennuksiin kohdistuvat kosteusrasitukset on esitetty kuvassa 12. (Ahonen ym. 2009, 23.)



KUVA 12. Rakennukseen kohdistuvat yleiset kosteusrasitukset

Kaikkien **rakennusaineiden lämmönjohtavuus** kasvaa eli niiden lämmöneristyskyky heikkenee kosteuden lisääntymisen myötä. Yleisesti ottaen on nykyisten rakenteiden lämmöneristyskyky kuitenkin erittäin hyvä. Tämä ominaisuus saavutetaan erillisellä lämpöä eristävällä rakennekerroksella. Tämä rakennekerros on lämmöneristämisen kannalta tärkein ja se ei saa päästä kastumaan missään vaiheessa: ei kuljetuksen, varastoinnin, rakentamisen aikana eikä rakenteessa koko sen elinaikana. Tämän vuoksi on esimerkiksi mineraalivillan sekä orgaanisten lämmöneristeiden suojauksesta huolehdittava, sillä sade pilaa ne. (Björkholtz 1997, 35.)

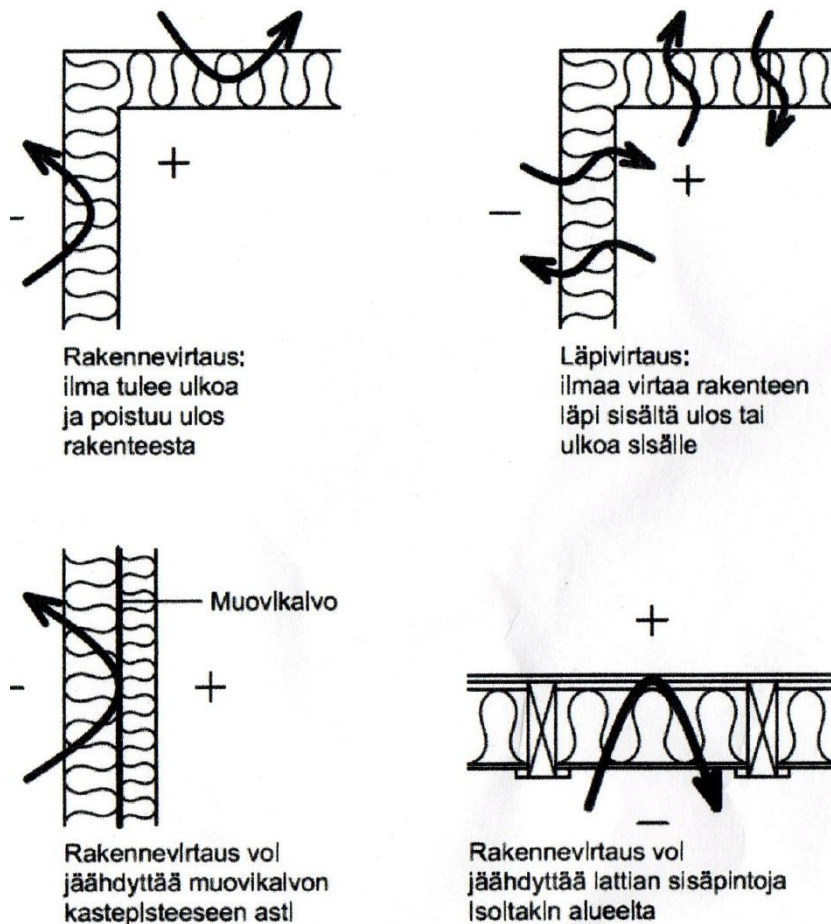
6.4 Ilma

Ihminen käyttää vuorokaudessa vähintään 15 000 litraa ilmaa hengitykseen. Suuri osa eli 80–90 % tästä ilmamäärästä on sisäilmaa. Sisäilmalla tarkoite-

taan rakennuksen sisällä olevaa ilmaa, johon tulee ulkoilmaa joko ilmavaihdon kautta tai vuotoilmana rakenteiden raoista. Sisäilma sisältää myös rakennuksesta, sen käyttäjistä tai heidän toiminnastaan peräisin olevia epäpuhtauksia. Tämän vuoksi on selvää, että sisäilman laadulla on erittäin suuri merkitys ihmisten terveyteen ja asuntojen viihtyisyyteen. Hyvään sisäilmas-
toon vaikuttavat ilman laadun ja puhtauden lisäksi sisäilman ja pintojen lämpötilat, ilman liike ja veto, ilman kosteus sekä melu ja valaistus. (Jalas 2009, 9.)

Ilmassa on suuri määrä erilaisia epäpuhtauksia, joita on sisäilmassa aina enemmän tai vähemmän. Liian korkeina pitoisuuksina ne aiheuttavat monenlaisia terveydellisiä ongelmia etenkin yhdistettyinä sisäilman liian korkeaan tai matalaan kosteuteen, lämpötilaan ja vetoisuuteen. (Kilpeläinen ym. 2006, 48.) Huonon sisäilman aiheuttamat vuotuiset kustannukset Suomen kansantaloudelle ovat arviolta 1,3–1,7 miljardia euroa (Jalas 2009, 19).

Ulko- ja sisäilman tunkeutuminen rakenteisiin, ennen kaikkea lämmöneristeseen, aiheuttaa rakennukselle monenlaisia haittoja: rakenteen lämmöneristyskyky voi heikentyä, rakenteeseen voi alkaa tiivistyä kosteutta, sisäpintojen lämpötilat voivat laskea ja lisäksi sisäilmassa voi tuntua vedon tunnetta. Ilmavirtauksia aiheuttavat tuuli, ns. savupiippuvaikutus sekä ilmavaihtotekniikka. Ilmavirtaukset jaetaan toimintatavan mukaan kahteen eri ryhmään: rakennevirtauksiin ja läpivirtauksiin (kuva 13). (Björkholtz 1997, 36.)



KUVA 13. Ilmavirtaukset rakenteissa

Rakennevirtauksella tarkoitetaan sitä, kun ulkoilma pääsee virtaamaan rakenteeseen ja siitä edelleen ulkoilmaan. Tämän vuoksi rakenne jäähtyy eli sen lämmöneristyskyky heikkenee. Jos rakennevirtaus pääsee tunkeutumaan syvälle rakenteeseen, sen sisäosan tai sisäpinnan lämpötila voi laskea haitallisen alhaiseksi. Rossipohjainen alapohja on tällaisesta ilmiöstä tyypillinen esimerkki, sillä rossipohjan lämmöneristys ei ylety lattiaan asti. Näin ollen kylmän ulkoilman päästessä eristeen lämpimälle puolelle sillä on vapaa tila, missä edetä ja jäähdyttää lattiaa laajalla alueella. (Björkholtz 1997, 36.)

Läpivirtauksesta puhutaan silloin, kun ilmaa pääsee virtaamaan rakenteen läpi joko sisältä ulos tai ulkoa sisälle. Ulkoapäin tuleva kylmä ilma aiheuttaa epämiellyttävää vedontunnetta, mutta toisaalta se myös kuivattaa rakennetta, koska ilma lämpiää sisälle virratessaan ja näin ollen ilman kosteudensitomiskyky kasvaa. Lämpöenergiaa kuitenkin tuhlautuu sisältä ulos virtaavan

ilman mukana ja lisäksi ilman liiallinen jäähtyminen aiheuttaa riskin kosteuden tiivistymiselle. Tämän vuoksi rakennuksen ilmantiiveydellä on rakenteen toimivuuden kannalta erittäin tärkeä merkitys. (Björkholtz 1997, 37.)

7 YHTEENVETO

Nykypäivänä vanhojen puurakenteisten talojen arvostus on suuressa määrin kasvamassa. Vaikka vanhan rakennuksen alkuperäinen luonne ja viihtyvyys on jälleen huomattu, samalla kuitenkin odotetaan nykyasumiseen liittyvien mukavuuksien täyttymistä. Näiden asioiden liittäminen yhteen voi kuitenkin olla erittäin haastavaa, mikä vaatii kiinteistön omistajalta ja korjaussuunnittelijalta asiantuntemusta ja kiinnostusta sekä riittävää asiaan paneutumista.

Tämän insinööriyön aiheena oli perehtyä vuonna 1930 valmistuneen hirsrunkoisen pienpuukerrostalon energiatehokkuuteen sekä sen tekniseen laatuun ja korjausmahdollisuuksiin. Insinööriyötä tehdessä kohteessa toteutettiin käytännön mittauksia, arvioita ja rakennusfysikaalisia laskelmia. Työssä pyrittiin kiinnittämään erityistä huomiota energiatehokkuuden tärkeyteen sekä sen tuomiin taloudellisiin etuihin ja asumismukavuutta nostaviin piirteisiin. Energiatehokkuuden parantaminen on yleensä erityisen kannattavaa vanhaan rakenteeseen, sillä siitä saatava säästö on sitä suurempi ja kannattavuus sitä parempi, mitä huonommassa kunnossa rakennus on alkuperäisiltä energiaominaisuuksiltaan.

Insinööriyön tekeminen aloitettiin kevät-talvella 2011, jolloin rakennuksen ensimmäisen kerroksen välihuoneistoon ja toisen kerroksen päätyhuoneistoon tehtiin kuntoarvio (liite 1) sekä lämpökuvaus (liitteet 2 ja 3). Kuntoarvio tehtiin myös itse rakennukseen ja sen piha-alueisiin syksyllä 2011 (liite 1). Talon rakenteita ei kuitenkaan avattu tätä työtä tehdessä, vaan niiden kuntoa arvioitiin ainetta rikkomattomin menetelmin sekä tutkimalla ajalle tyypillisiä rakenteita kirjallisuudesta monelta eri vuosikymmeneltä.

Tutkittavan rakennuksen energiankulutusta lähdettiin arvioimaan RakMK D5:n energiatasemenetelmää soveltaen. Sen mukaan rakenteiden johtumishäviöt lasketaan kuukausittaisten lämpötilojen mukaan (liitteet 5 ja 6). RakMK D5:n (2007, 56) mukaan vuoden keskilämpötila vyöhykkeellä 3 on +2 °C. Koska vuotuiset keskilämpötilat ovat kuitenkin olleet nousussa, käytettiin

laskelmissa vuoden 2009 keskilämpötilaa, joka oli Oulussa +2,9 °C. Näin laskelmista saatiin enemmän nykypäivän lämpöolosuhteita vastaava. Peltokadun vuosittaiseksi kokonaisenergiankulutukseksi saatiin täten laskettua 191 016 kWh (376 kWh/asm²). Laskennan aikana jouduttiin kuitenkin käyttämään paljon arvioituja arvoja, sillä esimerkiksi painovoimaisen ilmanvaihdon todellista lämpöhäviötä on suhteellisen vaikea arvioida tarkasti. Myöskään laskelmissa käytetty ilmanvaihtokerroin 0,5 1/h ei todennäköisesti toteudu, jolloin laskennassa voi olla virheitä. Rakennuksen ilmanvuotoluvuksi arvioitiin n50 = 8,0 1/h, joka perustuu RakMK D5:sta saatuun arvoon. Tämä luku vastaa heikkoa ilmanpitävyyttä asuinkerrostalolle.

Kohteen suurimmat lämpöhukkaa aiheuttavat vuotokohdat olivat tulosten mukaan ikkunoiden liittymissä, ilmanvaihdossa sekä ulkoseinissä. Ala- ja yläpohjan vuotuinen laskennallinen lämpövuoto ei ollut kohteessa kovinkaan merkittävä (liitteet 5 ja 6). Lämpöhäviöiden laskenta on yleisesti ottaen aina teoreettista, vaikka mahdollisimman moni muuttuja pyrittäisiinkin huomioimaan. Tämän lisäksi materiaalien todellinen lämmönjohtavuus muuttuu lämpö- ja kosteusolosuhteiden mukaan, mikä voi aiheuttaa tarkastelussa pieniä virheitä.

Kun kohteen nykyinen energiatehokkuus saatiin arvioitua, ryhdyttiin pohtimaan rakenteille parannusehdotuksia. Sekä nykyisistä että parannetuista rakenteista tehtiin lämpötila- ja kosteuslaskelmat DOF-lämpö-ohjelman avulla (liite 4). Melkeinpä jokaista rakennetta parannettiin, jotta nähtäisiin niiden kunkin vaikutus rakenteen kokonaiskulutukseen. Tehdyillä muutoksilla saatiin rakennuksen vuosittaista lämpöhäviötä laskettua alkuperäisestä lähtökohdasta noin 46,6 %. Tämä tarkoittaisi tarkasteluhetken energiahinnoilla koko rakennuksen osalta noin 9630 €:n vuosisäästöä. Arvioidut vuosisäästöt laskettiin myös väli- sekä päätyhuoneistolle. Välihuoneiston osalta vuosittaista lämpöhäviötä saatiin laskettua noin 48,4 %, mikä tarkoittaisi noin 992 €:n vuosisäästöä. Päätyhuoneistossa vuosittainen lämpöhäviö laski noin 47,4 %, mikä tarkoittaisi noin 1110 €:n vuosisäästöä.

Rakennuksen tehokkaimmat korjauskohdat ovat ikkunoiden tiiveydessä, sillä pelkästään niiden vaihdolla saatava lämpöenergiansäästö on vuositasolla noin 27 518 kWh, mikä tarkoittaisi lähes 2800 €n vuosisäästöä. Ikkunoiden tiiveyden lisääminen parantaisi myös suurelta määrin asumismukavuutta, sillä rakennuksen seinäalasta on ikkunoiden osuus suhteellisen suuri. Ikkunaremontti on kuitenkin useimmiten suhteellisen kallis investointi, vaikka mallitalossa arvioitu takaisinmaksuaika ei olekaan suhteettoman pitkä (noin 9,5 vuotta). Myös ulkoseinien lisäeristämistä on syytä harkita, sillä siitä saatava lämpöenergiansäästö on vuositasolla noin 11 715 kWh, eli euromääräinen vuosisäästö on noin 1265 €. Ulkoseinien lisäeristäminen on myös suhteellisen helppoa ja edullista, jolloin takaisinmaksuaika on arviolta noin 5 vuotta.

Yleisesti ajateltuna peruskorjauksen lähtökohtana on tarve parantaa rakennuksen käyttöominaisuuksia. Vanhan rakennuksen peruskorjaamiseen on olemassa paljon oikeita ja taloudellisesti kannattavia vaihtoehtoja, kunhan pidetään mielessä perussäännöt sekä rakennuksen fysikaalinen toimivuus. Usein korjaustoimintaa kuitenkin ohjaavat suurelta osin kustannustekijät tai tietyt periaatteet ja rutiinit, jotka voivat johtaa virhearviointiin ja tätä kautta rakennuksen toiminta voi entisestään vioittua.

Korjausurakkaa suunnittelevan kannattaa heti projektin alusta lähtien kääntyä osaavan ammattilaisen puoleen. Tällöin rakennuksen peruskorjaustarve sekä mahdollinen energiansäästöpotentialiaali saadaan kunnolla määritettyä ja korjaustoiminnan lopputulos onnistumaan.

LÄHTEET

Ahonen, Toni – Laihola, Antti 2009. Energiatehokkaan rivitalon tekninen laatu. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, rakennustekniikka, tekniikan yksikkö. Insinööriyö.

Björkholtz, Dick 1997. Lämpö ja kosteus, rakennusfysiikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ekovilla Oy, tuotetietoa. 2011. Saatavissa: http://www.ekovilla.com/tuotetietoa/tuotetietoa_tkk_kpl_03_hengittava_talo.html. Hakupäivä 8.12.2011.

Harju, Pentti 2002. Lämmitystekniikan oppikirja. Kouvola: Penan tieto-opus Ky.

Hekkanen, Martti 1998. Pientalon kuntoarvio. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Hekkanen, Martti – Hienonen, Markku – Ilmarinen, Juhani – Kilpeläinen, Mikko – Klementtilä, Tapio – Mäkikyrö, Tapani – Riippa, Tommi – Seppälä, Pekka – Tulla, Kauko 2006. Pientalon ekomittarit. Espoo: VTT tiedotteita 2354. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2006/T2354.pdf>. Hakupäivä 31.10.2011.

Hemilä, Kari – Saarni, Risto 2002. Ikkunaremontti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Jalas, Johanna 2009. Sisäilmasto. Opintojakson oppimateriaali syksyllä 2009. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

Kaila, Panu 1997. Talotohtori, rakentajan pikkujättiläinen. Porvoo: WSOY.

Kaila, Panu – Pietarila, Pentti – Tomminen, Hannu. 1987. Talo kautta aikojen, julkisivujen historia. Jyväskylä: Gummerus Oy.

Karjalainen, Markku 1997. Suomalainen puukerrostalo. Helsinki: Opetushallitus.

Karjalainen, Markku 2002. Suomalainen puukerrostalo puurakentamisen kehittämisen etulinjassa. Oulu: Oulun yliopisto, arkkitehtuurin osasto. Väitöstyö.

Kaukolämmön hinta. 2011. Saatavissa: http://www.energia.fi/sites/default/files/hinta_010711.pdf. Hakupäivä 29.11.2011.

Kerrostalot 1880-2000. 2006. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kiintopistekartta. 2011. Oulun kaupunki, tekninen keskus. Saatavissa: <http://kartta.ouka.fi/>. Hakupäivä 11.11.2011.

Kilpeläinen, Mikko – Hekkanen, Martti – Seppälä, Pekka – Riippa, Tommi 2006. Pientalon tekninen laatu, tähtiluokitus. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Kivimäki, Jaana – Immonen, Kari 1993. ETRR, raportti 21. Ikkunoiden kunnossapito ja uusiminen. Espoo: Kauppa- ja teollisuusministeriö.

Leiber, Matti 2007. Rakennuksien seinien lisäeristäminen ja julkisivujen tekninen ja visuaalinen parantaminen 2007. Opintojakson oppimateriaali 2007. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

Levon, Bengt-Vilhelm – Pulakka, Sakari – Kalliomäki, Pekka 1986. Koulu-Energia-Talous. Helsinki: Suomen kaupunkiliitto.

Lämmöneristyksen parantaminen. 2000. Korjauskortisto. Museovirasto. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.nba.fi/fi/File/121/korjauskortti-2.pdf>. Hakupäivä 20.10.2011.

Mannervaara, Mari 2007. Ympäristöministeriö ja museovirasto. Rakennusperinto.fi. Artikkelit. Vaihdetaanko vai korjataanko ikkunat? Saatavissa: http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus_artikkelit/fi_FI/Vaihdetaanko_vai_korjataanko_ikkunat%20/. Hakupäivä 16.11.2011.

Niskala, Eino 1986. Puutalon perusparannus: Rakenteet ja ulkonäkö. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Orola, Urho 1946. Rakennusten korjaus ja kunnossapito. Helsinki: Pellervo-seura.

Pakkala, Juha – Ihatsu, Emilia 2005. Tuulettuva kantava alapohja eli rossipohja. Oulu: Pohjois-Pohjanmaan korjausrakentamiskeskus. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/pora/tietopankki/rossipohja.pdf>. Hakupäivä 19.11.2011.

Piispanen, Jukka 2011. Asunto-osakeyhtiö Peltokatu 22:n isännöitsijä, arkkitehti. Insinööri- ja arkkitehtitoimisto Palola & Piispanen. Keskustelut keväällä ja syksyllä 2011.

Puuinfo, puukerrostalo–palomääräykset. 2011. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/rakentamismaaraykset/puukerrostalo-palomaaraykset-2011>. Hakupäivä 11.12.2011.

Raitala, Tatu 2009. Rintamiestalojen energiatehokkuuden parantaminen. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, rakennustekniikka, tekniikan yksikkö. Insinööriyö.

Rakentajan tietokirjat–Talonrakentajan käsikirja 3: Hirsitalon rakentaminen. 1994. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

RakMK C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2010. Rakennusten lämmöneristys. Helsinki: Ympäristöministeriö.

