

Niko Ollikainen

RIVITALON TEKNISEN LAADUN ARVIOINTI

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2013

RIVITALON TEKNISEN LAADUN ARVIOINTI

Ollikainen, Niko
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikkain koulutusohjelma
Toukokuu 2013
Ohjaaja: Tapiola, Mikko
Sivumäärä: 52
Liitteitä: 3

Asiasanat: rakentamisen laatu, laadun arviointi, tähtiluokitus, rivitalo

Opinnäytetyön tarkoitus oli arvioida rivitalon teknistä laatua. Arvioinnin kohteena oleva rivitalo As Oy Alinentie 24 oli pilottihankkeena Prizztech Oy:n luotsaamassa Energiaviisas Porin seutu-hankkeessa.

Arvioinnin perustana käytettiin Ympäristöministeriön julkaisua ”Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus” ja julkaisun pohjalta laadittua Internet-pohjaista arviointikyselyä. Arviointikysely täytettiin yhdessä kohteen rakennuttajien kanssa, ja kyselyn täyttämisen jälkeen kohteelle saatiin tähtiluokitus.

Lisäksi opinnäytetyössä vertailtiin seinärakenteen lämmönläpäisykertoimen eli U-arvon laskentaa RakMk C4 2003 ja RakMk C4 2012 mukaan.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin As Oy Alinentie 24:lle ”Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus”-julkaisun mukainen tähtiluokitus sekä kattava dokumentointi rakentamis- ja suunnitteluvaiheessa tehdyistä ratkaisuista.

EVALUATION OF TECHNICAL QUALITY OF A ROWHOUSE

Ollikainen, Niko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

May 2013

Supervisor: Tapiola, Mikko

Number of pages: 52

Appendices: 3

Keywords: quality of construction, evaluation of quality, rowhouse

The purpose of this thesis was to evaluate the quality of a rowhouse. The subject of the evaluation was the Housing corporation Alinentie 24, which was a pilot project in the Prizztech Inc.'s project "Energiaviisas Porin seutu".

The basis of the evaluation was the publication "Pientalon tekninen laatu: Tähtiluokitus" and its Internet-based version, both published by the Finnish Ministry of Environment. The evaluation blank was with the contractors of the Alinentie 24. After filling the evaluation blank, the evaluation system gave a star classification for Alinentie 24.

In addition to the evaluation of quality, the calculating of the wall structure's thermal transmittance both by the old and by the new regulations was compared.

The result of this thesis was a star classification for Alinentie 24 and an extensive documentation of the solutions made during the construction and designing of Alinentie 24.

TERMILUETTELO

Ilmanvuotoluku q_{50}	Ilmanvuotoluvulla q_{50} tarkoitetaan rakennusvaipan keskimääräistä vuotoilmavirtaa tunnissa 50 Pa paine-erolla rakennuksen kokonaissämittojen mukaan laskettua rakennusvaipan pinta-alaa kohden. Rakennusvaipan ala käsittää ulkoseinien pinta-alan aukotuksineen sekä alaja yläpohjan pinta-alan (Suomen Rakentamismääräyskokoelma D3 2012,4.)
Lämmönjohtavuus	Lämmönjohtavuudella eli λ_d -arvolla ilmaistaan lämpövirran tiheyttä jatkuvuustilassa pituusyksikönpaksuisen tasa-aineisen ainekerroksen läpi, kun lämpötilaero ainekerroksen pintojen välillä on yksikön suuruinen. Lämmönjohtavuuden yksikkö on W/ (m K). (Suomen Rakentamismääräyskokoelma C4 2003,3.)
Lämmönläpäisykerroin	Lämmönläpäisykertoimella eli U-arvolla ilmaistaan sen lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ympäristöjen välillä on yksikön suuruinen. Lämmönläpäisykertoimen yksikkö on W/(m ² K) (Suomen Rakentamismääräyskokoelma C4 2003,3.)
M1	Sisäilmastoluokitus 2008 mukainen rakennusmateriaalien päästöluokitus (RT 07-10946 2009, 17).
P1	Sisäilmastoluokitus 2008 mukainen puhtausluokitus työ- ja asuintiloille, joissa pyritään sisäilmaluokkien S1 tai S2 mukaiseen sisäilman laatuun (RT 07-10946 2009, 11).

S2

Sisäilmastoluokitus 2008 mukainen hyvän sisäilman luokitus. Tilan sisäilma on hyvä, ja tiloissa ei ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa ja rakenteissa ei ole vaurioita tai epäpuhtauslähteitä, jotka heikentävät ilman laatua. Lämpöolosuhteet ovat hyvät. Vetoa ei esiinny, mutta tilat saattavat yllämmetä kesäisin. Tiloissa on niiden käyttötarkoitukseen soveltuvat hyvät ääni- sekä valaistusolosuhteet (RT 07-10946 2009,4.)

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	ENERGIAVIISAS PORIN SEUTU - HANKE	9
2.1	Hankkeen tavoitteet	9
2.2	Toiminnan kuvaus.....	9
3	PIENTALON TEKNINEN LAATU, TÄHTILUOKITUS –JULKAISU.....	10
3.1	Yleistä	10
3.2	Teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmä	11
4	PIENTALON TEKNISEN LAADUN OHJAUS- JA ARVIOINTIJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖ RAKENNUSPORI SANEERAUSPALVELUT OY:N KOHTEESSA AS OY ALINENTIE 24.....	13
4.1	Kohteen esittely	13
4.2	Teknisen laadun arviointi.....	13
4.3	Kosteuskestävyys	14
4.3.1	Rakennusten korkeusasema, katto-, pinta-, sade- ja viemäriverdet sekä perustukset ja alapohja	15
4.3.2	Vesikatto, yläpohja, ulkoseinä sekä seinien ja alapohjan liitokset.....	16
4.3.3	Vesieristys	17
4.3.4	Vesi- ja lämpöputkien sekä vesikalusteiden asennus	18
4.3.5	Lattialämmitys ja paineellisen veden vuotohälytys.....	18
4.3.6	Rakentamisen aikainen kosteudenhallinta.....	19
4.3.7	Asumisen aikainen kosteudenhallinta	20
4.3.8	Lumien läjitysmaat tontilla.....	20
4.3.9	Yhteenveto kosteuskestävyydestä ja vertailu Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus–julkaisun laatuvaatimusten kanssa	20
4.4	Sisäilmaston laatu	21
4.4.1	Tavoiteltava sisäilmaston laatutaso	22
4.4.2	Ilmanvaihtojärjestelmä	23
4.4.3	Rakennusmateriaalit ja siivous	24
4.4.4	Äänieristykset 24	
4.4.5	Mittaukset ja mittauspöytäkirjat	24
4.4.6	Käytön opastus ja hallinta	25
4.4.7	Yhteenveto sisäilmaston laadusta ja vertailu Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus–julkaisun laatuvaatimusten kanssa	25
4.5	Energiankulutus	26
4.5.1	Energialuokat, rakenteiden U-arvot ja rakenteiden tiiviys	27
4.5.2	Asumisen energiatehokkuus	27

4.5.3	Yhteenveto energiankulutuksesta ja vertailu Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus–julkaisun laatuvaatimusten kanssa	28
4.6	Ympäristövaikutukset	29
4.6.1	Tontti ja rakennuksen sijoittaminen tontille	30
4.6.2	Rakenteet, rakennusmateriaalit ja ympäristöselosteet	30
4.6.3	Muuntojoustavuus, turvallisuus ja käyttöikäsuunnittelu	30
4.6.4	Työmaan toiminnot	31
4.6.5	Asuminen ja huoltokirja	31
4.6.6	Hiilidioksidipäästöt	32
4.6.7	Yhteenveto ympäristövaikutuksista ja vertailu Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus–julkaisun laatuvaatimusten kanssa sekä pohdinta tulosten pohjalta	32
4.7	Yhteenveto Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus–laadunarviointijärjestelmän tuloksista	33
4.7.1	Pohdinta laadun parantamisesta	33
4.7.2	Kuka valvoo rakentamisen laatua?	34
5	ULKOSEINÄN U-ARVON LASKENTA KOHTEESSA AS OY ALINENTIE 24	35
5.1	Seinä rakenne kohteessa As Oy Alinentie 24	36
5.2	U-arvon laskenta RakMk C4 2003:n mukaan	36
5.2.1	Seinä rakenteen ainekerrosten lämmönvastusten määrittäminen	38
5.2.2	Seinä rakenteen kokonaislämmönvastuksen R_T ja lämmönläpäisykertoimen U määrittäminen	40
5.3	U-arvon laskenta RakMk C4 2012:n mukaan	41
5.3.1	Ainekerrosten lämmönvastusten määrittäminen RakMk C4 2012 mukaan	43
5.3.2	Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläikiarvon R_T' laskenta	45
5.3.3	Rakennusosan kokonaislämpövastuksen aläikiarvon R_T'' laskenta	47
5.3.4	Tulosten vertailu	51
	LÄHTEET	52
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Rakentamisen laatu on viime aikoina ollut polttava puheenaihe. Uutisista olemme saaneet lukea mm. romahtaneesta hevosmaneesista ja alle kymmenen vuotta vanhoista omakotitaloista, joissa on jo nyt havaittu kosteus- ja homeongelmia.

Rakentamisen laatu ei rajoitu vain työmaalla tehtävään rakennustyöhön, vaan se koskee myös rakennusten ja rakenteiden suunnittelua sekä taloteknistä suunnittelua.

Suomessa rakennettavista rakennuksista valtaosa on asuinrakennuksia, kuten omakotitaloja. Omakotitalo on usein ihmisen suurin yksittäinen sijoitus, ja tällä sijoituksella on hintaa satoja tuhansia euroja. Rakennushankkeeseen ryhtyvällä kuitenkin on enää harvoin sellaista tietotaitoa, jolla pystyisi syntyvän rakennuksen laatuun vaikuttamaan.

Rakentamisen laadun ohjaamiseen on olemassa jo lukuisia julkaisuja, mm. RYL-julkaisut. Mikään näistä julkaisuista ei kuitenkaan ole suunnattu Matti Meikäläiselle, vaan ammattirakentajalle.

Ympäristöministeriön ja Oulun rakennusvalvonnan yhteistyössä laatiman Pientalon tekninen laatu-julkaisu on laatukäsikirja, joka on suunnattu pientalorakentajille. Tässä opinnäytetyössä perehdytään rakentamisen laadun vaikutukseen energiatehokkuuden käyttäen apuna em. julkaisua.

Opinnäytetyössä tarkasteltava As Oy Alinentie 24 on Prizztech Oy:n luotsaaman Energiaviisas Porin seutu-hankkeen pilottikohde.

2 ENERGIAVIISAS PORIN SEUTU - HANKE

2.1 Hankkeen tavoitteet

Energiaviisas Porin seutu–hanke on Prizztech Oy:n luotsaama hanke, jonka tarkoituksena on tuottaa energiatehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä tukevaa tietoa rakennus- ja talotekniikka-alan yrityksille sekä julkisille toimijoille. Tavoitteena on rakennusteollisuuden yritysten kilpailukyvyyn kehittäminen energiatehokkuuden ja energiatehokkuutta edistävien tuotteiden avulla sekä asuntoalueiden ja talojen energiatehokkuuteen liittyvien ratkaisujen edistäminen tietoisuutta lisäämällä ja pilotti-kohteiden avulla. Hankkeen kohderyhmää ovat rakennusalan yritykset ja yhteisöt, yksityiset rakentajat sekä Porin seudun kunnat ja muut julkiset toimijat (Energiaviisas Porin seutu, 3.)

2.2 Toiminnan kuvaus

Hankkeen aikana pyritään parantamaan talotekniikka-, rakennus- ja rakennusteollisuusyritysten kilpailukykyä ja laatua. Tämä tapahtuu tarjoamalla asiantuntija-apua uusien energiviisaiden ja energiatehokkuutta hyödyntävien tuotteiden ja palveluiden kehittämiseen toimijat (Energiaviisas Porin seutu, 4.)

Asuntoalueiden ja talojen energiatehokkuuteen liittyviä ratkaisuja ja uusiutuvien energialähteiden käyttöönottoa edistetään hankkeen aikana tietoisuutta lisäämällä. Tietoisuutta lisätään järjestämällä koulutusta, neuvontaa ja ohjausta sekä kuntien, rakentajien että asukkaiden käyttöön. Keskeisiä toimenpiteitä ovat mm. kuntien kaa-voitus- ja rakennustoimintaan liittyvien työntekijöiden lyhytkestoinen kouluttaminen energiviisaisiin valintoihin, rakentajille suunnattujen energiviisaisiin valintoihin ohjaavien info- ja koulutustilaisuuksien järjestäminen sekä yleisölle järjestettävät energiansäästötilaisuudet (Energiaviisas Porin seutu, 5.)

Hankkeessa pyritään parantamaan myös yhdyskuntarakenteen ja asuinalueiden energiatehokkuutta. Energiaviisas Porin seutu-hankkeen avulla kunnat saavat uusia väli-

neitä ja asiantuntemusta energiatehokkaan rakentamisen edistämiseen sekä alueelliseen yhteistyöhön (Energiaviisas Porin seutu, 5.)

3 PIENTALON TEKNINEN LAATU, TÄHTILUOKITUS–JULKAISU

3.1 Yleistä

Oulun rakennusvalvontavirasto käynnisti vuonna 2003 hankkeen ”Pientalon tekninen laatu”. Hankkeen tavoitteena oli kehittää järjestelmä pientalojen teknisen laadun ohjaukseen ja arviointiin. Tulevan järjestelmän oli tarkoitus toimia tavallisen pientalorakennuttajan apuvälineenä omaa rakennushanketta koskevia laatuvalintoja tehdessä. Arvioitaviksi aihealueiksi valittiin **kosteudenkestävyys, sisäilmaston laatu, energi-ankulutus** ja **ympäristövaikutukset**, sillä näiden aihealueiden katsottiin aiheuttavan pientalonrakentamisessa eniten ongelmia ja ohjauksen vaikutukset nähtiin niissä tuottavimmiksi. Kehityksen tuloksena oli järjestelmä, joka käsittää n. 260 yleistajuisia kysymystä, joihin voi pääosin vastata kyllä tai ei (Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus 2006, 3.)

Tätä järjestelmää testattiin kesällä 2005 Oulun asuntomessujen pientaloissa, joiden teknistä laatua pyrittiin ohjaamaan ja kohottamaan yhteistyössä rakennuttajaperheiden kanssa. Järjestelmän avulla arvioitiin 20 pientalon teknistä laatua, mikä todettiin keskivertoa selvästi paremmaksi. Syynä tähän pidettiin rakennuttajaperheiden huolellista ja aktiivista paneutumista laatuvalintoihin. Järjestelmän saamat kokemukset ja valtakunnallinen palaute olivat pääsääntöisesti myönteisiä (Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus 2006, 3.)

Näiden saatujen kokemusten ja palautteen perusteella arviointijärjestelmä kehitettiin asuntomessujen jälkeen. Heinäkuussa 2005 arviointijärjestelmä julkaistiin kaikkien käytettäväksi internetiin (Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus 2006, 3.)

Järjestelmää on kehittänyt työryhmä, jossa on ollut mukana Oulun rakennusvalvonta, VTT:n rakentamisen ja rakennetun ympäristön Oulun yksikkö, Merikosken kuntou-

tus- ja tutkimuskeskus sekä Oulun yliopisto. Hankkeen ohjausryhmässä on ollut mukana em. lisäksi Ympäristöministeriö, Pientaloteollisuus PTT Ry, Motiva Oy, Sisäilmayhdistys Ry, Oulun kaupungin rakennuslautakunta sekä Osuuskunta Suomen Asuntomessut. Internetissä viimeksi julkaistu päivitetty versio on viimeistelty Oulun rakennusvalvontavirastossa (Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus 2006, 3.)

3.2 Teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmä

Pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmän on tarkoitus toimia tavallisen pientalorakennuttajan ja tämän palkkaamien suunnittelijoiden apuvälineenä hanketta koskevia laatuvalintoja tehtäessä. Järjestelmässä on n. 260 yleistajuista kysymystä, joihin voi pääosin vastata kyllä tai ei. Jokaisen kysymyksen perään on annettu kyseisen laatutekijän luonnetta osoittava painokerroin eli pistemäärä (Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus 2006, 9.) Pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmän internet-versiossa jokaisen kysymyksen perässä on lisäksi ilmaistu, kenen (tilaajan, vastaavan työnjohtajan tai jonkin alan suunnittelijan) vastuualueeseen kyseinen kysymys kuuluu.

Järjestelmässä on painoarvoltaan eli pistemäärältään eriarvoisia kysymyksiä - kolmen pisteen, kahden pisteen ja yhden pisteen kysymyksiä:

- **Kolmen pisteen** arvoiset kysymykset ja valinnat ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman määräysten edellyttämiä pakollisia valintoja, ja järjestelmä edellyttää niihin myönteistä vastausta. Esimerkiksi kysymys ”Onko sokkelin ja lattian yläpinta vähintään 300 mm valmiin maanpinnan yläpuolella?” on kolmen pisteen arvoinen, sillä Suomen Rakentamismääräyskokoelma edellyttää, että asuinrakennuksen sokkelin ja lattian yläpinta on vähintään 300 mm maanpinnan yläpuolella. Kolmen pisteen kysymykset ovat Pientalon tekninen laatu-julkaisussa esitetyjä **pakollisia toimenpiteitä** (Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus 2006, 9.)
- **Kahden pisteen** arvoisia kysymyksiä ja valintoja ovat kokonaislaatuun vaikuttavia perusratkaisuja, jotka tuottavat vain vähän lisäkustannuksia. Kysymys ”Erotetaanko kapillaarikatkon päälle mahdollisesti tuleva täyttökerros

suodatinkankaalla kapillaarikatkosta?” on kahden pisteen arvoinen, sillä suodatinkangas ei ole pakollinen, mutta sen asentaminen on suotava, eikä sen asennus vaadi merkittäviä lisäinvestointeja. Kahden pisteen kysymykset ovat Pientalon tekninen laatu-julkaisussa esitettyjä **suositeltavia toimenpiteitä** (Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus 2006, 9.)

- **Yhden pisteen** kysymykset ja ratkaisut ovat kokonaislaatuun hitaasti vaikuttavia, edellisiä suurempia valintoja, jotka edellyttävät suurehkoja lisäinvestointeja. Kysymys ”Voiko GSM-verkon välityksellä ohjata talon vedenpainetta ja lämmitystä?” on yhden pisteen arvoinen, sillä GSM-verkon välityksellä ohjattavat säätölaitteet voivat olla melko kalliita, mutta ne eivät suinkaan ole pakollisia. Yhden pisteen kysymykset ovat Pientalon tekninen laatu-julkaisussa esitettyjä **täydentäviä toimenpiteitä** (Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus 2006, 9.)

Kun kaikkiin kysymyksiin on vastattu, voidaan laatupisteiden avulla laskea rakennuksen laatutähdimäärä. Järjestelmän internet-versio laskee laatutähtien määrät automaattisesti. Rakennus voi saada yhdestä viiteen laatutähteä.

Jos on vastannut myönteisesti vain kolmen pisteen arvoisiin ja/tai tehnyt vain kolmen pisteen arvoisia valintoja, rakennukselle myönnetään yksi laatutähti. Jos kaikki tehdyt valinnat ovat olleet kahden pisteen arvoisia, myönnetään rakennukselle kolme tähteä. Viiden laatutähden saaminen edellyttää kahden ja yhden pisteen valintoja.

Pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmä soveltuu sekä suunnitteilla ja rakenteilla olevan rakennuksen teknisen laadun ohjaukseen, mutta myös jo rakennetun olemassa olevan rakennuksen laadun arviointiin. Olemassa olevan rakennuksen laadun arvioiminen kuitenkin edellyttää, että arvioitavan rakennuksen kaikki tarvittavat suunnitelmat ja dokumentit ovat saatavilla (Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus 2006, 11.)

4 PIENTALON TEKNISEN LAADUN OHJAUS- JA ARVIOINTIJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖ RAKENNUSPORI SANEERAUSPALVELUT OY:N KOHTEESSA AS OY ALINENTIE 24

4.1 Kohteen esittely

As Oy Alinentie 24 koostuu kahdesta rivitalosta ja talousrakennuksesta. Talo A käsittää 5 asuntoa ja talo B 3 asuntoa. Molemmat asuinrakennukset on perustettu tuulettuvalla alapohjalla paaluin ja ontelolaatoin. Rakennuksen runko on puurakenteinen. Rakennus on harjakattoinen ja katemateriaalina on tiili. Osassa asunnoista on takka. As Oy Alinentie 24:n lämmitysmuoto on maalämpö ja lämmönsiirtomuotona on ympärivuotisessa käytössä oleva vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä. Kohteessa käytetty ilmanvaihtojärjestelmä on varustettu lämmöntalteenotolla. As Oy Alinentie 24:n asuinrakennukset on kytketty kunnalliseen vesi- ja viemäriverkostoon.

As Oy Alinentie 24:n erikoisuutena voidaan pitää ulkoseinärakennetta, jossa tavanomaisen mineraalivillan ja höyrynsulkumuovin sijasta eristeenä on käytetty hengittävää puukuitueristettä ja höyrynsulkuna höyrynsulkupahvia. Sekä eriste että höyrynsulku on Ekovilla Oy:n valmistamaa.

Kohteen pääurakoitsijana toimi Rakennuspori Saneerauspalvelut Oy. Kohteen arkkitehti- ja rakennesuunnittelun toteutti Insinööritoimisto Kaappo Oy. LVI-suunnittelusta vastasi RM-LVITekniikka Oy.

Rakennuksen arkkitehti- ja rakennesuunnitelmat on esitelty tarkemmin liitteissä.

4.2 Teknisen laadun arviointi

Kohteessa As Oy Alinentie 24 teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmä otettiin käyttöön vasta rakennustöiden ollessa jo hyvässä vauhdissa. Yhdessä Rakennuspori Saneerauspalvelut Oy:n Mika Isokytön ja Harri Laineen kanssa suoritimme laadun arvioinnin käyttäen järjestelmän internet-versiota osoitteessa www.pientalonlaatu.fi. Vaikka Isokytö sekä Laine ovat kokeneita rakentajia, nousi laadun arvioinnin aikana

laatuseikkoja, joihin he eivät aikaisemmissa kohteissaan olleet kiinnittäneet huomiota, kuten esimerkiksi lumien läjitysmaat ja niiden sijoittelu tontilla. Arviointia suorittaessamme tulimme siihen tulokseen, että mitä aikaisemmassa vaiheessa teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmän ottaa käyttöön, sitä parempi.

Tässä opinnäytetyössä käsittelemme As Oy Alinentie 24:ssä tehtyjä laatuvalintoja ja vertailen niitä Pientalon tekninen laatu-julkaisun ratkaisuihin.

