

Pientalon tekninen laatu Tähtiluokitus

Opas pientalon rakennuttajille ja suunnittelijoille

Mikko Kilpeläinen
Martti Hekkanen
Pekka Seppälä
Tommi Riippa



Kosteuden kestävyys



Sisäilmaston laatu



Energiankulutus



Ympäristövaikutukset

YMPÄRISTÖOPAS

Pientalon tekninen laatu Tähtiluokitus

Opas pientalon rakennuttajille ja suunnittelijoilla

Mikko Kilpeläinen
Martti Hekkanen
Pekka Seppälä
Tommi Riippa

Helsinki 2006

YMPÄRISTÖMINISTERIÖ



YMPÄRISTÖOPAS
Ympäristöministeriö
Asunto- ja rakennusosasto

Taitto: Leila Haavasoja
Sisäsivujen kuvat: Juha Sarkkinen, Tapio Vanhatalo

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Edita Prima Oy, Helsinki 2006

ISBN 952-11-2280-3 (nid.)
ISBN 952-11-2281-1 (PDF)
ISSN 1238-8602 (pain.)
ISSN 1796-167X (verkkoj.)



ESIPUHE

Vuonna 2003 Oulun kaupungin rakennusvalvontavirasto käynnisti hankkeen ”Pientalon tekninen laatu”. Sen tavoitteena oli kehittää järjestelmä pientalojen teknisen laadun ohjausta ja arviointia varten. Kehitettävän järjestelmän tarkoituksena oli toimia tavallisen pientalorakennuttajan apuvälineenä hänen tehdessään tietoisesti omaa hankettaan koskevia laatuvalintoja. Valintamahdollisuuksien tiedostamisen oletettiin johtavan kestävämpiin ja edullisempiin ratkaisuihin. Arvioitaviksi aihealueiksi valittiin kosteudenkestävyys, sisäilmaston laatu, energiankulutus ja ympäristövaikutukset. Näiden aihealueiden katsottiin aiheuttavan pientalorakentamisessa eniten käytännön ongelmia ja niissä ohjauksen vaikutukset nähtiin tuottavimmiksi. Sellainen tärkeä aihekokonaisuus kuin pientalon asuttavuus, joka käsittää mm. tontin suunnittelun, tilasuunnittelun, varustelun, muunneltavuuden, turvallisuuden jne., jätettiin tässä vaiheessa järjestelmän ulkopuolelle ja keskityttiin teknisiin kysymyksiin.

Järjestelmä käsittää em. aihealueilta noin 260 yleistajuista kysymystä, joihin voidaan vastata pääosin kyllä tai ei. Järjestelmää testattiin kesällä 2005 Oulun asunomessujen pientaloissa, joiden teknistä laatua pyrittiin ohjaamaan ja kohottamaan yhteistyössä rakennuttajaperheiden kanssa. Järjestelmän avulla arvioitiin lopuksi 20 pientalon teknistä laatua, mikä todettiin keskitasoa selvästi paremmaksi. Syynä oli perheiden huolellinen ja aktiivinen paneutuminen laatuvalintoihin. Arviointijärjestelmästä saadut kokemukset ja valtakunnallinenkin palaute olivat pääsääntöisesti myönteisiä.

Saatujen kokemusten perusteella arviointijärjestelmää on asunomessujen jälkeen kehitetty. Heinäkuussa 2005 arviointijärjestelmä julkaistiin internetissä, jossa se on kaikkien käytettävissä osoitteessa www.pientalonlaatu.fi.

Järjestelmää on kehittänyt työryhmä, jossa on ollut edustajat Oulun rakennusvalvontavirastosta, VTT:n rakentamisen ja rakennetun ympäristön Oulun yksiköstä, Merikosken kuntoutus- ja tutkimuskeskuksesta ja Oulun yliopistosta. Hankkeen ohjausryhmässä ovat edellisten lisäksi olleet edustettuina ympäristöministeriö, Pientaloteollisuus PTT ry, Motiva Oy, Sisäilmayhdistys ry, Oulun kaupungin rakennuslautakunta sekä Osuuskunta Suomen Asunomessut. Internetissä julkaistu viimeksi päivitetty versio on viimeistely Oulun rakennusvalvontavirastossa.

Tämän julkaisun tarkoituksena on esitellä laadittu pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmä ja toimia pientalorakennuttajan apuvälineenä ja oppaana hänen tehdessään yhteistyökumppaniensa kanssa tietoisia laatuvalintoja omassa rakennushankkeessaan. Julkaisun tarkoituksena on myös toimia järjestelmän internet-version käyttöoppaana eli manuaalina. Julkaisua ja vuosittain päivitettävää internet-versiota voidaan kuitenkin käyttää myös toisistaan erillisinä.

Julkaisun kirjoittajina ovat toimineet prof.emer. Mikko Kilpeläinen Oulun yliopistosta, laatuopäällikkö Pekka Seppälä Oulun rakennusvalvontavirastosta, vanhempi tutkija Martti Hekkanen VTT:n Oulun yksiköstä ja korjausneuvoja Tommi Riippa

Merikosken kuntoutus- ja tutkimuskeskuksesta. Arvokkaita neuvoja on antanut arviointijärjestelmän alullepanija ja kehittäjä, virastopäällikkö Tapani Mäkikyrö Oulun rakennusvalvontavirastosta. Internet-sovelluksen on laatinut arkk.yo. Mika Porspakka. Julkaisun valokuvat ovat Juha Sarkkisen ja Tapio Vanhatalon ottamia.

Pientalon teknisen laadun hanketta ovat rahoittaneet Oulun kaupunki, ympäristöministeriö, VTT ja Merikosken kuntoutus- ja tutkimuskeskus. Ympäristöministeriö haluaa kiittää hankkeen rahoittajia ja julkaisun kirjoittajia ja toivoo, että julkaisu on avuksi pientaloa rakennuttaville perheille ja heidän yhteistyökumppaneilleen suunnittelun ja rakentamisen eri vaiheissa.

Helsingissä toukokuussa 2006

Erkki Laitinen
Rakennusneuvos
Ympäristöministeriö

SISÄLLYS

Esipuhe.....	3
I Johdanto	7
1.1 Pientalorakentamisen laatu.....	7
1.2 Teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmä	9
1.3 Ohjeita lukijalle	12
2 Teknisen laadun ongelmalähtöisiä painopisteitä	15
2.1 Kosteudenkestävyys: estä ennakolta ja varaudu vaurioon.....	15
2.2 Sisäilmaston laatu: perheesi hyvinvointi on kysymyksessä	22
2.3 Energiankulutus: energian hinta jatkaa nousuaan	26
2.4 Ympäristövaikutukset: vastuu ympäristöstä on kaikilla.....	29
3 Kosteudenkestävyys.....	31
3.1 Kosteuden merkitys ja kosteuslähteet	31
3.2 Suunnitteluratkaisut – kosteusriskien kartoitus.....	32
3.3 Työmaan kosteudenhallinta.....	44
3.4 Asumisen kosteudenhallinta.....	46
4 Sisäilmaston laatu	48
4.1 Sisäilmaston merkitys ja epäpuhtaudet	48
4.2 Suunnitteluratkaisut ja laitteistot.....	49
4.3 Työmaatoteutus.....	58
4.4 Asumisen aikainen sisäilmasto	61
5 Energiankulutus	64
5.1 Perusratkaisujen vaikutus lämpöenergiantarpeeseen	64
5.2 Suunnitteluvaihe	65
5.3 Toteutusvaihe	72
5.4 Käyttövaihe.....	73
6 Ympäristövaikutukset.....	75
6.1 Ympäristövaikutukset ja niiden merkitys.....	75
6.2 Suunnitteluvaihe	77
6.3 Toteutusvaihe	84
6.4 Käyttövaihe.....	85

7	Elinkaarisuunnittelu ja elinkaarikustannukset	87
7.1	Elinkaarisuunnittelu	87
7.2	Elinkaarikustannukset	88
7.3	Elinkaaritarkastelut	90
7.4	Esimerkkejä	90
	Liite VTT Energia Junior 1.0.....	95
	Kuvailulehdet	96

1 Johdanto

1.1

Pientalorakentamisen laatu

Rakentamisen laatu syntyy tiedosta, taidosta ja tahdosta. Tietoa tarvitaan suunnittelussa oikeiden valintojen ja ratkaisujen tekemiseen ja työmaalla oikeiden työtapojen ja –menetelmien valitsemiseen. Taito synnyttää sen näkyvän työn jäljen, joka rakennuskohteessa silmin on nähtävissä. Tahto merkitsee asennetta ja halua tehdä hyvää laatua rakentamisen kaikissa vaiheissa.

Rakentamisen laatua pyritään pitämään korkeana monin tavoin. Yksi keskeinen ohjauskeino on rakennustoimintaa ohjaava määräysten ja ohjeiden kokoelma. Ylimpänä ja kaikkia sitovina ovat maankäyttö- ja rakennuslaki ja –asetus. Ympäristöministeriön ylläpitämä rakentamis- määräyskokoelma määräyksineen ja ohjeineen koskee myös kaikkea rakentamista. Ns. hyvä rakentamistapa on määritelty lisäksi useissa epävirallisissa ohjeissa. Niitä ovat julkaisseet mm. ympäristöministeriö, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Rakennustietosäätiö ry, Sisäilmayhdistys ry, Motiva Oy jne. Tietolähteinä kannattaa mainita lisäksi alan oppikirjat, tutkimusraportit, ammattilehdet, tuote-esitteet ja nykyään myös internet.

Rakennustietosäätiö on julkaissut RT-kortistoon kuuluvan neliosaisen julkaisun Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset eli RYL 2000. Sen neljä osaa ovat

- MaaRYL 2000 (talonrakennuksen maatyöt)
- RunkoRYL 2000 (talonrakennuksen runkotyöt)
- SisäRYL 2000 (talonrakennuksen sisätyöt)
- MaalausRYL 2001 (maalaustyöt)

Niiden rakennusosaluvut toimivat tukena, ohjeena ja muistilistana suunnittelussa ja rakennusselityksen laadinnassa. Työosaluvuissa asetetaan vaatimukset rakennustarvikkeille ja työn suoritukselle. Julkaisut kuvaavat monipuolisesti ja laajasti hyväksytyyn hyvän rakentamistavan. Niitä voidaan käyttää esim. urakkasopimusten liitteinä tai viitteinä sekä rakennustyön valvonnan apuvälineinä. Joskus niitä on käytetty myös laatuermielisyyksiä ratkaistaessa osoittamaan hyvän ja hyväksyttävän laadun taso.

Rakennustietosäätiön julkaisussa TalotekniikkaRYL 2002 on esitetty talotekniikan yleiset laatuvaatimukset ja ohjeet. Ne koskevat LVI-järjestelmiä, sähköjärjestelmiä sekä sähkötekniisiä tietojärjestelmiä.

Kaikki edellä mainitut tietolähteet koskevat kaikkea rakentamista, myös pientalorakentamista. Ne on tarkoitettu pääasiassa rakennusalan ammattilaisille, mutta koskevat myös pientalorakennuttajaa. Ei voida kuitenkaan edellyttää, että pienta-

lorakennuttaja hallitsisi kaiken sen tietomäärän, mikä näistä lähteistä löytyy. Siinä on tekemistä ammattilaisillekin. Siksi on tärkeää, että pientalorakennuttaja valitsee avukseen ammattitaitoiset ja vastuuntuntoiset suunnittelijat, rakentajat, vastaavan työnjohtajan, mahdollisen valvojan ja muut yhteistyökumppanit hankkeeseensa. Erityisesti rakennussuunnittelijan, joka yleensä on arkkitehti, rooli on tärkeä, mutta myös rakennesuunnittelija, LVI-suunnittelija ja sähkösuunnittelija tarvitaan välttämättä. Suunnittelijoiden tärkeimmät tehtävät ovat lyhyesti seuraavat:

- rakennussuunnittelija: tontin käyttö, tilasuunnittelu, ulkoasu, pintamateriaalit jne.
- rakennesuunnittelija: kantavat rakenteet, perustukset, rakenneleikkaukset, eristykset jne.
- LVI-suunnittelija: lämmitys, vesijohdot ja viemäröinti, ilmanvaihto jne.
- sähkösuunnittelija: sähköistys, automatiikka, säätölaitteet, tietoliikenneyhteydet jne.

Koko suunnittelun koordinoitavaksi kuuluu lain edellyttämälle **pääsuunnittelijalle**, jona yleensä toimii talon hankintatavasta riippuen rakennus- tai rakennesuunnittelija tai myös vastaava työnjohtaja.

Työmaalla rakennustöiden määräystenmukaisuudesta vastaa lain edellyttämä **vastaava työnjohtaja**. Hän voi olla rakennuttajan palkkaama työnjohtaja tai rakennusurakoitsijan palveluksessa oleva työnjohtaja. Kun rakennustyöt teetetään urakoitsijoilla, rakennuttaja usein palkkaa työmaalle valvojan edusmieheksen.

Myös kuntien ja kaupunkien rakennusvalvontaviranomaisilla on velvollisuus antaa pientalorakentajille rakentamiseen liittyvää ohjausta ja neuvontaa.

Rakentamisen laatua kohottamaan ja ylläpitämään on perustettu useita valtakunnallisia yhteisöjä. Tällaisia ovat mm. Rakentamisen Laatu RALA ry. ja Rakennustuotteiden Laatu RTL ry. Pientalorakennuttajaa lähinnä oleva yhdistys on Pientalorakentamisen Kehittämiskeskus PRKK ry, jonka jäseniksi pientalon rakennuttajat, rakentajat ja remontoijat voivat liittyä. Lisätietoja yhdistyksestä löytyy osoitteesta www.prkk.fi.

Teknisen laadun hankkeen esiselvityksenä esitettiin Oulun rakentajamessuilla 2003-2005, messuvieraille vastattavaksi kysymys: "Jos rakennat pientaloa, niin mitkä rakennuksen ominaisuudet ohjaavat valintaasi eniten? Aseta numerojärjestykseen viisi tärkeintä ominaisuutta". Vastauksista, joita saatiin 1527 kpl, voitiin tehdä seuraava yhteenveto:

Sijointus	Pisteet (max 5)	Ominaisuus
1.	3,44	Rakennuksen pitkäikäisyys ja kestävyys
2.	2,28	Rakennuksen vähäinen energian kulutus
3.	1,93	Rakennuksen hyvä sisäilma
4.	1,86	Tilojen soveltuvuus omiin nykyisiin tarpeisiin
5.	1,67	Rakennuksen viihtyisyys
6.	1,57	Rakennuksen hyvä ulkonäkö
7.	0,70	Rakennuksen muunneltavuus, laajennettavuus ja jaettavuus
8.	0,67	Rakennuksen huollon helppous
9.	0,28	Rakennusmateriaalien ympäristöystävällisyys
10.	0,10	Rakennuksen murtoturvallisuus
11.	0,05	Tilojen soveltuvuus etätyöskentelyyn

Voidaan todeta, että pientalon laatu koostuu monista teknisistä ja asumiseen vaikuttavista tekijöistä.

Tässä julkaisussa käsitellään pientalon teknistä laatua ja sen ohjausta ja arviointia. Tekniseen laatuun lasketaan kuuluviksi neljä aihealuetta: **kosteudenkestävyys, sisäilmaston laatu, energiankulutus sekä ympäristövaikutukset**. Näillä aihealueilla on käytännössä todettu esiintyvän eniten ongelmia, joiden vaikutus rakennuksen käyttöiän aikaisiin kustannuksiin on merkittävä.

1.2

Teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmä

Pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmän tarkoituksena on toimia tavallisen pientalorakennuttajan ja hänen talonsa suunnittelijoiden apuvälineenä heidän tehdessään hanketta koskevia laatuvalintoja. Järjestelmä käsittää em. aihealueilta noin 260 yleistajuista kysymystä, joihin voidaan pääosin vastata kyllä tai ei. Kysymykset toimivat teknisten asioiden muistilistana ja niiden tavoitteena on muistuttaa ja aktivoida rakentajaperheitä ja heidän asiantuntijoitaan teknisen laadun valinnoissa ja tarjota heille laatu keskusteluun yhteinen kieli. Jokainen kysymys kohdistuu johonkin laatutekijään, valitaanko se vai ei. Näin laatuvalinnat pyritään saamaan tietoisiksi ja laatu ohjautumaan rakennuttajan haluamalle tasolle.

Jokaisen kysymyksen perässä annetaan kyseisen laatutekijän luonnetta osoittava painokerroin eli pistemäärä. **Kolmen pisteen** arvoisia kysymyksiä ja valintoja ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman määräysten edellyttämät pakolliset valinnat. Järjestelmä edellyttää niihin myönteisiä vastauksia ja antaa niillä aihealueen laatu-tasoksi yhden tähden.

Kahden pisteen arvoiset kysymykset ja valinnat ovat kokonaislaatuun tehokkaasti vaikuttavia perusratkaisuja, jotka edellyttävät vain vähän lisäinvestointeja. Ratkaisut toteutetaan pääsääntöisesti huolellisella työsuorituksella ja vastuuntuntoisella asenteella. Niiden avulla yhdessä määräystason kanssa voidaan aihealueen laatu-tasoksi saada kolme tähteä.

Yhden pisteen kysymykset ja ratkaisut ovat kokonaislaatuun hitaasti vaikuttavia ja edellistä suurempia lisäinvestointeja edellyttäviä valintoja. Ne ovat usein luonteeltaan myös edellistä teknisempiä ratkaisuja. Niillä yhdessä edellisten kanssa voidaan aihealueen laatu-tasoksi saada viisi tähteä. Määräystasoa korkeampaa laatu-tasoa tavoiteltaessa kannattaa pakollisten valintojen jälkeen keskittyä kahden pisteen kysymyksiin ja vasta sitten tehdä yhden pisteen valintoja.

Kun aihealueen kaikki kysymykset on käyty läpi, voidaan sille kertyneet laatu-pisteet laskea yhteen. Näin saadaan laatu-pisteiden kokonaismäärä kullekin neljälle aihealueelle. Laatu-pisteiden maksimimäärä kullakin aihealueella on erilainen.

Laatu-pisteiden kokonaismäärän perusteella voidaan myöntää rakennuksen kullekin aihealueelle teknisen laadun laatu-tähtiä yhdestä viiteen taulukon 1.1 mukaisesti.

Taulukko 1.1.

Pientalon teknisen laadun aihealueiden laatupisteiden vähimmäismäärät, joilla aihealueet saavat laatutähtiä 1-5 kpl. Huom. Pisterajat saattavat muuttua päivitysten yhteydessä.

Aihealue	Yksi laatutähti * (%)	Kaksi laatutähteä ** (%)	Kolme laatutähteä *** (%)	Neljä laatutähteä **** (%)	Viisi laatutähteä ***** (%)	Maksimi- pisteet (%)
Kosteudenkestävyys	72 (44)	104 (63)	134 (82)	144 (88)	155 (95)	164 (100)
Sisäilmaston laatu	66 (35)	104 (56)	141 (76)	158 (85)	175 (94)	186 (100)
Energiankulutus	48 (40)	74 (61)	92 (76)	100 (83)	110 (91)	121 (100)
Ympäristövaikutukset	12 (10)	38 (31)	83 (68)	94 (77)	105 (86)	122 (100)

Koko rakennuksen teknisen laadun kokonaispistemäärä P_{kok} saadaan aihealueiden laatupisteiden avulla lausekkeesta

$$P_{kok} = \frac{P_{kost}}{164} \cdot 30 + \frac{P_{sis}}{186} \cdot 25 + \frac{P_{ener}}{121} \cdot 30 + \frac{P_{ymp}}{122} \cdot 15 \quad (1.1)$$

kun

P_{kost} on kosteudenkestävyydestä saatujen laatupisteiden määrä

P_{sis} on sisäilmaston laadusta saatujen laatupisteiden määrä

P_{ener} on energiankulutuksesta saatujen laatupisteiden määrä

P_{ymp} on ympäristövaikutuksista saatujen laatupisteiden määrä

Kokonaispistemäärän P_{kok} maksimiarvo on siten 100 pistettä.

Edellä lausekkeessa (1.1) on käytetty seuraavia painokertoimia

- kosteudenkestävyys 30 %
- sisäilmaston laatu 25 %
- energiankulutus 30 %
- ympäristövaikutukset 15 %

Lausekkeesta (1.1) lasketun kokonaispistemäärän perusteella voidaan rakennukselle myöntää teknisen laadun laatutähtiä seuraavasti:

- ≥ 35 pistettä 1 tähti *
- ≥ 56 pistettä 2 tähteä **
- ≥ 76 pistettä 3 tähteä ***
- ≥ 84 pistettä 4 tähteä ****
- ≥ 92 pistettä 5 tähteä *****
- 100 pistettä maksimi

Kannattaako pyrkiä korkeaan tekniseen laatuun? Ilmeisesti korkea tekninen laatu nostaa hieman rakennuksen rakennuskustannuksia. Toisaalta myöhemmin käytön aikana syntyvät huolto-, korjaus- ja uusimiskustannukset sekä vuosikustannukset (esim. lämmitys ja sähkö) alenevat. Oletettavasti korkea tekninen laatu antaa kestävä, helppohoitoisen ja elinkaarikustannuksiltaan edullisen pientalon, jossa myös asumisviihtyisyys on korkea. Asiaa kannattaa tarkastella elinkaarikustannusten perusteella (katso luku 7). Laatutähtien korkea määrä nostanee myös talon arvoa esim. myyntitilanteessa.

Laadittu järjestelmä soveltuu paitsi uuden, suunnitteilla ja rakenteilla olevan rakennuksen teknisen laadun ohjaukseen myös jo rakennetun eli olemassa olevan rakennuksen teknisen laadun arviointiin. Tämä edellyttää kuitenkin, että tarvittavat tiedot (suunnitelmat ym. dokumentit) arvioitavasta rakennuksesta ovat saatavissa.

Järjestelmä on julkaistu myös internetissä, jossa se on kaikkien käytettävissä osoitteessa www.pientalonlaatu.fi. Internet-sovellus laskee automaattisesti laukupisteet sitä mukaa kuin kysymyksiin vastataan, ennustaa saavutettavaa laatutasoa ja määrittää laatutähdet kullekin aihealueelle ja lopuksi koko rakennukselle. Internet-sovelluksessa rakentamismääräysten mukaiset pakolliset valinnat eli kolmen pisteen kysymykset on erotettu kysymyksen punaisella järjestysnumerolla. Tässä julkaisussa näiden kysymysten järjestysnumeron perässä on kirjain p (esim. 4p.)