RakMK C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003. Lämmöneristys. Helsinki: Ympäristöministeriö.

RakMK D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007. Rakennuksen energiakulutuksen ja lämmitystehotarpeen laskenta. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Rinne, Hannu 2009. Perinnemestari.fi. Artikkele. Vesikatto on tärkein. Saatavissa: <http://www.perinnemestari.fi/index.php?id=65&id2=102>. Hakupäivä 28.11. 2011.

RT 14-10850 2005. Rakennuksen lämpökuvauk. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 41-10726 2000. Puuikkunat, korjausrakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 82-10852 2005. Puurakenteinen pienkerrostalo. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Särkinen, Åke W. 2005. Jälleenrakennusajan pientalo. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sähkön hinta. 2011. Saatavissa: <http://www.oulunenergia.fi/sahkonmyynti>. Hakupäivä 25.11.2011.

Sähkön verollisen kokonaishinnan kehitys vuodesta 1992 lähtien. 2011. Energiamarkkinavirasto. Saatavissa: <http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Kehitys1111.pdf/>. Hakupäivä 19.11.2011.

Tulla, Kauko 1984. Ikkunat kuntoon. Helsinki: Rakentajain kustannus Oy.

Viljakainen, Mikko 1997. Puukerrostalo. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Vinha, Juha 2008. Rakennusfysiikan perussäännöt suunnittelussa ja rakentamisessa. Rakentajain kalenteri 2008. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Vuoden keskilämpötila Oulussa. 2009. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/tilasto/SAATIE.html/>. Hakupäivä 23.11.2011.

Vuoti, Erno 2010. Vanhan rivitalon energiatehokkuuden parantaminen. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, rakennustekniikka, tekniikan yksikkö. Insinöörito.

LIITTEET

- Liite 1. Kuntoarvio, Peltokatu 22
- Liite 2. Yläkerran päätyhuoneiston lämpökuvausraportti
- Liite 3. Alakerran välihuoneiston lämpökuvausraportti
- Liite 4. U-arvo ja kosteustarkastelu
- Liite 5. Rakennuksen kokonaislämpöhäviöt
- Liite 6. Pääty- ja välihuoneiston kokonaislämpöhäviöt
- Liite 7. Korjausten kustannukset ja takaisinmaksuajat
- Liite 8. Pääpiirustukset

KUNTOARVIO PELTOKATU 22

Jari Närhi
25.10.2011
Tekniikan yksikkö
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	3
2 KUNTOARVION LÄHTÖTIEDOT.....	4
3 HAVAINNOT JA TOIMENPITEET	5
3.1 Piha- alueet	5
3.2 Rakennuksen ulkopuoliset osat.....	6
3.3 Porrashuoneet ja huoneistot.....	8
3.4 LVI-järjestelmät	10
3.5 Sähkö- ja tietojärjestelmät	10
4 KUNTOARVION TULOKSET	12
5 PELASTUSSUUNNITELMA.....	13

1 JOHDANTO

Tässä kuntoarvioraportissa käsitellään Oulun keskustassa sijaitsevan puurakenteisen pienkerrostalon yleistä kuntoa ja rakennuksen kahden eri huoneiston kuntoa. Raportissa ehdotetaan lisätutkimuksia ja kunnossapitotoimenpiteitä sekä käydään läpi mahdolliset uusimistarpeet. Huoneistoihin tehdyt kuntoarviot suoritettiin lämpökuvauksen yhteydessä kevät-talvella 2011 ja itse rakennuksen kuntoa tarkasteltiin yhdessä asunto-osakeyhtiön isännöitsijän arkkitehti Jukka Piispasen kanssa syksyllä 2011.

Arviossa on kiinnitetty huomiota pintapuolisella tarkastelulla havaittaviin rakenteelliseen kestävyYTEEN, turvallisuuteen ja asumiskelpoisuuteen vaikuttaviin oleellisiin puutteisiin, vikoihin ja riskeihin. Rakennetta rikkomattomalla menetelmällä ei voi havaita rakenteiden sisäisiä piileviä vaurioita, ellei niistä ole arviohetkellä silmin havaittavaa tai muulla tavalla aistittavaa rakenteiden pinnalle näkyvää viitettä. Edes rakenteita avaamalla ei voi saada täydellistä varmuutta rakenteiden kunnosta tekemättä erittäin laajoja ja kattavia rakenteiden purkutöitä.

Tätä kuntoarviota voidaan hyödyntää kiinteistön kunnossapito suunnitelman ja mahdollisen korjausohjelman laadinnassa. Kiinteistönomistaja laatii tai laadituttaa kunnossapitosuunnitelman kuntoarvion ja tarvittavien lisätutkimusten perusteella. Korjausohjelmassa otetaan huomioon paitsi rakennuksen teknisestä kunnosta, myös tilojen käyttötarkoituksen muutoksesta, asukkaiden toiveista tms. syistä aiheutuvat kunnostus- ja muutostarpeet ja sovitetaan ne taloudellisiin resursseihin. (RT 18–10794)

2 KUNTOARVION LÄHTÖTIEDOT

Tutkittava rakennus on vuonna 1930 valmistunut kaksikerroksinen puurakenteinen pienkerrostalo Oulun keskustassa. Talo on hirsirunkoinen ja sen julkisivumateriaalina on käytetty maalattua vaakapuulaudoitus. Katetyyppi rakennuksessa on aumakatto, jossa vesikatteena on maalattu konesaumapelti. Rakennuksessa on puolilämmin kellari, jota asukkaat käyttävät kylmäkellarina sekä varastotilana. Huonekohtaiset varastotilat on sijoitettu ullakolle.

Rakennuksessa on kaksi rappua joissa kussakin neljä asuntoa. Asunnoista suurin osa on omistusasuntoja. Huoneistot ovat kokoluokaltaan kaksioita, mutta eivät kuitenkaan neliömäärältään aivan samankokoisia. Kuntoarviossa tutkituista asunnoista toinen on yläkerrassa sijaitseva päätyhuoneisto ja toinen alakerrassa sijaitseva välihuoneisto. Alakerrassa sijaitsevassa välihuoneistossa oli osittain aloitettu remontti tätä kuntoarviota tehdessä. Asunnon käyttäjät olivat siirtäneet suuren osan kalusteista olohuoneeseen ja pitivät huonetta kylmänä, tämän vuoksi asunnon olohuone jää tämän tarkastuksen ulkopuolelle. Huoneistoissa suoritettiin tarkastuksen ohella lämpökuvaus, jonka tuloksia käytettiin hyväksi korjaustoimenpiteitä suunniteltaessa.

Rakennuksessa on painovoimainen ilmanvaihto ja lämmitysmuodoltaan se on sähkölämmitteinen. Huoneistoissa on edelleen käytössä peltikuoriuunit, joilla huoneistoja myös talviaikaan lämmitetään.

3 HAVAINNOT JA TOIMENPITEET

Tähän kuntoarvioon on kirjattu havainnot, johtopäätökset, toimenpideehdotukset sekä mahdolliset perusteet suositelluille toimenpiteille. Arvio on toteava ja ohjaa mahdollisia jatkotoimenpiteitä, arvio ei ole työselostus. Toimenpide ehdotukset on kirjoitettu **lihavoituna**.

3.1 Piha- alueet

Piha-alue on sekä etu- että takapihalla on päällystetty nurmikolla. Peltokadun puoleisella pitkällä sivulla kallistukset olivat osittain puutteelliset. Rakennuksen vierellä tulisi olla vähintään 1:20 kallistukset kahden metrin matkalla. Tämä ei kuitenkaan toteutunut koko rakennuksen sivustalla. Maa kallistui kohti rakennuksen pitkän sivun keskikohtaa, jolloin sadevesi saattaa kertyä kohti rakennuksen vierustaa ja täten vaurioittaa perustuksia. Uhka on todennäköinen, sillä rakennuksen piha-alueelle ei ole rakennettu salaojia.

Ajotien ja asukkaiden autopaikkojen päällysteenä on käytetty soramurskettä, joka oli ajettu pihalle edellisenä kesänä. Parkkialue oli kuitenkin liian pienikokoinen, jolloin osa autoista oli ajettu nurmialueelle. Muuten ajotien päällyste oli hyvässä kunnossa. Parkkialueella ei ollut erillisiä autolämmityspistorasioita, vaan sähkön otto tapahtuu talon ulkoseinissä olevista pistorasioista.

Pihalla sijaitsi myös erillinen piharakennus jonka käyttötarkoitus oli puuliiteri. Piharakennuksen kunto oli erittäin huono. Laudoituksen maalipinta oli pahoin halkeillut ja osittain myös laudoituksessa oli halkeamia. Myös piharakennuksen ovet ja ikkunat olivat maalipinnoiltaan heikossa kunnossa. Piharakennuksen peltikate oli haalistunut ja erittäin kuluneen näköinen.

Piha-alueen koko huomioon ottaen valaisimien määrä on puutteellinen, eivätkä ne varsinkaan talviaikaan valaise riittävästi. Pihavalaistus muodostuu rakennuksen editse kulkevan kadun valaistuksesta sekä asuntojen edustojen heikkotehoisista seinävalaisimista.

Suosittelut lisätutkimus- ja toimenpide-ehdotukset:

Piha-alueen kallistukset on syytä hoitaa kuntoon ensisijassa, jotta sadevedet eivät kallistuisi kohti rakennusta. On myös syytä miettiä salaojien tarpeellisuutta.

Pihalla sijaitseva piharakennus tulisi tarkastaa perusteellisesti, rikki-näiset laudoitukset olisi syytä vaihtaa sekä uusia maalipinta. Katon kuntoa on syytä tarkkailla ja mahdollisesti uusia kate.

Valaisimien määrästä ja tehokkuudesta on syytä keskustella asukkaiden kanssa ja mahdollisesti lisätä valaistuksen määrää.

3.2 Rakennuksen ulkopuoliset osat

Kohteessa on betonisokkeli, jota ei ole lämmöneristetty. Rakennuksen kellaritilat ovat puolilämpimät. Salaojien puuttuminen ja kallistuksien osittainen puutteellisuus aiheuttaa sadeveden jäämisen sokkelin viereen ja mahdollisesti lisää sen kosteusrasitusta. Kellaritiloja tutkittaessa ei kosteusvaurioita kuitenkaan ollut silmin havaittavissa. Kellarin tuuletus tuntui toimivan ja ilma vaihtui hyvin. Kellarin kalustuksen kunto oli kuitenkin suhteellisen huono. Kylmävarastona käytettyjen varastotilojen laudoitus oli alkuperäinen ja paikoin kulunut. Tilan valaistus ei toiminut kunnolla ja valaistuksen määrä oli puutteellista. Sähkökaapelien kunto oli erittäin kulunut. Lattiarakennetta ei ollut rakennettu, vaan se oli jätetty hiekkapohjaksi. Tämä aiheutti tilaan hyvin pölyisen ja likaisen ilmapiirin. Kellaritila oli hyvin epäsiisti ja tavaraa säilytettiin varastotilojen ulkopuolella.

Ulkovuorauslautojen ja niiden maalipinnan kunto oli suhteellisen hyvä. Maalipinta oli uusittu asukkaiden toimesta kesällä 2009. Laudoituksen iästä ei saatu varmaa tietoa. Palotikkaat löytyivät rakennuksen kadunpuoleiselta pitkältä sivulta ja ne oli asetettu poistumisen kannalta oikeaan paikkaan.

Ikkunat ja ikkunanpielilaudoitukset olivat huoneistoissa ulkoapäin katsottuna hyväkuntoiset ja niiden maalipinta oli siisti. Ikkunat oli uusittu kolmessa huoneistossa, mutta useimmissa huoneistoissa oli paikallaan mahdollisesti alkuperäiset ikkunat – niiden iästä ei kuitenkaan saatu varmaa tietoa. Ikkunapellitukset olivat kuitenkin suhteellisen hyvässä kunnossa ja ne oli uusittu jokaiseen huoneistoon.

Rakennuksen konesaumattun katteen kunto oli silminnähdessä kuluneen näköinen ja maalipinta oli paikoin hilseillyt. Isännöitsijältä saadun tiedon mukaan kätteessä oli havaittu myös vuotoja. Yläpohjan lämmöneristys oli alkuperäinen ja siihen ei ole lisätty eristettä. Katteen aluslaudoitus oli isännöitsijän mukaan alkuperäinen. Aluslaudoitus oli osittain mustunut tulipalon seurauksena sekä niissä oli osittain havaittavissa halkeamia. Huoneisto-kohtaiset varastotilat oli sijoitettu ullakolle ja niiden kunto oli suhteellisen hyvä. Myös ullakolla näkyvien sähkökaapeli kunto oli erittäin kulunut. Räystäät sekä syöksytorvet oli uusittu ja niiden kunto olikin erinomainen. Räystäissä ei havaittu tukkeutumia ja niiden puhdistuksesta oli huolehdittu.

Rakennuksessa on kaksi parveketta, joista yksi kummassakin rapussa. Parvekkeen laudoitus oli uusittu sekä maalattu ja sen kunto oli hyvä.

Rakennukseen ei ole lisätty ulkopuolista lämmöneristeitä, vaan eristeenä toimii ainoastaan hirsirunko sekä julkisivulaudoitus, laudoituksen alle on jätetty tuuletusrako, mutta se on alaosaltaan tukittu SPU-massalla. Joitakin huoneistoja on kuitenkin tietävästi lisäeristetty sisältäpäin tehtyjen remonttien yhteydessä.

Suosittelut lisätutkimus- ja toimenpide-ehdotukset:

Rakennuksen sähkö- ja liittymiskaapeli kunto on syytä selvittää pikaisesti asiantuntevan ammattilaisen toimesta. Puurakenteisessa talossa rakenteisiin kiinnitetyt huonokuntoiset ja rikkiäiset sähkökaapelit luovat suuren tulipaloriskin. Myös kellarin valaistukseen sekä varastotilojen kuntoon on syytä kiinnittää huomiota.

Katteen kunto on syytä tarkastaa vuotojen varalta perusteellisesti ja maalipinta kannattaisi uusida. Aluslaudoituksen uusimista on syytä harkita, tämä tosin johtaisi koko katteen uusimiseen.

3.3 Porrashuoneet ja huoneistot

Porrashuoneiden maalauspinna oli uusittu menneen kesän aikana asukkaiden toimesta. Porrashuoneen seinät, portaat sekä katto olivatkin erittäin siistikuntoiset.

Alakerran välihuoneistossa ulkoikkunoiden sisäpinnalta ja puitteista maalit olivat rapistuneet, mikä kertoo ikkunan väliin päässeestä kosteudesta. Tässä asunnossa ikkunat olivat mahdollisesti alkuperäiset ja niiden kunto oli suhteellisen huono. Ikkunoiden kunto oli sama sekä makuuhuoneessa että keittiössä. Lämpökameralla mitattu pistelämpötila oli makuuhuoneessa puitteiden kohdalla pakkasen puolella. Asunnon käyttäjä oli teipannut ikkunanpielet vedon vähentämiseksi sekä lämmön karkaamisen estämiseksi. Tästä huolimatta ikkunoiden luona tuntui selvästi vetoa. Ikkunat on syytä joko tiivistää tai mahdollisuuksien mukaan vaihtaa kokonaan uusiin. Tiivistäminen on kuitenkin aina taloudellisesti edullisin tapa lisätä asumismukavuutta.

Yläkerran päätyhuoneistossa ikkunoiden iästä ei ole tietoa. Puitteissa, karmeissa sekä ikkunan sisäpinnalla oli havaittavissa kulumisen merkkejä, mutta lämpökameralla saaduissa tuloksissa ei suurempia vetokohtia näkynyt. Ikkunan aukaiseminen oli myös haastavaa, sillä lukitus oli erittäin jäykkä. Tämä saattaa johtua helojen löysyydestä tai kulmarautojen kuluneisuudesta. Asukkaan kertoman mukaan ikkunoita ei juuri tämän vuoksi aukaista kovin usein. Ikkunoiden mahdollista vaihtamista on syytä harkita niiden iän vuoksi ja kuluneisuuden vuoksi, mutta niiden vaihtaminen ei ole tässä huoneistossa kiireellistä.

Välihuoneiston makuuhuoneen nurkka oli asukkaan kertoman mukaan erittäin kylmän oloinen. Lämpökameralla nurkkaa kuvatessa näkyi alue erittäin kylmänä. Kyseessä onkin hirsirakenteelle yleinen vika, nurkat ja seinien liit-

tymät sekä lattian reuna-alueet ovat usein kylmiä ja vetoisia. Nurkka on syytä lisäeristää avaamalla lattialautoja ja lisäämällä eristettä. Asunnon seinä- ja lattiapinnat olivat paikoin kuluneen näköiset. Katto- ja seinälevyt tuntuivat olevan huonosti kiinnitetyt, sillä ne olivat liikkuneet ja niiden saumat oli huonosti peitetyt.

Asuntojen sisäpinnat olivat kummassakin huoneistossa tyydyttävässä kunnossa. Seinien maali- ja tapettipinnoissa oli kuitenkin jonkin verran havaittavissa kulumisen merkkejä. Katto- ja seinälistojen liitoksissa oli toisessa huoneistoista näkyvissä rakoilua. Keittiökalusteet olivat kummassakin huoneistossa iäkkäät ja niissä oli myös havaittavissa kulumista.

Lattiapinnat olivat huoneistoissa erilaiset. Alakerran huoneiston lattiapinnat oli peitetty muovimatolla. Muovimatossa oli havaittavissa kulumisen merkkejä. Yläkerran huoneistossa lattiapinnat olivat laminaattia ja maalattua lankkua.

Yläkerran huoneistossa keittiön nurkat olivat asukkaan kertoman mukaan kylmiä. Lämpökameralla kuvatessa nurkka-alueella oli havaittavissa ympäristöään kylmempiä alueita, mikä saattaa johtua eristeen painumisesta. Lattia onkin mahdollisuuksien mukaan syytä avata ja tarpeen mukaan lisätä eristettä.

WC- ja suihkutilat olivat kummassakin huoneistossa tyydyttävässä kunnossa. Yläkerran huoneistossa suihkutilaan oli vaihdettu seinä- ja lattialaattoja. Alakerran huoneiston suihkutilaan on asukkaan kertoman mukaan tarkoitus uusia pinnat alkavan remontin yhteydessä.

Suosittelut lisätutkimus- ja toimenpide-ehdotukset:

Alakerran huoneiston ikkunoiden sisäpuutteen tiivistyksestä tulee huolehtia, vastaavasti ulkopuutteet eivät saa olla liian tiiviit. Ikkunoiden maalipinta ja kittaukset on pidettävä ehjinä. Kittaus- ja maalaustyö voidaan usein tehdä ikkunan ollessa paikallaan, jolloin varmistetaan myös

vanhojen lasien säilyminen. Ikkunoiden vaihtaminen uusiin voi myös olla harkittava vaihtoehto. Ikkunoiden nykyinen kunto vaikuttaa huoneen asumismukavuuteen erittäin alentavasti. Lämmityskaudella vedon ja kylmän tuntua yritetään tavallisesti poistaa huonelämpötilaa nostamalla, tämä taas johtaa turhaan energiankulutukseen. Tämän vuoksi ikkunoiden tiiviyyteen on suhtauduttava vakavasti. Myös karmit ja puitteet on syytä maalata.

Yläkerran huoneistossa on myös suositeltavaa maalata ikkunan puitteet ja kiinnittää huomiota helojen kuntoon sekä tarkastaa niiden kiinnitys. Kummassakin huoneistossa esiintyi huoneen nurkissa kylmän tuntua. Lattian reuna-alueet ja seinien liitokohdat ovatkin yleisiä vuotokohtia hirsirakenteissa. Yleensä tiivistäminen ja eristeen lisääminen tällaiselle alueelle on suositeltavaa.