4.3 Kosteuskestävyys

Rakennuksen kosteudenkestävyys on yksi tärkeimmistä parametreista mitattaessa rakentamisen laatua. Esimerkiksi virheellisesti tehty vesieristys tai riittämätön tuuletus ulkoseinärakenteessa saattavat aiheuttaa merkittäviä kosteusvaurioita, joista voi edelleen seurata homeongelmia ja tuhansien eurojen remonttikustannuksia. Vakuutusyhtiöiden keskusliiton tilastojen mukaan vuonna 2004 maksettiin yksityistalouksille vuotovahinkokorvauksia noin 60 miljoonaa euroa, keskimääräisen vahingon suuruuden ollessa noin 3000 euroa (Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus 2006, 11).

Kosteusvaurio ei ole pelkästään rahassa mitattava ongelma, sillä kosteusvaurioiden aiheuttamat home- ja mikrobiongelmat voivat aiheuttaa vakaviakin terveyshaittoja ihmiselle. Tästä päästään taas kustannuskysymykseen, sillä terveyshaittojen hoitaminen aiheuttaa merkittäviä kustannuksia sekä yksilöille että yhteiskunnalle. Ympäristöministeriö kertoi 3.11.2010 antamassa tiedotteessaan, että kosteus- ja homevauriot aiheuttavat suoria kustannuksia terveydenhuoltojärjestelmällemme yli 200 miljoonaa euroa vuodessa (Ympäristöministeriön www-sivut 2010).

Rakennuksen suunnittelussa tulisi ottaa mahdollisimman hyvin huomioon kosteusvaurion ennaltaehkäisy. Ennaltaehkäisy on kuitenkin vaikeaa, sillä vaurion syntymiseen vaikuttaa myös tekijöitä, joihin ihminen ei toimillaan voi vaikuttaa, esimerkiksi poikkeuksellisen runsaan sateen aiheuttama tulva. Siksi tulisi kiinnittää huomiota rakennuksessa käytettäviin materiaaleihin, esimerkiksi valitsemalla sisä- ja ulkopin-

toihin sellaisia materiaaleja, jotka eivät kastuessaan päästä huoneilmaan haitallisia päästöjä sekä materiaaleja, joiden pinta on epäedullinen kasvualusta mikrobeille.

Kohteessa As Oy Alinentie 24 kosteudenkestävyyteen ei panostettu tavanomaista enempiä suunnitteluvaiheessa, vaan keskityttiin täyttämään viranomaisvaatimukset kosteudenkestävyyden osalta. Kuitenkin jo suunnitteluvaiheessa kosteudenkestävyys otettiin huomioon perustamistapaa valittaessa ja käytettäviä materiaaleja, kuten hengittävää puukuitueristettä, valittaessa.

Opinnäytetyön seuraavassa osassa esitellään kohteessa As Oy Alinentie 24 tehdyt kosteudenkestävyyden laatuun vaikuttavat valinnat ja ratkaisut. Pientalon teknisen laadun arviointi-kyselyn tulokset löytyvät liitteistä. (Liite 1)

4.3.1 Rakennusten korkeusasema, katto-, pinta-, sade- ja viemäriverdet sekä perustukset ja alapohja

Kohteessa As Oy Alinentie 24 tehtiin ennen suunnittelun ja rakentamisen aloittamista erillinen, yleiseen korkeusjärjestelmään sidottu pintavaaitus ja pintavesisuunnitelma. Rakennusten kattovedet johdetaan suoraan rännikaivoihin ja yhä edelleen kaupungin sadevesiviemäriin ehytseinämäisessä sadevesiputkessa. Sadevesijärjestelmänkin tukkeutuessa pyritään rännikaivon vesi johtamaan pintoja pitkin pois päin rakennuksesta.

As Oy Alinentie 24 on kytketty kunnalliseen vesi- ja viemäriverkoston. Ennen täytötöiden tekemistä maan alle jäävien putkien, kuten pohjaviemärin, salaojien ja sadevesiviemäreiden liitokset tarkastettiin ja valokuvattiin.

As Oy Alinentie 24:n asuinrakennukset on perustettu paaluin ja ontelolaatoin tuulettuvalla alapohjalla. Perustusratkaisu on omiaan estämään maaperästä nousevan kosteuden kulkeutumisen rakenteisiin ja se toimii myös erinomaisena suojana radonia vastaan.

Kaikissa rakennuksissa rakennuksen viereinen maanpinta on tontin korkeinta kohtaa n. 200 mm korkeammalla. Lattian ja sokkelin yläpinta on ympäröivää maanpintaa 500 mm korkeammalla, ja viereinen maanpinta viettää rakennuksesta pois päin 1:20. Perustuksessa käytetyn kapillaarikatkosoran veden nousukorkeus ja puhtaus on to-
dettu, ja kapillaarikatko on erotettu muusta maa-aineksesta suodatinkankaalla. Kapil-
laarikatkon paksuus on yli 300 mm. Ennen kapillaarikatkon ja suodatinkankaan asen-
tamista maanpinnasta poistettiin kaikki humuspitoinen aines ja maa tasattiin reunoille
viettäväksi. Rakennuksen perustuksen rakennedetalji on esitetty liitteissä. (Liite 1)

Asuinrakennusten alapohja on toteutettu tuulettavana rakenteena ontelolaatoin. Ala-
pohjan tuuletus on hoidettu tuuletusaukoin ja vesikatolle johtavilla eristetyillä tuule-
tusputkilla. Ontelolaattojen päälle on asennettu 200 mm EPS-lämmöneristettä, jonka
päälle on valettu 80 mm teräsbetoni-laatta. Ennen lämpöeristeen ja pintavalun asen-
tamista alusta valokuvattiin.

4.3.2 Vesikatto, yläpohja, ulkoseinä sekä seinien ja alapohjan liitokset

As Oy Alinentie 24:n kaikissa rakennuksissa on vesikaton katemateriaalina tiilikate.
Aluskatteena on tiivis, kondenssisuojattu aluskate, joka ulottuu vähintään 250 mm
ulkoseinän ulkopuolelle. Katemateriaalit läpivienteineen ovat keskenään yhteensopi-
via ja kattokaltevuuteen 1:2 soveltuvia. Katteen asennus tapahtui pääurakoitsijan Ra-
kennuspori Saneerauspalvelu Oy:n toimesta, eikä asentajilla ollut merkkikohtaista
valtuutusta tai sertifikaattia. Asentajat olivat kuitenkin kokeneita asentajia. Vesikat-
teella on 5 vuoden toimivuustakuu.

Räystäät ovat kaikissa As Oy Alinentie 24:n rakennuksissa yli 600 mm pitkiä. Räys-
täiden tuuletusaukot on sijoitettu ja muotoiltu siten, että lunta tai vettä ei pääse raken-
teisiin. Kattoristikoiden alapintaan on asennettu tuulenojaimet, ja yläpohjan eristeen
sekä katteen välissä on 100mm tuuletusrako. Yläpohjan riittävä tuuletus on järjestetty
RIL-107-2000 mukaisesti.

As Oy Alinentie 24:n asuinrakennuksissa ulkoseinän runko ja julkisivu ovat puura-
kenteisiä. Runkomateriaalina on käytetty 50x200-puutavaraa ja eristeenä on 200 mm

puhallettua puukuitueristettä. Höyrynsulkuna toimii höyrynsulkupahvi. Rungon sisäpintaan on asennettu 50x50-vaakakoolaus ja 50 mm puukuitulevyeristettä. Rakenteet on esitelty tarkemmin rakennepiirustuksissa (Liite 1). Ennen kipsilevyn asentamista suoritettiin asunnoissa 1 ja 8 50 Pa ali- ja ylipaineessa tiiviysmittaus ja lämpökuvaus. Asunto 1:n tiiviysmittausluokitus oli B ja asunto 8:n C.

Liitteessä on esitetty rakenneleikkaus ulkoseinän ja alapohjan liitoksesta. Sekä ulko- että sisäseinät ovat betonin yläpuolella ja erotettu betonista bitumikaistaleen avulla. Lisäksi tiiviin rakenteen saavuttamiseksi on vaakakoolauksen ja betonilaatan välinen rako tiivistetty polyuretaanivaahdolla. (Liite 1)

Julkisivun tuuletusrako on tehty 22x100 k600-ristikoolauksella, ja tuuletusrako on avoin koko matkalta. Käytettävä julkisivupaneeli on 28 mm vahvaa. Julkisivun peltitys on hoidettu siten, että vesi ei pääse seinärakenteeseen. Lisäksi alimmaisessa julkisivupaneelissa on ns. tippanokka, joka estää veden kulkeutumisen tuuletusraon kautta seinärakenteeseen. (Liite 1)

4.3.3 Vesieristys

As Oy Alinentie 24:n märkätiloista ei esitetty rakennesuunnitelmissa erillistä detaljia eikä erillisessä rakennusselityksessä selostettu märkätilojen rakennus- ja eristystöitä. Märkätiloissa seinärakenteet toteutettiin puurunkoisina. Puurakenteen pintaan asennettiin EK-kipsilevy, jonka päälle asennettiin vesieristys ja laatoitus. Märkätilojen lattiarakenne ei poikennut muiden tilojen rakenteista, mutta märkätilojen lattiaan asennettiin vesieriste.

Märkätiloissa käytetyt vesieristystuotteet olivat sertifioituja sekä yhteensopivia (samaa tuoteryhmää). Märkätilojen rakenteet täyttivät vedeneristysjärjestelmän edellyttämät vaatimukset jäykkyyden, tiiviyn ja elämättömyyden osalta. Lisäksi käytetyt vesieristysten asentajat olivat henkilösertifioituja.

Ennen vesieristeen asentamista vastaava työnjohtaja varmisti alustan pinnoitettavuuden sileyden ja kosteuspitoisuuden suhteen. Kosteuspitoisuus osoitettiin pintakos-

teusmittarilla mittaamalla. Lisäksi vesieristyksen paksuus mitattiin mikrometrillä asennuksen jälkeen, ja paksuus todettiin täyttävän vesieristeen tuotesertifikaatin mukainen riittävä kuivakalvonpaksuus. Myös lattiakaivoon asennettu vesieristys asennettiin asennusohjeen mukaisesti.

Asuinrakennuksissa asennettiin myös kodinkoneiden ja keittiön lavuaarin alle vesieristetty kaukalo tai muovimatto, joka paljastaa mahdollisen vuodon välittömästi. Märkätiloissa vesieristeen taustarakenteisiin ei asennettu kosteusilmaisimia tai -hälyttimiä, joten vesieristeen taakse päässyttä kosteutta ei kyetä havaitsemaan rikkomatta rakennetta. As Oy Alinentie 24:n teknisissä tiloissa käytettiin myös lattiavesieristystä, joka nostettiin myös seinille n. 50 mm.

4.3.4 Vesi- ja lämpöputkien sekä vesikalusteiden asennus

As Oy Alinentie 24:ssa vesiputket tuotiin märkätiloihin pinta-asennuksena yläkautta, jolloin vesieristys säilyi rikkoutumattomana. Myös vesikalusteet asennettiin siten, että vesieristys säilyi ehjänä. Rakenteiden sisään asennetut vesiputket ja lämpöputket asennettiin käyttämällä tiivistä suojaputkea, jotta mahdollinen vuotovesi tulee näkyviin. Suojaputken toinen pää on vesieristetyssä tilassa ja sen pää on n.100 mm toista päätä alempana. Lattiavalun aikana ja viikko valun jälkeen lattialämmitysputkisto oli painetarkkailussa.

4.3.5 Lattialämmitys ja paineellisen veden vuotohälytys

As Oy Alinentie 24:ssa lattialämmitys on jaettu huonekohtaisiin toimintapiireihin, ja lämpösyöksen estämiseksi järjestelmä on varustettu automaattisella sulkuventtiilillä. Käytettävällä lattialämmitysjärjestelmällä on 10 vuoden takuu.

As Oy Alinentie 24:ssa ei ole käytössä automaattista vesijohto- tai lämmitysverkoston vuotojen hälytysjärjestelmää, eikä paineellista vettä voida sulkea muualta kuin teknisestä tilasta. Lisäksi kohteessa ei ole käytössä järjestelmää, joka lähettää GSM-verkon välityksellä hälytyksen vesivuodoista, lämmityshäiriöstä, tulipaloista ym., eikä GSM-verkon välityksellä voi säätää talon vedenpainetta ja lämmitystä. Kohtees-

sa käytettävässä maalämpöpumpussa on kuitenkin olemassa GSM-hälytysvalmius, joka voidaan halutessa valjastaa käyttöön.

4.3.6 Rakentamisen aikainen kosteudenhallinta

Rakentamisvaiheen alussa työntekijät ohjeistettiin rakentamisen aikaisen kosteudenhallinnan osalta sekä suullisesti että kirjallisesti. Ohjeistuksen hoitivat työmaan valvojat sekä vastaava työnjohtaja. Ohjeistuksessa painotettiin työmaalla olevien rakennustarvikkeiden oikeaoppista suojausta ja varastointia sekä keskeneräisten rakenteiden suojausta.

As Oy Alinentie 24:n rakennustyöt aloitettiin heinäkuussa. Rakentamistyöt etenivät asuinrakennusten osalta runkovaiheeseen syys- ja lokakuun taitteessa, joten keskeneräisten rakenteiden riittävään sateelta suojaamiseen tuli kiinnittää erityistä huomiota. Välittömästi rungon pystytyksen ja kattotuolien asennuksen jälkeen asennettiin aluskate ja tuulensuojalevyt saattaen rakennuksen runko mahdollisimmin nopeasti sateelta suojaan. Rakennusten ulko- ja eristystyöt saatiin hyvissä ajoin ennen talvea valmiiksi, joten talven saapuessa rakennukset olivat täysin säältä suojassa ja lämmitys voitiin kytkeä päälle.

Rakentamisen alkaessa rakennustarvikkeille ei ollut erillistä varastoa. Tarvikkeet varastoitettiin kuitenkin irti maasta trukkilavojen ja lankkujen varaan, ja ne peiteltiin huolellisesti lainapeitteillä tai muoveilla. Ennen syksyn sateiden saapumista As Oy Alinentie 24:n talousrakennus saatettiin säältä suojaan, jolloin talousrakennusta voitiin hyödyntää rakennustarvikkeiden varastona.

Kohteessa As Oy Alinentie 24 ei tehty erillistä kirjallista betonirakenteiden kuivatussuunnitelmaa. Betonilaatan kuivuminen huomioitiin kuitenkin työjärjestyksessä siten, että laatta valettiin ennen tuulensuojalevyjen, eristeiden ja ovien sekä ikkunoiden asentamista. Näin betonilaatasta haihtuva kosteus pääsi vapaasti poistumaan rakennuksen sisältä.

4.3.7 Asumisen aikainen kosteudenhallinta

Tätä tekstiä kirjoittaessa As Oy Alinentie 24:n rakennustyöt ovat vielä kesken, mutta loppumetreillä. Rakennusten huoltokirjat ovat vielä tekemättä, mutta niissä tullaan yksityiskohtaisesti esittelemään rakennuksen käytön kosteusriskit ja sellaiset huolto-toimenpiteet, joita asukas itse voi suorittaa. Tuleville asukkaille pyritään myös järjestämään henkilökohtaista opastusta niin sanottuun järkevään asumiseen eli asukkaita opastetaan kuivaamaan pesuhuoneen lattia käytön jälkeen ym. Asukkaita opastetaan myös toimimaan oikein mahdollisissa vesivuototilanteissa, esimerkiksi näyttämällä mistä huoneistokohtaiset sulkuventtiilit toimivat.

4.3.8 Lumien läjityspaikat tontilla

Kohteeseen As Oy Alinentie 24 ei ole vielä laadittu istutussuunnitelmaa, jossa olisi erikseen esitetty lumien läjityspaikat. Asemankuvan pohjalta on kuitenkin laadittu luonnos, jossa läjityspaikat on esitetty. Suunnitellut läjityspaikat on sijoitettu 3m päähän asuinrakennuksista.

4.3.9 Yhteenveto kosteuskestävyydestä ja vertailu Pientalon tekninen laatu, Tähti-luokitus-julkaisun laatuvaatimusten kanssa

As Oy Alinentie 24 sai kosteudenkestävyyden tähtiluokitukseksi neljä tähteä viidestä. Tämä tarkoittaa, että suurimpaan osaan yhden ja kahden pisteen kysymyksistä vastattiin myöntävästi, eli suurin osa As Oy Alinentie 24:ssa tehdyistä toimenpiteistä oli Pientalon tähtiluokitus-julkaisussa esitettyjä suositeltavia tai täydentäviä toimenpiteitä.

Pientalon teknisen laadun arviointijärjestelmän tulosten perusteella voidaan todeta, että As Oy Alinentie 24:n kosteudenkestävyys on laadultaan hyvä. Kosteudenkestävyyttä olisi voitu edelleen parantaa suorittamalla täydentäviä toimenpiteitä, esimerkiksi varmistamalla vesieristeen ilmatiiviys alipainekalvopumpun avulla ja laatimalla märkätilan rakenteista yksityiskohtainen rakenneleikkaus ja työselostus.

Kosteudenkestävyyttä olisi voitu parantaa myös kiinnittämällä huomiota käytettyihin taloteknisiin laitteistoihin, esimerkiksi asentamalla vesi- ja lämpöjohtoverkostoon automaattinen vuotohälytysjärjestelmä sekä asentamalla märkätiloihin vesieristeen taustalle kosteusilmaisimet tai -hälyttimet. Kosteusilmaisimet ja hälytysjärjestelmät eivät estä vuotoja tapahtumasta, mutta ne voivat vähentää merkittävästi vuotojen aiheuttamia haittoja – kun vuoto havaitaan ajoissa, ei vesi ehdi tunkeutumaan syväälle rakenteisiin ja aiheuttamaan kosteus- ja homevaurioita.

4.4 Sisäilmaston laatu

Kosteudenkestävyyden ohella sisäilmaston laatu on yksi tärkeimmistä rakentamisen laatua ilmaisevista tekijöistä. Ihminen oleilee keskimäärin 90 – 95 % ajastaan sisätiloissa ja hengittää vuorokauden aikana n. 40 kuutiometriä ilmaa, josta valtaosa on sisäilmaa (Sisäilmayhdistyksen www-sivut 2013). Sisäilman laadulla on täten merkitystä.

Sisäilmaston laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat sisäilman laatu ja puhtaus, sisäilman ja pintojen lämpötila, ilman liike ja veto, ilman kosteus, sekä melu ja valaistus. Rakennuksen sisäilmasto on hyvä, kun rakennus ei aiheuta oireita käyttäjälleen. Huono sisäilmasto puolestaan voi aiheuttaa ihmiselle väsymystä, allergia- ja ärsytysoireita, keuhkosairauksia, ja pahimmillaan jopa keuhkosyöpää. Sisäilmahaitoista voidaan mainita esimerkkeinä veto, alhainen tai korkea lämpötila, kuiva ilma, kosteuden tiivistyminen pinnoille ja ikkunoihin, tunkkainen ilma, huono valaistus ja epämiellyttävät hajut. Yleisimpiä sisäilman epäpuhtauksia ovat mm. erilaiset hiukkaset, mikrobit, hääkä, orgaaniset kaasut ja radon (Sisäilmayhdistyksen www-sivut 2013.)

Rakennuksen sisäilmaston laatuun voidaan vaikuttaa merkittävästi suunnitteluvaiheessa tehtävillä valinnoilla, kuten ilmanvaihtoratkaisulla, perustamistaparatkaisulla ja käytettävillä rakennusmateriaaleilla. Esimerkiksi riittävä ilmanvaihto takaa hyvän sisäilman, joka on vapaa epäpuhtauksista ja tuulettuva alapohja ehkäisee radonin tunkeutumisen sisäilmaan. Myös rakennuksen käytöllä on vaikutusta sisäilmastoon. Esimerkiksi riittämätön siivous ja tupakointi ovat omiaan edistämään huonon sisäilmaston ja terveyshaittojen syntymistä (Sisäilmayhdistyksen www-sivut 2013.)

Kohteessa As Oy Alinentie 24 kiinnitettiin huomiota hyvän sisäilmaston saavuttamiseen jo suunnitteluvaiheessa. Sisäilmaston tavoitteeksi asetettiin sisäilmastoluokitus S2, ja kohteeseen suunniteltiin koneellinen ilmanvaihto. Tontin radonpitoisuudet eivät edellyttäneet mitään toimenpiteitä, mutta maaperän pehmeiden takia As Oy Alinentie 24:n asuinrakennukset perustettiin paaluin ja ontelolaatoin tuulettuvalla alapohjalla, joten maaperän vähäisetkään radonpitoisuudet eivät täten päässeet tunkeutumaan sisäilmaan. Asuinrakennusten eristeeksi valittiin Ekovilla Oy:n valmistama hengittävä puukuitueriste. Lisäksi sisäverhoilussa käytettävät rakennusmateriaalit olivat hengittäviä ja päästöluokituksella M1 varustettuja.

Opinnäytetyön seuraavassa osassa esitellään kohteessa As Oy Alinentie 24 tehdyt sisäilmaston laatuun vaikuttavat valinnat ja ratkaisut. Pientalon teknisen laadun arviointi-kyselyn tulokset löytyvät liitteistä. (Liite 2)

4.4.1 Tavoiteltava sisäilmaston laatutaso

Kohteessa As Oy Alinentie 24 tavoiteltava sisäilmaston laatutaso oli S2. Tavoitetaso huomioitiin LVI-suunnittelussa mm. minimitasoa suuremmilla ilmamäärillä sekä LVI-järjestelmän äänieristämällä.

Tilasuunnittelussa S2-laatutaso huomioitiin mm. teknisten tilojen sijoittamisella ja niiden äänieristämällä. Esimerkiksi talo B:n tekninen tila on sijoitettu siten, että se on vasten asunnon olohuonetta, eikä makuuhuonetta. Talo A:n tekninen tila on vasten asunnon makuuhuonetta, mutta talo B:n tavoin, teknisen tilan ja makuuhuoneen välissä on 250 mm villaa. Teknisessä tilassa sijaitsevista taloteknisistä laitteista syntyvät äänet eivät täten pääse kantautumaan asuinhuoneistoihin (Liite 1.)

Rakennesuunnittelun osalta sisäilmaston laatutaso S2 huomioitiin radonsuojauksessa ja ääneneristyksessä. Tuulettuvalla alapohjalla estetään radonin tunkeutuminen huoneistoon ja asuinrakennusten huoneistojen väliset ääneneristykset on suunniteltu täyttämään viranomaisten asettamat vaatimukset.

4.4.2 Ilmanvaihtojärjestelmä

As Oy Alinentie 24:n ilmanvaihto on toteutettu koneellisena ilmanvaihtona. Asuntokohtaiset ilmanvaihtokoneet on sijoitettu asuntojen kylpyhuoneisiin. Tuloilmavirrat on mitoitettu huonekohtaisesti ja henkilöperusteisesti S2-laatutason mukaisesti. Huoneistojen ilmanvaihtokertoimet ja kaikkien huoneiden ilmanvaihto on ohjeiden mukainen. Mitoituksessa on otettu huomioon mahdolliset huoneiden käyttötarkoituksen ja henkilömäärän muutokset.

