

PUUKERROSTALON TIIVEYS- JA ÄÄNITEKNISET  
KYSYMYKSET SEKÄ ASUKASTYYTYVÄISYYS

Olli Könni ja Reo Virtanen  
2011  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

PUUKERROSTALON TIIVEYS- JA ÄÄNITEKNISET  
KYSYMYKSET SEKÄ ASUKASTYYTYVÄISYYS

Olli Könni ja Reo Virtanen  
Opinnäytetyö  
12.5.2011  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Rakennustekniikan koulutusohjelma	Insinöörityö	91	+	32
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Tuotantotekniikka	12.5.2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Finnish Wood Research Oy	Olli Könni ja Reo Virtanen			
Työn nimi				
Puukerrostalon tiiveys-/ äänitekniset kysymykset ja asukastyytyväisyys				
Avainsanat				
Puukerrostalo, tiiveys, ääneneristys, asukaskysely				

Tutkimustyön alkaessa asetettiin kohteeksi Oulun Puu-Linnanmaalle vuonna 1997 valmistunut puukerrostalokompleksi Kiinteistö Oy Puukotka. Työn edetessä valitsimme kuitenkin tietopohjan laajentamiseksi vielä kohteet As Oy Linnanvouti ja PSOAS 20. Useista asuinrakennuksista huolimatta teknisten mittausten pääpaino on asetettu kohteeseen PSOAS 20.

Aluksi tehtävämme oli paneutua puurakentamisen yleisiin käytäntöihin ja teknisiin tietoihin. Niiden pohjalta siirryimme tavoittelemaan puukerrostalon tiiveys- sekä äänitekniisten ongelmien paikantamista. Rakennekuvien, teknisten dokumenttien ja käytännön teorian lisäksi on työhön sisällytetty myös puukerrostaloa käsittelevä yleinen osio. Siinä esitellään muun muassa puurakentamisen mahdollisuudet sekä tilanne nykypäivän Suomessa.

Tärkeän näkökulmansa tutkimukseen antavat myös asukaskyselylomakkeet, joiden avulla mitattiin asukastyytyvyyttä keväällä 2011. Teknisillä mittaus-tuloksilla, teoriapohjalla ja asukastyytyvyyden visualisoinnilla on pyrkimyksemme kertoa lukijalle, millaista on asua Suomalaisessa puukerrostalossa.

Degree programme	Thesis	Number	of	pages	+	appendices
Civil Engineering	B.Sc.			91	+	32
Line	Date					
Construction management	12.5.2011					
Comissioned by	Authors					
Finnish Wood Research Oy	Olli Könni and Reo Virtanen					
Thesis title						
Air tightness and acoustic measurements of a wooden block of flats						
Keywords						
Wooden block of flats, air tightness, soundproofing, enquiry to residents						

In the beginning of our study we chose Kiinteistö Oy Puukotka, which was built by Oulun Puu in 1997, as a research target. As the research progressed we chose As Oy Linnanvouti and PSOAS 20 to collect more research data. Despite of several residential buildings technical measurements have been emphasised to target PSOAS 20.

At first our task was to examine general wooden buildings and their technical information. From the information gathered we moved to solve problems involving air tightness and sound engineering of a wooden block of flats. In addition to structural pictures, technical documents and a theoretical framework we provided a general description about wooden apartment blocks. This section introduces possibilities of wood-based construction and their status in Finland today.

A questionnaire about residents complacency which they were given in Spring 2011 gives also an important perspective on this research. With the results of the technical measurements, theoretical framework and residents complacency we describe what it is like to live in a Finnish wooden apartment block.

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO .....	7
2 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT .....	8
2.1 Tutkimuksen tausta .....	8
2.2 Tutkimuksen tavoitteet.....	8
2.3 Tutkimusmenetelmä .....	9
3 PUUKERROSTALOT SUOMESSA .....	10
3.1 Puukerrostalon edut betonirunkoiseen asuinkerrostaloon nähden .....	10
3.2 Puukerrostalorakentaminen Suomessa.....	12
4 TUTKIMUSKOHTEET .....	15
4.1 Kiinteistö Oy Puukotka .....	15
4.1.1 Tutkimuskohteen perustiedot .....	15
4.1.2 Tutkimuskohteessa käytetyt rakenteet .....	16
4.2 As Oy Linnanvouti / Oulun Puu-Linnanmaa.....	26
4.2.1 Tutkimuskohteen perustiedot .....	26
4.3 PSOAS 20 / Oulun Puu-Linnanmaa .....	27
4.3.1 Tutkimuskohteen perustiedot .....	27
4.3.2 Tutkimuskohteessa käytetyt rakenteet .....	28
4.3.3 Haastattelu kohteen nykykunnosta.....	36
5 RAKENNUKSEN TIIVEYS .....	37
5.1 Rakennuksen vaipan ilmanpitävyys .....	37
5.1.1 Käytetyt termit ja lyhenteet.....	37
5.1.2 Vaipan ilmanpitävyyttä koskevat määräykset.....	37
5.1.3 Tiiveyden kannalta haastavat yksityiskohdat puukerrostaloissa.....	39
5.2 Tiiveysmittaus ja selvitykset .....	40
5.2.1 Tiiveysmittauksen suorittaminen .....	40
5.2.2 Tiiveysmittausten tulokset .....	42
5.2.3 Tiiveysmittausten tulokset suhteessa asukaskyselyn vastauksiin ..	49
6 RAKENNUKSEN ÄÄNENERISTYS .....	51
6.1 Rakennuksen ääniteknikka.....	51
6.1.1 Käytetyt termit ja lyhenteet.....	51
6.1.2 Ääneneristystä koskevat määräykset.....	52

6.1.3	Ääniteknisesti haastavat yksityiskohdat puukerrostaloissa .....	54
6.2	Äänimittaus ja selvitykset .....	58
6.2.1	Äänimittauksen suorittaminen .....	58
6.2.2	Äänimittausten tulokset .....	62
6.2.3	Äänimittausten tulokset suhteessa asukaskyselyn vastauksiin .....	63
7	ASUKASKYSELY .....	65
7.1	Kyselyn toteutustapa .....	65
7.2	Kyselyn tulokset eri kohteissa .....	66
7.2.1	Tulokset As Oy Linnanvouti.....	66
7.2.2	Tulokset PSOAS 20 .....	72
7.3	Kyselyn johtopäätökset.....	83
7.3.1	Kiinteistö Oy Puukotka .....	83
7.3.2	As Oy Linnanvouti .....	83
7.3.3	PSOAS 20.....	84
8	LOPPUSANAT .....	87
	LÄHTEET.....	89
	LIITTEET .....	91

# 1 JOHDANTO

Lokakuussa 1995 hyväksytyn koerakennusohjelman myötä käynnistettiin Oulussa sijaitsevan Kiinteistö Oy Puukotkan tutkimus- ja kehitysluonteinen rakennusprojekti. Projektin edetessä ja sen suunnitteluvaiheessa oli tarkoitus tutkia ja kehittää ääneneristykseltään, märkätiloiltaan ja kosteudeltaan hallittu paloturvallinen puukerrostalo, joka on oikein jäykistetty, elämätön, helposti huollettava ja pitkäikäinen. (Karjalainen 1997, 13.)

Tämä reilu 10 vuotta sitten valmistunut pilottihanke antaa meille nyt mielenkiintoisen tutkimuskohteen tutkittaessa puurakenteiden toimivuutta ajan kuluessa. Vertailemalla kohteen rakenneselostuksia ja -kuvia saatuihin mittaustuloksiin toivomme löytävämme rakenteiden ”heikot” kohdat ja keinot niiden välttämiseksi.

Tämä opinnäytetyö on osa suurempaa tutkimusta, jossa perehdytään eri kohteiden rakennustyön aikaisiin rakennusmenetelmiin sekä rakenneratkaisuihin. Työn kannalta merkittävässä roolissa olevien mittaus- sekä kyselytulosten avulla pyritään selvittämään ongelmat, joita esiintyy puukerrostalojen vaipan ilmanpitävyydessä sekä ääneneristävyydessä. Työn tilaajana toimii Finnish Wood Research, jonka ensisijainen tavoite on suomalaisten puutuotealan yritysten liiketoiminnan kehittäminen ja kasvu.

## **2 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT**

### **2.1 Tutkimuksen tausta**

Alati tiukentuvien energiasäädösten myötä on rakentamisessa jouduttu keskittymään yhä energiatehokkaampiin ja ympäristöä säästävämpiin rakennusmuotoihin. Rakennusmateriaalina puu on toiminut jo kauan ekologisempaa vaihtoehtona ajatellen suomalaista omakotitalotuotantoa. Tuotannon kohdistuessa pienrakentamiseen on kyetty hyödyntämään kuitenkin vain murto-osa siitä valtavasta potentiaalista, joka Suomen metsävarannoissa kytee. Jotta tätä potentiaalia kyettäisiin käyttämään tehokkaammin puupohjaisissa teollisissa ratkaisuissa, on perustettu teollisen puuelementtirakentamisen yhteistutkimushanke TEPUTU. (URL 1.)

Hankkeella pyritään paikkaamaan nykytilannetta, jossa puurakentaminen ei ole kyennyt tarjoamaan kilpailukykyisiä teollisia ratkaisuja ammattirakentamiseen. Teollisen puuelementtirakentamisen potentiaali painottuu erityisesti kerrostalo- ja liikerakentamiseen, joihin liittyviin kysymyksiin hankkeella haetaan ratkaisuja. (URL 1.)

Teollisen puuelementtirakentamisen tutkimushankkeen on määrä valmistua 31.5.2013 mennessä. Hankkeen tutkimustyön yhtenä tutkimuslaitoksena toimii Oulun seudun ammattikorkeakoulu, jonka valvonnan alaisuudessa sekä resursseja käyttäen tämä päättötyö suoritetaan. (URL 2.)

### **2.2 Tutkimuksen tavoitteet**

Tutkimukseen valittujen kohteiden ja niissä suoritettujen mittausten avulla tullaan työssä selvittämään puurakenteisten kerrostalojen äänitekniisiä kysymyksiä. Tutkimuksen ohessa lukijalle pyritään selventämään mittauksiin liittyvät nykypäivän rakennusmääräykset sekä standardien mukaiset mittausmenetelmät ja niistä saatujen tulosten tulkinnat.



Tutkimalla valittujen kohteiden rakenteita, rakennusmenetelmiä ja mittaustuloksia pyritään havainnollistamaan puurakenteissa esiintyvät äänitekniset riskikohdat sekä mahdollisuudet niiden minimoimiseen.

Tutkimuskohteiden asukkaille tehdyissä kyselyissä pyritään selvittämään puurakenteisten kerrostalojen asukastyytyväisyyttä sekä pohditaan tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa tyytyväisyyteen. Tutkimuskohteiksi valituissa rakennuksissa on mukana sekä puurunkoisia että puu/betoni-sekarunkoisia kerrostaloja, joiden tiiveys- ja äänitekniiseen toimivuuteen ja eroihin haetaan vastauksia.

## **2.3 Tutkimusmenetelmä**

Tutkimusprojekti aloitetaan, kun tarvittavat lähtökohdat teorioineen sekä olettamuksineen on arvioitu. ”Esitutkimuksen” aikana kartoitetaan tutkimuksen tavoitteita, ratkaisumallien hyödyntämistä sekä erinäisten tutkimusmenetelmien tarpeellisuutta. Tutkimusprojekti-muotona käytetään kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusmuotoa, jossa tekniset mittaukset ja asukaskyselylomakkeet ylläpitävät tutkimuksen empiiristä osaa.

Asumistyytyväisyyttä sekä rakennusten toimivuutta mitataan kolmesta eri näkökulmasta: teknisillä mittauksilla, asukaskyselylomakkeilla sekä teorian pohjalta. Teknisillä mittauksilla sekä tutkimuksessa käytetyn teorian avulla hankitaan niin sanottu todellinen tieto kohteisiin valittujen rakenteiden toimivuudesta. Tarkasteltaessa niiden toimivuutta asukaskyselyn näkökulmasta saadaan tutkimukseen olettamuksia, jotka aikaansaavat tärkeän vertailukohdan todelliselle tilanteelle.

## 3 PUUKERROSTALOT SUOMESSA

### Mikä on puukerrostalo

Suomalaisella puukerrostalolla tarkoitetaan yleensä paloluokaltaan P2-luokkaista, useammasta asunnosta muodostuvaa asuinkompleksia, jossa asunnot tai muut osastoidut tilat sijaitsevat pääasiassa päällekkäin. Tarkennettaessa määritelmää tulee rakennuksen olla ainakin osittain yli kaksi kerroksinen. Tämän lisäksi kantavanrunгон sekä ulkovuoren tulee muodostua pääasiassa puurakenteista. (URL 3.)

### 3.1 Puukerrostalon edut betonirunkoiseen asuinkerrostaloon nähden

Rakennusmateriaaleina puun ja betonin ollessa ominaisuuksiltaan aivan erilaisia käyttäytyvät myös niistä rakennetut rakenteet fysikaalisesti eri tavalla. Rakennetta suunniteltaessa pyritäänkin valitsemaan rakennusmateriaali, joka vastaa ominaisuuksiltaan parhaiten kohteen käyttötarkoitusta. Johtuen puurakenteiden kehittymättömyydestä on betoni ollut luonnollinen valinta tietyissä teknisissä kysymyksissä. Raskaana materiaalina betoni toimii ääntä hyvin eristävänä rakennusmateriaalina. Tämän johdosta betoni onkin ollut ääneen liittyvissä kysymyksissä etulyöntiasemassa puuhun nähden. Erinäisten tutkimusten ja kokeellisten pilottihankkeiden myötä on puuta koskeville kysymyksille löydetty toimivia ratkaisuja. Kokemusten ja tutkimusten myötä on hankalissakin kysymyksissä onnistuttu tasavertaistamaan rakennusmateriaalien äänitekninen toimivuus. (TAULUKKO 1.)

Euroopan unionin päästövelvoitteiden mukaisesti puu ajaa vahvasti luonnonmukaisia etuja. Siinä, missä betonin ja sen ainesosien valmistuksesta vapautuu valtavasti hiilidioksidia, toimii puu orgaanisena aineena hiilidioksidin sitojana. (Katso *KUVA 1.*) Puun käytön vaikutus onkin siis merkittävä pyrittäessä hidastamaan ilmaston lämpenemistä. Vertailtaessa eri materiaalien jalostukseen ja rakentamiseen käytettävää

energiämäärää, voidaan puun todeta olevan huomattavasti betonia ja terästä energiaystävällisempi. Mikäli vertailuun lisätään materiaalien kierrätettävyys, voidaan vain ihmetellä tilaa, johon puun käyttö Suomen kerrostalorakentamisessa on päätynyt. (Viljakainen 1997, 18.)

*TAULUKKO 1. Puukerrostalorakentamisen vahvuuksia ja heikkouksia (URL 5.)*

Alla puukerrostalorakentamisen SWOT-analyysi

**Vahvuudet**

- Valtiovallan tuki
- Puu on uusiutuva luonnonvara
- Hyvät ekologiset ominaisuudet
- Esteettisyys

**Uhat**

- Maine pilataan – merkittävä epäonnistuminen
- Teknisten riskien toteutuminen (palonkestävyys, vesivahingot, julkisivujen kestävyys ym.)
- Laadukasta järjestelmätarjontaa ei synny
- Määräysten epäyhtenäinen tulkinta

**Heikkoudet**

- Osaamisen/kokemuksen puute
- Järjestelmien kehittymättömyys
- Kehitystyön koordinointi
- Rakentamisen kustannukset (toistaiseksi)
- Julkisivujen elinkaaritaloudellisuus

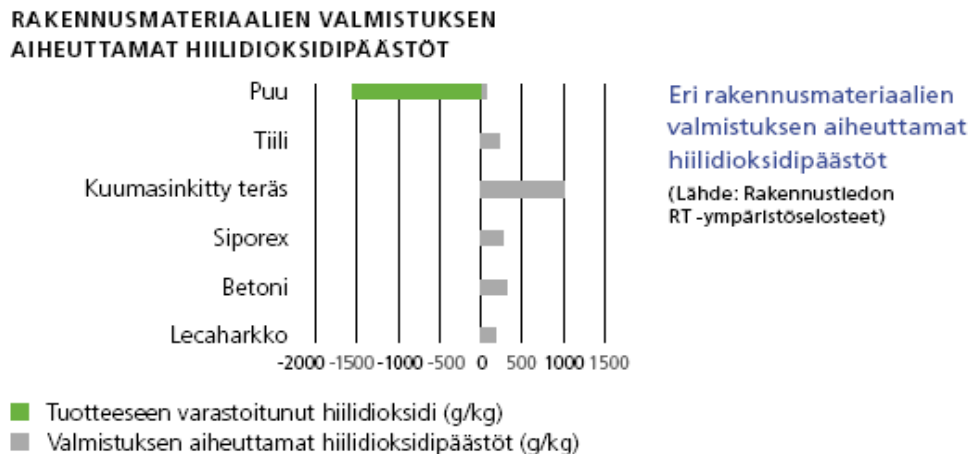
**Mahdollisuudet**

- Toimivuus ja kustannustehokkuus kyetään osoittamaan käytännön hankkeissa
- Alan yritysten yhteisen kehitystyön tehostaminen ja koordinointi
- Ratkaisujen standardointi
- Määräysten ja eko-vaatimusten kiristyminen/kehittyminen
- Rakentamisen tuottavuuskehitystarve

Keskeisenä vaikutteena puun suosioon kerrostalorakentamisessa on useissa maissa sen edullisuus. Puurakentamisen edullisuus on useiden tekijöiden summa, joista suurimpia ovat puun keveys ja työstettävyiden helppous. Näin ollen rakennusvaiheessa syntyvät muutostyöt eivät aiheuta mittavia lisäkustannuksia, sillä rakennusosien työstö voidaan suorittaa paikanpäällä. Vertailtaessa betoniosien työstöön tarvittavia työkaluja ja koneita ovat puurakentamisessa käytetyt koneet yksinkertaisia ja näin investointien kulutkin saadaan pienemmiksi. (Viljakainen 1997, 20.)

Puurakenteiden paino on vain noin viidennes vastaaviin betonirakenteisiin verrattuna. Näin ollen etenkin logistiikan osalta puuosien keveys tuo huomattavia säästöjä betonielementteihin verrattuna. Työmaiden ulkoisissa ja sisäisissä siirroissa käytetty kalusto voidaan pitää massaltaan ja kooltaan

pienempänä. Tästä vaikutuksesta johtuen pysty- ja vaakasiirrot helpottuvat ja työturvallisuus paranee. Puun omaava keveys mahdollistaa myös kuljetukset vaikeakulkuisempiin kohteisiin. Kevyiden rakennusten ansiosta perustusten koko pienenee, maanmurtumisen riski laskee ja rakentamisen mahdollisuudet perustamisolosuhteiltaan huonommille alueille paranevat. (Viljakainen 1997, 20.)

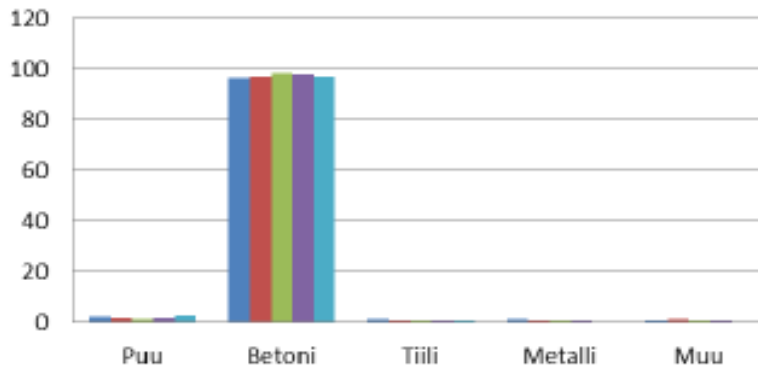


KUVA 1. Hiilidioksidi päästöt rakennusmateriaalien valmistuksessa (URL 4.)

### 3.2 Puukerrostalorakentaminen Suomessa

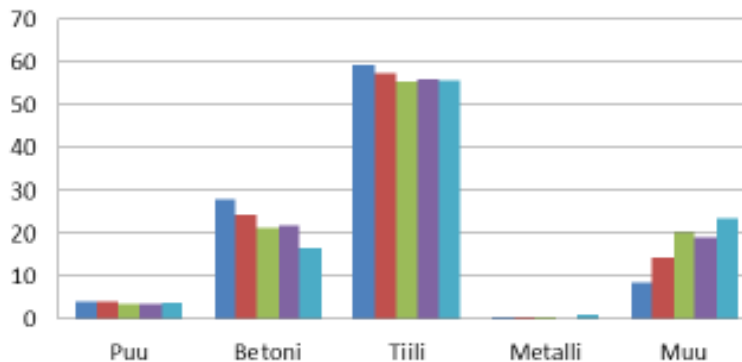
Suomalaisessa rakentamisessa puu on aina ollut yleinen ja suosittu materiaali. Tätä yleistystä ei voida kuitenkaan käyttää keskusteltaessa kerrostalorakentamisesta, jonka osuus Suomessa on suuri. Yleistettynä voidaan heti alkuun todeta, että puukerrostalorakentaminen on maassamme vielä nykypäivänäkin ”lapsen kengissä”. (Katso KUVA 2 ja 3.) ”Tällä hetkellä uusista kerrostaloista, vain yksi prosentti rakennetaan puusta, kun esimerkiksi Ruotsissa luku on jo 20 prosenttia” (URL 6.). Konkreettisesti tilannetta kuvaa Suomeen rakennettujen puukerrostalojen tämän hetkinen lukumäärä 33.

## Rungot 2005 - 2009



KUVA 2. Runkomateriaalien markkinaosuuskehitys asuinkerrostaloissa vuosina 2005-2009 (URL 5.)

## Ulkoverhousket 2005 - 2009



KUVA 3. Julkisivumateriaalien markkinaosuuskehitys asuinkerrostaloissa vuosina 2005-2009 (URL 5.)

Mistä puun epäsuosio kerrostalorakentamisessa sitten kantautuu? 1970-luvulla kerrostalotuotannon eläessä betonin valtakautta suosi palolainsäädäntö vahvasti palamattomia rakennusmateriaaleja. Puun epäedullisen kilpailutilanteen vuoksi talonrakennustuotannosta valmistuvien rakennusten määrästä oli puurakennusten osuus laskenut alle 30 %:iin. Tilanne loi vahvoja ennakkoluuloja puukerrostalojen paloturvallisuuteen ja vahvisti näin ollen betonirakentamisen suosiota. (Siikanen 1998, 21.)

1990-luvun alkupuolella puukerrostalojen suunnittelu heräsi kuitenkin eloon, kun puun uusia käyttökohteita alettiin etsiä. Erinäisten tutkimuslaitosten lisäksi kehitystä edisti ympäristötietoisuuden lisääntyminen ja ekologisten arvojen korostuminen. Euroopan unioniin liittymisen myötä vuonna 1995 Euroopassa vallinneet puukerrostalojen rakennusmääräykset toivat paineita muuttaa palomääräyksiämme. Tämä johti puunkäytön tasavertaistumiseen sekä mahdollisti puun käytön rakennusmateriaalina yli kaksikerroksisissa rakennuksissa. (Karjalainen 2002, 82.)

Keväällä 2011 voimaanastuneet uudet palomääräykset nostivat puurakentamisen mahdollisuuksia entisestään. Uudistuksen myötä Suomeen tuli mahdolliseksi rakentaa puurunkoisia, jopa kahdeksankerroksisia kerrostaloja verhoilumateriaalin ollessa myös puuta. Uudistuksessa asemansa säilytti automaattinen sammutusjärjestelmä. Järjestelmää ei enää jatkossa vaadita pakolliseksi alle viisikerroksisissa betonirunkoisissa rakennuksissa, joissa ulkoverhous on toteutettu puulla. Viimeisimmän uudistuksen myötä aukeaa myös suomalaiselle puutuoteteollisuudelle uusi aikakausi. Onnistuakseen se vaatii kuitenkin puurakentamiseen liittyvän tietoisuuden lisääntymistä, ennakkoluulojen karistamista ja puuelementtirakentamisen kehittämistä. Nähtäväksi jää, mihin tilanne kehittyy ja saako suomalainen puukerrostalorakentaminen vihdoinkin ”siivet allensa”. (URL 7.)

## 4 TUTKIMUSKOHTEET

### 4.1 Kiinteistö Oy Puukotka

#### 4.1.1 Tutkimuskohteen perustiedot

Laajuus:	3 taloa (3 krs), 33 asuntoa, 2 190 kem <sup>2</sup>
Sijaintiosoite:	Sammonkatu 3, 90570 Oulu
Rakennuttaja:	Riihi-säätiö rs.
Arkkitehtisuunnittelu:	Oulun yliopiston arkkitehtuurin osaston Puustudio
Rakennesuunnittelu:	Oulun yliopiston Puustudio ja rakentamistekniikan osasto
Urakoitsija:	OU-RA Oy
Valmistumisvuosi:	1997

(URL 3.)



KUVA 4. Kiinteistö Oy Puukotka

## **4.1.2 Tutkimuskohteessa käytetyt rakenteet**

### **Rakennuksen runkojärjestelmä**

Rakennuksen runko on paikalla rakennettu amerikkalaisen ”platform-järjestelmän” mukaisesti. Runkojärjestelmäksi valittuun kantavat seinätjärjestelmään päädyttiin rakennussuunnittelun pohjalta. Suunnittelun pohjalta jännevälit jäivät lyhyiksi huoneistojen väliseinien ollessa suhteellisen tiheässä. Kiinteistö Oy Puukotkan toteutukseen valittiin ”pre-cut-järjestelmä”, jossa rungon pystyosat tuodaan työmaalle jo valmiiksi määrämittäisinä tarkoituksen mukaisesti lovetuina. Menetelmän ansiosta rungon pystytys nopeutuu, mutta ennen kaikkea menetelmä lisää liitosten tiiveyttä ja vähentää painumia. Tässä tutkimuksessa etenkin rakenteiden painumien vaikutus vaipan ilmantiiveyteen on tarkkailun kohteena. (Karjalainen 1997, 39.)

Suunnittelun tuotekehitysvaiheessa päädyttiin kokonaisvaltaisuudeltaan kannattavimmaksi vaihtoehdoksi valita ulkoseinät kantaviksi seiniksi. Huoneistojen välisistä seinistä tehtiin myös osittain kantavia, mutta niille siirtyvät kuormitukset ovat melko vähäisiä. Ulkoseinien toimiessa kantavina seininä on välipohjapalkistot jouduttu tuomaan seinärunkojen sisään. Näin ollen ulkovaipan ilman- ja höyrynsulku katkaistiin jokaisessa kerroksessa. Esitellyissä rakenteissa pyritään keskittymään niihin runkorakenteisiin, joilla on vaikutusta tässä työssä tutkittuihin asioihin eli ennen kaikkea ääni ja tiiveysteknisiin kysymyksiin. (Karjalainen 1997, 41.)

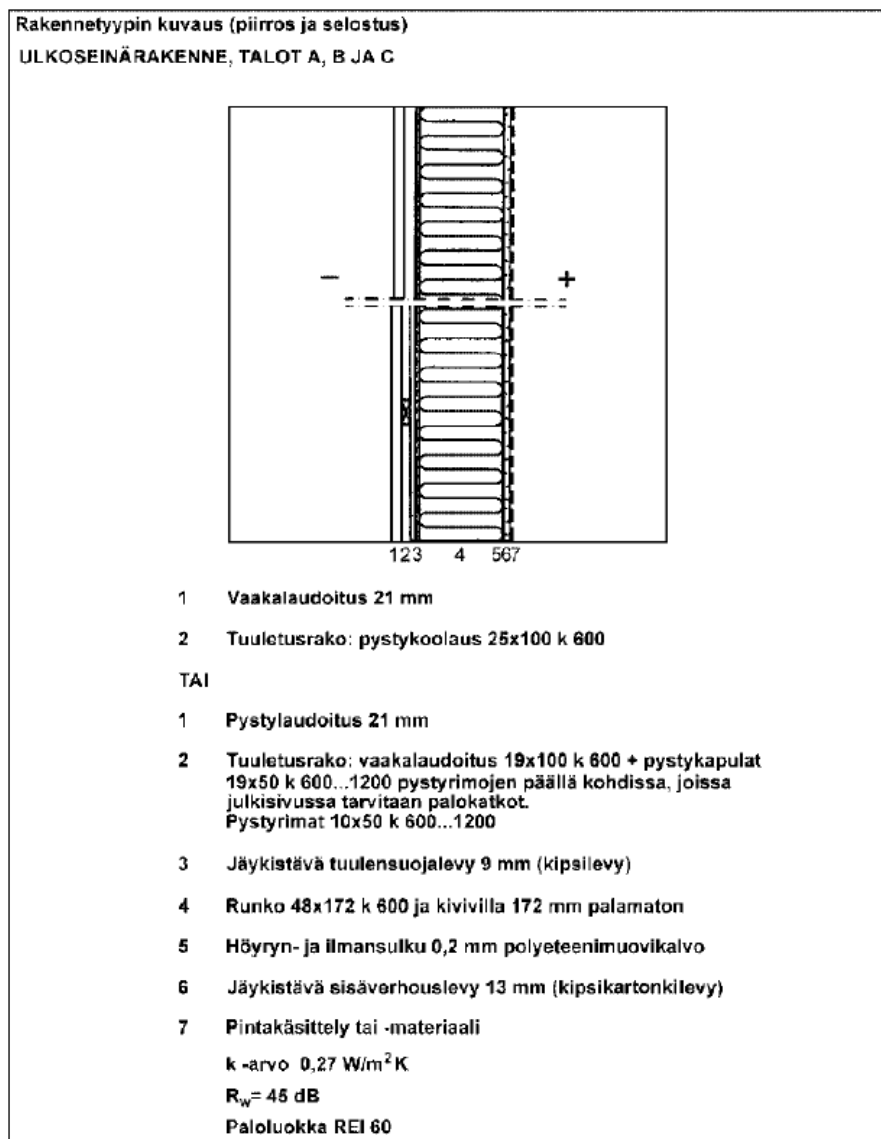
### **Ulkoseinät**

Ulkoseinärakenteiden suunnitteluprosessissa käytiin läpi useita eri vaihtoehtoja, joissa punnittiin sekä energiankulutusta pitkällä aikavälillä että rakennusaikaisia säästöjä. Puukotkan ulkoseinissä päädyttiin sen aikaisen asuntotuotannon mukaiseen 172 mm:n eristekerrokseen, jolla rakennusaikaiset lisäkulut saatiin alhaisiksi. (Katso *KUVA 5*.) Kuluja leikkaamalla annettiin myös positiivisempi kuva puurakentamisesta. Yksirunkoisen ulkoseinärakenteen ansiosta eristystöihin käytetty aika saatiin



lyhennettyä ja säälle riskialttiin työvaiheen kesto minimoitua. Verrattaessa rakennetta ristirunkoiseen runkorakenteeseen on kohteessa käytetty rakenne huomattavasti alttiimpi asennusvirheille. Puolilämpimissä tiloissa käytettyjen puurakenteiden eristepaksuudet ovat puolestaan pienempiä, 97 mm. (Karjalainen 1997, 41 ja 65.)