3.4 LVI-järjestelmät

Rakennuksen lämmitysmuotona on sähkölämmitys. Lämmitystehoa talvikaudella lisää huoneistoissa olevat vanhanmallin peltikuoriuunit, jotka ovat edelleen toimintakäykyisiä. Niiden maalipinnan kunto oli hyvä. Kummankin huoneiston sähköpatterit olivat toimivia ja tyydyttävässä kunnossa. Alakerran huoneiston keittiöpatterin johdot olivat kuitenkin epäasiallisesti kiinnitetty ja osittain irti seinäpinnasta. Viemärit toimivat kummassakin huoneistossa moitteettomasti. Rakennuksessa on painovoimainen ilmanvaihto.

Suosittelut lisätutkimus- ja toimenpide-ehdotukset:

Patterin johtojen kiinnitys on syytä tarkistaa.

3.5 Sähkö- ja tietojärjestelmät

Rakennuksessa havaittiin kuluneita sähkökaapeleita. Niiden asennukset ovat pääosin 70-luvulta, mutta osa asennuksista voi olla vanhempiakin. Kaapelien kunto on syytä tarkistaa myös huoneistoissa osaavan sähköalan ammattilai-

sen toimesta. Huoneistojen pistorasiat olivat ikääntyneet ja niiden tarkkaa ikää on vaikea arvioida. Osa pistorasioista on todennäköisesti uusittu sähkösaneerauksen yhteydessä 70-luvulla, mutta osa voi olla vanhempiakin. Kunnoltaan ne olivat kuitenkin tyydyttävässä kunnossa. Joihinkin huoneistoista pistorasiat on uusittu asuntokohtaisten remonttien yhteydessä.

Rakennuksessa on käytössä alkuperäinen puhelinverkko, jonka jakamo on sijoitettu ullakolle. Pistorasiat huoneistoissa ovat 3-reikäisiä. Rakennuksessa ei ole erillistä ATK-verkkoa, vaan teleoperaattorit jakavat palveluita puhelinverkon kautta.

Rakennukseen on myös mahdollistettu langaton tv-sisäverkko. Langattomassa sisäverkossa lähetysantennit ovat rappukohtaisia ja asunnoissa käytetään televisiokohtaisia sisäantenneja, jotka vastaanottavat langattoman sisäverkon kautta tulevan tv-lähetyksen. Tämä mahdollistaa television sijoittamisen minne tahansa huoneistoa, sillä sijainti ei ole riippuvainen antennipistokkeesta.

Suosittelut lisätutkimus- ja toimenpide-ehdotukset:

Rakennukseen on syytä suorittaa tarkempi sähköjärjestelmään kohdistuva tarkastelu, jonka yhteydessä on kiinnitettävä huomiota erityisesti sähkökaapelien ja asennusten kuntoon.

4 KUNTOARVION TULOKSET

Rakennuksen kunto oli sen ikä huomioon ottaen odotettua parempi. Rakennukseen ei ole sen käyttöaikana suoritettu suurta remonttia pois lukien vesikatteen vaihto ja julkisivulaudoituksen maalaus. Kuntoarviossa selvisi mahdolliset riskikohdat ja tämän hetkiset havaitut vauriot. Tietyt arviossa havaitut haitat vaativat tarkempaa tutkimusta, jotta saataisiin täysi varmuus mahdollisista vaurioista.

Huoneistoihin kuntoarviota tehdessä suoritettiin myös lämpökuvaukset, jonka yhteydessä mitattiin huonelämpötilat ja suhteellinen kosteus. Lämpökuvista saatua tietoa käytettiin hyväksi tätä kuntoarviota tehdessä. Kuvissa havaitut pistelämpötilat olivat erityisen hyödyllisiä miettiessä lisätutkimus ja toimenpiteiden ehdotuksia.

Huonelämpötila oli toisessa asunnoista suhteellisen alhainen, joka varmasti osaltaan selittyy rakenneosien, kuten esimerkiksi ikkunoiden tiiveydessä. Suhteellinen kosteus oli kummassakin huoneistossa normaalirajojen sisällä.

5 PELASTUSSUUNNITELMA

Sairaskohtauksen sattuessa selvitä ensimmäiseksi mitä on tapahtunut. Tämän jälkeen tarkista potilaan tila (pulssi, hengitys). Jos potilas on tajuton, siirrä potilas kylkiasentoon. Jos potilas ei hengitä eikä pulssia tunnu, aloita elvytystoimenpiteet. Soita hätänumeroon 112 ja kerro mitä on tapahtunut ja kerro potilaan tämän hetkinen tila. Pysy rauhallisena. Kerro osoite. Älä sammuta puhelinta ennen kuin saat luvan. Odota pelastusajoneuvon saapumista ja tarvittaessa opasta pelastajat perille.

Tulipalotilanteessa pelasta välittömästi vaarassa olevat henkilöt. Sulje ovet ja ikkunat, jotta estät savun ja palon leviämistä. Hälytä palokunta soittamalla turvallisesta paikasta numeroon 112. Varoita niitä, jotka eivät ole välittömässä vaarassa. Opasta tai järjestä opastus ja esteetön pääsy pelastusyksikölle kohteeseen sekä kerro välittömästi paloviranomaiselle onko ihmisiä vaarassa ja jo suoritettut toimenpiteet. Varmista, että kaikki ovat päässeet sovitulle koontumispaikalle.

Jokaisessa asunnossa on oltava vähintään yksi palovaroitin, joka on asennettu kattoon. Palovaroittimen toiminta on testattava tietyin väliajoin ja patteri on vaihdettava tarpeen vaatiessa. Rakennuksen pelastustiet olivat kohtalaisyssä kunnossa. Piha-alue on suurelle hälytysajoneuvolle kooltaan liian pieni. Asuntojen palotikkaat oli asetettu asunnoista poistumisen kannalta oikeaan paikkaan.



Lämpökuvausraportti

Peltokatu 22 - Yläkerran Päättyhuoneisto

Kohdetiedot

Lämmitysjärjestelmä**Sähkölämmitys****Ilmanvaihto**

Painovoimainen ilmavaihto

Rakenteet: (arvio)**Alapohja**

Rossialapohja: laudoitus, purueriste+ tukipalkisto, lattialaudoitus, alla kellari

Ulkoseinät

Ulkoerohous, pystykoolaus, tervapaperi, hirsirunko, sisäerohous (puukuitulevy)

Yläpohja

Vesikate, ruoteet, aluskate, ristikko, purueriste+ palkisto, sisäkattolevyt

Työn suoritus

Suoritin tutkimuskohteena olleen rakennuksen päätyhuoneiston tutkimuksen maaliskuussa 2011, kuvaus suoritettiin yhdessä osassa. Kohteeseen suoritettiin lämpökuvaus ainoastaan normaalissa ilmanpaineessa, joka tässä tapauksessa oli -3 Pa koko asunnossa. Kuvausta suorittaessa kuvattiin huoneisto kokonaisuudessaan. Kuvatut huoneet olivat: makuuhuone, olohuone, keittiö, WC sekä eteinen.

Tiiveysmittausta ei rakennuksen kumpaankaan lämpökuvattuun huoneistoon suoritettu. Lämpökuvauksessa havaituista minimi pintalämpötiloista laskettiin lämpötilaindeksit, joista käy ilmi asunnon korjausluokka.

Teoria

Rakenteiden lämpötekniistä toimivuutta arvioidaan lämpötilaindeksin avulla, jota käytetään silloin kun kuvausta ei voida suorittaa vakio-olosuhteissa. (- 5 °C ± 1 °C:n ulkolämpötilassa ja + 20 °C ± 2 °C:n sisälämpötilassa). Poikkeamista tehdään korjausluokitusarvio silloin, kun lämpötilaindeksi jää alle 70 %. (RT 14 - 10850 s.2)

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100[\%]$$

TI Lämpötilaindeksi

T_{sp} Sisäpinnanlämpötila, °C (mitattu lämpökameralla ja lämpömittarilla)

T_i Sisäilman lämpötila °C

T_o Ulkoilman lämpötila °C

Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus

1. Korjattava

- Pinnan lämpötila ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa (Ilmavuoto, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esimerkiksi kosteusvaurio).

TI < 61 %

2. Korjaustarve selvitettävä

- Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.

TI 61 - 65 %

3. Lisätutkimuksia

- Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioiden kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia (esimerkiksi tiiveysmittaus).

TI > 65 %

4. Hyvä

- Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.

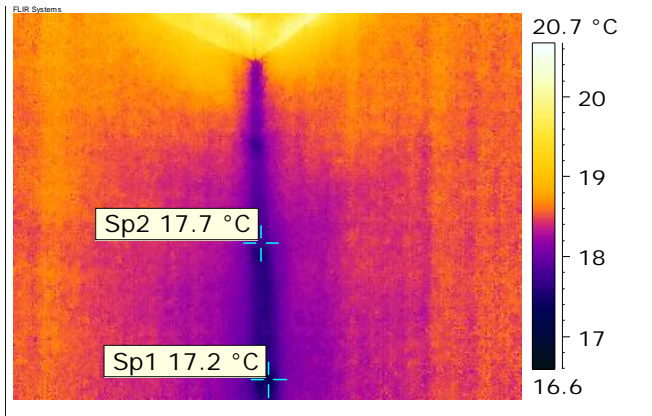
TI > 70 %

(LÄHDE: RT 14 - 10850 RAKENNUKSEN LÄMPÖKUVAUS, Rakenteiden lämpötekniinen toimivuus s.5).

Huonetila / Kuvattu kohde

Olohuone, päätyseinä-yläkulma

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	21.0 °C
Suhteellinen Kosteus	30 %
Ilman Lämpötila	19.0 °C
Sp1 Lämpötila	17.2 °C
Sp2 Lämpötila	17.7 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 91

Lämpötilaindeksi Sp2: 93

Lämpötilaindeksi min: 88

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-0.5 °C	+19.0 °C	-3 Pa

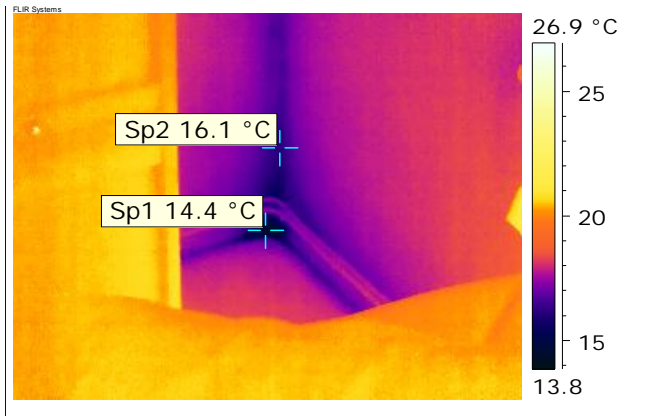
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 4. Olohuoneen ylänurkka, joka on myös rakennuksen päätynurkka. Ei havaittavissa vuotokohtia.

Huonetila / Kuvattu kohde

Olohuone, päätyseinä-alakulma

Lämpökameran kuva



Valokuva

**Mittaustulostaulukko**

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	21.0 °C
Suhteellinen Kosteus	30 %
Ilman Lämpötila	19.0 °C
Sp1 Lämpötila	14.4 °C
Sp2 Lämpötila	16.1 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 76**Lämpötilaindeksi Sp2: 85****Lämpötilaindeksi min: 73**

Ukolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-0.5 °C	+19.0 °C	-3 Pa

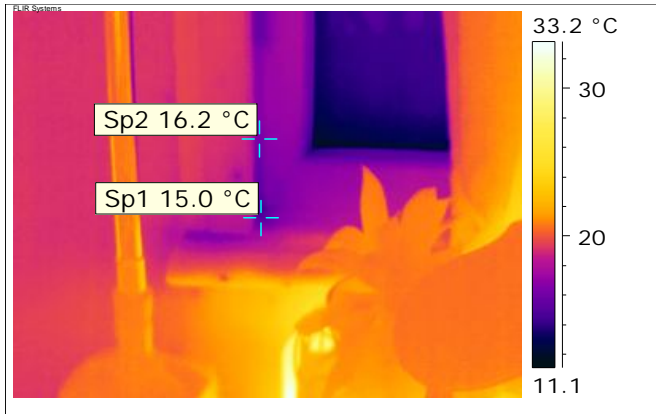
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 4. Olohuoneen alanurkka, mikä on myös rakennuksen päätynurkka. Alakulmassa voi havaita ympäristöään kylmempää kohtia, mutta mitatut lämpötilat ovat rajojen sisällä.

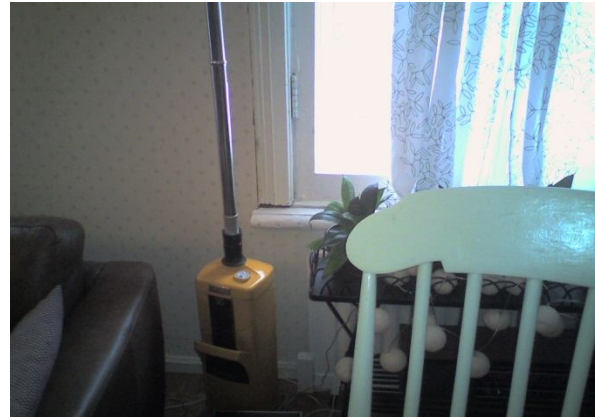
Huonetila / Kuvattu kohde

Olohuone, vasemmanpuoleinen ikkuna-alakarmi

Lämpökameran kuva



Valokuva

**Mittaustulostaulukko**

Mittausparametrit	Arvo	Lämpötilaindeksi Sp1: 79
Emissiivisyys	0.95	Lämpötilaindeksi Sp2: 86
Heijastuva Lämpötila	21.0 °C	Lämpötilaindeksi min: 59
Suhteellinen Kosteus	30 %	
Ilman Lämpötila	19.0 °C	
Sp1 Lämpötila	15.0 °C	
Sp2 Lämpötila	16.2 °C	

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-0.5 °C	+19.0 °C	-3 Pa

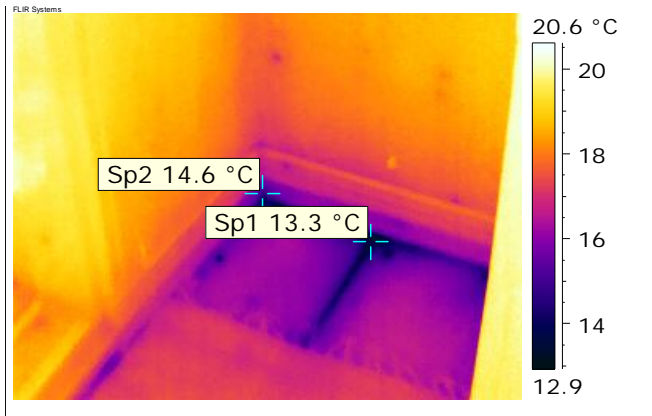
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 4. Olohuoneen ikkunan alakarmissa tai sen alueella ei näy lämpövuotoja.

Huonetila / Kuvattu kohde

Keittiö, eteistä vastainen nurkka

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	21.0 °C
Suhteellinen Kosteus	30 %
Ilman Lämpötila	19.0 °C
Sp1 Lämpötila	13.3 °C
Sp2 Lämpötila	14.6 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 71

Lämpötilaindeksi Sp2: 77

Lämpötilaindeksi min: 69

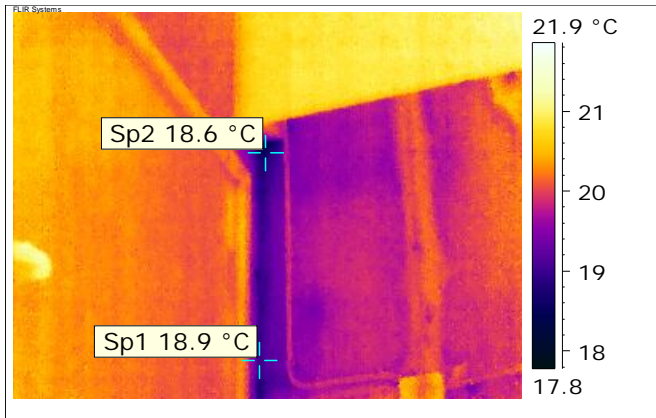
Ukolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-0.5 °C	+19.0 °C	-3 Pa

Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 3. Keittiön nurkassa lattialankkujen alla näkyy hieman lämpövuotoa joka oli myös aistein havaittavissa. Tämä voi johtua eristeen painumisesta, jolloin eristeen väliin on päässyt kylmää ilmaa.

Huonetila / Kuvattu kohde
Keittiö, pitkää sivua vastainen ylänurkka

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	21.0 °C
Suhteellinen Kosteus	30 %
Ilman Lämpötila	19.0 °C
Sp1 Lämpötila	18.9 °C
Sp2 Lämpötila	18.6 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 99

Lämpötilaindeksi Sp2: 99

Lämpötilaindeksi min: 94

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
- 0.5 °C	+19.0 °C	-3 Pa

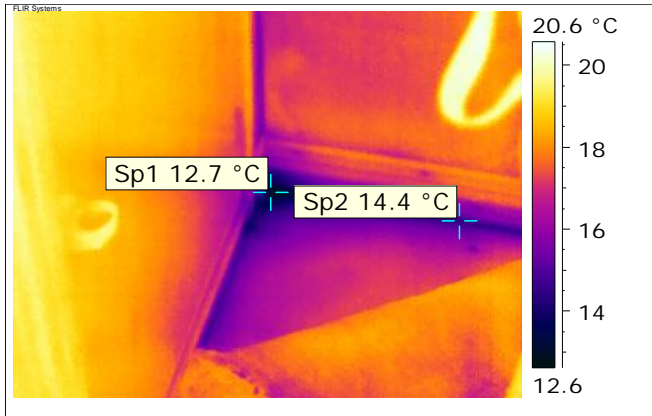
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 4. Keittiön ylänurkka. Väliseinän ja pitkän sivun välisessä nurkassa näkyviä ympäristöään kylmempiä alueita. Ei korjattavaa.

Huonetila / Kuvattu kohde

Keittiö, pitkää sivua vastainen vasen alanurkka

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	21.0 °C
Suhteellinen Kosteus	30 %
Ilman Lämpötila	19.0 °C
Sp1 Lämpötila	12.7 °C
Sp2 Lämpötila	14.4 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 68

Lämpötilaindeksi Sp2: 76

Lämpötilaindeksi min: 67

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-0.5 °C	+19.0 °C	-3 Pa

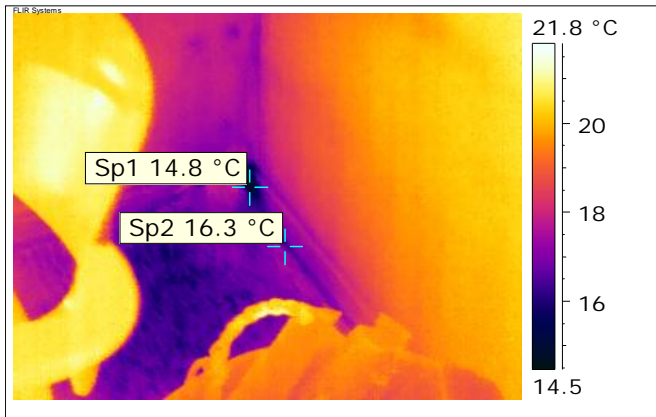
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 3. Keittiön vasemmassa alanurkassa havaittavissa lieviä vuotokohtia. Nurkkavuodot ovat yleisiä hirsirakenteissa. Voi johtua eristeen painumisesta, jolloin eristeen väliin on päässyt kylmää ilmaa.