Ilmanvaihdon ilmamäärää voidaan säätää ainoastaan käsikäyttöisellä kytkimellä. Kytkimeen on merkitty kolme tehotasoa: minimitaso pitkäaikaista poissaoloa varten, normaalitaso jokapäiväistä käyttöä varten ja tehostettu ilmanvaihto. Aukkaita tullaan ohjeistamaan ilmanvaihdon käytössä.

Kaikissa asunnoissa on takkavaraus, mikä on huomioitu ilmanvaihdossa takkakytkimen avulla. Ilmanvaihdolla ei kuitenkaan voida tasata lämpöä kierrätysilman avulla, eli ottamalla kierrätysilmaa tulisijan luota.

Asunnoissa on ilmanvaihdon poistoventtiilit sijoitettu tavanomaisiin paikkoihin, kuten vessaan, pesuhuoneeseen ja keittiöön. Tuloilmaventtiilit sijaitsevat makuuhuoneissa ja oleskelutiloissa.

Ilmanvaihtokone on varustettu lämmöntalteenottokennolla, jonka kone ohittaa automaattisesti kesällä. Ilmanvaihtokoneen tuloilmasuodatin on F7-tason suodatin. Ilmanvaihtokone ei ilmoita suodattimen ahtautumisesta, vaan suodatin on ymmärrettävä itse vaihtaa tietyin väliajoin.

Ilmanvaihtokanavisto on eristetty ja sijoitettu kulkusillalla varustettuun yläpohjaan lämmöneristeen yläpuolelle. Tulo- ja poistoilmaventtiilit ovat asennettu asunnoissa siten, että ne ovat alle 3 metrin korkeudessa ja täten helposti puhdistettavissa.

4.4.3 Rakennusmateriaalit ja siivous

Kaikki As Oy Alinentie 24:n sisäpinnoissa käytetyt materiaalit, kuten levyt, tasoitteet, maalit, listat, ovet, paneelit, kiintokalusteet ym. ovat M1-luokiteltuja. Asuntojen kaikki sisäpinnat ovat sileitä ja nihkeäpyyhinnän sekä imuroinnin kestäviä. Lisäksi kaikki sisäilmaan rajoittuvat ahtaatkin paikat, kuten tulisijojen ilmaraot ja ilmastointiventtiilit, ovat siivottavissa. Asuntoihin ei ole asennettu keskuspölynimuria.

Rakennustarvikkeiden kuljetus, varastointi ja suojaus on tehty Sisäilmastoluokitus 2008 puhtausluokan P1 mukaisesti. Myös puhtausosastointi ja siivoustyöt on tehty puhtausluokan P1 mukaisesti. P1-puhtausluokan vaatimuksia ja perusteita ei jaettu kirjallisena kohteessa työskenteleville henkilöille, mutta heidät ohjeistettiin suullisesti.

4.4.4 Äänieristykset

As Oy Alinentie 24:ssa jokainen asuinhuoneisto on äänieristetty huoneistojen välisellä ääneneristysseinällä. Rakennesuunnitelmissa on esitetty detalji huoneistojen välisestä seinästä. Asuinhuoneistojen huoneita ei ole äänieristetty, eli esimerkiksi makuuhuonetta ei ole äänieristetty olohuoneesta.

4.4.5 Mittaukset ja mittauspöytäkirjat

Kohteessa As Oy Alinentie 24 ilmanvaihdon ilmavirrat on mitattu ja säädetty kohdilleen. Mittaustulokset kirjattiin LVI-mittauspöytäkirjaan. Lisäksi lämmitysjärjestelmä perussäädettiin laskettuihin säätöarvoihin ja tarkistettiin mittauksin. Kohteessa suoritettiin myös ilmatiiviysmittaus Satakunnan ammattikorkeakoulun laboratorioinsinöörin Pekka Anttosen ja Mikko Tapiolan toimesta. Molemmilla mittajilla on rakennusten tiiviysmittausten henkilösertifikaatti. Mittauksesta laadittiin raportti.

4.4.6 Käytön opastus ja hallinta

As Oy Alinentie 24:n huoltokirjassa tullaan esittämään ilmanvaihto- ja lämmityslaitteiden kirjalliset huolto- ja käyttöohjeet. Lisäksi asukkaita opastetaan ennen muuttoa säätölaitteiden käytössä.

4.4.7 Yhteenveto sisäilmaston laadusta ja vertailu Pientalon tekninen laatu, Tähti-luokitus-julkaisun laatuvaatimusten kanssa

As Oy Alinentie 24 sai sisäilman laadun tähtiluokitukseksi kolme tähteä viidestä. Sisäilmaston laatu on täten hyvä, mutta parannettavaa löytyy silti esimerkiksi ilmanvaihdon osalta. Ilmanvaihdon laatua ja tätä kautta sisäilmaston laatua olisi voitu parantaa esimerkiksi asentamalla poistoventtiilit keittiön jätökaappeihin ja vaatehuoneisiin. Lisäksi pesuhuoneeseen olisi voitu asentaa kuivausrummulle erillinen vesikatkon yläpuolelle johtava poistoilmakanava.

Sisäilmaston laatua olisi voitu parantaa myös tehostetun ilmanvaihdon automatisoinnilla eli asentamalla asuntoihin tehostettua ilmanvaihtoa säättävät hiilidioksidi- ja kosteusanturit.

Ilman kosteus- ja hiilidioksidipitoisuuden mukaan säätyvän tehostetun ilmanvaihdon puutetta on kompensoitu käyttämällä seinärakenteessa eristeenä Ekovillan valmistamaa puukuitueristettä ja höyrynsulkuna Ekovillan X5-ilmansulkupaperia. Tällainen hengittävä seinärakenne sitoo orgaanisiin kuituihinsa ympäröivästä ilmasta kosteutta ja vapauttaa kosteuden takaisin, kun ympäröivän ilman kosteuspitoisuus alenee. Kosteuden lisäksi myös hiilidioksidi kykenee kulkeutumaan seinärakenteeseen ja sen läpi. Täten hengittävä seinärakenne tasaa ja vähentää sisäilmaston kosteus- ja hiilidioksidipitoisuuksia ja tätä kautta parantaa sisäilmaston laatua (Ekovillan [www-sivut](http://www.ekovilla.fi) 2013.)

4.5 Energiankulutus

Rakennusten energiankulutus ja energiatehokkuus ovat varmasti puheenaiheita, joihin ei ole voinut olla törmäämättä viime vuosina. Ympäristöministeriön tasaisin väliajoin päivittämät energiatehokkuuden rakentamismääräykset ovat seurausta Kioton sopimuksesta ja Euroopan parlamentin vuonna 2010 hyväksymästä Rakennusten energiatehokkuusdirektiivistä. Direktiivin tavoitteena on saada aikaan 5-6 prosentin vähennys EU:n loppuenergian kulutuksessa ja 4-5 prosentin vähennys kasvihuonepäästöissä (Ympäristöministeriön www-sivut 2011).

Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2011 rakennusten lämmitykseen käytettiin noin neljännes Suomessa kulutetusta energiasta (Tilastokeskuksen www-sivut 2012). Jotta rakennusten energiankulutusta saataisiin alennettua, on vähennettävä rakennusten sähkönkulutusta energiatehokkuutta parantamalla. Tiivis rakennusvaippa, rakenteiden alhaiset U-arvot, tehokas ilmanvaihdon lämmöntalteenotto ja energiatehokkaat sähkölaitteet ovat omiaan edistämään energiatehokkuutta (Energiatehokas koti www-sivut). Myös uusiutuvien energiamuotojen hyödyntäminen esimerkiksi lämpöpumpun avulla parantaa rakennuksen energiatehokkuutta ja pienentää sähkönkulutusta merkittävästi. Asiantuntijayritys Motiva Oy:n mukaan lämpöpumpuilla pystytään korvaamaan perinteisestä kotitalouden lämmöntuotannosta uusiutuvalla energialla jopa 40 - 66 prosenttia (www.motiva.fi).

Rakennuksen energiatehokkuutta voidaankin pitää myös yhtenä rakentamisen laadun mittapuuna. Energiatehokas rakennus edellyttää laadukasta suunnittelua, laadukkaita materiaaleja sekä laadukasta toteutusta. Rakenne- ja LVI-suunnittelijoiden on osattava tarjota tilaajalle energiatehokkaita rakenne- ja taloteknisiä ratkaisuja, ja urakoitsijan on kyettävä työhön, jonka lopputuloksena on laadukas, energiatehokas rakennus.

Kohteessa As Oy Alinentie 24 energiatehokkuuteen kiinnitettiin huomiota jo hankkeen alkumetreillä. Tavoitteena oli rakentaa kustannuksiltaan tehokas matalaenergiatalo. Rakennuspori Saneerauspalvelut Oy:n edellisen kohteen As Oy Alinentie 22:n tavoin päädyttiin As Oy Alinentie 24:ssä käyttämään lämmönlähteenä maalämpöä. Aiemmasta kohteesta saatujen kokemusten perusteella maalämpöä pidettiin kustannustehokkaana ratkaisuna. Lisäksi edellisen kohteen tavoin päätettiin lämmönsiirtomuotona käyttää vesikiertoista lattialämmitystä ja eristeenä puukuitueristettä.

Opinnäytetyön seuraavassa osassa esitellään kohteessa As Oy Alinentie 24 tehdyt energian kulutukseen vaikuttavat valinnat ja ratkaisut. Pientalon teknisen laadun arviointi-kyselyn tulokset löytyvät liitteistä. (Liite 2)

4.5.1 Energialuokat, rakenteiden U-arvot ja rakenteiden tiiviys

As Oy Alinentie 24:n molemmat asuinrakennukset kuuluvat energialuokkaan A. Myös kaikki kiinteät kodinkoneet kuuluvat vähintään energialuokkaan A, jääkaapit ja pakastimet kuuluvat luokkaan A+. Asuinrakennusten ja talousrakennuksen ulkova-laistusta ohjataan hämäräkytkimillä.

Kohteen ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde on 55 %. Kohteessa ei ole tukilämmitysjärjestelmää, mutta asuntoihin on tehty takkavaraus. Asukas voi halutessaan lisätä asuntoon takan, joka toimii tukilämmitysjärjestelmänä.

Asuinrakennusten rakennusosien U-arvot täyttävät ulkoseinää lukuun ottamatta RakMk C3 2010:n vaatimukset. Alapohjan U-arvo on $0,137 \text{ W/m}^2\text{K}$, yläpohjan $0,083 \text{ W/m}^2\text{K}$, Ikkunoiden ja ovien $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja ulkoseinän $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$.

As Oy Alinentie 24 asunnon 1 ilmanvuotoluku q_{50} on $1,0 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ ja asunnon 8 ilmanvuotoluku q_{50} on $1,3 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$. Seinärakenteen ilmansulun liitoskohdat on limitetty ja teipattu. Läpiviennit tiivistettiin myös teippaamalla kaulusrakenteen käyttämisen sijaan. Lisäksi tiiviin rakenteen saavuttamiseksi on vaakakoolauksen ja betoni-laatan välinen rako tiivistetty polyuretaanivaahdolla. Myös yläpohjan ja ulkoseinän liitoskohdassa koolausten väliin jäävä rako tiivistettiin polyuretaanivaahdolla.

4.5.2 Asumisen energiatehokkuus

As Oy Alinentie 24:n huoltokirjassa tullaan esittämään ilmanvaihto- ja lämmityslaitteiden kirjalliset huolto- ja käyttöohjeet. Asukkaat tullaan lisäksi perehdyttämään taloteknisten järjestelmien toimintaan henkilökohtaisesti.

4.5.3 Yhteenveto energiankulutuksesta ja vertailu Pientalon tekninen laatu, Tähti-luokitus-julkaisun laatuvaatimusten kanssa

As Oy Alinentie 24 sai Energiakulutus-osion tähtiluokitukseksi kaksi tähteä viidestä. Tämä tarkoittaa, että kohteessa on suoritettu tähtiluokitusjärjestelmän pakolliset toimenpiteet ja joitakin suositeltavia toimenpiteitä. Energiankulutuksen laatutasoa eli energiatehokkuutta voidaan täten pitää kohtuullisena.

Kohteen pääsuunnittelijan Kaappo Laineen RI (AMK) laatiman energiatodistuksen mukaan As Oy Alinentie 24:n asuinrakennukset kuuluvat energiatehokkuusluokkaan A ja kaikki kiinteät kodinkoneet kuuluvat vähintään energialuokkaan A. Silti As Oy Alinentie 24 sai energiatehokkuuden tähtiluokitukseksi kaksi tähteä.

As Oy Alinentie 24:n energiatehokkuutta olisi voitu parantaa lukuisin eri keinoin, esimerkiksi rakennusosien U-arvoja parantamalla, LTO:n vuosihyötysuhdetta kasvattamalla ja tiiviimmällä rakennusvaipalla.

Ilmatiiviyttä olisi voitu parantaa käyttämällä ilmasulun läpivienneissä kaulusrakennetta ja ilmasulkuna käytetyn ilmansulkupahvin sijaan muovia. Rakentaja ei kuitenkaan käyttänyt läpivientien tiivistämisessä kaulusrakennetta, sillä rakentaja on aikaisempien kokemusten perusteella todennut ko. rakenteen huonoksi. Myöskään höyrysulkumuovin käyttäminen ei tullut kysymykseen, sillä eristeenä käytetyn puukuitueristeen kosteusteknisen toimivuuden varmistamiseksi tulee ilmansulkuna käyttää ilmansulkupahvia.

Seinärakenteen U-arvo on $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Parempaan U-arvoon olisi päästy kasvattamalla eristeen määrää tai käyttämällä eristettä, jolla on parempi λ_D -arvo. Seinärakenteen U-arvosta huolimatta rakennusten energiatehokkuusluokaksi saatiin A.

Olisiko seinärakenteen U-arvon parantaminen esimerkiksi eristepaksuutta kasvattamalla järkevä ratkaisu? Entä käytettävän lämpöeristeen vaihtaminen λ_D -arvoltaan parempaan eristeeseen? Rakennuslehti uutisoi 11.4.2013 julkaistussa artikkelissaan ”Vesi on entistä suurempi riski taloille” paksun seinäeristeen aiheuttamista haitoista. Rakenteista tulee kasvaneiden eristemäärien vuoksi entistä riskialttiimpia kosteudel-

le, sillä lisääntynyt eriste vähentää asunnon sisäpuolelta tulevan lämmön kuivattavaa vaikutusta rakenteiden ulko-osissa, jolloin seinän ulko-osat viilenevät, ja niiden suhteellinen kosteus nousee (Rakennuslehti 11.4.2013). Tällaisten riskien välttämiseksi olisikin viisaampaa parantaa rakennusten energiatehokkuutta eristemäärien kasvattamisen sijaan uusiutuvien energioiden käytöllä, kuten maalämmön ja tehokkaan lämmöntalteenoton käytöllä.

4.6 Ympäristövaikutukset

Rakentaminen ja asuminen vaikuttavat ympäristöön lukuisilla tavoilla. Tästä syystä myös pientalon rakentaminen ja käyttö tulisi järjestää siten, että sen ympäristölle haitalliset vaikutukset jäisivät mahdollisimman pieniksi. Rakennusta voidaan kutsua ympäristöystävälliseksi, jos sen aiheuttamat ympäristövaikutukset jäävät pieniksi koko elinkaaren aikana. Rakennuksen elinkaari käsittää rakennusmateriaalien tuottamisen, rakennuksen valmistamisen, rakennuksen käytön ja ylläpidon sekä yhä edelleen rakennuksen purkamisen ja rakennusmateriaalien kierrättämisen. Ympäristövaikutusten arvioinnissa elinkaaren pituudeksi voidaan arvioida 100 vuotta. Merkittävimpiä ympäristövaikutuksia ovat vaikutukset ympäristön luonnon monimuotoisuuteen, uusiutumattomien raaka-aineiden ja energiavarojen käyttö, ilmaan, maahan sekä veteen aiheutuvat päästöt ja kiinteät jätteet (Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus 2006, 75.)

Rakennuksen ympäristövaikutuksista 80–90 % syntyy käyttövaiheessa pääosin energiankulutuksen seurauksena. Materiaalien valmistuksessa ennen rakentamista ja siten rakentamisvaiheessa syntyy ympäristövaikutuksista 10–20 %. Kuitenkin tärkeimmät ympäristövaikutuksia koskevat valinnat tehdään jo suunnitteluvaiheessa (Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus 2006, 75.)

Kohteessa As Oy Alinentie 24 ympäristöystävällisyys pyrittiin ottamaan huomioon jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Lämmitysjärjestelmän lämmönlähteeksi valittiin energiatehokas maalämpö ja asuinrakennusten lämpöeristeeksi valittiin pääosin kierrätysmateriaalista valmistettu ja hiilijalanjäljeltään pieni Ekovilla Oy:n puukui-

tueriste. Lisäksi ilmanvaihto päätettiin varustaa lämmöntalteenotolla ja asuinrakennukset sarjaankytketyillä palovaroittimilla.

Opinnäytetyön seuraavassa osassa esitellään kohteessa As Oy Alinentie 24 tehdyt ympäristövaikutuksiin vaikuttavat valinnat ja ratkaisut. Pientalon teknisen laadun arviointi-kyselyn tulokset löytyvät liitteistä. (Liite 2)

4.6.1 Tontti ja rakennuksen sijoittaminen tontille

Rakennukset on sijoitettu tontille siten, että asuinrakennusten ikkunoista suurin osa ei osoita pohjoiseen. Osa rivitalo B:n ikkunoista osoittaa pohjoiseen, mutta suurin osa ikkunapinta-alasta on suunnattu länteen. Rivitalon A:n ikkunat osoittavat länteen ja itään. Talousrakennus on sijoitettu tontin pohjoispuolelle suojavyöhykkeeksi.

As Oy Alinentie 24 sijaitsee Porissa Tuorsniemen asuinalueella, joka sijaitsee Porin keskustasta noin 5 kilometrin etäisyydellä. Kaupunginosasta on hyvät julkiset kulkuyhteydet keskustaan. Tuorsniemessä sijaitsee päivittäistavarakauppa, joka on kävelymatkan päässä As Oy Alinentie 24:stä.

4.6.2 Rakenteet, rakennusmateriaalit ja ympäristöselosteet

Lähes kaikissa As Oy Alinentie 24:ssä käytetyistä rakennusmateriaaleista ja -osista on voimassa oleva ympäristöseloste. Tällaisia materiaaleja ja osia ovat esim. puutavara, lämmöneristeet, perustusten maa-ainekset, valmisbetoni, katemateriaali, harakat/tiilet, keraamiset laatat, ikkunat, ovet, lattiapinnoitteet, kiintokalusteet ja kodinkoneet. Lisäksi ikkunoista on löydettävissä tyyppitunnus ja energiamerkki.

4.6.3 Muuntojoustavuus, turvallisuus ja käyttöikäsuunnittelu

Koska As Oy Alinentie 24 on rivitalo, joka on rakennettu myyntitarkoituksessa, ei muuntojoustavuutta ole kohteessa huomioitu. Kohteen kaikki asunnot ovat joko kaksioita tai kolmioita, joten niihin ei ole mahdollista erottaa sivuhuoneita. Myöskään

huonejärjestystä ei voida muuttaa rakenteita rikkomatta ja taloteknisiä asennuksia siirtämättä, eikä taloteknisiä järjestelmiä voida helposti muuttaa tai täydentää. Lisäksi kohteen rakennuslupapaperustuksiin ei ole merkitty laajennusvarauksia.

Asumisen turvallisuus on huomioitu kohteessa asentamalla jokaiseen asuntoon sarjaankytketyt palovaroittimet ja automaattisella virrankatkaisulla varustetut sähköliedet. Käytettävässä lämmitysjärjestelmässä on lisäksi varaus langattomalle hälytysjärjestelmälle, joka ilmoittaa lämmitysjärjestelmän häiriöistä. Rakennusvaiheessa hälytysjärjestelmä päätettiin kuitenkin jättää asentamatta.

Kohteen käyttöikäsuunnittelun käyttöikätaavoitteeksi on asetettu 50 vuotta. Samaa käyttöikää käytettiin myös perustana kohteen rakennesuunnittelussa. Tavoiteltava käyttöikä tullaan kertomaan myös myöhemmin laadittavassa huoltokirjassa.

Kohteen rakennusosista ei ole käytettävissä elinkaarikustannustarkasteluja.

4.6.4 Työmaan toiminnot

Rakentamisen aikana työmaalla oli omat, erilliset keräyslavat jätepuutavaralle ja sekajätteelle. Muovi- ja metallijätteelle ei ollut vähäisen määrän vuoksi omia keräyslavoja, mutta jätteet kerättiin omiin kasoihin ja kuljetettiin keräyspisteille.

Työnaikainen lämmitysenergia tuotettiin sähkökäyttöisillä työmaalämmittimillä.

4.6.5 Asuminen ja huoltokirja

Kohteelle laadittavaan huoltokirjaan tullaan liittämään tiedot rakentamisessa käytetyistä materiaaleista, tarvikkeiden ja palveluiden toimittajista sekä rakennushankkeen toteutukseen osallistuneista yrityksistä ja henkilöistä. Huoltokirjassa tullaan myös esittämään ilmanvaihto- ja lämmityslaitteiden kirjalliset huolto- ja käyttöohjeet, ja asukkaita opastetaan ennen muuttoa säätölaitteiden käytössä. Ilmanvaihto- ja lämmityslaitteiden käyttöohjeiden lisäksi huoltokirjassa esitetään ohjeistus rakenteiden huollosta ja kunnossapidosta.

As Oy Alinentie 24:ssä on jätteille oma lajittelupiste. Pisteestä löytyy sekajäte-, paperi-, ja energiajäteastiat. Lisäksi puutarha- ja biojätteille on oma kompostori.

4.6.6 Hiilidioksidipäästöt

Kohteessa As Oy Alinentie 24 osassa asunnoista on takka. Takkojen hiukkaspäästöjä ei kuitenkaan ole todennettu.

Kohteessa lämmöntarpeen vuosittaiset CO₂-päästöt ovat alle 30 kg/btm² ja sähkön- tarpeen CO₂-päästöt ovat alle 13 kg/btm². Päästöt on laskettu Energiajuniori 7.1 – ohjelmistoa apuna käyttäen.

4.6.7 Yhteenveto ympäristövaikutuksista ja vertailu Pientalon tekninen laatu, Tähti- luokitus–julkaisun laatuvaatimusten kanssa sekä pohdinta tulosten pohjalta

As Oy Alinentie 24 sai Ympäristövaikutukset-osion tähtiluokituksiksi kaksi tähteä viidestä. Tämä tarkoittaa, että kohteessa on suoritettu tähtiluokitusjärjestelmän pakolliset toimenpiteet ja joitakin suositeltavia toimenpiteitä. Ympäristövaikutus-osion laatutasoa eli energiatehokkuutta voidaan täten pitää kohtuullisena.

Maalaisjärjellä ajatellen As Oy Alinentie 24 vaikuttaa ympäristöystävälliseltä – se on lähellä keskustaa, lähellä kauppoja ja sen lämmitysjärjestelmänä on energiatehokas maalämpöpumppu. Lisäksi tontilla sijaitsee oma jätteiden lajittelupiste.