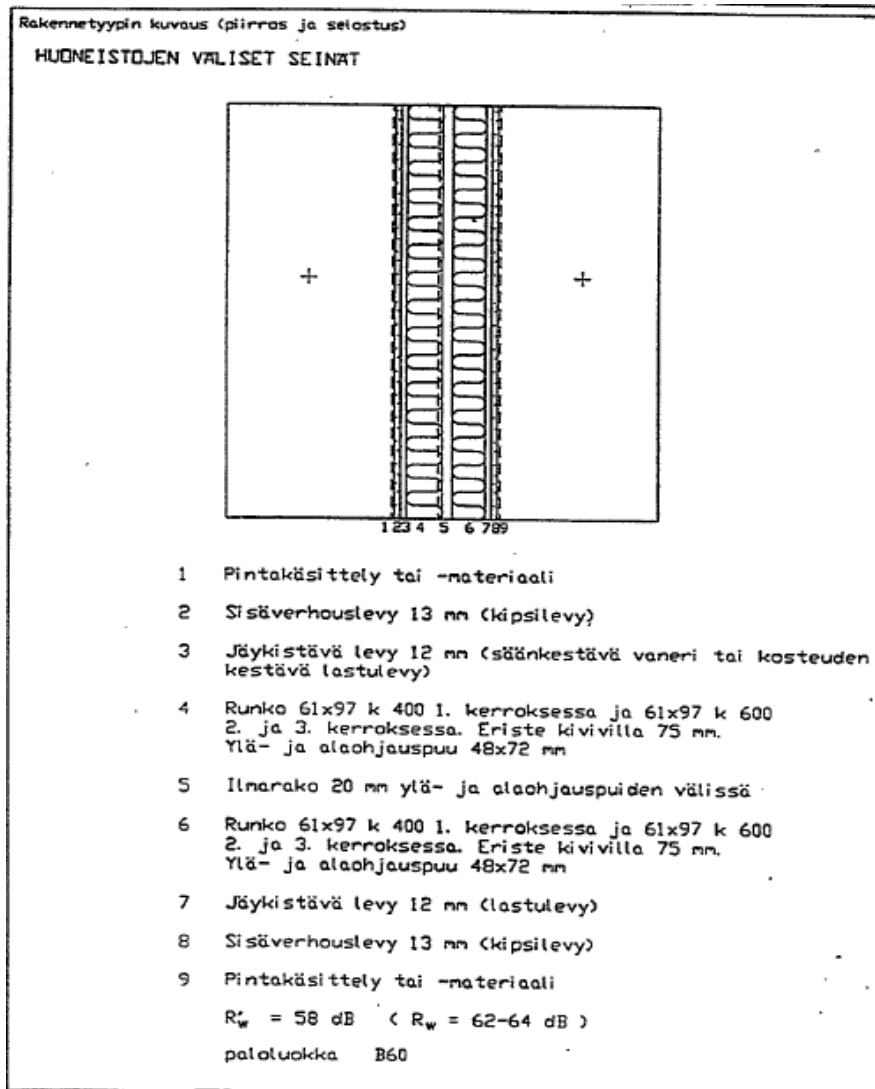
Kellarin ulkoseinärakenne on toteutettu kahtena erillisenä kuorena katkaistuna keskeltä, 50/100 mm:n paisutetulla polystyreenilevyllä. Ulko-ovet ja ikkunat on eristetty sisäpuolelta polyuretaanivaahdolla sekä ulkopuolelta tilkityllä mineraalivillalla. (Karjalainen 1997, 65.)



KUVA 5. Puukotkassa käytetty ulkoseinärakenne (Karjalainen 1997, 44.)

## Väliseinät

Kohteessa huoneistojen väliset seinät ovat kantavia, vaikkakin niille tulevat kuormat ovat hyvin vähäisiä. Huoneistoja erottavat seinät toimivat koko rakennusta jäykistävinä rakenteina, jonka vuoksi seiniin on kiinnitetty 12 mm:n vaneri- tai lastulevytys. Kantavana pystytolpparakenteena on käytetty ”sik-sak-menetelmää”, jossa kahden rinnakkaisen tolpparivin tolppajako etenee eri tahtiin. Menetelmän ansiosta seinän rakenne saadaan pidettyä ohuena, mutta silti hyvin ääntä eristävänä. (Katso *KUVA 6*.) Ykköskerroksessa on tiheämpi k400 mm:n tolppajako, kun taas 2. ja 3. kerroksessa on käytetty k600 mm jakoa. Jotta 1-luokan pintakerrosvaatimukset on saatu täyttymään, on jäykistävien levy pintojen päälle kiinnitetty huoneistojen puolelle 13 mm:n EK-kipsilevyt. Huoneistojen välinen tiiveys on varmistettu huoneistoja erottavien seinien ylä- ja alareunojen mineraalivillatilkkauksilla. A ja B taloissa käytetyissä RL-liittolaattavälipohjissa katkeaa pintabetoni huoneistojen välillä. Hormivaikutuksen syntymisen estämiseksi on väliseinien alle asennettu tilkkausten lisäksi muovimattokaista. (Karjalainen 1997, 71.)



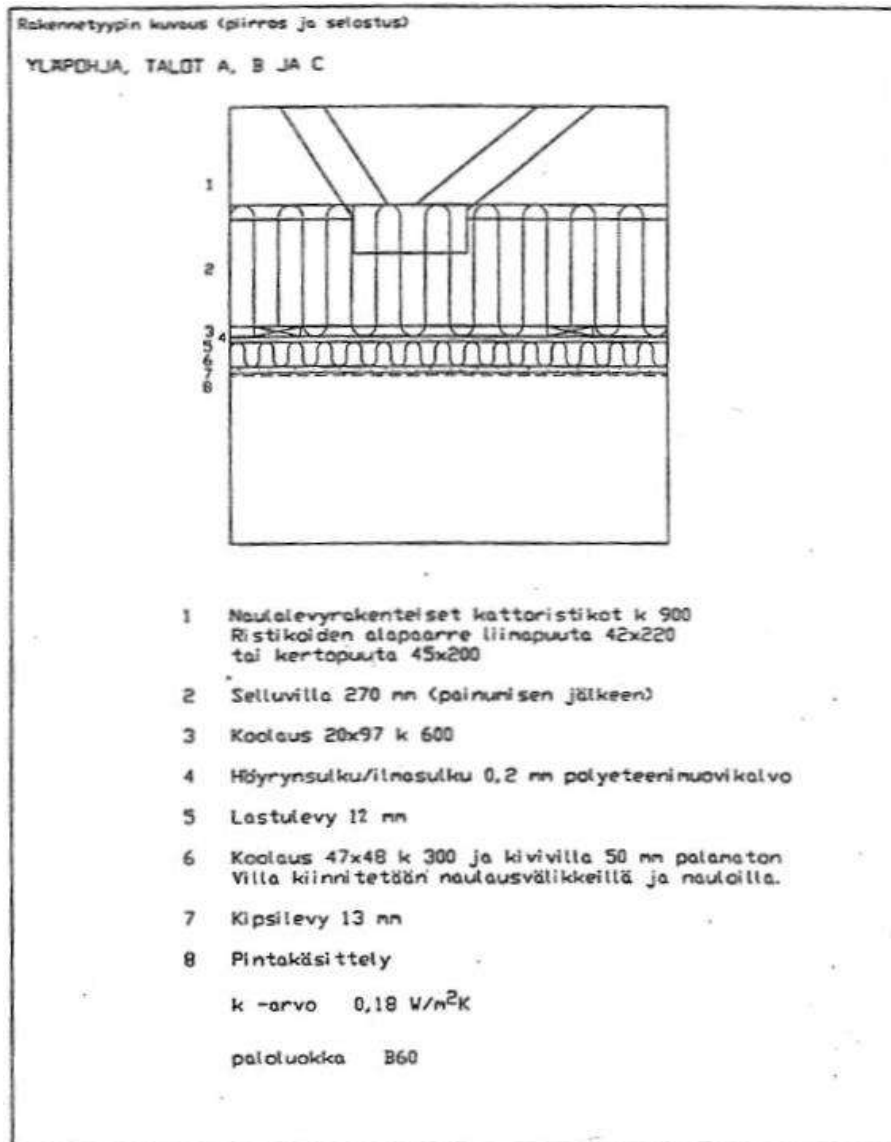
KUVA 6. Puukotkassa käytetty osastoiva väliseinärakenne (Karjalainen 1997, 70.)

Rakennusten ei-kantavat seinät ovat puurunkoisia 48x72 k600 ja eristeenä on ääniteknisistä syistä käytetty 72 mm:n mineraalivillaa. Rakenteiden painumat väliseinissä on huomioitu käyttämällä ylä- ja alajuoksuina peltirankoja. Rankojen ansiosta pystytolppien yläpäähän on voitu jättää 15 mm:n painumavara, jolla on estetty mahdolliset painumavauriot. Osa A- ja B-talojen huoneistojen sisäisistä väliseinistä on rakennettu kantaviksi estämään taipumien pakenemista. Pintamateriaalina väliseinissä on käytetty 13 mm:n EK-kipsilevyä sekä osassa seinistä 12 mm:n koivuviilutettua vaneria. Osa A- ja B-talon huoneistojen sisäisistä väliseinistä on rakennettu kantaviksi estämään taipumien pakenemista. (Karjalainen 1997, 71.)

## Yläpohjat

Kiinteistö Oy Puukotkassa yläpohjan kantavina kattorakenteina toimivat tehdasvalmisteiset naulalevyristikot. Jäykistävänä rakenteena on käytetty 12 mm:n lastulevytystä kiinnitettynä kattoristikoiden alapinnan harvalaudoitukseen. Eristemateriaalina yläpohjassa on käytetty 270 mm:n vahvuista selluvilla kerrosta, joka on riittävä peittääkseen kattoristikoiden alapaarteet. Lisäeristystä rakenteelle on tuonut paloeristeenä käytetty 50 mm:n kivivilla kerros asennettuna jäykistävän levytyksen alapuoliseen koolaukseen. (Katso *KUVA 7.*) Laskennalliseksi U-arvoksi yläpohjalle on saatu 0,18 W/m<sup>2</sup>K. (Karjalainen 1997, 75.)

Rakennusvaiheessa yläpohjan ilmatiiveyteen kiinnitettiin erityistä huomiota ja se toteutettiin ulkoseinärakenteisiin verraten yhdenmukaisesti muovikalvollisena. Jäykistyslevyjen ja harvalaudoituksen väliin asennetun 0,2 mm:n polyeteenimuovikalvon reunat on taitettu alaspäin ja limitetty 200 mm:n verran ulkoseinien höyrynsulkumuovien kanssa. Ilmatiiveyden varmistamiseksi on yläpohjan ja seinien liitokset saumattu tiiviiksi akryylimassan avulla. (Karjalainen 1997, 75.)



KUVA 7. Yläpohja talo A, B, C (Karjalainen 1997, 74)

## Välipohjat

Koska Puukotka on ollut puukerrostalorakentamisen koeluontoinen hanke, on myös välipohjaratkaisuissa kokeiltu erilaisia menetelmiä. A ja B talojen kantaviksi välipohjarakenteiksi valittiin Rakennusbetoni- ja elementti Oy:n kehittämä RL-laattaelementti. Elementin yläpään puristavalla puolella rakenteena toimii 60 mm:n betonilaatta, joka tukeutuu kantaviin puupalkkeihin yhtenäisen naulalevyn avulla. (Katso KUVA 8.) RL-elementtien korkeussuuntaiset mittaepätarkkuudet aiheuttivat ongelmia rungon pystytyksessä ja ulkovaipan tiivistämisessä. Talon C kantaviksi

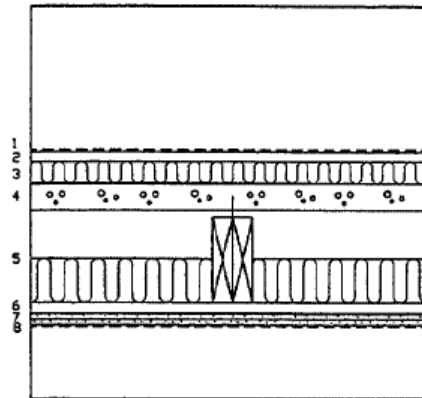
välipohjiksi valittiin titaniitti-palkkirunkoiset ripalaattaelementit. ( Katso *KUVA 9.*) Nämä kevytrakenteiset elementit eivät mahdollista yhtä pitkiä jännevälejä kuin A ja B taloissa käytetyt laattaelementit. Ongelman ratkaisemiseksi on talon C keskilinjalle asennettu kantava liimapuinen pilari-palkkikehä, jolla on lyhennetty aukkomittoja. (Karjalainen 1997, 77.)

Kiinteistö Oy Puukotkan kuivientilojen lattioissa pintarakenteet toteutettiin kelluvina pintalattioina. Näin varmistettiin riittävä askeläänieristys, joka olisi ollut vaikea toteuttaa talon C ripalaattaelementeillä. Lattiat toteutettiin asentamalla kantavien välipohjaelementtien päälle 50 mm:n kova mineraalivillakerros. Eristekerroksen päälle asennettiin kelluva 22 mm:n ympäripontattu lastulevytyks. Levytyksessä käytettiin 1200x2400 kokoisia lastulevyjä kiinnitettyinä toisiinsa liimaamalla. Rakennusvaiheessa tammikuun alkupäivinä 1997 todettiin talojen A ja B kelluvissa lastulevylattioissa epätasaisesta kuivumisesta johtuvia käyrityksiä. Pienten käyritysten osalta pyrittiin tilannetta korjaamaan hiomalla käyritykset tasaisiksi. Pahimmat käyritykset kiristettiin ruuvikiinnityksen avulla villakerroksen läpi kantavan RL-laatan betonipintaan. Lopuksi suoruus varmistettiin asentamalla levyn pintaan EK-kipsilevykerros. Kelluvien pintalevyjen reunat jätettiin irti seinästä, jolloin askeläänten siirtyminen pystyrunkorakenteisiin vältettiin. Kaikkien kuivien tilojen lattiat toteutettiin kustannussyistä muovimattopintaisina. (Karjalainen 1997, 79.)

Vaikka taloissa A ja B jouduttiin turvautumaan mekaaniseen kiinnitykseen ja näin pilattiin osittain kelluvanlattian tuoma hyöty, on RL-laatalla jo itsessään riittävä askelääneneristävyys. Eristekerroksen läpi ruuvatut ruuvit ovat kuitenkin erittäin alttiita lisäämään ajan kuluessa syntyvää lattioiden narinaa. Asunnon A15 tiiveysmittausten yhteydessä havaittiin paikoin melko voimakasta lattioiden narinaa, joka voi johtua juuri kyseisestä kiinnitystavasta.

Rakennetyypin kuvaus (piirros ja selostus)

VÄLIPOHJARAKENNE, TALOT A JA B



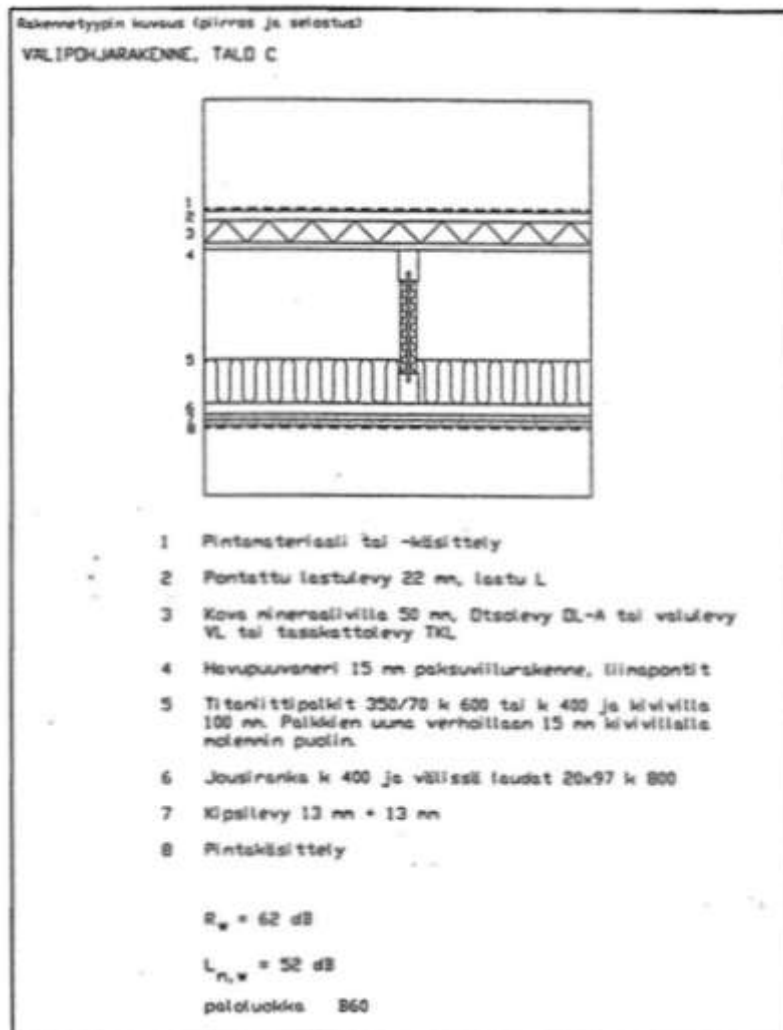
- 1 Pintamateriaali tai -käsittely
  - 2 Pontattu lastulevy 22 mm, laatu L
  - 3 Koolaus 50x50 k 600 ( k 450, jos lastulevy laatua A )  
ja mineraalivilla 50 mm
  - 4 Teräsbetoni 60 mm liitetty naulalevyraivalla  
puukannattajiin
  - 5 Puukannattajat 2x45x195 k 300, k 450 tai  
k 650 ja kivivilla 100 mm
  - 6 Jousiranka k 400 ja välissä laudat 20x97 k 800
  - 7 Kipsikartonkilevy 13 mm + 13 mm
  - 8 Pintakäsittely
- } RL-elementti

$R_w = 63$  dB

$L_{N,w} = 50$  dB

paloluokka REI 60

KUVA 8. Väliohjarakenne taloissa A ja B (Karjalainen 1997, 84.)



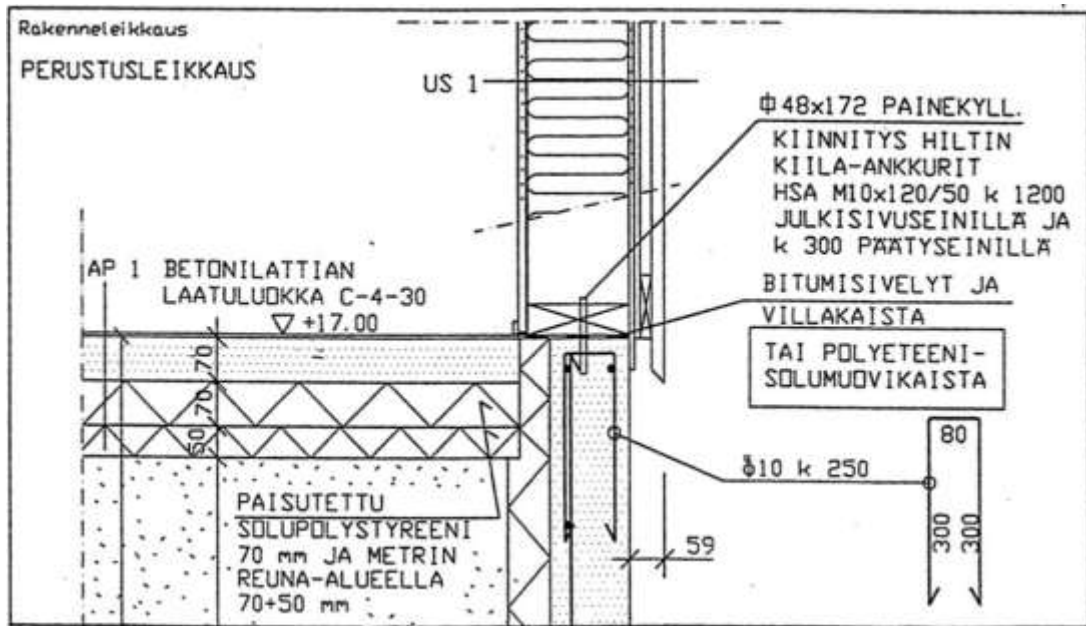
KUVA 9. Välipohjarakenne talossa C (Karjalainen 1997, 86.)

## Alapohjat

Kiinteistö Oy Puukotka sijaitsee pohjarakentamista ajatellen erittäin suotuisalla maaperällä. Karkean routimattoman hiekkamaan ansiosta on perustus voitu toteuttaa edullisesti maanvaraisena betonilaattana. Laatta on kauttaaltaan 70 mm paksu ja eristeenä on käytetty 70 mm:n paisutettua solupolystyreenilevyä. (Katso KUVA 10.) (Karjalainen 1997, 87.)

Alapohjan ulkoseiniä kiertävällä metrin reuna-alueella eristepaksuus on hieman paksumpi, eli 70 mm+50 mm. Järjestetyllä on varmistettu eristyksen riittävyys uloimmalla, kylmällä vyöhykkeellä. (Karjalainen 1997, 87.)





KUVA 10. Alapohjan ja ulkoseinän sokkeliliittymä (Karjalainen 1997, 87.)

## 4.2 As Oy Linnanvouti / Oulun Puu-Linnanmaa

### 4.2.1 Tutkimuskohteen perustiedot

Laajuus:	1 talo (3 krs), 14 asuntoa
Sijaintiosoite:	Puulinnankatu 12, 90570 Oulu
Rakennuttaja:	As Oy Linnanvouti
Arkkitehtisuunnittelu:	Arkkitehtitoimisto Kimmo Kuismanen Oy
Rakennesuunnittelu:	Arkins Oy
Urakoitsija:	Skanska Pohjois-Suomi Oy
Valmistumisvuosi:	2000

(URL3.)



KUVA 11. As Oy Oulun Linnanvouti

## 4.3 PSOAS 20 / Oulun Puu-Linnanmaa

### 4.3.1 Tutkimuskohteen perustiedot

Laajuus:	6 taloa (2 krs), 38 asuntoa, 2100 kem <sup>2</sup>
Sijaintiosoite:	Puulinnankatu 7, 90570 Oulu
Rakennuttaja:	Pohjois-Suomen Opiskelija-asuntosäätiö (PSOAS)
Arkkitehtisuunnittelu:	Arkkitehtitoimisto Huttu-Hiltunen Oy
Rakennesuunnittelu:	Insinööritoimisto Taponen & Heiskari Oy Urakoitsija
Urakoitsija:	Rakennusliike Oulun Kiinteistötaito Oy
Valmistumisvuosi:	2002



KUVA 12. PSOAS 20, talo B

### **4.3.2 Tutkimuskohteessa käytetyt rakenteet**

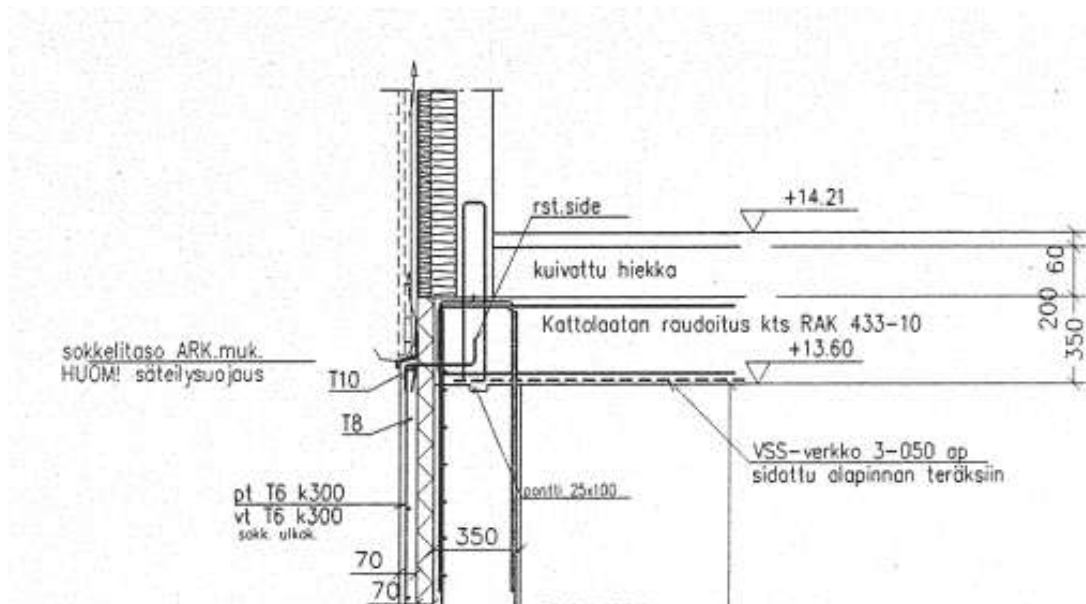
#### **Rakennusten runkojärjestelmä**

Kaikki vuonna 2002 valmistuneet PSOASin Puulinnankadun asuinrakennukset, oli tarkoitus toteuttaa täysin puurunkoisina. Vuoden loppupuolella suunnitelmiin tuli kuitenkin muutoksia, joissa A, B ja C taloissa ykköskerroksen kantavaksi runkojärjestelmäksi valittiin betonielementtiseinät ja välipohjiksi 265 mm:n ontelolaatat. Näin ollen Puulinnankadun tutkimuksessa mukana olevista taloista A, B ja C toteutettiin sekarunkoisina ja loput D, E ja F puurunkoisina Plat-form rakennuksina. Seuraavassa osiossa käydään läpi kohteiden rakenteet.

#### **Ulkoseinät talo A, B ja C**

Kellarin ja ensimmäisen kerroksen kantavina rakenteina toimivat talojen betoniset päätyseinät, sekä huoneistoja erottavat betoniseinät. Rakennetta jäykistämään on kantavia seiniä vasten valettu, taloon nähden pitkittäissuuntaiset 120 mm:n betoniseinät. Kantavat ulkoseinät muodostuvat 150 mm:n paksuisesta betonielementistä, jonka ulkopinnassa toimii 150 mm:n puu-ristikoolaus. Rakenne on eristetty 150 mm:n, limitetyllä mineraalivillalla ja suojattu 13 mm:n EK-Gyproc-tuulensuoja levytyksellä. (Katso *KUVA 13*.) Sekä betoni- että puurunkoisten ulkoseinien puuverhouksina on käytetty pysty- ja vaakalaudoituksia, sekä maalattuja/tehdaskäsiteltyjä vanerilevyjä. Pystylaudoituksena toimiva UTS 25x95, sekä vaakalaudoituksessa käytetty UYV 28x145, ovat hienosahattua vähäoksaista kuusta. Verhoilulaudoitukset on asennettu aina sydänpuoli ulos-, sekä tyvipuoli ylöspäin.

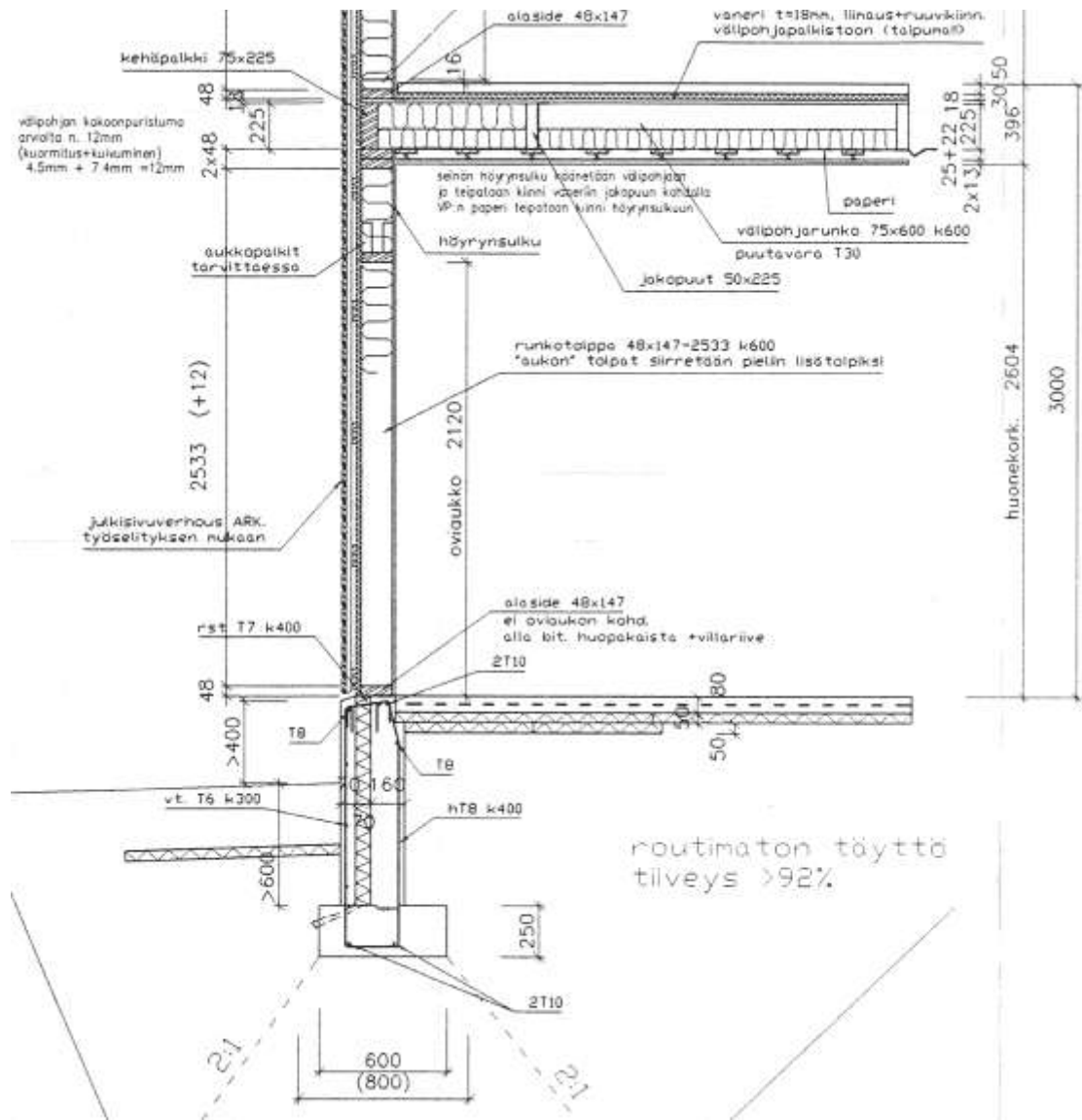
Rakennusten kantamattomat ulkoseinät ovat puurunkoisia. (Katso *KUVA 19*.) Runkorakenteessa on käytetty 2-kerroksen korkuisia 50x125 mm k600 runkopuu tolppia. Eristeenä on mineraalivilla tiiviisti limitettynä. Rakenteessa höyrynsulku on asennettu rungon ja sisäverhouksena käytetyn 13 mm:n EK-kipsilevyn väliin. Kaikki ulkoseinillä olevien eri materiaalien rajasaumat on tiivistetty polyuretaani saumavaahdolla.