Pientalon teknisen laadun arviointi
Tämä on kehitysversio, kysymykset ja pisterajat voivat muuttua kokemusten perusteella. RAKENNUSVALVONTA OULU

Suunnitteluratkaisut - kosteusriskien kartoitus 138/145	Työmaan kosteudenhallinta 9/10	Asumisen kosteudenhallinta 8/9
---	-----------------------------------	-----------------------------------

Rakennuspaikan kuivatus 21/22	Rakennuksen perustukset 31/31	Rakennusvaippa 34/36	Märkätilat 27/31	Talotekniset kalusteet 25/25
---	----------------------------------	-------------------------	---------------------	---------------------------------

Kosteudenkestävyys

Sisäilman laatu
Energiankulutus
Ympäristövaikutukset
Listaa
Tallennus

TULOSENNUSTE:
★★★★★
★★★★★
★★★★★
★★★★★
★★★★★

1. Tontin muotoilu, pintavesisuunnitelma ja rakennusten korkeusasema 10/10

2. Sadevesien, pintavesien ja kattovesien poisjohtaminen ja viemäröinti

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino
1. Johdetaanko kattovedet suoraan rännikavoihin ja edelleen ehytseinämäiseen sadevesiputkeen?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	2
2. Varaudutaanko em. varsinaisen sadevesijärjestelmän tukkeutuessa estämään veden pääsy rakenteisiin johtamalla vesi rännikavosta pintoja pitkin pois päin rakennuksesta?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	1

Muistiinpanot >

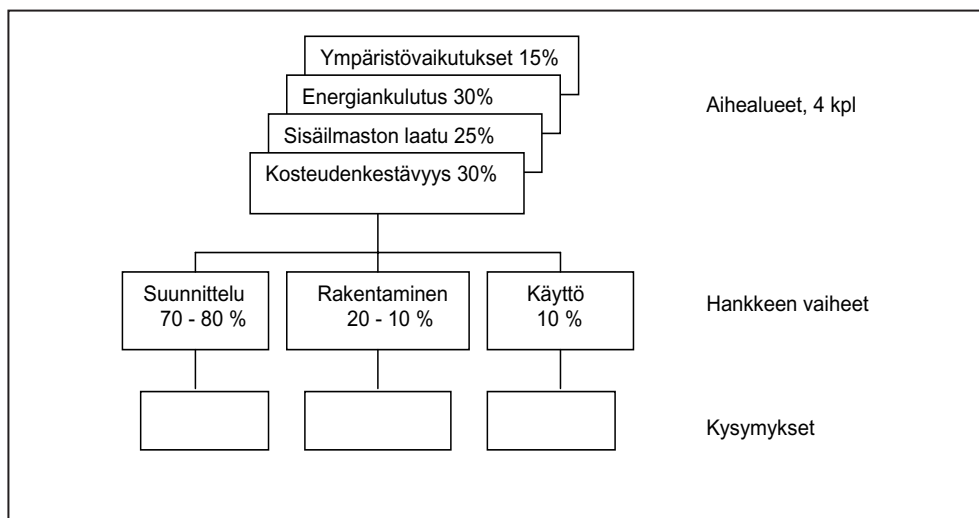
TALLENNA JA JATKA Max. 3 p

3. Lumien sijoituspaikat tontilla 5/5

4. Puiden ja pensaiden sijoittaminen rakennusten lähetyville 4/4

Kuva 1. Näkymä internet-sovelluksen kosteudenkestävyysosan alkusivuilta.

Tekniseen laatuun vaikuttavat tärkeimmät valinnat tehdään suunnitteluvaiheessa. Siksi näillä valinnoilla on järjestelmässä suurin painoarvo, 70-80 %. Huolellisen suunnittelun merkitystä on syytä aina korostaa. Laatuun vaikutetaan myös työmaatoteutuksessa eli rakentamisvaiheessa, painoarvo 20-10 %, samoin kuin asumisen eli käytön aikana asumistottumuksilla ja huoltotoimenpiteillä, painoarvo 10 %. Siksi kysymykset on jokaisella osa-alueella ryhmitelty kolmeen ryhmään: **suunnitteluratkaisut, työmaatoteutus ja asuminen**. Järjestelmä voidaan esittää graafisesti kuvan 2 avulla.



Kuva 2. Pientalon teknisen laadun järjestelmä graafisesti esitettynä.

1.3

Ohjeita lukijalle

Tämän julkaisun tarkoituksena on esitellä laadittu pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmä ja toimia pientalorakennuttajan apuvälineenä ja muistilistana hänen tehdessään yhteistyökumppaniensa kanssa laatuvalintoja omaan rakennushankkeeseensa. Julkaisu soveltuu myös rakennusliikkeiden ja talotehtaiden käyttöön niiden ohjatessa oman tuotantonsa teknistä laatutasoa (rivitalot, talopakettit). Julkaisu on tarkoitettu myös järjestelmän internet-version käyttöoppaaksi eli manuaaliksi. Tällöin on eduksi tutustua ensin oppaan lukuihin 1 ja 2 ja jatkaa sen jälkeen tutustumista internet-versioon www.pientalonlaatu.fi. Oppaaseen voi tukeutua aina tarvittaessa, kun haluaa tutustua aihepiiriin ongelmiin ja niiden ratkaisuihin. Luvussa 1 esitellään järjestelmän taustaa ja luvussa 2 kuvataan motivoivasti sen käyttöä ja hyötyä. Tätä julkaisua ja internet-versiota voidaan käyttää myös toisistaan erillisinä.

Järjestelmän kysymykset on esitetty julkaisussa samassa järjestyksessä kuin internetissä. Ne on kirjoitettu pienellä kirjasinkoolla ja sijoitettu kehyksiin ja erottuvat

siten muusta opastavasta tekstistä. Koska internetversiota päivitetään aika ajoin, voivat tässä oppaassa esitetyt kysymykset poiketa internetissä esitetyistä kysymyksistä ennen pitkää. Tästä huolimatta molempia voitaneen käyttää ongelmitta.

Kysymysten perään on merkitty sen painokerroin eli laatupisteiden määrä. Samoin siihen on merkitty ohjeellisena se rakennushankkeen osapuoli, jonka vastuulle ko. laatutekijän toteutuminen tai ohjaaminen hankkeessa jää. Tällöin on oletettu, että pientalohanke toteutetaan paikalla rakentaen, jolloin rakennuttajaperhe hoitaa rakennuttajatehtävät, palkkaa suunnittelijat ja vastaavan työnjohtajan, solmii urakkasopimukset tai palkkaa työntekijät ja mahdollisesti hoitaa tarvikehankinnat. Ns. talopakettitoimitukset ovat myös yleisesti käytettyjä. Niissä kuitenkin toimituksen sisältö ja laajuus vaihtelevat, jonka vuoksi näissä tapauksissa laativastaavat on syytä sopia tapauskohtaisesti.

Suosituksista voivat hankkeen osapuolet poiketa jos niin keskenään sopivat. Hankkeen osapuolista on käytetty seuraavia lyhenteitä:

- TIL tilaaja eli rakennuttaja
- ARK arkkitehti eli rakennussuunnittelija
- RAK rakennesuunnittelija
- LVI LVI-suunnittelija
- SÄH sähkösuunnittelija
- VTJ vastaava työnjohtaja
- VAL valvoja (ei aina nimettynä)

Parhaan hyödyn pientalorakennuttaja saa tästä julkaisusta, jos hän suunnittelijoiden, vastaavan työnjohtajan ja mahdollisesti myös talotoimittajan kanssa käy jo suunnittelun alkuvaiheissa tässä esitetyt laatuksymykset keskustellen läpi ja samalla tekee haluamansa laatuvalinnat. Koska kysymyksiä on aika runsaasti, on yhteisiin neuvotteluihin syytä varata runsaasti aikaa. Kukin osapuoli merkitsee valitut tai selvitettäväksi jätetyt laatutekijät muistiinpanoihinsa. Suunnittelijoiden vastuulle jää, että valitut laatutekijät realisoituvat suunnitelmissa kun taas vastaava työnjohtaja on pääasiassa vastuussa työmaan osalle jäävistä laatutekijöistä. Rakennuttaja eli asukas itse vastaa käytön aikaisesta laadun säilymisestä.

Luvussa 2 tuodaan esille eräitä rakennuksen teknisen laadun tärkeitä mutta suppeahkoja painopisteitä, joihin pientalon rakennuttajan, suunnittelijoiden ja vastaavan työnjohtajan toivotaan kiinnittävän erityistä huomiota. Painopisteiden yhteydessä luetellaan eräitä keskeisiä, järjestelmästä löytyviä toimenpiteitä, joilla ko. painopistealueen teknistä laatua voidaan kohottaa. Luettelo ei suinkaan ole kattava, vaan tapauskohtaisesti laatu pitää varmistaa kohteeseen soveltuvilla suunnitteluratkaisuilla, työmaatoteutuksella ja asukkaan omalla toiminnalla. Toimenpiteet on jaoteltu kolmeen ryhmään:

Pakolliset toimenpiteet perustuvat rakentamismääräysten vaatimuksiin. Toimenpiteet on pakko tehdä, jotta rakennus täyttäisi rakentamismääräysten vaatimukset. Näiden laatutekijöiden toteutuminen käytännössä on osoittautunut ongelmalliseksi, minkä vuoksi ne on otettu luetteloon mukaan muistuttamaan näiden asioiden hoitamisen rakennushankkeessa. Nämä toimenpiteet kuuluvat yhden laatutähden tasolle.

Suositteluvat toimenpiteet parantavat käytännön kokemusten mukaan merkittävästi rakennuksen teknistä laatua. Toimenpiteet edellyttävät lähinnä enemmän

huolellisuutta ja vastuullisuutta suunnittelussa ja työmaatoteutuksessa ja lisäävät rakennuskustannuksia vain prosentilla tai parilla. Toisaalta valinnat alentavat käytön aikaisia käyttö-, huolto-, korjaus- ja uusimiskustannuksia ja siten myös rakennuksen koko käyttöiän aikaisia elinkaarikustannuksia. Nämä toimenpiteet kuuluvat kahden tai kolmen laatutähden tasolle toimenpiteiden lukumäärästä riippuen.

Täydentävät toimenpiteet parantavat edelleen rakennuksen teknistä laatua ja varmistavat siten sen toimivuutta, mukavuutta ja pitkäkäyttöikä. Toimenpiteet edellyttävät edellistä hieman enemmän huolellisuutta ja vaivannäköä suunnittelussa ja työmaatoiminnoissa. Ne voivat kuitenkin nostaa rakentamiskustannuksia useilla prosenteilla, mutta käyttöiän aikaiset elinkaarikustannukset eivät kasva vaan voivat alentua. Nämä toimenpiteet kuuluvat neljän tai viiden laatutähden tasolle toimenpiteiden lukumäärästä riippuen.

Tietolähteitä:

1. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa A1. Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus. Määräykset ja ohjeet 2006. Ympäristöministeriö. 38 s.
2. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa A2. Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat. Määräykset ja ohjeet 2002. Ympäristöministeriö. 27 s.
3. MaaRYL 2000. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt. Rakennustietosäätiö. Hämeenlinna 1997. 241 s. + liitteet.
4. RunkoRYL 2000. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen runkotyöt. Rakennustietosäätiö. Hämeenlinna 1998. 380 s. + liitteet.
5. SisäRYL 2000. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt. Rakennustietosäätiö. Hämeenlinna 1998. 354 s. + liitteet.
6. MaalausRYL 2001. Maalaustöiden yleiset laatuvaatimukset 2001 ja käsittely-yhdistelmät. Rakennustietosäätiö. Hämeenlinna 2001. 366 s.
7. TalotekniikkaRYL 2002. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002. Rakennustietosäätiö. Hämeenlinna 2003. 274 s. + liitteet.
8. Pelkonen Klaus, Pientalorakennuttajan opas. Rakennustieto Oy. Helsinki 2002. 30 s.
9. Omakotitalo rakennushankkeena. Talonrakentajan käsikirja 5. Rakentajan tietokirjat. Saarijärvi 2003. 92 s.
10. Pientalotyömaan valvonta- ja tarkastusasiakirja. Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 76. Tampere 2000. 126 s.
11. Pientalotyömaan valvonta. Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 19. Tampere 1997. 91 s.
12. Uuden asunnon laatu-rakennustekniikka. Rakennusteollisuuden kustannus RTK Oy. Helsinki 2005. 143 s.
13. Rakennustieto Oy www.rakennustieto.fi
14. Rakennustietosäätiö www.rts.fi
15. Rakennustutkimus RTS ja Rakentajan Tietopalvelu RTI www.suomirakentaa.fi
16. Rakentajan ABC www.rakentajanabc.com
17. Suorakanava Oy www.rakentaja.fi
18. Pientalon teknisen laadun ohjaus ja arviointi www.pientalonlaatu.fi

2 Teknisen laadun ongelmalähtöisiä painopisteitä

2.1

Kosteudenkestävyys: estä ennakolta ja varaudu vaurioon

2.1.1

Talon ulkopuolinen kosteus on pidettävä talon ulkopuolella

Suomessa sataa vuodessa jokaiselle neliömetrille, myös pientalon katolle, noin 600 - 700 mm:n paksuinen vesikerros eli noin 600 - 700 litraa. On ensiarvoisen tärkeää tehdä talon ”sadetakki” eli vesikatto ja julkisivuverhous vesitiiviiksi ja johtaa katolle tulleet sade- ja sulamisvedet luotettavasti maahan. On tärkeää myös tarkkailla vuosien mittaan sadetakin vedenpitävyyttä, huoltaa sitä ja tehdä tarvittavat korjaukset ja materiaalien uusimiset jo ennen vesivuotojen ilmaantumista. On varsin epätodennäköistä, että sadetakki säilyttää vedenpitävyytensä talon koko käyttöiän ajan (50 - 100 vuotta), ellei siitä pidetä huolta käytön aikana.

Tavallisen pientalon katolta valuu vuodessa muutamia syyksitorvia pitkin jopa yli 100 000 litraa vettä sokkelin juureen. Jos sitä ei johdeta hallitusti rakennuksesta pois päin, vesimäärä voi huomaamatta tunkeutua rakennuksen alle ja rakenteisiin aiheuttaen vakaviakin kosteusvaurioita. Vettä hyvin läpäisevä maa-aines rakennuksen alla ja vieressä helpottaa tilannetta. Jos maan pinta on viettävä rakennukseen päin, voivat myös lumen sulamisvedet keväisin virrata tontilla rakennukseen päin ja pahentaa tilannetta.

Pohjavesi nousee maassa omavoimaisesti jopa useita metrejä maakerroksen rakeisuudesta riippuen. Hienorakeisessa maassa vesi nousee korkeammalle kuin karkearakeisessa, jossa nousu voi jäädä muutama senttimetriin. Ilmiötä kutsutaan kapillaariseksi vedennousuksi.

Ratkaisevaa on tällöin, millainen maakerros todistettavasti hankitaan talon alle katkaisemaan kapillaarinen vedennousu. Se ratkaisee, pysyvätkö lattiarakenteet ja seinien alaosat kuivina, hajuttomina ja homeettomina. Oikealle korkeudelle sijoitettu ja kunnossapidetty salaojitus talon ympärillä pitää pohjaveden korkeuden kurissa ja johtaa osaltaan maan pinnalta valuvat vedet pois rakennuksen seinustoilta.

Kellarin ja sen rakenteiden kuivana pitämiseen ja riittävään ilmanvaihtoon on syytä kiinnittää huomiota jo suunnitteluvaiheessa.

Pakolliset toimenpiteet (1 tähden tasoa)

1. Rakennuksen viereinen valmis maanpinta viettää ulospäin vähintään 15 cm 3 metrin matkalla
2. Sokkeli ulottuu vähintään 30 cm valmiin maanpinnan yläpuolelle
3. Perustusten ja maanvaraisen lattian alla on kapillaarisen nousun katkaiseva maa-aineskerros
4. Väliseiniä puuosat ovat betonirakenteiden yläpuolella ja irti niistä
5. Vesikaton aluskate on vesitiivis
6. Vesikaton katejärjestelmä on kaltevuuteen sopiva ja sen teossa noudatetaan asennusohjeita
7. Toimiva yläpohjan tuuletus ja tuuletusaukoista ei lumi ja vesi pääse yläpohjaan
8. Julkisivu on kauttaaltaan tuuletettu eikä sadevesi pääse sen sisään

Suositteluvat toimenpiteet (2 - 3 tähden tasoa)

1. Rakennuspaikka pintavaaitaan ja tehdään tontille vedenpoistosuunnitelma
2. Kattovedet ohjataan suoraan syöksytorstista rännikaivoihin ja edelleen ehytseinämäiseen sadevesiputkeen
3. Lumet läjitetään yli 3 metrin etäisyydelle rakennuksista ja varmistetaan, että sulamisvedet valuvat rakennuksesta pois päin
4. Puut istutetaan vähintään 3 metrin etäisyydelle sokkelista ja kukkapenkit vähintään 1 metrin etäisyydelle

Varmennettavat toimenpiteet (4 - 5 tähden tasoa)

1. Varaudutaan sadevesijärjestelmän tukkeutumiseen ja vesien hallittuun johtamiseen rakennuksesta pois päin
2. Lumille varatut läjitysmaat merkitään tontin asemapiirustukseen, käyttösuunnitelmaan ja pihasuunnitelmaan

2.1.2

Märkätiloissa vesi ei saa tunkeutua rakenteisiin eikä jäädä pinnoille ja sisäilmaan

Lähes kaikissa suomalaisissa pientaloissa on sisällä sauna, pesuhuone sekä vaatteiden pesu- ja kuivaustilat. Käytämme vettä jopa 200 litraa/hlö/vrk. Viisihenkinen perhe laskee siten asunnon sisätiloihin vettä jopa 365 000 litraa vuodessa eli lähes talon tilavuuden verran. Näin suuri vesimäärä on todellinen kosteusriski talon rakenteille. Jos talossa on kosteudenkestävät rakenneratkaisut, rakennus- ja eristystyöt on tehty huolellisesti, vettä käytetään oikein ja huoltotoimenpiteet tehdään ajallaan, eivät suurelta vesimäärästä aiheuta ongelmia.

Erityinen huomio on syytä kiinnittää märkätilojen eli saunan ja kylpyhuoneen kosteudenkestävyyteen, koska niissä vettä lasketaan runsaasti myös lattialle ja seinille. Pintojen nopea kuivattaminen käytön jälkeen sekä ilman suhteellisen kosteuden pitäminen alle 70 % rajoittavat tehokkaasti mikrobin lisääntymistä ja toimintaa. Ne "rakastavat" sisätilojen lämpöä, märkiä pintoja, kosteaa ilmaa sekä tietenkin myös rakenteisiin tunkeutunutta vettä.



Kuva 3. Tässä kohteessa maakosteuden nousu rakenteisiin ja radonkaasun tunkeutuminen sisätiloihin on estetty pilariperustuksella /Juha Sarkkinen/.



Kuva 4. Riittävä kallistus, oikea materiaalit ja huolellinen työ varmistavat vesikatolle pitkäikäisen vedenpitävyyden /Juha Sarkkinen/.



Kuva 5. Saunassa ja pesuhuoneessa tarvitaan huolella tehty vedeneristys /Juha Sarkkinen/.



Kuva 6. Märkätilan lattia kuivaus on keskeinen osa asumisen aikaista kosteuden hallintaa /Juha Sarkkinen/.

Pakolliset toimenpiteet (1 tähden tasoa)

1. Märkätiloissa käytetään sertifioitua vedeneristysjärjestelmää
2. Vesieristettävien pintojen tasaisuus ja kosteuspitoisuus täyttävät järjestelmälle asetetut vaatimukset
3. Lattian kaltevuus on vähintään 1:100 lattiakaivon päin
4. Lattiakaivon ja vedeneristykseen välinen vesitiiveys varmistetaan

Suosittelavat toimenpiteet (2 - 3 tähden tasoa)

1. Märkätilojen rakennuksityiskohdista esitetään selkeät leikkauspiirustukset ja kuvaus rakennusselityksessä
2. Vedeneristykseen asennetaan sertifioitu vedeneristäjä, joka myös mittaa vedeneristykseen kalvopaksuuden
3. Märissä tiloissa on ympärivuotisessa käytössä oleva lattialämmitys
4. Talon ilmanvaihto tehostuu märkätilan kosteuspitoisuuden mukaan RH-anturilla
5. Vesijohdot märkätilaan ja märkätilassa vesikalusteille tuodaan pinta-asennuksena yläkautta

Täydentävät toimenpiteet (4 - 5 tähden tasoa)

1. Vedeneristys varmistetaan alipainekalvopumpulla suihkunurkasta ja lattiakaivon läheisyydestä
2. Märkätilan ilmanvaihto tehostuu RH-ohjatulla poistoventtiilillä, kun märkätilan ilman suhteellinen kosteus lisääntyy

2.1.3

Putkistojen vesivuotoihin kannattaa varautua: estä ja rajoita vauriot

Rakennuksen käyttöikä on noin 50 - 100 vuotta. Rakennuksen vesijohdot eivät yleensä kestä näin kauan, vaan vuotoja on odotettavissa viimeistään 30 - 40 vuoden kuluttua käyttöönotosta. Siksi vesi- ja lämpöjohdot on syytä uusida ja huoltaa ennen kuin vuotoja syntyy. Johdot on hyvä sijoittaa rakennukseen siten, että niiden huolto ja uusiminen on mahdollisimman helppoa.

Talon kylmä- ja lämminvesijohdoissa on paineenalainen vesi. Jos putkistovuoto kaikesta huolimatta yllättäen syntyy, pääsee vettä vuotamaan yhdyskuntaverkostosta rakennuksen sisälle ja rakenteisiin niin kauan kun vuoto on tukkimatta. Seuraukset voivat olla katastrofaaliset. Siksi on tärkeää, että vuodot voidaan havaita ja sulkea mahdollisimman nopeasti vaurioiden rajoittamiseksi.

Pesukoneiden käyttöikä on varsin lyhyt, 15 - 20 vuotta. Käyttöikänsä loppuvaiheissa ne voivat alkaa vuotamaan rakennuksen iästä riippumatta. Seuraukset vuodosta voivat olla yhtä vakavat kuin putkistovuodoissa, ellei niihin jo ennakolta varauduta.

Kotivakuutukseen sisältyvä vuotovakuutus on talossa hyvä olla olemassa.