Kuitenkin As Oy Alinentie 24:n vaikutusta ympäristöön olisi voitu pienentää entisestään lukuisin keinoin. Erityistä huomiota olisi pitänyt kiinnittää työmaan järjestelyihin. Mm. työmaalla tapahtuvaan jätteiden lajitteluun olisi voitu panostaa enemmän, esimerkiksi sijoittamalla työmaalle metalli- ja muovijätteille omat lajitteluastiat. Lisäksi työmaa-aikainen lämmitys olisi pitänyt järjestää apuna käyttäen kohteen omaa lämmitysjärjestelmää, eli maalämpöpumppua ja vesikiertoista lattialämmitystä. Myös työmaalle hankittavien tavaroiden kuljetuksissa ja hankinnoissa olisi voitu tehdä mahdollisuuksien mukaan yhteistyötä alueen muiden rakentajien kanssa. Tämä olisi

kuitenkin ollut As Oy Alinentie 24:n tapauksessa hankalaa, sillä kohteen rakentamisessa oli kysymys liikeloudellisesta rakentamisesta.

Myös tavoitteeksi asetettu käyttöikä olisi voitu huomioida paremmin rakentamisvaiheessa, esimerkiksi laatimalla rakennusosista elinkaarikustannustarkastelut.

4.7 Yhteenvedo Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus–laadunarviointijärjestelmän tuloksista

As Oy Alinentie 24 sai tähtiluokitukseksi kolme tähteä viidestä. Laatu on täten hyvä, mutta laadun parantamiseksi olisi voitu suorittaa lukuisia täydentäviä toimenpiteitä, joita jo aikaisemmin käsiteltiin tässä opinnäytetyössä. Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus–laadunarviointijärjestelmän raportti on kokonaisuudessaan tämän opinnäytetyön liitteenä.

4.7.1 Pohdintaa laadun parantamisesta

Kuka vastaa viime kädessä rakennustyön laadusta? Kohteen tilaajalla on usein omat odotuksensa syntyvän työnjäljen laadusta, mutta näitä odotuksia voi olla usein hankala tuoda esille rakennusvaiheessa, varsinkin kun rakennustyön hoitaa urakoitsija. Missä vaiheessa rakennusprojektia tehdään valinnat, jotka vaikuttavat merkittävästi syntyvän rakennuksen laatuun?

Täytettäessä Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus–laadunarviointikyselyä koskien kohdetta As Oy Alinentie 24 huomattiin, että osa laadunarviointijärjestelmän arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan vastuulle asettamista tehtävistä jätettiin tyystin huomiotta rakennesuunnitelmissa, kuten yksityiskohtaisten rakenneleikkausten esittäminen märkätilojen osalta sekä rakennusselostuksen laadinta. Kyseiset laatuun vaikuttavat valinnat oli sysätty täysin rakentajan tehtäviksi.

Mielestäni arkkitehdin sekä rakenne- ja taloteknisten suunnittelijoiden vastuuta rakentamisen laadussa ei voi riittävästi korostaa. Hyvän laadun varmistamiseksi tulisi mm. rakennesuunnittelijan suunnitelmissaan esittää riittävästi yksityiskohtaisia ra-

kenneleikkauksia. Esimerkiksi As Oy Alinentie 24:n rakennesuunnitelmissa on esitetty vain rakennusvalvonnan vaatimat plaanokuvat ja detaljit. Mm. märkätilojen rakenteet jäävät rakennesuunnittelussa tyystin huomiotta. Ehkä myös rakennusviranomaisten tulisi jatkossa vaatia esitettäväksi yksityiskohtaisempia suunnitelmia.

Lisäksi joka alan suunnittelijan tulisi laatia kirjallinen työselostus, jossa esitetään yksityiskohtaisesti tehtävät rakennus- tai asennustyöt. Esimerkiksi rakennustyöselostuksessa rakennesuunnittelija voisi tarkasti määritellä ilmansulun limittämässä käytettäväksi tiivistysmassaa ja teippiä sekä yläpohjan läpivienneissä käytettäväksi kaulusrakennetta.

Viime kädessä kuitenkin tilaaja, eli rakennushankkeeseen ryhtyvä on se taho, joka vastaa syntyvän rakennuksen laadusta. Pientalohankkeessa tilaaja on usein kuitenkin maallikko, jolla ei ole tietotaitoa rakentamisesta. Tällaisissa tapauksissa tulisi pääsuunnittelijan ja muiden suunnittelijoiden opastaa rakennushankkeeseen ryhtyvää maallikkoa kohti oikeita laatuvalintoja. Usein parempi laatu maksaa enemmän, mutta ihmisen elämän suurimmassa investoinnissa ei tulisi säästellä. Loppujen lopuksi omakotitalorakentamisessa on kyse myös kansallisvarallisuudesta, josta asuinrakennusten osuus on 28 % (Rakennusteollisuus RT Ry:n www-sivut 2010). Tuskin haluamme alentaa kansallisvarallisuuden arvoa rakentamalla huonolaatuisia rakennuksia.

4.7.2 Kuka valvoo rakentamisen laatua?

Suunnittelijoiden panos rakentamisen laadun parantamisessa on merkittävä, mutta se muuttuu täysin merkityksettömäksi, jos suunnittelijoiden laatimia suunnitelmia ei työmaalla noudateta.

Jokaiseen rakennushankkeeseen on nimetty maankäyttö- ja rakennuslain edellyttämä vastaava työnjohtaja, jonka tehtävänä on vastata rakennuksen suunnitelmien mukaisesta toteutuksesta. Usein vastaavalla työnjohtajalla on kuitenkin vastuullaan useita rakennustyömaita tai hän suorittaa vastaavan työnjohtajan tehtäviä varsinaisen päivätyönsä ohella, jolloin hän ei voi riittävän tehokkaasti valvoa työmaalla tehtäviä töitä.

Ehkä vastaavan työnjohtajan tulisi hoitaa tehtäviään varsinaisena päivätyönään tai ainakin siten, että hän vierailee työmaalla useammin kuin kerran viikossa. Näin hän kykenisi paremmin valvomaan suunnitelmien noudattamista ja opastamaan työmaalla erinäisissä rakennusvaiheissa. Usein työnjohtaja suorittaa vain rakennusvalvonnan edellyttämät tarkastukset, kuten rauditus-, runko- ja lopputarkastuksen, eikä esimerkiksi tarkasta työmaalla käytettävien rakennustarvikkeiden laatua tai mittaa betoni-laatan kosteuspitoisuutta ennen sen päällystämistä. Edellä mainitut seikat jäävät usein rakennusurakoitsijan vastuulle.

Täyspäiväisen työnjohtajan tai valvojan palkkaaminen pientalotyömaalle lisää kustannuksia, mutta voi parantaa syntyvän rakennuksen laatua huomattavasti. Siksi myös jokaisen pientalon rakennushankkeeseen ryhtyvän tulisi valita työmaalle vastaava työnjohtaja, joka ottaa vastuun syntyvän rakennuksen laadusta, eikä vain tyydy suorittamaan rakennusvalvonnan edellyttämiä pakollisia tehtäviä.

5 ULKOSEINÄN U-ARVON LASKENTA KOHTEESSA AS OY ALINENTIE 24

As Oy Alinentie 24 sai Pientalon tekninen laatu, Tähtiluokitus–julkaisun mukaiseksi energiatehokkuuden tähtiluokituksiksi kaksi tähteä viidestä. Energiatehokkuuteen vaikuttavat lukuisat seikat, mutta yksi tärkeimmistä on rakennusosien alhaiset lämmönläpäisykertoimet.

Kohteessa As Oy Alinentie 24 ulkoseinän lämmönläpäisykertoimeksi osoitettiin laskelmallisesti Insinööritoimisto Kaappo Oy:n toimesta $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kyseinen U-arvo ei vastaa Suomen Rakentamismääräyskokoelman osan D3 2012:n mukaista vertailuarvoa $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Aikaisemmin tässä opinnäytetyössä esitettiin energiatehokkuuden parannuskeinoksi rakennusosien U-arvojen parantamista. Tässä opinnäytetyön osassa lasketaan seinärakenteen lämmönläpäisykerroin käsin ja verrataan arvoa DOF Techin ohjelmalla saatuun arvoon. Lisäksi vertaillaan RakMk C4 2003:n ja RakMk C4 2012:n mukaista

U-arvon laskentaa. Olettamuksena on, että uusien määräyksien mukaan laskettuna saadaan seinärakenteen U-arvolle pienempi arvo kuin vanhojen määräyksien mukaisella laskumenetelmällä.

5.1 Seinärakenne kohteessa As Oy Alinentie 24

Olemassa oleva seinärakenne kohteessa As Oy Alinentie 24 on puurunkoinen. Runko koostuu 50x200-runkotolpista, jotka ovat pystytetty 600 mm jaolla. Eristeenä tolppien välissä on Ekovilla Oy:n valmistamaa puhallettavaa puukuitueristettä, jonka λ_D -arvo on 0,040 W/mK. Rungon sisäpuolelle on asennettu 600 mm 50x50 vaakakoolaus, jonka väliin on asennettu niin ikään Ekovilla Oy:n valmistama 50 mm paksu puukuitueristelevy. Eristelevyn λ_D -arvo on 0,039 W/mK. Seinärakenteessa ilmansulkuna toimii vesihöyryä läpäisevä Ekovillan X5-ilmansulkupahvi. Ilmansulku on asennettu rungon ja rungon sisäpuolisen eristeen väliin. Seinärakenteen ulkoverhouksena on 28 mm paksua pontattu julkisivupaneeli, jonka alla on 600 mm jaolla asennettu 22x100-laudasta tehty ristikoolaus. Sisäverhouksena on 13 mm kipsilevy, joka on päällystetty tasoitteella ja maalilla.

Seinärakenteen U-arvoksi on laskennallisesti osoitettu Insinööritoimisto Kaappo Oy:n toimesta 0,18 W/m²K. U-arvo on laskettu DOF Technin DOF-Lämpö - ohjelmalla.

5.2 U-arvon laskenta RakMk C4 2003:n mukaan

Rakennusosan lämmönläpäisykerroin eli U-arvo määritetään RakMk C4 2003:n kaavalla 1:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (1)$$

jossa

U rakennusosan lämmönläpäisykerroin W/m²K

R_T rakennusosan kokonaislämmönvastus m^2K/W

(Suomen RakMK C4 2003, 5.)

Koska rakennusosa on epätasa-aineinen, eli siinä on pintojen suuntaisia ainekerroksia, joissa on rinnakkain lämmönvastukseltaan erilaisia osa-alueita, lasketaan rakennusosan kokonaislämmönvastus R_T RakMk C4 2003:n kaavalla 4:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + \sum R + R_{se} \quad (4)$$

jossa

R_{si}	sisäpuolinen pintavastus, m^2K/W
R_{se}	ulkopuolinen pintavastus, m^2K/W
R_1, R_2, \dots, R_n	epätasa-aineisen ainekerroksen 1, 2, ... n lämmönvastus laskettuna kaavalla 3, m^2K/W
$\sum R$	tasa-aineisten ainekerrosten, ilmakerroksen, ohuiden ainekerrosten ja maan lämmönvastustensumma, m^2K/W

(Suomen RakMK C4 2003, 5.)

Epätasa-aineisen ainekerroksen lämmönvastus R_j lasketaan RakMk C4 2003:n kaavalla 3:

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_n}{R_{nj}} \quad (3)$$

jossa

f_a, f_b, \dots, f_n	epätasa-aineisessa ainekerroksessa j olevan tasa-aineisen osa-alueen a, b, ... n suhteellinen osuus ainekerroksen kokonaispinta-alasta
$R_{aj}, R_{bj}, \dots, R_{nj}$	epätasa-aineisessa kerroksessa sijaitsevan tasa-aineisen ainekerroksen a, b, ... n lämmönvastus, m^2K/W

(Suomen RakMK C4 2003, 5.)

5.2.1 Seinärakenteen ainekerrosten lämmönvastusten määrittäminen

Ainekerroksen lämmönvastus R määritetään RakMk C4 2003:n mukaisesti seuraavalla kaavalla:

$$R_m = \frac{d_m}{\lambda_m}$$

jossa

R_m	lämmönvastus, m^2K/W
d_m	ainekerroksen paksuus, mm
λ_m	ainekerroksen lämmönjohtavuuden suunnittelu-arvo, $W/(mK)$

(Suomen RakMK C4 2003, 5.)

Määritetään seuraavaksi As Oy Alinentie 24 seinärakenteen ainekerrosten lämmönvastukset. Laskennassa käytetyt eristeiden λ_d -arvot ovat valmistajien ilmoittamia arvoja. Puun ja kipsilevyn λ_d -arvot ovat RakMk C4 2003:n mukaisia arvoja.

Kipsilevyn lämmönvastus R_k

$$R_k = \frac{d_k}{\lambda_{k,d}} = \frac{0,013m}{0,21mK/W} = 0,062m^2K/W$$

Puukuitulevyn lämmönvastus R_{pl}

Kyseessä on epätasa-aineinen ainekerros, joten lämmönvastus määritetään kaavan 3 mukaisesti. Ainekerroksessa on rinnakkain puukuitulevy ja 50x50-puutavarasta tehty vaakakoolaus 600 mm:n jaolla. Tällöin puutavaran suhteellinen osuus $f_{pl,puu}$ ainekerroksen kokonaispinta-alasta on $\frac{50mm}{600mm}$ ja puukuitulevyeristeiden suhteellinen osuus

$$f_{pl,eriste} \text{ ainekerroksen kokonaispinta-alasta } f_{pl,eriste} \text{ on } \frac{550mm}{600mm}.$$

$$\frac{1}{R_{pl}} = \frac{f_{pl,puu}}{R_{pl,puu}} + \frac{f_{pl,eriste}}{R_{pl,eriste}} = \frac{\frac{50mm}{600mm}}{0,05m} + \frac{\frac{550mm}{600mm}}{0,05m} = 0,915W / m^2 K$$

$$\frac{1}{R_{pl}} = \frac{f_{pl,puu}}{R_{pl,puu}} + \frac{f_{pl,eriste}}{R_{pl,eriste}} = \frac{\frac{50mm}{600mm}}{0,12mK / W} + \frac{\frac{550mm}{600mm}}{0,039mK / W}$$

$$\Rightarrow R_{pl} = 1,09m^2 K / W$$

Ekovilla X5-ilmansulkupaperin lämmönvastus R_q

Ekovilla X5-ilmansulkupaperin lämmönvastuksena käytetään RakMk C4 2003 mukaista ohuen ainekerroksen lämmönvastuksen arvoa $R_q=0,04m^2K/W$, sillä tuotteen valmistaja ei ole ilmoittanut tuotteelleen lämmönvastuksen arvoa tai lämmönjohtavuuden suunnitteluarvoa.

Puhallusvillan lämmönvastus R_{pv}

Kyseessä on epätasa-aineinen ainekerros, joten lämmönvastus määritetään kaavan 3 mukaisesti. Ainekerroksessa on rinnakkain puukuitulevy ja 50x200-puutavarasta tehty vaakakoolaus 600 mm:n jaolla. Täten puutavaran suhteellinen osuus $f_{pv,puu}$ ainekerroksen kokonaispinta-alasta on $\frac{50mm}{600mm}$ ja puhallusvillan suhteellinen osuus

$f_{pv,eriste}$ ainekerroksen kokonaispinta-alasta on $\frac{550mm}{600mm}$.

$$\frac{1}{R_{pv}} = \frac{f_{pv,puu}}{R_{pv,puu}} + \frac{f_{pv,eriste}}{R_{pv,eriste}} = \frac{\frac{50mm}{600mm}}{0,2m} + \frac{\frac{550mm}{600mm}}{0,2m} = 0,233...W / m^2 K$$

$$\frac{1}{R_{pv}} = \frac{f_{pv,puu}}{R_{pv,puu}} + \frac{f_{pv,eriste}}{R_{pv,eriste}} = \frac{\frac{50mm}{600mm}}{0,12mK / W} + \frac{\frac{550mm}{600mm}}{0,040mK / W}$$

$$\Rightarrow R_{pl} = 4,29m^2 K / W$$

Tuulensuojakipsilevyn lämmönvastus R_{ts}

$$R_{ts} = \frac{d_{ts}}{\lambda_{ts,d}} = \frac{0,009m}{0,21mK / W} = 0,043m^2 K / W$$

Vaakakoolauksen 50x50 lämmönvastus R_{vk}

$$R_{vk} = \frac{d_{vk}}{\lambda_{vk,d}} = \frac{0,05m}{0,12mK/W} = 0,417m^2K/W$$

Rungon 50x200 lämmönvastus R_r

$$R_r = \frac{d_r}{\lambda_{r,d}} = \frac{0,2m}{0,12mK/W} = 1,67m^2K/W$$

Sisä- ja ulkopuolinen pintavastus R_{si} ja R_{se}

Seinärakenteen sisäpuolisen pintavastuksen R_{si} arvona käytetään RakMk C4 2003 taulukon 2 vaakasuuntaiselle lämpövirralle annettua arvoa $0,13 m^2K/W$.

Koska rakenteessa on hyvin tuulettuva ilmakerros, käytetään RakMk C4 2003 kohdan 5.2.8 mukaisesti rakenteen ulkopuolisen pintavastuksena sisäpuolisen pintavastuksen arvoa. Täten $R_{se} = R_{si} = 0,13 m^2K/W$.

5.2.2 Seinärakenteen kokonaislämmönvastuksen R_T ja lämmönläpäisykertoimen U määrittäminen

Määritetään seinärakenteen kokonaislämmönvastus R_T kaavalla 4.

$$R_T = R_{si} + R_{pl} + R_{pv} + (R_k + R_q + R_{ts}) + R_{se}$$

$$R_T = 0,13m^2K/W + 1,09m^2K/W + 4,29m^2K/W + (0,062 + 0,04 + 0,043)m^2K/W + 0,13m^2K/W$$

$$R_T = 5,785m^2K/W$$

Määritetään seinärakenteen lämmönläpäisykerroin U kaavalla 1.

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{5,785 m^2 K / W}$$

$$U = 0,17286... W / m^2 K$$

$$U \approx 0,173 W / m^2 K$$

Lämmönläpäisykertoimeksi saatiin siis käsin laskemalla $0,173 W/m^2K$. Käsin laskemalla saatu arvo poikkeaa DOF Technin ohjelmalla lasketusta arvosta. Oletetaan, että poikkeaman syynä on käyttäjän tekemä virhe.

Vaikka käsin laskemalla saatu lämmönläpäisykertoimen arvo on pienempi kuin DOF Technin ohjelmalla laskettu arvo, ei se edelleenkään täytä RakMk D3 2012 lämmönläpäisykertoimen vertailuarvoa $0,17 W/m^2K$. Lasketaan seinärakenteen U -arvo seuraavaksi RakMK C4 2012 mukaan.

5.3 U -arvon laskenta RakMk C4 2012:n mukaan

Rakennusosan lämmönläpäisykerroin eli U -arvo määritetään RakMk C4 2012 kaavan 1 mukaan:

$$U = \frac{1}{R_T} \tag{1}$$

jossa

U rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/m^2K
 R_T rakennusosan kokonaislämmönvastus, m^2K/W .

(RakMk C4 2012,6.)

Jos tarkasteltava rakennusosa on tasa-aineinen, eli siinä olevat ainekerrokset ovat lämpövirran suuntaan nähden peräkkäin, lasketaan rakennusosan kokonaislämmönvastus R_T kaavalla 3.

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad (3)$$

jossa

R_{si}	sisäpuolinen pintavastus, m^2K/W
R_{se}	ulkopuolinen pintavastus, m^2K/W
R_1, R_2, \dots, R_n	tasa-aineisen ainekerroksen 1, 2, ... n lämmönvastus laskettuna kaavalla 2, m^2K/W

Koska rakennusosa on epätasa-aineinen eli siinä on lämpövirran suuntaan nähden lämmönjohtavuudeltaan erilaisia rinnakkaisia ainekerroksia, lasketaan rakennusosan kokonaislämmönvastus R_T rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiiarvon R'_T ja alakiiarvon R''_T keskiarvona kaavalla 4 (RakMk C4 2012,7).

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2} \quad (4)$$

jossa

R'_T	rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiiarvo, m^2K/W
R''_T	rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alakiiarvo, m^2K/W

(RakMk C4 2012,7.)

5.3.1 Ainekerrosten lämmönvastusten määrittäminen RakMk C4 2012 mukaan

Ainekerroksen lämmönvastus R määritetään RakMk C4 2012 kaavalla 2.

$$R = \frac{d}{\lambda_U} \quad (2)$$

jossa

R	ainekerroksen lämmönvastus, m^2K/W
d	ainekerroksen paksuus, mm
λ_U	ainekerroksen lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo, $W/(mK)$

(RakMk C4 2012,8.)

Määritetään seuraavaksi As Oy Alinentie 24 seinärakenteen ainekerrosten lämmönvastukset käyttämällä RakMk C4 2012 kaavaa 2. Laskennassa käytetyt eristeiden λ_d -arvot ovat valmistajien ilmoittamia arvoja. Puun ja kipsilevyn λ_d -arvot ovat RakMk C4 2012 mukaisia arvoja.

Kipsilevyn lämmönvastus R_k

$$R_k = \frac{d_k}{\lambda_{k,d}} = \frac{0,013m}{0,21mK/W} = 0,062m^2K/W$$

Puukuitulevyn lämmönvastus R_{pl}

$$R_{pl} = \frac{d_{pl}}{\lambda_{pl,d}} = \frac{0,05m}{0,039mK/W} = 1,28m^2K/W$$

Ekovilla X5-ilmansulkupaperin lämmönvastus R_q

Ekovilla X5-ilmansulkupaperin lämmönvastuksena käytetään RakMk C4 2003 mukaista ohuen ainekerroksen lämmönvastuksen arvoa $R_q=0,04m^2K/W$, sillä tuotteen valmistaja ei ole ilmoittanut tuotteelleen lämmönvastuksen arvoa tai lämmönjohtavuuden suunnitteluarvoa, eikä RakMk C4 2012 ota kantaa ohuen ainekerroksen lämmönvastukseen.

Puhallusvillan lämmönvastus R_{pv}

$$R_{pv} = \frac{d_{pv}}{\lambda_{pv,d}} = \frac{0,2m}{0,040mK/W} = 5,0m^2 K/W$$

Tuulensuojakipsilevyn lämmönvastus R_{ts}

$$R_{ts} = \frac{d_{ts}}{\lambda_{ts,d}} = \frac{0,009m}{0,21mK/W} = 0,043m^2 K/W$$

Vaakakoolauksen 50x50 lämmönvastus R_{vk}

$$R_{vk} = \frac{d_{vk}}{\lambda_{vk,d}} = \frac{0,05m}{0,12mK/W} = 0,417m^2 K/W$$

Rungon 50x200 lämmönvastus R_r

$$R_r = \frac{d_r}{\lambda_{r,d}} = \frac{0,20m}{0,12mK/W} = 1,67m^2 K/W$$

Sisä- ja ulkopuolinen pintavastus R_{si} ja R_{se}

Seinä rakenteen sisäpuolisen pintavastuksen R_{si} arvona käytetään RakMk C4 2012 taulukon 4 vaakasuuntaiselle lämpövirralle annettua arvoa $0,13 m^2K/W$.