*KUVA 13. Kantavan betonisen seinärungon rakenne, sekä liitos VSS:n kohdalla (PSOAS rakennuskanta-arkisto.)*

### **Ulkoseinät talo D, E ja F**

Rakennusten rungon muodostavat kantavat puurunkoiset ulkoseinät, joissa kuormat jakaantuvat 48x147-2533 k600 runko tolpile. Rungon puuliitokset on pyritty tekemään erityisen tiiviiksi painumien minimoimiseksi. Erityistä huomiota on pyritty kiinnittämään myös ulkoseinien ilmantiiveyteen välipohjien ja -seinien liittymäkohdissa. Seinärungon ja sisäpuolisen kipsilevyn väliin jäävä höyryn sulku on käännetty välipohjalle ja teipattu tiiviisti välipohjan paperin kanssa. Seinärakenteessa eristävänä kerroksena toimii 150 mm:n vahvuinen mineraalivilla kerros, joka on suojattu tuulensuojalevyllä. Verhoiluna seinissä on käytetty, jo edellä mainittuja pysty- ja vaakalautoituksia, sekä maalattuja/tehdaskäsiteltyjä vanerilevyjä. (Katso *KUVA 14.*)

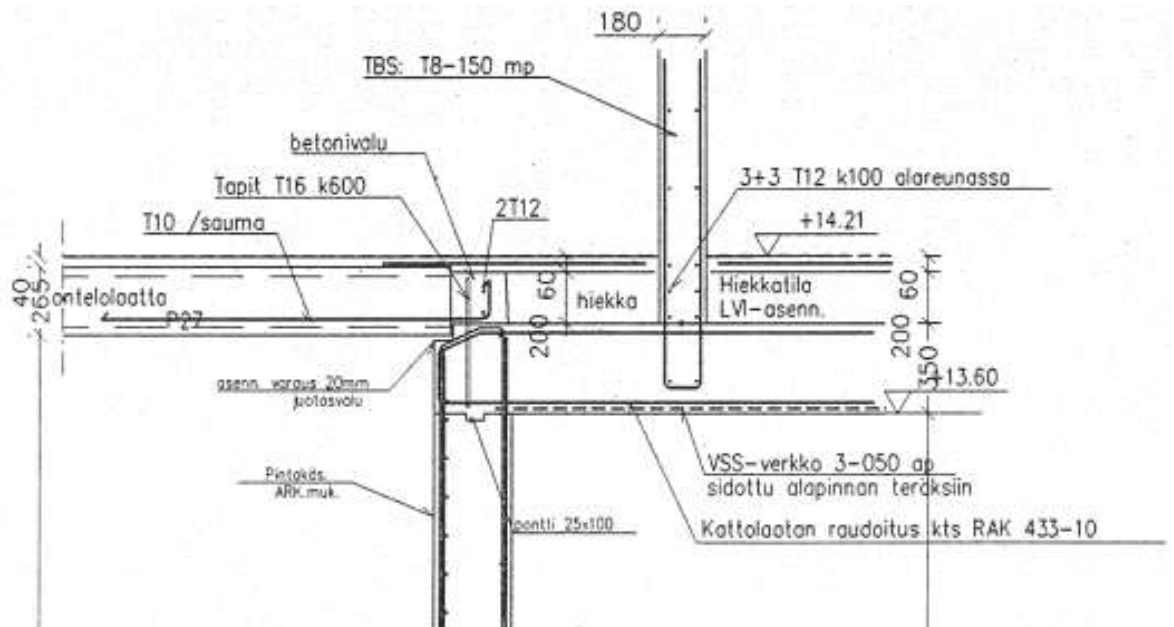


KUVA 14. Kantava puurunkoinen ulkoseinä, perustukset, sekä väli- ja alapohjat (PSOAS rakennuskanta-arkisto.)

### Väliseinät talo A, B ja C

Ensimmäisten kerrosten kantavina väliseinäinä ovat paikallavaletut 180 mm:n teräsbetoniseinät, jotka toimivat äänen ja palon kannalta tehokkaasti osastoivina seininä. (Katso KUVA 15.) Toisessa kerroksessa huoneistoja erottavina seininä toimivat kaksirunkoiset sik-sak puuseinät, joilla on katkaistu huoneistojen välinen runkoäänien eteneminen. Rungot on levytetty molemmin puolin kaksinkertaisella kipsilevytyksellä, jolloin on saavutettu EI30 luokan palo-osastointi (Katso KUVA 16.) Huoneistoissa kevyet

väliseinät ovat puu- tai metallirunkoisia kipsilevyseiniä, runkopuina on käytetty mitallistettua, sormijatkettua 45x69 mm kertopuuta. Levyseinien ylä- ja alaliitokset on tiivistetty tiivistenauhalla ja valmiit levytetyt seinät kitattu liitoksistaan akryylisaumauksin.

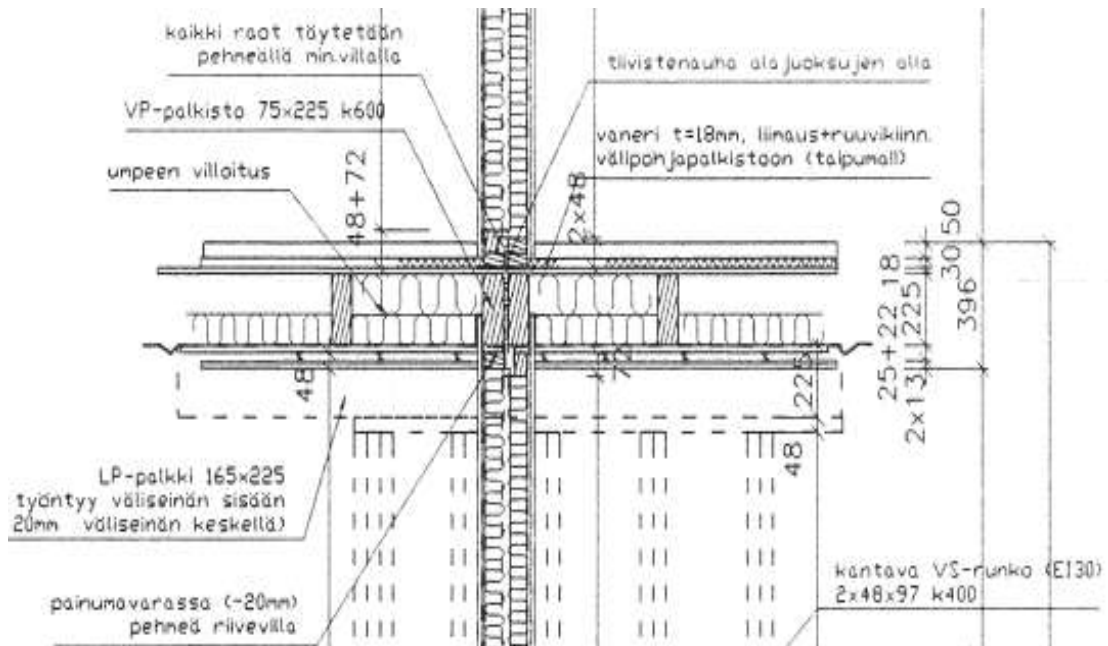


*KUVA 15. Väestönsuojan ja kantavan väliseinän liitos (PSOAS rakennuskanta-arkisto.)*

### **Väliseinät talo D, E ja F**

Huoneistoja erottavina seininä toimivat kaksirunkoiset sik-sak puuseinät, joilla on katkaistu huoneistojen välinen runkoäänien eteneminen. Rungot on levytetty molemmin puolin kaksinkertaisella kipsilevytyksellä, jolloin on saavutettu EI30 luokan palo-osastointi. (Katso *KUVA 16.*) Levytys toimii myös rakennuksen poikittais-suuntaisena jäykisteenä. Huoneistojen välisten seinien jäykistävää vaikutusta on tehostettu sitomalla ne välipohjan läpi kulkevilla jengatangoilla toisiinsa.

Huoneistoissa kevyet väliseinät ovat puu- tai metallirunkoisia kipsilevyseiniä, joissa runkopuina on käytetty mitallistettua, sormijatkettua 45x69 mm kertopuuta. Levyseinien ylä- ja alaliitokset on tiivistetty tiivistenauhalla ja valmiit levytetyt seinät kitattu liitoksistaan akryylisaumauksin.



KUVA 16. Huoneistojen välinen osastoiva seinäleikkaus, sekä välipohjien liitos (PSOAS rakennuskanta-arkisto.)

### Välipohjat talo A, B ja C

A, B ja C taloissa välipohjiksi on valittu 265 mm:n ontelolaatat, 65 mm kantaville tuille tuettuina. Ontelolaatta kentät on jäykistetty huoneistokohtaisiksi kentiksi 40 mm:n pintabetoni valulla. (Katso KUVA 19.) Huoneistojen väliset liitoskohdat on valettu tiiviiksi betonijuotoksilla.

### Välipohjat talo D, E ja F

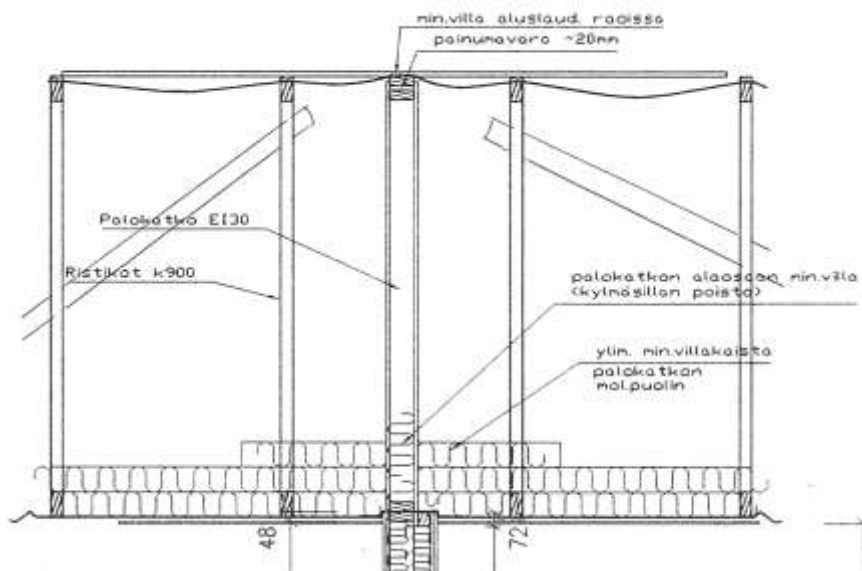
Välipohjia kannattelevana rakenteena toimii 75x225 k600 kertopuupalkkisto. Kannattavien palkkien pintaan on asennettu vaneri levytys jonka narinan minimoiminen on varmistettu ruuvi kiinnityksen lisäksi suoritettulla liimauksella. Levytyksen päälle on asennettu 30 mm:n kova villa, jonka jälkeen välipohjan pintaan ääntä eristäväksi kerrokseksi on valettu 50 mm:n vahvuinen uiva betonilaatta.

Välipohjapalkkien väliin on ääntä eristämään asennettu 100 mm:n mineraalivilla kerros. Välipohjissa alapinnan sisäverhouslevyinä toimii jousirangoilla ripustettu kaksinkertainen kipsilevytys. (Kuva KUVA 14.)

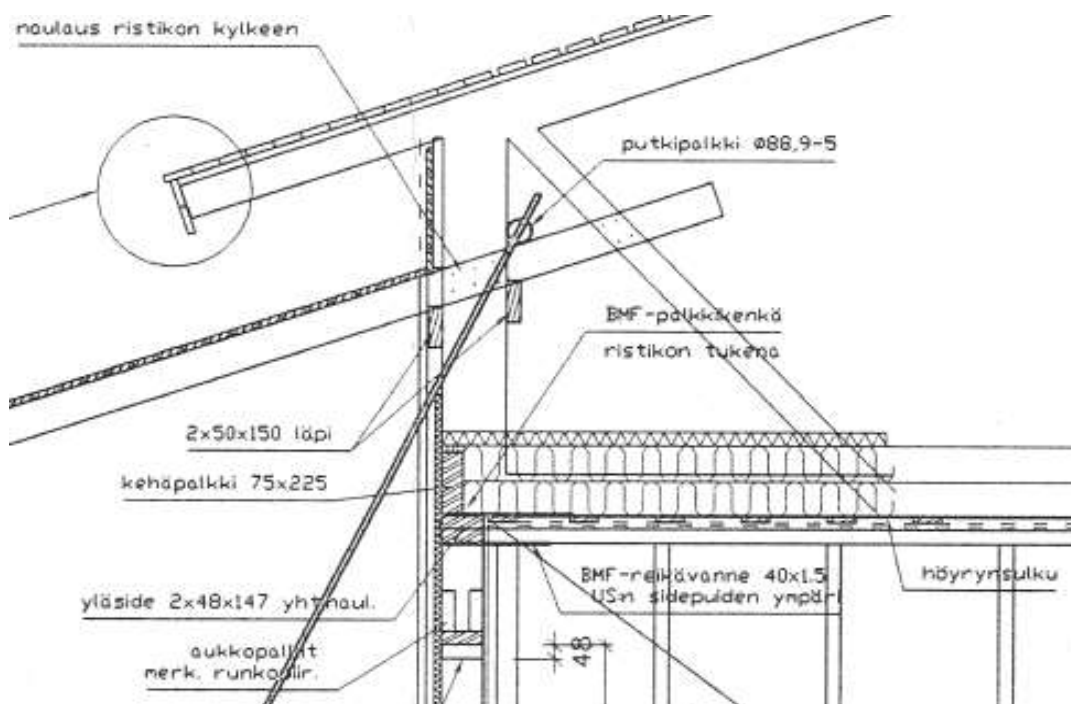


## Yläpohjat talo A, B ja C, sekä D, E ja F

Kantavana runkorakenteena yläpohjassa toimivat tehdasvalmisteiset puiset naulalevyristikot. Ristikoiden kannattelemaan alakattoon on asennettu seinille tiiviisti limitetty höyrynsulkumuovi, sekä laudoitus 19x100 k300. Alakatto on verhoiltu kipsilevytyksellä ja saumat on kitattu tiiviiksi. Eristyksenä yläpohjassa toimii 300 mm:n mineraalivilla kerros. (Katso *KUVA 18.*) Huoneistojen väliset seinät nousevat ullakkotilaan katkaisten yläpohjan. Rakennerratkaisun ansiosta ullakkotilat on saatu jaettua huoneistoittain palo-osastoihin palomääräysten mukaisesti. (Katso *KUVA 17.*)



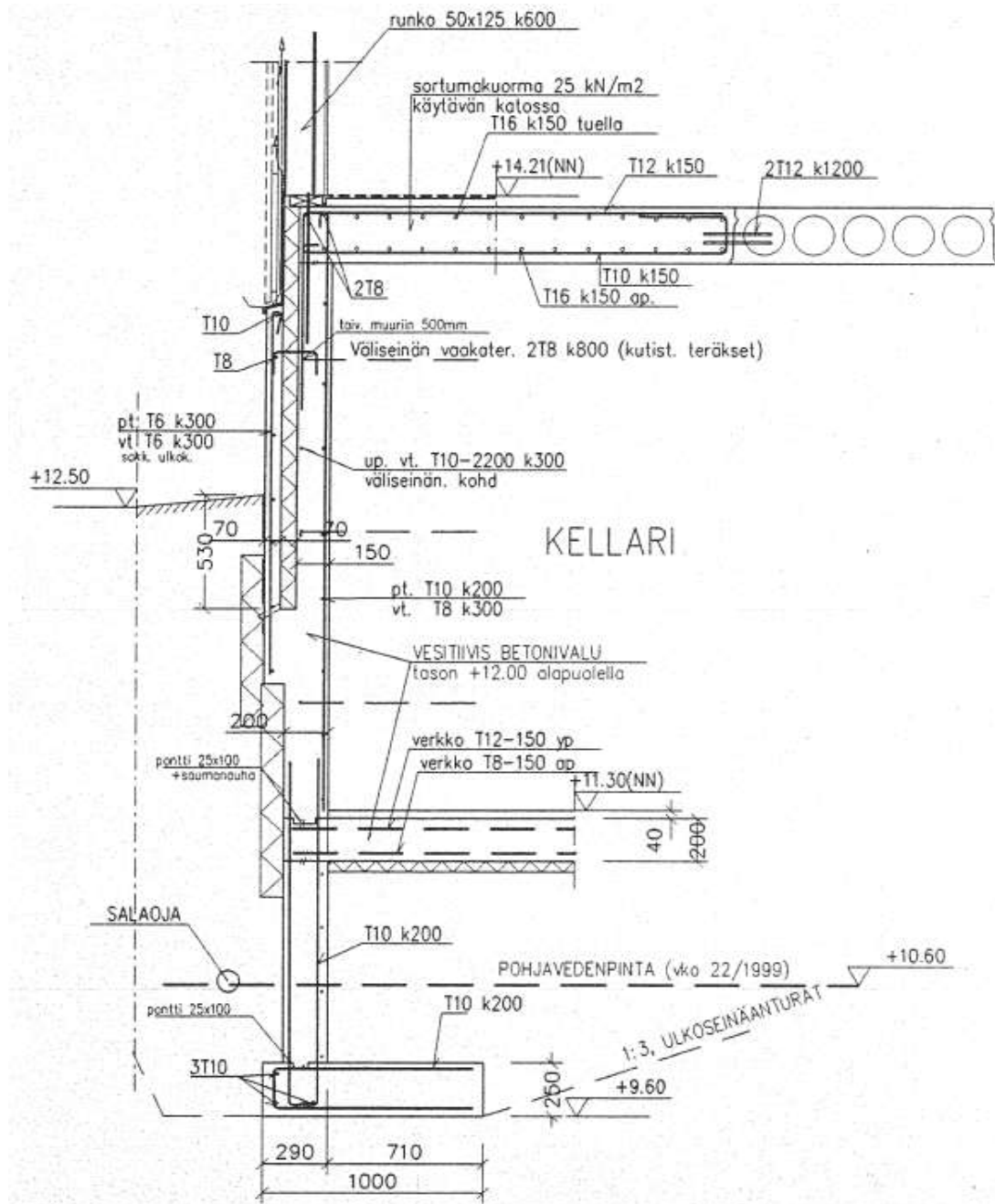
*KUVA 17.* Yläpohjan katkaiseva osastoiva seinä (OSOAS rakennuskanta-arkisto.)



*KUVA 18. Yläpohjan ja kantavan puuseinän liitos (PSOAS rakennuskanta-arkisto.)*

### **Alapohjat talo A, B ja C, sekä D, E ja F**

Betonirakenteiden osalta Puulinnankatu 7 kohteissa on noudatettu vuonna 1999 voimassa ollut Suomen rakentamismääräysohjelman kohtaa B 2, Kantavat rakenteet, sekä perustusten osalta kohtaa B 3, Pohjarakennus. Alapohjat ovat paikallavalettuja maanvaraisia betonilaattoja ja ne lepäävät routimattoman täytön päällä. Eristeeksi reuna-alueille on asennettu 100 mm:n, ja keskikenttään 50 mm:n eristelevytys. Rakennuksissa, joissa on kellari- ja väestönsuojatiloja, on tason +12.00 alapuoliset tilat valettu vesitiiviiksi. (Katso *KUVA 19.*)



KUVA 19. A-talon alapohjan ja välipohjan rakenteet, huomaa myös ensimmäisen kerroksen kantamaton puuseinä (PSOAS rakennuskanta-arkisto.)

### **4.3.3 Haastattelu kohteen nykykunnosta**

Toteutettu haastattelu kuuluu luvussa 7.2 käsiteltyjen asukaskyselyiden ohella puutuotealan yhteistutkimusyhtiö Finnish Wood Research:n rahoittamaan tutkimukseen. Kohdetta PSOAS 20 arvioivat tässä haastattelussa Pohjois-Suomen opiskelija-asuntosäätiön tekninen valvoja sekä kohteen entinen isännöitsijä.

*Haastattelun pohjana käytimme samaisen tutkimuksen kyselyä, joka on kohdistettu puukerrostalojen isännöitsijöille. (Katso Liite 9.)*

Kohteen ollessa vielä nuori, ei sen energiankulutuksessa ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Ainoa muutos, joka energian saralla on tapahtunut, liittyy ”säästövesi”-kalusteiden tuomaan säästöön. Kalusteet hankittiin muutama vuosi takaperin pienentämään lämpimän käyttöveden kulutusta. Energialuokaltaan kohde kuuluu luokkaan D.

Kohteen energiamuotona toimii kaukolämpö, ilmanvaihtojärjestelmän ollessa koneellinen yhteiskanavapoisto. Varsinaista kuntoarviota ei kohteeseen ole tehty. Suunnitellut korjaukset ovat vähäisiä, johtuen juurikin kohteen nuoruudesta. Tärkeimmät korjaukset liittyvätkin vain yleiseen kunnossapitoon, sisältäen julkisivun maalauksia ja IV-kanavien nuohouksia. Mainittuja pieniä korjauksia on toteutettu ajoittain, tarpeen mukaisesti. Lämmönvaihtimien vaihto tulee kuulemamme perusteella ajankohtaiseksi noin kymmenen vuoden kuluttua.

Kysyessämme mielipiteitä puukerrostalon korjaustarpeesta suhteessa muihin vastaaviin kerrostaloihin, muodostuivat vastaukset melko neutraaleiksi. Ainoana erona tuntui olevan puujulkisivun tuoma lyhyt huoltoväli, sekä sen tuomat lisäkustannukset. Asukastyytyväisyyden sekä energiankulutuksen osalta ei eroavaisuuksia puolestaan esiinny.

Haastattelun aikana nousi esille muun muassa sanat: ääneneristys, höyrynsulku, sekä märkätilojen vesieristys. Näihin on haastateltavien mukaan kiinnitettävä erityistä huomiota puukerrostalon kohdalla.

# 5 RAKENNUKSEN TIIVEYS

## 5.1 Rakennuksen vaipan ilmanpitävyys

### 5.1.1 Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>E-luku</b>	Tarkoittaa rakennuksen käyttämää energiaa, suhteessa sen pinta-alaan nähden.
<b>U-arvo</b>	Kuvaa rakennuksen eri rakenteiden lämmöneristys kykyjä.
<b>n50-luku</b>	Ilmanvuotoluku n50, kuvaa kuinka monta kertaa rakennuksen ilmatilavuus vaihtuu tunnissa, kun rakennukseen aiheutetaan 50 Pa ali- tai ylipaine.
<b>Energiatodistus</b>	Kaikilta rakennettavilta asuinrakennuksilta vaadittava todistus, joka kertoo kuluttajille rakennuksen energia tehokkuuden.
<b>n<sub>vuotoilma</sub></b>	Rakennuksen vuotoilmakerroin, kertaa tunnissa, 1/h.

(URL 8 ja 9.)

### 5.1.2 Vaipan ilmanpitävyyttä koskevat määräykset

Tammikuussa 2008 voimaan tulleen lakiasetuksen myötä, kaikilta rakennettavilta uudisrakennuksilta on vaadittu rakennuslupaa haettaessa energiaselvitys ja -todistus. Energiatodistuksella selvitetään asukkaalle se energian tarve, joka tarvitaan rakennuksen tarkoitusta vastaavaan käyttöön. Asetuksella on pyritty lisäämään kuluttajan ymmärrystä rakennuksen energiankulutuksesta ja sen avulla on varmistettu uudistuvan

rakennuskannan laadunkehitys. Asetus on askel kohti ympäristöystävällisempää asumista. (URL 10.)

1.1.2008 voimaan tulleen asetuksen myötä on rakentamismääräyksissä selvennetty energiatodistuksen laatimisen kulkua. Uusien määräysten mukaisesti, vaipan ilmanpitävyys kuuluu rakennusosien lämmönläpäisykertoimien (U-arvojen) ja ilmanvaihdon yhteydessä tapahtuvan lämmöntalteenoton ohella lämpöhäviöiden tasauslaskennan piiriin. (URL 10.)

Heinäkuussa 2012 astuu voimaan ympäristöministeriön asettama uusi asetus koskien rakennusten energiatehokkuutta. Uudella asetuksella tullaan kumoamaan ympäristöministeriön 22.12.2008 antama asetus rakennusten lämmöneristyksestä, sekä samaan aikaan annettu asetus rakennusten energiatehokkuudesta. Uudet asetukset tulevat entisestään nostamaan rakennusten ilmanpitävyyden merkitystä rakenteiden toimivuuden kannalta. (URL 10.)

Mikäli energiaselvitystä laadittaessa ilmanpitävyyttä ei osoiteta mittaamalla tai muulla menettelyllä, käytetään rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa rakennuksen vuotoilmakertoimena arvoa  $n_{\text{vuotoilma}} = 0,16 \text{ 1/h}$ , mikä vastaa ilmanvuotolukua  $n_{50} = 4,0 \text{ 1/h}$ . Tätä pienempää arvoa voidaan käyttää vain, jos ilmanpitävyys osoitetaan mittaamalla, tai muulla menettelyllä. Tällöin rakennuksen vuotoilmakerroin lasketaan seuraavan yhtälön mukaisesti,  $n_{\text{vuotoilma}} = n_{50}/25$ . (URL 8.)

Suomen rakentamismääräyskokoelmissa on ilmoitettuna tavanomaisia ilmanvuotolukuja. (Katso *TAULUKKO 2*.) Ilmoitetut luvut kuvaavat tilannetta 50 Pa:n paineen vallitessa.

## TAULUKKO 2. Vaipan ilmanvuotoluvut (URL 8.)

<i>Taulukko 4.3. Tyypillisiä vaipan ilmanvuotolukuja (n<sub>50</sub>) erilaisille rakennuksille riippuen rakentamis- ja toteutustavasta.</i>		
Tavoiteilmanpitävyys	Yksityiskohdat	Tyypilliset n <sub>50</sub> -luvut, l/h
Hyvä ilmanpitävyys	Saumojen ja liitosten ilmanpitävyyteen on kiinnitetty erityistä huomiota sekä suunnittelussa että rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa (erillistarkastus)	Pientalo 1 ... 3 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus 0,5 ... 1,5
Keskimääräinen ilmanpitävyys	Ilmanpitävyys on huomioitu tavanomaisesti sekä suunnittelussa että rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa	Pientalo 3 ... 5 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus 1,5 ... 3,0
Heikko ilmanpitävyys	Ilmanpitävyyteen ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota suunnittelussa eikä rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa	Pientalo 5 ... 10 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus 3 ... 7

### 5.1.3 Tiiveyden kannalta haastavat yksityiskohdat puukerrostaloissa

Rakennettaessa puurakenteista kerrostaloa, tulisi jo rakennusvaiheessa tiedostaa puurakenteiden käyttäytyminen vuosien kuluessa. Mikäli runkorakenteiden ja niiden liitoskohtien tiiveyteen ei työvaiheessa kiinnitetä riittävää huomiota, voivat kuormitusten aiheuttamat painumat kasvaa haitallisen suuriksi. Rakenteiden painumista ei puurunkoisessa kerrostalossa voida täysin estää ja sitä tapahtuu aina. Painumiin tuleekin varautua riittäväillä varauksilla, joilla estetään liiallisista siirtymistä johtuvat pintamateriaalien rikkoutumiset ja ilmavuotojen syntyminen.

Valittaessa tiiveyden kannalta merkittäviä materiaaleja, tulee huomioida myös eristeen ominaisuudet. Mikäli eriste on hygroskooppista, kosteuden kulkua tasaavaa ja kondensoitumista estävää, voidaan höyrynsulku korvata pelkällä ilmansululla. Käytettäessä mineraalivillaa tai muuta kosteutta läpäisevää eristemateriaalia, tulee höyrynsulun olla ehdottomasti höyry-, sekä ilmatiivis ja sijoittua aina ulkovaipan sisäpintaan eristeen sisäpuolelle. (Viljakainen 1997, 51.)

Tiiveyden kannalta haastavimpia kohtia ovat ylä-, väli-, ja alapohjien liitokset, joissa höyrynsulun eteneminen rakenteessa syystä tai toisesta joudutaan katkaisemaan. Ulkoseinien toimiessa rakennuksen kantavana pystyrunkona, sijoittuvat välipohja palkistot taloon nähden poikkisuunnassa. Rakenne edellyttää palkkien tukeutumista ulkoseinien sisään ja katkaisee näin höyrynsulun jokaisessa kerroksessa. Kohdissa, joissa höyrynsulku joudutaan katkaisemaan, tulee se aina limittää riittävästi katkaisevan rakenne osan kanssa. Käytettäessä teippausta, pitäisi huomioida liimausten pettäminen ajan kuluessa. Rakenne tulisikin aina suunnitella niin, että limitys puristuu tiiviisti kahden jäykän materiaalien väliin. (Viljakainen 1997, 51.)

Ulkoseinän ja yläpohjan höyrynsulku tulee limittää yhteen pääkattokannattajien ja toisiokannattajien väliin. Myös poikittaissuunnassa tapahtuva puristus tulee varmistaa kannattajien väliin asennetuilla laudoilla. Kantavassa puualapohjassa höyrynsulku voidaan asentaa levytetyn alarungon päälle, jolloin höyrynsulku sijoittuu automaattisesti oikein eristeisiin nähden. (Viljakainen 1997, 51.)

## **5.2 Tiiveysmittaus ja selvitykset**

### **5.2.1 Tiiveysmittauksen suorittaminen**

Tiiveyttä tutkimuskohteissamme mitataan ilmanvuotoluvun, sekä lämpökuvauksen avulla. Puhallinyksikön aikaansaaman 50 Pa:n alipaineen vallitessa, suoritetaan vaipan ilmavuotokohdat ilmaiseva lämpökuvaus. Mittaukset pyritään suorittamaan aamupäivän aikana, jolloin auringon lämmöstä aiheutuva häiriö lämpökuvauksiin on vähäinen. Ilmanvuotoluku määritetään standardin SFS EN 13829 (menetelmä B) mukaisesti, 50 Pa:n alipaineessa ulkoilmaan verrattuna. Menetelmässä rakennuksen vuotoilmaluku (1/h) lasketaan 50 Pa:n alipaineen vallitessa saatujen ilmatilavirran ( $m^3/h$ ) ja kohteen ilmatilavuuden ( $m^3$ ) suhteena. (URL 12.)