Huonetila / Kuvattu kohde

Keittiö, pitkää sivua vastainen oikea alanurkka

Lämpökameran kuva



Valokuva

**Mittaustulostaulukko**

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	21.0 °C
Suhteellinen Kosteus	30 %
Ilman Lämpötila	19.0 °C
Sp1 Lämpötila	14.8 °C
Sp2 Lämpötila	16.3 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 78**Lämpötilaindeksi Sp2: 86****Lämpötilaindeksi min: 77**

Ukolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-0.5 °C	+19.0 °C	-3 Pa

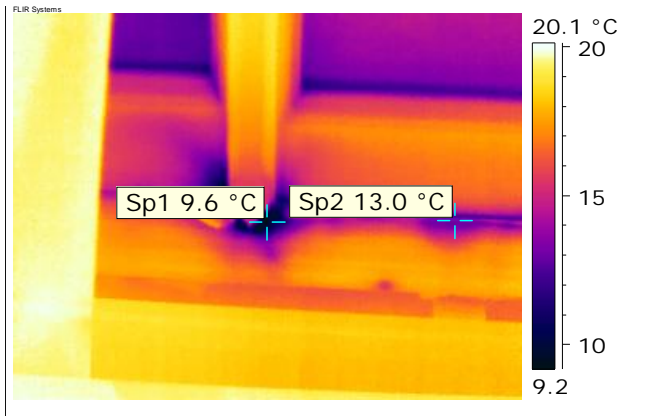
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 4. Keittiön oikeanpuoleinen alanurkka. Samankaltaista kylmänä näkyviä kohtia myös huoneiston muissa nurkissa. Täyttää vaatimukset.

Huonetila / Kuvattu kohde

Makuuhuone, ikkunan alakarmi

Lämpökuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	21.0 °C
Suhteellinen Kosteus	30 %
Ilman Lämpötila	19.0 °C
Sp1 Lämpötila	9.6 °C
Sp2 Lämpötila	13.0 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 52

Lämpötilaindeksi Sp2: 69

Lämpötilaindeksi min: 50

Ukolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-0.5 °C	+19.0 °C	-3 Pa

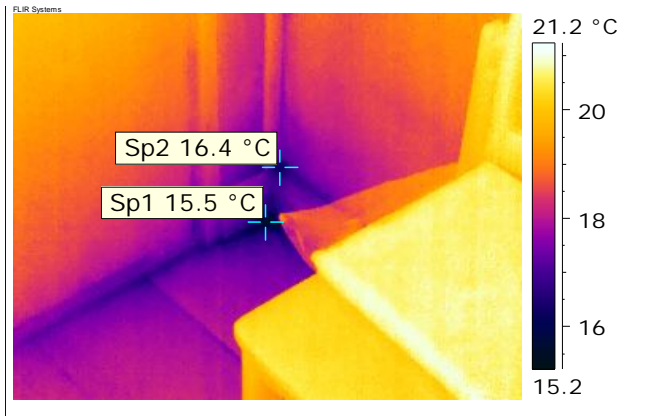
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 1. Makuuhuoneen ikkunan karmien välissä näkyy lämpövuotoa. Vika voi johtua tiivisteiden hauraudesta. Ikkunan tiivistyksestä tulee huolehtia sekä tarkistaa puitteiden, helojen, karmien ja kittauksen kunto.

Huonetila / Kuvattu kohde

Makuuhuone, alanurkka

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	21.0 °C
Suhteellinen Kosteus	30 %
Ilman Lämpötila	19.0 °C
Sp1 Lämpötila	15.5 °C
Sp2 Lämpötila	16.4 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 82

Lämpötilaindeksi Sp2: 87

Lämpötilaindeksi min: 81

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-0.5 °C	+19.0 °C	-3 Pa

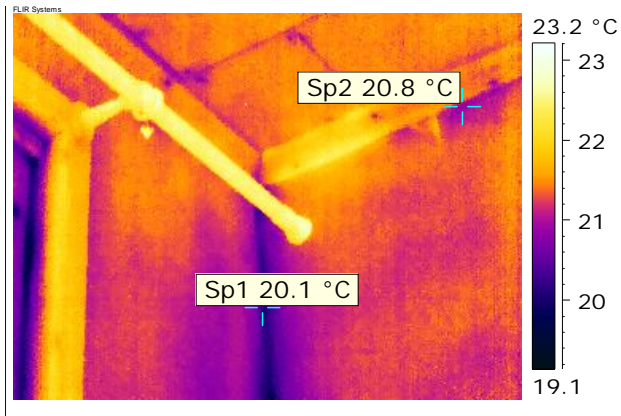
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 4. Makuuhuoneen vasemmassa alanurkassa havaittavissa ympäristöään kylmempiä alueita. Nurkkien lattian ja alahelmojen lievä vuoto on yleistä hirsirakenteelle. Täyttää vaatimukset.

Huonetila / Kuvattu kohde

Makuuhuone, päätyseinää vastainen ylänurkka

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	21.0 °C
Suhteellinen Kosteus	30 %
Ilman Lämpötila	19.0 °C
Sp1 Lämpötila	20.1 °C
Sp2 Lämpötila	20.8 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 106

Lämpötilaindeksi Sp2: 109

Lämpötilaindeksi min: 101

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-0.5 °C	+19.0 °C	-3 Pa

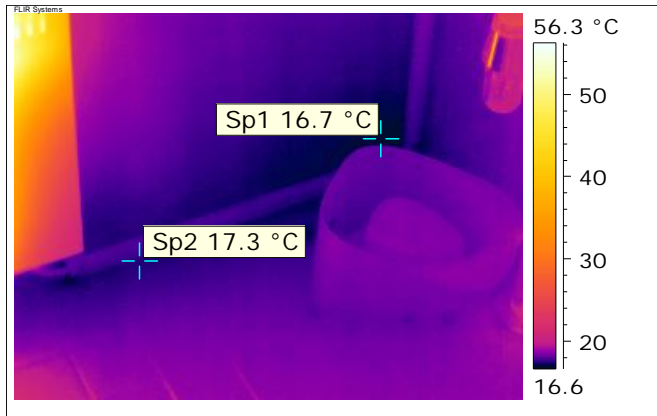
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 4. Makuuhuoneen oikeanpuoleinen ylänurkka, joka on myös rakennuksen päтынurkka. Täyttää vaatimukset, ei korjattavaa.

Huonetila / Kuvattu kohde

WC, päätyseinää vastainen alanurkka

Lämpökameran kuva



Valokuva

**Mittaustaulukko**

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	21.0 °C
Suhteellinen Kosteus	30 %
Ilman Lämpötila	19.0 °C
Sp1 Lämpötila	16.7 °C
Sp2 Lämpötila	17.3 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 88**Lämpötilaindeksi Sp2: 91****Lämpötilaindeksi min: 88**

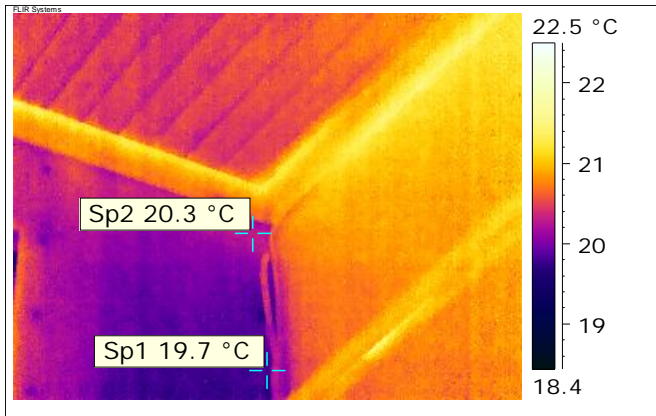
Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-0.5 °C	+19.0 °C	-3 Pa

Johtopäätökset/Kommentit:**Korjausluokka 4. Suihkutilan oikeanpuoleinen alanurkka. Täyttää vaatimukset.**

Huonetila / Kuvattu kohde

WC/Kylpyhuone

Lämpökameran kuva



Valokuva

**Mittaustaulukko**

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	21.0 °C
Suhteellinen Kosteus	30 %
Ilman Lämpötila	19.0 °C
Sp1 Lämpötila	16.7 °C
Sp2 Lämpötila	17.3 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 104**Lämpötilaindeksi Sp2: 107****Lämpötilaindeksi min: 97**

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-0.5 °C	+19.0 °C	-3 Pa

Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 4. Suihkutilan oikeanpuoleisen nurkan yläkulma. Täyttää vaatimukset.



Lämpökuvausraportti

Peltokatu 22 – Alakerran Välihuoneisto

Kohdetiedot

Lämmitysjärjestelmä**Sähkölämmitys****Ilmanvaihto**

Painovoimainen ilmavaihto

Rakenteet: (arvio)**Alapohja**

Rossialapohja- laudoitus, purueriste+ tukipalkisto, lattialaudoitus, alla kellari

Ulkoseinät

Ulkoverhous, pystykoolaus, tervapaperi, hirsirunko, sisäverhous (puukuitulevy)

Yläpohja

Vesikate, ruoteet, aluskate, ristikko, purueriste+ palkisto, sisäkattolevyt

Työn suoritus

Suoritin tutkimuskohteena olleen rakennuksen välihuoneiston tutkimuksen helmikuussa 2011, kuvaus suoritettiin yhdessä osassa. Kohteeseen suoritettiin lämpökuvaus ainoastaan normaalissa ilmanpaineessa, joka tässä tapauksessa oli -15 Pa koko asunnossa. Kuvausta suorittaessa jätettiin kuvaamatta olohuone, sillä tila oli asunnossa käynnistyvän remontin vuoksi pidetty kylmänä. Näin ollen kuvaus keskitettiin ainoastaan makuuhuoneeseen, keittiöön sekä eteiseen.

Tiiveysmittausta ei rakennuksen kumpaankaan lämpökuvattuun huoneistoon suoritettu. Lämpökuvauksessa havaituista minimi pintalämpötiloista laskettiin lämpötilaindeksit, joista käy ilmi asunnon korjausluokka.

Teoria

Rakenteiden lämpöteknistä toimivuutta arvioidaan lämpötilaindeksin avulla, jota käytetään silloin kun kuvausta ei voida suorittaa vakio-olosuhteissa. (- 5 °C ± 1 °C:n ulkolämpötilassa ja + 20 °C ± 2 °C:n sisälämpötilassa). Poikkeamista tehdään korjausluokitusarvio silloin, kun lämpötilaindeksi jää alle 70 %. (RT 14 - 10850 s.2)

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100[\%]$$

TI Lämpötilaindeksi

T_{sp} Sisäpinnan lämpötila, °C (mitattu lämpökameralla ja lämpömittarilla)

T_i Sisäilman lämpötila °C

T_o Ulkoilman lämpötila °C

Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus

1. Korjattava

- Pinnan lämpötila ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa (Ilmavuoto, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esimerkiksi kosteusvaurio).

TI < 61 %

2. Korjaustarve selvitettävä

- Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.

TI 61 - 65 %

3. Lisätutkimuksia

- Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioiden kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia (esimerkiksi tiiveysmittaus).

- TI > 65 %

4. Hyvä

- Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.

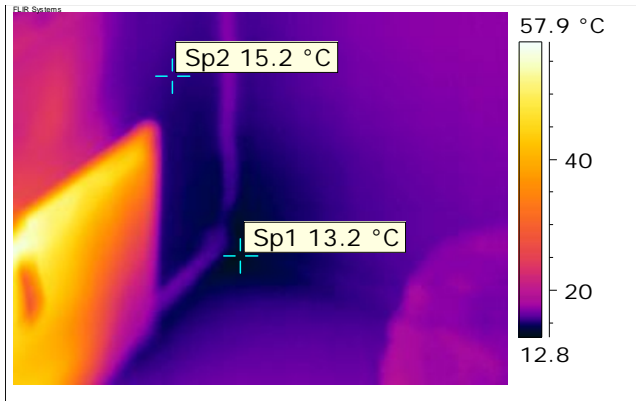
TI > 70 %

(LÄHDE: RT 14 - 10850 RAKENNUKSEN LÄMPÖKUVAUS, Rakenteiden lämpötekniinen toimivuus s.5).

Huonetila / Kuvattu kohde

Makuuhuone, lattian alakulma

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	18.5 °C
Suhteellinen Kosteus	29 %
Ilman Lämpötila	16.5 °C
Sp1 Lämpötila	13.2 °C
Sp2 Lämpötila	15.2 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 89

Lämpötilaindeksi Sp2: 96

Lämpötilaindeksi min: 87

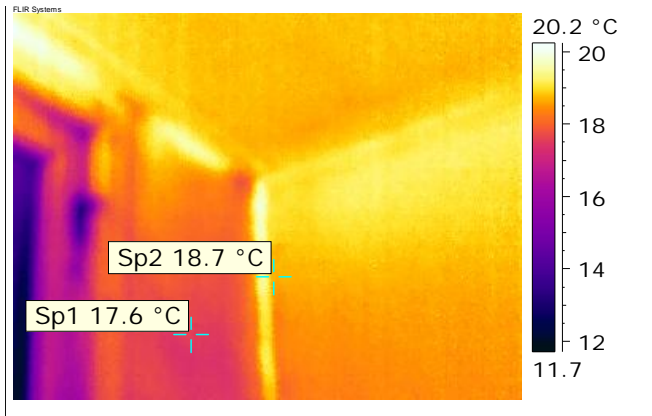
Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-13 °C	+16.5 °C	-15 Pa

Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 4. Ei korjaustoimenpiteitä. Makuuhuoneen väliseinää vasten oleva alanurkka. Nurkassa näkyy hieman ympäristöään kylmempiä kohtia, mutta huonelämpötilaan suhteutettuna rakenne on kunnossa.

Huonetila / Kuvattu kohde
Makuuhuone, katon yläkulma

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	18.5 °C
Suhteellinen Kosteus	29 %
Ilman Lämpötila	16.5 °C
Sp1 Lämpötila	17.6 °C
Sp2 Lämpötila	18.7 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 103

Lämpötilaindeksi Sp2: 107

Lämpötilaindeksi min: 84

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-13 °C	+16.5 °C	-15 Pa

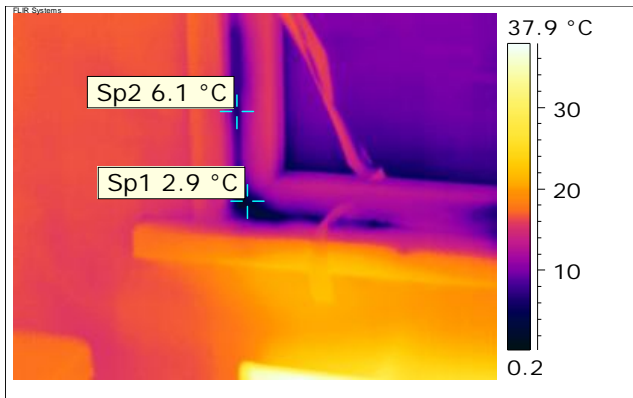
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 4. Makuuhuoneen väliseinää vasten oleva ylänurkka. Ei kylmiä kohtia. Rakenne kunnossa.

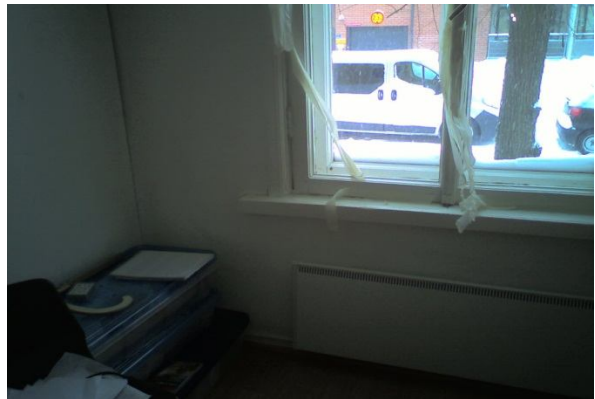
Huonetila / Kuvattu kohde

Makuuhuone, vasemmanpuoleisen ikkunan alakarmi

Lämpökameran kuva



Valokuva

**Mittaustulostaulukko**

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	18.5 °C
Suhteellinen Kosteus	29 %
Ilman Lämpötila	16.5 °C
Sp1 Lämpötila	2.9 °C
Sp2 Lämpötila	6.1 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 54**Lämpötilaindeksi Sp2: 65****Lämpötilaindeksi, min: 48**

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-13 °C	+16.5 °C	-15 Pa

Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 1: Makuuhuoneen vasemmanpuoleisen ikkunan alakulmassa näkyy vakavaa lämpövuotoa. Ikkunan tiivistyksestä tulee huolehtia sekä tarkistaa puitteiden, helojen, karmien ja kittauksen kunto. Myös saranoiden kiinnitys on syytä tarkistaa.

Huonetila / Kuvattu kohde

Makuuhuone, oikeanpuoleisen ikkunan alakarmi

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	18.5 °C
Suhteellinen Kosteus	29 %
Ilman Lämpötila	16.5 °C
Sp1 Lämpötila	-1.3 °C
Sp2 Lämpötila	3.5 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 40

Lämpötilaindeksi Sp2: 56

Lämpötilaindeksi, min: 36

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-13 °C	+16.5 °C	-15 Pa

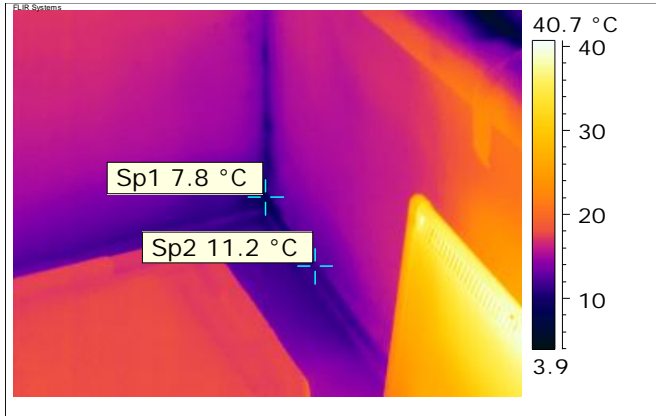
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 1. Makuuhuoneen oikeanpuoleisen ikkunan alakulmassa näkyy vakavaa lämpövuotoa. Ikkunan tiivistyksestä tulee huolehtia sekä tarkistaa puitteiden, helojen, karmien ja kittauksen kunto. Myös saranoiden kiinnitys on syytä tarkistaa.

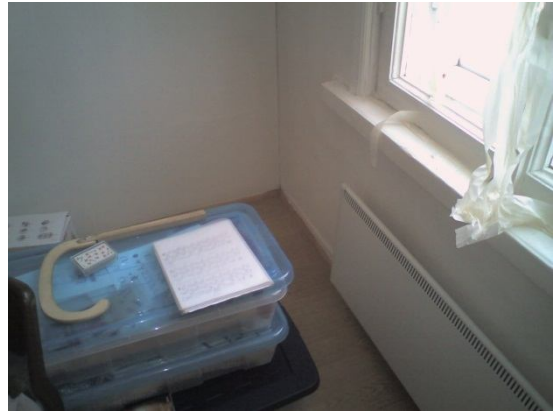
Huonetila / Kuvattu kohde

Makuuhuone, lattian alakulma

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	18.5 °C
Suhteellinen Kosteus	29 %
Ilman Lämpötila	16.5 °C
Sp1 Lämpötila	7.8 °C
Sp2 Lämpötila	11.2 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 70

Lämpötilaindeksi Sp2: 82

Lämpötilaindeksi, min: 57

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-13 °C	+16.5 °C	-15 Pa

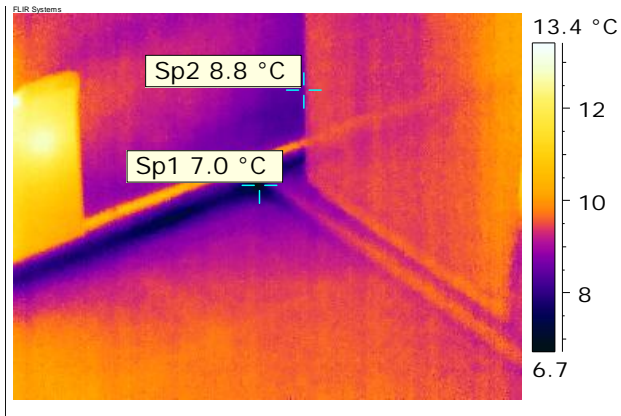
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 3. Makuuhuoneen vasen alanurkka. Nurkassa näkyy pistelämpönä kylmäalue, joka on myös asunnossa aistein havaittavissa. Kyseinen kylmäalue on hirsirakenteessa yleinen vaiva. Nurkan ja lattian reuna-aluetta voi halutessaan lisäeristää.