Kuva 7. Keittiökaluksien alle on järkevää asentaa yhtenäinen vedeneristys. Tässä kohteessa asennettu lattiakaivo on myös hyvä laatuvalinta /Juha Sarkkinen/.

Pakolliset toimenpiteet (1 tähden tasoa)

1. Vesi- ja lämpöjohdot sijoitetaan näkyville tai koteloon, ei rakenteisiin
2. Maanvastaiseen lattiarakenteeseen asennettavat vesi- ja lämpöjohdot sijoitetaan tiiviiseen suojaputkeen, jotta mahdollinen vuotovesi tulee heti näkyviin. Suojaputkien alempi pää on lattiakaivollisessa tilassa, jolloin mahdollinen vuotovesi menee lattiakaivoon
3. Allaspöydän, astianpesukoneen ja pyykinpesukoneen sekä kylmäkoneiden alla on suojakaukalo
4. Estetään ilman vesihöyryn tiivistyminen kylmiin putkiin ja laitteisiin tai johdetaan tiivistynyt vesi viemäriin

Suosittelut toimenpiteet (2 - 3 tähden tasoa)

1. Talon paineellinen vesi on mahdollista sulkea ulko-oven vieressä olevalla kotona/pois-kytkimellä
2. Teknisen tilan lattiaan tehdään seinille 5 cm nostettu vedeneristys ja lattiakaivo

Täydentävät toimenpiteet (4 - 5 tähden tasoa)

1. Lämmitysverkoston vuotojen automaattinen hälytys järjestetään
2. Vesijohtoverkon vuotojen automaattinen hälytys esim. vesimittarista järjestetään
3. Talon vesijohtoverkon vedenpainetta ja lämmitystä voidaan ohjata GSM-verkon välityksellä
4. Vesivuodot, lämmityskatkokset sekä palo- ja murtohälytykset voidaan ohjata GSM-verkkoon



Kuva 8. Vesikiertoisen lattialämmityksen huonekohtaiset lämmitysputket asennettuina jakotukkiin ja suojaputkiin /Tapio Vanhatalo/.

2.1.4

Pientalotyömaalla sade ja tuuli voivat pilata koko talon ja sen sisäilman

Pientalotyömaalla saattaa vettä tunkeutua ja jäädä rakenteisiin, jos työmaan sääsuojaus laiminlyödään. Rakennustarvikkeet pitää varastoida niin, että sade ei pääse niitä kastelemaan. Samoin keskeneräinen rakennus tulee suojata työn ajaksi sateelta ja lumelta. Monet rakennusmateriaalit voivat imeä itseensä vettä jopa oman painonsa verran. Huolimattomuudella ja väärillä säästöillä, kun suojapeitteitä ei hankita työmaalle ajallaan, voidaan aiheuttaa pysyviä vaurioita jo rakennusvaiheessa. Kerran kastuneiden sisustuslevyjen ja muidenkin materiaalien päästöt sisäilmaan voivat olla terveydelle haitallisia ja jäädä pysyviksi. Jälkikäteen vahinkojen korjaus on vaikeaa ja erittäin kallista.

Joka tapauksessa rakenteet on kuivatettava riittävästi ennen niiden päällystämistä. Erityisesti lattioiden betonivalujen kuivumiseen tulee rakennusaikataulussa varata aikaa useita viikkoja ennen niiden päällystämistä. Kuivuminen on syytä varmistaa ammattitaitoisen kosteusmittaajan toimesta. Korkea sisäilman lämpötila ja tehokas ilmanvaihto nopeuttavat kuivumista.



Kuva 9. Elementtirakenteisena pientalon rakenteet saatetaan rakennusvaiheessa nopeasti vesikatton alle sateilta suojaan /Tapio Vanhatalo/.



Kuva 10. Pientalon suojateltta parantaa merkittävästi kosteudenhallintaa työmaavaiheessa /Tapio Vanhatalo/.

Pakolliset toimenpiteet (1 tähden tasoa)

1. Rakennusmateriaalit eivät saa kastua varastointivaiheessa eivätkä keskeneräisissä rakenteissa
2. Rakenteet on kuivatettava riittävästi ennen kuin ne peitetään kuivumista hidastavalla ainekerroksella tai pinnoitteella (esim. betonilattiat)

Suositteluvat toimenpiteet (2 - 3 tähden tasoa)

1. Rungon suojaamiseen kosteutta vastaan varaudutaan varaamalla riittävästi sääsuojia
2. Rakennuksen runko tehdään suojateltassa tai käytetään elementtitoimitusta, jossa sääsuoja saavutetaan nopeasti
3. Rakennusmateriaalit varastoidaan irti maasta suojassa sateelta ja varmistetaan tuuletus suojauksen alla
4. Pintojen pinnoitettavuusehto määritetään asiantuntijan luotettavalla menetelmällä (esim. kosteusmittaus) ja tarvittaessa pinnoitusta siirretään ja kuivutusta jatketaan
5. Rakennusvaiheessa huolehditaan riittävästä lämmityksestä ja ilmanvaihdosta, jotta ilman suhteellinen kosteus pysyy mahdollisimman alhaisena eikä ainaakaan synny ilman vesihöyryn tiivistymistä

Täydentävät toimenpiteet (4 - 5 tähden tasoa)

1. Työmaalle laaditaan kosteudenhallintasuunnitelma
2. Työntekijät opastetaan kosteudenhallintaan työn alkaessa vastaavan työnjohtajan ohjeilla
3. Kosteusmittaukset tekee henkilösertifioitu kosteusmittaaja
4. Työmaan aikataulu ja kosteudenhallintasuunnitelma sovitetaan yhteen niin, että rakenteiden kuivatukselle varataan tarpeeksi aikaa

2.2

Sisäilmaston laatu: perheesi hyvinvointi on kysymyksessä

2.2.1

Sisäilmaston laatuvalinnat pitää tehdä ajoissa

Pientalon rakennuttajan kannattaa perehtyä julkaisuun Sisäilmastoluokitus 2000. Tällöin rakennuttaja osaa paremmin tehdä suunnittelijoidensa kanssa tietoisia valintoja talonsa sisäilmaston laatutasosta. Tehdyt laatuvalinnat velvoittavat ennen kaikkea LVI-suunnittelijaa mutta myös arkkitehtiä ja rakennesuunnittelijaa ottamaan valinnat huomioon ja laatimaan suunnitelmansa niiden mukaan. Tärkeimmät valinnat niin laadun kuin kustannustenkin suhteen tehdään jo suunnitteluvaiheessa. Näin luodaan käytännössä pohja sisäilmaston hyvälle laadulle.

Julkisuudessa on tuotu runsaasti esille, miten rakennusten kosteus- ja homevauriot voivat aiheuttaa talon asukkaille vakavia sisäilmasto- ja terveysongelmia. Tämän vuoksi on syytä korostaa pientalon kosteudenkestävyyttä ja siihen tähtäävien laatuvalintojen tekemistä myös jo suunnitteluvaiheessa. Jos kosteus pilaa talon sisäilman, ei pelkästään sisäilmaston laatuvalinnoilla voida asiaa paljonkaan korjata.

Pakolliset toimenpiteet (1 tähden taso)

1. Tavoitteena on sisäilmaston laatu taso S3
2. Kaikkien asuinhuoneiden suunnitellut ilmanvaihtomäärät täyttävät sekä henkilömäärän että pinta-alan mukaiset ohjearvot
3. Keskuspölynimurin ääni vaimennetaan määräysten mukaiselle tasolle tai rakennuksessa ei ole keskuspölynimuria
4. Pintalämpötilojen takia vaativat paikat kuten suuret ikkunapinnat huomioidaan ja vetohaitat estetään
5. Sisätilojen lämpötilat ja -erot ovat ohjeiden mukaisia kaikissa normaaliolosuhteissa
6. Rakennuspaikan radonpitoisuus selvitetään

Kuva 11. Kun talon sisäilmasto on kunnossa, voi isäntäkin hymyillä tyytyväisenä ja terveenä /Tapio Vanhatalo/.



Kuva 12. Ilmanvaihtokoneen pitää toimia vähintään minimi-ilmanvaihdolla. Koneetta ei saa sammuttaa /Juha Sarkkinen/.



Suositteltavat toimenpiteet (2 - 3 tähden tasoa)

1. Tavoitteena on sisäilmaston laatutaso S2
2. Hyvän sisäilmaston vaatimukset suunnitteluun otetaan huomioon
3. Rakennuksen ilmanvaihtokanavat asennetaan höyrynsulun lämpimämmälle puolelle tai ainakin kulkukelpoisiin yläpohjan tiloihin
4. Rakennuksessa on erillinen tekninen tila, jonne käynti on suoraan ulkoa tai ainakin esim. autotallin kautta
5. Siirtoilmareittien mitoitus ja toimivuus tarkistetaan ja merkitään suunnitelmiin. Ainakin yksi makuuhuoneista on äänieristetty muusta asunnosta
6. Talotekniikka- ja tilasuunnittelussa huomioidaan huoneiden käyttötarkoituksen ja henkilömäärien mahdolliset muutokset sekä huoneiden jakaminen
7. Pyykkiä on mahdollista kuivata katoksen alla ja kuivausrummussa tai -kaapissa

Täydentävät toimenpiteet (4 - 5 tähden tasoa)

1. Tavoitteena on sisäilmaston laatutaso S1
2. Rakennuksen tekniset järjestelmät rakennetaan avattaviin katon alaslaskuihin tai koteloihin
3. Talotekniikka- ja tilasuunnittelussa huomioidaan sivuasunnon erottaminen
4. Kaikki makuuhuoneet on äänieristetty muusta asunnosta
5. Tuulikaapissa, ulkovaatekaapissa ja jätekaapissa on ilmanpoistovenktiili

2.2.2

Ilmanvaihtokoneen valinta on tärkeämpi kuin auton valinta

Toimiva ja riittävä ilmanvaihto on keskeinen edellytys hyvälle sisäilmastolle. Painovoimainen ilmanvaihto ei täytä nykyajan vaatimuksia niin sisäilman laadun kuin energiataloudenkaan suhteen. Pientalossakin tarvitaan jatkuvatoiminen poisto- ja tuloilmanvaihtokone. Sen valintaan, asentamiseen, huoltoon ja käyttöön on myös rakennuttajan syytä kiinnittää huomiota. Valinta on viisainta tehdä jo suunnitteluvaiheessa. Tällöin on syytä kiinnittää huomiota ainekin seuraaviin sen ominaisuuksiin:

- riittävä ilmanvaihtoteho
- mahdollisuus monipuoliseen automatiikkaan
- toimintavarmuus erilaisissa sääolosuhteissa, varsinkin pakkasella
- lämmön talteenoton korkea vuosihyötysuhde
- alhainen äänitaso ja sähkönkulutus
- helppo asentaa ja uusia
- helppo huoltaa ja puhdistaa (suodatinelementit)
- hinta ja elinkaarikustannukset

Valinnasta on paras keskustella LVI-suunnittelijan kanssa. Jos koneen valinta jää urakoitsijan tehtäväksi, saattaa valinta kohdistua liian heikkotehoiseen, vaatimattomaan ja hankintahinnaltaan halpaan koneeseen.

Pakolliset toimenpiteet (1 tähden tasoa)

1. Rakennuksen minimi-ilmanvaihto varmistetaan ohjeistuksella tai teknisesti estämällä koneen sulkeminen
2. Tulisijojen vaikutus ilmanvaihtoon otetaan huomioon eikä tulisijojen käyttö häiritse tai estä normaalia ilmanvaihtoa
3. Ilmanvaihtojärjestelmä suunnitellaan ja ilmanvaihtokone valitaan siten, että energiatehokkuusvaatimukset täyttyvät
4. LVI-suunnittelija käy rakennuttajan kanssa erilaiset konevaihtoehdot läpi ja rakennuttaja valitsee tarpeisiinsa parhaiten soveltuvan vaihtoehdon

Suositteluvat toimenpiteet (2 - 3 tähden tasoa)

1. Ilmanvaihtokoneeseen merkitään selvästi yleisimmin tarvittavat tehotasot: minimi-normaali-tehostettu
2. Pakkasilman vaikutus koneen toimintaan on perusversiota vähäisempi
3. Tuloilman suodatustaso vastaa valittua sisäilmastoluokkaa
4. Rakennuksen sisäilman lämpötilaa voidaan tasata esim. kierrätysilman avulla
5. Ilmanvaihtokoneessa on kesällä lämmön talteenoton ohittava järjestelmä

Täydentävät toimenpiteet (4 - 5 tähden tasoa)

1. Ilmanvaihtokonetta ohjataan automaattisesti tarpeen mukaan, jolloin lämpöenergiaa kuluu vähemmän sisäilman laadun silti heikentymättä
2. Pakkasilma ei vaikuta ilmanvaihtokoneen toimintaan mitenkään
3. Ilmanvaihtokoneessa on automaattinen huoltomuistutin
4. Ilmanvaihtokoneessa on suodatinten tukkeutumisvaarasta varoittava järjestelmä
5. Koneen mukana toimitetaan sen puhdistuksessa tarvittavat välineet

2.2.3

Työmaan pöly ja kosteus voivat jäädä asumaan taloosi

Kun halutaan pientaloon hyvää sisäilmastoa, on suunnittelun lisäksi myös työmaatoteutuksella merkittävä rooli asian varmistamisessa. Julkaisussa Sisäilmastoluokitus 2000 annetaan työmaatoiminnoille seikkaperäiset ohjeet hyvän sisäilmaston varmistamiseksi. Tärkeimmät huomioonotettavat seikat ovat seuraavat:

- veden- ja kosteudenhallinta. Työmaalle laaditaan veden- ja kosteudenhallisuunnitelma, jossa käsitellään kosteusriskit ja kosteudelta suojautumistoimenpiteet työmaavaiheessa.

- rakennustarvikkeiden varastointi ja suojaus kosteutta ja likaantumista vastaan

- pölynhallinta työmaalla

- ilmanvaihtotuotteiden, varsinkin IV-kanavien, varastointi ja suojaus kosteudelta, lialta ja pölyltä

- tilojen siivous työn aikana ja töiden loppusiivouksessa

Erityisesti vastaavan työnjohtajan tulisi olla tietoinen työmaatoimintojen vaikutuksesta sisäilmaston laatuun. Varminta on, jos koko työmaahenkilöstölle selostetaan asian merkitys ja annetaan oikeat toimintaohjeet työmaalla toimimista varten.

Pakolliset toimenpiteet (1 tähden tasoa)

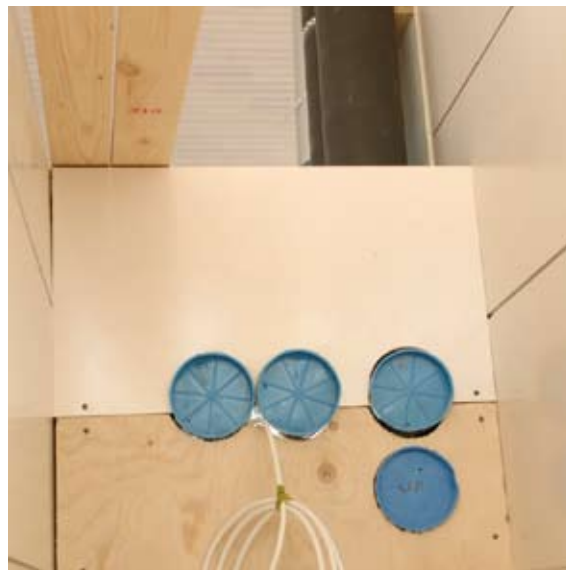
1. Työmaalla on käytössä "Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirja" (YM:n ympäristöopas 76) tai vastaava
2. Vaaditut tarkastukset tehdään ja kuitataan
3. Ilmanvaihtojärjestelmä säädetään suunnitellulla normaalitasolla ja mittauspöytäkirja tehdään
4. Kaikki työn aikaiset muutokset viedään loppupiirustuksiin

Suositteluvat toimenpiteet (2 - 3 tähden tasoa)

1. Rakennustarvikkeiden kuljetus, varastointi ja suojaus tehdään puhtausluokitus P1:n mukaan
2. Työmaan siivoukset ja puhtausosastointi tehdään puhtausluokitus P1:n mukaan
3. Työnjohto ja pääosa muista tekijöistä on osallistunut aikaisemmin sisäilmastoluokkaa S1 tai S2 tavoitelleisiin hankkeisiin
4. Työmaalla on urakoitsijoista riippumaton, rakennuttajan etuja valvova vastaava työnjohtaja tai valvoja
5. Lämmitysjärjestelmän perussäätö lasketaan ja varmistetaan
6. Ilmanvaihtokoneen energiatehokkuus tarkastetaan normaaliajan käyttöasennossa ja SFP-luku on alle $2,0 \text{ kWh}/(\text{m}^3/\text{s})$ (sähköenergia kWh, joka tarvitaan yhden ilmakeuutiometrin tuottamiseen sekunnissa)
7. Tarkastettavien kohteiden muutosten ja riskipaikkojen dokumentointi toteutetaan valokuvin ja tarvittaessa piirroksin
8. IV-urakoitsija ja valvoja ovat yhdessä todenneet ja kirjanneet tilojen puhtauden ennen ilmanvaihtokoneen käyttöönottoa
9. Ilmamäärät mitataan suunnitellulla minimitasolla (vähintään $0,2 \text{ l/h}$) ja tehostustasolla (+30 % tai +50 % normaalitasosta)
10. IV-urakoitsija ja valvoja toteavat yhdessä teknisten järjestelmien ja laitteiden äänitasot suunnitelmien ja tavoitetasojen mukaisiksi
11. Lämmitysjärjestelmän talviaikainen mittaus ja tarvittaessa perussäätö tehdään

Täydentävät toimenpiteet (4 - 5 tähden tasoa)

1. Työmaalle laaditaan kirjallinen laatusuunnitelma
2. Laatusuunnitelman ja puhtausluokan P1 vaatimukset ja perusteet annetaan kirjallisina ja käydään läpi kaikkien työmaalla työskentelevien kanssa
3. Lämpökuvauksessa havaittava alin pinnan lämpötilaindeksi on asuinhuoneissa vähintään 65 %



Kuva 13. Avonaiset ilmanvaihtoputket tulpataan työmaavaiheessa ja kone käynnistetään vasta rakennuksen loppusiivouksen jälkeen /Juha Sarkkinen/.

Energiankulutus: energian hinta jatkaa nousuaan

Rakennuksen ulkovaipan lämmöneristävyyteen ja ilmatiiveyteen kannattaa satsata

Pientalon lämpöenergian kulutuksesta suurin osa eli 60-70 % tapahtuu ulkovaipan kautta johtumishäviöinä. Loppuosa eli 30-40 % kuluu ilmanvaihtoon ja lämpimään käyttöveteen. Tämän vuoksi ulkovaipan eli ulkoseinien, yläpohjan, alapohjan, ikkunoiden ja ulko-ovien lämmöneristävyyteen kannattaa kiinnittää suurta huomiota. Voidaan laskelmin osoittaa, että ulkovaipan U-arvojen puolittaminen määräystasolta eristystä parantamalla ja oikeilla ikkuna- ja ovivalinnoilla on varsin helppoa ja elinkaarikustannusten perusteella kannattavaa. Energian hinnan noustessa ulkovaipan lisäeristäminen on erittäin vaikeaa ja kallista, jopa mahdotonta.

Rakentamismääräysten mukaiset U-arvot ovat maksimiarvoja eräin poikkeuksin. Kun käytetään pienempiä U-arvoja eli parempaa eristystä, käytön aikaiset lämmityskustannukset alenevat. On voitu laskennallisesti osoittaa, että tällöin myös kokonaiskustannukset alenevat. Talovalmistajat yleensä käyttävätkin talopakettiensa rakenteissa määräyksiä vahvempaa eristystä. Jokaisen rakennesuunnittelijan pitää osata valita rakennuttajalle kokonaistaloudellisesti edullisin eristystaso rakenteisiin. Hyvä tavoite on rakentamismääräysten mukaisten U-arvojen puolittaminen.

Ilmatiivis ulkovaippa vähentää hallitsematonta ilmanvaihtoa ja sen aiheuttamaa energian kulutusta. Ilma vaihtuu hallitusti lämmön talteenoton kautta. Tiiveyden aikaansaaminen edellyttää huolellista työtä rakentamisvaiheessa. Lisäkustannukset tiiviin ulkovaipan tekemisestä ovat minimaaliset.

Ulkovaipan ilmatiiveys ei saa merkitä ilmanvaihdosta tinkimistä. Pientalossa pitää olla jatkuvasti toimiva ja säädettävissä oleva ilmanvaihtokoje. Sen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen tulisi olla mahdollisimman korkea, mieluummin yli 60 %, jotta poistoilman mukana ulos menevä lämpöenergian määrä olisi mahdollisimman pieni.



Kuva 14. Hyvin eristetty ulkovaippa on peruslähtökohta pientalon alhaiseen lämmöntarpeeseen.
/Juha Sarkkinen/



Kuva 15. Tulisija on hyvä olemassa pien-
talossa monestakin syystä /Juha Sark-
kinen/.

Rakennuksen koko (pinta-ala ja
tilavuus), pohjaratkaisun muoto ja
ikkunoiden määrä vaikuttavat myös
voimakkaasti sen energiankulutuk-
seen.