## Menetelmän kulku lyhyesti:

Mittauksen alkaessa rakennuksen kaikki tarkoitukselliset ilmanvaihtoaukot suljetaan tiiviisti. Puhallinyksikkö ja mittalaitteisto asennetaan mahdollisimman rauhalliseen paikkaan, jossa paineen luomiselle ei synny häiriöitä (esim. tuuli). Rakennuksen sisäisen- ja ulkoisen paineen välinen erotus mitataan ja tulokset syötetään mittalaitteistoon. Laitteistoon lisätään myös vaipan pinta-alat, nettotilavuus, sekä sisällä ja ulkona vallitsevat lämpötilat. Puhallinyksikkö käynnistetään, jolloin rakennukseen alkaa muodostua alipainetta. (Katso *KUVA 20.*) Laitteisto mittaa ilmavuodon muutoksen paineen kasvaessa ja tallentaa tulokset muistiin. Tietokoneelta saadaan helposti luettavat tulosteet. (Katso Liite 1.) Mittauksen aikana suoritettulla lämpökuvauksella paikallistetaan ilmavuotokohtat. (Katso *KUVA 21.*)



*KUVA 20. Puhallinyksikkö ja mittauspiste*

Mittaus suoritetaan puu-, sekä sekarunkoisissa useampikerroksisissa taloissa, joissa huomio tullaan keskittämään rakenteiden haastaviin yksityiskohtiin. (Katso luku 5.1.3.)

## 5.2.2 Tiiveysmittausten tulokset

### Kiinteistö Oy Puukotka

Puukotkassa suoritettujen asukaskyselyjen vastausprosentti oli alhainen, jonka johdosta eri huoneistojen välisten eroavaisuuksien vertailussa ei puukotkassa onnistuttu. Ilmantiiveyden osalta mittauksia päästiin kuitenkin suorittamaan 6.4.2011.

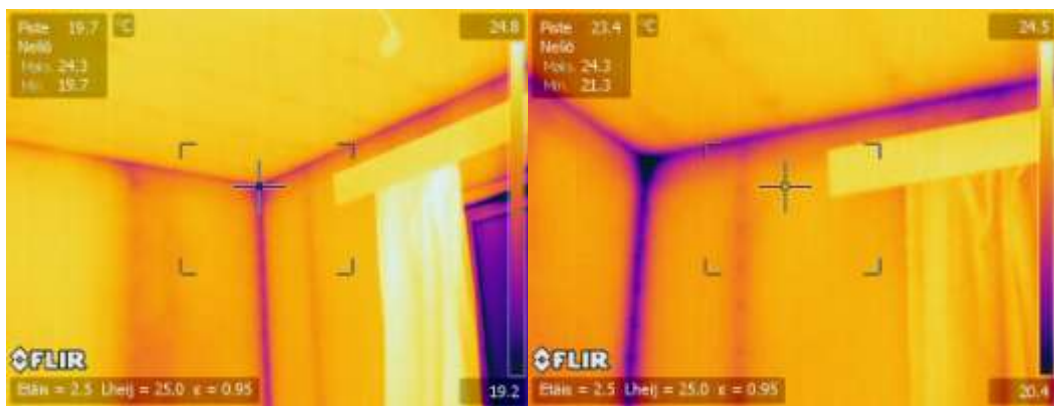
Tiiveysmittausten alkaessa ilmanpaineen välinen ero sisällä ja ulkona oli 3 Pa. Vallitsevasta paine-erosta johtuvat ilma- ja lämpövuodot paikannettiin huoneistossa suoritettulla lämpökuvauksella. Lähes paineettomassa tilassa lämpökuvaus ei paljastanut suuria vuotoja. (Katso *KUVA 21.*)



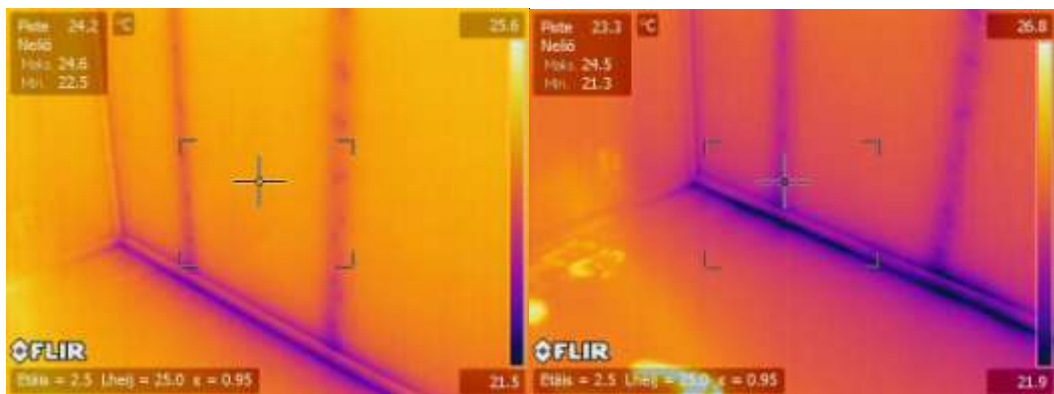
*KUVA 21. Väliseinän, ulkoseinän ja yläpohjan välinen liitos, lämpökameralla kuvattuna, ennen paineistusta.*

Kuvauksen jälkeen kaikki vaipassa olevat aukot suljettiin ja alipaineistaja asennettiin toimintapisteelle. Mittalaitteistoon syötettiin kohteen tiedot, joissa mainittiin paine-, sekä lämpötilaerot. Tämän jälkeen laskettiin lattian, katon, sekä seinien pinta-alat ja niistä muodostuvan huoneiston tilavuus. Rakennukseen suoritettu mittaus toteutettiin sekä 50 Pa:n ali- että ylipaineessa ulkoilmaan verrattuna. Mittausten tuloksena As Oy Puukotkan ilmanvuotoluvuksi saatiin 2.49 1/h, joka oli odotettua parempi. (Katso Liite 1.)

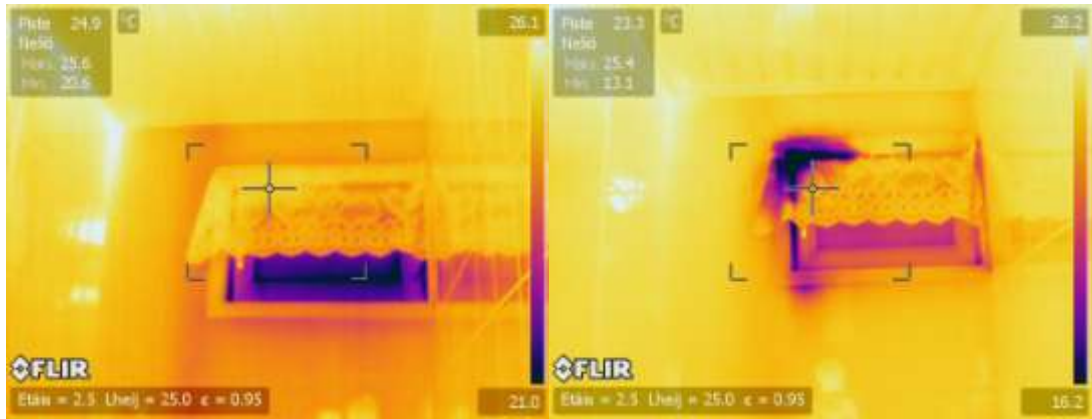
Lämpökuvauksella rakenteista ei löydetty suuriin rakennusvirheisiin viittaavia vuotokohtia, vaan havaitut vuodot olivat rakennuksen iän ja rakenneratkaisujen kanssa johdonmukaisia. Alipaineesta johtuvaa ilmavirran suuruutta oli helppo seurata myös kuvissa esiintyvinä lämpötilaeroina. Merkittävimmät vuotokohdat ilmenevät seuraavissa kuvissa. (Katso *KUVA 22, 23, 24 ja 25.*) Yllättäväksi vuotokohdaksi ilmeni huoneistojen välisen osastoivan seinän ja ulkoseinän välinen liitos. (Katso *KUVA 22 ja 25.*) Rakennusvaiheessa tulisikin kiinnittää huomiota runkopuiden lappeiden välisiin liitoksiin ja tehostaa tiiveyttä esimerkiksi turpoavaa liima käyttäen.



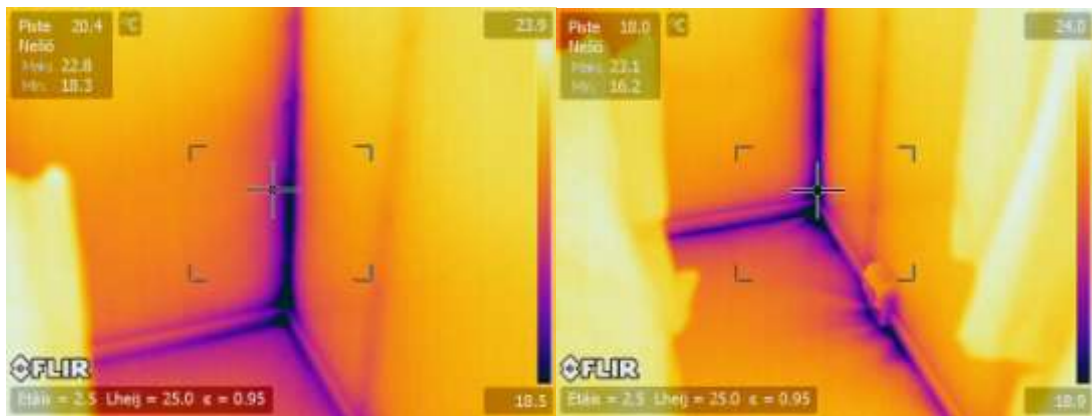
*KUVA 22. Yläpohjan, ulkoseinän ja osastoivan väliseinän liitos. Vasemmalla tilanne ennen paineistusta, oikealla 50 Pa:n alipaineen vallitessa.*



*KUVA 23. Välipohjan, kevyenväliseinän ja ulkoseinän liitos. Vasemmalla tilanne ennen paineistusta, oikealla 50 Pa:n alipaineen vallitessa.*



KUVA 24. Vasemmalla kylpyhuoneen ikkuna ennen paineistusta, oikealla 50 Pa:n alipaineen vallitessa.



KUVA 25. Alapohjan, ulkoseinän ja osastoivanväliseinän liitos. Vasemmalla tilanne ennen paineistusta, oikealla 50 Pa:n alipaineen vallitessa.

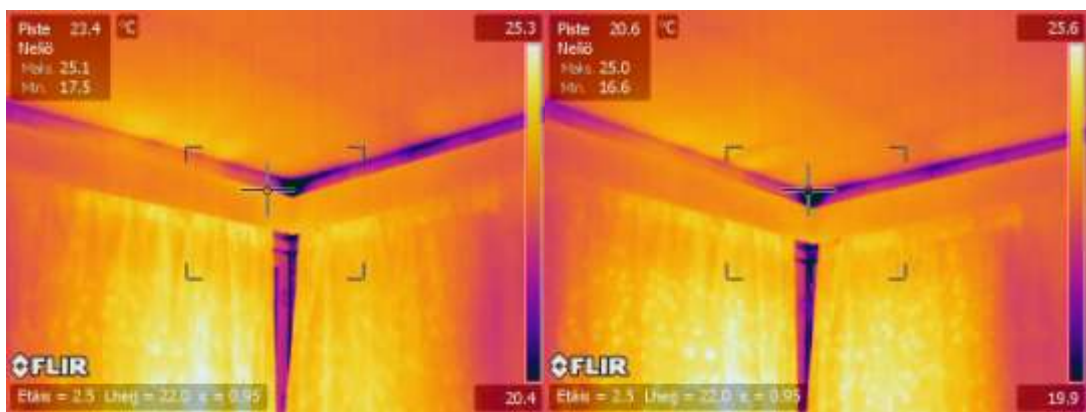
## PSOAS 20, Puurakenteinen F- talo

Ryhtyessämme kohteen PSOAS 20 tiiveysmittauksiin, oli lähtökohta Puukotkaan verrattuna parempi. Vastausprosentti asukaskyselyihin oli ollut ilahduttavan korkea, jonka ansiosta jo mittauksia suorittaessamme, osasimme kiinnittää huomiomme asukkaiden mainitsemiin ”kylmiin” ja ”vetoisiin” kohtiin.

Tiiveysmittaukset pääsimme aloittamaan keskipäivällä 2.5.2011. Mittaukset etenivät ilmanvaihtoa lukuun ottamatta edellä mainitun Kiinteistö Oy Puukotkan mittauksen mukaisesti. Koneellista ilmanvaihtoa sulkiessamme

totesimme sen olevan talokohtainen, jonka vuoksi sen sulkeminen olisi edellyttänyt pääsyä teknisiin tiloihin. Ajan puutteen vuoksi tyydyimme poisto- ja tuloilmaventtiilien tiiviiseen sulkemiseen.

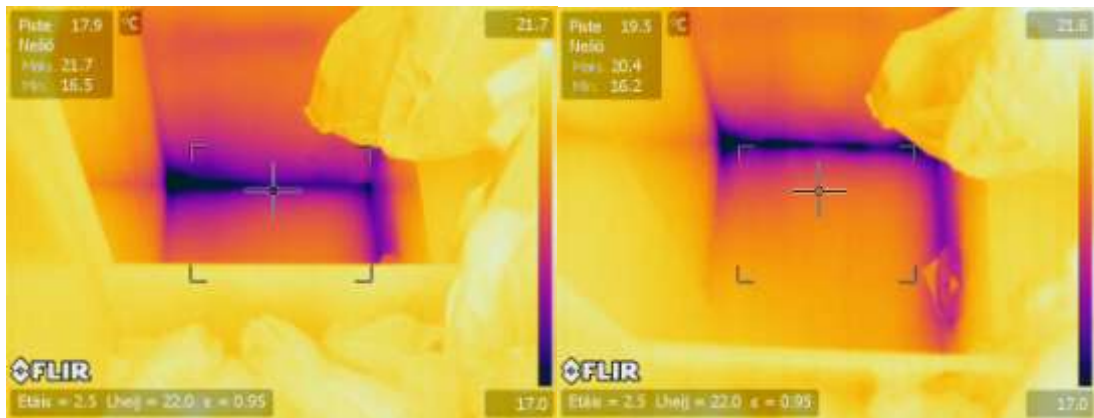
Tarkoituksemme oli suorittaa lämpökuvaukset mahdollisimman aikaisin aamulla, jolloin ulkoilman kylmyys olisi tehostanut lämpökuvausten tulosta. Tilanteessa oli kuitenkin edettävä asukkaan ehtoja kunnioittaen ja tällä kertaa kolea ilma helpotti päivällä suoritettuja kuvauksia. Ennen paineistuksen aloittamista suoritimme normaalipaineessa lämpökuvauksen, joka paljasti muutamia vuotokohtia yläpohjan liitoksissa. (Katso *KUVA 26.*) "Silmään pistävänä" vuotokohtana oli yläpohjan ja huoneistojen välisen osastoivan väliseinän liitos. Vuoto selittyi varmasti rakenneratkaisulla, jossa yläpohjan eristeet ja höyrynsulku on jouduttu katkaisemaan palo-osastoivan seinän vuoksi. (Katso *KUVA 17.*)



*KUVA 26. Yläpohjan ja ulkoseinien välinen liitos. Vasemmalla tilanne ennen paineistusta, oikealla 50 Pa:n alipaineen vallitessa.*

Asentaessamme puhallinyksikköä parvekkeen oveen, havaitsimme ulkoilman olevan hyvin tuulinen. Epävakaa säätila aiheuttikin jatkuvaa painetilan vaihtelua, joka puolestaan vaikeutti mittauksen aloittamista. Ulko- ja sisäpaineen eroksi saimme lopulta -8,9 Pa. Tuulisen sään vuoksi jätimme ylipainemittauksen väliin ja tyydyimme n50-luvun laskentaan riittävään alipaineeseen.

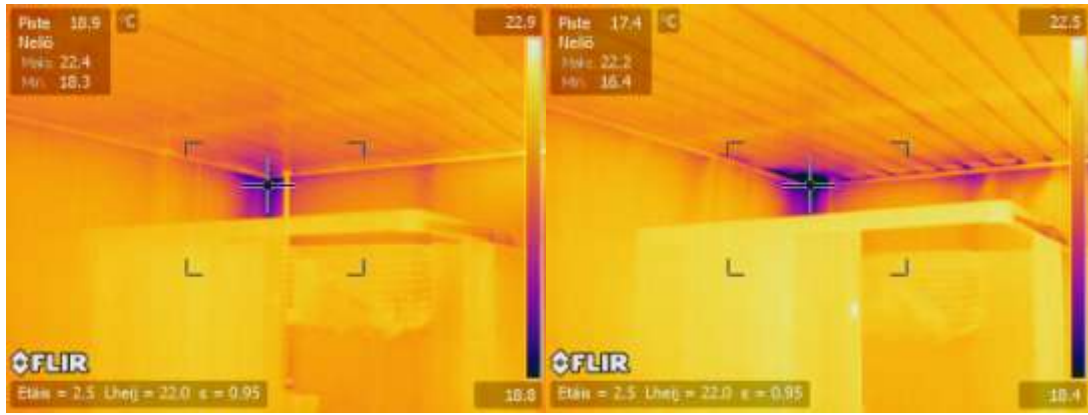
Mittauksen tuloksena saimme puurakenteisen F-talon ilmanvuotoluvuksi 2,31. Omiin odotuksiimme ja vertailu arvoihin nähden luku oli hyvä ja osoittaa, että suunnittelu ja rakennus vaiheessa tiiveystekniset asiat on huomioitu. 50 Pa:n paineessa kuvattu lämpökuvaus ei osoittanut merkittäviä muutoksia normaalipaineessa kuvattuihin kuviin nähden. (Katso *KUVA 26, 27, 28 ja 29.*)



*KUVA 27. Yläpohjan ja huoneistojen välisen seinän liitos. Vasemmalla ennen paineistusta, oikealla 50 Pa:n alipaineen vallitessa.*



*KUVA 28. Yläpohjan, ulkoseinän ja huoneistojen välisen seinän liitos. Vasemmalla ennen paineistusta, oikealla 50 Pa:n alipaineen vallitessa.*

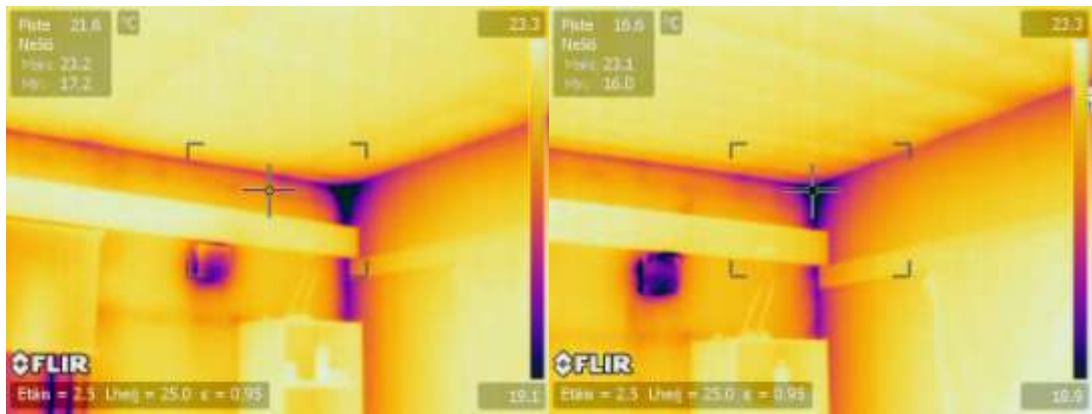


*KUVA 29. Kylpyhuone: Yläpohjan, ulkoseinän ja huoneistojen välisen seinän liitos. Vasemmalla ennen paineistusta, oikealla 50 Pa:n alipaineen vallitessa.*

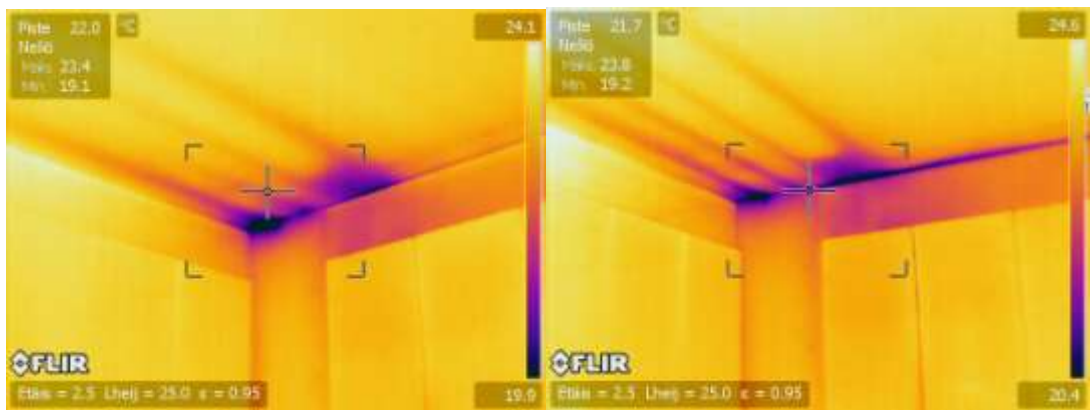
### **PSOAS 20, Sekarakenteinen B-talo**

Mittausten alkaessa aamulla 3.5.2011, oli sää kaikin puolin otollinen. Kolea, 4-celsiusasteen tyyni sää edesauttoi lämpökuvauksen ja paineistuksen suorittamista. Ennen paineistuksen aloittamista, normaalitilan paine-eroksi sisällä ja ulkona mitattiin  $-3,2$  Pa. Vallitsevassa paineessa suoritettu lämpökuvauksen osoitti yläpohjan ja ulkoseinien liitoksissa lieviä vuotoja, joiden muutoksia paineen kasvaessa osasimme näin ollen seurata. Saadaksemme mahdollisimman todenmukaisen vertailutuloksen F-taloon nähden, annoimme myös B-talossa talokohtaisen ilmanvaihdon olla päällä. Suljettuamme tiiviisti tulo- ja poistoilmaventtiilit, sekä vaipan muut tarkoitukselliset ilma-aukot, käynnistimme puhallinyksikön. Mittaus sujui ilman häiriötekijöitä ja n50-luvuksi B-talon huoneistolle saimme 2,33.

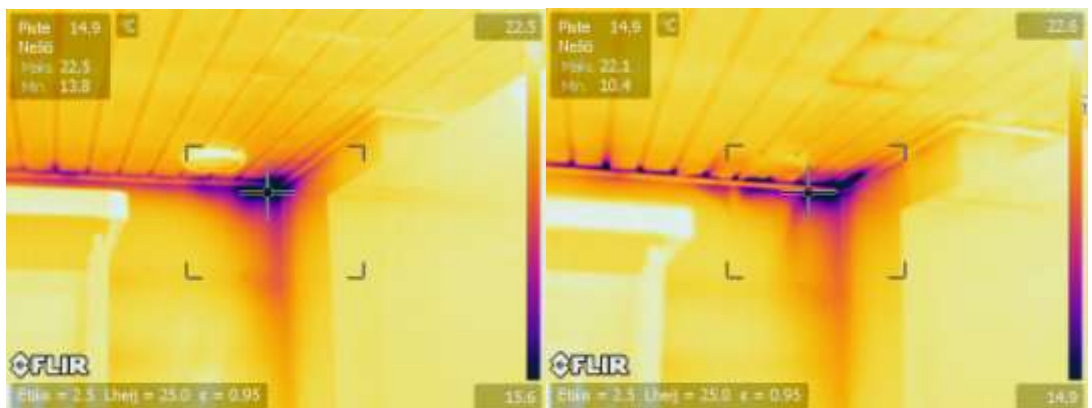
50 Pa:n alipaineessa suoritettu lämpökuvauksen korosti entisestään ensimmäisen kuvauksen paljastamia vuotokohtia. Rakenteiden läpi virtaavien vuotojen kasvaessa lämpötila vuotokohdissa laski, joka havainnollisti vuotojen suuruutta eri kohdissa. (Katso *KUVAT 30, 31 ja 32.*) Paineen vallitessa suoritettu kylpyhuoneen lämpökuvauksen paljasti myös vuotokohdan, jota normaalitilassa suoritettu kuvauksen ei ollut korostanut. (Katso *KUVA 33.*)



KUVA 30. Yläpohjan, ulkoseinän ja huoneistojen välisen seinän liitos. Vasemmalla ennen paineistusta, oikealla 50 Pa:n alipaineen vallitessa.



KUVA 31. Keittiö: Yläpohjan ja huoneistojen välisen seinän liitos. Vasemmalla ennen paineistusta, oikealla 50 Pa:n alipaineen vallitessa.



KUVA 32. Kylpyhuone: Yläpohjan, ulkoseinän välinen liitos. Vasemmalla ennen paineistusta, oikealla 50 Pa:n alipaineen vallitessa.





*KUVA 33. Kylpyhuone: Yläpohjan ja ulkoseinän välinen liitos 50 Pa:n alipaineen vallitessa.*

### **5.2.3 Tiiveysmittausten tulokset suhteessa asukaskyselyn vastauksiin**

Kaikissa tutkimuskohteissa suoritettujen tiiveysmittausten jälkeen on aika vertailla tuloksia asukaskyselyiden valossa. Kohteesta PSOAS 20 saatujen tiiveysteknisten mittausten tuloksia vertaillaan luvun 7.2.2 kysymyksien 9), 9a), 9b) ja 9c) vastauksiin. Ennen kuin vertailu aloitetaan, on syytä lukea mainitut asukkaille esitetyt kysymykset, sekä tarkastella asukkaiden mielipiteitä. Kysymykset ja vastauskuviot sijaitsevat sivuilla 75-77.

Vertailtaessa puu- ja sekarunkoisten rakennusten tiiveyslukuja, osoittautuu puurunkoisen F-talon tulos hieman paremmaksi. Otettaessa huomioon mittaustilanteiden tuoma virhemarginaali, voidaan puu- ja sekarunkoiset talot arvioida kuitenkin ilmantiiveydeltään tasavertaisina.

Vertailtaessa ilmanvuotolukujen yhtäläisyyttä kysymykseen 9a), voidaan mitattujen tulosten tuoma yhtäläisyys havaita myös asukkaiden mielipiteistä. Edellä mainittu kysymys käsittelee asuntojen yleistä lämpöviihtyvyyttä, jonka osalta vastaukset jakaantuvat sekä puu- että sekarakenteisissa taloissa tasan. Syy epäviihtyisyyteen lämmön osalta selviää kysymyksessä 9b), jonka mukaan etenkin sekarunkoisten talojen asukkaat ilmoittavat asuntojensa olevan kesällä liian kuumia. Lämpöviihtyvyyden osalta voidaankin todeta, ettei tiiveysteknisillä kysymyksillä ole merkittävää vaikutusta negatiiviseen

palautteeseen. Kohdassa 9c), kysyttäessä asunnoissa ilmenevää vedontunnetta, näyttäisivät puurunkoiset talot pärjäävän hieman sekarunkoisia paremmin. Huomioidessamme vastausten lukumäärän ja tiiveysmittausten yhtäläisen tuloksen, emme kuitenkaan tässä kohden totea sekarunkoisten talojen olevan merkittävästi vetoisampia.

Tiiveysteknisesti asunnot näyttäisivät toimivan melko yhdenmukaisesti, eivätkä keskustelut asukkaiden kanssa ilmaisseet suuria eroja. Vertailtaessa saatuja tiiveyslukuja tavanomaisiin vaipan ilmanvuotolukuihin, voidaan kohteiden todeta olevan myös vertailuarvoltaan tavanomaisia. (Katso *TAULUKKO 2.*)

# 6 RAKENNUKSEN ÄÄNENERISTYS

## 6.1 Rakennuksen äänitekniikka

### 6.1.1 Käytetyt termit ja lyhenteet

#### Ilmaääni

Ilman välityksellä tapahtuva äänen siirtyminen.

#### Runkoääni

Rakenteessa tai muussa kiinteässä kappaleessa etenevä mekaaninen värähtely, joka tuottaa ilmaääntä.

#### Askelääni

Muihin tiloihin kuuluva runkoääni, jonka aiheuttaa esimerkiksi esineiden siirtely tai kulkeminen portaissa.

#### Ilmaääneneristysluku $R_w$ tai $R'_w$ (dB)

Kahden huoneen tai muun tilan välistä ilmaääneneristävyttä kuvaava luku, joka hankitaan vertaamalla taajuuskaistoittain mitattua ilmaääneneristävyttä standardoituun vertailukäyrään.

#### Askeläänitasoluku $L_{n,w}$ tai $L'_{n,w}$ (dB)

Askelääneneristävyttä kuvaava luku, joka saadaan vertaamalla taajuuskaistoittain mitattua ja normalisoitua äänenpainetasoa standardoituun vertailukäyrään.

#### Äänenpainetaso $L_p$ (dB)

Äänenpaineen  $p$  ja vertailuäänepaineen  $p_0$  ( $=20\mu\text{Pa}$ ) suhteen kaksikymmenkertainen kymmenlogaritmi  $20 \lg(p/p_0)$ .

#### Äänitaso $L_{pA}$

Äänenpainetaso A-taajuuspainotettuna.

#### Keskiäänitaso (ekvivalenttitaso) $L_{A,eq,T}$ (dB)

Jatkuva vakioäänitaso, jonka tehollisarvo on sama kuin vaihtelevan äänitason keskimääräinen tehollisarvo määritetyllä ajanjaksolla.

#### Enimmäisäänitaso (A-painotettu) $L_{A,max}$ (dB)

Tarkasteluajanjaksona esiintynyt korkein äänitaso voimakkuudeltaan määritetyllä aikapainotuksella. Mikäli aikapainotusta ei erikseen mainita, tarkoitetaan aikapainotusta F (fast)

#### Jälkikaiunta-aika T (s)

Se aika, jona äänenpainetaso äänilähteen vaiettua alenee 60 dB.

(URL 12.)

### 6.1.2 Ääneneristystä koskevat määräykset

#### Pienimmät sallitut ilmaääneneristysluvun $R'_{w}$ (dB) arvot dB

- Asuinhuoneiston ja sitä ympäröivien tilojen välillä yleensä 55
- Asuinhuoneiston ja toista huoneistoa palvelevan uloskäytävän välillä, kun välissä on ovi 39

#### Suurimmat sallitut askeläänitasoluvun $L'_{nw}$ (dB) arvot dB

- Asuinhuoneistoa ympäröivistä tiloista keittiöön tai muuhun asuinhuoneeseen, yleensä 53
- Uloskäytävästä asuinhuoneeseen 63

#### Suurin sallittu jälkikaiunta-aika uloskäytävissä s

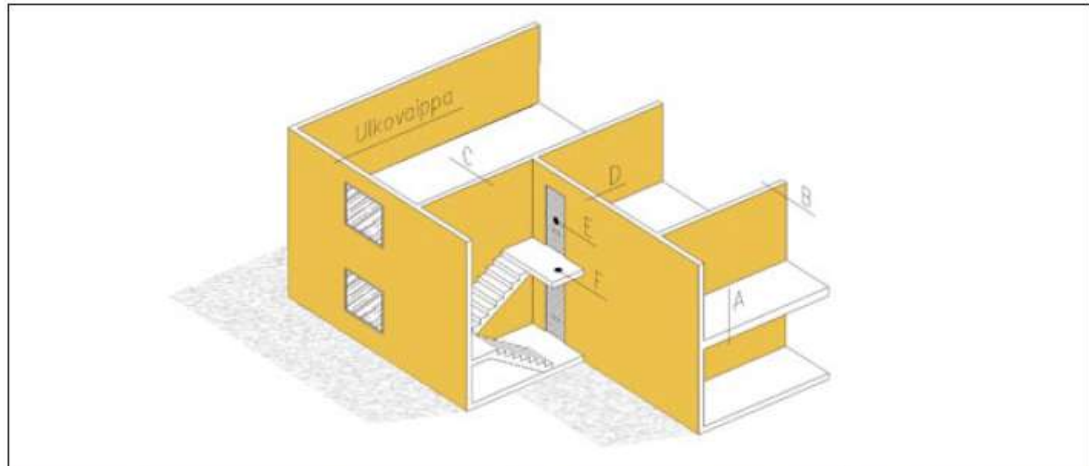
- Uloskäytävässä, josta on käynti vähintään kahteen huoneistoon 1,3

#### Rakennuksen LVIS-laitteiden ja muiden niihin rinnastettavien laitteiden aiheuttama suurin sallittu äänitaso asunnossa

	$L_{A,eq,T}$ (dB)	$L_{A,max}$ (dB)
- Keittiö	33	38
- Muut asuinhuoneet	28	33

(URL 12.)