Koska rakenteessa on hyvin tuulettuva ilmakerros, käytetään RakMk C4 2012 kohdan 4.2.7 mukaisesti rakenteen ulkopuolisena pintavastuksena sisäpuolisen pintavastuksen arvoa. Täten $R_{se} = R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$.

5.3.2 Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiarvon R_T' laskenta

Rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiarvo R_T' lasketaan RakMk C4 2012 kaavalla 5.

$$\frac{1}{R_T'} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{f_n}{R_{Tn}} \quad (5)$$

jossa

f_a, f_b, \dots, f_n lohkojen a, b, ... n suhteellinen osuus rakennusosan lämpövirran suuntaisesta pinta-alasta

$R_{Ta}, R_{Tb}, \dots, R_{Tn}$ lohkojen a,b,..n kokonaislämmönvastukset $\text{m}^2\text{K/W}$

(RakMk C4 2012,8.)

Laskettaessa rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläkiarvoa, jaetaan rakennusosa lämpövirran suuntaisiin, kokonaan rakennusosan läpi ulottuviin itsenäisiin lohkoihin, jotka muodostuvat lämpövirran suuntaan nähden peräkkäisistä, lämmönjohtavuudeltaan erilaisista ainekerroksista. Täten lämmönjohtavuudeltaan erilaiset rinnakkaiset ainekerrokset sijoitetaan toisistaan riippumattomiin lohkoihin. Jokaisen lohkon kokonaislämmönvastus lasketaan pintavastukset mukaan lukien erikseen kaavaa 3 käyttäen. Näin lasketut lohkojen kokonaislämmönvastukset sijoitetaan kaavaan 5 (RakMk C4 2012,8.)

Koska tarkasteltavassa seinärakenteessa on puurunko, jonka välissä on eriste sekä vaakakoolaus, jonka välissä on eriste, muodostuu seinärakenteeseen kaksi epätasa-aineista ainekerrosta. Tällöin seinärakenne jaetaan neljään erilliseen lämpövirran

suuntaiseen lohkoon: puhallusvillan ja puun muodostamiin erillisiin lohkoihin, puukuitulevyn ja rungon muodostamaan lohkoon sekä vaakakoolauksen ja puhallusvillan muodostamaan lohkoon. Kokonaislämmönvastus lasketaan erikseen jokaisen lohkon kohdalla. Lasketaan seuraavaksi lohkojen kokonaislämmönvastukset.

Kokonaislämmönvastus puhallusvillan kohdalla R_{T1}

$$R_{T1} = R_{si} + R_k + R_{pl} + R_q + R_{pv} + R_{ts} + R_{se}$$

$$R_{T1} = (0,13 + 0,062 + 1,28 + 0,04 + 5,0 + 0,043 + 0,13)m^2 K / W$$

$$R_{T1} = 6,69m^2 K / W$$

Kokonaislämmönvastus puun kohdalla R_{T2}

$$R_{T2} = R_{si} + R_k + R_{vk} + R_q + R_r + R_{ts} + R_{se}$$

$$R_{T2} = (0,13 + 0,062 + 0,417 + 0,04 + 1,67 + 0,043 + 0,13)m^2 K / W$$

$$R_{T2} = 2,49m^2 K / W$$

Kokonaislämmönvastus puukuitulevyn ja rungon 50x200 kohdalla R_{T3}

$$R_{T3} = R_{si} + R_k + R_{pl} + R_q + R_r + R_{ts} + R_{se}$$

$$R_{T3} = (0,13 + 0,062 + 1,28 + 0,04 + 1,67 + 0,043 + 0,13)m^2 K / W$$

$$R_{T3} = 3,36m^2 K / W$$

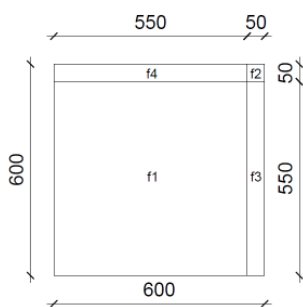
Kokonaislämmönvastus puhallusvillan ja vaakakoolauksen 50x50 kohdalla R_{T4}

$$R_{T4} = R_{si} + R_k + R_{vk} + R_q + R_{pv} + R_{ts} + R_{se}$$

$$R_{T4} = (0,13 + 0,062 + 0,417 + 0,04 + 5,0 + 0,043 + 0,13)m^2 K / W$$

$$R_{T4} = 5,82m^2 K / W$$

Lasketaan seuraavaksi lohkojen osuudet rakennusosan kokonaispinta-alasta.



$$f_1 = \frac{550 * 550}{600 * 600} = 0,84$$

$$f_2 = \frac{50 * 50}{600 * 600} = 0,0069$$

$$f_3 = \frac{50 * 550}{600 * 600} = 0,0764$$

$$f_4 = \frac{50 * 50}{600 * 600} = 0,0764$$

Sijoitetaan seuraavaksi lohkojen osuudet ja kokonaislämmönvastukset kaavaan 5.

$$\frac{1}{R_T'} = \frac{f_1}{R_{T1}} + \frac{f_2}{R_{T2}} + \frac{f_3}{R_{T3}} + \frac{f_4}{R_{T4}}$$

$$\frac{1}{R_T'} = \frac{0,84}{6,69m^2K/W} + \frac{0,069}{2,49m^2K/W} + \frac{0,0764}{3,36m^2K/W} + \frac{0,0764}{5,82m^2K/W}$$

$$\frac{1}{R_T'} = 0,164W/m^2K$$

$$\Rightarrow R_T' = 6,09m^2K/W$$

5.3.3 Rakennusosan kokonaislämpövastuksen alalikiarvon R_T'' laskenta

Laskettaessa rakennusosan kokonaislämpövastuksen alalikiarvoa R_T'' , rakennusosa jaetaan lämpövirran suuntaan nähden kohtisuoriin, koko rakenneosan läpi ulottuviin kerroksiin niin, että jokainen kerros on lämpövirran suunnassa lämmönjohtavuudeltaan yhtenäinen. Tämän jälkeen kunkin kerroksen lämmönjohtavuudeltaan erilaisten rinnakkaisten lohkojen lämmönvastukset yhdistetään kerros kerrallaan kaavaa 6 mukaisesti (RakMk C4 2012,8.)

$$\frac{1}{R_j''} = \frac{f_a}{R_{ja}} + \frac{f_b}{R_{jb}} + \dots + \frac{f_n}{R_{jn}} \quad (6)$$

jossa

R_j''	rakennusosan kerroksessa j yhdistettävien rinnakkaisten lohkojen a,b,...,n lämmönvastukset, m ² K/W
f_a, f_b, \dots, f_n	yhdistettävien rinnakkaisten lohkojen a, b, ... n suhteellinen osuus rakennusosan lämpövirran suuntaan nähden kohtisuorasta pinta-alasta
$R_{ja}'', R_{jb}'', \dots, R_{jn}''$	kerroksessa j yhdistettävien rinnakkaisten lohkojen a,b,...,n lämmönvastukset, m ² K/W

(RakMk C4 2012,8.)

Käytettäessä kaavaa 6, lasketaan lämmönjohtavuudeltaan erilaisten rinnakkaisten lohkojen lämmönvastukset kaavan 2 avulla. Paksuutena d käytetään yhdistettävälle lohkolle tarkasteltavan ainekerroksen paksuutta. Paksuus on se matka, jonka yhdistettävät lämmönjohtavuudeltaan poikkeavat lohkot kulkevat rinnan (RakMk C4 2012,8.)

Kun lämmönjohtavuudeltaan erilaisten rinnakkaisten lohkojen lämmönvastukset on laskettu yhteen, lasketaan rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alalikiarvo R_T'' kaavalla 7 (RakMk C4 2012,8.)

$$R_T'' = R_{si} + (R_1'' + R_2'' + \dots + R_j'') + (R_1 + R_2 + \dots + R_k) + R_{se} \quad (7)$$

jossa

R_T''	rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alalikiarvo m ² K/W
---------	---

R_{si}	sisäpuolinen pintavastus, m^2K/W
R_{se}	ulkopuolinen pintavastus, m^2K/W
$R_1'' + R_2'' + \dots + R_j''$	rakennusosan kerroksissa a,b,...,j sijaitsevien rinnakkais- ten lohkojen yhdistetyt lämmönvastukset
R_1, R_2, \dots, R_k	rakenneosan tasa-aineisista ja -paksuista ainekerroksista muodostuvien kerrosten 1,2,...,k lämmönvastukset m^2K/W

(RakMk C4 2012,8.)

Koska tarkasteltavassa seinärakenteessa on puurunko, jonka välissä on eriste sekä vaakakoolaus, jonka välissä on eriste, muodostuu seinärakenteeseen kaksi epätasa-aineista ainekerrosta. Täten seinärakenne jakautuu siis viiteen kerrokseen, joista kolme on tasa-aineisia ja kaksi on epätasa-aineista. Kukin epätasa-aineinen kerros koostuu kahdesta lohkokosta: eristeen muodostamasta lohkokosta ja puun muodostamasta lohkokosta. Lasketaan seuraavaksi epätasa-aineisten kerrosten lämmönvastukset kaavalla 6.

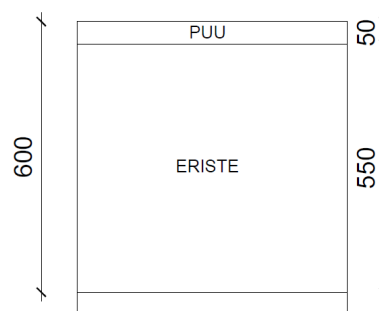
Puukuitulevyn ja vaakakoolauksen 50x50 muodostaman kerroksen lämmönvastus R_1'' :

$$\frac{1}{R_1''} = \frac{f_{1,puu}}{R_{1,puu}} + \frac{f_{1,eriste}}{R_{1,eriste}}$$

$$\frac{1}{R_1''} = \frac{\frac{50}{600}}{0,12W/(mK)} + \frac{\frac{550}{600}}{0,039W/(mK)}$$

$$\frac{1}{R_1''} = 0,915W/m^2K$$

$$\Rightarrow R_1'' = 1,09m^2K/W$$

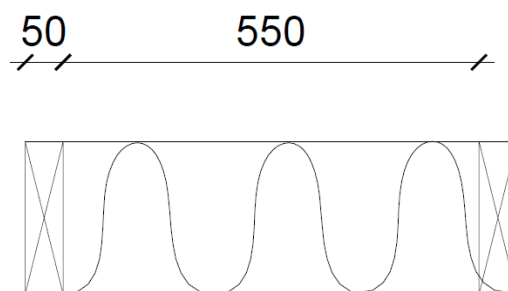


Puhallusvillan ja rungon 50x200 muodostaman kerroksen lämmönvastus R_2'' :

$$\frac{1}{R_2''} = \frac{f_{2,puu}}{R_{2,puu}} + \frac{f_{2,eriste}}{R_{2,eriste}}$$

$$\frac{1}{R_2''} = \frac{\frac{50}{600}}{0,2m} + \frac{\frac{550}{600}}{0,2m}$$

$$\frac{1}{R_2''} = 0,233...W / m^2 K$$



$$\Rightarrow R_2'' = 4,29m^2 K / W$$

Lasketaan seuraavaksi rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alalikiarvo R_T'' kaavalla 7.

$$R_T'' = R_{si} + (R_1'' + R_2'') + (R_k + R_q + R_{ts}) + R_{se}$$

$$R_T'' = 0,13m^2 K / W + (1,09 + 4,29)m^2 K / W + (0,062 + 0,04 + 0,043)m^2 K / W + 0,13m^2 K / W$$

$$R_T'' = 5,79m^2 K / W$$

Kun tiedetään rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläikiarvo ja alalikiarvo, voidaan laskea rakennusosan kokonaislämmönvastaus käyttäen kaavaa 4.

$$R_T = \frac{R_T' + R_T''}{2}$$

$$R_T = \frac{6,09m^2 K / W + 5,79m^2 K / W}{2}$$

$$R_T = 5,94m^2 K / W$$

Lasketaan seuraavaksi rakennusosan lämmönläpäisykerroin U kaavalla 1.

$$U = \frac{1}{R_T}$$

$$U = \frac{1}{5,94 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}}$$

$$U = 0,168 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

Laskemalla As Oy Alinentie 24 seinärakenteen lämmönläpäisykerroin RakMk C4 2012 mukaisesti, saadaan arvoksi $0,168 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tämä arvo alittaa RakMk D3 2012 vertailuarvon $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

5.3.4 Tulosten vertailu

As Oy Alinentie 24 seinärakenteen lämmönläpäisykerroimen U arvoksi saatiin RakMk C4 2003 mukaisella menetelmällä laskettuna $0,173 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vastaavasti RakMk C4 2012 mukaisella menetelmällä laskettu arvo oli $0,168 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vanhan ja uuden arvon ero on siis $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ero voi tuntua äkkiseltään pieneltä, mutta As Oy Alinentie 24:n kaltaisessa rivitalokohteessa $0,05$ yksikköä saattaa vaikuttaa merkittävästi rakennuksen lämmitystehontarpeeseen ja edelleen rakennuksen lämmitysenergian kulutukseen.

LÄHTEET

Ekovillan www-sivut. Viitattu 14.5.2013. <http://www.ekovilla.com>

Energiatehokaskoti www-sivut. Viitattu 14.5.2013. <http://www.energiatehokaskoti.fi>

Energiaviisas Porin seutu. 2011. Prizztech Oy. Viitattu 14.5.2013. <http://www.prizz.fi>

Kilpeläinen, M., Hekkanen, M., Seppälä, P., Riippa, T. 2006. Pientalon tekninen laatu: Tähtiluokitus. Helsinki:Edita Prima

Motivan www-sivut. Viitattu 14.5.2013. <http://www.motiva.fi>

Rakennusteollisuus RT Ry:n www-sivut. Viitattu 14.5.2013. <http://www.rakennusteollisuus.fi>

RT 07-10946. Sisäilmastoluokitus 2008. 2009. Helsinki: Rakennustieto.

Sisäilmayhdistyksen www-sivut. Viitattu 14.5.2013. <http://www.sisailmayhdistys.fi>

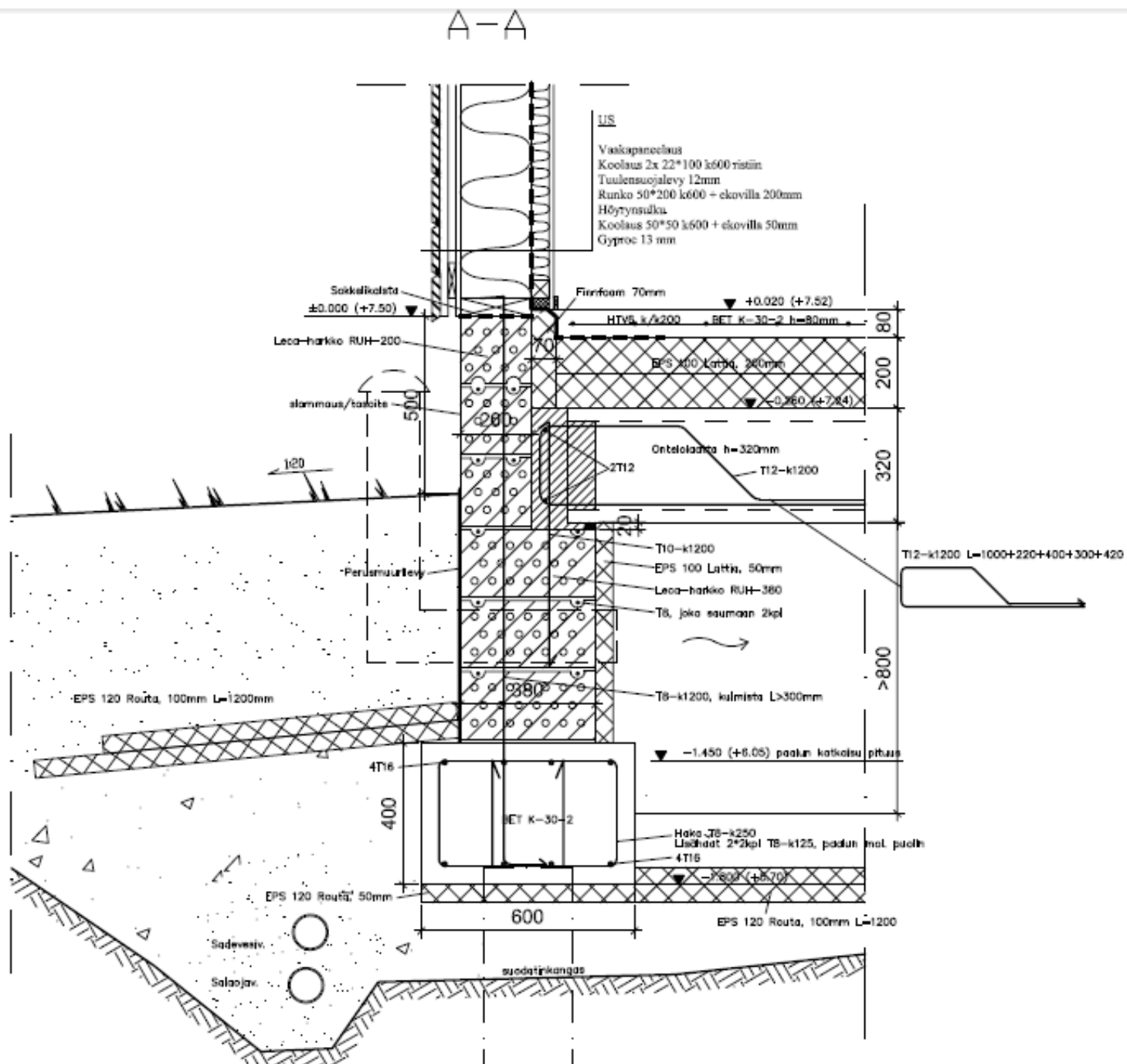
Suomen RakMk C4, 2003. Lämmöneristys. Ohjeet 2003. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto ja rakennusosasto.

Suomen RakMk C4, 2012. Lämmöneristys. Ohjeet 2012. Luonnos. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto ja rakennusosasto.

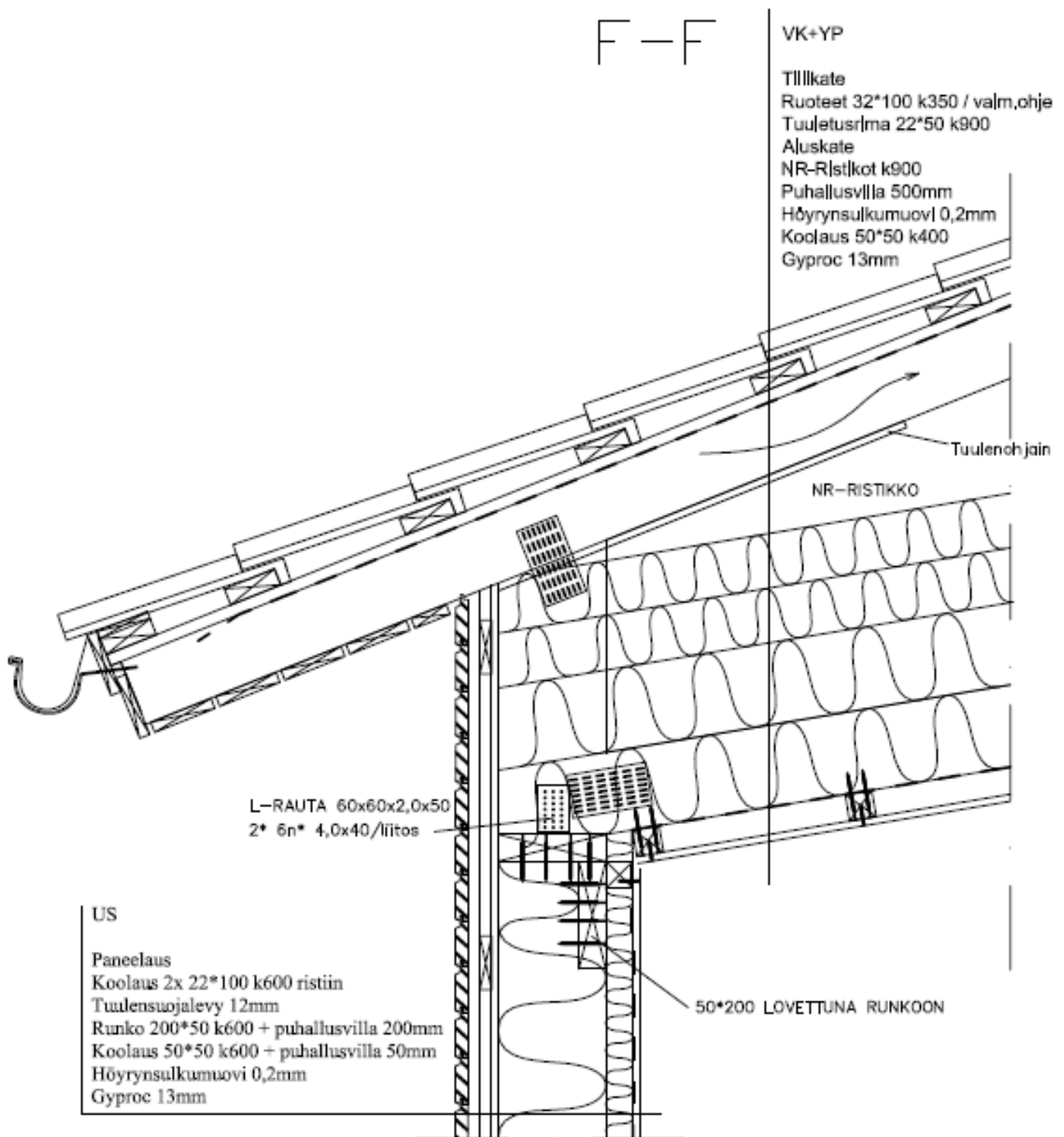
Suomen RakMk D3, 2012. Lämmöneristys. Määräykset ja ohjeet 2012.. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto ja rakennusosasto.

Tilastokeskuksen www-sivut. Viitattu 14.5.2013. <http://www.stat.fi>

Ympäristöministeriön www-sivut. Viitattu 14.5.2013. www.ymparisto.fi



Liite 1. Perustusdetalji.



Liite 1. Yläpohjadetalji.