Huonetila / Kuvattu kohde

Keittiö, ulkoseinän viereinen kulma

Lämpökameran kuva



Valokuva

**Mittaustulostaulukko**

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	18.5 °C
Suhteellinen Kosteus	29 %
Ilman Lämpötila	16.5 °C
Sp1 Lämpötila	7.0 °C
Sp2 Lämpötila	8.8 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 68**Lämpötilaindeksi Sp2: 74****Lämpötilaindeksi, min: 67**

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-13 °C	+16.5 °C	-15 Pa

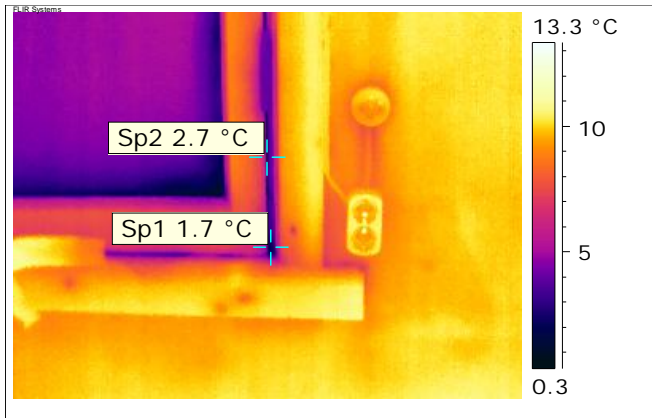
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 3. Keittiön oikea alanurkka. Kyseinen kylmäalue on hirsirakenteessa yleinen vaiva. Nurkan ja lattian reuna-aluetta voi halutessaan lisäeristää.

Huonetila / Kuvattu kohde

Keittiö, oikeanpuoleisen ikkunan alakarmi

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	18.5 °C
Suhteellinen Kosteus	29 %
Ilman Lämpötila	16.5 °C
Sp1 Lämpötila	1.7 °C
Sp2 Lämpötila	2.7 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 50

Lämpötilaindeksi Sp2: 53

Lämpötilaindeksi, min: 45

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-13 °C	+16.5 °C	-15 Pa

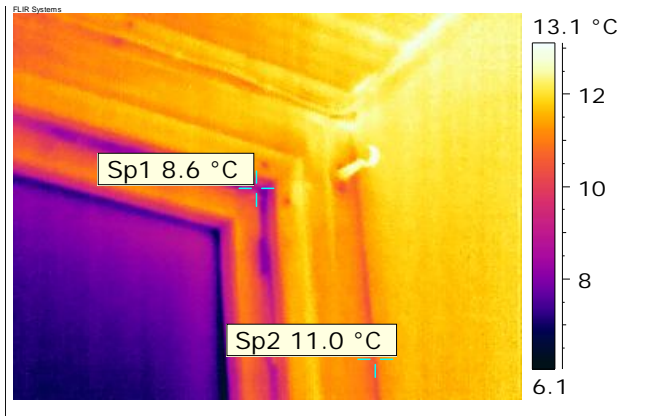
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 1. Keittiön ikkunan alakarmissa havaittavissa ilmavuotoa. Ikkunan tiivistyksestä tulee huolehtia sekä tarkistaa puitteiden, helojen, karmien ja kittauksen kunto. Myös saranoiden kiinnitys on syytä tarkistaa.

Huonetila / Kuvattu kohde

Keittiö, oikeanpuoleisen ikkunan yläkulma

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	18.5 °C
Suhteellinen Kosteus	29 %
Ilman Lämpötila	16.5 °C
Sp1 Lämpötila	8.6 °C
Sp2 Lämpötila	11.0 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 73

Lämpötilaindeksi Sp2: 81

Lämpötilaindeksi, min: 65

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-13 °C	+16.5 °C	-15 Pa

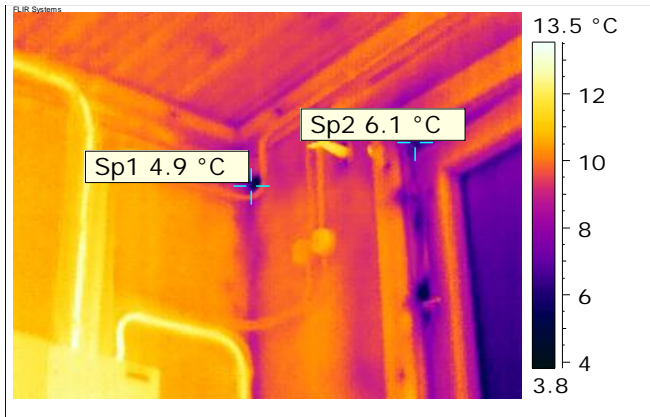
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 4. Keittiön ikkunan yläkarmissa havaittavissa kylmiä kohtia. Pinnan lämpötila on kuitenkin sallituissa rajoissa.

Huonetila / Kuvattu kohde

Keittiö, katon yläkulma

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	18.5 °C
Suhteellinen Kosteus	29 %
Ilman Lämpötila	16.5 °C
Sp1 Lämpötila	4.9 °C
Sp2 Lämpötila	6.1 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 61

Lämpötilaindeksi Sp2: 65

Lämpötilaindeksi, min: 57

Ulkolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-13 °C	+16.5 °C	-15 Pa

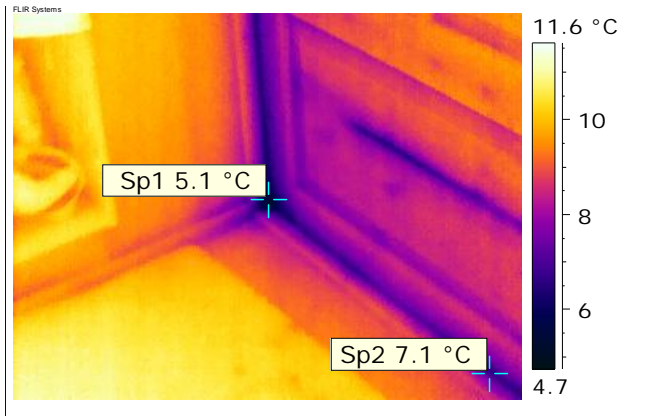
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 2. Keittiön ylänurkassa sekä sähkökaapeleiden tuloaukoissa on havaittavissa kylmiä kohtia. Seinän nurkkien sisäpuolista tiivistämistä on syytä harkita esim. kulmapaloilla. Kaapeleiden tuloaukot on syytä tiivistää.

Huonetila / Kuvattu kohde

Eteinen, ulko-ovi

Lämpökameran kuva



Valokuva



Mittaustulostaulukko

Mittausparametrit	Arvo
Emissiivisyys	0.95
Heijastuva Lämpötila	18.5 °C
Suhteellinen Kosteus	29 %
Ilman Lämpötila	16.5 °C
Sp1 Lämpötila	5.1 °C
Sp2 Lämpötila	7.1 °C

Lämpötilaindeksi Sp1: 61

Lämpötilaindeksi Sp2: 68

Lämpötilaindeksi, min: 60

Ukolämpötila	Sisälämpötila	Paine-ero
-13 °C	+16.5 °C	-15 Pa

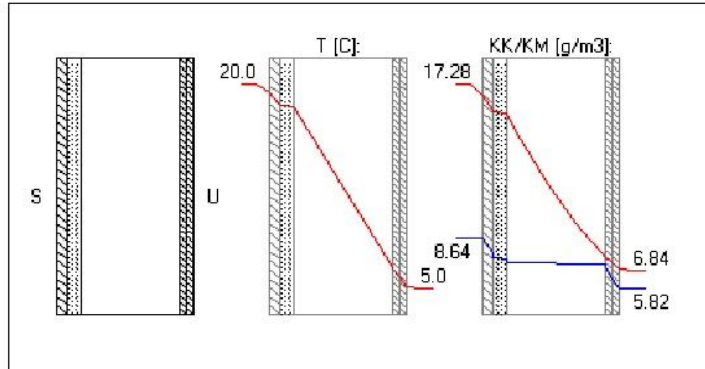
Johtopäätökset/Kommentit:

Korjausluokka 2. Ulko-ovi joka johtaa rappukäytävään. Laidoissa havaittavissa kylmävuotoa, jotka on syytä tiivistää.

Rakennuskohde: PELTOKATU 22	Sisältö: AP1 - NYKYINEN	
Suunnittelija: -	Päiväys: 1/5/2012	Tunnus: AP1

Rakenteen pää tiedot:

U-arvo:	0.254 W/m ² K
Paksuus:	488.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	130.80 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	12084.110 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000083 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	3.938 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.170 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

						Kerrokset sisältä (S) ulos (U)	
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:		
1 Lattialankku	35.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00		
2 Rakennuspaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00		
3 Hiekkatäyte	50.00	2.0000	1.112000e-04	0.00	320.00		
4 Rakennuspaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00		
5 Kutterinlastu	350.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00		
6 Vuoraushuopa	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00		
7 Täytepohja	25.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00		
8 Täytepohjan kannatus	25.00	0.1300	1.000000e-05	0.00	480.00		
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):		
3 Koroke	0.1400	15.0	0.00	480.00	—		
5 Vasa	0.1400	15.0	0.00	480.00	—		

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

						Kahden kylmimmän kk:n ka. (1416.0 h)			
Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:				
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00				
1	19.37	16.67	8.64	51.8	0.00				
2	18.45	15.79	7.82	49.5	0.00				
3	18.42	15.77	7.62	48.3	0.00				
4	18.33	15.68	7.52	47.9	0.00				
5	18.30	15.66	7.31	46.7	0.00				
6	6.54	7.58	7.19	94.9	0.00				
7	6.52	7.57	6.99	92.3	0.00				
8	5.86	7.24	6.40	88.4	0.00				
9	5.15	6.91	5.82	84.2	0.00				
U	5.00	6.84	5.82	85.0	0.00				

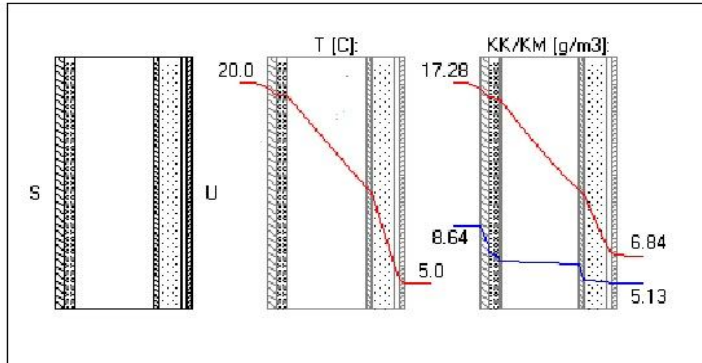
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Lisätiedot:

Rakennuskohde: PELTOKATU 22	Sisältö: AP1 - LISÄERISTETTY	
Suunnittelija: -	Päiväys: 21.11.2011	Tunnus: AP1-2

Rakenteen pää tiedot:

U-arvo:	0.162 W/m ² K
Paksuus:	609.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	145.42 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	9415.790 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000106 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	6.169 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.170 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset sisältä (S) ulos (U)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Lattialankku	35.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Rakennuspaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
3 Hiekkatäyte	50.00	2.0000	1.112000e-04	0.00	320.00
4 Rakennuspaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
5 Kutterinlastu	350.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
6 Täytepohja	25.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
7 Ekovillalevy	100.00	0.0400	3.780000e-04	0.00	35.00
8 Tuulensuoja	25.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00
9 Harvalaudoitus	22.00	0.1400	1.080000e-04	0.00	350.00

KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):
3 Koroke	0.1400	15.0	0.00	480.00	—
5 Vasa	0.1400	15.0	0.00	480.00	—
7 Koolaus	0.1400	15.0	0.00	480.00	—

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:**Kahden kylmimmän kk:n ka. (1416.0 h)****Lisätiedot:**

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00
1	19.63	16.93	8.64	51.1	0.00
2	19.10	16.40	7.34	44.7	0.00
3	19.08	16.38	7.01	42.8	0.00
4	19.03	16.33	6.85	41.9	0.00
5	19.01	16.32	6.52	40.0	0.00
6	12.17	10.82	6.32	58.5	0.00
7	11.78	10.57	5.39	51.0	0.00
8	6.40	7.51	5.29	70.5	0.00
9	5.42	7.04	5.21	74.0	0.00
10	5.09	6.88	5.13	74.6	0.00
U	5.00	6.84	5.13	75.0	0.00

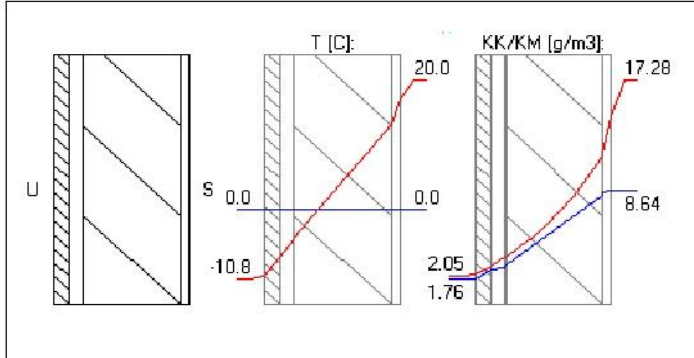
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Rakennuskohde: PELTOKATU 22	Sisältö: US1 - NYKYINEN	
Suunnittelija: -	Päiväys: 11/17/2011	Tunnus: US1

Rakenteen pää tiedot:

U-arvo: 0.568 W/m²K
Paksuus: 196.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 81.96 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 18077.525 m²hPa/g
Vesih. läpäisykerroin: 0.000055 g/m²hPa
Lämmönvastus: 1.760 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.040 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.170 m²K/W
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [€/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Ulkolaudoitus	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Tuulettumaton ilmara	20.00	0.1250	6.600000e-04	0.00	0.00
3 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Hirsirunko	140.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
5 Oksamassapahvi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
6 Halltex - sisäverhou	12.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [€/m³]:	Paino [kg/m³]:	LK [W/K](kpl):
4 Koolaus	0.1400	15.0	0.00	480.00	—

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

kahden kylmimmän kk:n ka. (1416.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-10.75	2.05	1.76	85.5	0.00
1	-10.05	2.19	1.76	80.4	0.00
2	-7.30	2.77	2.59	93.7	0.00
3	-4.51	3.47	2.61	75.2	0.00
4	-4.38	3.50	2.94	83.9	0.00
5	13.09	11.45	8.27	72.2	0.00
6	13.22	11.54	8.60	74.5	0.00
7	17.03	14.52	8.64	59.5	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

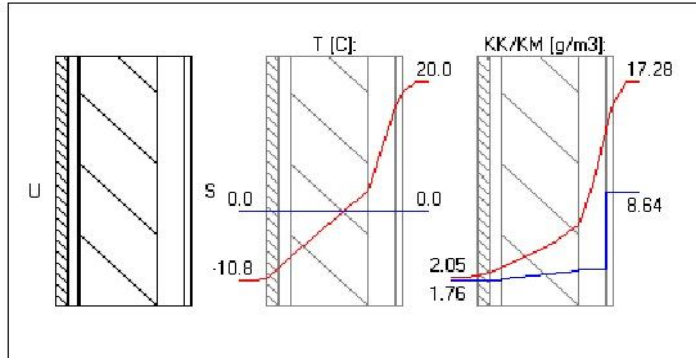
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Lisätiedot:

Rakennuskohde: PELTOKATU 22	Sisältö: US1 - LISÄERISTETTY	
Suunnittelija: -	Päiväys: 12/8/2011	Tunnus: US1-2

Rakenteen pää tiedot:

U-arvo:	0.375 W/m ² K
Paksuus:	246.200 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	100.62 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	143540.488
Vesih. läpäisykerroin:	0.000007 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	2.669 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.170 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Ulkolaudoitus	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Tuulettumaton ilmara	20.00	0.1250	6.600000e-04	0.00	0.00
3 Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Hirsirunko	140.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
5 Oksamassapahvi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
6 Ekovillalevy	50.00	0.0400	1.080000e-04	0.00	350.00
7 Ilmansulku	0.20	0.3400	1.600000e-09	0.00	900.00
8 Halltex-puukuitulevy	12.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):
4 Koolaus	0.1400	15.0	0.00	480.00	—
6 Koolaus	0.1400	15.0	0.00	480.00	—

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA = Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

kahden kylmimmän kk:n ka. (1416.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-10.75	2.05	1.76	85.5	0.00
1	-10.34	2.13	1.76	82.4	0.00
2	-8.74	2.45	1.86	75.9	0.00
3	-7.10	2.81	1.86	66.2	0.00
4	-7.03	2.83	1.90	67.3	0.00
5	3.19	6.06	2.58	42.5	0.00
6	3.26	6.09	2.62	43.0	0.00
7	16.03	13.68	2.64	19.3	0.00
8	16.03	13.68	8.64	63.1	0.00
9	18.26	15.62	8.64	55.3	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

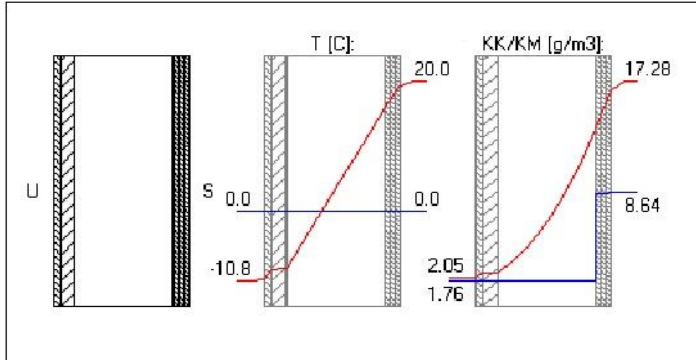
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Lisätiedot:

Rakennuskohde: PELTOKATU 22	Sisältö: YP1 - NYKYINEN	
Suunnittelija: -	Päiväys: 11/21/2011	Tunnus: YP1

Rakenteen pää tiedot:

U-arvo:	0.261 W/m2K
Paksuus:	485.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m2
Paino:	244.79 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	287976.136
Vesih. läpäisykerroin:	0.000003 g/m2hPa
Lämmönvastus:	3.831 m2K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m2K/W
Pintavastus, sisä:	0.100 m2K/W
Kulma (0-90):	0.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)					
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1 Laudoitus	25.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Hiekka	50.00	2.0000	1.000000e-04	0.00	3000.00
3 Rakennuspaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
4 Kutterinlastu	350.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
5 Vuoraushuopa	1.00	0.1800	3.600000e-09	0.00	1050.00
6 Täytepohja	20.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
7 Koolaus	20.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
8 Sisäkattolaudoitus	18.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
KYLMÄSILTA:					
	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:	LK [W/K](kpl):
2 Täytepuu	0.1400	15.0	0.00	480.00	—
4 Vasa	0.1400	15.0	0.00	480.00	—

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet: Kahden kylmimmän kk:n ka, (1416.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	-10.75	2.05	1.76	85.5	0.00
1	-10.44	2.11	1.76	83.1	0.00
2	-9.05	2.39	1.82	76.1	0.00
3	-8.85	2.43	1.83	75.3	0.00
4	-8.80	2.44	1.85	75.8	0.00
5	15.96	13.62	1.86	13.7	0.00
6	16.00	13.65	8.50	62.3	0.00
7	17.11	14.59	8.55	58.6	0.00
8	18.22	15.58	8.60	55.2	0.00
9	19.22	16.52	8.64	52.3	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