*Katso seuraavalla sivulla sijaitsevat, ääneneristystä selvemmin kuvaavat KUVA 34 ja TAULUKKO 3.*



Tunnus	Selite	Ilmaääneneristysluku	Askeläänitasoluku
A	Huoneistojen välinen välipohja	$R'_{w} \geq 55$ dB	$L'_{n,w} \leq 53$ dB
B	Huoneistojen välinen seinä	$R'_{w} \geq 55$ dB	-
C	Porrashuoneen ja huoneistojen välinen seinä yleensä	$R'_{w} \geq 55$ dB	-
D	Porrashuoneen ja huoneistojen välinen seinä, kun seinässä on ovi	$R'_{w} \geq 39$ dB	-
E	Huoneiston ovi <sup>1)</sup>	$R_w \geq 37$ dB	-
F	Uloskäytävästä huoneistoon	-	$L'_{n,w} \leq 63$ dB

<sup>1)</sup> Huoneiston ulko-ovena käytetään vähintään ääniluokan 30 dB ovea tai oviyhdistelmää. Tämä vaatimus saadaan täytettyä, kun käytetään huoneiston ulko-ovea tai oviyhdistelmää, jonka laboratoriossa mitattu ilmaääneneristysluku on  $\geq 37$  dB.

**KUVA 34. Rakenteisiin kohdistuvat ääneneristävyysvaatimukset asuinrakennuksessa (URL 13.)**

**TAULUKKO 3. Puheen ja rakenteen ääneneristävyyden yhteys (URL 13.)**

$R'_{w}$ [dB]	Kuvaus
< 30	Seinä ei estä seuraamasta tapahtumia naapurihuoneistossa
>35	Normaali keskusteluääni kuuluu seinän läpi
>40	Normaali keskusteluääni kuuluu seinän läpi, mutta sanoista ei saa selvää
>45	Normaali keskusteluääni ei kuulu seinän läpi
>50	Voimakas puhe kuuluu seinän läpi, mutta sanoista ei saa selvää
>55	Voimakas puhe ei kuulu seinän läpi
>60	Voimakas huuto kuuluu seinän läpi, mutta sanoista ei saa selvää

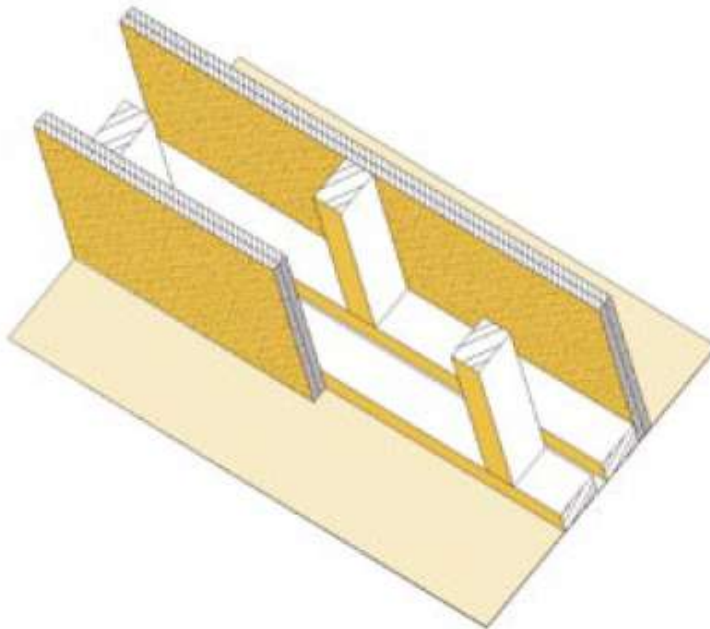
### **6.1.3 Ääniteknisesti haastavat yksityiskohdat puukerrostaloissa**

Ääneneristys omaa tärkeän vaikutuksen koettuun asumisviihtyvyyteen. Ääneneristyksen kannalta onkin tärkeää kiinnittää huomiota useaan eri häiriötekijään. Häiriötekijöillä tarkoitetaan tilanteita, joissa melu tulee joko ulkoa, toisesta huoneistosta, rappukäytävästä tai laitteista. Omalta osaltaan tärkeässä roolissa on myös asunnon sisäisen melun minimoiminen. (Viljakainen 1997, 78.)

Riittävän ääniteknisen suunnittelun avulla saadaan puurakenteista ääneneristykseltään toimivia. Toisin sanoen rakennusten sekä asuntojen ääneneristämisessä ovat avainasemassa juuri rakenteet. Myös asuntojen sisältämät tilat on syytä sijoittaa siten, että samantoimiset tilat sijaitsevat kerroksittain samoilla kohdilla. Tärkeää tilojen sijoittamisessa on myös niiden sijainti suhteessa porraskäytävään. Sijoittamalla sekundäärisiä tiloja porrashuoneen ja varsinaisten asuintilojen väliin muodostetaan edellä mainittujen tilojen välille ”puskurivyöhyke”, joka vaimentaa ääniä. (Viljakainen 1997, 78-80.)

Huomioitavia äänen synty- ja kulkutapoja ääniteknisessä suunnittelussa on kahdenlaisia, ilmaääniä ja askelääniä. Ilmaäänät kulkevat ilman välityksellä ääniaaltoina aiheuttaen rakenteiden värähtelyä. Syntynyt värähtely puolestaan johtaa äänen johtumiseen rakenteiden välityksellä tilasta toiseen. Ilmaääneneristyksen toimivaksi saaminen on kuitenkin puurakenteissa suhteellisen helppoa. Äänen siirtymistä tilasta toiseen voidaan estää, käyttämällä rakenteissa huokoista materiaalia kuten mineraalivillaa, joka rakenteensa johdosta absorboi varsinkin korkeita ääniä. Kaksoislevytyksen käyttämisellä taas aikaansaadaan rakenteen massan kasvattaminen, joka korkeiden äänien sijaan, on omiaan eristämään taajuudeltaan matalia ääniä. Järkevää on myös huoneistojen välisen seinän rakentaminen kaksoisrunkoisena runkojen sijaitessa toisistaan erillään. (Katso *KUVA 35*.) Tämä rakenneratkaisu aikaansaa katkon, joka estää juurikin värähtelyn johtumisen. Huoneistojen palo-osastoihin jakaminen lisää ääneneristävyttä

taas siten, että sen johdosta akustisesti tärkeimmistä asuntojen välisistä väliseinistä sekä välipohjista saadaan raskaimpia, ja siten akustisesti toimivimmin rakennettuja. (Viljakainen 1997, 78-80.)

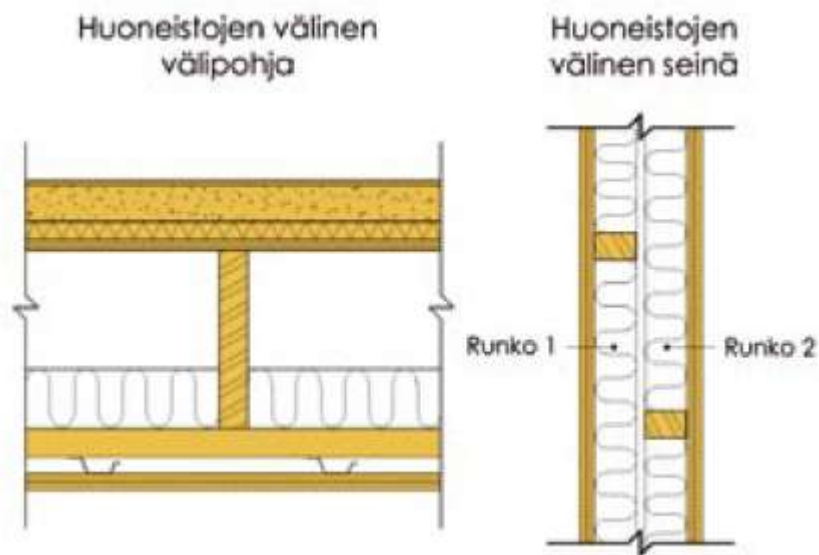


*KUVA 35. Runkopuoliskot rakennettuna toisistaan erilleen (URL 13.)*

Askelääni, äänen synty- ja kulkutavoista toinen syntyy rakenteeseen kohdistuneesta mekaanisesta iskusta johtuen rakenteista toiseen tilaan. Iskusta puurakenteisiin syntynyt matalataajuinen värähtely on haastavuudeltaan korkea, sillä sen johtumiskyky puurakenteiden läpi on hyvä. Tästä syystä onkin tärkeää estää rakenteiden värähtely sekä siitä syntyvä ilmiö, jossa ääni siirtyy paikasta toiseen. (Viljakainen 1997, 78-80.)

Jo useaan kertaan mainittu värähtely voidaan eliminoida käyttämällä palkistoissa lisäjäkisteitä. Käytettäessä jäykempiä rakenteita kuin minimivaatimukset edellyttävät, voidaan värähtely myös poistaa. Välipohjien rakenneratkaisuissa on lisäksi tärkeää käyttää, joko kerrosrakenteisuutta tai rakenteen massiivisuutta. Puurakenteissa toimivampi vaihtoehto on rakenteen monikerroksellisuus, jolloin rakenteen äänenvaimennuskykyä voidaan nostaa entisestään erottamalla eristekerros sekä muut kerrokset.

(Katso KUVA 36.) Sijoittamalla välipohjan ylimpään kerrokseen vielä pehmeä kerros esimerkiksi muovimatto, aikaansaadaan sillä parannusta askelääneneristävyyteen. Välipohjan alimmassa kerroksessa sijaitsevasta kattoverhouksesta puolestaan saadaan ääniteknisesti suurin hyöty irti, kun kattoverhous asennetaan joustavasti. (Viljakainen 1997, 78-80.)

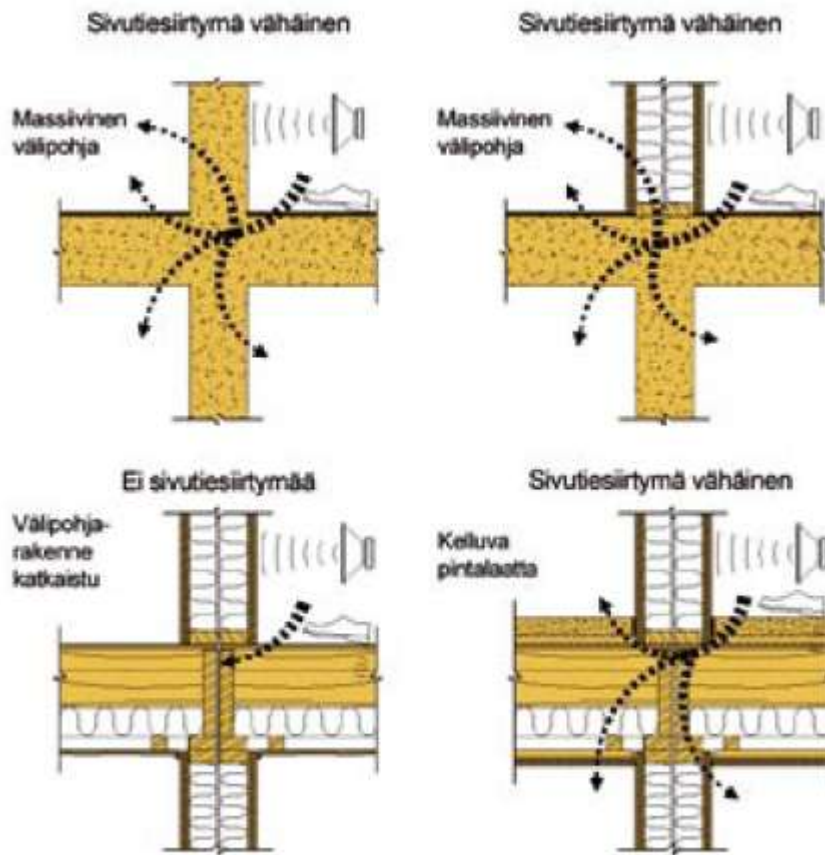


KUVA 36. Huoneistojen välisiä rakenteita puukerrostalossa (URL 13.)

Hyvän ääneneristysten takaamiseksi puukerrostalossa, on rakennuksen rungon resonointia pyrittävä estämään. Yksi keino on erottaa tilat, joissa esimerkiksi pyykinpesukoneet sijaitsevat. Tilat sijoitetaan erilleen muusta rakennuksesta, rakentamalla tilat kaksoisrungon avulla omaksi tornikseen. Mikäli erillisrungon käyttö ei jostain syystä ole järkevää, voidaan resonointi estää käyttämällä tarkoitukseen suunniteltuja tärinänvaimentimia. (Viljakainen 1997, 78-80.)

Puurakenteisen kerrostalon ääneneristysten toimivuuden kannalta oleellista on myös välipohjan palkiston katkaiseminen huoneistojen välisten seinien kohdalta. (Katso KUVA 37.) Katkaisemalla palkisto, estetään rakenteita pitkin tapahtuvan sivutiesiirtymän mahdollisuus. (Viljakainen 1997, 78-80.)





KUVA 37. Sivutiesiirtymän reitit seinän ja välipohjan liittymässä (URL 13.)

Ehkäpä tärkein rooli puukerrostalon ääneneristävyydessä on kuitenkin tiiveys. Tiiveyden huomioinnilla tarkoitetaan kaikkien liitossaumojen, lävistysten yms. tiivistämistä tapaukseen soveltuvalla tiivistämistekniikalla. Kaikkien edellä mainittujen rakenneteknisten mahdollisuuksien käyttäminen on kuitenkin aina tapauskohtaista. Lopputuloksen tulisi, joka tapauksessa olla sellainen, että rakennusten asukkaille annetaan mahdollisuus nauttia ääniteknisesti toimivasta asunnosta/rakennuksesta.

## **6.2 Äänimittaus ja selvitykset**

### **6.2.1 Äänimittauksen suorittaminen**

Ääniteknisten mittausten osalta olisi ollut mielenkiintoista vertailla puukerrostaloa sekä täysin betonirakenteista kerrostaloa. Äänimittauksiin kohdistuvien järjestelyjen vaikeus sekä aikataulun kiireellisyys johtivat kuitenkin siihen, ettei vertailuun ryhdytty. Päätöstä vankisti myös tieto, joka varmisti kohteen PSOAS 20 tutkimisen työssämme. Saimme iloksemme havaita, että kyseinen kohde sisälsi sekä puurunkoisia että sekarunkoisia asuinrakennuksia, jotka kuvaillaan tarkemmin luvussa 4.3.2. Kohteen sisällyttämä puu- että sekarunkoisten asuinrakennusten kirjo vei lopulta siihen, ettei äänimittauksia suoritettu muissa kohteissa.

Seuraavat kolme ääniteknisten mittausten osiota on suoritettu edelliseen kappaleeseen viitaten vain kohteessa PSOAS 20. Askelääneneristävyden mittauksen osalta suoritettiin mittaus sekä puurunkoiseen F-taloon että sekarunkoiseen B-taloon. Ilmaääneneristävyttä emme pettymykseksemme päässeet puolestaan mittaamaan molempiin taloihin. Ilmaääneneristävyden mittaus tehtiin ainoastaan F-taloon. Syy, joka tilanteeseen johti, oli tällä kertaa mittauksiin kohdistuvien järjestelyjen mahdottomuus. Tekemämme äänimittaukset suoritettiin vahvassa yhteistyössä Oulun seudun ammattikorkeakoulun tekniikanlaboratorion asiantuntijoiden kanssa.

#### **Ilmaääneneristävyden mittaaminen**

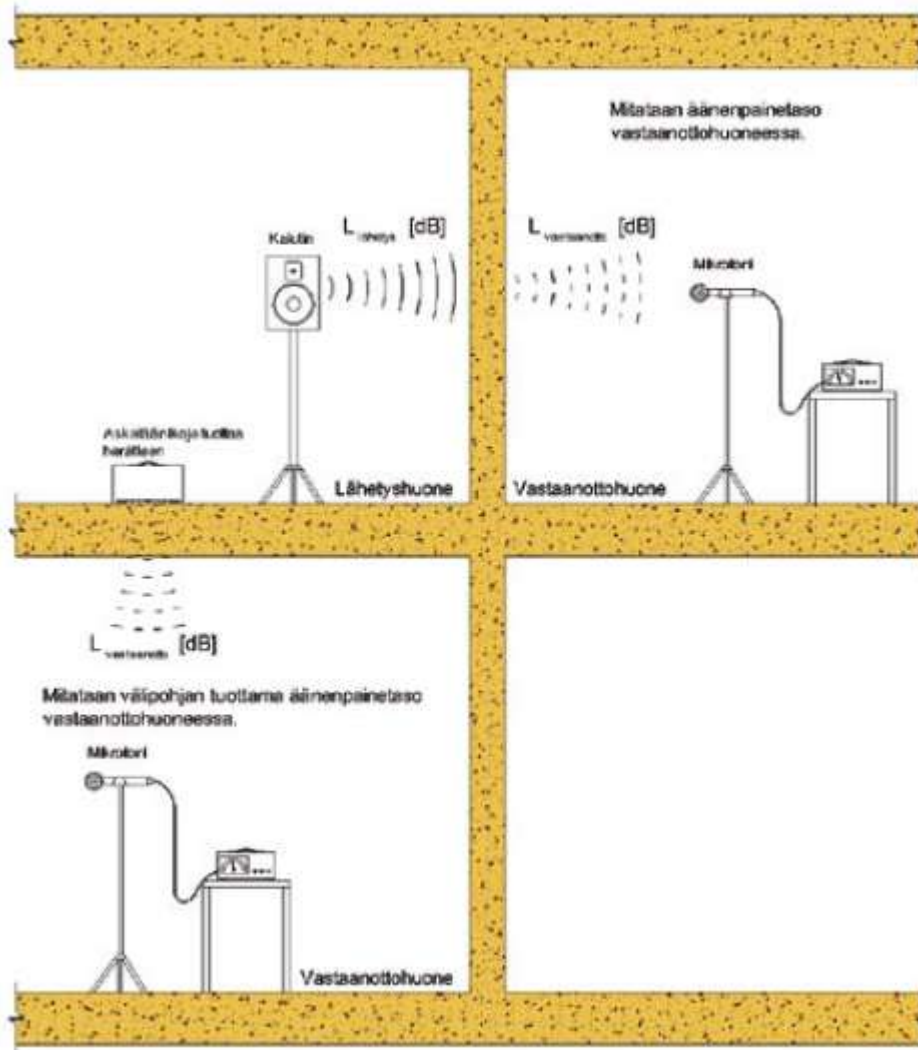
Huoneiden välisen ilmaääneneristävyden mittaamisessa käytetään standardia SFS-EN ISO 140-4. Esimerkiksi huoneistojen välisen seinän ääneneristävyys määritetään käytännössä seuraavanlaisesti. Aluksi mitataan tutkittavan rakenteen, tässä tapauksessa, seinän pinta-ala. Tämän lisäksi lasketaan molempien huoneistojen tilavuudet, jotka sijaitsevat seinän molemmin puolin. Vastaanottohuoneiston tilavuudeksi määritetään kuitenkin  $60 \text{ m}^3$ , mikäli huoneiston todellinen tilavuus on suurempi kuin  $60 \text{ m}^3$ . Seuraavaksi toiseen huoneistoon sijoitetaan ”kohinalaite” ja mitataan

äänenvastaanottimilla, mikrofoneilla äänilähteen aiheuttama äänenintensiteettitaso samasta huoneistosta sekä huoneistosta, joka sijaitsee tutkittavan seinärakenteen toisella puolella. (Katso *KUVA 38 ja 39.*)



*KUVA 38. "Kohinalaite"*

Äänilähdettä, "kohinalaitetta" siirrellään mittauksen aikana viisi kertaa, jonka lisäksi myös äänenvastaanottimien paikkoja vaihdellaan. Äänilähde tuottaa mittauksen aikana ääntä siis viisi kertaa kuuden sekunnin mittaisina suorituksina. Mittalaite mittaa molemmat desibeli-määrät yhtä aikaa 1/3-oktaaveittain, keskitaajuuksien sijaitessa taajuuksilla 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500 ja 3150 Hz. Todellisena taajuusvälinä mittauksessa käytetään 50 Hz-5000 Hz. (URL 14.)



KUVA 39. Tilojen välisten rakenteiden ääneneristävyyden mittaaminen (URL 15.)

### Askelääneneristävyyden mittaaminen

Askelääneneristävyyden mittaus suoritetaan standardin SFS-EN ISO 140-7 mukaisesti. Välipohja-rakenteen ääneneristävyyden selvittäminen aloitetaan mittaamalla tutkittavan välipohjan alapuolella sijaitsevan huoneiston tilavuus. Seuraava toimenpide on sijoittaa "askeläänikoje" yläpohjan yläpuoliseen huoneistoon. (Katso KUVA 40.) "Askeläänikoje" käynnistetään kahdentoista sekunnin ajaksi, jonka aikana äänenvastaanottimet mittaavat yläpohjan alapuolella sijaitsevasta asunnosta käsin tuotetun askeläänitason. (Katso KUVA 39.) Edellinen toimenpide toistetaan viisi kertaa. Jokaisen mittauksen

välissä äänilähdettä sekä äänenvastaanottimien sijaintia vaihdellaan huoneistoissa. Mittauksen taajuusvälinä pidetään ilmaääneneristävyyden mittaamisen tavoin 50 Hz-5000 Hz.



*KUVA 40. "Askeläänikoje"*

### **Jälkikaiunta-ajan mittaaminen**

Ilmaääneneristävyyteen sekä askelääneneristävyyteen vahvasti liittyvän jälkikaiunta-ajan mittaus suoritetaan 1/3-oktaaveittain mitattuna standardin SFS-EN ISO 3382 mukaisesti. Jälkikaiunta-ajan mittaus suoritetaan mittauksessa siitä huoneistosta, jonne ääntä on äänilähteen avulla "lähetetty". Määritettäessä jälkikaiunta-aika vastaanottohuoneesta voidaan ääneneristysluvusta eliminoida sisustuksen vaikutus mittaustuloksiin. Mittauksessa otetaan huomioon 500 hertsin sekä sitä suuremmat taajuudet.

## 6.2.2 Äänimittausten tulokset

### Ilmaääni

*Ilmaääneneristävyys mitattiin puurunkoisen F-talon toisessa kerroksessa sijaitsevien huoneistojen välisestä väliseinästä.*

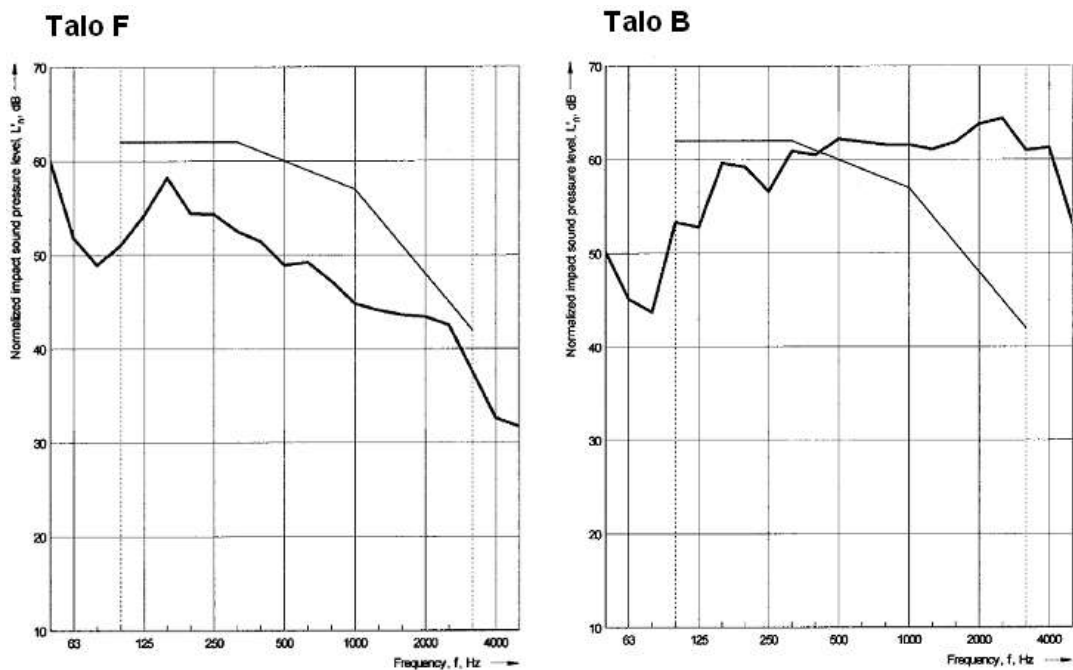
Pienin sallittu ilmaääneneritysluvun,  $R_w$  arvo on tässä tapauksessa 55 dB. Normien mukaan huoneistojen välisen seinän ilmaääneneritysluvun on näin ollen oltava suurempi tai yhtä suuri kuin 55 dB. (Katso KUVA 34.) Vertailtaessa taajuuskaistoittain mitattua ilmaääneneristävyyttä standardoituun vertailukäyrään on huomioitava mainitun normin vaikutus tulosten lukemiseen. Taajuuskaistoittain mitatun ilmaääneneristävyyden käyrän on siis pysyttävä kuvaajassa standardoidun vertailukäyrän yläpuolella. (Katso Liite 5.) Kuvaajasta on nähtävissä, ettei tuotettu äänikäyrä kuitenkaan sijaitse noin 500 Hz:n jälkeen enää vertailukäyrän yläpuolella. Noin 500 Hz:n ja sitä korkeammat taajuudet ylittävät siis sallitut kriteerit. Tämä tulos johtaa siihen, ettei tutkittu rakenne täytä normeja.

### Askelääni

*Askelääneneristävyys mitattiin sekä puurunkoisessa F-talossa että sekarunkoisessa B-talossa. Tutkittava rakenne molemmissa mittauksissa oli huoneistojen välinen välipohja. Kyseiset välipohjat sijaitsivat päällekkäisten huoneistojen välillä (1 krs.-2 krs.). Hankitulla tilanteella aikaansaatiin rakenteiltaan erilaisten välipohjien vertailu juuri ääneneristävyyden osalta. Sivulla 32 on esiteltyinä kyseiset rakenteiltaan erilaiset välipohjat.*

Suurin sallittu askeläänitasoluku,  $L'_{n,w}$  on 53 dB, tutkittavan rakenteen ollessa huoneistojen välinen välipohja. Normien mukaan huoneistojen välisestä välipohjasta mitatun askeläänitasoluvun on siis oltava pienempi tai yhtä suuri kuin 53 dB. (Katso KUVA 34.) Tästä syystä taajuuskaistoittain mitatun normalisoidun äänenpainetason muodostaman käyrän on sijaittava normien mukaan standardoidun vertailukäyrän alapuolella.

Kuvassa 41. on visuaalisesti esiteltyinä F- sekä B-talon tulokset. Kuten kuvasta voidaan havaita, pysyy puurunkoisen talon F välipohjarakenne askeläänitasoluvultaan standardoidun vertailukäyrän alapuolella. Mittauksesta saatu tulos todentaa välipohjan normien täyttymisen. Sekarunkoisen talon B välipohjarakenteesta saatu arvo ei puolestaan täytä normeja, saadun käyrän noustessa standardoidun vertailukäyrän yläpuolelle noin 400 Hz:n jälkeen. Noin 400 Hz:n ja sitä korkeammat taajuudet eivät näin ollen täytä standardoituja vertailuarvoja.



KUVA 41. Askelääneneristävyyden tulokset visuaalisena versiona

### 6.2.3 Äänimittausten tulokset suhteessa asukaskyselyn vastauksiin

Kohteessa suoritettujen äänimittausten jälkeen on aika vertailla tuloksia asukaskyselyjen valossa. Kohteesta PSOAS 20 saatujen ääniteknisten mittausten tuloksia vertaillaan luvun 7.2.2 kysymysten 10), 10a), 10b) ja 10c) vastauksiin. Ennen kuin vertailu aloitetaan, on syytä lukea mainitut asukkaille esitetyt kysymykset sekä tarkastella asukkaiden mielipiteitä. Kysymykset ja vastauskuviot sijaitsevat sivuilla 77-79.

Vertailu voidaan suorittaa käytännössä ainoastaan askelääneneristävyyden osalta, sillä puurunkoisessa F-talossa tehtyyn ilmaääneneristävyyden mittaustulokselle ei ole vastaavaa sekarunkoisesta B-talosta.

Puurunkoisen talon välipohja oli siis ääneneristykseltään sekarunkoista parempi. Verrattaessa mittaustuloksia vastauskuvioihin voidaan havaita, että tuloksilla on selvä yhteys asukkailta saatuihin vastauksiin. Askelääneneristävyydestä saatujen mittaustulosten hyvyys näyttää olevan suoraan verrannollinen asukkaiden mielipiteisiin. Joka tapauksessa ensiarvoisen tärkeää on olla unohtamatta sitä tosiasiaa, ettei asunnon äänitekninen viihtyvyys riipu ainoastaan askelääneneristävyydestä. Huoneistojen välisen välipohjan sekä väliseinän kyky eristää ääntä ovat vain yksi osuus kokonaisuudesta, joka määrittelee asunnon sekä rakennuksen todellisen tilanteen juurikin äänen osalta. Asukkaille esitetyissä ääntä ja melua koskevissa kysymyksissä, muodostuvat lopputulokset useasta eri rakennekohdan ja niiden liittymien välisistä ääneneristyskyvyistä, sekä tietysti asukkaiden omista mielipiteistä.



# 7 ASUKASKYSELY

## 7.1 Kyselyn toteutustapa

Ensimmäisen asukaskyselyn kohteeksi asetettiin Oulun Puu- Linnanmaalla sijaitseva Kiinteistö Oy Puukotka. Itse asukaskyselylomake toteutettiin Markku Karjalaisen vuonna 2002 julkaiseman puukerrostaloja käsittelevän väitöskirjan sisältämän kyselyn mukaisesti. Samaa asukaskyselyä käyttämällä saavutettiin tilanne, jossa tämännäpäiväisiä tutkimustuloksia kyettiin vertaamaan suoraan vuonna 1998 pidettyyn kyselyyn. (Katso Liite 7.) Saadaksemme laajemman tuloksen yleisestä viihtyvyydestä puurakenteisissa kerrostaloissa toteutimme kyselyn myös kahteen muuhun kohteeseen.