Pakolliset toimenpiteet (ellei suoriteta ns. tasauslaskentaa) (1 tähden tasoa)

1. Rakennuksen lämmöntarve on korkeintaan 150 kWh/asm²
2. Alapohjan U-arvo on korkeintaan 0,25 W/m²/°C
1. Ulkoseinien U-arvo on korkeintaan 0,25 W/m²/°C
2. Yläpohjan U-arvo on korkeintaan 0,16 W/m²/°C
3. Ikkunoiden U-arvo on korkeintaan 1,4 W/m²/°C
4. Ulko-ovien U-arvo on korkeintaan 1,4 W/m²/°C
5. Ilmanvaihtokoneen lämmön talteenoton vuosihyötysuhde on vähintään 30 %
6. Ulkovaipan ilmanvuotoluku 50 Pa:n alipaineessa on korkeintaan 3,0 l/h

Suosittelvat toimenpiteet (2 - 3 tähden tasoa)

1. Rakennuksen lämmöntarve on korkeintaan 110 kWh/asm²
2. Alapohjan U-arvo on korkeintaan 0,20 W/m²/°C
3. Ulkoseinien U-arvo on korkeintaan 0,20 W/m²/°C
4. Yläpohjan U-arvo on korkeintaan 0,12 W/m²/°C
5. Ikkunoiden U-arvo on korkeintaan 1,2 W/m²/°C
6. Ulko-ovien U-arvo on korkeintaan 1,0 W/m²/°C
7. Ilmanvaihtokoneen lämmön talteenoton vuosihyötysuhde on vähintään 30 %
8. Ulkovaipan ilmanvuotoluku 50 Pa:n alipaineessa on korkeintaan 2,0 l/h

Täydentävät toimenpiteet (4 - 5 tähden tasoa)

1. Talon lämmöntarve on korkeintaan 80 kWh/asm²
2. Alapohjan U-arvo on korkeintaan 0,15 W/m²/°C
3. Ulkoseinien U-arvo on korkeintaan 0,15 W/m²/°C
4. Yläpohjan U-arvo on korkeintaan 0,08 W/m²/°C
5. Ikkunoiden U-arvo on korkeintaan 1,0 W/m²/°C
6. Ulko-ovien U-arvo on korkeintaan 0,6 W/m²/°C
7. Ilmanvaihtokoneen lämmön talteenoton vuosihyötysuhde on vähintään 60 %
8. Ulkovaipan ilmanvuotoluku 50 Pa:n alipaineessa on korkeintaan 1,0 l/h

2.3.2

Uusiutumattomat energialähteet ehtyvät, tilalle uusiutuvat energialähteet jo nyt

Kun pientaloa lämmitetään öljyllä, sähköllä tai kaukolämmöllä, kulutetaan uusiutumattomia energiavaroja ja tuotetaan päästöjä ilmakehään. Pientalon omistaja maksaa energiasta markkinahinnan. Uusiutuvaa ja ilmaista lämpöenergiaa saadaan auringosta (aurinkokerääjät) ja lämpöpumpuilla maasta, ilmasta tai vedestä. Tällöin päästöjä ei synny ja talon omistaja maksaa vain lämmitysjärjestelmän investointi- ja huoltokustannukset sekä lämpöpumpun kuluttamasta sähköenergiasta. Itse lämpöenergia on ilmaista. Kannattaa keskustella LVI-suunnittelijan kanssa, miten ilmaisia energialähteitä olisi järkevintä hyödyntää. Niiden käyttöön on pakko siirtyä ennemmin tai myöhemmin.

Biopolttoaineiden (puu, turve, olki tms.) käyttö ei ole ilmaista ja niitä poltettaessa syntyy myös päästöjä ilmakehään. Jos kasvatetaan poltettua puuta vastaava määrä uutta puuta, ei ilman hiilidioksidimäärä kasva. Puutulisija pientalossa on hyvä olla ainakin tukilämmönlähteenä päälämmitysjärjestelmän häiriötilanteissa.



Kuva 16. Aurinkokerääjillä saadaan uusiutuvaa, ympäristöä kuormittamatonta ja ilmaista lämpöenergiaa /Tapio Vanhatalo/.



Kuva 17. Maalämmön käyttö vähentää ostettavan energian tarvetta ja ympäristöpäästöjä /Juha Sarkkinen/.

Pakolliset toimenpiteet (1 tähden tasoa)

1. Suunnittelijat laativat rakennukselle huoltokirjan

Suositteltavat toimenpiteet (2 - 3 tähden tasoa)

1. Rakennuksessa on tukilämmitysjärjestelmä (puutulisija) päälämmitysjärjestelmän lisäksi
2. Huoltokirjassa on ohjeistus kulutusseurannasta ja kulutusseurantalomakkeet
3. Lämmityskaudella ikkunoista tulevaa aurinkoenergiaa hyödynnetään rakennuksen lämmityksessä

Täydentävät toimenpiteet (4 - 5 tähden tasoa)

1. Rakennuksen päälämmitysjärjestelmässä käytetään uusiutuvia biopolttoainetta tai niillä tuotettua kaukolämpöä
2. Talossa hyödynnetään ilmaisenergioita lämpöpumpulla tai aurinkokerääjillä
3. Rakennuksessa on aggregaatti tai akkujärjestelmä, jolla voidaan tuottaa kierto-vesipumppujen sekä öljy- tai pellettipolttimien tarvitsema sähkö sähkökatkojen aikana
4. Talossa tuotetaan sähköenergiaa aurinkopaneeleilla

2.4

Ympäristövaikutukset: vastuu ympäristöstä on kaikilla

2.4.1

Energiankulutus on suurin päästöjen aiheuttaja

Pientalon ympäristövaikutuksista suurin osa eli 80-90 % syntyy käyttövaiheessa, jolloin energiankulutus on suurin päästöjen aiheuttaja. Tämän vuoksi lämpöä ja sähköä säästävä pientalo on myös ympäristöystävällinen. Ympäristöä kuormittavia energialähteitä ovat öljy, kivihiili, maakaasu, turve sekä näillä tuotettu kaukolämpö ja sähkö. Näiden käyttöä tulisi siten minimoida. Myös puun polttaminen aiheuttaa päästöjä, joista etenkin hiukkaset aiheuttavat terveyshaittoja ja ympäristön likaantumista. Ydinvoimasähköstä kiistellään. Päästötöntä energiaa saadaan aurinkokerääjistä (lämpö) ja aurinkopaneeleista (sähkö), suorasta auringon säteilystä, tuuli- ja vesivoimalla tuotetusta sähköstä sekä lämpöpumpulla maasta, vedestä tai ilmasta. Näitä energialähteitä tulisi siten suosia.

Pientalon käyttöään (n. 100 vuotta) aikana saattaa ympäristökuormitukseen perustuva energiaverotus kiristyä. Se voisi nostaa energian hintaa, mihin paineita luo myös uusiutumattomien energialähteiden hiipuminen. Energian kulutusta kannattaa pientalorakennuttajankin lähteä rajoittamaan jo suunnittelupöydältä alkaen.

Pakolliset toimenpiteet

Samat kuin luvussa 2.3 Energian kulutus

Suositteltavat toimenpiteet

Samat kuin luvussa 2.3 Energian kulutus

Täydentävät toimenpiteet

Samat kuin luvussa 2.3 Energian kulutus

2.4.2

Työmaatoiminnoissakin pitää ympäristönäkökulma ottaa huomioon

Vaikka pientalon koko elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista vain 10-20 % syntyy rakentamiskäytössä ja sitä ennen materiaalien ja tarvikkeiden valmistuksessa ja kuljetuksessa, ovat ne kokonaisuudessaan kuitenkin merkittäviä ja siksi niitäkin on syytä minimoida. Erityisesti suunnitteluvaiheessa kannattaa valita sellaisia materiaaleja ja tarvikkeita, joille on laadittu ympäristöseloste ja joiden ympäristövaikutukset ovat vähäisimpiä. Kannattaa suosia uusiutuvia materiaaleja, uusiomateriaaleja ja rakennuksen purkamisen jälkeen kierrätykseen tai muuhun hyötykäyttöön soveltuvia materiaaleja. Työmaalla materiaalien hävikin ja energian kulutuksen minimoiminen ja rakennusjätteen lajittelu edistävät ympäristön suojelua.

Pakolliset toimenpiteet (1 tähden tasoa)

Rakentamismääräyksissä ei ole pientalotyömaan ympäristövaikutuksia koskevia määräyksiä

Suositteluvat toimenpiteet (2 - 3 tähden tasoa)

1. Käytetään rakennusmateriaaleja ja -tarvikkeita, joille on olemassa voimassa oleva ympäristöseloste
2. Rakennusmateriaalit varastoidaan irti maasta sääsuojatussa ja ulkoa tuulettussa tilassa
3. Rakenteet suojataan sateelta, jolloin kuivatustarve vähenee
4. Rakennusjätteistä lajitellaan puutavara, muovi ja metallit erilleen uusiokäyttöä varten
5. Rakennuksessa käytetään uusiutuvia ja uusiomateriaaleja

Täydentävät toimenpiteet (4 - 5 tähden tasoa)

1. Maa-ainesten kuljetus tontilta ja tontille minimoidaan
2. Materiaalien hankinnoissa ja kuljetuksissa tehdään yhteistyötä samalla alueella rakentavien perheiden kanssa
3. Mahdollisen pölyn ja melun syntymistä työmaalla minimoidaan

Kuva 18. Huolellisempi rakennustarvikkeiden varastointi työmaalla parantaisi tämänkin talon teknistä laatua /Juha Sarkkinen/.



3 Kosteudenkestävyys, maksimi 164 pistettä

3.1

Kosteuden merkitys ja kosteuslähteet

Kansanterveystieteen laitos selvitti pientalojen kosteusvaurioiden yleisyyttä vuonna 1995 /6/. Otos käsitti 450 pientaloa. Selvityksen mukaan kosteusvaurio oli tapahtunut jossakin muodossa 82 %:ssa kohteista ja korjauksen ja tarkastamisen tarpeessa oli 55 % kiinteistöistä. Tämän mukaan Suomessa oli 475 000 kosteusvauriokorjauksen tai tarkastamisen tarpeessa olevaa pientaloasuntoa. Vaurioita esiintyi yläpohjissa, alapohjissa, märkätiloissa sekä putkistoissa ja teknisissä laitteissa. Korjaamatta olevien vaurioiden välittömiksi korjauskustannuksiksi selvitys arvioi noin 600 miljoonaa euroa eli keskimäärin 1260 euroa/asunto. Kun vaurioita voi sattua rakennuksen käyttöiän (50 – 100 vuotta) aikana useita, kertautuvat taloudelliset menetykset moninkertaisiksi. Yleensä samalla myös rakennuksen käyttöikä lyhenee.

Raksystems Oy:n vuonna 2005 julkaisemien tilastojen mukaan joka kolmannessa suomalaisessa pientalossa on jonkinasteinen kosteusvaurio /7/. Selvityksen mukaan vaurioita esiintyy rakennuksen kaikissa osissa, mutta esim. joka kymmenennen talon märkätiloissa tarvitaan korjauksia tai kokonaan uusimista. Vaurioiden sijainnista ja laajuudesta riippuen vaurion korjauskustannukset vaihtelevat muutamista tuhansista kymmeneen tuhansiin euroihin/vaurio.

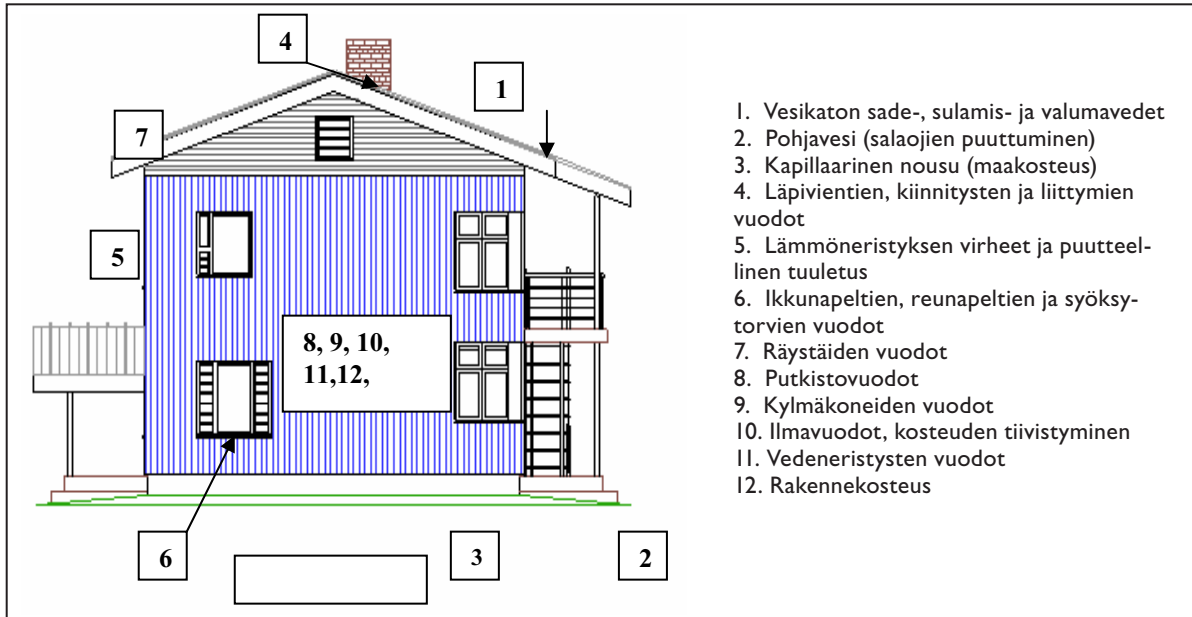
Vakuutusyhtiöiden keskusliiton tilastojen mukaan tapahtui vuonna 2004 koti- ja huvilavakuutuksista korvattavia vuototapauksia noin 20 000 kpl. Yksityistalouksille maksettiin samana vuonna vuotovahinkokorvauksia noin 60 miljoonaa euroa. Keskimäärin vahingon suuruus oli siten noin 3000 euroa.

Kosteusvaurioituneissa rakennuksissa alkavat homesienet lisääntyä, lisätä itiöitä ja erittää myrkyllisiä aineenvaihdunta-aineita. Syntyvä homepöly voi aiheuttaa ihmisille moninaisia ja vaikeitakin terveydellisiä haittoja, kuten

- ärsytysoireita eli silmien kutinaa ja punoitusta, hengitystieoireita, yskää, ihon kutinaa jne
- yleisoireita, kuten väsymystä, pahoinvointia, kuumeilua
- allergiaa eli silmän sidekalvotulehdusta, nuhaa, astmaa ja ihottumaa
- tulehdusoireita poskionteloissa, keuhkoputkissa ja välikorvissa

Paitsi inhimillistä kärsimystä homevaurioiden aiheuttamat sairaudet aiheuttavat myös yksityis- ja kansantaloudellisia menetyksiä hoitokustannuksina ja työstä poisoloina.

Kosteusvauriot ovat tällä hetkellä rakennus- ja kiinteistöalan yksi keskeisistä ongelmista. Niiden torjuntaan kannatta kiinnittää runsaasti huomiota myös pientalojen suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä.



Kuva 19. Kosteus hyökkää pientalon kimppuun useista eri lähteistä ja suunnista /Martti Hekkanen, VTT/.

3.2

Suunnitteluratkaisut – kosteusriskien kartoitus, maksimi 145 pistettä

3.2.1

Rakennuspaikan kuivatus, maksimi 22 pistettä

Tontille tarvitaan vedenpoistosuunnitelma

Tontille sataa vuodessa 600-700 mm. Sadevedet, lumien sulamisvedet sekä katolta syöksytorvista tulevat vedet on saatava virtaamaan rakennuksesta pois päin, jotta ne eivät pääse tunkeutumaan rakenteisiin ja aiheuttamaan kosteusvaurioita. Siksi on tarpeellista laatia tontin pintavaaitukseen perustuva pintavesi- ja salaojasuunnitelma, jossa esitetään vesien poisjohtaminen ja lumien läjityspaikat. Suunnitelma voi olla erillinen suunnitelma tai osa piha- ja istutussuunnitelmaa. Vedet imeytetään maahan tai johdetaan sadevesiviemäriin tai avo-ojiin, mutta ei naapurin tontille. Vesiä voi käyttää myös puutarhan kasteluun. Rakennuksen viereinen maan pinta tulee muotoilla rakennuksesta pois päin viettäväksi (noin 15 cm kolmen metrin matkalla sokkelista mitattuna). Rakennus kannattaa sijoittaa tontin korkeimmalle kohdalle, elleivät muut tekijät sitä estä.

1. Tontin muotoilu, pintavesisuunnitelma ja rakennusten korkeusasema

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Tehdäänkö rakennuspaikalle erillinen pintavesisuunnitelma?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	RAK
2. Tehdäänkö rakennuspaikalle erillinen pintavaaitus (yleiseen korkeusjärjestelmään sidottu) ennen suunnitteluvaihetta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL
3p. Onko rakennuksen viereinen maanpinta ulospäin viettävä vähintään 1:20, ts. vähintään 15 senttimetriä 3 metrin matkalla? (Jos poiketaan, mutta on erillissuunnitelma, vastaus on "Kyllä")	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	ARK
4p. Onko sokkelin ja lattian yläpinta vähintään 30 cm valmiin maanpinnan yläpuolella? (Jos poiketaan, mutta on erillissuunnitelma, vastaus on "Kyllä")	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	RAK

Minne johdetaan katolta valuvat vedet?

Keskikokoisen pientalon katolta tulee sade- ja sulamisvesiä vuodessa yli 100 m³. Nämä vedet pitää ohjata luotettavasti räystäskouruja pitkin syöksytorviin ja niistä edelleen maanalaiseen sadevesiviemäriin ja pois tontilta. Katolta tuleva vesi ei saa valua julkisivua pitkin edes rankkasateella. Erityisesti jirien kohdalla vettä voi tulla katolta runsaasti.

Vesien poisjohtaminen esitetään pintavesisuunnitelmassa. Vettä ei saa päästää rakennuksen alle, jossa se voi aiheuttaa kosteus- ja routimisvaurioita perustus- ja alapohjarakenteille. Vedenpoistojärjestelmän kunnosta ja auki pysymisestä pitää myös huolehtia. Jos järjestelmä tukkeutuu esim. jäätyneen johdosta, on valuvat vedet johdettava hallitusti rakennuksesta pois maan pintaa pitkin eivätkä ne saa aiheuttaa vahinkoa rakennukselle.

Kun vedenpoistojärjestelmä on kunnossa, on katolle sataneen lumen turvallisinta sulaa katolla eikä maassa rakennuksen vieressä edellyttäen, että kattorakenteet on mitoitettu asianmukaisesti.

2. Sadevesien, pintavesien ja kattovesien poisjohtaminen ja viemäröinti

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Johdetaanko kattovedet suoraan rännikaivoihin ja edelleen ehytseinä-mäiseen sadevesiputkeen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	RAK
2. Varaudutaanko em. varsinaisen sadevesijärjestelmän tukkeutuessa estämään veden pääsy rakenteisiin johtamalla vesi rännikaivosta pinto- ja pitkin pois päin rakennuksesta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ARK

3. Lumien sijoituspaikat tontilla

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Sijoittuvatko lumien suunnitellut läjitysmaat yli 3 m etäisyydelle rakennuksista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
2. Valuvatko läjitetyn lumen sulamisvedet suunnitellusti pois päin rakennuksista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
3. Esiitetäänkö lumen läjitysmaikkoja suunnitelmissa riittävästi, vähintään 15 m ² ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ARK

4. Puiden ja pensaiden sijoittaminen rakennusten lähetyville

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Ovatko puiden ja puumaisten pensaiden sijoitusetäisyydet rakennuksen sokkelista yli 3 metriä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL
2. Ovatko kukkapenkit sokkelista yli 1 metri etäisyydellä? (Jos juuriston tunkeutuminen salaajajärjestelmään, kasteluvien tunkeutuminen sokkelia vasten ja oksien koskeminen julkisivuun/kattoon on esitetty erillisuunnitelman mukaisesti, on vastaus "Kyllä")	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL

3.2.2

Rakennuksen perustukset, maksimi 31 pistettä

Kapillaarikatko estää kosteuden nousun maasta rakenteisiin

Rakennuksen alle eli maanvaraisen lattian ja betonianturan alle asennetaan ja tiivistetään kapillaarisen vedennousun katkaiseva karkearakeinen maa-aineskerros. Kerroksen paksuuden tulee olla suurempi kuin veden kapillaarinen nousukorkeus kyseisessä maa-aineksessa. Suositeltavaa on käyttää kiviainesta, jonka raekoko on 2-16 mm. Käytettävästä aineksesta on hyvä vaatia toimittajalta todistus sen rakeisuudesta (rakeisuuskäyrä) ja kapillaarisesta nousukorkeudesta sekä puhtaudesta (ei orgaanisia aineita).

Tuulettuvan alapohjan ryömintätilan ilman suhteellinen kosteus olisi pidettävä mahdollisimman alhaisena ympäri vuoden laho- ja homeongelmien välttämiseksi. Sen vuoksi tarvitaan sokkelissa riittävän suuret tuuletusaukot ja ryömintätilan maanpinnassa kapillaarista nousua ja haihtumista hidastavat materiaalikerrokset. On selvää, että ryömintätilassa ei sallita vesilammikoita missään olosuhteissa.

1. Kapillaarikatko rakennuksen perustusten alle

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p. Todetaanko kapillaarikatkomateriaalin veden nousukorkeus ja puhtaus luotettavasti ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	VTJ
2p. Onko kapillaarikatkokorros paksuudeltaan vähintään kapillaarisen nousukorkeuden mukainen ja yhtenäinen rakennuksen alla perustus mukaan lukien? Onko katkon alusta pinnaltaan ulospäin viettävä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	RAK
3. Erotetaanko kapillaarikatkon päälle mahdollisesti tuleva täyttökerros suodatinkankaalla kapillaarikatkosta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	RAK
4p. 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?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	RAK
5p. Selvitetäänkö salaojitusarve pohjatutkimusvaiheessa ja jos salaojitus tarvitaan, niin toteutetaanko se tehdyn suunnitelman mukaisesti?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	RAK

Vesikiertoinen lattialämmitys - kosteusriskikö?

Jos rakennuksessa on vesikiertoinen lattialämmitys, on sen toimintavarmuuteen ja pitkäikäisyyteen syytä kiinnittää erityistä huomiota mm. vesivaurioiden välttämiseksi. Lämmitysjärjestelmän uusimiseen 30-40 käyttövuoden jälkeen on syytä varautua. Asennusaikaiset virheet ja vauriot, liian kuuma vesi häiriötilanteessa (esim. lämmönvaihtimen rikkoutuessa), veden jäätyminen, painevaihtelut, putkien lämpöliikkeet jne. voivat heikentää putkimateriaaleja ja lyhentää lämmitysjärjestelmän käyttöikää. Korrosio voi aiheuttaa sakkautumista ja ahtaumia putkistoon. Laitteiston hyvä suunnittelu, happidiffuusiotiiviit ja ruostumattomat materiaalit, toimintahäiriöihin varautuminen, huolellinen asennus ja oikea käyttö ovat edellytys laitteiston pitkäikäisyydelle ja toimintavarmuudelle. Vuodon ilmaisimilla tai hälyttimillä olisi hyvä varautua mahdollisiin vuotoihin.

2. Vesikiertoisen lattialämmityksen toimintavarmuus

Jos lattialämmitysjärjestelmä ei käytössä, älä tee merkintöjä taulukkoon, siirry kohtaan 3.