7.5.2013

Pientalon teknisen laadun arviointi

Pientalon teknisen laadun arviointi

Pientalon teknisen laadun arviointi - Kosteudenkestävyys

Alla osion Kosteudenkestävyys kaikki kysymykset

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Rakennuspaikan kulvatus

Tontin muotoilu, pintavesisuunnitelma ja rakennusten korkeusasema

			Paino
Tehdäänkö rakennuspaikalle erillinen pintavesisuunnitelma?	RAK	Kyllä	2
Tehdäänkö rakennuspaikalle erillinen pintavaaitus (yleiseen korkeusjärjestelmään sidottu) ennen suunnitteluvaihetta?	TIL	Kyllä	2
Onko rakennuksen viereinen maanpinta ulospäin viettävä vähintään 1:20, ts. vähintään 15 senttimetriä 3 metrin matkalla? (Jos poiketaan, mutta on erillissuunnitelma, vastaus on "Kyllä")	ARK	Kyllä	3
Onko sokkelin ja lattian yläpinta vähintään 30 cm valmiin maanpinnan yläpuolella? (Jos poiketaan, mutta on erillissuunnitelma, vastaus on "Kyllä")	RAK	Kyllä	3

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Rakennuspaikan kulvatus

Sadevesien, pintavesien ja kattovesien poisjohtaminen ja viemärointi

			Paino
Johdetaanko kattovedet suoraan rännikaivoihin ja edelleen ehytseinämäiseen sadevesiputkeen?	RAK	Kyllä	2
Varaudutaanko em. varsinaisen sadevesijärjestelmän tukkeutuessa estämään veden pääsy rakenteisiin johtamalla vesi rännikaivosta pintoja pitkin pois päin rakennuksesta?	ARK	Kyllä	1

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Rakennuspaikan kulvatus

Lumien sijoituspaikat tontilla

			Paino
Sijoittuvatko lumien suunnitellut läjitysmaat yli 3 m etäisyydelle rakennuksista?	ARK	Kyllä	2
Valuvatko läjitetyn lumen sulamisvedet suunnitellusti pois päin rakennuksista?	ARK	Kyllä	2
Esitetäänkö lumen läjitysmaikkoja suunnitelmissa riittävästi, vähintään 15 m ² ?	ARK	Ei	1

Kommenttisi:

"MUISTA PIIRTÄÄ LÄJITYSPAIKAT ASEMAKUVAAN"

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Rakennuspolkan kulutus

Puiden ja pensaiden sijoittaminen rakennusten lähetyville

			Paino
Ovatko puiden ja puumaisten pensaiden sijoitusetäisyydet rakennuksen sokkelista yli 3 metriä?	TIL	Kyllä	2
Ovatko kukkapenkit sokkelista yli 1 metri etäisyydellä? (Jos juuriston tunkeutuminen salaojajärjestelmään, kasteluveden tunkeutuminen sokkelia vasten ja oksien koskeminen julkisivuun/kattoon on estetty esitetyn erillissuunnitelman mukaisesti, on vastaus "Kyllä")	TIL	Kyllä	2

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Rakennuksen perustukset

Kapillaarikatko rakennuksen perustusten alle

			Paino
Todetaanko kapillaarikatkomateriaalin veden nousukorkeus ja puhtaus luotettavasti ?	VTJ	Kyllä	3
Onko kapillaarikatkokerros paksuudeltaan vähintään suunnitelmien mukainen ja yhtenäinen rakennuksen alla perustus mukaan lukien lisäksi onko katkon alusta pinnaltaan ulospäin viettävä?	RAK	Kyllä	3
Erotetaanko kapillaarikatkon päälle mahdollisesti tuleva täyttökerros suodatinkankaalla kapillaarikatkosta?	RAK	Kyllä	2
Jos perustusten alle maapohjan kantavuus edellyttää kapillaarisesti vettä nostavaa murskettä tai jos pohjavesi on lähempänä perustusten alapinnasta kuin perustusten alapuolisen materiaalin kapillaarinen vedennousukorkeus, esitetäänkö suunnitelmissa kapillaarisen vedennousun estäminen, esim. bitumieristyksellä anturan ja sokkelin työsaumassa?	RAK	Kyllä	3
Selvitetäänkö salaojitustarve pohjatutkimusvaiheessa ja jos salaojitus tarvitaan, niin toteutetaanko se tehdyn suunnitelman mukaisesti?	RAK	Kyllä	3

Kommenttisi:

"Lemminkäiseltä todistus"

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Rakennuksen perustukset

Vesikiertoisen lattialämmityksen toimintavarmuus

			Paino
Jaetaanko järjestelmä huonekohtaisiin toimintapiireihin?	LVI	Kyllä	2
Onko lattialämmityspotkisto painetarkkailussa lattiavalun aikana ja sen jälkeen väh. 1 viikon?	VTJ	Kyllä	2
Onko lattialämmitysjärjestelmällä käyttötilanteen toimintatakuu, väh. 5 vuotta?	LVI	Kyllä	1
Onko lattialämmitysjärjestelmässä lämpösyöksy lämmityspotkiin (häiriötilanne) estetty automaattisella sulkuventtiilillä?	LVI	Kyllä	2

Onko lämmitysjärjestelmän jäätyminen estetty (lämpöanturit kriittisissä paikoissa, glykolitäyttö tai muu ratkaisu)?	LVI	Kyllä	1
Varaudutaanko korvaamaan vesikiertoinen lattialämmitys asentamalla suojaputkitus rakennusvaiheessa valmiiksi vesi- tai sähköpattereille?	LVI	Ei	1

Kommenttisi:

"10 v takuu"

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Rakennuksen perustukset

Ulkoseinän ja alapohjan liitoksen lämpö- ja ilmavuodot (lämpökuvaus)

			Paino
Todennetaanko ulkoseinän ja alapohjan liitosalueen eristevirheet ja kylmäsilat käyttämällä lämpökuvausta VTJ ilman ulko/sisä -paine-eroa?		Kyllä	1
Todennetaanko ulkoseinän ja alapohjan liitosalueen ilmavuodot lämpökuvausella käyttämällä sisäpuolista alipainetta (toteutettu talon omalla ilmanvaihtokoneella tai erillisellä laitteistolla) ?	VTJ	Kyllä	1
Korjataanko havaitut rakennevirheet ja ilmavuodot? (Jos ei ole korjattavaa, vastaus on "kyllä")	VTJ	Kyllä	1

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Rakennuksen perustukset

Alapohjan ja seinien liitoskohtien lämpö-, tiiveys- ja kosteusriskit

			Paino
Tehdäänkö alapohjan ja ulkoseinän liittymästä yksityiskohtainen leikkauspiirros, jossa lämpö-, tiiveys- ja kosteustekniset rakenneratkaisut on esitetty?	RAK	Kyllä	2
Ovatko väliseinien puuosat betonirakenteiden yläpuolella ja niistä eristettyjä?	RAK	Kyllä	3

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Rakennusvalvonta

Rakennusvaipan lämpökuvaus ja ilmatiiveysmittaus

			Paino
Rakennuksen lämpövuodot ja ilmatiiveys: Tehdäänkö kaksivaiheinen lämpökuvaus ja tiiviysmittaus (norm.paineessa ja -50 Pa:n alipaineessa)?	VTJ	Kyllä	1
Ulkovaipassa olevat ilmavuodot ja laajat kylmät sisäpinnat altistavat kosteusriskeille. Onko rakennuksen ulkovaipan ilmavuotoluku alle 1?	VTJ	Ei	1

Kommenttisi:

"Mitataan"

Katon vedenpoisto; sadevesijärjestelmä, kallistukset, räystäät, vesikaton läpisytyt, sisäkallistukset ja aluskatteen asennus

			Paino
Suunnitellaanko katon sisäpuolisen vedenpoiston varareitti (ei tarkoita toista kattokaivoa) siten, ettei lammikoituvan veden paino ylitä mitoituslumikuormaa kaivojen tukkeutuessa? (Vastaus on "Kyllä" myös silloin, jos kattomuodossa on ulkopuolinen vedenpoisto)	ARK	Kyllä	2
Onko aluskate tai aluskatteeton vesitiivis kate ulotettu ulkoseinän ulkopuolelle vähintään 25 cm? (Vastaus on "Kyllä" myös silloin, jos on sisäpuolinen vedenpoisto)	VTJ	Kyllä	2
Onko aluskate vesitiivis (myös läpiviennissä) ja kestävyydeltään määräysten mukainen ja käyttöikänsä vähintään katteen käyttöikänsä mittainen? (Jos ei ole aluskatetta, mutta katteen käyttöikä on väh. 20 vuotta, vastaus on "Kyllä")	VTJ	Kyllä	3
Onko vesikaton katejärjestelmä kokonaisuus eli ovatko katemateriaali, kiinnikkeet ja katon läpiviennit yhteensopivia ja kohteen kattokaltevuteen soveltuvia?	ARK	Kyllä	3
Onko vesikattoa asentajalla merkiköhtäinen valtuutus tai sertifiointi?	VTJ	Ei	1
Onko katteella vähintään 5 vuoden toimivuustakuu?	VTJ	Kyllä	1
Onko katon sisäjiirit toteutettu RT-ohjekorttien tai valmistajan kirjallisen ohjeen mukaisesti? (Jos sisäjiirejä ei ole, vastaus on "Kyllä")	VTJ	Kyllä	3

Yläpohjan riittävä tuuletus ja räystäspituus.

			Paino
Järjestetäänkö yläpohjan tuuletus RIL 107-2000, kohdan 2.12 mukaisesti?	RAK	Kyllä	3
Varmistetaan yläpohjan katvealueiden (esim. sisäjiirit, piiput ja kattoikkunat) tuuletus?	RAK	Kyllä	3
Onko räystäillä ja harjalla tuuletusaukkojen suunniteltu muotoilu ja sijoitus sellainen, ettei lumi tai vesi pääse rakenteiden sisään?	RAK	Kyllä	3
Onko seinärakenteella suojaava räystä, vähintään 500 mm, tai jos ehto ei täyty, onko seinärakenteen kosteuskestävyys osoitettu erillissuunnitelmassa?	ARK	Kyllä	2

Puujulkisivujen tuuletus ja oikeat materiaalivalinnat

			Paino
Onko julkisivupellitysten muotoilu ja asennus sellainen, että seinärakenteiden tuuletus on mahdollinen eivätkä vedet pääse tunkeutumaan seinän sisään?	RAK	Kyllä	3
Onko tuuletusrako avoin koko matkalta?	RAK	Kyllä	3

Onko julkisivulaudoitus vahvuudeltaan vähintään 25 mm?	ARK	Kyllä	2
--	-----	-------	---

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartointus » Märkätilat

Märkätilojen rakenneyksityskohdat

			Paino
Esitetäänkö märkätilojen rakenneyksityskohdista selkeät leikkauspiirrokset koskien juuri ko. kohdetta?	RAK	Ei	2
Kuvataanko rakennusselityksessä selkeästi märkätilojen rakennus- ja eristystyöt koskien juuri ko. ARK kohdetta?		Ei	2

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartointus » Märkätilat

Sertifioitu vesieristysjärjestelmä ja henkilösertifioitu asennustyö

			Paino
Käytetäänkö sertifioituja ja yhteensopivia vedeneristysmateriaaleja?	VTJ	Kyllä	3
Käytetäänkö henkilösertifioituja asentajia?	VTJ	Kyllä	2
Täyttävätkö märkätilan rakenteet vedeneristysjärjestelmän edellyttämät vaatimukset jäykkyyden, tiiveyden ja elämäntömyyden suhteen?	RAK	Kyllä	3

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartointus » Märkätilat

Vesieristysten laadunvarmennus

			Paino
Varmistetaanako alustan pinnoitettavuus pinnan sileyden ja kosteuspitoisuuden suhteen?	VTJ	Kyllä	3
Varmistetaanako mittaamalla vesieristysten riittävä tuotesertifikaatin mukainen kuivakalvonpaksuus?	VTJ	Kyllä	2
Varmistetaanako vesieristysten ilmatiiveys alipainekalvopumpulla suihkunurkasta ja lattiakaivon läheisyydestä?	VTJ	Ei	1
Liitetäänkö vesieristys lattiakaivon asennusohjeen mukaisesti?	VTJ	Kyllä	2
Onko mahdollista asumisen aikana selvittää pinnoitteita ja rakenteita rikkomatta vesieristysten taustan kosteuspitoisuutta? Esim. onko taustarakenteisiin asennettu kosteusilmaisimia tai -hälyttimiä?	VTJ	Ei	1

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartointus » Märkätilat

Märkätilan lattialämmitys ja ilmanvaihto ympärivuotisessa käytössä

			Paino
--	--	--	-------

7.5.2013

Pientalon teknisen laadun arviointi

Onko ympärivuotisessa käytössä oleva lattialämmitys?SÄH		Kyllä	2
Tehostuuko talon ilmanvaihto märkätilan kosteuspitoisuuden mukaan?	LVI	Ei	2
Kohdistuuko tehostettu ilmanvaihto vain märkätilaan? (RH -ohjatun poistoventtiilin avulla)	LVI	Ei	1

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Märkätilat

Vesikalusteiden ja putkien asennustapa ja sijainti siten, että rikotaan vesieristystä mahdollisimman vähän.

Paino

Onko vesikalusteiden kiinnitys taustapintaan sellainen, että vesieristys on tiivis asennuksen jälkeen?	LVI	Kyllä	3
Tuodaanko vesiputket märkätilaan pinta-asennuksena yläkautta, jolloin ei rikota vesieristystä?	LVI	Kyllä	2

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Talotekniset kalusteet

Suojaputkien oikea asennus

Paino

Ovatko lämpö- ja vesijohtojen suojaputket vesitiiviitä ja onko niiden alempi pää lattiakaivolisessä tilassa ja vähintään 100 mm toista päätä alempana?	LVI	Kyllä	3
--	-----	-------	---

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Talotekniset kalusteet

Jääkaapin, pakastimen ja pesukoneen sekä allaskaapin alle kaukalo

Paino

Onko kuivaan vesieristämättömään tilaan sijoitetun pesuallaspyödyän alla vesieristetty kaukalo tai muovimatto, joka nousee reunoista muodostaen edestä avoimen kaukalon? Vuotovesi tulee välittömästi näkyviin.	TIL	Kyllä	3
Onko kuiviin vesieristämättömiin tiloihin sijoitettujen kylmäkoneiden alla vesieristetty kaukalo tai muovimatto, joka nousee reunoista muodostaen edestä avoimen kaukalon? Vuotovesi tulee välittömästi näkyviin.	TIL	Kyllä	2
Onko kuiviin vesieristämättömiin tiloihin sijoitettujen astian- ja pyykinpesukoneiden alla vesieristetty kaukalo tai muovimatto, joka nousee reunoista muodostaen edestä avoimen kaukalon? Vuotovesi tulee välittömästi näkyviin.	TIL	Kyllä	3

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Talotekniset kalusteet

Rakenteiden sisälle asennettavat vesijohdot ja teknisen tilan vedeneristys

Paino

Asennetaanko vesijohdot rakenteiden sisään niin, että			
---	--	--	--

213.216.208.119/lista.php?-part1

6/8

7.5.2013

Pientalon teknisen laadun arviointi

mahdollinen vuotovesi tulee heti näkyviin? Esim. käyttämällä tiivistä suojaputkea.	LVI	Kyllä	3
Tehdäänkö teknisen tilan lattiaan vedeneristys, joka nousee seinälle väh. 50 mm?	RAK	Kyllä	2
Johdetaanko varoventtiilien poistoputket ja ilmanvaihtokojeen kondenssivesiputki lattiakaivoon johtavaan putkeen tai altaaseen niin, ettei vesi valu lattialle?	LVI	Kyllä	3

Kosteudenkestävyys » Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus » Talotekniset kalusteet

Automaattinen paineellisen veden vuotohälytys

			Paino
Järjestetäänkö vesijohtoverkoston vuotojen automaattinen hälytys vesimittarista?	LVI	Ei	1
Järjestetäänkö lämmitysverkoston vuotojen automaattinen hälytys verkostopaineesta?	LVI	Ei	1
Onko mahdollista sulkea paineellinen vesi ulko-oven vierestä talon keskitetyn ohjauksen avulla?	LVI	Ei	2
Voiko GSM-verkon välityksellä ohjata talon vedenpainetta ja lämmitystä?	LVI	Ei	1
Ohjataan hälytykset, esim. vesivuodot, lämmityshäiriöt, palo- ja murtohälytykset, myös GSM-verkkoon?	LVI	Ei	1

Kommenttisi:

"GSM-hälytysvalmiusmahdollisuus lämpöpumpussa"

Kosteudenkestävyys » Työmaan kosteudenhallinta » Rakennustyömaan olosuohdehallinta

Rakennustyömaan olosuohdehallinta

			Paino
Varaudutaanko rungon suojaamiseen kastumiselta? Esim. onko järkevä työjärjestys, sadesuojataanko keskeneräiset rakenteet, onko sadesuojia riittävästi käytettävissä?	VTJ	Kyllä	2
Varastoidaanko materiaalit irti maasta ja suojataanko sateelta sekä toimiiko tuuletus suojauksen alla?	VTJ	Kyllä	2
Tehdäänkö ennen valuja betonirakenteiden kuivatussuunnitelma, joka sisältää tavoiteolosuhteiden määrittämisen, kuivumisaika-arvion, ulko- ja sisäilman olosuhteiden huomioonottamisen, rakennuksen oman lämmitysjärjestelmän hyödyntämisen ja lisälämmitystarpeen arvioinnin?	VTJ	Ei	1

Kosteudenkestävyys » Työmaan kosteudenhallinta » Sertifioidut kosteusmittaukset

Sertifioidut kosteusmittaukset

			Paino
Onko kosteusmittaajalla kosteusmittauksen henkilösertifikaatti?	VTJ	Kyllä	1

Määritetäänkö rakenteiden kosteuspitoisuus oikealla mittaustavalla ja tehdäänkö niiden pohjalta tarvittavat toimenpide-ehdotukset? Esim. lisäkuivatus tai päällystäminen	VTJ	Kyllä	2
--	-----	-------	---

Kosteudenkestävyys » Työmaan kosteudenhallinta » Kosteudenhallinnan organisointi ja seuranta

Kosteudenhallinnan organisointi ja seuranta

Paino

Opastetaanko työntekijät kosteudenhallintaan työn alkaessa vastaavan työnjohtajan suullisella ja kirjallisella (yksi A4) ohjeella?	VTJ	Kyllä	2
--	-----	-------	---

Kosteudenkestävyys » Asumisen kosteudenhallinta » Rakennuksen käytön ja huollon opastus

Rakennuksen käytön ja huollon opastus

Paino

Esitetäänkö huoltokirjassa rakennuksen käytön kosteusriskit ja huoltotoimenpiteet?	ARK	Kyllä	2
Järjestetäänkö asukkaalle rakennuksen käytön ja huollon henkilökohtaista opastusta?	ARK	Kyllä	1

Kosteudenkestävyys » Asumisen kosteudenhallinta » Asumisen aikainen kosteudenhallinta

Asumisen aikainen kosteudenhallinta

Paino

Opastetaanko asukkaat henkilökohtaisesti toimimaan vesivuototilanteissa? esim. katkaisemaan paineellisen veden	LVI	Kyllä	2
Opastetaanko asukkaat suihkun jälkeen mekaanisesti lastalla kuivaamaan kastuneet pinnat?	TIL	Kyllä	2
Opastetaanko asukkaat siivouksen yhteydessä ja mahdollisen veden kaatumisen jälkeen kuivaamaan nopeasti ja tarkasti kaikki vesi pois, erityisesti seinien ja kalusteiden viereltä.	TIL	Kyllä	2

Pientalon teknisen laadun arviointi

Pientalon teknisen laadun arviointi - Sisäilman laatu

Alla osion Sisäilman laatu kaikki kysymykset

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Perusratkaisut

Tavoiteltava sisäilmaston laatu (sisäilmastoluokitus 2008:n mukaisesti)

			Paino
Onko tavoitteena S3, tyydyttävä sisäilmasto, joka vastaa säädösten mukaista minimitasoa? VAI	TIL		1
Onko tavoitteena S2, hyvä sisäilmasto tai jokin sen erityisominaisuus esim. jäähdytys tai tehostettu suodatus? VAI	TIL	Kyllä	3
Onko tavoitteena S1, yksilöllinen sisäilmasto lukuun ottamatta lämpö- ja kosteusoloja? VAI	TIL		4
Onko tavoitteena S1, yksilöllinen sisäilmasto lukuun ottamatta kosteusoloja? VAI	TIL		4.5
Onko tavoitteena S1, yksilöllinen sisäilmasto mitään poisrajaamatta?	TIL		5
Onko minimitasoa parempi sisäilmaston tavoitetaso (S1...S2) huomioitu LVI-suunnittelussa, mm. suuremmat ilmamäärät ja äänenvaimennus?	LVI	Kyllä	2
Onko minimitasoa parempi sisäilmaston tavoitetaso (S1S2) huomioitu tilasuunnittelussa ja sisustamisessa, mm. teknisen tilan sijainti ja oleskelutilojen suuntaus.	ARK	Kyllä	1
Onko minimitasoa parempi sisäilmaston tavoitetaso (S1...S2) huomioitu rakennesuunnittelussa, mm. radonsuojaus ja ääneneristys?	RAK	Kyllä	1

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Perusratkaisut

Teknisten järjestelmien sijoitus, puhdistettavuus, eristys

			Paino
Onko ilmanvaihtokanavat sijoitettu lämmöneristeen ja rakennuksen höyrnsulun sisäpuolelle? VAI	LVI		2
Onko ilmanvaihtokanavat sijoitettu kulkukelpoisiin yläpohjan tuuletus- tai ullakkotiloihin, joissa on kulkusillat ja huoltotasot?	LVI	Kyllä	1
Onko rakennus ja asennukset suunniteltu niin, että ilmanvaihtokanavat ovat tarkastettavissa, huollettavissa ja muunneltavissa rakenteita rikkomatta tai näkyvillä.	LVI	Kyllä	1
Onko tarvittavat ilmanvaihtokanavien lämpö- ja kondenssieristykset tilakohtaisesti suunniteltu, mm. LTO-kojeen ulko-, tulo- ja jäteilmakanavistojen kondenssieristykset rakennuksen höyrnsulun sisäpuolella?	LVI	Kyllä	2
Onko rakennuksessa erillinen tekninen tila, jonne on käynti ainakin suoraan ulkoa tai vaihtoehtoisesti autotallin tai varaston kautta?	ARK	Kyllä	2

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Perusratkaisut

Mitoitusperiaatteet ja muuntojoustavuus

			Paino
Onko asuinhuoneiden tuloilmavirrat mitoitettu huonekohtaisesti ja henkilöperusteisesti valitun laatutason(S1...3) ja henkilömäärän mukaisiksi.	LVI	Kyllä	3
Onko suunnitelmiin merkitty huoneittain IV-laitteistojen mitoituksen perusteena olevat suurimmat henkilömäärät, joille saadaan riittävät tuloilmavirrat vain perussäätöä tarkistamalla?	LVI	Kyllä	2
Onko henkilöperusteisesti mitoitettujen tuloilmavirrat tarkistettu niin, että huoneiston ilmanvaihtokerroin ja kaikkien huoneiden ilmanvaihto on ohjeiden mukainen.	LVI	Kyllä	3
Onko ilmanvaihto- ja tilasuunnittelussa huomioitu huoneiden käyttötarkoituksen tai henkilömäärien muutokset?	ARK	Kyllä	2
Onko väliseinien ja -ovien siirtoilmasäleiköt ja -kynnysraot huonekohtaisesti mitoitettu, merkitty myös LVI ARK tai RAK-suunnitelmiin ja toimivuus tarkistettu?	LVI	Ei	2
Mahdollistaako talotekniikka- ja tilasuunnittelu huoneiden jakamisen?	LVI	Ei	2
Onko talotekniikka- ja tilasuunnittelussa huomioitu mahdollisuus sivuasunnon erottamiseen?	LVI	Ei	1