Tutkimuskohteissa As Oy Linnanvouti ja PSOAS 20 käytettiin erilaista asukaskyselylomaketta, joskin sisällöltään samankaltaista ratkaisua. Tämä mainittu kysely kuuluu puutuotealan yhteistutkimusyhtiö Finnish Wood Research:n rahoittamaan tutkimukseen, jossa tarkastelun kohteena ovat 1990-luvulla rakennettujen suomalaisten puukerrostalojen nykykunto ja asukasviihtyvyys. Tutkimustyöllämme Oulun seudun ammattikorkeakoulu osallistuu Tampereen teknillisen yliopiston ohella mukaan kyseiseen tutkimukseen. (Katso Liitteet 8 ja 9.)

Asukaskyselylomakkeet toimitettiin asukkaille paperisina versioina postilaatikoihin/ -lokeroihin. Lomakkeet sijoitettiin kirjekuoren sisään, jossa lomakkeiden lisäksi oli valmiiksi maksettu vastauskuori. Vastausaikaa lomakkeiden täyttämiseksi annettiin viikko, jonka jälkeen palautetut kirjekuoret noudettiin koulun postilaatikosta. PSOAS 20 -kohteen palautus tehtiin ilman postitusta, minkä vuoksi kiinteistön piha-alueelle sijoitettiin kyselyyn tarkoitettu postilaatikko, jonne palautus suoritettiin.

## 7.2 Kyselyn tulokset eri kohteissa

### 7.2.1 Tulokset As Oy Linnanvouti

TAUSTAKYSYMYKSET VASTAUSTEN ANALYSOINTIA VARTEN





7) Kysymyksessä vastaajan yhteystiedot sekä ilmoitus asukkaan mahdollisesta halukkuudesta koskien erilaisia mittauksia.

## YLEINEN ASUMISVIIHTYVYYS



## ASUNNON LÄMPÖTILAVIIHTYVYYS



### 9a) Oletko tyytyväinen asuntosi sisälämpötilaan talvella?



### 9b) Oletko tyytyväinen asuntosi sisälämpötilaan kesällä?



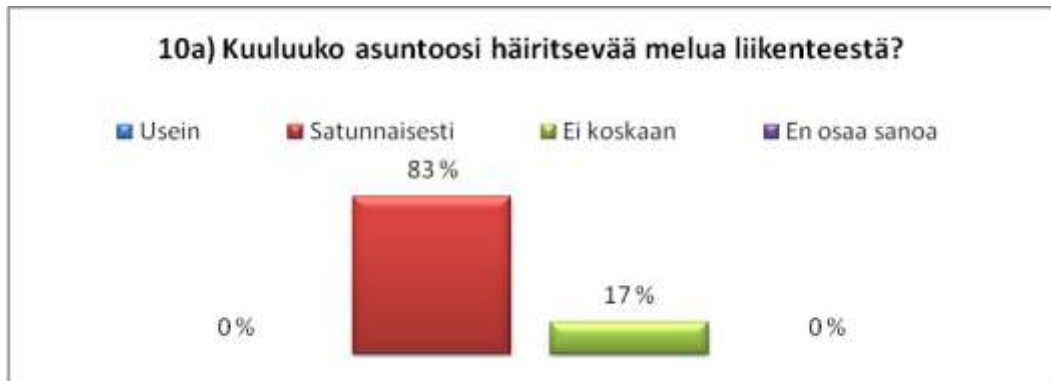
### 9c) Esiintyykö asunnossasi vetoa?



## ASUNNON ÄÄNENERISTÄVYYS

### 10) Oletko tyytyväinen asuntosi ääneneristykseen?



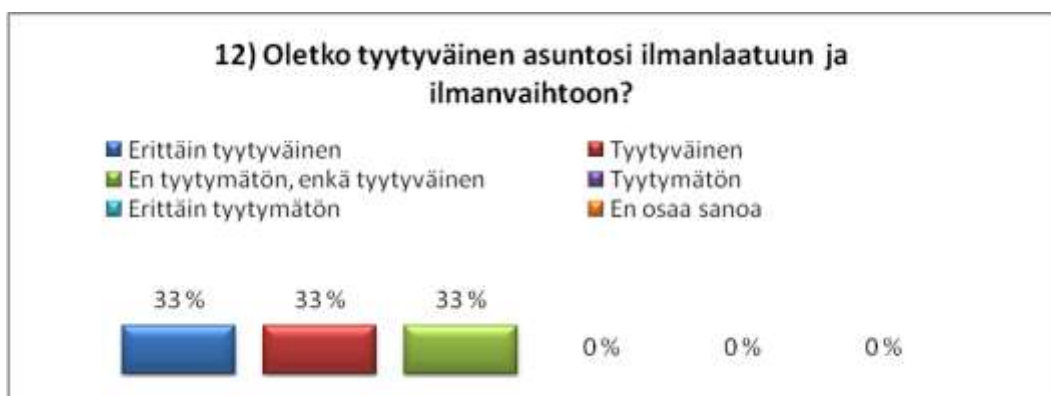


## ASUNNON ASUMISKUSTANNUKSET





## ASUNNON ILMANVAIHTO JA SISÄILMAN LAATU





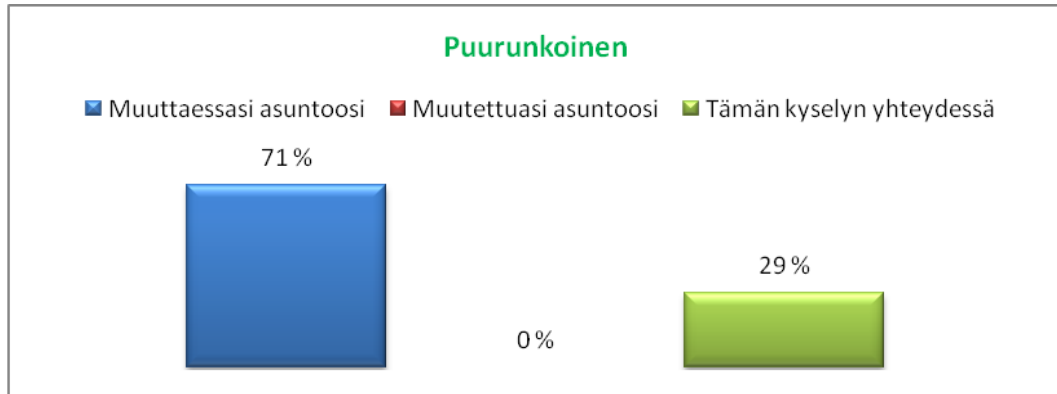
## ASUNNON KORJAUSTARPEET



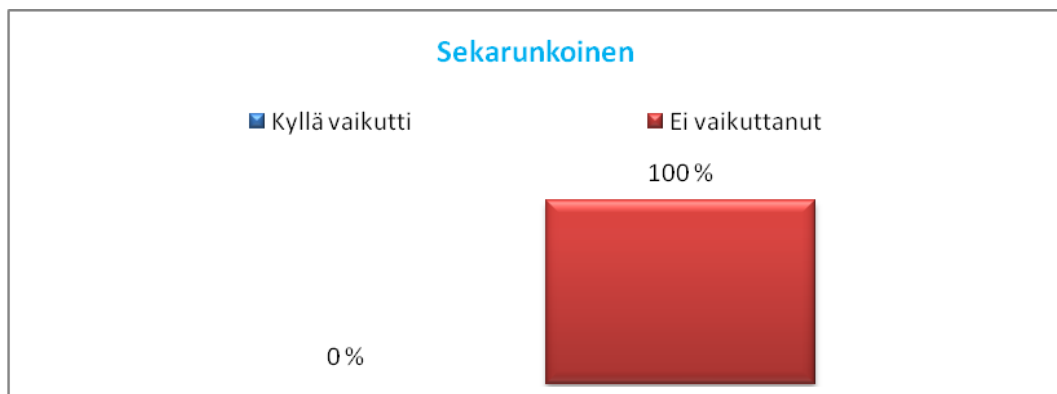
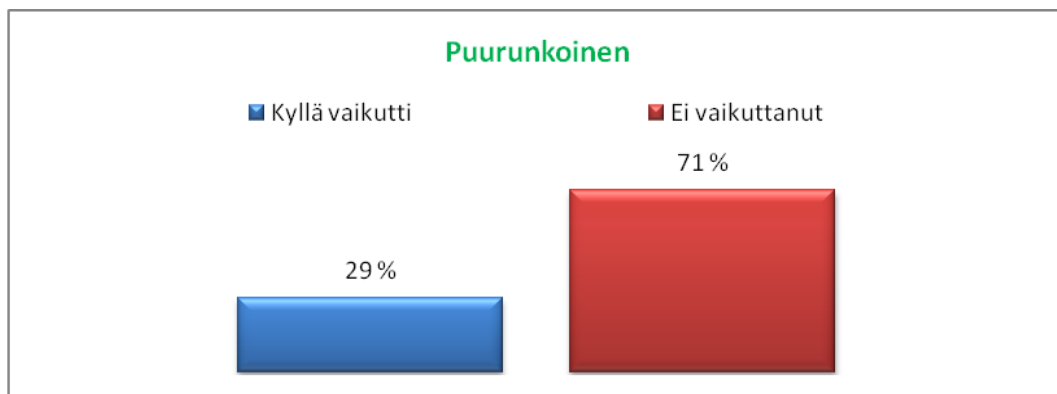
## 7.2.2 Tulokset PSOAS 20

### TAUSTAKYSYMYKSET VASTAUSTEN ANALYSOINTIA VARTEN

1) Asuintalosi on ns. puukerrostalo, jossa rakennuksen kantava runko ja julkisivu ovat puuta. Tiesitkö tämän:

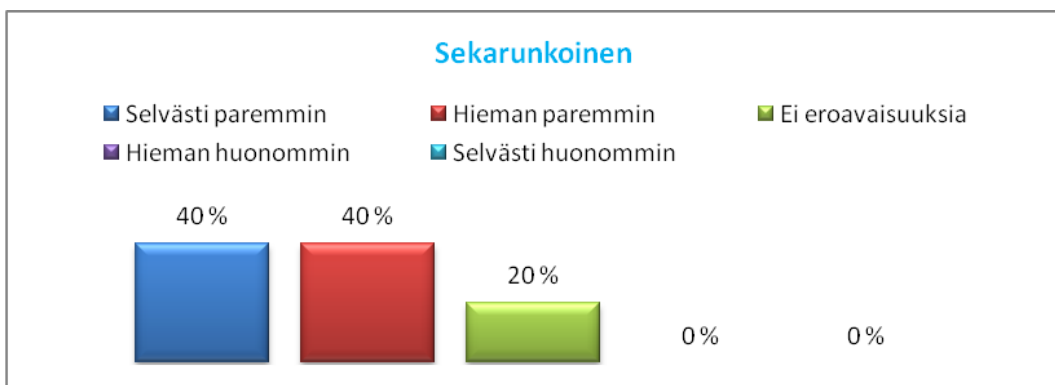
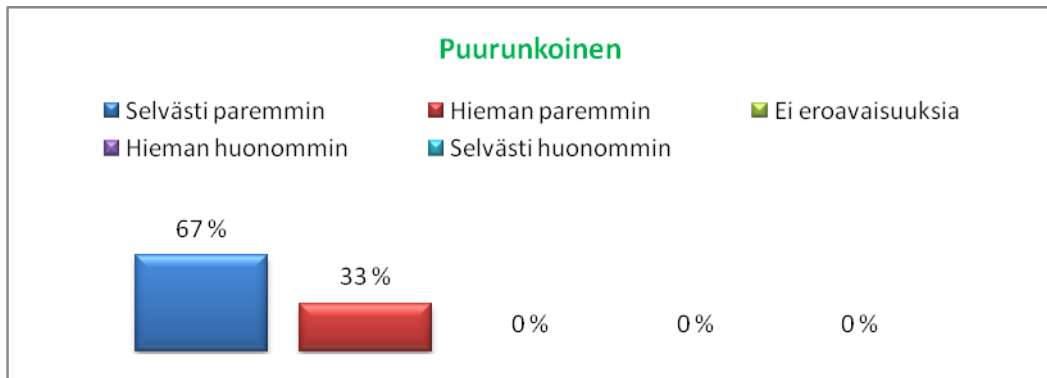


2) Vaikuttiko asunnon valintaan se, että asuinrakennus oli puurakenteinen?

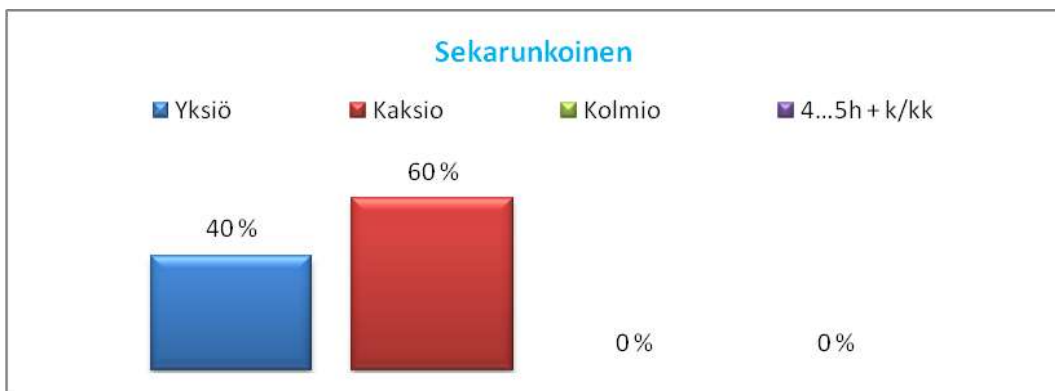
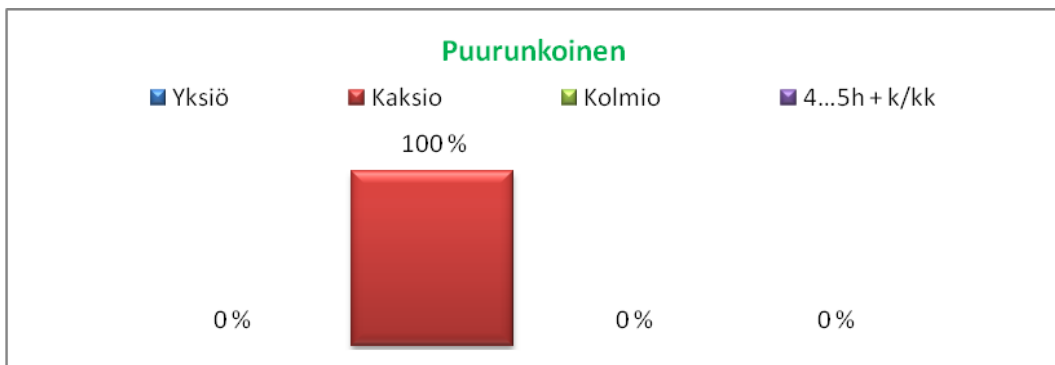




3) Miten koet viihtyväsi nykyisessä puurakenteisessa asuintalossasi (verrattuna aiempaan asuntoosi)?



4) Asunnon koko?



## 5) Asunnon sijainti?



## 6) Kuinka kauan olet asunut nykyisessä asunnossasi?



7) Tämä kysymys sisältää lomakkeessa vastaajan yhteystiedot, sekä suostumuksen mittauksen suorittamiseen.

### YLEINEN ASUMISVIIHTYVYYS

8) Oletko tyytyväinen nykyiseen asuintaloosi ja asuntoosi?



### ASUNNON LÄMPÖTILAVIIHTYVYYS

9) Oletko tyytyväinen asuntosi lämpötilaan?



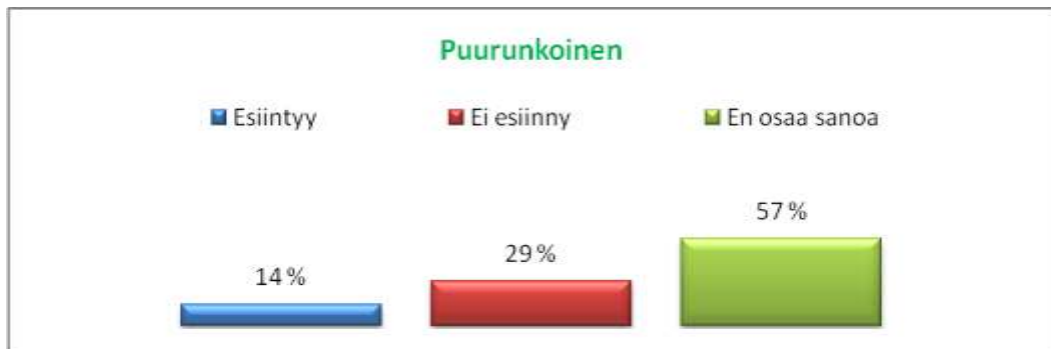
9a) Oletko tyytyväinen asuntosi sisälämpötilaan talvella?



9b) Oletko tyytyväinen asuntosi sisälämpötilaan kesällä?



9c) Esiintyykö asunnossasi vetoa?



ASUNNON ÄÄNENERISTÄVYYS

10) Oletko tyytyväinen asuntosi ääneneristykseen?



10a) Kuuluuko asuntoosi häiritsevää melua liikenteestä?



10b) Kuuluuko asuntoosi häiritsevää melua laitteista (ilmanvaihto, putket yms.)?

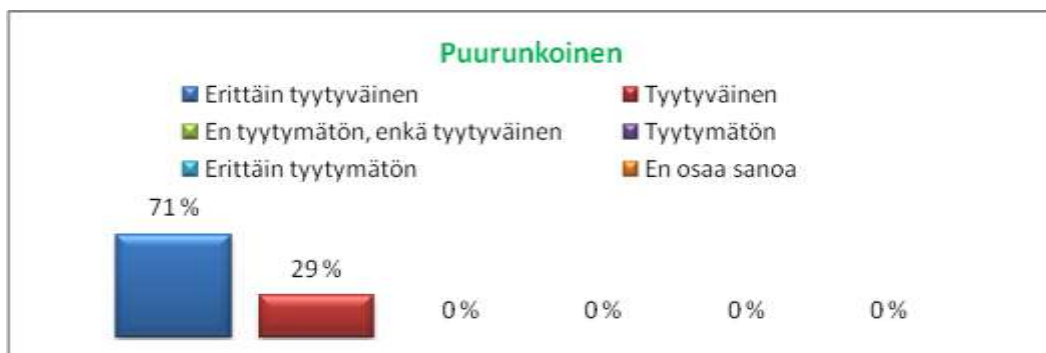


10c) Kuuluuko asuntoosi häiritsevää melua naapurista tai porraskäytävästä?



## ASUNNON ASUMISKUSTANNUKSET

11) Oletko tyytyväinen asuntosi asuinkustannuksiin ? (verrattuna aiempiin ja tuttavapiirisi kokemuksiin)

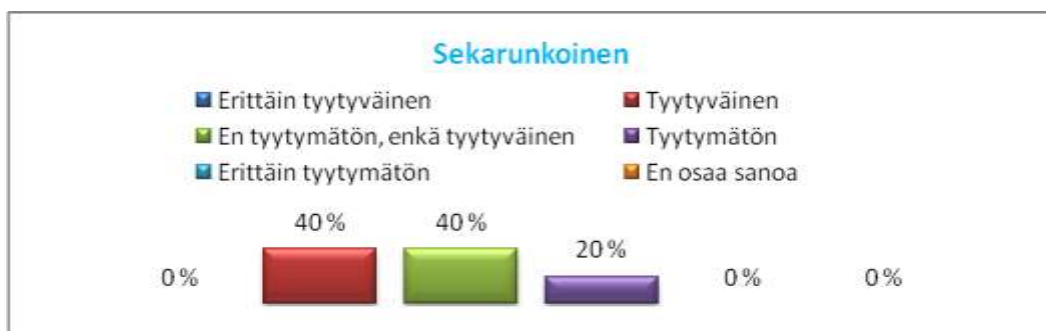
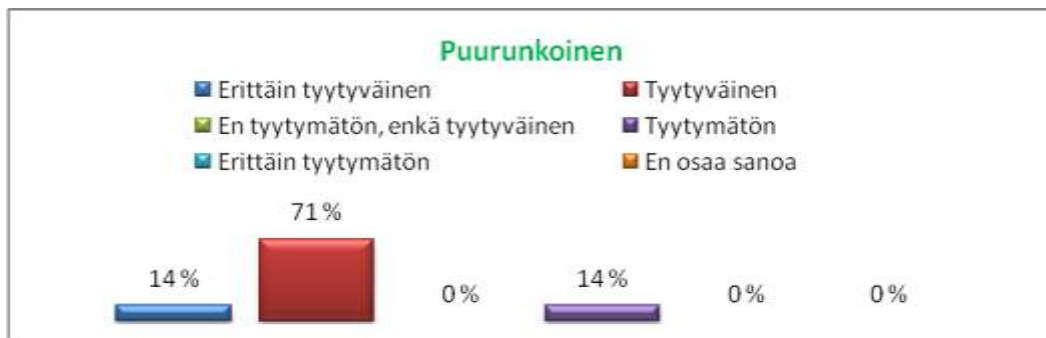


11a) Ovatko asuinkustannuksesi mielestäsi?



## ASUNNON ILMANVAIHTO JA SISÄILMAN LAATU

12) Oletko tyytyväinen asuntosi ilmanlaatuun ja ilmanvaihtoon?





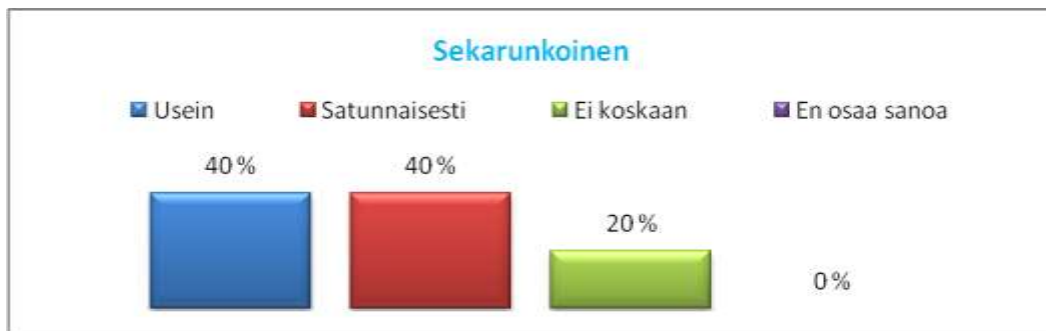
12a) Toimiiko asuntosi ilmanvaihto?



12b) Onko asuntosi sisäilma tunkkainen tai raskas?



12c) Tuuletatko asuntoasi ikkunan kautta?



ASUNNON KORJAUSTARPEET

13) Oletko tyytyväinen asuntosi nykykuntoon?



## **7.3 Kyselyn johtopäätökset**

*Tässä luvussa vastausprosentilla tarkoitetaan yhtälöä (palautetut vastauslomakkeet/ kohteen asuntojen lukumäärä) x 100 %. Tämä johtuu siitä, että kyselyn yhteydessä ei voitu varmistaa, kuinka moni asunto oli todellisuudessa asutettu. Vastausprosentti laskettiin näin ollen suhteessa kohteen asuntojen kokonaismäärään.*

### **7.3.1 Kiinteistö Oy Puukotka**

Järjestyksessään ensimmäisenä suoritettu asukaskysely ei tuottanut likimainkaan sellaista tulosta kuin kuvittelimme. Asukaskyselylomakkeita jaettiin kohteeseen kolmekymmentäkolme kappaletta, mistä huolimatta vastausten määrä jäi lähestulkoon olemattomaksi. Lopullinen vastausprosentti jäi kahdella palautetulla vastauslomakkeella noin 6:een %:iin.

Vastausten konkreettisen lukumäärän sekä prosentuaalisen vähäisyyden johdosta tuloksista ei voitu tehdä minkäänlaisia johtopäätöksiä. Näin ollen päätimmekin olla käyttämättä kohteen tuloksia tutkimuksessamme.

### **7.3.2 As Oy Linnanvouti**

*Vastaukset ja niiden muodostamat prosentuaaliset osuudet ovat esiteltyinä luvussa 7.2.1.*

Niin kuin jo aiemmin mainittiin, on kerrostaloiksi luokiteltuja puurunkoisia taloja maassamme vain reilut 30 kappaletta. Yksi kyseiset vaatimukset täyttävistä rakennuksista on Oulun Puu-Linnanmaalla sijaitseva As Oy Linnanvouti. Asukaskannan vaihtuvuus kohteessa on ollut vuosien saatossa vähäistä, ja näin tarjoutuikin tilaisuus perehtyä pidemmällä aikavälillä muokkautuneisiin mielipiteisiin.

Kohteeseen järjestetystä asukaskyselystä saapui vastauksia kuuden palautetun lomakkeen verran. Vastausprosentiksi muodostui näin ollen noin

43 %. Johtuen siitä, että As Oy Linnanvouti on yksittäinen puukerrostalo vailla suoranaista vertailukohdetta, emme analysoi tuloksia sen enempää. Tulokset esitellessämme annamme kuitenkin lukijalle mahdollisuuden etsiä yhteyksiä As Oy Linnanvoudin ja kohteen PSOAS 20 välillä.

### **7.3.3 PSOAS 20**

*Vastaukset ja niiden muodostamat prosentuaaliset osuudet ovat esiteltyinä luvussa 7.2.2.*

Analysoidessamme kyselyistä saatuja tuloksia päätimme jakaa puu- ja sekarunkoisista taloista saadut vastaukset erillisiksi osioiksi. Rakenteiltaan erilaisista taloista kerätyt vastaukset on kuitenkin esiteltyinä kysymyskohtaisesti. Sijoittamalla eri rakennetyyppisten talojen vastauskuviot kysymyksittäin on vertailusta tehty helppoa myös visuaalisesti.

Vastauskuviot puurunkoisista taloista muodostuvat seitsemästä vastauslomakkeesta. Vastauksia saatiin kohteesta yhteensä 11 kappaletta tarkoittaen sitä, että betonirunkoisten talojen vastauskuviot sisältävät viiden betonirunkoisessa talossa asuvan henkilön vastauksen. Yhdellätoista vastauslomakkeella kohteen vastausprosentiksi muodostui noin 29 %.

Siitä huolimatta, että vastausprosentti jäi tässäkin kohteessa suhteellisen pieneksi, on tyydyttävää huomata, että rakenteiltaan erilaisista taloista (puurunkoinen ja sekarunkoinen) saadut vastaukset muodostavat tietyissä kysymyskokonaisuuksissa hyvin erilaisia vastauskuvioita. Ensimmäisestä osiosta ”TAUSTAKYSYMYKSET VASTAUSTEN ANALYSOINTIA VARTEN” saadut tulokset näyttävät puolestaan suhteellisen yhdennäköisiltä. Kun tiettyjen kysymysten kohdalla vastaukset ovat lähes identtiset, johtaa se mielestämme siihen, että tiettyjen kysymysten kohdalla esiin tulevat ja selvästi havaittavat erot ovat melko luotettavia. Tästä huolimatta korostamme, että kuvioina esitetyt vastaukset muodostuvat vain yhdestätoista vastauksesta.

Kohdassa "YLEINEN ASUMISVIIHTYVYYS" kysyimme asukailta heidän tyytyväisyyttään nykyistä asuintaloansa sekä asuntoansa kohtaan. Puurunkoisissa taloissa asuvien henkilöiden yleisin vastaus kysymykseen on "erittäin tyytyväinen", jonka lisäksi loputkin kertovat olevansa tyytyväisiä. "Erittäin tyytyväinen" -vastausvaihtoehtoa ei ole valinnut sekarunkoisten talojen asukeista kukaan, mutta valtaosa vastaajista on kuitenkin tyytyväisiä. Yleisestä asumisviihtyvyydestä voidaan vetää johtopäätös, jonka mukaan kohteen asukkaat ovat tyytyväisiä asuintaloonsa sekä asuntoonsa.

Myöskään osiossa "ASUNNON LÄMPÖTILAVIIHTYVYYS" ei esiinny suurempia eroja vastausten välillä lukuun ottamatta kysymystä 9c) "Esiintyykö asunnossasi vetoa?", jossa vain pieni osa puurunkoisten talojen asukeista valitsee vaihtoehdon "Esiintyy". Sama vaihtoehto on yleisin sekarunkoisten talojen asukkien kohdalla. Tämä ei kerro kuitenkaan koko totuutta, sillä suurin osa valitsee vaihtoehdon "En osaa sanoa", juurikin puurunkoisten talojen kohdalla.

Suureksi ihmetykseksi työssämmekin laajalti käsitelty ääneneristävyys osoittautui erittäin radikaaliksi veden jakajaksi puurunkoisista sekä sekarunkoisista taloista saatujen vastausten välille. Tämä tulee esille jokaisessa kysymyksessä, joka käsittelee ääneneristävyyttä. Kysyttäessä asukkaiden tyytyväisyyttä asuntojensa ääneneristävyyttä kohtaan huomataan, että valtaosa puurunkoisten talojen asukkaista kertovat olevansa erittäin tyytyväisiä ja loputkin tyytyväisiä. Sekarunkoisten talojen asukkien kohdalla vastaukset muodostuvat selvästi hajanaisemmin sisältämättä "Erittäin tyytyväinen" vaihtoehtoa lainkaan. Vertailuna todetaan puurunkoisista taloista saatujen vastausten sisältäneen vain ja ainoastaan positiivisia mielipiteitä ääneneristävyyttä kohtaan.

Ääneneristävyys-osion täydentävissä kysymyksissä 10a), 10b) ja 10c) voidaan havaita lisää mielenkiintoisia eroavaisuuksia. Tiedusteltaessa liikenteen aiheuttaman melun määrää, kertoo jopa 71 % puurunkoisten talojen vastaajista, ettei melua kuulu koskaan. Sekarunkoisten talojen asukkaat puolestaan ovat sitä mieltä, että melua kuuluu joko usein (20 %) tai

satunnaisesti (80 %). Kysyttäessä laitteiden aiheuttaman melun häiritsevyyttä muodostuvat sekarunkoisista taloista saadut vastaukset tasaisesti vaihtoehtojen "Usein", "Satunnaisesti" ja "Ei koskaan" välille. Puurunkoisten talojen kohdalla samat lukemat muodostuvat siten, että kukaan vastaajista ei kuule melua usein ja jälleen yli 70 % ei kuule sitä koskaan. Käsiteltäessä naapurista tai porraskäytävästä kuuluvaa melua yllättävät puurunkoiset talot yhä uudelleen. Melua kuuluu sekarunkoisissa taloissa asuvien mukaan vaihtoehdon "Usein" mukaisesti 40 %, "Satunnaisesti" 40 % ja "Ei koskaan" 20 %. Vaihtoehtoa "Usein" ei puolestaan ole valinnut kukaan puurunkoisessa talossa asuvista henkilöistä. Mairittelevaa "puuta" ajatellen on myös se, että "Ei koskaan" -vaihtoehdon on valinnut jälleen suurin osa vastaajista.