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Jaetaanko järjestelmä huonekohtaisiin toimintapiireihin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
2. Onko lattialämmitysputkisto painetarkkailussa lattiavalun aikana ja sen jälkeen väh. 1 viikon?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
3. Onko lattialämmitysjärjestelmällä käyttötilanteen toimintatakuu, väh. 5 vuotta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
4. Onko lattialämmitysjärjestelmässä lämpösyöksy lämmitysputkiin (häiriötilanne) estetty automaattisella sulkuventtiilillä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
5. Onko lämmitysjärjestelmän jäätyminen estetty (lämpöanturit kriittisissä paikoissa, glykolitäyttö tai muu ratkaisu)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
6. Varaudutaanko korvaamaan vesikiertoinen lattialämmitys asentamalla suoja-putkitus rakennusvaiheessa valmiiksi vesi- tai sähköpattereille?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI

Alapohjan ja seinien liitoskohdat – suunnittelijoiden päänsärky

Lämmöneristyksen tulisi jatkua ulkoseinästä alapohjaan niin yhtenäisenä, että kylmäsiltoja ei synny eivätkä lattian ja seinien alaosan pintalämpötilat jää liian alhaisiksi. Pintalämpötilat eivät saa pakkasellakaan jäädä niin alhaisiksi, että sisäilman vesihöyry tiivistyy pintoihin ja aiheuttaa laho- ja homehaittoja. Ulkoseinää pitkin mahdollisesti valuva sadevesi ei liitoskohdassa (eikä muuallakaan) saa tunkeutua rakenteisiin.

Jos liitoskohta ei ole ilmatiivis, virtaa kylmää ilmaa sisälle aiheuttaen vetoa, pintalämpötilojen alenemista, epäviihtyisyyttä ja lämpöenergian hukkaa. Liitoskohdat ovat haasteita suunnittelijoille.

3. Ulkoseinän ja alapohjan liitoksen lämpö- ja ilmavuodot (lämpökuvauk)					
		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino
1.	Todennetaanko ulkoseinän ja alapohjan liitosalueen eristevirheet ja kylmäsilat käyttämällä lämpökuvaukusta ilman ulko/sisä -paine-eroa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 VTJ
2.	Todennetaanko ulkoseinän ja alapohjan liitosalueen ilmavuodot lämpökuvauksella käyttämällä sisäpuolista alipainetta (toteutettu talon omalla ilmanvaihtokoneella tai erillisellä laitteistolla) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 VTJ
3.	Korjataanko havaitut rakennevirheet ja ilmavuodot? (Jos ei ole korjattavaa, vastaus on "kyllä")	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 VTJ

4. Alapohjan ja seinien liitoskohtien lämpö-, tiiveys- ja kosteusriskit					
		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino
1.	Tehdäänkö alapohjan ja ulkoseinän liittymästä yksityiskohtainen leikkauspiirros, jossa lämpö-, tiiveys- ja kosteustekniset rakenneratkaisut on esitetty?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2 RAK
2p.	Ovatko väliseinien puuosat betonirakenteiden yläpuolella ja niistä eristettyjä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3 RAK

3.2.3

Rakennusvaippa, maksimi 36 pistettä

1. Rakennusvaipan lämpökuvauk ja ilmatiiveysmittaus					
		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino
1.	Rakennuksen lämpövuodot ja ilmatiiveys: Tehdäänkö kaksivaiheinen lämpökuvauk ja tiiveysmittaus (norm.paineessa ja 50 Pa:n alipaineessa)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 VTJ
2.	Ulkovaipassa olevat ilmavuodot ja laajat kylmät sisäpinnat altistavat kosteusriskeille. Onko rakennuksen ulkovaipan ilmavuotoluku alle 2?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 VTJ

Vesikatko on talon tärkein vedeneriste

Vesikatolla pitää olla valittuun katemateriaaliin sopiva riittävä kallistus. Vesi ei saa jäädä seisomaan katolle. Tämän vuoksi tasakatko on osoittautunut selväksi riskirakenteeksi Suomen ankarissa ilmasto-olosuhteissa. Katteen ja aluskatteen on oltava vesitiivis. Erityistä huomiota pitää kiinnittää läpimenojen (ilmanvaihtoputket, savupiiput, kattoikkunat jne.) ympäristen tiivistämiseen sekä kатteen limitykseen ja kiinnitykseen. Aluskatteen tehtävänä on toisaalta estää ullakkotilassa ilman vesihöyryn tiivistyminen kатteen alapintaan ja toisaalta johtaa kатteen alle mahdollisesti päässyt juoksulumi ja muu vesi räystäälle ja pois katolta. Aluskatteen läpimenojen kohdalla pitää olla vesitiivis kaulus ja aluskate on räystäällä ulotettava ulkoseinän ulkopuolelle vähintään 25 cm. Vesikatteen uusimiseen on syytä varautua 30-50 vuoden välein ja vesikatkon vedenpitävyyttä olisi hyvä käydä tarkkailemassa ullakkotilan puolelta aika ajoin. Vuotavasta vesikatosta aiheutuvien vaurioiden korjausta ei vakuutusyhtiöiden kotivakuutuksista yleensä korvata.

Tuuletusta vesikatkon ja yläpohjan väliseen tilaan

Sisäilmassa oleva vesihöyry pyrkii siirtymään diffuusiona yläpohjan läpi ja konvektiona yläpohjan epätiiviysohjeiden kautta yläpohjan ja vesikatkon väliseen tilaan. Tässä tilassa vesihöyryä sitoutuu vesikatkon puurakenteisiin, jolloin ne voivat saada laho- ja homevaurioita. Vesihöyry pyrkii myös tiivistymään kylmien rakenteiden pintoihin pahimmillaan kuuraksi ja jääksi. Keväällä sulamisvesi voi valua yläpohjarakenteisiin aiheuttaen erilaisia kosteusvaurioita. Tämän estämiseksi vesikatkon ja yläpohjan välitilaan on järjestettävä räystäälle ja päätyihin ohjeiden mukaiset tuuletusaukot vesihöyryn poistualettamista varten. Tuuletus on helppo järjestää räystäiden alta ja pitkät räystäät suojaavat muutoinkin rakennusta mm. viistosateita vastaan.

2. Katkon vedenpoisto; sadevesijärjestelmä, kallistukset, räystäät, vesikatkon läpäisy, sisäkallistukset ja aluskatteen asennus		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Suunnitellaanko katon sisäpuolisen vedenpoiston varareitti (ei tarkoita toista kattokaivoa) siten, ettei lammikoituvan veden paino ylitä mitoitustulomäärää kaivojen tukkeutuessa? (Vastaus on "Kyllä" myös silloin, jos kattomuodossa on ulkopuolinen vedenpoisto)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
2.	Onko aluskate tai aluskatteen vesitiivis kate ulotettu ulkoseinän ulkopuolelle vähintään 25 cm? (Vastaus on "Kyllä" myös silloin, jos on sisäpuolinen vedenpoisto)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
3p.	Onko aluskate vesitiivis (myös läpivienneissä) ja kestävydeltään määräysten mukainen ja käyttöikänsä vähintään kатteen käyttöikänsä mittainen? (Jos ei ole aluskatetta, mutta kатteen käyttöikä on väh. 20 vuotta, vastaus on "Kyllä")	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	VTJ
4p.	Onko vesikatkon katejärjestelmä kokonaisuus eli ovatko katemateriaali, kiinnikkeet ja katon läpiviennit yhteensopivia ja kohteen kattokaltevuuteen soveltuvia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	ARK
5.	Onko vesikatkoasentajalla merkkikohtainen valtuutus tai sertifiointi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ
6.	Onko kатteella vähintään 5 vuoden toimivuustakuu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ
7p.	Onko katon sisäjiirit toteutettu RT-ohjekorttien tai valmistajan kirjallisen ohjeen mukaisesti? (Jos sisäjiirejä ei ole, vastaus on "Kyllä")	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	VTJ

3. Yläpohjan riittävä tuuletus ja räystäspituus.

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p. Järjestetäänkö yläpohjan tuuletus RIL 107-2000, kohdan 2.12 mukaisesti?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	RAK
2p. Varmistetaanko yläpohjan katvealueiden (esim. sisäjiirit, piiput ja kattoikkunat) tuuletus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	RAK
3p. Onko räystäillä ja harjalla tuuletusaukkojen suunniteltu muotoilu ja sijoitus sellainen, ettei lumi tai vesi pääse rakenteiden sisään?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	RAK
4. Onko seinärakenteella suojaava räystäs, vähintään 500 mm, tai jos ehto ei täyty, onko seinärakenteen kosteuskestävyys osoitettu erillissuunnitelmassa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK

Yläpohjan höyryn- ja ilmansulun tiiviyyteen on rakennusaikana kiinnitettävä huomiota (läpivientien tiivistäminen), jotta tuuletustilaan pääsevän vesihöyryn määrä saataisiin minimoitua.

Julkisivuverhous on rakennuksen sadetakki

Tyypillisiä puutteita julkisivujen vedenpitävyydessä ovat ikkunapellitysten riittämättömän kallistus ja ulottuma sekä eri materiaalien liittymäkohtien huono tiivistys (esim. pelti/puu, puu/tiili jne.). Julkisivuverhouksen pitää olla kauttaaltaan vesitiivis, mutta sen alla on oltava alhaalta ja ylhäältä avoin tuuletusväli, jonka leveys on vähintään 20 mm. Julkisivulaudoituksen paksuuden olisi oltava vähintään 25 mm. Laudoituksella pitää olla riittävä limitus ja oikein tehty kiinnitys alustaansa. Pystylaudoituksen alla tulee käyttää ristikoolausta tuuletusvälin toiminnan varmistamiseksi. Muuratussa julkisivussa tuuletusraot on paras sijoittaa toiseen tai kolmanteen tiilivarviin. Julkisivuverhouksen alareunan olisi oltava vähintään 30 cm:n korkeudella maan pinnasta. Julkisivua koskettavat puut, pensaat ja muut istutukset lisäävät julkisivun kosteusrasitusta ja lyhentävät sen kestoikää.

4. Puujulkisivujen tuuletus ja oikeat materiaalivalinnat

Jos ei puujulkisivuja, niin ei merkintöjä taulukkoon, siirrytään seuraavaan kohtaan

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p. Onko julkisivupellitysten muotoilu ja asennus sellainen, että seinärakenteiden tuuletus on mahdollinen eivätkä vedet pääse tunkeutumaan seinän sisään?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	RAK
2p. Onko tuuletusrako avoin koko matkalta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	RAK
3. Onko julkisivulaudoitus vahvuudeltaan vähintään 25 mm?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK

Märkätilat, maksimi 31 pistettä

Huomiota märkätilojen detaljisuunnitteluun

Märkätilat eli tilat joissa vettä lasketaan lattialle (pesuhuoneet, saunat yms.) ovat selkeä kosteusriski rakennukselle. Märkätilojen lattioihin ja erityisesti suihkujen kohdalle seiniin on tehtävä kestävä ja pitkäikäinen vedeneristys, joka estää veden tunkeutumisen lattia- ja seinärakenteisiin. **Laatoitus ei ole vedeneristys.** Jotta vedeneristys toimisi luotettavasti vuosikymmeniä, on myös sen alustarakenteiden suunnitteluun ja rakentamiseen syytä kiinnittää huomiota. Lattia- ja seinärakenteista ja erityisesti rakennusosien liittymäkohdista (esim. seinä/lattia) on tarpeellista esittää detaljipiirustukset. Rakennus- ja eristystyöt on tehtävä huolella ja ne on syytä selostaa rakennusselityksessä.

1. Märkätilojen rakenneyksityiskohdat		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Esitetäänkö märkätilojen rakenneyksityiskohdista selkeät leikkauspiirrokset koskien juuri ko. kohdetta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	RAK
2.	Kuvataan rakennusselityksessä selkeästi märkätilojen rakennus- ja eristystyöt koskien juuri ko. kohdetta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK

Sertifioinnilla laatua vedeneristykseen

VTT myöntää vedeneristysjärjestelmille ja –tuotteille tuotesertifikaatteja. Menetelyllä pyritään varmistamaan vedeneristystuotteiden määräystenmukaisuus ja valmiin vedeneristyksen korkea laatu. VTT myöntää myös märkätilojen vedeneristäjille ja rakenteiden kosteusmittaajille henkilösertifikaatteja. Toiminnan tavoitteena on varmentaa, että henkilöllä on riittävä koulutus, käytännön osaaminen sekä määräysten, tuotteiden ja rakennusfysiikan tuntemus. Hänen tulee ylläpitää ja kehittää ammattitaitoaan tekemällä alaan kuuluvia töitä ja pitämällä niistä työpöytäkirjaa sekä osallistumalla riittävästi alan koulutukseen. Sertifikaatin omaava eristäjä huolehtii myös oman työnsä laadunvarmistuksen kosteus-, kalvonpaksuus- ja tiiviysmittauksin. Luettelot myönnettyistä vedeneristys ja henkilösertifikaateista löytyvät VTT:n internetsivuilta (www.vtt.fi). Tietoa vedeneristystarvikkeista saa myös rakennustarvikekaupoista.

2. Sertifioitu vesieristysjärjestelmä ja henkilösertifioitu asennustyö					
	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p. Käytetäänkö sertifioituja ja yhteensopivia vedeneristysmateriaaleja?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	VTJ
2. Käytetäänkö henkilösertifioituja asentajia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
3p. Täyttävätkö märkätilan rakenteet vedeneristysjärjestelmän edellyttämät vaatimukset jäykkyyden, tiiveyden ja elämättömyyden suhteen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	RAK

Vedeneristyksellä on keskeinen rooli kosteusvaurioiden torjunnassa

Märkätilojen vedeneristys jää lattia- ja seinäpinnoitteiden alle piiloon eli sen kuntoa ei voida vuosien kuluttua silmämääräisesti tarkistaa. Siksi sen kestävyys ja pitkäikäisyys on syytä kiinnittää huomiota. Vedeneristyksen pitää kestää toimivana vähintään yhtä kauan kuin sen päällä olevan pintamateriaalinkin.

3. Vesieristyksen laadunvarmennus					
	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p. Varmistetaanko alustan pinnoitettavuus pinnan sileyden ja kosteuspitoisuuden suhteen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	VTJ
2. Varmistetaanko mittaamalla vesieristyksen riittävä tuotesertifikaatin mukainen kuivakalvonpaksuus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
3. Varmistetaanko vesieristyksen ilmatiiveys alipainekalvopumpulla suihkunurkasta ja lattiakaivon läheisyydestä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ
4. Liitetäänkö vesieristys lattiakaivoon asennusohjeen mukaisesti?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
5. Onko mahdollista asumisen aikana selvittää pinnoitteita ja rakenteita rikkomatta vesieristyksen taustan kosteuspitoisuutta? Esim. onko taustarakenteisiin asennettu kosteusilmaisimia tai -hälyttimejä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ

Märkätilat kuiviksi käytön jälkeen mahdollisimman nopeasti

Suihkun ottamisen ja saunomisen jälkeen lattialle ja seinille jäävä vesi on suuri kosteusrasitus märkätiloissa. Pinnat pitäisi saada käytön jälkeen kuiviksi ja ilman suhteellinen kosteus alle 70 % mahdollisimman nopeasti. Kuivissa pinnoissa ja kuivassa ilmassa eivät mikrobit viihdy ja lisäännä. Ympäri vuotisessa käytössä oleva lattialämmitys on paitsi paljaalle jalalle miellyttävä myös tehokas kosteuden haihduttaja lattialta ja siten hyvä lattian kuivaaja. Hyvä ilmanvaihto vie haihtuneen kosteuden ulos ja pitää huolen ilman suhteellisen kosteuden pysymisestä riittävän alhaisena. Ilmanvaihtoa voidaan tehostaa venttiilikohtaisilla ohjaimilla, joiden toimintaa ohjaa ilman suhteellinen kosteus. Märkätilojen pintojen desinfiointi aika-ajoin emäksisellä puhdistusaineella pitää myös mikrobit loitolla ja sisäilman puhtaana. Lattiakaivon puhdistusta ja desinfiointia aika-ajoin ei saa unohtaa.

4. Märkätilan lattialämmitys ja ilmanvaihto ympäri vuotisessa käytössä					
	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Onko ympäri vuotisessa käytössä oleva lattialämmitys?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SÄH
2. Tehostuuko talon ilmanvaihto märkätilan kosteuspitoisuuden mukaan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
3. Kohdistuuko tehostettu ilmanvaihto vain märkätilaan? (RH –ohjatun poistoventtiilin avulla)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI

Vesijohtojen oikea sijoittelu märkätiloissa vähentää kosteusriskejä

Märkätilan vedeneristyksen lävistyksiä putkilla, kiinnikkeillä tms. on syytä välttää tai lävistyksen on tehtävä vesitiiviiksi. Vesijohdot olisi viisainta tuoda vesikalusteille yläkautta pinta-asennuksina, jolloin seinän vesieristykseen ei tule putkien lävistyksiä.

5. Vesikalusteiden ja putkien asennustapa ja sijainti siten, että rikotaan vesieristystä mahdollisimman vähän.					
	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p. Onko vesikalusteiden kiinnitys taustapintaan sellainen, että vesieristys on tiivis asennuksen jälkeen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
2. Tuodaanko vesiputket märkätilaan pinta-asennuksena yläkautta, jolloin ei rikota vesieristystä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI

Talotekniset kalusteet, maksimi 25 pistettä

Mahdolliset laitevuodot heti näkyviin

Kotivakuutuksista korvattavia putkisto- ja laitevuotoja sattuu Suomessa yli 15000 kpl/v. Vuotojen havaitsemiseksi ja vaurioiden rajoittamiseksi on tarpeellista asentaa pesupöytien, sekoittimien sekä astian- ja pyykinpesukoneiden alle suoja-kaualot, jotka ohjaavat mahdollisen vuotoveden lattialle, jolloin vuoto havaitaan heti. Myös kylmäkoneiden alla tarvitaan samanlainen kaukalo, koska vesihöyryn tiivistyminen kylmien putkien ulkopintaan voi aiheuttaa runsasta veden muodostusta ja vaikeitakin kosteusvaurioita.

Lattian ja seinien liitoskohtien tiivistäminen esim. silikonilla estää lattialle mahdollisesti vuotaneen veden tunkeutumisen lattia- ja seinärakenteisiin.

1. Suojaputkien oikea asennus		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p.	Ovatko lämpö- ja vesijohtojen suojaputket vesitiiviitä ja onko niiden alempi pää lattiakaivollisessa tilassa ja vähintään 100 mm toista päätä alempana?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI

2. Jääkaapin, pakastimen ja pesukoneen sekä allaskaapin alle kaukalo		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p.	Onko kuivaan vesieristämättömään tilaan sijoitetun pesuallaspöydän alla vesieristetty kaukalo tai muovimatto, joka nousee reunoista muodostaen edestä avoimen kaukalon? Vuotovesi tulee välittömästi näkyviin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	TIL
2.	Onko kuiviin vesieristämättömiin tiloihin sijoitettujen kylmäkoneiden alla vesieristetty kaukalo tai muovimatto, joka nousee reunoista muodostaen edestä avoimen kaukalon? Vuotovesi tulee välittömästi näkyviin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL
3p.	Onko kuiviin vesieristämättömiin tiloihin sijoitettujen astian- ja pyykinpesukoneiden alla vesieristetty kaukalo tai muovimatto, joka nousee reunoista muodostaen edestä avoimen kaukalon? Vuotovesi tulee välittömästi näkyviin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	TIL

Putkistovuotoihin on hyvä varautua

Putkien ikä on 30-50 v. Niiden uusimisen helpottamiseksi ja mahdollisten vuotojen havaitsemisen nopeuttamiseksi putkien sijoittamista rakenteisiin tulisi välttää. Jos tämä ei ole mahdollista, tulee putket sijoittaa suojaputkiin. Niiden toisen pään tulee sijaita lattiakaivollisessa teknisessä tilassa vähintään 10 cm toista päätä alempana. Teknisen tilan lattiassa tulisi olla vedeneristys, joka ulottuu myös seinille noin 10 cm. Tilan lämpötilan on oltava niin korkea, että putkissa oleva vesi ei jäädy lämmityskatkosten aikana. Kesällä ilman vesihöyryn tiivistyminen kylmien putkien ulkopintaan voi aiheuttaa runsasta veden muodostusta ja vaikeitakin kosteusvaurioita. Siksi kylmät putket eristetään höyrytiivillä lämmöneristeellä.

3. Rakenteiden sisälle asennettavat vesijohdot ja teknisen tilan vedeneristys		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p.	Asennetaanko vesijohdot rakenteiden sisään niin, että mahdollinen vuotovesi tulee heti näkyviin? Esim. käyttämällä tiivistä suojaputkea.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
2.	Tehdäänkö teknisen tilan lattiaan vedeneristys, joka nousee seinälle vähintään 50 mm?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	RAK
3p.	Johdetaanko varoventtiilien poistoputket ja ilmanvaihtokojeen kondenssivesiputki lattiakaivoon johtavaan putkeen tai altaaseen niin, ettei vesi valu lattialle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI

Vesivuodon nopea pysäyttäminen rajoittaa vaurion laajuutta

Rakenteiden sisään asennettavilla kosteusmittareilla, vuodonilmaisimilla ja kosteushälyttimillä voidaan nopeasti todeta mahdollinen putkistovuoto tai muu kosteusvaurio. Vesimittari ei välttämättä pyörinnällään ilmaise pientä vuotoa verkostossa. Vuodon sattuessa vesijohto pitäisi osata ja voida sulkea mahdollisimman nopeasti ja mieluummin automaattisesti. Vesikiertoisessa lämmitysjärjestelmässä vuoto näkyy heti paineen alenemisena ja lämmityksen keskeytymisenä. Sen havaitsemista voidaan nopeuttaa automaattisella hälyttimellä. Vettä ei saa lisätä, vaan vuotopaikka tulee etsiä ja korjata välittömästi. Kosteusmittarien, vuodonilmaisimien ja kosteushälyttimien toimintakunto pitäisi voida tarkistaa aika ajoin. Tarvittaessa ne tulisi olla uusittavissa, jotta ne täyttäsivät tehtävänsä vielä vuosikymmenien kuluttuakin.