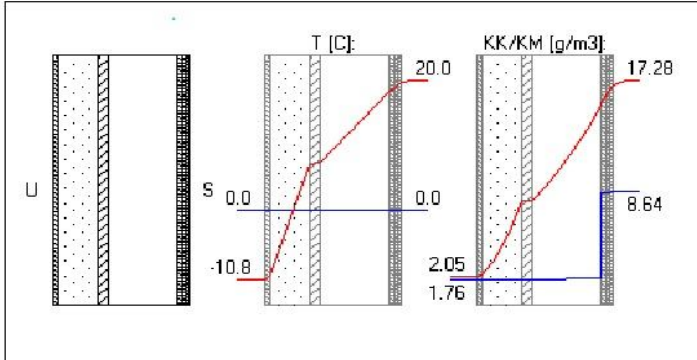
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Lisätiedot:

Rakennuskohde: PELTOKATU 22	Sisältö: YP1 - LISÄERISTETTY	
Suunnittelija: -	Päiväys: 11/21/2011	Tunnus: YP1-2

Rakenteen pää tiedot:

U-arvo:	0.113 W/m2K
Paksuus:	685.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m2
Paino:	251.79 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	288505.237
Vesih. läpäisykerroin:	0.000003 g/m2hPa
Lämmönvastus:	8.831 m2K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m2K/W
Pintavastus, sisä:	0.100 m2K/W
Kulma (0-90):	0.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)					
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1 Laudoitus	25.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
2 Ekovilla	200.00	0.0400	3.780000e-04	0.00	35.00
3 Hiekka	50.00	2.0000	1.000000e-04	0.00	3000.00
4 Rakennuspaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
5 Kutterinlastu	350.00	0.1100	6.600000e-04	0.00	160.00
6 Vuoraushuopa	1.00	0.1800	3.600000e-09	0.00	1050.00
7 Täytepohja	20.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
8 Koolaus	20.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
9 Sisäkattolaudoitus	18.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00
KYL MÄSILTA:					
	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:	LK [W/K](kpl):
3 Täytepuu	0.1400	15.0	0.00	480.00	—
5 Vasa	0.1400	15.0	0.00	480.00	—

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA = Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet: Kahden kylmimmän kk:n ka, (1416.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	-10.75	2.05	1.76	85.5	0.00
1	-10.61	2.08	1.76	84.4	0.00
2	-10.00	2.20	1.82	82.7	0.00
3	7.17	7.89	1.83	23.2	0.00
4	7.26	7.94	1.84	23.2	0.00
5	7.29	7.95	1.86	23.4	0.00
6	18.21	15.57	1.87	12.0	0.00
7	18.23	15.59	8.50	54.5	0.00
8	18.72	16.05	8.55	53.3	0.00
9	19.21	16.51	8.60	52.1	0.00
10	19.66	16.95	8.64	51.0	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Lisä tiedot:

PELTOKATU 22

Rakenteiden kautta tapahtuva kokonaislämpöhäviö vuoden aikana, nykytilanne

Lähtötiedot:

Kohteen lämmin ilmantilavuus:	1574	m ³
Aika [tunti]:	8760	h
Vuoden keskilämpötila Oulussa 2009:	2,9	°C
Sisälämpötila:	20	°C
Rossipohjan alapuolisen maan lämpötila:	2,9	°C
Alapohjan alapuolisen maan lämpötila:	7	°C

(Laskettu RakMK D5 s.11 mukaan)

U-arvo [W/m²K]		US	Ikkunat	Ovet	Ikkunoiden osuus
		0,57	2,5	1,8	[%]
Pinta-alat [m²]	Koillinen [m²]	132,5	60,5	0	31,3
	Kaakko [m²]	62,9	3,2	0	4,8
	Lounas [m²]	132,8	55,6	4,6	28,9
	Luode [m²]	62,9	3,2	0	4,8
	Σ	391,1	122,5	4,6	23,6
H_{joht} [W/K]	Rakenteiden kautta tapahtuva lämpöhäviö	222,9	306,2	8,3	
Q_{joht} [kWh]	Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia	33390	45868	1243	

Ulkoseinän lämpöhäviö:	33390	kWh
Ikkunoiden/Ovien lämpöhäviö:	47111	kWh
Seinän ja ikkunoiden/ovien lämpöhäviö yhteensä:	80501	kWh

Energiahäviöiden jakauma on laskettu RakMK D5:n mukaan seuraavilla kaavoilla:

$$\sum H_{joht} = \sum (U_{ulkoseinä} A_{ulkoseinä}) + \sum (U_{yläpohja} A_{yläpohja}) + \sum (U_{alapohja} A_{alapohja}) + \sum (U_{ikkuna} A_{ikkuna}) + \sum (U_{ovi} A_{ovi})$$

$$Q_{joht} = \sum H_{joht} (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

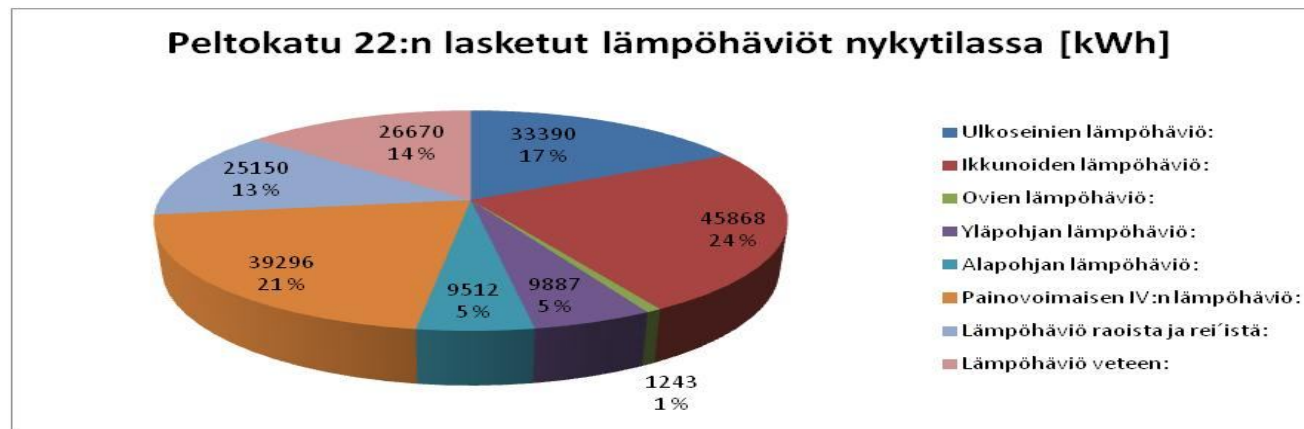
PELTOKATU 22

Rakenteiden kautta tapahtuva kokonaislämpöhäviö vuoden aikana, nykytilanne

U-arvo [W/m ² K]	YP	AP	Painovoimaisen ilmanvaihdon lämpöhäviö	Lämpöhäviö raoista ja rei'istä	Energia lämpimään veteen
	0,26	0,25	V=1574 m ³	~ 8,0 l/h	
Pinta-alat [m ²]	253,8	253,8		(RakMK D5 s.11)	(RakMK D5 s.15)
H _{joht} [W/K] Rakenteiden kautta tapahtuva lämpöhäviö	66,00	63,5	(RakMK D5 s.13)		
Q _{joht} [kWh] Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia	9887	9512	39296	25150	26670

Oletettu 0,5 l/h

Yläpohjan lämpöhäviö:	9887	kWh
Alapohjan lämpöhäviö:	9512	kWh
Yläpohjan ja alapohjan lämpöhäviö yhteensä:	19399	kWh
Rakenteiden lämpöhäviö yhteensä (US,YP,AP):	52789	kWh
Peltokadun lasketut lämpöhäviöt yhteensä (US,YP,AP,ikk/ovet,IV,raot,vesi):	191016	kWh
	376	kWh/m ²



PELTOKATU 22**Rakenteiden kautta tapahtuva kokonaislämpöhäviö vuoden aikana, lisäeristetty****Lähtötiedot:**

Kohteen lämmin ilmantilavuus:	1574	m ³	
Aika [tunti]:	8760	h	
Vuoden keskilämpötila Oulussa 2009:	2,9	°C	
Sisälämpötila:	20	°C	
Rossipohjan alapuolisen maan lämpötila:	2,9	°C	
Alapohjan alapuolisen maan lämpötila:	7	°C	(Laskettu RakMK D5 s.11 mukaan)

U-arvo [W/m ² K]		US	Ikkunat	Ovet	Ikkunoiden osuus
		0,37	1,00	1,00	[%]
Pinta-alat [m ²]	Koillinen [m ²]	132,5	60,5	0	31,3
	Kaakko [m ²]	62,9	3,2	0	4,8
	Lounas [m ²]	132,8	55,6	4,6	28,9
	Luode [m ²]	62,9	3,2	0	4,8
	Σ	391,1	122,5	4,6	23,6
H_{joht} [W/K]	Rakenteiden kautta tapahtuva lämpöhäviö	144,7	122,5	4,6	
Q_{joht} [kWh]	Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia	21675	18350	689	

Ulkoseinän lämpöhäviö:	21675	kWh
Ikkunoiden/Ovien lämpöhäviö:	19039	kWh
Seinän ja ikkunoiden/ovien lämpöhäviö yhteensä:	40714	kWh

Energiahäviöiden jakauma on laskettu RakMK D5:n mukaan seuraavilla kaavoilla:

$$\sum H_{\text{joht}} = \sum (U_{\text{ulkoseinä}} A_{\text{ulkoseinä}}) + \sum (U_{\text{yläpohja}} A_{\text{yläpohja}}) + \sum (U_{\text{alapohja}} A_{\text{alapohja}}) + \sum (U_{\text{ikkuna}} A_{\text{ikkuna}}) + \sum (U_{\text{ovi}} A_{\text{ovi}})$$

$$Q_{\text{joht}} = \sum H_{\text{joht}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

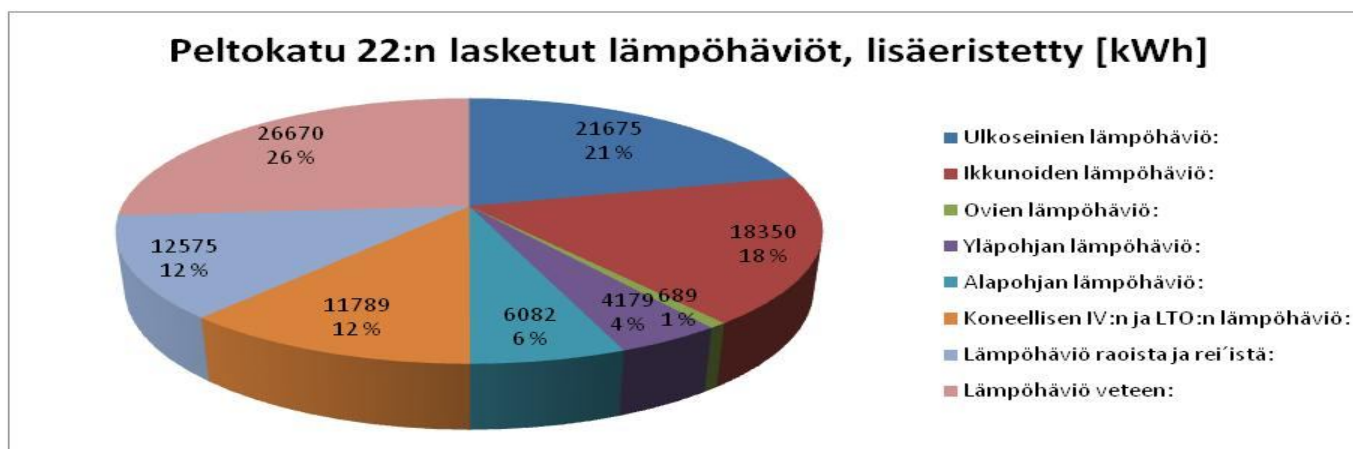
PELTOKATU 22

Rakenteiden kautta tapahtuva kokonaislämpöhäviö vuoden aikana, lisäeristetty

U-arvo [W/m²K]		YP	AP	Koneellisen IV:n ja LTO:n lämpöhäviö	Lämpöhäviö raoista ja rei'istä	Energia lämpimään veteen
		0,11	0,16	V=1574 m³	~ 4,0 l/h	
Pinta-alat [m²]		253,8	253,8			
H_{joht} [W/K]	Rakenteiden kautta tapahtuva lämpöhäviö	27,9	40,6	(RakMK D5 s.13)	(RakMK D5 s.11)	(RakMK D5 s.15)
Q_{joht} [kWh]	Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia	4179	6082	11789	12575	26670

Oletettu 0,5 l/h

Yläpohjan lämpöhäviö:	4179	kWh
Alapohjan lämpöhäviö:	6082	kWh
Yläpohjan ja alapohjan lämpöhäviö yhteensä:	10261	kWh
Rakenteiden lämpöhäviö yhteensä (US,YP,AP):	31936	kWh
Peltokadun lasketut lämpöhäviöt yhteensä (US,YP,AP,ikk/ovet,IV,raot,vesi):	102009	kWh
	201	kWh/m²



PELTOKATU 22, yläkerran päätyhuoneisto**Rakenteiden kautta tapahtuva kokonaislämpöhäviö vuoden aikana, nykytilanne****Lähtötiedot:**

Kohteen lämmin ilmantilavuus:	174	m ³	
Aika [tunti]:	8760	h	
Vuoden keskilämpötila Oulussa 2009:	2,9	°C	
Sisälämpötila:	19	°C	(Todellinen, normaalia alaisempi)
Rossipohjan alapuolisen maan lämpötila:	2,9	°C	
Alapohjan alapuolisen maan lämpötila:	7	°C	(Laskettu RakMK D5 s.11 mukaan)

U-arvo [W/m ² K]	US	Ikkunat	Ovet	Ikkunoiden osuus	
	0,57	2,5	0	[%]	
Pinta-alat [m ²]	Koillinen [m ²]	11,05	5,5	0	33,2
	Kaakko [m ²]	0	0	0	0
	Lounas [m ²]	13,7	5,5	0	28,6
	Luode [m ²]	29,4	1,6	0	5,2
	Σ	54,15	12,6	0	18,9
H _{joht} [W/K]	Rakenteiden kautta tapahtuva lämpöhäviö				
	30,87	31,5	0		
Q _{joht} [kWh]	Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia				
	4354	4443	0		

Ulkoseinän lämpöhäviö:	4354	kWh
Ikkunoiden/Ovien lämpöhäviö:	4443	kWh
Seinän ja ikkunoiden/ovien lämpöhäviö yhteensä:	8797	kWh

Energiahäviöiden jakauma on laskettu RakMK D5:n mukaan seuraavilla kaavoilla:

$$\sum H_{\text{joht}} = \sum (U_{\text{ulkoseinä}} A_{\text{ulkoseinä}}) + \sum (U_{\text{yläpohja}} A_{\text{yläpohja}}) + \sum (U_{\text{alapohja}} A_{\text{alapohja}}) + \sum (U_{\text{ikkuna}} A_{\text{ikkuna}}) + \sum (U_{\text{ovi}} A_{\text{ovi}})$$

$$Q_{\text{joht}} = \sum H_{\text{joht}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

PELTOKATU 22, yläkerran päätyhuoneisto

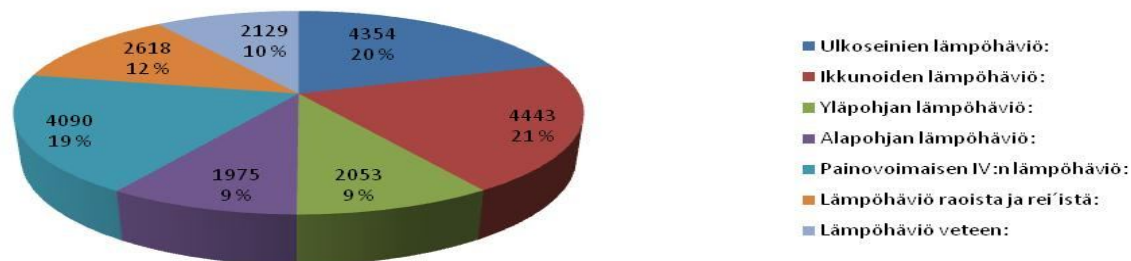
Rakenteiden kautta tapahtuva kokonaislämpöhäviö vuoden aikana, nykytilanne

U-arvo [W/m²K]	YP	AP	Painovoimaisen ilmanvaihdon lämpöhäviö	Lämpöhäviö raoista ja rei'istä	Energia lämpimään veteen
	0,26	0,25	V=174 m³	~ 8,0 l/h	
Pinta-alat [m²]	56,00	56,00	(RakMK D5 s.13)	(RakMK D5 s.11)	(RakMK D5 s.15)
H _{joht} [W/K] Rakenteiden kautta tapahtuva lämpöhäviö	14,56	14,00			
Q _{joht} [kWh] Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia	2053	1975	4090	2618	2129

Oletettu 0,5 l/h

Yläpohjan lämpöhäviö:	2053	kWh
Alapohjan lämpöhäviö:	1975	kWh
Yläpohjan ja alapohjan lämpöhäviö yhteensä:	4028	kWh
Rakenteiden lämpöhäviö yhteensä (US,YP,AP):	8382	kWh
Päätyhuoneiston lasketut lämpöhäviöt yhteensä (US,YP,AP,ikk/ovet,IV,raot,vesi):	21662	kWh
	387	kWh/m²

Peltokatu 22:n päätyhuoneiston lasketut lämpöhäviöt nykytilassa [kWh]



PELTOKATU 22, yläkerran päätyhuoneisto**Rakenteiden kautta tapahtuva kokonaislämpöhäviö vuoden aikana, lisäeristetty****Lähtötiedot:**

Kohteen lämmin ilmantilavuus:	174	m ³	
Aika [tunti]:	8760	h	
Vuoden keskilämpötila Oulussa 2009:	2,9	°C	
Sisälämpötila:	19	°C	(Todellinen, normaalia alhaisempi)
Rossipohjan alapuolisen maan lämpötila:	2,9	°C	
Alapohjan alapuolisen maan lämpötila:	7	°C	(Laskettu RakMK D5 s.11 mukaan)

U-arvo [W/m ² K]	US	Ikkunat	Ovet	Ikkunoiden osuus	
	0,37	1,00	0	[%]	
Pinta-alat [m ²]	Koillinen [m ²]	11,05	5,5	0	33,2
	Kaakko [m ²]	0	0	0	0
	Lounas [m ²]	13,7	5,5	0	28,6
	Luode [m ²]	29,4	1,6	0	5,2
	Σ	54,15	12,6	0	18,9
H _{joht} [W/K]	Rakenteiden kautta tapahtuva lämpöhäviö				
	20,04	12,6	0		
Q _{joht} [kWh]	Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia				
	2826	1777	0		

Ulkoseinän lämpöhäviö:	2826	kWh
Ikkunoiden/Ovien lämpöhäviö:	1777	kWh
Seinän ja ikkunoiden/ovien lämpöhäviö yhteensä:	4603	kWh

Energiahäviöiden jakauma on laskettu RakMK D5:n mukaan seuraavilla kaavoilla:

$$\sum H_{\text{joht}} = \sum (U_{\text{ulkoseinä}} A_{\text{ulkoseinä}}) + \sum (U_{\text{yläpohja}} A_{\text{yläpohja}}) + \sum (U_{\text{alapohja}} A_{\text{alapohja}}) + \sum (U_{\text{ikkuna}} A_{\text{ikkuna}}) + \sum (U_{\text{ovi}} A_{\text{ovi}})$$

$$Q_{\text{joht}} = \sum H_{\text{joht}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