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Perusratkaisut

Äänitekniset ominaisuudet ja vetohaitat

			Paino
Onko vanhempien makuuhuone ääneneristetty muusta huoneistosta: rakenteet, ääneneristetty ovi ja tulo-/poistoilmanvaihto kanavoinnit äänenvaimentimiseen?	LVI	Ei	2
Onko muut makuu- ja työhuoneet ääneneristetty muusta huoneistosta: rakenteet, tiiveys ja tulo-/poistoilmanvaihto kanavoinnit äänenvaimentimiseen?	LVI	Ei	1
Onko ilmanvaihtokone, öljy- ja kaukolämmityslaitteet sijoitettu riittävän etäälle oleskelutiloista, tarvittavat kannake- ja äänenvaimennusdetaljit suunniteltu, äänitasolaskelmat tehty ja äänitasot tarkistettu huoneittain?	ARK	Kyllä	2

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Perusratkaisut

Rakennuspaikan huomiointi ja muut erityisominaisuudet

			Paino
Onko etelään/länteen suuntautuvissa ikkunoissa aurinkosuojat ja otetaan ilmastoinnin ulkoilma varjoisesta paikasta.	ARK	Kyllä	2
Onko tontilla ulkona katoksellinen pyykinkuivauspaikka?	ARK	Ei	2

Onko asunnossa kondensoiva kuivausrumpu tai kuivauskaappi erillisellä poistoilmakanavalla vesikatkon yläpuolelle?	LVI	Ei	2
Onko ilmanvaihdon poistoilmaventtiili ainakin kahdessa seuraavista paikoista: tuulikaappi, ulkoiluvaatteiden säilytyskaappi ja keittiön jätekaappi.	LVI	Ei	1

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Ilmanvaihtolaitte

Laitteiston käyttö ja säätömahdollisuudet

			Paino
Kun ilmanvaihdon ilmamäärää säädetään käsikäyttöisellä kytkimellä: Onko ilmanvaihdon ilmamäärän säätimeen merkitty ja ohjeistettu ainakin seuraavat kolme tehotasoa: minimi (pitkäaikainen poissaolo), normaalin käyttöajan ja tehostettu ilmanvaihto (vähintään 30% tehostus normaalista)?	LVI	Kyllä	2
Kun ilmanvaihdon ilmamäärä säätyy automaattisesti: Säättääkö automatiikka ilmanvaihtokoneen ilmamäärää? VAI	LVI		1
Säättääkö automatiikka ilmanvaihtoa huonekohtaisesti? LVI			2
Onko asunnossa 1 ilmanvaihtoa säättävä hiilidioksidianturi? VAI	LVI		0.5
Onko asunnossa 2 tai useampia ilmanvaihtoa säättävää hiilidioksidianturia? VAI	LVI		1
Asunnossa ei ole ilmanvaihtoa säättävää hiilidioksidianturia?	LVI		0
Onko asunnossa yksi ilmanvaihtoa säättävä kosteusanturi tai automaattisesti säätyvä poistoilmaventtiili? VAI	LVI		0.5
Onko asunnossa kaksi tai useampi ilmanvaihtoa säättävää kosteusanturia tai automaattisesti säätyvä poistoilmaventtiiliä? VAI	LVI		1
Asunnossa ei ole ilmanvaihtoa säättävää kosteusanturia tai automaattisesti säätyvä poistoilmaventtiiliä?	LVI		0
Onko minimi ilmanvaihtoa pienemmän tehon käyttö estetty tai liian pienet käyttökytkimen asennot ohjeistettu kielletyiksi?	LVI	Kyllä	3

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Ilmanvaihtolaitte

Ääriolosuhteiden vaikutus koneeseen ja sisäilmastoon

			Paino
Pitäkö ilmanvaihtokone tuloilman 17 °C lämpöisenä ja lämmöntalteenottokennon huurteettomana -30 °C ulkolämpötiloillakin tuloilmavirtaa vähentämättä tai tuloilmapuhallinta pysäyttämättä?	LVI	Kyllä	5
Mikäli vastaus tähän on ei, vastaa seuraaviin kysymyksiin, muutoin siirry kohtaan 3: Tuloilman suodatustaso.			
Jäätyminenesto: Pysähtyykö tuloilmapuhallin termostaatin ohjaamana, tai ilmanvaihtokoneessa ei ole lämmöntalteenotto yksikköä? VAI	LVI		1

14.5.2013

Pientalon teknisen laadun arviointi

Pysähtyykö tuloilmapuhallin valokennon tms. ohjaamana? VAI	LVI		3
Ohitetaanko lämmöntalteenotto kenno termostaatin ohjaamana? VAI	LVI		3
Ohitetaanko lämmöntalteenotto kenno valokennon tms. ohjaamana? VAI	LVI	Kyllä	4
Onko ilmanvaihtokoneessa pyörivä lämmöntalteenotto kenno tai muu vastaava järjestelmä?	LVI	Kyllä	4

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Ilmanvaihtolaitte

Tuloilman suodatustaso

			Paino
Onko ilmanvaihtokoneessa valitun sisäilmaluokan mukainen tuloilmasuodatin? (Sisäilmaluokassa S3 suodatin F6, S2:ssa F7 ja S1:ssä F8) Mikäli vastaus on ei, vastaa seuraavaan kysymykseen, muuten siirry seuraavaan osaan.	LVI	Kyllä	2
Voiko ilmanvaihtokoneeseen vaihtaa vähintään F7 tason suodattimen?	LVI	Kyllä	2

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Ilmanvaihtolaitte

Erityisominaisuudet

			Paino
Onko tulisijojen käyttö huomioitu ilmanvaihdossa, esim. takkakytkin?	LVI	Kyllä	3
Voidaanko ilmanvaihdolla tasata lämpöä, esim. kierrätysilman avulla?	LVI	Ei	2
Onko ilmanvaihtokoneessa huollosta ja vioista ilmoittava järjestelmä?	LVI	Ei	1
Onko ilmanvaihtokoneessa suodattimen ahtaumisesta ilmoittava järjestelmä?	LVI	Ei	1
Onko ilmanvaihtokoneessa kesällä automaattisesti lämmöntalteenoton ohittava järjestelmä?	LVI	Kyllä	2
Kuuluuko laitetoimitukseen koneen puhdistusvälineet tai ainakin kattavat puhdistusohjeet?	LVI	Kyllä	1

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Ilmanvaihtolaitte

Ilmanvaihtolaitteen valinta ja soveltuvuus

			Paino
Onko LVI-suunnittelija esitellyt ja selvittänyt rakennuttajalle edellisten kohtien(1-4) asiakokonaisuudet ennen ilmanvaihtokoneen valintaa?	LVI	Kyllä	3
Onko laskennallisesti tarkistettu, että suunnitellulla käyttöajan ilmanvaihdon teholla tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho SFP on enintään 2,5 kW/(m ³ /s).	LVI	Kyllä	3

Vastaavatko valitun ilmanvaihdon ominaisuudet haluttua ja määriteltyä tarvetta?	LVI	Kyllä	3
---	-----	-------	---

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Rakennusmateriaalit ja siivous

Luokiteltujen materiaalien käyttö

			Paino
Ovatko sisäpinnoissa käytetyt materiaalit (levyt, paneelit, yms.) M1-luokiteltuja? Tavanomainen IV-suunnittelu edellyttää vähäpäästöisten materiaalien käyttöä!	ARK	Kyllä	2
Ovatko sisäpinnoilla käytetyt pinnoitteet (maalit, tapetit, yms.) M1-luokiteltuja?	ARK	Kyllä	2
Ovatko täydentävät rakennusosat (listat, ovet, ikkunat, yms.) M1-luokiteltuja?	ARK	Kyllä	1
Onko kiintokalusteiden runkomateriaali ja ovet M1-luokiteltuja?	ARK	Kyllä	1

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Rakennusmateriaalit ja siivous

Keskuspölynimuri

			Paino
Onko rakennuksessa keskuspölynimuri? Jos vastaat ei, siirry kohtaan 3: pintamateriaalien ja tilaratkaisujen siivoustekninen arviointi.	ARK		2
Onko keskuspölynimuri sijoitettu asuintilojen ulkopuolelle Onko keskuspölynimurin poistoilman äänenvaimennus RakMK:n ohjeen mukainen?	ARK		3
Onko keskuspölynimuri sijoitettu asuintiloista erotettuun ulko-ovelliseen, varaston tai autotallin kautta kuljettavaan esim. tekniseen tilaan.	ARK		2

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Rakennusmateriaalit ja siivous

Pintamateriaalien ja tilaratkaisujen siivoustekninen arviointi

			Paino
Asunnossa ei ole siivouksen erityisjärjestelyjä vaativia ratkaisuja (esim. lattiasta yli 3 metrin korkeudella olevia ilmanvaihtoventtiileitä tai ikkunoita) tai ne on erikseen huomioitu siivousohjeistuksessa?	ARK	Kyllä	2
Ovatko kaikki pinnat sileitä ja nihkeäpyyhinnän tai ainakin imuroinnin kestäviä?	ARK	Kyllä	2
Onko rakenteet ja asennukset suunniteltu ja tehty niin, että kaikki sisäilmaan rajoittuvat paikat ovat siivottavissa ja puhdistettavissa, tulisijojen ja märkätilojen ilma-ot, LVI-asennukset yms.	ARK	Kyllä	2

Sisäilman laatu » Suunnitteluratkaisut ja laitteistot » Rakenteet ja järjestelmät

Rakenteet ja järjestelmät

			Paino
Onko korkeat ja matalat pintalämpötilat huomioitu suunnittelussa (suuret ikkunapinnat lämmitettävään tai riittävän hyvät ikkunoiden u-arvot) tai niitä ei ole arvioitavassa rakennuksessa?	ARK	Kyllä	3
Onko laskennallisesti tarkistettu, että oleskelutilojen lämpöolot täyttävät valitun sisäilmaston laatutason talvella ja kesällä?	LVI	Kyllä	3
Onko lämmityslaitteissa kaikkien sisäilmaan rajoittuvien osien pintalämpötila aina alle 200 °C, myös laitteiden sisällä sähkö ym. lämmittimissä?	LVI	Ei	2
Onko asuintilat suojattu haitalliselta lämpösäteilyltä, pitkät räystäät, säleiköt, erikoislasit, markiisit tms.?	ARK	Ei	2
Voitaneeko aurinkosuojausta säätää ajankohdan ja olosuhteiden mukaan?	ARK	Ei	1
Onko rakennuspaikan radonpitoisuus selvitetty?	RAK	Kyllä	3
Onko alapohja tiivistetty radon-ohjeiden passiivisen suojauksen mukaisesti?	RAK	Kyllä	2
Onko alapohjassa radon-ohjeiden aktiivisen suojauksen mukainen radon putkisto varustettuna poistopuhaltimella ja -putkella vesikaton yläpuolelle?	ARK	Ei	1

Sisäilman laatu » Työmaatooteutus » Työmaan laadunhallinta

Työmaan laadunhallinta

			Paino
Onko rakennustarvikkeiden kuljetus, varastointi ja suojaus tehty rakennustöiden puhtausluokan P1 mukaisesti, Sisäilmastoluokitus 2008?	VTJ	Kyllä	2
Onko työmaan puhtausosastointi ja siivoukset tehty rakennustöiden puhtausluokan P1 mukaisesti, Sisäilmastoluokitus 2008?	VTJ	Kyllä	2
Onko työmaalle tehty kirjallinen laatusuunnitelma?	VTJ	Ei	1
Onko mahdollisen laatusuunnitelman ja rakennustöiden puhtausluokan P1 vaatimukset ja perusteet annettu kirjallisina ja selvitetty kaikille rakennuksessa työskenteleville?	VTJ	Ei	1

Sisäilman laatu » Työmaatooteutus » Henkilöstön tieto- ja taitotaso

Henkilöstön tieto- ja taitotaso

			Paino
Onko työnjohto ja pääosa muusta henkilökunnasta ollut aiemmin osallisena sisäilmastoluokkaa S1 tai S2 tavoittelevissa hankkeissa?	VTJ	Ei	2

Sisäilman laatu » Työmaatooteutus » Rakentamisen dokumentointi

Valvonta ja työmaapäiväkirja

			Paino
Pidetäänkö rakennuskohteessa ajantasaista "Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirjaa" tai vastaavaa ko. rakennuskohteelle laadittua asiakirjaa?	VTJ	Kyllä	3
Onko rakennuskohteella urakoitsijoista riippumaton, rakennuttajan etuja valvova suunnittelijan tai työnjohtajan kelpoisuusehdot täyttävä valvoja?	TIL	Kyllä	2

Sisäilman laatu » Työmaatooteutus » Rakentamisen dokumentointi

Mittaus- ja tarkastuspöytäkirjat

			Paino
Onko tarkastusasiakirjassa kaikki edellytetyt vastuuhenkilöiden allekirjoitukset työvaiheittain.	VTJ	Kyllä	3
Onko ilmanvaihtojärjestelmä säädetty ja mittauspöytäkirjat tehty, tarvittaessa myös äänitasoista?	LVI	Kyllä	3
Onko ilmanvaihtokoneen energiatehokkuus tarkastettu normaalin käyttöajan teholla ja ominaissähköteho SFP on alle 2,0 kW/(m ³ /s)?	LVI	Ei	2
Onko lämmitysjärjestelmä perussäädetty laskettuihin sääntöarvoihin ja tarkistettu mittauksin?	LVI	Kyllä	2

Sisäilman laatu » Työmaatooteutus » Rakentamisen dokumentointi

Valokuvaaminen ja suunnitteluasiakirjojen päivitys

			Paino
Onko kaikki rakentamisen aikaiset muutokset päivitetty loppupiirustuksiin?	VTJ	Kyllä	3
Onko tarkastettujen kohteiden, muutosten ja riskipaikkojen dokumentointi toteutettu valokuvoin ja tarvittaessa piirroksin?	VTJ	Kyllä	2

Sisäilman laatu » Työmaatooteutus » Mittaukset ja säädöt

Tilojen puhtauden varmistaminen ja ilmanvaihtomittaukset

			Paino
Ovatko IV-urakoitsija ja valvoja yhdessä todenneet ja kirjanneet tilojen puhtauden ennen ilmanvaihtokoneen käyttöönottoa?	VTJ	Kyllä	2
Onko suunnitellut käyttöajan ilmanvaihdon ilmavirrat mitattu ja tarkistettu. (0,5...0,7 l/h)?	LVI	Kyllä	3
Onko suunnitellut tehostetun ilmanvaihdon ilmavirrat mitattu ja tarkistettu. Väh. +30% (S2...S3) / 50% (S1)?	LVI	Kyllä	2
Onko suunnitellut minimi ilmanvaihdon ilmavirrat mitattu ja tarkistettu. (väh. 0,15 l/2, m ²)?	LVI	Kyllä	2

Sisäilman laatu » Työmaatooteutus » Mittaukset ja säädöt

Muut mittaukset

			Paino
Ovatko IV-urakoitsija ja valvoja yhdessä todenneet teknisten järjestelmien ja laitteiden äänitasot suunnitelmien ja tavoitetasojen mukaisiksi?	VTJ	Kyllä	2
Onko huonelämpötilat mitattu talvella ja lämmitysjärjestelmän perussäätö tarkistettu?	LVI	Kyllä	2
Onko lämpökuvauksessa havaittu asuintilojen pintojen alin lämpötilaindeksi vähintään 65%, joka on asumisterveysohjeen mukainen hyvä taso?	VTJ	Kyllä	1

Sisäilman laatu » Asumisen aikainen sisäilmasto » Uuden rakennuksen tehostettu tuuletus

Uuden rakennuksen tehostettu tuuletus

			Paino
Onko uuden rakennuksen materiaali päästöjen haittojen vähentämiseksi ilmanvaihtoa käytetty ympärivuorokautisesti tehostusasennossa (säädetty käsin tai automaatiikalla estetty käyttö pienemmällä teholla) vähintään puolen vuoden ajan rakennuksen valmistumisesta?	TIL	Ei	2

Sisäilman laatu » Asumisen aikainen sisäilmasto » Huoltokirjan sisäilmasto-osio

Huoltokirjan sisäilmasto-osio

			Paino
Onko rakennukselle tehty talokohtainen huoltokirja?	ARK	Kyllä	3
Onko rakennukselle tehty muistuttava, esim. ATK-pohjainen, huoltokirja?	ARK	Kyllä	1
Onko tarvittavat huoltotoimenpiteet aikataulutettu, yksilöity ja ohjeistettu kuitattaviksi huoltokirjassa?	ARK	Kyllä	3
Onko ilmanvaihtokanaviston puhtauden määräaikainen tarkistaminen ohjeistettu huoltokirjassa?	LVI	Kyllä	2
Onko huoltotoimenpiteen vaatima alan asiantuntijan tarve ohjeistettu huoltokirjassa?	LVI	Kyllä	2
Onko määräajoin tehtävä kuntoarvio mm. sisäilmaston osalta ohjeistettu huoltokirjassa?	LVI	Kyllä	2

Sisäilman laatu » Asumisen aikainen sisäilmasto » Käytön opastus ja hallinta

Käytön opastus ja hallinta

			Paino
Onko LVI-suunnittelija tai -urakoitsija antanut kirjalliset ilmanvaihtojärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet?	LVI	Kyllä	3
Onko asukkaat opetettu käyttämään ilmanvaihtojärjestelmää, teoriassa ja käytännössä?	LVI	Kyllä	2

Onko LVI-suunnittelija tai urakoitsija antanut kirjalliset lämmitysjärjestelmän käyttöohjeet?	LVI	Kyllä	3
Onko asukkaat opetettu käyttämään lämmitysjärjestelmää, teoriassa ja käytännössä?	LVI	Kyllä	2
Onko huoltokirjan ja sen sisältämien käyttöohjeiden säilytys ja arkistointi järjestetty?	TIL	Kyllä	3

Pientalon teknisen laadun arviointi

Pientalon teknisen laadun arviointi - Energiankulutus

Alla osion Energiankulutus kaikki kysymykset

Energiankulutus » Suunnitteluvaihe » Lämmön kokonaistarve

Lämmön kokonaistarve

			Paino
Energiankulutuksen arviointi			
A) Ominaislämpötarkastelu, tavoitteena matalaenergiataso			
Onko suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö enintään 95 % vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä?	-		2
Onko suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö enintään 85 % vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä?	-		6
Onko suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö enintään 80 % vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä, ts matalaenergiataso?	-		12
Onko suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö enintään 75 % vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä, ts parempi kuin matalaenergiataso?	-	Kyllä	15
B) Energiatehokkuus			
Onko rakennuksen energialuokka D (191 - 230 kWh/brm ² /vuosi)?	-		0
Onko rakennuksen energialuokka C (171 - 190 kWh/brm ² /vuosi)?	-		1
Onko rakennuksen energialuokka B (151 -170 kWh/brm ² /vuosi)?	-		2
Onko rakennuksen energialuokka A (alle 150 kWh/brm ² /vuosi)?	-	Kyllä	6
Onko rakennuksen energiankulutus alle 120 kWh/brm ² /vuosi?	-		11
Onko rakennuksen energiankulutus alle 105 kWh/brm ² /vuosi?	-		15
Onko lämmityksessä hyödynnetty ilmaisenergiaa (maalämpöenergian nettotuotto vähintään 8000 kWh/vuosi, aurinkoenergian nettotuotto vähintään 2500 kWh/vuosi, ilmalämpöenergian nettotuotto vähintään 1500 kWh/vuosi, tuulienergian nettotuotto vähintään 2500 kWh/vuosi)?	LVI	Ei	6

Energiankulutus » Suunnitteluvaihe » Rakenteiden U-arvo

Alapohja

			Paino
Onko alapohjan u-arvo 0,17 tai pienempi tai	RAK		3
Onko alapohjan u-arvo 0,165 tai pienempi tai	RAK		3.5

14.5.2013

Pientalon teknisen laadun arviointi

Onko alapohjan u-arvo 0,16 tai pienempi tai	RAK		4
Onko alapohjan u-arvo 0,155 tai pienempi tai	RAK		4.5
Onko alapohjan u-arvo 0,15 tai pienempi ?	RAK	Kyllä	5

Energiankulutus » Suunnittelu alhe » Rakenteiden U-arvo

Ulkoseinä

			Paino
Onko ulkoseinän u-arvo 0,18 tai pienempi tai	RAK	Kyllä	3
Onko ulkoseinän u-arvo 0,175 tai pienempi tai	RAK		4
Onko ulkoseinän u-arvo 0,17 tai pienempi tai	RAK		5
Onko ulkoseinän u-arvo 0,165 tai pienempi tai	RAK		5.5
Onko ulkoseinän u-arvo 0,16 tai pienempi ?	RAK		6

Energiankulutus » Suunnittelu alhe » Rakenteiden U-arvo

Yläpohja

			Paino
Onko yläpohjan u-arvo 0,10 tai pienempi tai	RAK		3
Onko yläpohjan u-arvo 0,095 tai pienempi tai	RAK		4
Onko yläpohjan u-arvo 0,09 tai pienempi tai	RAK		5
Onko yläpohjan u-arvo 0,085 tai pienempi tai	RAK		5.5
Onko yläpohjan u-arvo 0,08 tai pienempi ?	RAK	Kyllä	6

Energiankulutus » Suunnittelu alhe » Rakenteiden U-arvo

Ikkunat

			Paino
Onko ikkunoiden u-arvo 1,0 tai pienempi tai	ARK	Kyllä	3
Onko ikkunoiden u-arvo 0,9 tai pienempi tai	ARK		5
Onko ikkunoiden u-arvo 0,8 tai pienempi tai	ARK		6
Onko ikkunoiden u-arvo 0,7 tai pienempi tai	ARK		6.5
Onko ikkunoiden u-arvo 0,6 tai pienempi?	ARK		7

Energiankulutus » Suunnittelu alhe » Rakenteiden U-arvo

Ulko-ovet

			Paino
Onko ulko-ovien u-arvo 1,0 tai pienempi tai	ARK	Kyllä	3
Onko ulko-ovien u-arvo 0,8 tai pienempi tai	ARK		3.5

14.5.2013

Pientalon teknisen laadun arviointi

Onko ulko-ovien u-arvo 0,6 tai pienempi tai	ARK		4
Onko ulko-ovien u-arvo 0,5 tai pienempi tai	ARK		4.5
Onko ulko-ovien u-arvo 0,4 tai pienempi?	ARK		5

Energiankulutus » Suunnitteluvaihe » Talotekniset järjestelmät

Lämmitysjärjestelmä

			Paino
Onko kohteessa tukilämmitysjärjestelmä (takka tai vastaava), jossa voidaan käyttää kotimaista polttoainetta (puuta, haketta)?	ARK	Kyllä	2
Onko kohteessa varajärjestelmä (esim. generaattori tai akku), jolla voidaan tuottaa kiertovesipumppujen ja öljy- tai pellettipoltin tarvitsema sähköenergia tuotetaan sähkökatkon aikana?	SÄH	Ei	1