4. Automaattinen paineellisen veden vuotohälytys		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Järjestetäänkö vesijohtoverkoston vuotojen automaattinen hälytys vesimittarista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
2.	Järjestetäänkö lämmitysverkoston vuotojen automaattinen hälytys verkostopaineesta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
3.	Onko mahdollista sulkea paineellinen vesi ulko-oven vierestä talon keskitetyn ohjauksen avulla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
4.	Voiko GSM-verkon välityksellä ohjata talon vedenpainetta ja lämmitystä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
5.	Ohjataan hälytykset, esim. vesivuodot, lämmityshäiriöt, palo- ja murtohälytykset, myös GSM-verkkoon?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI

3.3

Työmaan kosteudenhallinta, maksimi 10 pistettä

3.3.1

Rakennustyömaan olosuhdehallinta, maksimi 5 pistettä

Työmaan kosteudenhallinnalla tärkeä rooli

Rakennusmateriaalit ja -tarvikkeet on työmaalla suojattava kastumiselta ja pidettävä kuivina kuljetuksen ja työmaavarastoinnin aikana. Keskeneräiset rakenteet on suojattava haitalliselta kastumiselta, sadevesi ei saa tunkeutua eristetilaan ja muihin vaikeasti kuivattaviin paikkoihin. Vesikatto ja julkisivuverhous olisi saatava valmiiksi mahdollisimman nopeasti suojaamaan rakennusta sateilta. Mahdollisesti kastuneet rakenteet on kuivatettava ja rakennekosteus on poistettava riittävässä määrin ennen rakenteiden peittämistä. Kuivausta on syytä tarkkailla kosteusmittauksin ja rakennusaikatauluun on varattava aikaa riittäväälle kuivatukselle. Betonirakenteille on hyvä tehdä kuivumisaika-arvio, jonka tekemisestä rakennesuunnittelija vastaa. Kuivausta voidaan nopeuttaa nostamalla rakennuksen sisällä ilman lämpötilaa lämmityksellä ja alentamalla sen suhteellista kosteutta tuuletuksella.

1. Rakennustyömaan olosuhdehallinta		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Varaudutaanko rungon suojaamiseen kastumiselta? Esim. onko järjestyvä työjärjestys, sadesuojataanko keskeneräiset rakenteet, onko sadesuojia riittävästi käytettävissä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
2.	Varastoidaanko materiaalit irti maasta ja suojataanko sateelta sekä toimiiko tuuletus suojauksen alla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
3.	Tehdäänkö ennen valuja betonirakenteiden kuivatussuunnitelma, joka sisältää tavoiteolosuhteiden määrittämisen, kuivumisaika-arvion, ulko- ja sisäilman olosuhteiden huomioonottamisen, rakennuksen oman lämmitysjärjestelmän hyödyntämisen ja lisälämmitystarpeen arvioinnin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ

3.3.2

Sertifioidut kosteusmittaukset, maksimi 3 pistettä

Kuivuminen varmistetaan kosteusmittauksilla

Lattioiden betonivalujen pitää olla riittävän kuivia ennen lattiapäällysteiden kiinnittämistä niiden päälle. Vaadittava kuivumisaste riippuu päällystemateriaalista ja käytettävästä liimasta. Liian aikainen päällystäminen voi johtaa päällysteen irtoamiseen, liiman hajoamiseen ja myrkyllisten hajoamistuotteiden ja hajujen tunkeutumi-

seen sisäilmaan. Betonin riittävä kuivuminen on syytä varmistaa ammattitaitoisen kosteusmittaajan toimesta.

1. Sertifioidut kosteusmittaukset		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko kosteusmittaajalla kosteusmittauksen henkilösertifikaatti?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ
2.	Määritetäänkö rakenteiden kosteuspitoisuus oikealla mittaustavalla ja tehdäänkö niiden pohjalta tarvittavat toimenpide-ehdotukset? Esim. lisäkuivatus tai päällystäminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ

3.3.3

Kosteudenhallinnan organisointi ja seuranta, maksimi 2 pistettä

1. Kosteudenhallinnan organisointi ja seuranta		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Opastetaanko työntekijät kosteudenhallintaan työn alkaessa vastaavan työnjohtajan suullisella ja kirjallisella (yksi A4) ohjeella?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ

3.4

Asumisen kosteudenhallinta, maksimi 9 pistettä

3.4.1

Rakennuksen käytön ja huollon opastus, maksimi 3 pistettä

1. Rakennuksen käytön ja huollon opastus		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Esitetäänkö huoltokirjassa rakennuksen käytön kosteusriskit ja huolto-toimenpiteet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
2.	Järjestetäänkö asukkaille rakennuksen käytön ja huollon henkilökohtaista opastusta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ARK

3.4.2

Asumisen aikainen kosteudenhallinta, maksimi 6 pistettä

Asukkaillekin vastuuta kosteusvaurioiden torjunnassa

Myös pientaloa varten on sen suunnittelijoiden laadittava huoltokirja. Siinä lueteloidaan ne tarkistus-, huolto- ja uusimistoimenpiteet, jotka asukkaiden tulee tehdä huoltokirjassa määritellyin aikaväleihin. Säännöllisellä huollolla voidaan ehkäistä kosteusvaurioita ja havaita ne alkuvaiheissa, jolloin vaurioiden laajuus jää pieneksi ja korjaustoimenpiteisiin voidaan ryhtyä ennen vaurion pahenemista. Suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja laitetoimittajien tulee antaa asukkaille rakennuksen käytön ja huollon opastusta erityisesti LVIS-tekniikoiden järjestelmien osalta. Asukkaiden pitää tiedostaa kosteusriskit, välttää niitä ja osata toimia oikein mahdollisissa vuoto- ja vauriutilanteissa. Veden huolellinen käsittely niin rakennuksen sisällä kuin ulkopuolellakin on luonnollisesti peruslähtökohhta asukkaiden toiminnalle kosteusvaurioiden torjunnassa.

2. Asumisen aikainen kosteudenhallinta		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Opastetaanko asukkaat henkilökohtaisesti toimimaan vesivuototilanteissa? esim. katkaisemaan paineellisen veden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
2.	Opastetaanko asukkaat suihkun jälkeen mekaanisesti lastalla kuivaamaan kastuneet pinnat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL
3.	Opastetaanko asukkaat siivouksen yhteydessä ja mahdollisen veden kaatumisen jälkeen kuivaamaan nopeasti ja tarkasti kaikki vesi pois, erityisesti seinien ja kalusteiden viereltä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL

Tietolähteitä:

1. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa C2, Kosteus, määräykset ja ohjeet 1998. Ympäristöministeriö 1998. 16 s..
2. Kosteus rakentamisessa. RakMK C2 opas.Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 51. Helsinki 1999. 44 s.
3. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet RIL 107-2000. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. Helsinki 2000. 194 s.
4. Vesivahinkojen estäminen rakentamisessa. Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 111. Rakennustieto Oy. Helsinki 2004.
5. SisäRYL 2000. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt. Rakennustietosäätiö. Hämeenlinna 1998. 354 s. + liitteet.
6. Pientalojen kosteusvauriot-yleisyyden ja korjauskustannusten selvittäminen. Kansanterveystieteen laitoksen julkaisuja B6/1995. Kuopio 1995. 48 s. + liitteet.
7. Haapio Samppa, Joka kolmannessa joitakin vaurioita: Raksystems selvitti suomalaisten pientalojen kunnon ja riskirakenteet Talomestari 29(2005):3, ss. 66-67.
8. Rakennusten ja tonttialueiden kuivatus RIL 126-1987. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. Helsinki 1987.
9. Merikallio Tarja, Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Suomen Betonitieto Oy. Helsinki 2002. 58 s.
10. Lämmön- ja kosteudeneristys RIL 155-1984. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. Helsinki 1984. 378 s.
11. Björkholtz Dick, Rakennusten kuivattaminen. Suomen Rakennusteollisuusliitto r.y. Oy Dick Björkholtz Consulting Ab ja Rakentajain Kustannus Oy. Helsinki 1990.

4 Sisäilmaston laatu, maksimi 186 pistettä

4.1

Sisäilmaston merkitys ja epäpuhtaudet

Ihminen käyttää tavallisesti vuorokaudessa litran verran ruokaa ja pari litraa vettä, mutta vähintään 15 000 litraa ilmaa hengitykseen. Ilmasta suurin osa eli 80-90 % on sisäilmaa. On selvää, että sisäilman laadulla on suuri merkitys ihmisten terveyteen ja asuntojen viihtyisyyteen. Hyvään sisäilmastoon vaikuttavat ilman laadun ja puhtauden lisäksi sisäilman ja pintojen lämpötilat, ilman liike ja veto, ilman kosteus, melu ja valaistus.

Ilman epäpuhtauksia on suuri määrä: orgaaniset ja epäorgaaniset kaasut, hiukasmaiset epäpuhtaudet (orgaaninen ja epäorgaaninen pöly, kuidut, tupakan savu jne.) sekä erilaiset bioaerosolit, kuten homeitiöt, homeiden osat ja aineenvaihduntatuotteet, bakteerit, virukset, punkit yms. Näitä esiintyy sisäilmassa aina enemmän tai vähemmän. Liian korkeina pitoisuuksina ne aiheuttavat monenlaisia terveydellisiä ongelmia etenkin yhdistettyinä sisäilman liian korkeaan tai matalaan kosteuteen, lämpötilaan ja vetoisuuteen. Sairusrakennusoireet WHO:n mukaan ovat

- nenän, kurkun ja silmien ärsytys
- kuivat limakalvot ja kuiva iho
- ihon punaläikkäisyys
- väsymys ja päänsärky
- hengitystietulehdukset ja yskä
- käheä ääni
- yliherkkyysoireet (allergiat)
- pahoinvointi ja huimaus

Huonon sisäilmaston aiheuttamat terveydelliset haitat ovat tehtyjen selvitysten mukaan varsin yleisiä. Sisäilmayhdistyksen raportin no 9 /5/ mukaan jopa joka toisessa asunnossa on havaittu asukkaissa jonkinasteinen sisäilmastosta johtuva sairusrakennusoire. Em. julkaisussa arvioitiin v. 1997 huonon sisäilman aiheuttamiksi kustannuksiksi pientaloissa 200 miljoonaa markkaa vuodessa.



Kuva 20. Suurien ikkunoiden säteilysuojaus ritilärakenteilla parantaa sisäilmaston laatua kesällä /Juha Sarkkinen/.



Kuva 21. Tulo- ja poistoilmaa varten tarvitaan pientalossakin IV-kanavia, joille pitää järjestää tila ja huoltomahdollisuus /Juha Sarkkinen/.

4.2

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot, maksimi 116 pistettä

4.2.1

Perusratkaisut, maksimi 43 pistettä

Sisäilmastoluokitus 2000 ohjaa hyvään sisäilmastoon

Sisäilmastoluokitus 2000 antaa ohjeita hyvän sisäilmaston rakentamiseen. Rakennuttaja määrittelee suunnittelijoiden kanssa haluamansa laatutason sisäilmaston lämpöolosuhteille, äänitasolle, ilmanvaihdolle ja ilman puhtaudelle. LVI- ja muut suunnittelijat tietävät ne toimenpiteet ja suunnitteluratkaisut, joilla valittuun laatutason päästään. Ilmanvaihdon ja lämmityksen tekniset järjestelmät ja tuotteet sekä rakennuksen rakenteelliset ratkaisut ja pintamateriaalit valitaan halutun laatutason mukaan.

Työmaasuunnittelussa ja -toteutuksessa kosteuden- ja pölynhallinta ovat avainasemassa hyvään sisäilman laatuun pyrittäessä. Ilmanvaihtokanavien puhtaus ja vähäpäästöisten materiaalien ja tarvikkeiden valinta vaikuttavat merkittävästi sisäilman laatuun. Järjestelmien ja laitteiden huolto sekä asumistottumukset vaikuttavat viime kädessä sisäilman laatuun.

Sisäilmastoluokitus 2000 löytyy esimerkiksi rakennustietokortista RT 07-10741 /3/.

1. Tavoiteltava sisäilmaston laatu (sisäilmastoluokitus 2000:n mukaisesti)						
		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko tavoitteena S3, tyydyttävä sisäilmasto, joka vastaa säädösten mukaista minimitasoa? VAI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	TIL
	Onko tavoitteena S2, hyvä sisäilmasto tai jokin sen erityisominaisuus esim. jäähdytys tai tehostettu suodatus? VAI	<input type="checkbox"/>			3	TIL
	Onko tavoitteena S1, yksilöllinen sisäilmasto lukuun ottamatta lämpö- ja kosteusoloja? VAI	<input type="checkbox"/>			4	TIL
	Onko tavoitteena S1, yksilöllinen sisäilmasto lukuun ottamatta kosteusoloja? VAI	<input type="checkbox"/>			4.5	TIL
	Onko tavoitteena S1, yksilöllinen sisäilmasto mitään poisrajaamatta?	<input type="checkbox"/>			5	TIL
2.	Onko minimitasoa parempi sisäilmaston tavoitetaso (S1 tai S2) huomioitu LVI-suunnittelussa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
3.	Onko minimitasoa parempi sisäilmaston tavoitetaso (S1 tai S2) huomioitu tilasuunnittelussa ja sisustamisessa, mm. teknisen tilan sijainti ja oleskelutilojen suuntaus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ARK
4.	Onko minimitasoa parempi sisäilmaston tavoitetaso (S1 tai S2) huomioitu rakennesuunnittelussa, mm. radonsuojaus ja ääneneristys?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	RAK

Ilmanvaihtojärjestelmän osia pitää uusia, huoltaa ja puhdistaa

Ilmanvaihtokojeen paras paikka on lämmin tekninen tila. Kojeen pitäisi olla helposti huollettavissa ja puhdistettavissa. Kojeen käyttöikä on 20-30 vuotta eli se joudutaan uusimaan rakennuksen käyttöiän aikana ehkä useastikin.

Ilmanvaihtokanavien paras paikka on ulkovaipan lämpimällä puolella. Tällöin ne eivät riko höyrynsulkuja, ne ovat helpommin puhdistettavissa ja uusittavissa. Vesihöyryn kondensoitumisriski on pienempi eikä kanavia tarvitse lämmöneristää. Jos kanavat ovat kylmässä ullakotilassa, on ne eristettävä ja niiden läpimenot höyrynsulun läpi tiivistettävä.

2. Teknisten järjestelmien sijoitus, puhdistettavuus, eristys						
		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko ilmanvaihtokanavat sijoitettu lämmöneristeen ja rakennuksen höyrynsulun sisäpuolelle? VAI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
	Onko ilmanvaihtokanavat sijoitettu kulkukelpoisiin yläpohjan tuuletus- tai ullakotiloihin, joissa on kulkusillat ja huoltotasot?	<input type="checkbox"/>			1	LVI
2.	Onko rakennus ja asennukset suunniteltu niin, että ilmanvaihtokanavat ovat tarkastettavissa, huollettavissa ja muunneltavissa rakenteita rikkomatta tai näkyvillä.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
3.	Onko tarvittavat ilmanvaihtokanavien lämpö- ja kondenssieristykset tilakohtaisesti suunniteltu, mm. LTO-kojeen ulko-, tulo- ja jäteilmakanavistojen kondenssieristykset rakennuksen höyrynsulun sisäpuolella?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
4.	Onko rakennuksessa erillinen tekninen tila, jonne on käynti ainakin suoraan ulkoa tai vaihtoehtoisesti autotallin tai varaston kautta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK

Ilman päästävä siirtymään huoneesta toiseen

Asunnoissa ilma johdetaan yleensä makuu- ja olohuoneisiin sekä muihin oleskelutiloihin ja poistetaan keittiö-, WC-, pesu- ja varastotilojen kautta. Ilman pitää päästä virtaamaan huonetilasta toiseen suunnitellusti esim. reilujen kynnyksrakojen tai erillisten siirtoilmasäleikköjen kautta. Siirtoilmareitit ja niiden mitoitus pitää merkitä suunnitelmiin.

Asukkaan tulisi olla selvillä talonsa ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta ja reiteistä, joita pitkin ilma siirtyy. Ilmansiirotoreittejä ei saa sulkea. Jos kynnykset asennetaan ja siirtoilmareitit suljetaan esim. haluttaessa parempaa ääneneristystä huoneiden välille, ei ilmanvaihto toimi suunnitellusti. Tällöin ilmanvaihtomäärät pienenevät ja painesuhteet muuttuvat, mikä heikentää sisäilman laatua ja voi aiheuttaa kosteusrasituksia rakenteille. Tehokas ilmanvaihto ja aiempaa suuremmat ilmamäärät vaativat myös aiempaa väljempiä siirtoilmareittejä.

3. Mitoitusperiaatteet ja muuntojoustavuus					
	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p. Onko asuinhuoneiden tuloilmavirrat mitoitettu huonekohtaisesti ja henkilöperusteisesti valitun laatutason(S1 - S3) ja henkilömäärän mukaisiksi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
2. Onko suunnitelmiin merkitty huoneittain IV-laitteistojen mitoituksen perusteena olevat suurimmat henkilömäärät, joille saadaan riittävät tuloilmavirrat vain perussäätöä tarkistamalla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
3p. Onko henkilöperusteisesti mitoitettut tuloilmavirrat tarkistettu niin, että huoneiston ilmanvaihtokerroin ja kaikkien huoneiden ilmanvaihto on ohjeiden mukainen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
4. Onko ilmanvaihto- ja tilasuunnittelussa huomioitu huoneiden käyttötarkoituksen tai henkilömäärien muutokset?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
5. Onko väliseinien ja -ovien siirtoilmasäleiköt ja -kynnyksraot huonekohtaisesti mitoitettu, merkitty myös ARK tai RAK-suunnitelmiin ja toimivuus tarkistettu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
6. Mahdollistaako talotekniikka- ja tilasuunnittelu huoneiden jakamisen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
7. Onko talotekniikka- ja tilasuunnittelussa huomioitu mahdollisuus sivuasunnon erottamiseen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI

Ääneneristys ei este ilmanvaihdolle

Opiskelun, työn, television katselun, musiikin kuuntelun tai muun syyn vuoksi voi asukas haluta tavallista parempaa ääneneristystä asunnon eri huoneiden välille. Asia voidaan ratkaista suunnitteluvaiheessa esim. huonetilojen keskinäisellä sijoittelulla ja käyttämällä ääntä hyvin eristäviä eli massiivisia ja ilmatiiviitä rakenteita huoneiden välisissä seinissä. Ilmanvaihdon siirtoilmareiteiksi tarvittavia kynnyksrakojen ja siirtoilmasäleikköjä ei voida tällöin väliseinissä käyttää, koska ääni tunkeutuu pientenkin rakojen kautta huonetilasta toiseen. Äänieristettäviin huoneisiin on sen vuoksi järjestettävä huonekohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto ja asennettava ilmanvaihtokanaviin huoneiden välille äänenvaimentimet tai ainakin käytettävä ääntä vaimentavia siirtoilmasäleikköjä huoneiden välisissä seinissä. Ilman tulee joka tapauksessa vaihtua aina ja jokaisessa huoneessa.

4. Äänitekniset ominaisuudet ja vetohaitat						
		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko vanhempien makuuhuone ääneneristetty muusta huoneistosta: rakenteet, ääneneristetty ovi ja tulo-/poistoilmanvaihto kanavoinnit äänenvaimentimiseen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
2.	Onko muut makuu- ja työhuoneet ääneneristetty muusta huoneistosta: rakenteet, tiiveys ja tulo-/poistoilmanvaihto kanavoinnit äänenvaimentimiseen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
3.	Onko ilmanvaihtokone, öljy- ja kaukolämmityslaitteet sijoitettu riittävän etäälle oleskelutiloista, tarvittavat kannake- ja äänenvaimennusdetaljit suunniteltu, äänitasolaskelmat tehty ja äänitasot tarkistettu huoneittain?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK

5. Rakennuspaikan huomioiminen ja muut erityisominaisuudet						
		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko etelään suuntautuviissa ikkunoissa aurinkosuojat ja otetaanko ilmastoinnin ulkoilma varjoisesta paikasta.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
2.	Onko tontilla ulkona katoksellinen pyykinkuivauspaikka?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
3.	Onko asunnossa kondensoiva kuivausrumpu tai kuivauskaappi erillisellä poistoilmakanavalla vesikaton yläpuolelle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
4.	Onko ilmanvaihdon poistoilmaventtiili ainakin kahdessa seuraavista paikoista: tuulikaappi, ulkoiluvaatteiden säilytyskaappi ja keittiön jätökaappi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI

4.2.2

Ilmanvaihtolaite, maksimi 37 pistettä

Rakennus hengittää ilmanvaihtojärjestelmällään

Ilmanvaihdon tehosäätimessä tulisi olla merkittynä ja ohjeistettuna vähintään mini-miä, normaalia ja tehostettua ilmanvaihtoa osoittavat kolme käyttökytkimen asentoa. Ilmanvaihtoa käytetään usein liian pienellä teholla tai suljetaan kokonaan esim. käyttökustannusten tai liian voimakkaan äänen takia. Ilmanvaihdon tulee toimia yleensä normaalin käyttöajan teholla ja tällöin huoneiston ilman tulee vaihtua noin 0,5 kertaa tunnissa. Tarvittaessa käytetään tehostettua ilmanvaihtoa.

Ilmanvaihtoa ei saa pysäyttää milloinkaan. Pitkän poissaolon aikana ilman pitää vaihtua minimimäärän eli noin 0,2 kertaa tunnissa. Pysäytetyllä tai pienellä ilmanvaihdolla sisäilman kosteuspitoisuus nousee, jolloin vesihöyry voi tiivistyä rakenteisiin ja ilmanvaihtokanavien sisäpintoihin aiheuttaen kosteusvaurioita ja terveysriskejä. Asian tärkeys ja ilmanvaihtokoneen oikea käyttö on ohjeistettava asukkailla selkeillä käyttöohjeilla. Ilmanvaihdon pysäyttäminen tai liiallinen rajoittaminen on lähes samaa kuin ihmisen hengityksen pysäyttäminen tai rajoittaminen.