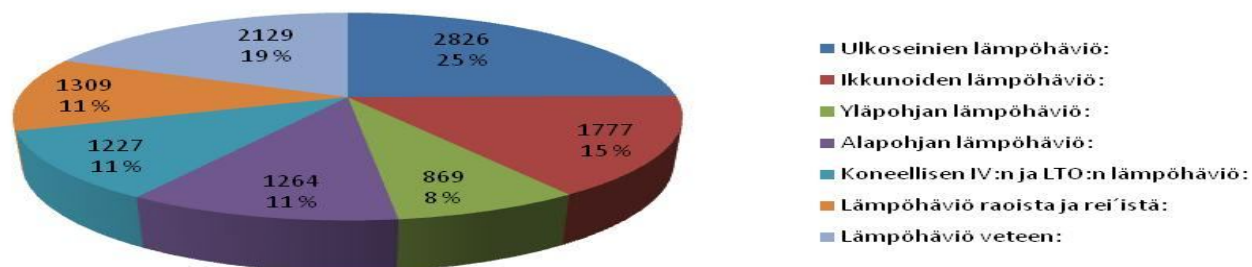
PELTOKATU 22, yläkerran päätyhuoneistoRakenteiden kautta tapahtuva kokonaislämpöhäviö vuoden aikana, lisäeristetty

U-arvo [W/m ² K]	YP	AP	Koneellisen IV:n ja LTO:n lämpöhäviö	Lämpöhäviö raoista ja rei'istä	Energia lämpimään veteen
	0,11	0,16			
Pinta-alat [m ²]	56,00	56,00	V=174 m ³	~ 4,0 l/h	
H _{joht} [W/K] Rakenteiden kautta tapahtuva lämpöhäviö	6,16	8,96	(RakMK D5 s.13)	(RakMK D5 s.11)	(RakMK D5 s.15)
Q _{joht} [kWh] Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia	869	1264	1227	1309	2129

Oletettu 0,5 l/h

Yläpohjan lämpöhäviö:	869	kWh
Alapohjan lämpöhäviö:	1264	kWh
Yläpohjan ja alapohjan lämpöhäviö yhteensä:	2133	kWh
Rakenteiden lämpöhäviö yhteensä (US,YP,AP):	4959	kWh
Päätyhuoneiston lasketut lämpöhäviöt yhteensä (US,YP,AP,ikk/ovet,IV,raot,vesi):	11401	kWh
	204	kWh/m ²

Peltokatu 22:n päätyhuoneiston lasketut lämpöhäviöt, lisäeristetty [kWh]



PELTOKATU 22, alakerran välihuoneisto**Rakenteiden kautta tapahtuva kokonaislämpöhäviö vuoden aikana, nykytilanne****Lähtötiedot:**

Kohteen lämmin ilmantilavuus:	186	m ³	
Aika [tunti]:	8760	h	
Vuoden keskilämpötila Oulussa 2009:	2,9	°C	(Todellinen, normaalia alhaisempi)
Sisälämpötila:	16,5	°C	
Rossipohjan alapuolisen maan lämpötila:	2,9	°C	
Alapohjan alapuolisen maan lämpötila:	7	°C	(Laskettu RakMK D5 s.11 mukaan)

U-arvo [W/m²K]		US	Ikkunat	Ovet	Ikkunoiden osuus
		0,57	2,5	0	[%]
Pinta-alat [m²]	Koillinen [m²]	27,53	11,00	0	28,5
	Kaakko [m²]	0	0	0	0
	Lounas [m²]	7,5	5,5	0	42,3
	Luode [m²]	0	0	0	0
	Σ	35,03	16,00	0	31,4
H _{joht} [W/K]	Rakenteiden kautta tapahtuva lämpöhäviö	19,97	40,00	0	
Q _{joht} [kWh]	Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia	2379	4765	0	

Ulkoseinän lämpöhäviö:	2379	kWh
Ikkunoiden/Ovien lämpöhäviö:	4765	kWh
Seinän ja ikkunoiden/ovien lämpöhäviö yhteensä:	7144	kWh

Energiahäviöiden jakauma on laskettu RakMK D5:n mukaan seuraavilla kaavoilla:

$$\sum H_{\text{joht}} = \sum (U_{\text{ulkoseinä}} A_{\text{ulkoseinä}}) + \sum (U_{\text{yläpohja}} A_{\text{yläpohja}}) + \sum (U_{\text{alapohja}} A_{\text{alapohja}}) + \sum (U_{\text{ikkuna}} A_{\text{ikkuna}}) + \sum (U_{\text{ovi}} A_{\text{ovi}})$$

$$Q_{\text{joht}} = \sum H_{\text{joht}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

PELTOKATU 22, alakerran välihuoneisto

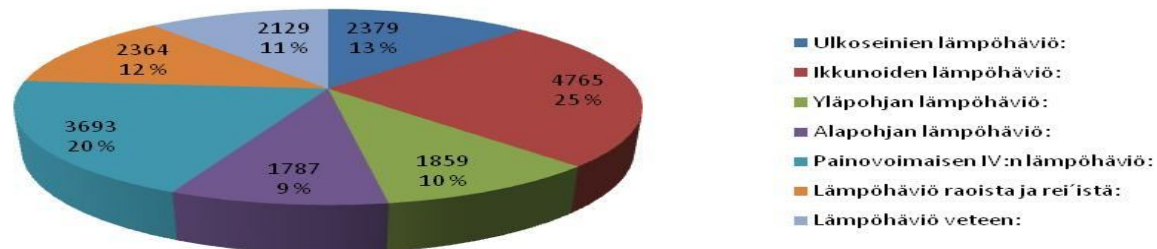
Rakenteiden kautta tapahtuva kokonaislämpöhäviö vuoden aikana, nykytilanne

U-arvo [W/m ² K]	YP	AP	Painovoimaisen ilmanvaihdon lämpöhäviö	Lämpöhäviö raoista ja rei'istä	Energia lämpimään veteen
	0,26	0,25	V=186 m ³	~ 8,0 1/h	
Pinta-alat [m ²]	60,00	60,00		(RakMK D5 s.11)	(RakMK D5 s.15)
H _{joht} [W/K] Rakenteiden kautta tapahtuva lämpöhäviö	15,6	15,00	(RakMK D5 s.13)		
Q _{joht} [kWh] Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia	1859	1787	3693	2364	2129

Oletettu 0,5 1/h

Yläpohjan lämpöhäviö:	1859	kWh
Alapohjan lämpöhäviö:	1787	kWh
Yläpohjan ja alapohjan lämpöhäviö yhteensä:	3646	kWh
Rakenteiden lämpöhäviö yhteensä (US,YP,AP):	6025	kWh
Välihuoneiston lasketut lämpöhäviöt yhteensä (US,YP,AP,ikk/ovet,IV,raot,vesi):	18976	kWh
	316	kWh/m ²

Peltokatu 22:n välihuoneiston lasketut lämpöhäviöt, nykytilanne [kWh]



PELTOKATU 22, alakerran välihuoneisto**Rakenteiden kautta tapahtuva kokonaislämpöhäviö vuoden aikana, lisäeristetty****Lähtötiedot:**

Kohteen lämmin ilmantilavuus:	186	m ³	
Aika [tunti]:	8760	h	
Vuoden keskilämpötila Oulussa 2009:	2,9	°C	
Sisälämpötila:	16,5	°C	(Todellinen, normaalia alhaisempi)
Rossipohjan alapuolisen maan lämpötila:	2,9	°C	
Alapohjan alapuolisen maan lämpötila:	7	°C	(Laskettu RakMK D5 s.11 mukaan)

U-arvo [W/m ² K]		US	Ikkunat	Ovet	Ikkunoiden osuus
		0,37	1,00	0	[%]
Pinta-alat [m ²]	Koillinen [m ²]	27,53	11,00	0	28,5
	Kaakko [m ²]	0	0	0	0
	Lounas [m ²]	7,5	5,5	0	42,3
	Luode [m ²]	0	0	0	0
	Σ	35,03	16,00	0	31,4
H_{joht} [W/K]	Rakenteiden kautta tapahtuva lämpöhäviö	12,96	16,00	0	
Q_{joht} [kWh]	Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia	1544	1906	0	

Ulkoseinän lämpöhäviö:	1544	kWh
Ikkunoiden/Ovien lämpöhäviö:	1906	kWh
Seinän ja ikkunoiden/ovien lämpöhäviö yhteensä:	3450	kWh

Energiahäviöiden jakauma on laskettu RakMK D5:n mukaan seuraavilla kaavoilla:

$$\sum H_{\text{joht}} = \sum (U_{\text{ulkoseinä}} A_{\text{ulkoseinä}}) + \sum (U_{\text{yläpohja}} A_{\text{yläpohja}}) + \sum (U_{\text{alapohja}} A_{\text{alapohja}}) + \sum (U_{\text{ikkuna}} A_{\text{ikkuna}}) + \sum (U_{\text{ovi}} A_{\text{ovi}})$$

$$Q_{\text{joht}} = \sum H_{\text{joht}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

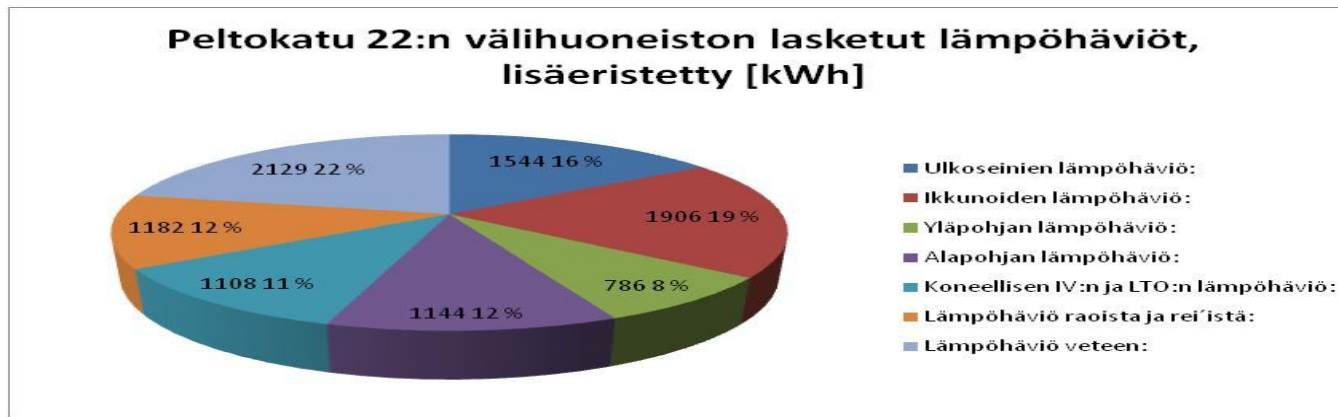
PELTOKATU 22, alakerran välihuoneisto

Rakenteiden kautta tapahtuva kokonaislämpöhäviö vuoden aikana, lisäeristetty

U-arvo [W/m²K]	YP	AP	Koneellisen IV:n ja LTO:n lämpöhäviö	Lämpöhäviö raoista ja rei'istä	Energia lämpimään veteen
	0,11	0,16			
Pinta-alat [m²]	60,00	60,00	V=186m³	~ 4,0 1/h	
H _{joht} [W/K] Rakenteiden kautta tapahtuva lämpöhäviö	6,60	9,6	(RakMK D5 s.13)	(RakMK D5 s.11)	(RakMK D5 s.15)
Q _{joht} [kWh] Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia	786	1144	1108	1182	2129

Oletettu 0,5 1/h

Yläpohjan lämpöhäviö:	786	kWh
Alapohjan lämpöhäviö:	1144	kWh
Yläpohjan ja alapohjan lämpöhäviö yhteensä:	1930	kWh
Rakenteiden lämpöhäviö yhteensä (US,YP,AP):	3474	kWh
Välihuoneiston lasketut lämpöhäviöt yhteensä (US,YP,AP,ikk/ovet,IV,raot,vesi):	9799	kWh
	163	kWh/m²



Peltokadun ulkoseinän sisäpuolinen lisäeristäminen

Vanhan rakenteen purkaminen:

Sisäpuolisten seinälevyjen purku:

PA [m ²]	tth/m ²	Yht. tth	€/tth	Yht.€
391	0,3	117,3	20,4	2393

Uuden rakenteen asentaminen:

50 mm Ekovillalevy + koolaus + ilmansulku:

PA [m ²]	Materiaalit [€/m ²]	Työ [€/m ²]	Kustannus yht. [€/m ²]	Yht.€
391	8,2	2,6	10,8	4223

Purkaminen: 2393 €

Uusi rakenne: 4223 €

Kokonaiskustannukset: 6616 €

Säästetty energia: 11715 kWh/vuosi

Energian hinta: 0,1082 €/kWh

Säästö: 1267,6 €/vuosi

Peltokadun yläpohjan lisäeristäminen

Uuden rakenteen asentaminen:

Lisäeriste, puhallusvilla 200 mm:

PA [m ²]	Materiaalit [€/m ²]	Työ [€/m ²]	Kustannus yht. [€/m ²]	Yht.€
254	6,9	0,15	7,05	1791

Purkaminen: 0 €

Uusi rakenne: 1791 €

Kokonaiskustannukset: 1791 €

Säästetty energia: 5708 kWh/vuosi

Energian hinta: 0,1082 €/kWh

Säästö: 617,6 €/vuosi

Peltokadun ikkunoiden ja ovien uusiminen

Vanhan rakenteen purkaminen:

	PA [m ²]	tth/m ²	Yht. tth	€/tth	Yht.€
Ikkunoiden purku:	122,5	0,5	61,25	20,4	1249,5
Ovien purku:	4,6	0,45	2,07	20,4	42,2
					1291,7

Uuden rakenteen asentaminen:

	PA [m ²]	Materiaalit [€/m ²]	Työ [€/m ²]	Kustannus yht. [€/m ²]	Yht.€
Ikkunat, MSE	122,5	190,25	20,3	210,55	25792
Ovet, lasiaukolla	4,6	229,47	22,6	252,07	1160
					26952

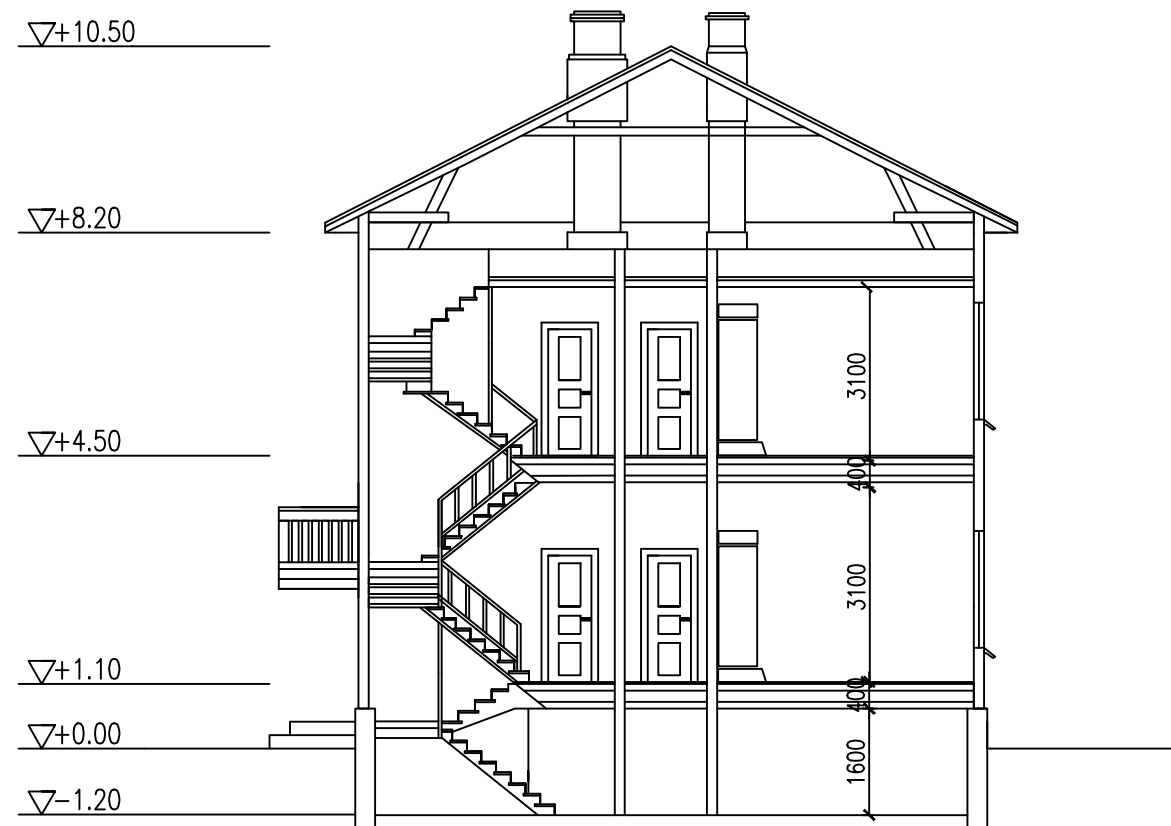
Purkaminen:	1291,7 €
Uusi rakenne:	26952 €
Kokonaiskustannukset:	28243,7 €

Säästetty energia:	27518 kWh/vuosi
Energian hinta:	0,1082 €/kWh
Säästö:	2977,5 €/vuosi

Laskettujen parannusten takaisinmaksuajat:

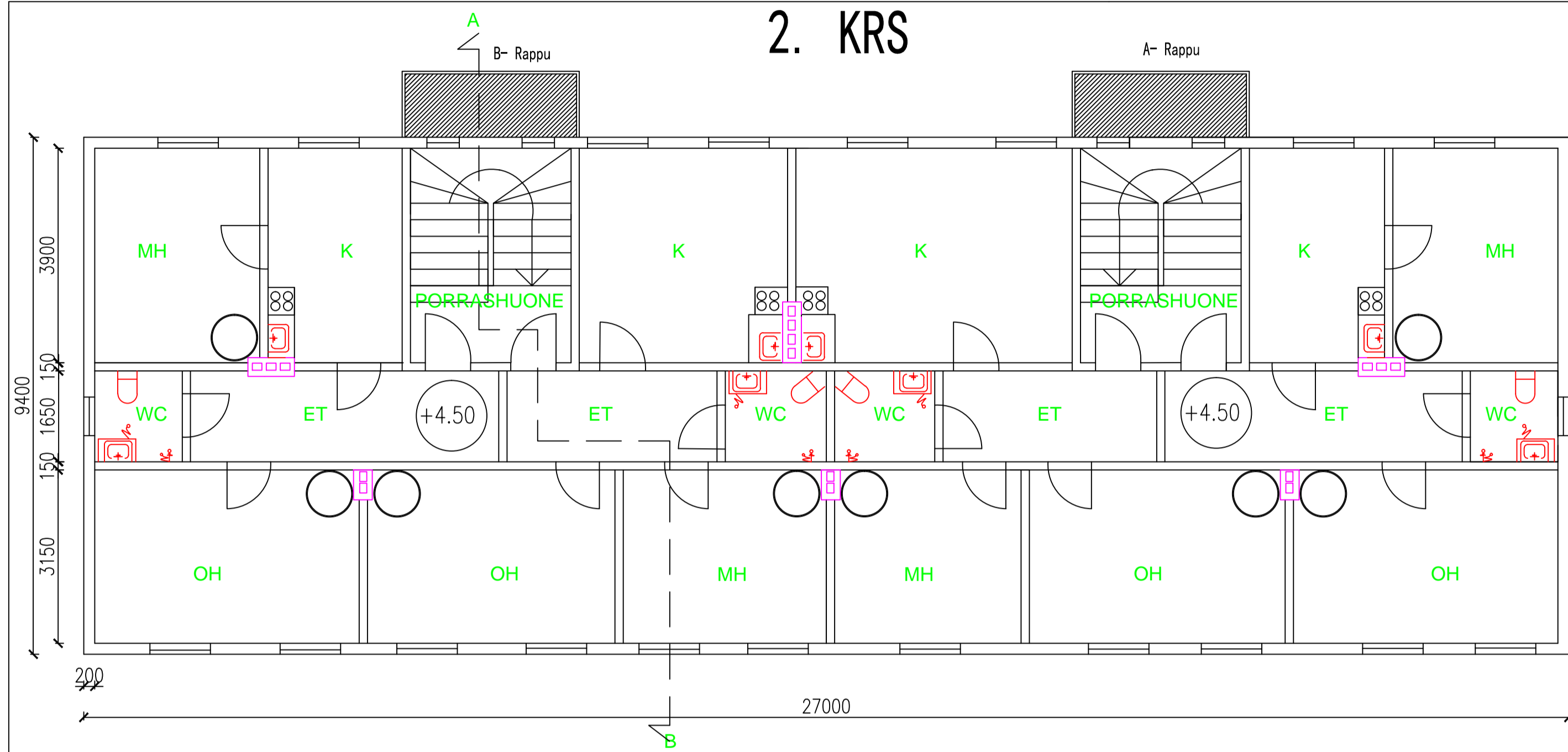
Toimenpide	Kustannukset [€]	Säästö [€/vuosi]	Takaisinmaksuaika [vuotta]
Ulkoseinän sisäpuolinen lämmöneristys	6616	1267,6	5
Yläpohjan lisäeristys	1791	617,6	3
Ikkunoiden ja Ovien uusinta	28243,7	2977,5	9,5