Kommenttisi:

"Takkavaraus"

Energiankulutus » Suunnitteluvaihe » Talotekniset järjestelmät

Ilmanvaihtojärjestelmä

			Paino
Onko kohteen ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde yli 60%LVI tai			6
Onko kohteen ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde yli 70%LVI tai			8
Onko kohteen ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde yli 75%LVI tai			10
Onko kohteen ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde yli 80%LVI ?			12

Energiankulutus » Suunnitteluvaihe » Talotekniset järjestelmät

Sähköjärjestelmä

			Paino
Ovatko keittiön kylmälaitteet (jääkaappi /pakastin) vähintään energialuokkaa A+ ?	TIL	Kyllä	2
Onko pesukone vähintään energialuokkaa A ?	TIL	Kyllä	2
Onko astianpesukone vähintään energialuokkaa A ?	TIL	Kyllä	2
Onko liesi vähintään energialuokkaa A ?	TIL	Kyllä	2
Ohjataan ulkovalaistusta hämärä-, aika- tai lähestymiskytkimen avulla?	SÄH	Kyllä	1

Energiankulutus » Toteutusvaihe » Rakennuksen tiiviyys

Rakenteiden tiiviyys (ilmanpitävyys)

			Palno
Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n yli-/alipaineessa mitattuna alle 2,0 l/h vai	VTJ		3
Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n yli-/alipaineessa mitattuna alle 1,5 l/h vai	VTJ	Kyllä	6
Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n yli-/alipaineessa mitattuna alle 1,2 l/h vai	VTJ		8
Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n yli-/alipaineessa mitattuna alle 1,0 l/h vai	VTJ		10
Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n yli-/alipaineessa mitattuna alle 0,8 l/h vai	VTJ		11
Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n yli-/alipaineessa mitattuna alle 0,6 l/h	VTJ		12
Onko ilmansulku liitoskohdissa limitetty ja teipattu, mahdollisuuksien mukaan myös puristettu ?	VTJ	Kyllä	2
Onko läpivientien kohdalla käytetty kaulusrakennetta tai tiiviyys on varmistettu tavalla, josta on olemassa kirjallinen suunnitelma ?	VTJ	Ei	1
Onko rakenteet kuvattu lämpökameralla sisäpuolelta ennen sisäpintojen viimeistelyä kuten tasoitusta ja maalausta?	VTJ	Kyllä	1

Energiankulutus » Käyttövaihe » Asumisen energiatehokkuus

Asumisen energiatehokkuus

			Palno
Onko huoltokirjassa esitetty lämmitysjärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet?	LVI	Kyllä	3
Onko paikantamispäätöksiin merkitty lämmitysjärjestelmän tarkastusta ja huoltoa vaativat kohdat?	LVI	Kyllä	2
Onko huoltokirjassa esitetty tukilämmitysjärjestelmän kuten takan käyttö- ja huolto-ohjeet?	ARK	Kyllä	3
Onko huoltokirjassa esitetty ilmanvaihtojärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet?	LVI	Kyllä	3
Onko paikantamispäätöksiin merkitty ilmanvaihtojärjestelmän tarkastusta ja huoltoa vaativat kohdat?	LVI	Kyllä	2
Onko asukkaat perehdytetty henkilökohtaisesti taloteknisten järjestelmien toimintaan?	LVI	Kyllä	1
Onko huoltokirjassa ohjeistus kulutusseurannasta ja kulutusseurantalomakkeet?	LVI	Kyllä	2

Pientalon teknisen laadun arviointi

Pientalon teknisen laadun arviointi - Ympäristövaikutukset

Alla osion Ympäristövaikutukset kaikki kysymykset

Ympäristövaikutukset » Suunnitteluvaihe » CO2 päästöt

Lämmöntarpeen hiilidioksidipäästöt

			Paino
Ovatko vuosittaiset lämmöntarpeen CO2-päästöt alle 30 kg/htm2 ? vai	LVI	Kyllä	8
Ovatko vuosittaiset lämmöntarpeen CO2 -päästöt alle 25 kg/htm2 ? vai	LVI		11
Ovatko vuosittaiset lämmöntarpeen CO2 -päästöt alle 20 kg/htm2 ? vai	LVI		14
Ovatko vuosittaiset lämmöntarpeen CO2 -päästöt alle 15 kg/htm2 ? vai	LVI		16
Ovatko vuosittaiset lämmöntarpeen CO2 -päästöt alle 10 kg/htm2 ?	LVI		18
Onko takan hiukkaspäästöä todennettu? (Jos takkaa ei ole jätetään kysymykseen vaastaamatta)	ARK	Ei	5

Ympäristövaikutukset » Suunnitteluvaihe » CO2 päästöt

Sähköntarpeen hiilidioksidipäästöt

			Paino
Ovatko vuosittaiset sähköntarpeen CO2 -päästöt alle 18 kg/brm2 ? tai	SÄH		4
Ovatko vuosittaiset sähköntarpeen CO2 -päästöt alle 13 kg/brm2 ? tai	SÄH	Kyllä	6
Ovatko vuosittaiset sähköntarpeen CO2 -päästöt alle 8 kg/brm2 ? tai	SÄH		8
Ovatko vuosittaiset sähköntarpeen CO2 -päästöt alle 3 kg/brm2 ?	SÄH		9

Ympäristövaikutukset » Suunnitteluvaihe » Tontti

Tontti ja rakennuksen sijoittaminen tontille

			Paino
Liitetäänkö rakennus kunnalliseen viemäriverkostoon?	LVI	Kyllä	2
Sijaitseeko tontti palvelujen (vähintään päivittäistavara-kauppa) läheisyydessä kävelymatkan päässä (alle 1 km) ?	TIL	Kyllä	2
Onko tontille julkiset kulkuyhteydet (alle 0,5 km pysäkillä) ?	TIL	Kyllä	2
Onko rakennus sijoitettu tontille siten, että suurin osa ikkunapinnasta (pinnan kohtisuora/normaali) avautuu	ARK	Kyllä	2

etelän suuntaan kaakon ja lounaan välille ?

Onko rakennuksen ympärillä etelän suuntaan kaakon ja lounaan välillä ikkunoita varjostavia lehtipuita, jotka varjostavat kesällä auringon säteilyn pääsyn sisälle ja talvikaudella päästävät auringon säteilyn rakennukseen tai onko edellä mainittu suojaus hoidettu tietoisesti muutoin (markiisi, suojaritilät, pitkät räystäät) ?	ARK	Ei	2
Onko kiinteistön taloustilat (autotalli ja varasto) sijoitettu rakennuksen pohjoispuolelle suojavyöhykkeeksi ?	ARK	Kyllä	2

Ympäristövaikutukset » Suunnitteluvaihe » Rakennus- materiaalit

Rakennusmateriaalit ja rakenteet

			Paino
Onko ikkunoissa löydettävissä niihin kiinnitetty tyypitunnus ja energiamerkki?	TIL	Kyllä	2
Onko turvalaseissa löydettävissä niihin kiinnitetty tyypitunnus? (jolle kohteessa ole turvalaseja, jätetään kysymykseen vastaamatta)	TIL		2

Ympäristövaikutukset » Suunnitteluvaihe » Rakennus- materiaalit

Ympäristöselosteet

			Paino
a) Voimassa olevia ympäristöselosteita on 1-2 yllä olevan listan tuotteista VAI	-		2
b) Voimassa olevia ympäristöselosteita on 3-4 yllä olevan listan tuotteista VAI	-		4
c) Voimassa olevia ympäristöselosteita on 5-6 yllä olevan listan tuotteista VAI	-		6
d) Voimassa olevia ympäristöselosteita on vähintään 7 yllä olevan listan tuotteista VAI	-	Kyllä	8
e) Onko hankittavasta talopakettitoimituksesta esitettävissä ympäristöseloste tai laaditaanko puolueeton ympäristöseloste?	-	Kyllä	8

Ympäristövaikutukset » Suunnitteluvaihe » Muunto- joustavuus

Muuntojoustavuus

			Paino
Onko suunnittelussa otettu huomioon sivuasunnon erottamismahdollisuus, mikä voidaan tehdä sisäisiä kulkuteitä (ovet, aukot, käytävät) sulkemalla tai onko rakennuksessa jo valmiina sivuasunto ?	ARK	Ei	2
Voidaanko asunnon makuuhuoneiden kokoa muuttaa helposti keveitä seiniä purkamalla tai lisäämällä ?	ARK	Ei	2
Onko asemapiirroksessa esitetty rakennuksen laajennusvaraus tai onko pohjapiirustuksessa esitetty asumistilojen laajennusvaraus (esim.	ARK	Ei	2

ullakkorakentaminen) ?

Voidaanko rakennuksen taloteknisiä järjestelmiä helposti muuttaa tai täydentää (rakenteissa olevat putkitukset, ilmanvaihtokanavien mitoitus) ?	LVI	Ei	2
Onko varauduttu edellä mainittuihin uusiin tai jaettuihin huoneisiin toteuttamaan ilmastointi ja lämmitys?	LVI	Ei	2

Ympäristövaikutukset » Suunnitteluvaihe » Turvallisuus

Turvallisuus

			Paino
Onko rakennuksen alapohjassa kellarirakenteissa radonin poistojärjestelmä ? (rakenteiden saumojen ja läpivientien tiivistys, alapohjan tuuletusputkiston katolle johtaminen)	-	Kyllä	1
Onko kaikissa makuuhuoneissa sarjaankytketyt palovaroittimet (yhtäaikainen hälytys) ?	SÄH	Kyllä	2
Onko sähköliesi varustettu automaattisella virrankatkaisulla ?	TIL	Kyllä	2
Onko rakennuksessa lämmitysjärjestelmän toimintahäiriöistä varoitettava langaton hälytysjärjestelmä ?	LVI	Kyllä	1
Onko rakennuksessa murtohälytinjärjestelmä ?	SÄH	Ei	2

Kommenttisi:

"Onko rakennuksessa lämmitysjärjestelmän toimintahäiriöistä varoitettava langaton hälytysjärjestelmä ? Taloyhtiö päättää"

Ympäristövaikutukset » Suunnitteluvaihe » Käyttökä- suunnittelu

Käyttökäsuunnittelu

			Paino
Onko rakennuksen suunnittelun lähtötiedoksi asetettu käyttökäätavoite, jotka on kirjattu huoltokirjaan?	ARK	Kyllä	2
Onko perustuksista ja alapohjasta käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	ARK	Ei	1
Onko ulkoseinistä käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	ARK	Ei	1
Onko yläpohjasta ja vesikaton rakenteista käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	ARK	Ei	1
Onko ikkunoista käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	ARK	Ei	1
Onko ulko-ovista käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	ARK	Ei	1
Onko lämmitysjärjestelmästä käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	LVI	Ei	1
Onko ilmanvaihtojärjestelmästä käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	LVI	Ei	1
Onko ulkona käytetyt mekaaniset liittimet (naulat, ruuvit, kiinnityslevyt) vähintään kuumasinkittyjä, ei sähkösinkittyjä tai	RAK	Kyllä	2

keltapassivoituja?

Onko painekyllästetyn ja lämpökäsitellyn puun mekaaniset liittimet vähintään ruostumattomia?	RAK	Kyllä	2
Onko märkätiloissa käytetyt mekaaniset liittimet vähintään ruostumattomia?	ARK	Kyllä	2

Ympäristövaikutukset » Toteutusvaihe » Työmaa ja huoltokirja

Työmaan toiminnot ja huoltokirja

			Paino
Onko työmaalla keräyslava jätepuutavaralle?	VTJ	Kyllä	2
Onko työmaalla keräyslava muovijätteille?	VTJ	Ei	1
Onko työmaalla keräyslava metallijätteille?	VTJ	Ei	1
Onko työmaalla keräyslava sekajätteelle?	VTJ	Kyllä	2
Onko rakennusmateriaalit varastoitu irti maasta, sääsuojatussa sekä ulkoa tuuletetussa tilassa?	VTJ	Kyllä	2
Tuotetaanko työnaikainen lämmitysenergia puuta tai muuta kiinteää polttoainetta käyttävällä lämmittimellä VTJ tai rakennuksen varsinaisella lämmitysjärjestelmällä ?	VTJ	Ei	1
Onko lattian alusta ennen lämmöneristeiden asennusta valokuvattu?	VTJ	Kyllä	2
Onko lattialämmitysputkisto kuvattu ennen lattiavalua?	VTJ	Ei	2
Onko pohjaviemärin, salaojien, sadevesiviemäreiden ja muiden maanalle jäävien putkien liitokset tarkastettu ja asennus valokuvattu ennen täyttötöiden tekemistä?	VTJ	Kyllä	2
Onko työnaikaiset muutokset siirretty suunnitelmiin?	VTJ	Kyllä	2
Onko huoltokirjaan liitetty tiedot rakentamisessa käytetyistä materiaaleista ja tarvikkeiden ja palvelujen toimittajista?	ARK	Kyllä	2
Onko rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeissa tiedot rakennushankkeen toteutukseen osallistuneista yrityksistä ja henkilöistä?	VTJ	Kyllä	2
Tehdäänkö materiaalien hankinnoissa ja kuljetuksissa yhteistyötä samalla alueella rakentavien perheiden kanssa?	TIL	Ei	1

Ympäristövaikutukset » Käyttövaihe » Asuminen ja huoltokirja

Asuminen ja huoltokirjan käyttö

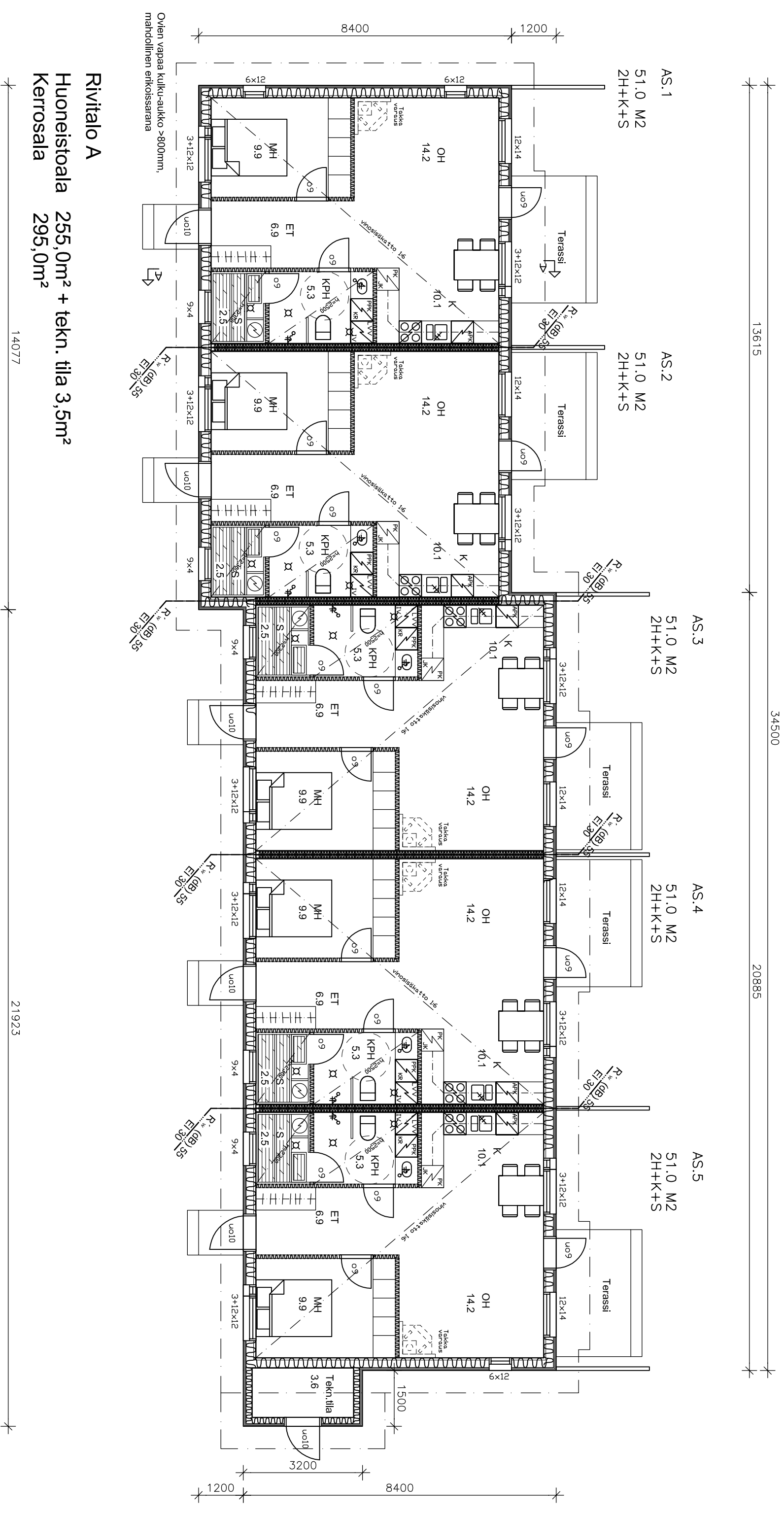
			Paino
Onko kiinteistössä talousjätteiden lajittelujärjestelmä (sekajäte, paperi, kartonki, biojäte)?	TIL	Kyllä	2
Onko talossa kompostori biojätteelle ja puutarhajätteelle?	TIL	Kyllä	2
Onko sadevesijärjestelmästä tai pintavesikaivosta saatavaa vettä mahdollisuus käyttää puutarhan kastelussa?	TIL	Ei	2
Onko kohteen käyttö- ja huolto-ohjeissa huoltokalenteri ja huolto- ja korjauspäiväkirjat?	ARK	Kyllä	2

14.5.2013

Pientalon teknisen laadun arviointi

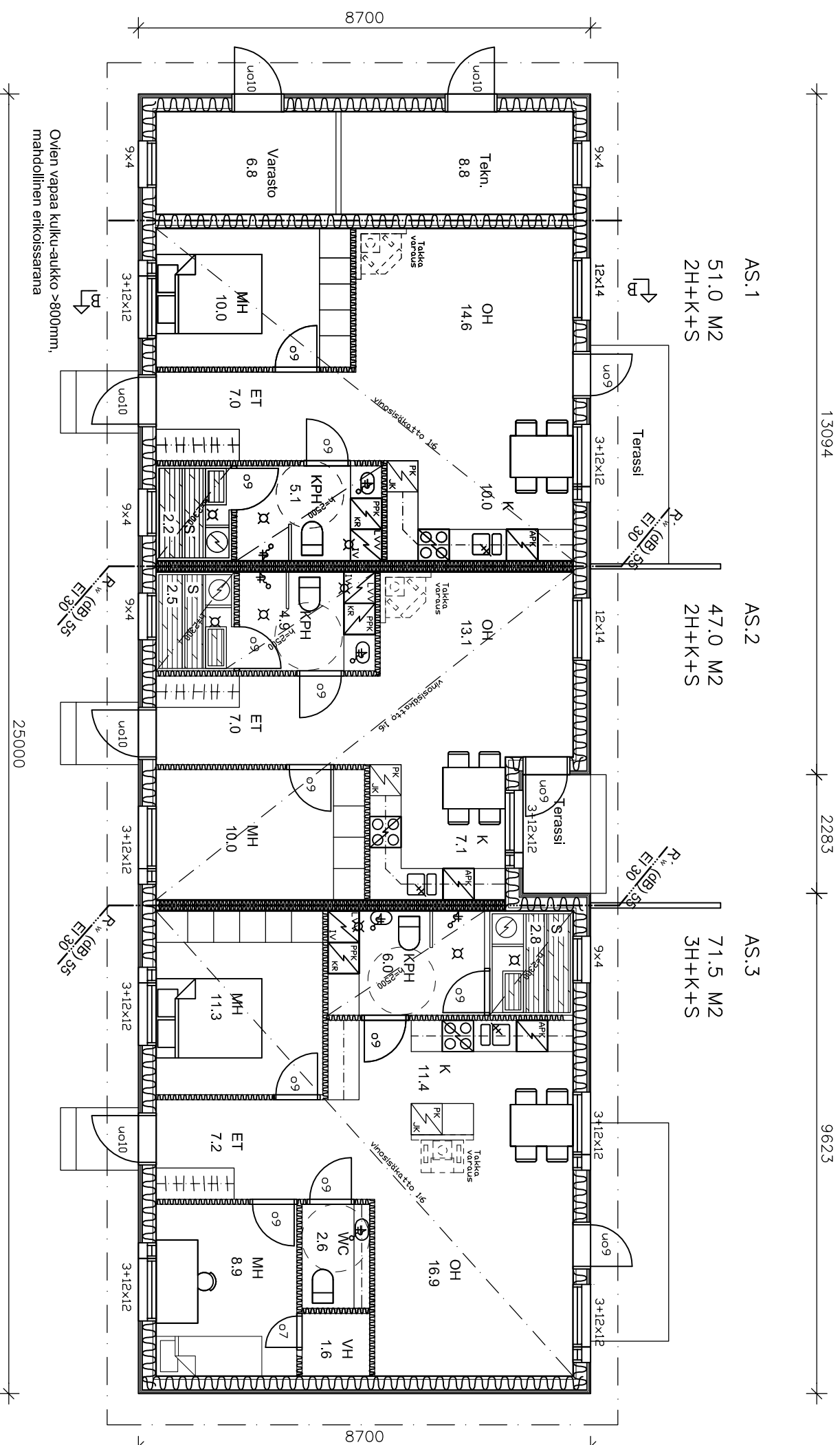
Onko kohteessa pitkän tähtäyksen kunnossapitosuunnitelma (25 v) ?	ARK	Ei	1
Onko rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeissa ohjeistus rakenteiden ja järjestelmien huollosta ja kunnossapidosta?	ARK	Kyllä	2

Lite 3
Talo A:n pohjapiirros



Rivitalo A
Huoneistoala 255,0m² + tekn. tila 3,5m²
Kerrosala 295,0m²

- Rakennuksen paloluokka P3
- Rakennus varustetaan virtapiiriin kytketyillä palovaroitimilla, 1kpl/ 60m²
- Rakennuksessa koneellinen ilmanvaihto LTO:lla, erillisen suunnitelman mukaan
- Rakennus liitetään kunnalliseen vesi- ja viemäriverkostoon, erillisen suunnitelman mukaan



Rivitalo B
Huoneistoala 169,5m² + varasto/tekn.tila 16m²
Kerrosala 214,5m²

Ovien vapaa kulku-aukko >800mm,
 mahdollinen erikoissarana

Rakennuksen paloluokka P3
 Rakennus varustetaan virtapiiriin kytketyillä palovarotimilla, 1kpl/ 60m2
 Rakennuksessa koneellinen ilmanvaihto LTO:lla, erillisen suunnitelman mukaan
 Rakennus liitetään kunnalliseen vesi- ja viemäriverkostoon, erillisen suunnitelman mukaan