1. Laitteiston käyttö ja säätömahdollisuudet

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
Kun ilmanvaihdon ilmamäärää säädetään käsitteillä kytkimellä:					
Onko ilmanvaihdon ilmamäärän säätimeen merkitty ja ohjeistettu ainakin seuraavat kolme tehotasoa: minimi (pitkäaikainen poissaolo), normaalin käyttäjän ja tehostettu ilmanvaihto (vähintään 30% tehostus normaalisista)?					
1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
Kun ilmanvaihdon ilmamäärä säätyy automaattisesti: Säättääkö automatiikka ilmanvaihtokoneen ilmamäärää? VAI					
2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
Säättääkö automatiikka ilmanvaihtoa huonekohtaisesti?					
	<input type="checkbox"/>			2	LVI
3. Onko asunnossa 1 ilmanvaihtoa säättävä hiilidioksidianturi? VAI					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5	LVI
Onko asunnossa 2 tai useampia ilmanvaihtoa säättävää hiilidioksidianturia? VAI					
	<input type="checkbox"/>			1	LVI
Asunnossa ei ole ilmanvaihtoa säättävää hiilidioksidianturia?					
	<input type="checkbox"/>			0	LVI
4. Onko asunnossa yksi ilmanvaihtoa säättävä kosteusanturi tai automaattisesti säätyvä poistoilmaventtiili? VAI					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5	LVI
Onko asunnossa kaksi tai useampi ilmanvaihtoa säättävää kosteusanturia tai automaattisesti säätyvä poistoilmaventtiiliä? VAI					
	<input type="checkbox"/>			1	LVI
Asunnossa ei ole ilmanvaihtoa säättävää kosteusanturia tai automaattisesti säätyvä poistoilmaventtiiliä?					
	<input type="checkbox"/>			0	LVI
5p. Onko minimi ilmanvaihtoa pienemmän tehon käyttö estetty tai käyttökytkimen asennot ohjeistettu kielletyiksi?					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI

Pakkanen testaa ilmanvaihtolaitteiston

Paikalliset olosuhteet tulee ottaa huomioon laitteistoa valittaessa. Poistoilman sisältämä vesihöyry jäätyy helposti kovilla pakkasilla lämmöntalteenottokennon kylmiin pintoihin. Jäätyneen estämiseksi tehdyt järjestelyt voivat aiheuttaa ongelmia. Tuloilmapuhaltimen pysähtely pakkasilla aikaansaa huonetiloihin alipaineen ja lisääntyneitä vuotoilmavirtoja. Nämä voivat puolestaan aiheuttaa veto- ja hajuhaittoja. Lämmöntalteenottokennon ohittaminen ja alimitoitettu jälkilämmitin päästävät tuloilman kylmänä huoneisiin, mikä voi laskea huonelämpötilaa ja aiheuttaa vetoa.

Ongelmat voidaan välttää, jos laitteet suunnitellaan puhaltamaan keskeytymättä halutulla teholla tarpeeksi lämmintä ilmaa huonetiloihin kovallakin pakkasella. Tuloilman lämmittimen teho, lämmitystapa sekä esi- ja jälkilämmityksen toteutus vaikuttavat asiaan. Ilmanvaihtolaitteiston toimintavarmuus pakkasella on syytä varmistaa jo laitteistoa valittaessa. Valinta kannattaa tehdä yhteistyössä LVI-suunnittelijan kanssa.

2. Ääriolosuhteiden vaikutus koneeseen ja sisäilmastoon

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Pitääkö ilmanvaihtokone tuloilman 17 °C lämpöisenä ja lämmöntalteenottokennon huurteettomana -30 °C ulkolämpötiloillakin tuloilmavirtaa vähentämättä tai pysäyttämättä? Mikäli vastaus tähän on ei , vastaa seuraaviin kysymyksiin, muutoin siirry kohtaan 3: Tuloilman suodatustaso.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	LVI
2. Jäätymisenesto: Pysähtyykö tuloilmapuhallin termostaatin ohjaamana, tai ilmanvaihtokoneessa ei ole lämmöntalteenotto yksikköä? VAI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
Pysähtyykö tuloilmapuhallin valokennon tms. ohjaamana? VAI	<input type="checkbox"/>			3	LVI
Ohitetaanko lämmöntalteenottokenno termostaatin ohjaamana? VAI	<input type="checkbox"/>			3	LVI
Ohitetaanko lämmöntalteenottokenno valokennon tms. ohjaamana? VAI	<input type="checkbox"/>			4	LVI
Onko ilmanvaihtokoneessa pyörivä lämmöntalteenotto kenno tai muu vastaava järjestelmä?	<input type="checkbox"/>			4	LVI

Automatiikka säästää ilmanvaihdon energiankulutusta

Ilmanvaihdon kuluttaman energian vähentämiseksi on järkevää pienentää ilmanvaihtoa silloin kun tarve on pieni. Automatiikalla voidaan ilmanvaihtoa ohjata todellisen tarpeen mukaan ja samalla ilmanvaihdon ohjaus helpottuu käsisäätöiseen ilmanvaihtoon verrattuna.

Yleisimmin ilmanvaihtokoneen tehoa ohjataan ilman suhteellista kosteutta tai hiilidioksidipitoisuutta mittaavien antureiden avulla. Yleensä automatiikka ohjaa järjestelmän kokonaistehoa, jolloin ilmanvaihto muuttuu koko rakennuksessa. Ihanne on tilakohtainen säätöautomatiikka. Tällöin pesuhuoneessa voidaan käyttää ilman kosteus- ja hiilidioksidipitoisuuden mukaan säätöä poistoilmaventtiiliä, joka tehostaa vain pesuhuoneen ilmanvaihtoa sen käytön ja kuivumisen aikana. Olo- ja makuuhuoneissa voidaan käyttää hiilidioksidipitoisuuden mukaan säätöä venttiileitä, jotka säätävät vain näiden tilojen ilmanvaihtoa huoneessa olevan henkilömäärän mukaan. Kaikissa tiloissa tulee kuitenkin aina olla vähintäänkin perussäädetty minimi-ilmanvaihto.

3. Tuloilman suodatustaso

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. 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.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
2. Voiko ilmanvaihtokoneeseen vaihtaa vähintään F7 tason suodattimen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI

4. Erityisominaisuudet					
	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p. Onko tulisijojen käyttö huomioitu ilmanvaihdossa, esim. takkakytkin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
2. Voidaanko ilmanvaihdolla tasata lämpöä, esim. kierrätysilman avulla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
3. Onko ilmanvaihtokoneessa huollosta ja vioista ilmoittava järjestelmä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
4. Onko ilmanvaihtokoneessa suodattimen ahtaumisesta ilmoittava järjestelmä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
5. Onko ilmanvaihtokoneessa kesällä automaattisesti lämmöntalteenoton ohittava järjestelmä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
6. Kuuluuko laitetoimitukseen koneen puhdistusvälineet tai ainakin kattavat puhdistusohjeet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI

5. Ilmanvaihtolaitteen valinta ja soveltuvuus					
	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p. Onko LVI-suunnittelija esitellyt ja selvittänyt rakennuttajalle edellisten kohtien(1-4) asiakokonaisuudet ennen ilmanvaihtokoneen valintaa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
2p. Onko laskennallisesti tarkistettu, että suunnitellulla käyttöajan ilmanvaihdon teholla tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho SFP on enintään 2,5 kW/(m ³ /s).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
3p. Vastaavatko valitun ilmanvaihtokoneen ominaisuudet haluttua ja määritettyä tarvetta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI

4.2.3

Rakennusmateriaalit ja siivous, maksimi 19 pistettä

Pintamateriaalien päästöt uhka sisäilman laadulle

Rakennuksen sisäpinnoissa ja rakenteissa käytetyistä materiaaleista erittyy sisäilmaan päästöjä, jotka voivat pilata sisäilman. Siksi kannattaa käyttää vain vähäpäästöisiä pintamateriaaleja. Rakennusmateriaaleille on luotu päästöluokitus, jota ylläpitää Rakennustietosäätiö. Testien perusteella materiaalit voidaan sijoittaa päästöluokkiin M1, M2 tai M3 sen perusteella, miten paljon niistä erittyy haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, formaldehydiä, ammoniakkia, karsinogeenia ja hajuja. Luokka M1 on vähäpäästöisin, johon kuuluvia materiaaleja on siten järkevää käyttää. Toistaiseksi kaikki luokitellut tuotteet kuuluvat luokkaan M1. Luettelo M1-luokan materiaaleista ja tuotteista löytyy Rakennustietosäätiön kotisivuilta www.rts.fi/M1. Hyvän sisäilmaston kannalta tärkeimpiä ovat vähäpäästöiset sisäverhouslevyt, lattiapäällysteet, maalit ja lakat, tapetit ja yleensä kaikki materiaalit, jotka ovat välittömässä kosketuksessa sisäilmaan.

1. Luokiteltujen materiaalien käyttö		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Ovatko sisäpintoissa käytetyt materiaalit (levyt, paneelit, yms.) M1-luokiteltuja? Tavanomainen IV-suunnittelu edellyttää vähäpäästöisten materiaalien käyttöä!	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
2.	Ovatko sisäpintoilla käytetyt pinnoitteet (maalit, tapetit, yms.) M1-luokiteltuja?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
3.	Ovatko täydentävät rakennusosat (listat, ovet, ikkunat, yms.) M1-luokiteltuja?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ARK
4.	Onko kiintokalusteiden päästöluokka ilmoitettu tarjouspyynnön ja tarjouksen yhteydessä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ARK

2. Keskuspölynimuri		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko rakennuksessa keskuspölynimuri? Jos vastaat ei, siirry kohtaan 3: pintamateriaalien ja tilaratkaisujen siivoustekninen arviointi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
2p.	Onko keskuspölynimuri sijoitettu asuintilojen ulkopuolelle Onko keskuspölynimurin poistoilman äänenvaimennus RakMK:n ohjeen mukainen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	ARK
3.	Onko keskuspölynimuri sijoitettu asuintiloista erotettuun ulko-ovelliseen, varaston tai autotallin kautta kuljettavaan esim. tekniseen tilaan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK

3. Pintamateriaalien ja tilaratkaisujen siivoustekninen arviointi		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Asunnossa ei ole siivouksen erityisjärjestelyjä vaativia ratkaisuja (esim. lattiasta yli 3 metrin korkeudella olevia ilmanvaihtoventtiileitä tai ikkunoita) tai ne on erikseen huomioitu siivousohjeistuksessa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
2.	Ovatko kaikki pinnat sileitä ja nihkeäpyyhinnän tai ainakin imuroinnin kestäviä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
3.	Onko rakenteet ja asennukset suunniteltu ja tehty niin, että kaikki sisäilmaan rajoittuvat paikat ovat siivottavissa ja puhdistettavissa, tulisijojen ja märkätilojen ilmaaot, LVI-asennukset yms.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK

4.2.4

Rakenteet ja järjestelmät, maksimi 17 pistettä

Isoista ikkunoista kylmähaittoja talvella ja lämpöhaittoja kesällä

Hyvienkin ikkunoiden sisäpinnan pintalämpötila voi olla pakkasella vain 10-15 astetta. Tämän vuoksi sisäilma ikkunan pinnassa jäähtyy ja raskaampana valuu alaspäin. Syntyvä ilmavirta tuntuu vetona ikkunan lähellä. Ihmisestä kylmään ikkunapintaan suuntautuva lämpösäteily saa sisäilman tuntumaan todellista kylmemmältä, ikkunan

vierellä palelee. Veto- ja säteilyhaitat ovat sitä voimakkaampia mitä suurempia ikkunat ovat, mitä alempi pintalämpötila on ja mitä lähempänä ikkunaa ihmiset ovat.

Haittaa voidaan lievittää rajoittamalla ikkunoiden kokoa ja käyttämällä lämpöä hyvin eristäviä ikkunoita (matala U-arvo) sekä asentamalla lämpöpatterit ikkunoiden alle. Ikkunassa voidaan käyttää myös sähkölämmitteisiä sisälaseja. Ikkunoiden lämpöenergian kulutus voi kuitenkin tällöin jopa kaksinkertaistua. Isojen lattiaan ulottuvien ikkunoiden aiheuttamien veto- ja säteilyhaittojen korjaaminen jälkikäteen on hankalaa ja kallista.

Kesällä aurinko paistaa ikkunoista sisälle, jolloin auringon säteily nostaa sisälämpötilan helposti liian korkeaksi. Vaikutus on sitä voimakkaampi mitä suuremmasta ikkunasta on kysymys. Sisäilman lämpötilan tulisi kuitenkin pysyä valitun sisäilmastotason tavoitearvojen mukaisena.

Tätä kesäajan yllämpöongelmaa voidaan lievittää rajoittamalla ikkunoiden määrää, kokoa ja suuntausta. Voidaan myös käyttää ikkunoissa selektiivisiä ikkunalaseja, jotka heijastavat suurimman osan auringon säteilystä takaisin ulos. Halpa ratkaisu on asentaa ikkunoihin säleverhot, mutta myös ulkopuolisia rakenteellisia aurinkosuojia (säleikköjä) voidaan käyttää. Niiden säädettävyys on yleensä eduksi. Ulkomailla ikkunaluukut ovat tuttu näky auringonsuojina. Tehostamalla ilmanvaihtoa voidaan sisäilman lämpötilaa alentaa, mikäli ulkoilman lämpötila on riittävän alhainen auringon paisteella.

Valitettavasti ikkunoista tulevaa ilmaista aurinkoenergiaa voidaan Suomessa hyödyntää lämmityskauden aikana vain syksyisin ja keväisin.

1. Rakenteet ja järjestelmät		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p.	Onko korkeat ja matalat pintalämpötilat huomioitu suunnittelussa (suuret ikkunapinnat lämmittimeen tai riittävän hyvät ikkunoiden u-arvot) tai niitä ei ole arvioitavassa rakennuksessa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	ARK
2p.	Onko laskennallisesti tarkistettu, että oleskelutilojen lämpöolot täyttävät valitun sisäilmaston laatutason talvella ja kesällä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
3.	Onko lämmityslaitteissa kaikkien sisäilmaan rajoittuvien osien, myös laitteiden sisällä sähkö ym. pintalämpötila aina alle 200 °C lämmittimissä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
4.	Onko asuintilat suojattu haitalliselta lämpösäteilyltä, pitkät räystäät, säleiköt, erikoislasit, markiisit tms.?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
5.	Voidaanko aurinkosuojausta säätää ajankohdan ja olosuhteiden mukaan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ARK
6p.	Onko rakennuspaikan radonpitoisuus selvitetty?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	RAK
7.	Onko alapohja tiivistetty radon-ohjeiden passiivisen suojauksen mukaisesti?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	RAK
8.	Onko alapohjassa radon-ohjeiden aktiivisen suojauksen mukainen radonputkisto varustettuna poistopuhaltimella ja -putkella vesikaton yläpuolelle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI

4.3

Työmaatoteutus, maksimi 42 pistettä

4.3.1

Työmaan laadunhallinta, maksimi 6 pistettä

1. Työmaan laadunhallinta		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko rakennustarvikkeiden kuljetus, varastointi ja suojaus tehty rakennustöiden puhtausluokan P1 mukaisesti, Sisäilmastoluokitus 2000?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
2.	Onko työmaan puhtausosastointi ja siivoustyöt tehty rakennustöiden puhtausluokan P1 mukaisesti, Sisäilmastoluokitus 2000?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
3.	Onko työmaalle tehty kirjallinen laatusuunnitelma?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ
4.	Onko mahdollisen laatusuunnitelman ja rakennustöiden puhtausluokan P1 vaatimukset ja perusteet annettu kirjallisina ja selvitetty kaikille rakennuksessa työskenteleville?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ

4.3.2

Henkilöstön tieto- ja taitotaso, maksimi 2 pistettä

1. Henkilöstön tieto- ja taitotaso		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko työnjohto ja pääosa muusta henkilökunnasta ollut aiemmin osallisena sisäilmastoluokkaa S1 tai S2 tavoittelevissa hankkeissa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ

Rakentamisen dokumentointi, maksimi 20 pistettä

Dokumentoi rakennus- ja korjaustöiden eri vaiheet

Työmaan eri vaiheiden valokuvaaminen ja dokumentointi myös piirustuksin ja muistiinpanoin mahdollisimman tarkkaan voi osoittautua myöhemmin käytön, huollon ja muutosten aikana erittäin hyödylliseksi. Poikkeamat suunnitelmista tulisi merkitä piirustuksiin ja kaikki piirustukset, selitykset ja erityisesti teknisten laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet olisi syytä säilyttää visusti tallessa. Rakennuksen huoltokirjassa tulisi näkyä talon historia rakennusvaiheesta lähtien. Paitsi rakennusvaiheesta tehtyjä muutoksia myös myöhemmin tehdyt korjaukset, muutokset, uusimiset ja huollot tulisi huoltokirjasta käydä ilmi. Mahdollisen talokaupan yhteydessä tämä dokumentaatio on suureksi hyödyksi ja talon uusi omistaja osaa arvostaa sitä.

1. Valvonta ja työmaapäiväkirja		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p.	Pidetäänkö rakennuskohteessa ajantasaista "Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirjaa" tai vastaavaa ko. rakennuskohteelle laadittua asiakirjaa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	VTJ
2.	Onko rakennuskohteella urakoitsijoista riippumaton, rakennuttajan etuja valvova suunnittelijan tai työnjohtajan kelpoisuusehdot täyttävä valvoja?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL

2. Mittaus- ja tarkastuspöytäkirjat		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p.	Onko tarkastusasiakirjassa kaikki edellytetyt vastuuhenkilöiden allekirjoitukset työvaiheittain.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	VTJ
2p.	Onko ilmanvaihtojärjestelmä säädetty ja mittauspöytäkirjat tehty, tarvittaessa myös äänitasoista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
3.	Onko ilmanvaihtokoneen energiatehokkuus tarkastettu normaalin käyttöajan teholla ja ominaissähköteho SFP on alle 2,0 kW/(m ³ /s)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
4.	Onko lämmitysjärjestelmä perussäädetty laskettuihin säätöarvoihin ja tarkistettu mittauksin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI

3. Valokuvaaminen ja suunnitteluasiakirjojen päivitys		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p.	Onko kaikki rakentamisen aikaiset muutokset päivitetty loppupiirustuksiin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	VTJ
2.	Onko tarkastettujen kohteiden, muutosten ja riskipaikkojen dokumentointi toteutettu valokuvoin ja tarvittaessa piirroksin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ

Mittaukset ja säädöt, maksimi 14 pistettä

Ilmanvaihtojärjestelmä säädettävä toimimaan oikein

Ammattitaitoisen suunnittelun ja asentamisen jälkeen ilmanvaihtojärjestelmä on säädettävä ennen käyttöönottoa. Tällöin mm. varmistetaan, että tulo- ja poistoilmavirrat jakautuvat eri tilojen tai huoneiden kesken suunnitellusti, ilma virtaa suunniteltuja reittejä ja että tulo- ja poistoilmavirrat ovat keskenään oikeassa suhteessa. Rakennukseen ei saa syntyä ylipainetta. Säättötoimenpiteet kuuluvat ilmanvaihtourakoitsijalle tai –suunnittelijalle. Säättö perustuu mittauksiin, joista on laadittava mittauspöytäkirja. Se on talon asukkaalle tärkeä dokumentti myöhempiä korjaus-, huolto- ja muutostoimenpiteitä ajatellen. Usein asukas itse alkaa myöhemmin säätää venttiilejä yrittäen saada parannusta huonoksi kokemaansa ilmanvaihtoon. Tulos on yleensä päinvastainen säätöjen ja ilmanvaihdon mennessä täysin sekaisin. Hyvin tehty, säädetty ja toimiva ilmanvaihto on paras tae hyvälle sisäilmalle.

1. Tilojen puhtauden varmistaminen ja ilmanvaihtomittaukset		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Ovatko IV-urakoitsija ja valvoja yhdessä todenneet ja kirjanneet tilojen puhtauden ennen ilmanvaihtokoneen käyttöönottoa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
2p.	Onko suunnitellut käyttöajan ilmanvaihdon ilmavirrat mitattu ja tarkistettu. (0,5...0,7 l/h)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
3.	Onko suunnitellut tehostetun ilmanvaihdon ilmavirrat mitattu ja tarkistettu. (vähintään +30 %)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
4.	Onko suunnitellut minimi ilmanvaihdon ilmavirrat mitattu ja tarkistettu. (vähintään 0,2 l/h)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI

2. Muut mittaukset		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Ovatko IV-urakoitsija ja valvoja yhdessä todenneet teknisten järjestelmien ja laitteiden äänitasot suunnitelmien ja tavoitetasojen mukaisiksi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
2.	Onko huonelämpötilat mitattu talvella ja lämmitysjärjestelmän perussäättö tarkistettu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
3.	Onko lämpökuvauksessa havaittu asuintilojen pintojen alin lämpötilaindeksi vähintään 65 %, joka on asumisterveysohjeen mukainen hyvä taso?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ

4.4

Asumisen aikainen sisäilmasto, maksimi 28 pistettä

4.4.1

Uuden rakennuksen tehostettu tuuletus, maksimi 2 pistettä

1. Uuden rakennuksen tehostettu tuuletus		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko uuden rakennuksen materiaali- ja lämpöeristysten haittojen vähentämiseksi ilmanvaihtoa käytetty ympärivuorokautisesti tehostusasennossa (säädetty käsin tai automatiikalla estetty käyttö pienemmällä teholla) vähintään puolen vuoden ajan rakennuksen valmistumisesta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL

4.4.2

Huoltokirjan sisäilmasto-osio, maksimi 13 pistettä

Tavoitteena puhdas ilmanvaihtojärjestelmä

Vain puhdas ilmanvaihtojärjestelmä voi tuottaa puhdasta ja terveellistä sisäilmaa. Puhtauteen on kiinnitettävä huomiota jo suunnittelussa mutta ennenkaikkea työmaatoiminnoissa ja myös käytön aikana. Järjestelmässä on syytä käyttää M1-puhtausluokiteltuja ilmanvaihtotuotteita. Työmaalla tarvikkeet on suojattava kosteudelta, pölyltä ja lialta sekä ennen asennusta että asennuksen jälkeen. Tarvikkeiden asennus sekä pölyä tuottavat työvaiheet ja siivous on pientalotyömaallakin hoidettava niin, että kanavistoon ja ilmanvaihtokoneeseen ei pääse pölyä ja muuta likaa. Sisäilmastoluokitus 2000:een sisältyvä Rakennustöiden puhtausluokitus antaa hyviä ohjeita ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden turvaamisesta.

Ilmanvaihtojärjestelmä on voitava puhdistaa säännöllisesti. Pientalon huoltokirjan tulisi muistuttaa omakotiasukasta noin 5-10 vuoden välein ilmanvaihtojärjestelmän tarkastuttamisesta ja tarkastuksen perusteella tarvittaessa puhdistuttamisesta.