Leikkaus A-B

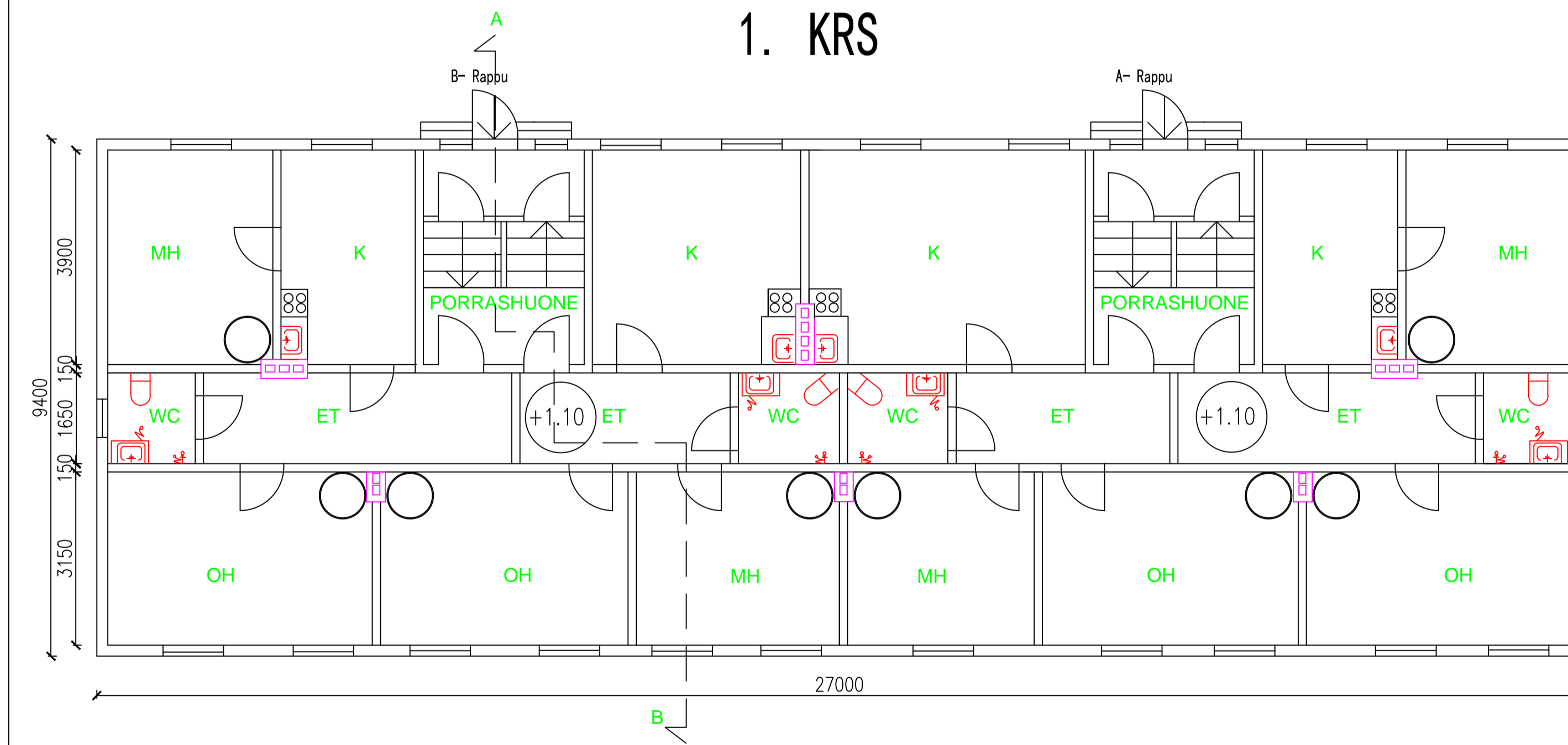


K.OSA/KYLÄ KESKUSTA	KORTTELI/TILA 125	TONTTI/Rno 86	RAKENNUSLUVAN TUNNUS —
RAKENNUKSEN TAI RAKENNUSTEN TUNNUKSET TAI NUMEROT —			
RAKENNUSOIMENPIDE —		PIIRRUSTUSLAJI INVENTOINTIPIIRUSTUS	JUOKS. N:o 1
RAKENNUSKOHDE AS OY PELTOKATU 22 90120 OULU		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ LEIKKAUS A-B	MITTAKAAVAT 1:100
SUUNNITTELIJAN YHTEYSTIEDOT : YRITYS YHTEYS TIETOINEEN —		TYÖNUMERO —	PIIRUSTUKSEN TUNNUS MUUTOS —
PIIRTÄJÄ: NIMI JA PÄIVÄYS Jari Närhi 15.11.2011		SUUNNITTELUALA ARK	TIEDOSTON NIMI —

2. KRS

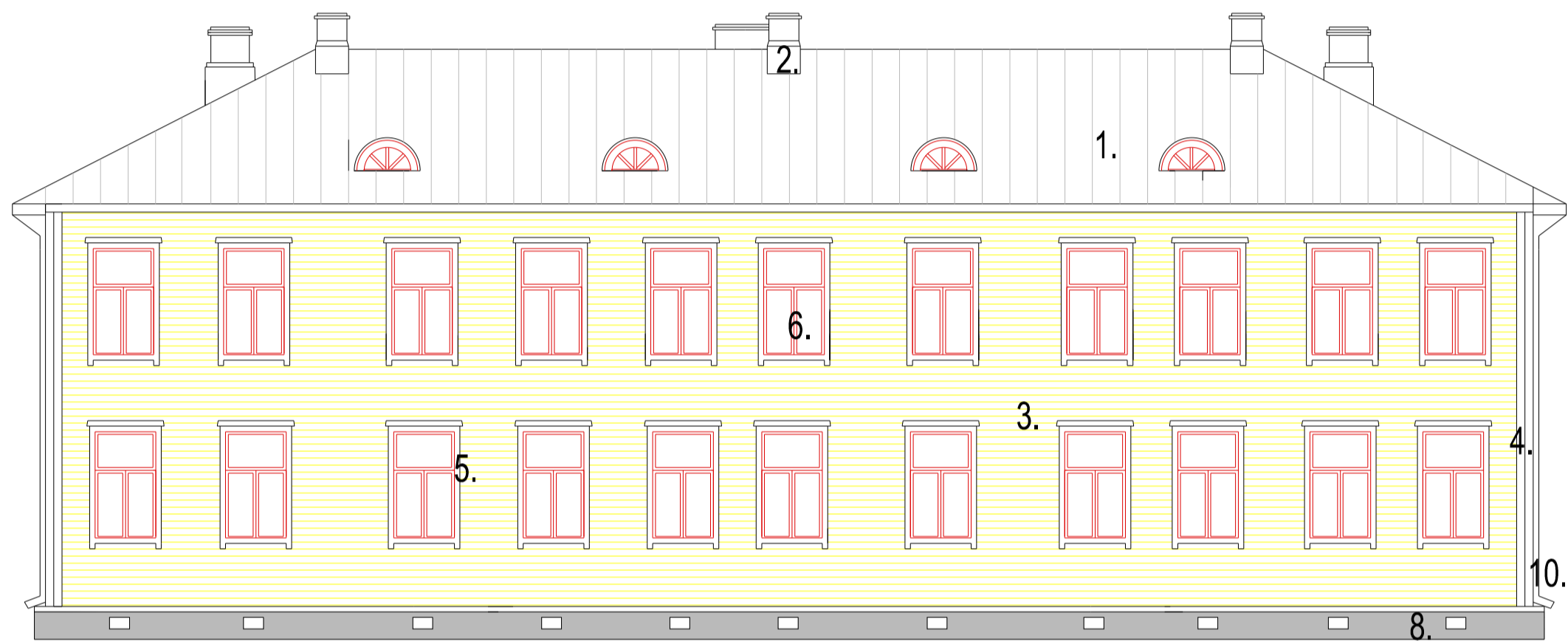


1. KRS

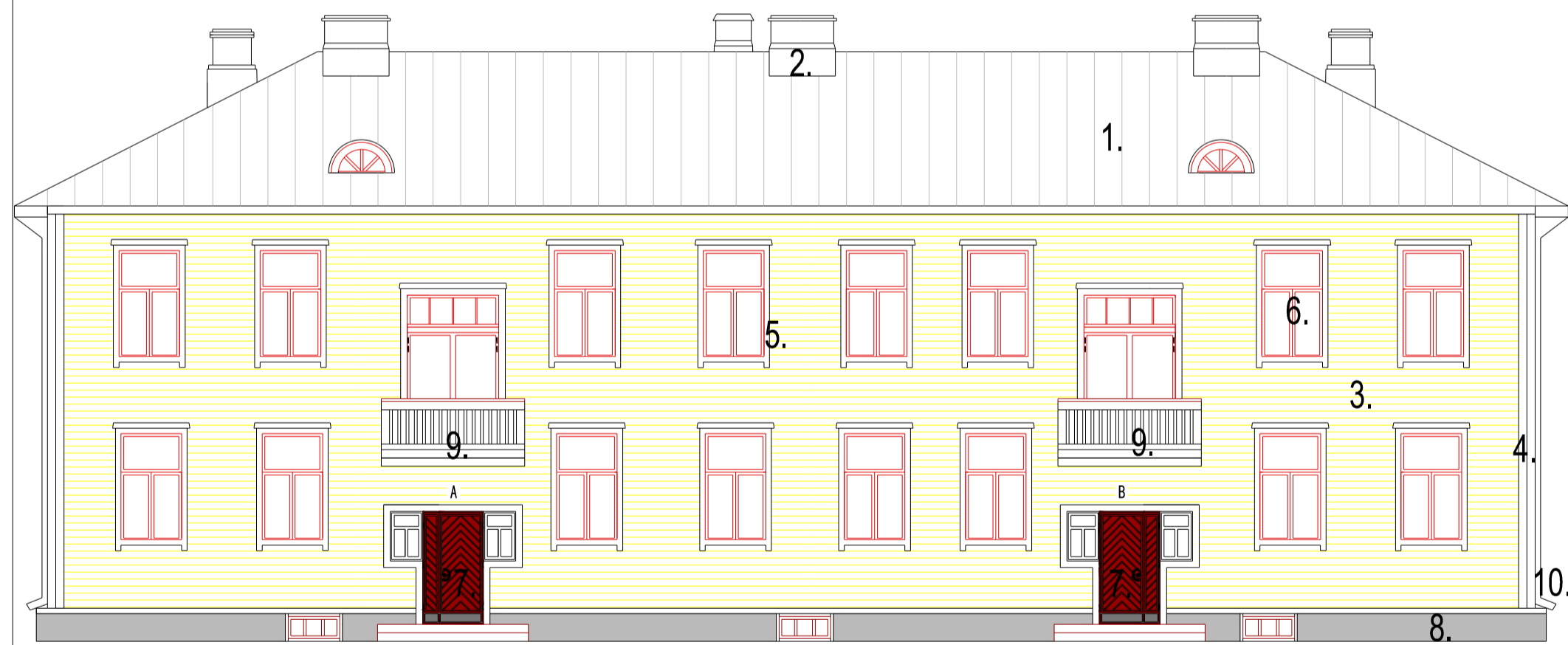


K.OSA/KYLÄ KESKUSTA	KORTTELI/TILA 125	TONTTI/Rno 86	RAKENNUSLUVAN TUNNUS —
RAKENNUKSEN TAI RAKENNUSTEN TUNNUKSET TAI NUMEROT —			
RAKENNUSKOHDE	AS OY PELTOKATU 22 90120 OULU	PIIRUSTUSLAJI INVENTOINTIPIIRUSTUS	JUOKS. N:O 2
RAKENNUSKOHDE	AS OY PELTOKATU 22 90120 OULU	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT POHJAPIIRUSTUS 1.KRS 1:100 POHJAPIIRUSTUS 2.KRS 1:100
SUUNNITTELUJAN YHTEYSTIEDOT : YRITYS YHTEYS TIETOINEEN	—	TYÖNUMERO	PIIRUSTUKSEN TUNNUSMUUTOS
PIIRTÄJÄ: NIMI JA PÄIVÄYS Jari Närhi 15.11.2011	—	SUUNNITTELUALA ARK	TIEDOSTON NIMI —

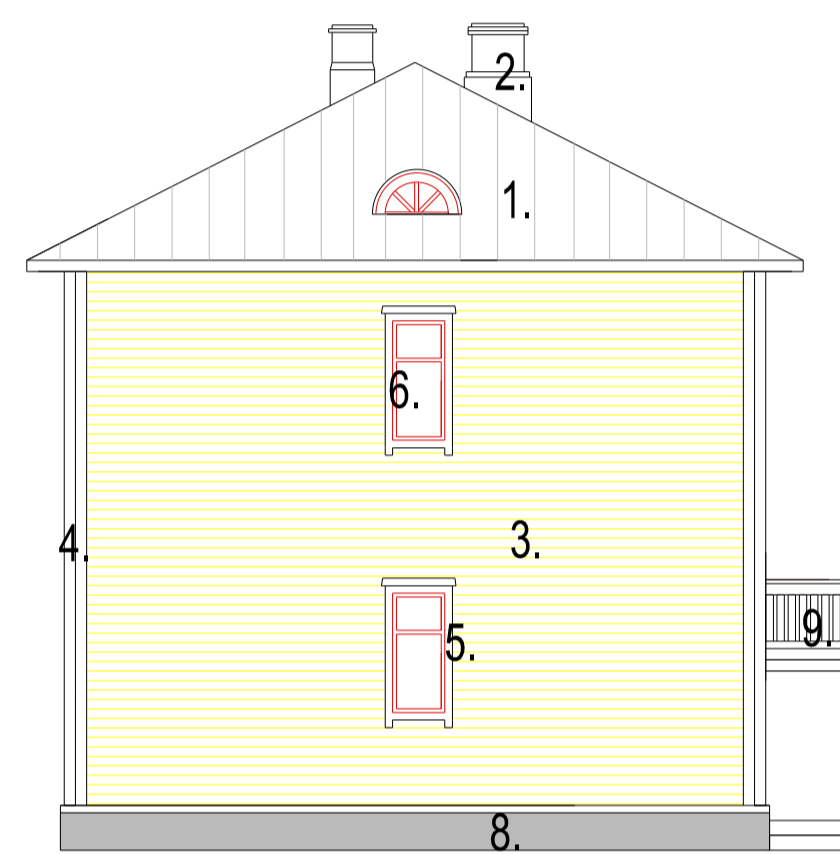
Julkisivu koilliseen



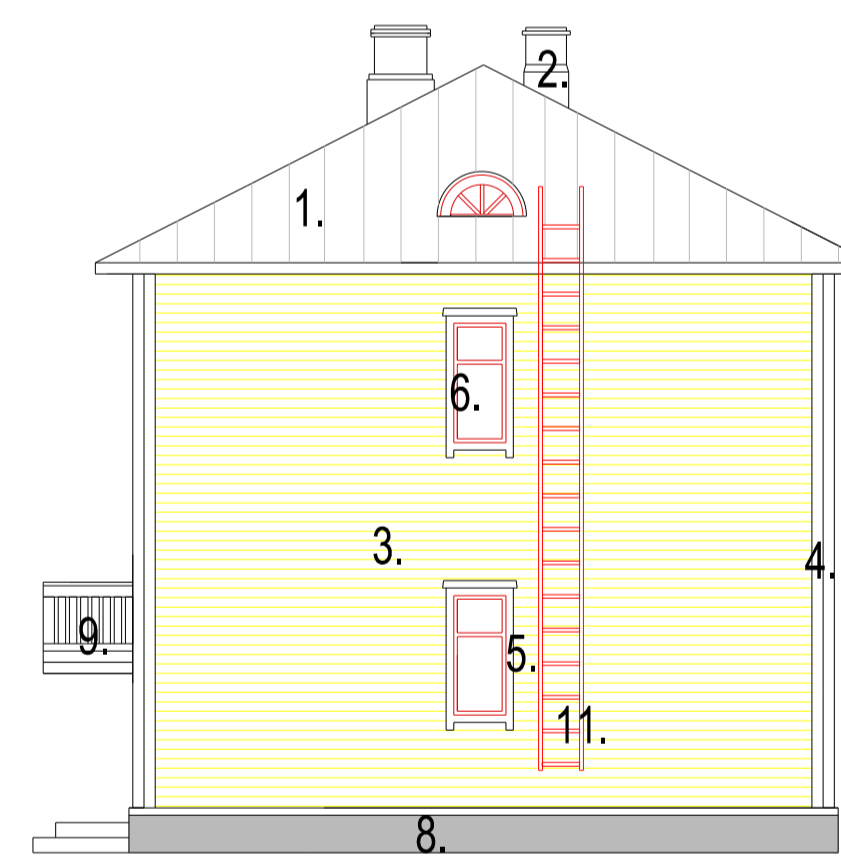
Julkisivu lounaaseen



Julkisivu luoteeseen



Julkisivu kaakkoon



1. Kate, konesaumapeltti, maalattu harmaa
2. Hormien pellitys, maalattu harmaa
3. Julkisivuverhous, vaakalaudoitus, maalattu keltainen
4. Nurkkalaudoitus, maalattu valkoinen
5. Ikkunanpielilaudat, maalattu valkoinen
6. Ikkunan karmit, maalattu punainen
7. Ulko- ovi, maalattu ruskea
8. Sokkeli, maalattu harmaa
9. Parvekelaudoitus, maalattu valkoinen
10. Syöksytorvet, maalattu valkoinen
11. Huoltotikkaat, maalattu harmaa

K.OSA/KYLÄ KESKUSTA	KORTTELI/TILA 125	TONTTI/Rno 86	RAKENNUSLUVAN TUNNUS —
RAKENNUKSEN TAI RAKENNUSTEN TUNNUKSET TAI NUMEROT —			
RAKENNUSTOIMENPIDE —		PIIRUSTUSLAIJI INVENTOINTIPIIRUSTUS	JUOKS. N:O 3
RAKENNUSKOHDE AS OY PELTOKATU 22 90120 OULU		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ JULKISIVUT	MITTAKAAVAT 1:100
SUUNNITTELUJAN YHTEYSTIEDOT : YRITYS YHTEYS TIE TOINEEN —		TYÖNUMERO —	PIIRUSTUKSEN TUNNUSMUUTOS —
PIIRITÄJÄ: NIMI JA PÄIVÄYS Jari Närhi 15.11.2011		SUUNNITTELUALA ARK	TIEDOSTON NIMI —