On selvää, ettei ihmisillä ole kykyä arvioida asioita neutraalisti vaan ohjaajana on aina tunne. Mainitsimme jo aiemmin, että ihmiset tekevät vain olettamuksia, joihin yhdistelemällä ja lisäämällä teoriaa sekä käytäntöä saadaan aikaiseksi johtopäätöksiä. Tuloksia analysoitaessa on myös muistettava, etteivät rakennukset ja niissä sijaitsevat asunnot sijaintinsa puolesta vastaa täysin toisiaan. Osa rakennuksista sijaitsee lähempänä vieressä kulkevaa katua ja asunnot ovat joko ensimmäisessä tai toisessa kerroksessa. Nämä seikat yhdessä vaikuttavat myös saatuihin tutkimustuloksiin. Kaikesta huolimatta voimme todeta iloksemme, ettei puurunkoinen talo kulje tässä tapauksessa ollenkaan jälkijunassa. Tilanne on tämän asukaskyselyn pohjalta jopa päinvastainen. Yleisvaikutelmaksi kyselystä jää se, että puurunkoinen talo on asukkaiden mielestä myös kokonaisuutena miellyttävämpi ratkaisu.

## 8 LOPPUSANAT

Tutkimustyön varmistuttua helmikuussa 2011 alkoi omalta osaltamme usean kuukauden mittainen työrupeama. Toukokuun alkupuolelle asti kestänyt tutkimustyö eteni pääosin ongelmitta johtaen lopulta päämääräänsä.

Teoriapohjan, käytännön puurakentamisen sekä asukaskyselyjen pohjalta on työstä saatu eheä kompleksi, jossa osuudet toimivat toinen toistaan tukien ja muodostaen kiinteän kokonaisuuden. Opinnäytetyöhön asetettu tavoite paikantaa ja analysoida puukerrostalon tiiveys- sekä äänitekniisiä ongelmia onnistuikin eheän kokonaisuuden avulla hienosti.

Aikataulun kiireellisyys asetti työn etenemiselle omat haasteensa. Etenkin asukaskyselyiden pohjalta suoritettujen mittausten järjestely osoittautui huomattavasti kuviteltua vaikeammaksi. Asukaskyselyt sekä tekniset mittaukset saatiin kuitenkin suoritettua asukkaiden positiivisen suhtautumisen ansiosta. Yhdeksi haastavuutta lisääväksi tekijäksi muodostui myös puukerrostaloa koskevan teoratiedon kerääminen. Opinnäytetyötä koottaessa tulikin yhä selvemmin esille tosiasia, ettei Suomessa tapahtuvaa puukerrostalorakentamista oteta vielä täysin tosissaan. Tehdyllä tutkimustyöllä on pyrkimys nostaa ihmisten tietoisuutta koskien puukerrostalorakentamista. Tutkimustyön tavoitteena on omalta osaltaan myös puukerrostaloa ympäröivien ja paikoittain tiedon puutteesta johtuvien ennakkoluulojen karistaminen.

Myönnämme, että myös toisella meistä oli vahvoja ennakkoluuloja kerrostaloista, jotka on rakennettu puusta. Hänen olettamuksiaan ohjasi kuitenkin tunne, joka ei perustunut lainkaan tietoon. Tutkimustyön tekovaiheessa saadun tiedon ja taidon johdosta hänen aikaisemmat olettamuksensa muuttuivat positiiviseksi tiedoksi, puukerrostalorakentamisen hyvyudeksi.

Opinnäytetyön aikana hankitun faktan pohjalta meidän on palkitsevaa havaita, että puukerrostalorakentaminen on kaikesta huolimatta nousukiidossa myös meillä Suomessa. Se on matkalla ansaitsemalleen paikalle.

Tutkimustyön aikana kohtasimme useita haasteita, jotka paikoitellen maistuivat ”puulta”. Haasteet ylitimme kuitenkin keskinäisen yhteistyömme sujuvuuden ansiosta. Voimme todeta, että työn toteuttaminen jätti meille molemmille mahtavat muistot.

Lopuksi haluamme vielä kiittää opinnäytetyömme ohjaajana toiminutta Martti Hekkasta sekä teknisissä mittauksissa toimineita tekniikanlaboratorion Markku Seppästä ja Pertti Uhlbäckia. Haluamme osoittaa kiitoksemme myös Pohjois-Suomen opiskelija-asuntosäätiön tekniselle valvojalle Reijo Suomalalle, joka avasi tutkimuksessamme useita polkuja.



# LÄHTEET

Karjalainen, Markku 1997. Koerakennushankkeen Kiinteistö Oy Puukotka loppuraportti. Oulun yliopisto, arkkitehtuurin osasto.

Karjalainen, Markku 2002. Suomalainen puukerrostalo puurakentamisen kehittämisen etulinjassa. Oulun yliopisto: Arkkitehtuurin osasto.

Siikanen, Unto 1998. Puurakennusten suunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

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

## **Painamattomat lähteet**

URL 1. <http://www.lci.fi/fi/teputu>. Hakupäivä 21.4.2011

URL 2. [http://ylivieska.centria.fi/rdwood/puista2011/Kimmo\\_Jarvinen.pdf](http://ylivieska.centria.fi/rdwood/puista2011/Kimmo_Jarvinen.pdf).  
Hakupäivä 28.4.2011

URL 3. <http://www.puuinfo.fi/puukerrostalot-suomessa>. Hakupäivä 22.4.2011

URL 4.

[http://www.tekes.fi/fi/gateway/PTARGS\\_0\\_201\\_354\\_404\\_1325\\_43/http%3B/tekes-ali1%3B7087/publishedcontent/publish/fi\\_content/campaigns/puuska/lisaa/puukerrostalorakentaminen.pdf](http://www.tekes.fi/fi/gateway/PTARGS_0_201_354_404_1325_43/http%3B/tekes-ali1%3B7087/publishedcontent/publish/fi_content/campaigns/puuska/lisaa/puukerrostalorakentaminen.pdf). Hakupäivä 24.4.2011

URL 5. <http://www.metsateollisuus.fi/Infokortit/puuonekoin/Documents/Puu%20on%20ekoin%20-esite.pdf>. Hakupäivä 25.4.2011

URL 6. <http://www.pelastustoimi.fi/uutiset/5377?keyword=puukerrostalo>.  
Hakupäivä 24.4.2011

URL 7. <http://www.metsateollisuus.fi/juurinyt2/uutiset/Sivut/Puunasemaraken tamisessavahvistuipalomaaraysuudistuksenmyota.aspx>. Hakupäivä 24.4.2011

URL 8. <http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf>. Hakupäivä 20.4.2011.

URL 9. [http://www.finlex.fi/data/normit/34165-D3-2010\\_suomi\\_22-12-2008.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/34165-D3-2010_suomi_22-12-2008.pdf). Hakupäivä 20.4.2011.

URL 10. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=126231&lan=fi>. Hakupäivä 5.5.2011.

URL 11. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=80008&lan=en>. Hakupäivä 25.4.2011.

URL 12. <http://www.finlex.fi/data/normit/1917-c1.pdf>. Hakupäivä 5.5.2011

URL 13. <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/aaneneristys-puutalossa/koko-ohje.pdf>. Hakupäivä 4.5.2011

URL 14. <https://intraweb.oamk.fi/~sannaa/Rakennusfysiikka/aaniosa.pdf>. Hakupäivä 2.5.2011

URL 15. [http://customers.evianet.fi/woodfocus/data.php/200509/043475200509021341\\_yleista.pdf](http://customers.evianet.fi/woodfocus/data.php/200509/043475200509021341_yleista.pdf). Hakupäivä 4.5.2011

# LIITTEET

Liite 1. Tiiveysmittauksen tulos Kiinteistö Oy Puukotka

Liite 2. Tiiveysmittauksen tulos PSOAS 20, Puurunko, F-talo

Liite 3. Tiiveysmittauksen tulos PSOAS 20, Betonirunko, B-talo

Liite 4. Askeläänimittauksen tulos PSOAS 20, Puurunko, F-talo

Liite 5. Ilmäänimittauksen tulos PSOAS 20, Puurunko, F-talo

Liite 6. Askeläänimittauksen tulos PSOAS 20, Betonirunko, B-talo

Liite 7. Asukaskyselyn vastauslomake, Kiinteistö Oy Puukotka

Liite 8. Asukaskyselyn vastauslomake, As Oy Linnanvouti / PSOAS 20

Liite 9. Isännöitsijäkyselyn vastauslomake, PSOAS 20

## BUILDING LEAKAGE TEST

Date of Test: 5.4.2011  
 Test File: puuhomma\_50pa

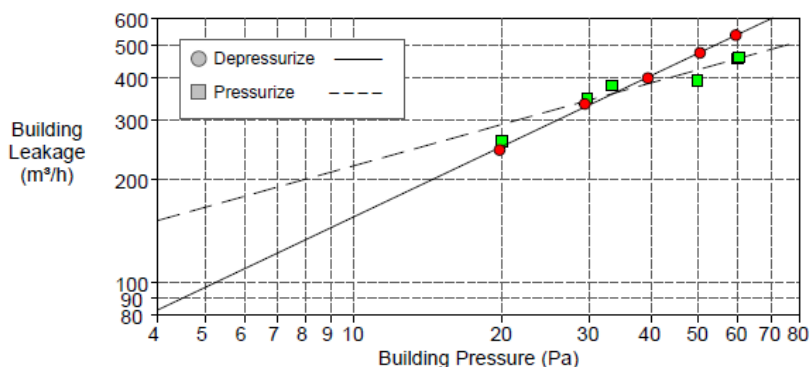
Technician: OAMK/

Customer: EWR  
 Martti Hekkanen  
 Kotkantie 1  
 Oulu, 90250  
 Phone:  
 Fax:

Building Address: Puukerrostalo  
 Sammonkatu 3 AS 15  
 OULU,

	Depressurization	Pressurization	Average
<b>Test Results at 50 Pascals:</b>			
V50: Airflow (m <sup>3</sup> /h)	481 ( +/- 0.6 %)	423 ( +/- 2.4 %)	452
n50: Air Changes per Hour (1/h)	2.49	2.19	2.34
w50: m <sup>3</sup> /(h*m <sup>2</sup> Floor Area)	6.34	5.56	5.95
q50: m <sup>3</sup> /(h*m <sup>2</sup> Surface Area)	1.95	1.71	1.83
<b>Leakage Areas:</b>			
Canadian EqLA @ 10 Pa (cm <sup>2</sup> )	177.3 ( +/- 2.6 %)	246.0 ( +/- 9.5 %)	211.6
cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> Surface Area	0.72	1.00	0.86
LBL ELA @ 4 Pa (cm <sup>2</sup> )	91.0 ( +/- 4.1 %)	163.8 ( +/- 15.2 %)	127.4
cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> Surface Area	0.37	0.66	0.52
<b>Building Leakage Curve:</b>			
Air Flow Coefficient (Cenv)	31.9 ( +/- 6.4 %)	87.3 ( +/- 23.9 %)	
Air Leakage Coefficient (CL)	32.5 ( +/- 6.4 %)	86.8 ( +/- 23.9 %)	
Exponent (n)	0.689 ( +/- 0.017 )	0.405 ( +/- 0.063 )	
Correlation Coefficient	0.99911	0.94370	
Test Standard:	EN 13829	Regulation complied with:	
Type of Test Method:	B		
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		

Inside Temperature:	23 °C	Volume:	193 m <sup>3</sup>
Outside Temperature:	2 °C	Surface Area:	247 m <sup>2</sup>
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	76 m <sup>2</sup>
Wind Class:	2 Light Breeze	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Partly Exposed Building	Building Dimensions:	3 %
Type of Heating:	Kaukolämpö	Year of Construction:	
Type of Air Conditioning:	Koneellinen poisto		
Type of Ventilation:	None		



## BUILDING LEAKAGE TEST Page 2

Date of Test: 5.4.2011 Test File: puuhomma\_50pa

### Comments

Ilmavaihto sammutettu  
Tulo ja poistoventtiilit teipattu  
Puhallin pääovessa

### Data Points: Depressurization:

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m³/h)	Temperature Adjusted Flow (m³/h)	% Error	Fan Configuration
0.3	n/a				
-59.5	48.3	561	534	-1.6	Ring B
-50.4	37.9	497	473	-2.2	Ring B
-39.5	26.9	419	399	-2.5	Ring B
-29.5	277.8	351	335	0.3	Ring C
-19.8	152.1	258	245	-3.3	Ring C
-0.5	n/a				

Test 1 Baseline (Pa): p01- = 0.0 p01+ = 0.3 p02- = -0.5 p02+ = 0.0

### Data Points: Pressurization:

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m³/h)	Temperature Adjusted Flow (m³/h)	% Error	Fan Configuration
0.5	n/a				
60.3	29.6	440	456	0.1	Ring B
33.7	299.5	365	379	5.5	Ring C
0.0	n/a				

Test 1 Baseline (Pa): p01- = 0.0 p01+ = 0.5 p02- = -0.3 p02+ = 0.3

-0.0	n/a				
60.4	29.9	442	458	0.4	Ring B
49.7	22.0	379	393	-6.8	Ring B
33.3	299.5	365	379	5.5	Ring C
29.8	255.5	337	349	1.7	Ring C
20.0	144.6	251	260	-10.8	Ring C
0.0	n/a				

Test 2 Baseline (Pa): p01- = -0.4 p01+ = 0.3 p02- = -0.2 p02+ = 0.2

## BUILDING LEAKAGE TEST

Date of Test: 2.5.2011	Technician:
Test File: PSOAS_ASF21	
Customer: PSOAS	Building Address: Luhtitalo 2 kerros Puulinnankatu 7 F 21 OULU, 900570
Phone:	
Fax:	

**Test Results at 50 Pascals:**

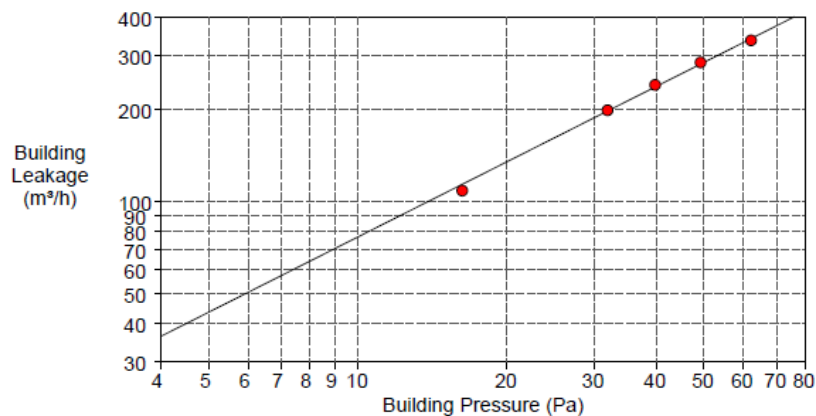
V50: Airflow (m <sup>3</sup> /h)	285 ( +/- 0.9 %)
n50: Air Changes per Hour (1/h)	2.31
w50: m <sup>3</sup> /(h*m <sup>2</sup> Floor Area)	5.81
q50: m <sup>3</sup> /(h*m <sup>2</sup> Surface Area)	1.72

**Leakage Areas:** 85.8 cm<sup>2</sup> ( +/- 4.5 %) Canadian EqLA @ 10 Pa or 0.52 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> Surface Area  
39.3 cm<sup>2</sup> ( +/- 7.1 %) LBL ELA @ 4 Pa or 0.24 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> Surface Area

**Building Leakage Curve:** Air Flow Coefficient (C<sub>env</sub>) = 11.7 ( +/- 11.1 %)  
Air Leakage Coefficient (CL) = 11.8 ( +/- 11.1 %)  
Exponent (n) = 0.813 ( +/- 0.029 )  
Correlation Coefficient = 0.99812

Test Standard:	EN 13829	Test Mode:	Depressurization
Type of Test Method:	B	Regulation complied with:	
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		

Inside Temperature:	22 °C	Volume:	123 m <sup>3</sup>
Outside Temperature:	6 °C	Surface Area:	165 m <sup>2</sup>
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	49 m <sup>2</sup>
Wind Class:	3 Gentle Breeze	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Partly Exposed Building	Building Dimensions:	3 %
Type of Heating:	Kaukolämpö	Year of Construction:	2002
Type of Air Conditioning:	Koneellinen		
Type of Ventilation:	None		



BUILDING LEAKAGE TEST Page 2

Date of Test: 2.5.2011 Test File: PSOAS\_ASF21

---

**Comments**

Puhallin parvekkeen ovelta  
Tuulinen päivä

---

**Data Points: Depressurization**

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m³/h)	Temperature Adjusted Flow (m³/h)	% Error	Fan Configuration
-7.8	n/a				
-70.5	276.1	350	335	-1.3	Ring C
-57.5	200.1	297	284	1.2	Ring C
-48.1	144.6	251	240	1.6	Ring C
-40.2	99.9	207	199	0.5	Ring C
-24.6	31.0	113	109	-4.7	Ring C
-8.9	n/a				

Test 1 Baseline (Pa): p01- = -7.8 p01+ = 0.0 p02- = -8.9 p02+ = 0.0

## BUILDING LEAKAGE TEST

Date of Test: 3.5.2011	Technician: Seppänen / Uhlbäck
Test File: PSOAS_ASB23	
Customer: PSOAS	Building Address: Luhtitalo 2 kerros Puulinnankatu 7 B 23 OULU,
OULU, Phone: Fax:	

**Test Results at 50 Pascals:**

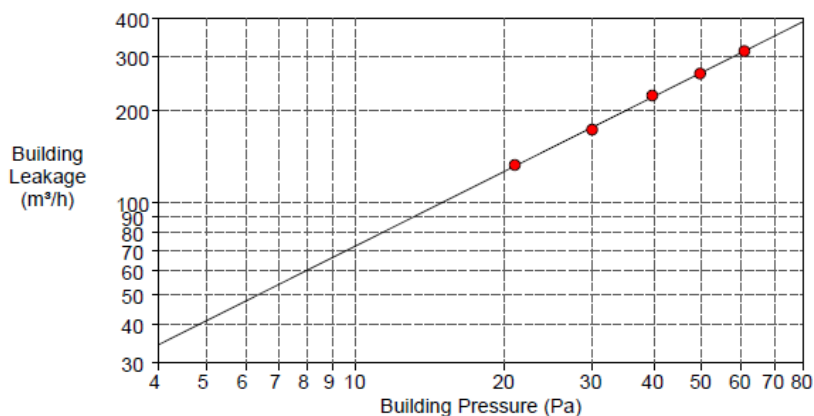
V50: Airflow (m <sup>3</sup> /h)	266 ( +/- 0.5 %)
n50: Air Changes per Hour (1/h)	2.33
w50: m <sup>3</sup> /(h*m <sup>2</sup> Floor Area)	5.79
q50: m <sup>3</sup> /(h*m <sup>2</sup> Surface Area)	1.66

**Leakage Areas:** 80.9 cm<sup>2</sup> ( +/- 2.5 %) Canadian EqLA @ 10 Pa or 0.51 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> Surface Area  
37.2 cm<sup>2</sup> ( +/- 3.9 %) LBL ELA @ 4 Pa or 0.23 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> Surface Area

**Building Leakage Curve:** Air Flow Coefficient (C<sub>env</sub>) = 11.1 ( +/- 6.1 %)  
Air Leakage Coefficient (CL) = 11.3 ( +/- 6.1 %)  
Exponent (n) = 0.808 ( +/- 0.016 )  
Correlation Coefficient = 0.99943

Test Standard:	EN 13829	Test Mode:	Depressurization
Type of Test Method:	B	Regulation complied with:	
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		

Inside Temperature:	23 °C	Volume:	114 m <sup>3</sup>
Outside Temperature:	4 °C	Surface Area:	160 m <sup>2</sup>
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	46 m <sup>2</sup>
Wind Class:	3 Gentle Breeze	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Partly Exposed Building	Building Dimensions:	4 %
Type of Heating:	Kaukolämpö	Year of Construction:	2002
Type of Air Conditioning:	Koneellinen		
Type of Ventilation:	None		





## BUILDING LEAKAGE TEST Page 2

Date of Test: 3.5.2011 Test File: PSOAS\_ASB23

---

### Comments

Liesituuletin teipattu ja muovitettu  
Venttiilit teipattu  
Puhallin pääovessa

---

### Data Points: Depressurization

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m <sup>3</sup> /h)	Temperature Adjusted Flow (m <sup>3</sup> /h)	% Error	Fan Configuration
-3.1	n/a				
-64.1	243.5	328	312	-0.0	Ring C
-52.7	175.5	277	264	-0.3	Ring C
-42.8	127.7	235	224	1.3	Ring C
-33.2	77.6	182	173	-1.8	Ring C
-24.1	46.4	140	133	0.8	Ring C
-3.2	n/a				

Test 1 Baseline (Pa): p01- = -3.1 p01+ = 0.0 p02- = -3.2 p02+ = 0.0

## Normalized impact sound pressure levels according to ISO 140-7

Field measurements of impact sound insulation of floors

Client: PSOAS

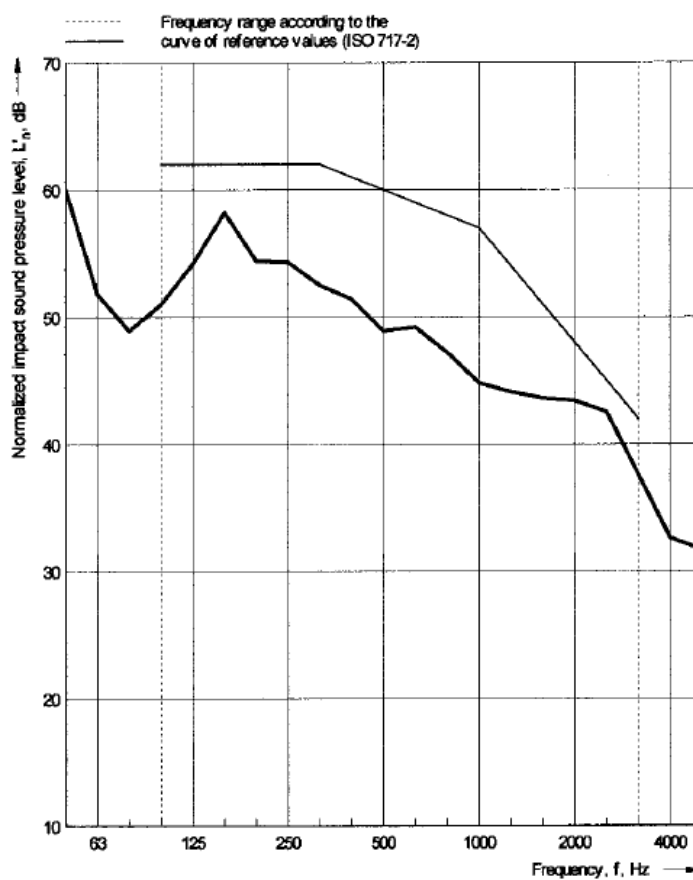
Date of test: 2.5.2011

Description:

Object: Askeläänieristävyys Puulinnankatu 7 F AS 22 / As 12

Receiving room volume: 123,0 m<sup>3</sup>

Frequency f [Hz]	L' <sub>n</sub> 1/3 octave [dB]
50	60,0
63	51,8
80	48,9
100	51,0
125	54,2
160	58,2
200	54,4
250	54,3
315	52,5
400	51,4
500	48,9
630	49,2
800	47,2
1 000	44,8
1 250	44,1
1 600	43,6
2 000	43,4
2 500	42,5
3 150	37,6
4 000	32,6
5 000	31,7



Rating according to ISO 717-2

$$L'_{n,w}(C) = 51 (-2) \text{ dB}$$

Evaluation based on field measurement results obtained in one-third-octave bands by an engineering method.

$$C_{1,50-2500} = -1 \text{ dB}$$

OAMK / Tekniikka

No. of test report:

Date: 03.05.2011

Signature:

## Normalized impact sound pressure levels according to ISO 140-7

Field measurements of impact sound insulation of floors

Rating according to ISO 717-2

$$L'_{n,w}(C) = 51 (-2) \text{ dB}$$

$$C_{1,50-2500} = -1 \text{ dB}$$

Evaluation based on field measurement results obtained in one-third-octave bands by an engineering method.

Sum of unfavourable deviations: 26,2 dB

Max. unfavourable deviation: 6,5 dB at 2500 Hz

Frequency [Hz]	$L'_n$ [dB]	L2 [dB]	T [s]	Corr. [dB]	u. Dev. [dB]
50	60,0	58,1	1,28	1,9	
63	51,8	50,5	1,45	1,3	
80	48,9	45,6	0,92	3,3	
100	51,0	45,4	0,54	5,6	
125	54,2	49,8	0,72	4,4	1,2
160	58,2	50,9	0,37	7,3	5,2
200	54,4	47,1	0,37	7,3	1,4
250	54,3	47,8	0,44	6,5	1,3
315	52,5	48,0	0,44	6,5	
400	51,4	44,8	0,43	6,6	
500	48,9	42,3	0,43	6,6	
630	49,2	42,3	0,40	6,9	
800	47,2	39,9	0,37	7,3	
1 000	44,8	37,8	0,39	7,0	
1 250	44,1	37,0	0,38	7,1	
1 600	43,6	38,6	0,39	7,0	1,6
2 000	43,4	36,0	0,36	7,4	4,4
2 500	42,5	35,5	0,39	7,0	6,5
3 150	37,6	31,1	0,44	6,5	4,6
4 000	32,6	25,8	0,41	6,8	
5 000	31,7	24,8	0,40	6,9	

Receiving room volume: 123,0 m<sup>3</sup>

Remarks:

No. of test report:

### Apparent sound reduction index according to ISO 140-4

Field measurements of airborne sound insulation between rooms

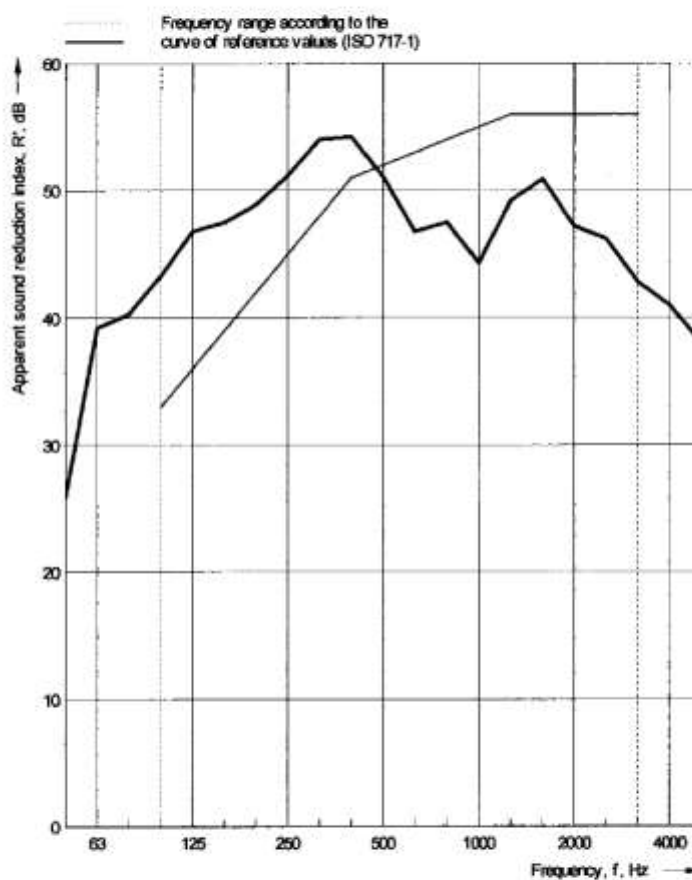
Client: PSOAS 20  
Description: Puulinnankatu 7; F talo

Date of test: 2.5.2011

Object: Ilmaäänieristävyyden As21 / As22 väliseinä

Area S of separating element: 14,80 m<sup>2</sup>  
Source room volume: 123 m<sup>3</sup>  
Receiving room volume: 60,0 m<sup>3</sup>

Frequency f [Hz]	R' 1/3 octave [dB]
50	25,9
63	39,2
80	40,3
100	43,3
125	46,8
160	47,5
200	48,9
250	51,2
315	54,0
400	54,2
500	51,1
630	46,8
800	47,5
1 000	44,3
1 250	49,2
1 600	50,9
2 000	47,2
2 500	46,2
3 150	42,8
4 000	41,0
5 000	38,0



Rating according to ISO 717-1

$R'_{w}(C;C_p) = 47$  (0; 0) dB

Evaluation based on field measurement results obtained in one-third-octave bands by an engineering method.

$C_{90-3150} = 0$  dB

$C_{r,90-3150} = -1$  dB

$C_{50-5000} = -3$  dB

$C_{r,50-5000} = -2$  dB

$C_{100-5000} = -3$  dB

$C_{r,100-5000} = -1$  dB

OAMK / Tekniikka

No. of test report:

Date: 03.05.2011

Signature:

## Apparent sound reduction index according to ISO 140-4

Field measurements of airborne sound insulation between rooms

Rating according to ISO 717-1

$R_w(C;C_f) = 47 (0; 0)$  dB

Evaluation based on field measurement results obtained in one-third-octave bands by an engineering method.

$C_{50-3150} = 0$  dB

$C_{F,50-3150} = -1$  dB

$C_{50-5000} = -3$  dB

$C_{F,50-5000} = -2$  dB

$C_{100-5000} = -3$  dB

$C_{F,100-5000} = -1$  dB

Sum of unfavourable deviations: 27,1 dB

Max. unfavourable deviation: 8,2 dB at 3150 Hz

Frequency [Hz]	R [dB]	L1 [dB]	L2 [dB]	T [s]	Corr. [dB]	u. Dev. [dB]
50	25,9	60,3	37,4	1,28	3,0	
63	39,2	70,2	34,5	1,45	3,5	
80	40,3	70,6	31,8	0,92	1,5	
100	43,3	76,2	32,1	0,54	-0,8	
125	46,8	81,9	35,6	0,72	0,5	
160	47,5	88,8	38,9	0,37	-2,4	
200	48,9	85,0	33,7	0,37	-2,4	
250	51,2	83,9	31,0	0,44	-1,7	
315	54,0	83,0	27,3	0,44	-1,7	
400	54,2	82,4	26,4	0,43	-1,8	
500	51,1	81,0	28,1	0,43	-1,8	
630	46,8	77,9	29,0	0,40	-2,1	1,2
800	47,5	77,0	27,1	0,37	-2,4	1,5
1 000	44,3	76,0	29,5	0,39	-2,2	5,7
1 250	49,2	77,2	25,7	0,38	-2,3	1,8
1 600	50,9	77,1	24,0	0,39	-2,2	0,1
2 000	47,2	74,0	24,2	0,36	-2,6	3,8
2 500	46,2	71,6	23,2	0,39	-2,2	4,8
3 150	42,8	68,1	23,6	0,44	-1,7	8,2
4 000	41,0	66,7	23,7	0,41	-2,0	
5 000	38,0	64,8	24,7	0,40	-2,1	

Receiving room volume: 60,0 m<sup>3</sup>

Source room volume: 123 m<sup>3</sup>

Area S of separating element: 14,80 m<sup>2</sup>

Remarks:

No. of test report:

### Normalized impact sound pressure levels according to ISO 140-7

Field measurements of impact sound insulation of floors

Client: PSOAS

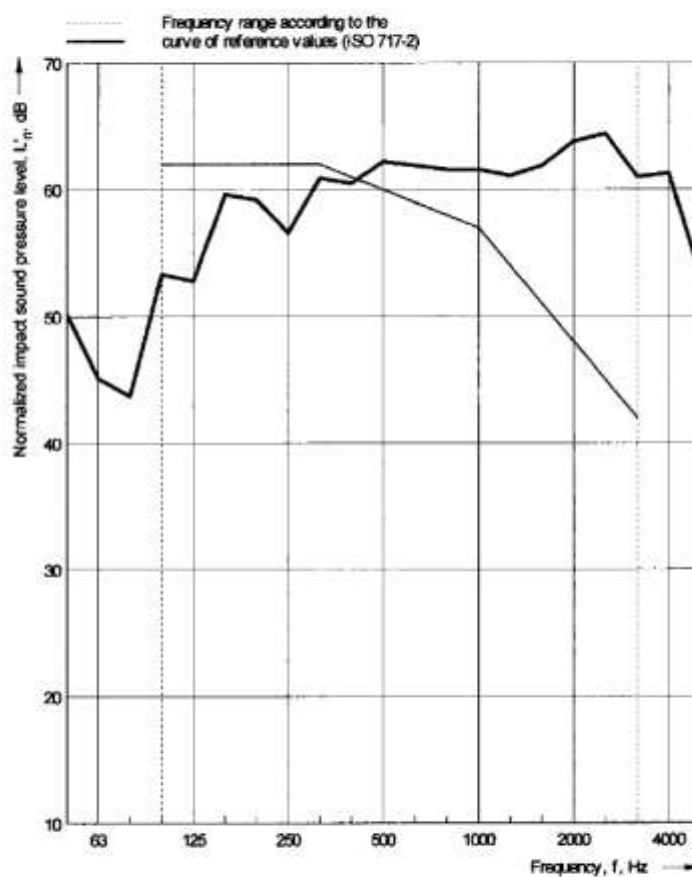
Date of test: 3.5.2011

Description:

Object: Askelääänieristävyyden Puullinnankatu 7 As B 23 / B 13

Receiving room volume: 114,0 m<sup>3</sup>

Frequency f [Hz]	L' <sub>n</sub> 1/3 octave [dB]
50	50,2
63	45,1
80	43,7
100	53,3
125	52,8
160	59,6
200	59,2
250	56,6
315	60,9
400	60,5
500	62,2
630	61,9
800	61,8
1 000	61,6
1 250	61,1
1 600	61,9
2 000	63,8
2 500	64,4
3 150	61,0
4 000	61,3
5 000	53,2



Rating according to ISO 717-2

$$L'_{n,w}(C) = 69 (-11) \text{ dB}$$

Evaluation based on field measurement results obtained in one-third-octave bands by an engineering method.

$$C_{150-2500} = -11 \text{ dB}$$

OAMK / Tekniikka

No. of test report:

Date: 04.05.2011

Signature:

## Normalized impact sound pressure levels according to ISO 140-7

Field measurements of impact sound insulation of floors

Rating according to ISO 717-2

$$L'_{n,W}(C) = 69 (-11) \text{ dB}$$

$$C_{1250-2500} = -11 \text{ dB}$$

Evaluation based on field measurement results obtained in one-third-octave bands by an engineering method.

Sum of unfavourable deviations: 29,1 dB

Max. unfavourable deviation: 10,4 dB at 2500 Hz

Frequency [Hz]	$L'_n$ [dB]	L2 [dB]	T [ø]	Corr. [dB]	u. Dev. [dB]
50	50,2	51,1	2,28	-0,9	
63	45,1	46,6	2,56	-1,5	
80	43,7	44,2	2,03	-0,5	
100	53,3	46,8	0,41	6,5	
125	52,8	47,7	0,58	5,1	
160	59,6	53,3	0,43	6,3	
200	59,2	53,1	0,45	6,1	
250	56,6	51,3	0,54	5,3	
315	60,9	55,3	0,50	5,6	
400	60,5	54,6	0,47	5,9	
500	62,2	56,6	0,50	5,6	
630	61,9	55,7	0,44	6,2	
800	61,6	55,8	0,48	5,8	
1 000	61,6	56,1	0,51	5,5	
1 250	61,1	54,6	0,41	6,5	
1 600	61,9	55,4	0,41	6,5	1,9
2 000	63,8	57,5	0,43	6,3	6,8
2 500	64,4	57,7	0,39	6,7	10,4
3 150	61,0	55,6	0,53	5,4	10,0
4 000	61,3	54,6	0,39	6,7	
5 000	53,2	46,8	0,42	6,4	

Receiving room volume: 114,0 m<sup>3</sup>

Remarks:

No. of test report:

Arvoisa Kiinteistö Oy Puukotkan asukas

Kiinteistö Oy Puukotka on eräs Suomen ensimmäisistä moderneista puukerrostaloista. Kohde rakennettiin 1990-luvun lopulla. Rakennus on nyt siinä elinkaarensa vaiheessa, että on syytä selvittää, miten se on pärjännyt kilpajuoksussa ajan kanssa.

Liitteenä on kyselylomake, jonka toivomme Teidän täyttävän ja palauttavan oheisessa vastauskuoressa. Tutkimuksen tulokset ovat täysin luottamuksellisia, eikä yksittäisten vastausten tietoja luovuteta eteenpäin. Mikäli tahdotte, että teemme huoneistossanne tarkempia mittauksia, laittakaa siitä maininta lomakkeeseen. Tutkimuksen aikana tarkoituksemme on selvittää rakennuksen ilmanpitävyys ja ääneneristyksen taso muutamassa huoneistossa.

**Toivomme, että palauttaisitte lomakkeen keskiviikkoon 23.3.2011 mennessä.** Mikäli Teillä on kysyttävää tutkimuksesta, voitte olla yhteydessä Martti Hekkaseen ( [martti.hekkanen@oamk.fi](mailto:martti.hekkanen@oamk.fi) ), joka toimii tutkimuksen vastaavana tutkijana Oulun seudun ammattikorkeakoulussa.

Tämä kysely ja siihen liittyvät mittaukset ovat osa omaa insinööriyötämme Oulun seudun ammattikorkeakoulun rakennustekniikan osastolla.

Ystävällisesti tervehtien,

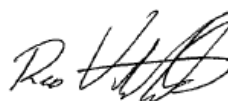
Olli Könni



puh. 040 571 5305

Sähköposti: [t7kool00@students.oamk.fi](mailto:t7kool00@students.oamk.fi)

Reo Virtanen



puh. 045 131 8096

Sähköposti: [t6vire00@students.oamk.fi](mailto:t6vire00@students.oamk.fi)



Vastaa näiden kyselylomakesivujen kysymyksiin ympäröimällä mielestäsi oikean vaihtoehdon numero tai sanallisesti, milloin sitä varten on varattu tila. Mikäli haluat vastata laajemmin tai antaa muita lisätietoja, kirjoita ne erilliselle paperille ja liitä se vastauksesi mukaan.

1. Vastaus pvm: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_kuuta 2011.

2. Vastaajan sukupuoli:

- 1           nainen  
2           mies

3. Vastaajan ikä: \_\_\_\_\_vuotta

4. Vastaajan talouden koko: \_\_\_\_\_ aikuista, \_\_\_\_\_lasta

5. Asunnon koko: \_\_\_\_\_h + k/kk + kh + parveke/terassi

6. Kuuluuko asuntoon huoneistokohtainen sauna?

- 1           kyllä  
2           ei

7. Asunto sijaitsee \_\_\_\_\_:ssa kerroksessa.

8. Onko rakennus, jossa asuntosi sijaitsee varustettu hissillä?

- 1           kyllä  
2           ei

9. Muita tietoja asunnosta:

(Huom! vastaus voi sisältää useita vaihtoehtoja)

- 1           asuntoon on käynti suoraan porrashuoneesta  
2           asuntoon on käynti luhtikäytävältä  
3           asuntoon on käynti suoraan maantasosta  
4           asunto sijaitsee rakennuksen päädyssä  
5           asunto sijaitsee ylimmässä kerroksessa

10. Kuinka kauan olet asunut nykyisessä asunnossasi? \_\_\_\_\_kuusta 19\_\_\_\_\_, 20\_\_\_\_lähtien.

**Mitä mieltä olet nykyisestä asunnostasi?**

	Erittäin hyvä	Hyvä	Keski- verta	Huono	Erittäin huono	En osaa sanoa
11. Rakennuksen lähi- ympäristö:	1	2	3	4	5	9
12. Asunnon sijainti rakennuksessa:	1	2	3	4	5	9
13. Tontin liikenne- ja pysäköintijärjestelyt:	1	2	3	4	5	9
14. Rakennuksen yhteis- ja aputilojen toimivuus:	1	2	3	4	5	9
15. Asunnon toimivuus:	1	2	3	4	5	9

	Erittäin hyvä	Hyvä	Keski- verto	Huono	Erittäin huono	En osaa sanoa
16. Asunnon kalusteiden ja laitteiden määrä:	1	2	3	4	5	9
17. Asunnon kalusteiden ja laitteiden laatutaso:	1	2	3	4	5	9
18. Asunnon sisäpintojen laatutaso ja viimeistely:	1	2	3	4	5	9
19. Rakennuksen yleisilme ja arkkitehtuuri:	1	2	3	4	5	9

**Asuinrakennus:**

20. Mikä on nykyisessä asuinrakennuksessasi parempaa kuin rakennuksessa, jossa aiemmin asuit?

---



---



---

21. Mikä on nykyisessä asuinrakennuksessasi huonompaa kuin rakennuksessa, jossa aiemmin asuit?

---



---



---

**Asunto:**

22. Mikä on nykyisessä asunnossasi parempaa kuin aiemmassa asunnossasi?

---



---



---

23. Mikä on nykyisessä asunnossasi huonompaa kuin aiemmassa asunnossasi?

---



---



---

24. Mikä asunnossasi on hyvää?

---



---



---

25. Mikä asunnossasi on huonoa?

---

---

---

	Merkittävästi paremmaksi	Jonkin verran paremmaksi	Ei eroavaisuuksia	Jonkin verran huonommaksi	Merkittävästi huonommaksi	En osaa sanoa
26. Millaiseksi koet nykyisen asuntosi paloturvallisuuden verrattuna aiempaan asuntoosi?	1	2	3	4	5	9

27. Millaiseksi koet nykyisen asuntosi äänen-eristyksen verrattuna aiempaan asuntoosi?	1	2	3	4	5	9
--	---	---	---	---	---	---

28. Esiintyykö asunnossasi vedon tunnetta?

1	merkittävän paljon
2	jonkin verran
3	vain vähän
4	ei lainkaan
9	en osaa sanoa

29. Kuinka paljon asuntoosi kuuluu häiritsevän voimakkaita ääniä seuraavista äänilähteistä?

	Merkittävän paljon	Jonkin verran	Vain vähän	Ei lainkaan	En osaa sanoa
a) ulkoa tulevia ääniä (esim. liikennemelu)	1	2	3	4	9
b) porrashuoneesta ja/tai luhtikäytäviltä tulevia ääniä	1	2	3	4	9
c) seinänaapurista tulevia ilmaääniä (puhe, laulu, musiikki, koiran haukunta yms.)	1	2	3	4	9
d) ylä/alanaapurista tulevia ilmaääniä (puhe, laulu, musiikki, koiran haukunta yms.)	1	2	3	4	9
e) ylänaapurista tulevia askelääniä (kävely, töminä)	1	2	3	4	9
f) ylänaapurista tulevia kopinaääniä/lattiaan kohdistuvia iskuääniä (siivous, leikki)	1	2	3	4	9
g) rakenteissa esiintyviä narinaääniä	1	2	3	4	9

	Merkittävän paljon	Jonkin verran	Vain vähän	Ei lainkaan	En osaa sanoa
h) naapurista tulevia laiteääniä (pyykinpesukone, astianpesukone, vesi- ja viemärlaitteet)	1	2	3	4	9
i) naapurista tulevia parvekeääniä (puhe, askeläänet, kopina)	1	2	3	4	9
k) naapurista rakenteisiin aiheutuvaa liikettä tai haitallista värähtelyä	1	2	3	4	9

**30. Millä tavoin asuminen puukerrostalossa eroaa mielestäsi asumisesta tavanomaisessa kerrostalossa?**

---



---



---



---

**31. Haluatteko, että teemme huoneistossa mittauksia ? (Niistä ei aiheudu teille mitään kustannuksia).**

	Kyllä	Ei
a) lämpöviihtyvyys	1	2
b) ääneneristävyys	1	2
c) sisäilman laatu	1	2

**32. Kehitysehdotuksia ("vapaa sana")**

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

**Yhteystiedot (vapaaehtoinen):**

---

---

Lämmin kiitos ajastanne!

## Asukaskyselylomake

### Arvoisa puukerrostaloasukas

Tervetuloa vastaamaan puukerrostalojen asumisviihtyisyyttä mittaavaan kyselyyn!

Kyseinen kysely kuuluu puutuotealan yhteistutkimusyhtiö FWR:n (Finnish Wood Research) rahoittamaan tutkimukseen 1990-luvulla rakennettujen suomalaisten puukerrostalojen nykykunnosta ja asukasviihtyvyydestä. Tutkimuksen toteutuksesta vastaavat yhteistyössä Tampereen teknillinen yliopisto sekä Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

Asumalla yhdessä näistä kyseisistä puukerrostaloista, juuri Te olette paras asiantuntija kertomaan mielipiteitä puukerrostaloasumisesta. Mielipiteenne onkin tutkimuksen onnistumisen kannalta erityisen tärkeä ja vain vastaamalla voitte olla mukana kehittämässä ekologista suomalaista rakentamistapaa - puukerrostalorakentamista.

Kysymykset on jaoteltu kuuteen eri kategoriaan (yleiseen asumisviihtyvyyteen, asunnon lämpötilaviihtyvyyteen, asunnon ääneneristävyyteen, asunnon asumiskustannuksiin, asunnon ilmanvaihtoon ja sisäilman laatuun sekä asunnon korjaustarpeisiin), joiden lisäksi kysytään vastausten analysointia helpottavia taustakysymyksiä.

Kysely sisältää monivalintakysymyksiä, joihin tulee vastata rastittamalla lähinnä oikeata mielipidettä oleva vaihtoehto. Kyselyssä on mahdollista jättää myös tekstimuotoista palautetta sille varattuihin laatikoihin.

Kyselyyn vastaaminen kestää arviolta 10 minuuttia.

**Vastaaminen ei aiheuta vastaajalle minkäänlaisia kuluja tai riskejä, ja vastaaminen palkitaan tutkimusorganisaation puolesta lippupaketilla Kokkolassa 15.7.- 14.8.2011 järjestettävillä asuntomessuille! Lippupaketti sisältää kahvitarjoilun asuntomessuilla, jonkin FWR:n osakasyrityksen esittelyosastolla.**

Palauttakaa vastaus oheisessa kirjekuoressa 15.4.2011 mennessä.

Annan mielelläni lisätietoja tutkimuksesta

Oulussa 7.4.2011

  
Martti Hékkänen

Tkl., rakentamistalouden lehtori,

OAMK, martti.hekkänen@oamk.fi

050-3174558

**TAUSTAKYSYMYKSET, VASTAUSTEN ANALYSOINTIA VARTEN**

1) Asuintalosi on ns. puukerrostalo, jossa rakennuksen kantava runko ja julkisivu ovat puuta. Tiesitkö tämän:

- Muuttaessasi asuntoosi
- Muutettuasi asuntoosi
- Tämän kyselyn yhteydessä

2) Vaikuttiko asunnon valintaan se, että asuinrakennus oli puurakenteinen?

- Kyllä vaikutti
- Ei vaikuttanut

3) Miten koet viihtyväsi nykyisessä puurakenteisessa asuintalossasi (verrattuna alempaan asuntoosi)?

- Selvästi paremmin
- Hieman paremmin
- Ei eroavaisuuksia
- Hieman huonommin
- Selvästi huonommin

4) Asunnon koko?

- Yksiö
- Kaksio
- Kolmio
- 4...5h + k/kk

5) Asunnon sijainti?

- 1. kerros (alin kerros)
- 2. kerros
- 3. kerros
- 4. kerros (ylin kerros)

6) Kuinka kauan olet asunut nykyisessä asunnossasi?

- Alle vuoden
- 1-5 vuotta
- 5-10 vuotta
- yli 10 vuotta

7) Vastaajan yhteystiedot (palkkion lähettämistä varten)

--

7a) Olen halukas, että asunnossani mahdollisesti suoritetaan erilaisia mittauksia (pintoja rikkomattomat mittausmenetelmät)?

- Kyllä
- Ei

**YLEINEN ASUMISVIIHTYVYYS**

1 = Erittäin tyytyväinen, 2 = Tyytyväinen, 3 = En tyytymätön, enkä tyytyväinen, 4 = Tyytymätön, 5 = Erittäin tyytymätön, 6 = En osaa sanoa

	1	2	3	4	5	6
8) Oletko tyytyväinen nykyiseen asuintaloosi ja asuntoosi?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Lisätietoja: Mihin seikkoihin olet tyytyväinen ja tyytymätön?

**ASUNNON LÄMPÖTILAVIIHTYVYYS**

1 = Erittäin tyytyväinen, 2 = Tyytyväinen, 3 = En tyytymätön, enkä tyytyväinen, 4 = Tyytymätön, 5 = Erittäin tyytymätön, 6 = En osaa sanoa

	1	2	3	4	5	6
9) Oletko tyytyväinen asuntosi lämpötilaan?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Täydentävät kysymykset:

----- 1 = Liian kuuma --- 2 = Sopiva --- 3 = Liian kylmä --- 4 = En osaa sanoa

	1	2	3	4
9a) Oletko tyytyväinen asuntosi sisälämpötilaan talvella?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9b) Oletko tyytyväinen asuntosi sisälämpötilaan kesällä?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

----- 1 = Esiintyy ----- 2 = Ei esiinny ----- 3 = En osaa sanoa

	1	2	3
9.c) Esiintyykö asunnossasi vetoa?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Lisätietoja: Missä kohdissa asuntoa ilmenee eniten ongelmia lämpötilaviihtyvyydessä?



**ASUNNON ÄÄNENERISTÄVYYS**

1 = Erittäin tyytyväinen, 2 = Tyytyväinen, 3 = En tyytymätön, enkä tyytyväinen, 4 = Tyytymätön, 5 = Erittäin tyytymätön, 6 = En osaa sanoa

	1	2	3	4	5	6
10) Oletko tyytyväinen asuntosii ääneneristykseen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Täydentävät kysymykset:

----- 1 = Usein -- 2 = Satunnaisesti -- 3 = Ei koskaan -- 4 = En osaa sanoa

	1	2	3	4
10a) Kuuluuko asuntoosi häiritsevää melua liikenteestä?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10b) Kuuluuko asuntoosi häiritsevää melua laitteista (ilmanvaihto, putket, yms)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10c) Kuuluuko asuntoosi häiritsevää melua naapurista tai porraskäytävästä?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Lisätietoja: Mistä peräisin olevan melun koet kaikkein häiritsevimmäksi?

**ASUNNON ASUMISKUSTANNUKSET**

1 = Erittäin tyytyväinen, 2 = Tyytyväinen, 3 = En tyytymätön, enkä tyytyväinen, 4 = Tyytymätön, 5 = Erittäin tyytymätön, 6 = En osaa sanoa

	1	2	3	4	5	6
11) Oletko tyytyväinen asuntosii asuinkustannuksiin? (verrattuna aiempiin ja tuttavapiirisi kokemuksiin)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Täydentävät kysymykset:

----- 1 = Korkeat - 2 = Ei korkeat, ei matalat - 3 = Matalat - 4 = En osaa sanoa

	1	2	3	4
11a) Ovatko asuinkustannuksesi mielestäsi?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Lisätietoja: Mitkä kustannukset (yhtiövastike, sähkölasku, vesilasku,...) ovat matalia/korkeita?

**ASUNNON ILMANVAIHTO JA SISÄILMAN LAATU**

1 = Erittäin tyytyväinen, 2 = Tyytyväinen, 3 = En tyytymätön, enkä tyytyväinen, 4 = Tyytymätön, 5 = Erittäin tyytymätön, 6 = En osaa sanoa

	1	2	3	4	5	6
12) Oletko tyytyväinen asuntosi ilmanlaatuun ja ilmanvaihtoon?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Täydentävät kysymykset:

----- 1 = Tehottomasti - 2 = Sopivasti - 3 = Liian tehokkaasti - 4 = En osaa sanoa

	1	2	3	4
12a) Toimiiko asuntosi ilmanvaihto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

----- 1 = Usein -- 2 = Satunnaisesti -- 3 = Ei koskaan -- 4 = En osaa sanoa

	1	2	3	4
12b) Onko asuntosi sisäilma tunkkainen tai raskas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12c) Tuuletatko asuntoasi ikkunan kautta?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Lisätietoja: Mitä parannuksia toivoisit asunnon ilmanvaihtoon ja sisäilman laatuun?

**ASUNNON KORJAUSTARPEET**

1 = Erittäin tyytyväinen, 2 = Tyytyväinen, 3 = En tyytymätön, enkä tyytyväinen, 4 = Tyytymätön, 5 = Erittäin tyytymätön, 6 = En osaa sanoa

	1	2	3	4	5	6
13) Oletko tyytyväinen asuntosi nykykuntoon?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Lisätietoja: Mitä korjaustarpeita asunnossasi on?

Onko muita asuinviihtyvyyteen liittyviä huomioita, jotka haluat kertoa tutkijoille, mitä?

## Lämmin kiitos osallistumisestanne puukerrostaloaiheiseen kyselyyn!

Kysely, johon vastasitte, kuuluu puutuotealan yhteistutkimusyhtiö FWR:n (Finnish Wood Research) rahoittamaan tutkimukseen 1990-luvulla rakennettujen suomalaisten puukerrostalojen nykyykunnosta ja asukasviihtyvyydestä. Tutkimuksen toteutuksesta vastaavat yhteistyössä Tampereen teknillinen yliopisto sekä Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

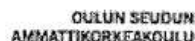
Vastauksellanne annoitte oman panoksenne puukerrostalorakentamisen kehittämiseksi Suomessa. Toimitamme lähitulevaisuudessa lippupaketin Kokkolan asuntomessuille kiitokseksi vastauksestanne. Lippupaketti sisältää kahvilipun, joka käy FWR:n osakasyritysten esittelyosastoilla.

Linkki Kokkolan asuntomessujen kotisivuille: <http://www.asuntomessut.fi/kokkola>



Erinomaista alkanutta kevättä ja mukavia asuinhetkiä puukerrostalossa!

### Osakasyritykset





Finnish Wood  
Research



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

OULUN SEUDUN  
AMMATTIKORKEAKOULU



10.5.2011

Puukerrostalojen isännöitsijäkysely:

## Arvoisa Isännöitsijä!

Suomessa on käynnistetty laaja puukerrostalorakentamisen kehittämiseen liittyvä tutkimushanke, jota koordinoi puutuotealan yhteistutkimusyhteisö Finnish Wood Research (FWR). FWR:n rahoittamana Tampereen teknillinen yliopisto ja Oulun seudun ammattikorkeakoulu tekevät tutkimusta 1990 - 2000-luvuilla rakennettujen puukerrostalojen nykykunnosta ja asukkaiden asumisviihtyvyydestä. Tutkimuksen puitteissa olemme jo toteuttaneet puukerrostaloasukkaille asukasviihtyvyykselyn ja nyt olemme toteuttamassa isännöitsijäkyselyä, jossa haastatellaan puukerrostalokohteiden isännöitsijöitä ympäri Suomea. Kerättävän tiedon pohjalta kehitetään suomalaista puukerrostalorakentamista, joten tutkimuksen onnistumisen kannalta sekä asukkailta että isännöitsijöiltä saatava palaute on erittäin tärkeää. Asukas- ja isännöitsijäkyselyjen lisäksi tulemme suorittamaan joissain asunnoissa erilaisia mittauksia (lämpökamerakuvauksia, ilmanpitävyyden mittauksia, yms.). Tutkimuksen kohteena on puukerrostaloja eri puolelta Suomea.

Ohessa on puukerrostalojen isännöitsijöille suunnattu kyselylomake, jonka toivottavasti voitte täyttää ja palauttaa liitteinen sähköpostitse/postitse viikon kuluessa ko. viestin saapumisesta. Kyselylomakkeella tiedustelemme puukerrostalokohteen perustietoja, energiakulutustietoja, korjaustietoja sekä isännöitsijöiden henkilökohtaisia näkemyksiä puukerrostalokohteiden toimivuudesta. Kysymysten yhteyteen on aina varattu laatikko palautteen kirjoittamista varten. Mielipidekysymykset ovat luonteeltaan rasti-ruutuun tyylisiä, joissa valitaan lähimpänä oikeata mielipidettä oleva vaihtoehto.\*

Kyselylomakkeen täyttäminen mahdollisimman huolellisesti on tärkeää, sillä juuri isännöitsijöiltä saatava palaute on avainasemassa puukerrostalorakentamisen kehittämishankkeessa. Lisäksi toivomme myös, että mahdollisuuksienne mukaan toimittaisitte kyselylomakkeen ohessa liitteenä kopiot pyydyistä asiakirjoista (lueteltu myöhempana kohdassa Liitteet).

Teiltä saamiamme tietoja ja asiakirjoja käsitellään luottamuksellisesti. Tietoja käytetään vain tässä tutkimuksessa, eikä niitä anneta ulkopuolisille.

Kyselyyn osallistumisen palkitsemme kahden hengen lippupaketilla Kokkolassa 15.7.-14.8.2011 järjestettävillä asuntomessuille. Lippupaketti sisältää pullakahvitarjoilun messuilla, jonkin FWR:n osakasyrityksen esittelyosastolla.

Puukerrostalojen isännöitsijäkysely:

*1) Puukerrostalokohteen perustiedot*

Puukerrostalokohteen nimi:

Puukerrostalokohteen rakentamivuosi:

Puukerrostalokohteen pinta-ala ja tilavuustiedot:

Omistus (vuokra-, omistus-, työsuhde-, opiskelija-asuntoja...)?

Asuntojen lukumäärä:

Asuntojen jakauma (yksiöitä, kaksioita, kolmioita, perheasuntoja...?):

## Puukerrostalojen isännöitsijäkysely:

### 2) Energiakulutustiedot

Kohteen lämmitystapa:

Kohteen ilmanvaihtojärjestelmä:

Rakennuksen energialuokka (A, B,...): voit liittää halutessasi mukaan kopion energiakatselmuksesta

Energian kulutustiedot (lämmitys, käyttövesi, kiinteistö sähkö), esim. viideltä viime vuodelta, voit antaa tiedot erillisellä liitteellä (kopio kulutustiedoista)

	2010	2009	2008	2007	2006
Kokonaisenergia, kWh/m <sup>2</sup>					
Lämmitysenergia, kWh/m <sup>2</sup>					
Kiinteistö sähkö, kWh					
Käyttövesi, m <sup>3</sup> /asukas					

Onko energiakulutuksessa tapahtunut merkittäviä muutoksia, miksi?

### Puukerrostalojen isännöitsijäkysely:

#### 3) Korjaustiedot

Kuntoarviot (onko tehty, tärkeimmät havainnot): voit halutessasi liittää mukaan kopiot tehdyistä kuntoarvioista

Korjaussuunnitelmat, tärkeimmät suunnitellut korjaukset:

Tehdyt korjaukset, korjausvuodet ja tehdyt toimenpiteet:

Oliko korjauksilla vaikutusta energian kulutukseen, mitä?

Puukerrostalojen isännöitsijäkysely:

*4) Mielipiteet puukerrostaloista suhteessa muihin vastaaviin (sama ikä, käyttö, koko...) kerrostaloihin*

Perustuen omiin kokemuksiisi:

4a) Esiintyykö puukerrostalokohteissa korjaustarpeita...?

- Selvästi enemmän
- Hieman enemmän
- Ei eroavaisuuksia
- Hieman vähemmän
- Selvästi vähemmän

Mitkä ovat puukerrostaloille ominaisia korjaustarpeita?

4b) Millaiset ovat puukerrostalokohteen ylläpitokustannukset?

- Selvästi suuremmat
- Hieman suuremmat
- Ei eroavaisuuksia
- Hieman pienemmät
- Selvästi pienemmät

Millaisista kuluista ylläpitokustannukset koostuvat?

4c) Millaiset ovat puukerrostalokohteiden korjauskustannukset

- Selvästi suuremmat
- Hieman suuremmat
- Ei eroavaisuuksia
- Hieman pienemmät
- Selvästi pienemmät

Millaisista kuluista korjauskustannukset muodostuvat?





### Puukerrostalojen isännöitsijäkysely:

4d) Kuinka paljon asukkailta tulee valituksia puukerrostalokohteista?

- Selvästi enemmän
- Hieman enemmän
- Ei eroavaisuuksia
- Hieman vähemmän
- Selvästi enemmän

Millaisista asioista tulee eniten valituksia?

4e) Millainen on puukerrostalokohteen energiankulutus?

- Selvästi suurempi
- Hieman suurempi
- Ei eroavaisuuksia
- Hieman pienempi
- Selvästi pienempi

Millaisia erityispiirteitä on energiankulutuksessa?

## Puukerrostalojen isännöitsijäkysely:

### *5) Muuta kommentoitavaa puukerrostaloista*

Vapaa sana. Kommentteja, huomioita, erityispiirteitä, toteamuksia yms. puukerrostalokohteista isännöitsijän näkökulmasta.

### *6) Liitteet*

Voit liittää halutessa mukaan kopiot seuraavista asiakirjoista:

- Kopiot kohteen energiatodistuksista ja – katselmuksista
- Kopiot kohteen rakennekuvista (erityisesti: alapohjat, välipohjat, yläpohjat, ulkoseinät, huoneistojen väliset seinät sekä mahdollisesti myös välipohja-ulkoseinäliitos ja välipohja-väliseinäliitos)
- Kopio rakenneselostuksesta
- Kopiot kuntoarvioista
- Kopio isännöitsijätodistuksesta

Puukerrostalojen isännöitsijäkysely:

*Yhteistyöstä kiittäen:*



Osakasyritykset



Mikäli teillä on kysyttävää tutkimuksesta, vastaamme mielellämme. Tutkimuksen yhteyshenkilö:

Ilkka Vesalainen  
Tutkimusapulainen, tekn.kand.  
Tampereen teknillinen yliopisto  
Rakennetekniikka  
s-posti. ilkka.vesalainen@tut.fi  
p. 040-1981 963  
PL 600, Tekniikankatu 12, 33101 Tampere