1. Huoltokirjan sisäilmasto-osio		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p.	Onko rakennukselle tehty talokohtainen huoltokirja?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	ARK
2.	Onko rakennukselle tehty muistuttava, esim. ATK-pohjainen, huoltokirja?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ARK
3p.	Onko tarvittavat huoltotoimenpiteet aikataulutettu, yksilöity ja ohjeistettu kuitattaviksi huoltokirjassa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	ARK
4.	Onko ilmanvaihtokanaviston puhtauden määräaikainen tarkistaminen ohjeistettu huoltokirjassa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
5.	Onko huoltotoimenpiteen vaatima alan asiantuntijan tarve ohjeistettu huoltokirjassa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
6.	Onko määräajoin tehtävä kuntoarvio mm. sisäilmaston osalta ohjeistettu huoltokirjassa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI

Käytön opastus ja hallinta, maksimi 13 pistettä

Tekniikka tutuksi asukkaille

Usein omakotiasukas ei tunne riittävästi talonsa ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmien toimintaa eikä osaa käyttää ja huoltaa niitä oikein. Asukkaiden eli perheen kaikkien aikuisikäisten pitäisi tuntea talonsa teknisten järjestelmien ja niihin kuuluvien laitteiden ja osien toiminta, osata tunnistaa niissä esiintyvät viat ja puutteet ja ryhtyä niiden mukaan tarvittaviin toimenpiteisiin sekä osata huolehtia laitteiden säännöllisistä puhdistus- ja huoltotoimenpiteistä. Urakoitsijoiden, suunnittelijoiden ja laitetoimittajien tulee antaa asukkaille niin seikkaperäinen käytön opastus, että he osaavat käyttää ja huoltaa kotinsa laitteita oikein. Suunnittelijoiden laatiman huoltokirjan tulee olla selkeä käytön ja huollon opas asukkaille ja teknisten järjestelmien laitteisiin on kiinnitettävä niin selkeät käyttöohjeet, että kaikki perheenjäsenet ymmärtävät ne.

1. Käytön opastus ja hallinta		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p.	Onko LVI-suunnittelija tai -urakoitsija antanut kirjalliset ilmanvaihtojärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
2.	Onko asukkaat opetettu käyttämään ilmanvaihtojärjestelmää, teoriassa ja käytännössä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
3p.	Onko LVI-suunnittelija tai urakoitsija antanut kirjalliset lämmitysjärjestelmän käyttöohjeet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
4.	Onko asukkaat opetettu käyttämään lämmitysjärjestelmää, teoriassa ja käytännössä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
5p.	Onko huoltokirjan ja sen sisältämien käyttöohjeiden säilytys ja arkistointi järjestetty?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	TIL

Tietolähteitä

1. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2003. Ympäristöministeriö 2003.
2. TalotekniikkaRYL 2002. Taloteknisen rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002. Rakennustietosäätiö.
3. RT 07-10741/LVI 05-10318 Sisäilmastoluokitus 2000. Rakennustietosäätiö 2001. 19 s.
4. Terveen talon toteutuksen kriteerit. Kriteerit ja ohjeet asuntorakentamiselle. Sisäilmayhdistys r.y. Sisäilmaopas 7. Espoo 2004. 32 s. + liitteet.
5. Tavoitteena terve talo. Sisäilmayhdistys r.y. Raportti 9. Saarijärvi 1997. 109 s.
6. Puhtaan ilmanvaihdon asennusopas. Sisäilmayhdistys r.y. Sisäilmaopas 2. Espoo 2002.
7. RT 16-10747/LVI 03-10323 Talotekniikkatöiden työmaavalvonnan tehtäväluettelo. Rakennustietosäätiö.
8. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastusohje. Sisäilmayhdistys r.y. Julkaisu 18. Espoo 2002.
9. LVI 70-40027 Epätasaiset lämpöolot ja veto. LVI-tiedonjyväkortti. Rakennustietosäätiö. Helsinki 1993. 16 s.
10. RT 81-10791/Lvi 37-10357 Radonin torjunta. Rakennustietosäätiö. Helsinki 2003. 16 s.
11. Andersson T., Rakennussiivous. Suomen siivousteknisen liiton julkaisuja 2:10.Siivoussektori Oy. Helsinki 2004. 36 s.
12. Sisäilmayhdistys www.sisailmayhdistys.fi
13. Allergia- ja astmaliitto www.allergia.com
14. Asumisterveysliitto www.asumisterveysliitto.fi
15. Hengitysliitto Heli www.hengitysliitto.fi

5 Energiankulutus, maksimi 121 pistettä

5.1

Perusratkaisujen vaikutus lämpöenergiantarpeeseen

Rakentamismääräysten mukainen 140 m²:n pientalo tarvitsee lämpöenergiaa noin 15000-20000 kWh ja sähköenergiaa noin 5000-8000 kWh vuodessa. Laskua tästä tulee asukkaalle noin 1300-1700 €/v ja esim. 50 vuoden aikana yhteensä noin 65000-85000 €. Pienillä lisäinvestoinneilla summat ovat puolitettavissa helposti.

Pientalon rakennuttaja ja hänen arkkitehtinsa voivat jo luonnossuunnitteluvaiheessa vaikuttaa jopa kymmenillä prosenteilla suunniteltavan pientalon tulevaan energiantarpeeseen. Tärkeimmät tähän vaikuttavat ratkaisut ovat seuraavat:

Rakennuksen laajuus eli pinta-ala ja tilavuus. Energiatarve kasvaa jokseenkin suorassa suhteessa lämmitettävään lattiapinta-alaan. Ylisuuria tiloja ja hukkaneliöitä on syytä välttää. Rakennuksen tehokkaalla tilasuunnittelulla voidaan tulevaa lämpöenergian tarvetta hillitä. Samalla rakennuskustannuksetkin pysyvät paremmin kurissa. Pinta-alaltaan suurissa pientaloissa lämpöenergian tarve asuinneliömetriä kohden on kuitenkin pienempi kuin pienissä pientaloissa.

Rakennuksen muoto. Rakennuksen ulkovaipan pinta-ala eli ulkoseinien, ikkunoiden, ulko-ovien, yläpohjien ja alapohjien yhteenlaskettu pinta-ala suhteessa asuinpinta-alaan olisi pidettävä mahdollisimman pienenä. Rakennuksen monimuotoisuus eli nurkkien ja räystäätasojen lukumäärä lisää energiatarvetta. Edullisin pohjamuoto on ympyrä, sitten neliö, suorakaide, L-muoto, U-muoto ja huonoin 2 erillistä monimuotoista rakennusta, jos asuinpinta-ala pidetään kaikissa samana. Kaksikerroksinen pientalo on edullisempi kuin yksikerroksinen.

Alapohjan, yläpohjan ja ulkoseinien yhteenlaskettu pinta-ala on suositeltavaa pitää pienempänä kuin 3,3 m²/asuinpinta-ala yksikerroksisessa pientalossa ja pienempänä kuin 2,7 m²/asuinpinta-ala kaksikerroksisessa pientalossa.

Ikkunoiden määrä. Ikkunaneliömetrin läpi siirtyy lämpöenergiaa ulos 5-6 kertaa niin suuri määrä kuin seinäneliömetrin läpi. Tämän vuoksi ikkunoiden kokonaispinta-ala on syytä pitää kohtuullisena.

Ikkunoiden ja ulko-ovien yhteenlaskettu pinta-ala on suositeltavaa pitää pienempänä kuin 18 % ulkoseinien kokonaispinta-alasta (ulkoseinät + ikkunat + ulko-ovet).

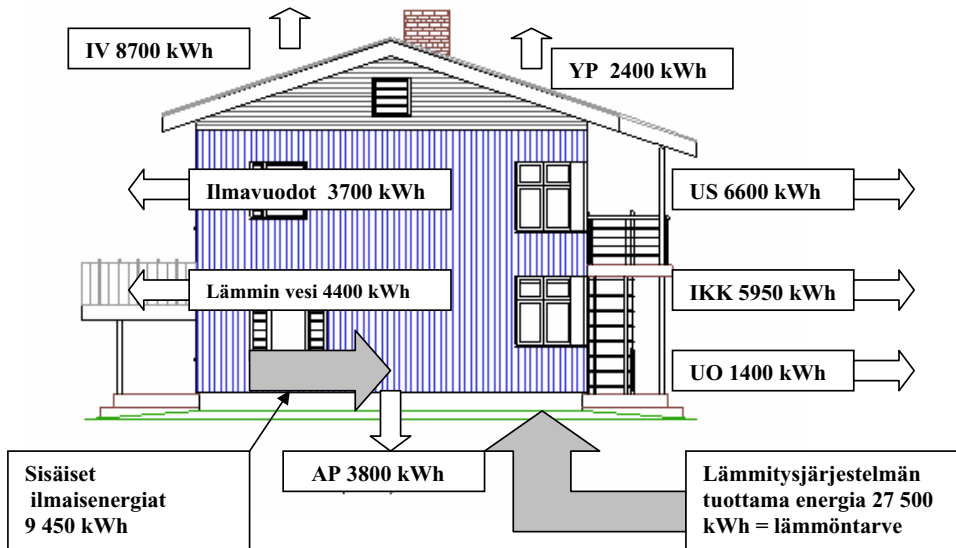
Auringon passiivinen hyödyntäminen. Sijoittamalla rakennus tontille oikein ja suuntaamalla suurimmat ikkunat etelään ja pienimmät pohjoiseen voidaan auringon säteilyä hyödyntää parhaiten talon lämmityksessä.

Suunnitteluvaihe, maksimi 89 pistettä

Lämmön kokonaistarve, maksimi 36 pistettä

Lämmöntarve lasketaan rakentamismääräysten ohjeen D5 mukaan tai muulla luotettavalla tavalla. Laskennassa ei oteta huomioon lämmön tuotantotapaa. Rakennuksen sisäiset ilmaisenergiat eli ikkunoista tuleva auringon säteilyenergia sekä valaistuksesta, sähkölaitteista, ihmisistä ja lämpimän käyttöveden laitteista vapautuva energia otetaan huomioon (kuva 22).

Lämmön kokonaistarve ilmaistaan vuotuisena energiana (kWh) ja energiana asuineliömetriä kohden (kWh/asm²). Se voidaan laskea VTT:n kehittämää maksutonta ohjelmaa VTT Energiajunior 1.0 käyttäen. Ohjelma löytyy osoitteesta www.pientalonlaatu.fi. Ohjelman käyttöohje on tämän julkaisun liitteenä. Laskennan hoitaa LVI-suunnittelija tai rakennesuunnittelija.



Kuva 22. Erään pientalon vuotuisen lämpöenergian kulutuksen jakauma. Kokonaiskulutus 36 950 kWh/v tuotetaan osaksi talon lämmitysjärjestelmällä ja osaksi sisäisillä ilmaisenergioilla. Laskettu lämmöntarve on 27 500 kWh /Martti Hekkanen, VTT/.

Rakennusten energiatehokkuus vaihtelee

Nykyisten rakentamismääräysten mukaan tehdyssä pientalossa sen energiatehokkuutta kuvaava lämmöntarve on noin 120 kWh/asm² etelä-Suomessa ja noin 180 kWh/asm² pohjois-Suomessa. Vanhoissa taloissa se voi olla huomattavasti suurempi. Huolellisella suunnittelulla ja rakentamisella sekä järkevillä asumistottumuksilla nykyinen energiantarve voidaan puolittaa varsin helposti. Energiaa säästävä talo on mukava asua, terveellinen, rakentamis- ja käyttökustannukset huomioon ottaen kokonaistaloudellinen ja ympäristöystävällinen.

Usein pientalon energiatehokkuutta mitataan myös sillä, miten suuri osuus sen lämmöntarpeesta saadaan uusiutumattomista energialähteistä (öljy, kivihiili, maakaasu, turve, ydinvoima ja näillä tuotettu kaukolämpö ja sähkö) ja miten suuri osuus uusiutuvista energialähteistä (aurinko, biopolttoaineet, lämpöpumpuilla tuotettu energia sekä tuuli- ja vesivoimasähkö). Pientalon omistajaa kiinnostaa myös, kuinka suuren osan lämmöntarpeesta hän voi kattaa ilmaisella energialla eli auringosta (aurinkokerääjät) tai maasta, vedestä tai ilmasta saatavalla energialla (lämpöpumput). Suomen olosuhteissa on mahdollista rakentaa pientalo, joka voidaan lämmittää lähes kokonaan ilmaisella energialla.

Lisätietoa energiatehokkaan pientalon suunnitteluun ja rakentamiseen saa esim. osoitteesta www.motiva.fi.

1. Lämmön kokonaistarve		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko vuosittainen lämmöntarve alle 165 kWh/htm ² (energialuokka e) vai	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	LVI
	Onko vuosittainen lämmöntarve alle 150 kWh/htm ² (energialuokka d) vai	<input type="checkbox"/>			10	LVI
	Onko vuosittainen lämmöntarve alle 135 kWh/htm ² (energialuokka c) vai	<input type="checkbox"/>			14	LVI
	Onko vuosittainen lämmöntarve alle 110 kWh/htm ² (energialuokka b) vai	<input type="checkbox"/>			18	LVI
	Onko vuosittainen lämmöntarve alle 95 kWh/htm ² (energialuokka a) vai	<input type="checkbox"/>			22	LVI
	Onko vuosittainen lämmöntarve alle 85 kWh/htm ² (energialuokka a+) vai	<input type="checkbox"/>			26	LVI
	Onko vuosittainen lämmöntarve alle 75 kWh/htm ² (energialuokka a+)	<input type="checkbox"/>			30	LVI
2.	Onko lämmityksessä hyödynnetty ilmaisenergiaa (maalämpö, aurinko, ilmalämpö, tai tuuli)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	LVI

Rakenteiden U-arvot, maksimi 29 pistettä

U-arvolla kuvataan rakenteiden lämmöneristyskykyä

Lämmönläpäisykerroin eli U-arvo ilmaisee, kuinka suuri lämpöteho siirtyy esim. ulkoseinän läpi yhtä neliometriä kohden, kun sisällä on 1 aste lämpimämpää kuin ulkona. Sen laatu on $W/m^2/°C$. Mitä paksumpi eristekerros rakenteessa on, sitä pienempi sen U-arvo on. Rakentamismääräyksissä on annettu yläpohjille, alapohjille, ulkoseinille sekä ikkunoille ja ulko-oville suurimmat sallitut U-arvot. Sallittu U-arvo saadaan ylittää jossakin rakenteessa, jos muiden rakenteiden eristystä vahventamalla tai poistoilman lämmön talteenotolla voidaan lisäntyvä lämmönkulutus kompensoida.

Yksinkertaisilla laskelmilla voidaan minimoida eristyskustannusten ja lämmityskustannusten yhteissumma, jolloin saadaan kokonaistaloudellisesti edullisin U-arvo ja eristepaksuus eri rakenteille. Yleensä on taloudellisempaa eristää rakennus paremmin kuin määräykset edellyttävät. Suunnittelijoiden tehtävänä on valita kussakin kohteessa eri rakenteille optimaalinen eristepaksuus ja sitä vastaava U-arvo.

Alapohjissa liian heikko eristys

Maanvaraisessa alapohjassa U-arvo saa olla korkeintaan $0,25 W/m^2/°C$. Tämä arvo voidaan saavuttaa esim. noin 50 mm:n paksuisella solumuovilevyllä, mitä on asumismukavuuden ja kokonaistaloudellisuuden kannalta pidettävä liian ohuena. Taloudellisin eristepaksuus on karkeasti arvioiden yli kaksinkertainen. Ulkoseinien vierellä eristyspaksuuden on oltava vieläkin suurempi.

Tuuletettuun ryömintätilaan rajoittuvan alapohjan U-arvo saa olla enintään $0,20 W/m^2/°C$. Tämä arvo saadaan esim. noin 225 mm:n paksuisella mineraalivillaeristyksellä. Taloudellisempi tulos saadaan noin 250-300 mm:n eristepaksuudella, jolloin myös sisätilojen oleskelumukavuus on parempi.

Jos lattiassa on lattialämmitys, on sen pintalämpötila useita asteita korkeampi kuin tavallisesti. Tämän vuoksi lattia kannattaa eristää tällöin tavallista paremmin. U-arvo ei kuvaa lattian todellista lämmöneristyskykyä, vaan yliarvioi sitä jopa 15-30 %. Tällöin U-arvoa ei myöskään saa käyttää huonetilan ja rakennuksen lämmöntarvelaskelmissa.

1. Alapohja		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko alapohjan u-arvo 0,25 tai pienempi tai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	RAK
	Onko alapohjan u-arvo 0,225 tai pienempi tai	<input type="checkbox"/>			3.5	RAK
	Onko alapohjan u-arvo 0,2 tai pienempi tai	<input type="checkbox"/>			4	RAK
	Onko alapohjan u-arvo 0,175 tai pienempi tai	<input type="checkbox"/>			4.5	RAK
	Onko alapohjan u-arvo 0,15 tai pienempi ?	<input type="checkbox"/>			5	RAK

Tilakustannus pienentää ulkoseinän eristevahvuutta

Ulkoseinien U-arvo saa määräysten mukaan olla enintään $0,25 \text{ W/m}^2/\text{°C}$. Puurakenteisessa ulkoseinässä tämä arvo voidaan saavuttaa noin 175 mm:n eristepaksuudella. Jos eristyspaksuutta lisätään, pienenee asuntopinta-ala talon sisällä tai perustusten, julkisivun ja vesikaton määrä kasvaa ulkopuolella. Myös seinätolppien koko kasvaa. Näiden ns. tilakustannusten vuoksi kannattaa tapauskohtaisesti arvioida, onko kokonaistaloudellisesti järkevämpää käyttää paksumpaa lämmöneristystä ja pienempää U-arvoa.

Ulkoseinien U-arvovaatimus on sama riippumatta siitä, onko seinän runkomateriaalina puu, tiili, harkko tai mikä muu materiaali tahansa. Runkomateriaalilla on kuitenkin vaikutusta varsinaisen eristekerroksen paksuuteen. Siksi eristepaksuus ja seinän U-arvo on parasta valita kussakin kohteessa erikseen tapauskohtaisesti.

2. Ulkoseinä		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko ulkoseinän u-arvo 0,25 tai pienempi tai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	RAK
	Onko ulkoseinän u-arvo 0,225 tai pienempi tai	<input type="checkbox"/>			4	RAK
	Onko ulkoseinän u-arvo 0,2 tai pienempi tai	<input type="checkbox"/>			5	RAK
	Onko ulkoseinän u-arvo 0,175 tai pienempi tai	<input type="checkbox"/>			5.5	RAK
	Onko ulkoseinän u-arvo 0,15 tai pienempi ?	<input type="checkbox"/>			6	RAK

Yläpohjat kannattaa eristää hyvin

Yläpohjien U-arvo saa määräysten mukaan olla korkeintaan $0,16 \text{ W/m}^2/\text{°C}$. Puuyläpohjassa tämä arvo saadaan noin 350 mm:n puhallusvillakerroksella. Puhallusvilla sopiikin yläpohjan eristeeksi hyvin. Sillä on helppo täyttää kattotuolien välit, kanavien ja putkien ympäristöt ja kaikki sokkeloiset tilat. Yläpohjassa samoin kuin alapohjassakin tilakustannukset eivät ole suuret eivätkä siten rajoita taloudellista eristepaksuutta kovin ohueksi. Vesikaton alla on yleensä tilaa suurillekin eristevahvuuksille. Yläpohjan lämmöneristystä on kyllä helppo lisätä puhallusvillalla vesikaton alle myöhemminkin.

Jos yläpohjan alapinnassa käytetään sähkölämmitteistä kattolämmitystä, on lämpövirta yläpohjan läpi ylöspäin voimakkaampaa kuin tavallisesti. Yläpohja kannattaa tällöin eristää tavanomaista paremmin. Yläpohjan U-arvoa ei tällöin saa käyttää huoneen tai rakennuksen lämmöntarvelaskelmissa, sillä se ei nyt kuvaa rakenteen eristyskykyä täysin oikein, vaan yliarvioi sitä jopa 50 %.

3. Yläpohja

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Onko yläpohjan u-arvo 0,16 tai pienempi tai	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3	RAK
Onko yläpohjan u-arvo 0,14 tai pienempi tai	<input checked="" type="checkbox"/>			4	RAK
Onko yläpohjan u-arvo 0,12 tai pienempi tai	<input checked="" type="checkbox"/>			5	RAK
Onko yläpohjan u-arvo 0,10 tai pienempi tai	<input checked="" type="checkbox"/>			5.5	RAK
Onko yläpohjan u-arvo 0,08 tai pienempi ?	<input checked="" type="checkbox"/>			6	RAK

Ikkunat ovat lämpönieluja

Ikkunoiden suurin sallittu U-arvo on $1,4 \text{ W/m}^2/\text{°C}$. Ikkunaneliömetrin läpi kulkeutuuta siten noin 5-6 kertaa niin suuri lämpöteho kuin ulkoseinäneliömetrin läpi. Ikkunat ovat siten oikeita lämpönieluja Suomen ilmasto-olosuhteissa. Siksi rakennuksen ikkunapinta-ala on syytä rajoittaa minimiin. Rakentamismääräysten mukaan rakennuksen yhteenlaskettu ikkunapinta-ala saa olla enintään 15 % rakennuksen kerrosalasta ja enintään 50 % rakennuksen ulkoseinien yhteenlasketusta pinta-alasta.

Määräysten mukainen U-arvo saavutetaan erikoisrakenteisella kolmilasisella tai tavanomaisella nelilasisella ikkunalla. Kunkin ikkunatyypin U-arvo määritetään yleensä laboratoriotesteillä ja sen arvo on syytä varmistaa ikkunavalmistajalta. Parhaiden ikkunoiden U-arvo on suuruusluokkaa $1,0 \text{ W/m}^2/\text{°C}$.

Ikkunoiden läpi tulee myös auringon säteilyenergiaa ulkoa sisälle. Tätä ilmaisenergiaa voidaan hyödyntää lämpötaloudellisesti vain lämmityskauden aikana syksyllä ja keväällä.

4. Ikkunat

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Onko ikkunoiden u-arvo 1,4 tai pienempi tai	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3	ARK
Onko ikkunoiden u-arvo 1,2 tai pienempi tai	<input checked="" type="checkbox"/>			5	ARK
Onko ikkunoiden u-arvo 1,0 tai pienempi tai	<input checked="" type="checkbox"/>			6	ARK
Onko ikkunoiden u-arvo 0,9 tai pienempi tai	<input checked="" type="checkbox"/>			6.5	ARK
Onko ikkunoiden u-arvo 0,8 tai pienempi?	<input checked="" type="checkbox"/>			7	ARK

Ulko-ovista siirtyy lämpö ulos ja kylmä sisään

Ulko-ovien suurin sallittu U-arvo on määräysten mukaan $1,4 \text{ W/m}^2/\text{°C}$. Yksinkertainen ovi täyttää tämän määräyksen helposti. Paitsi lämpötaloudellisista syistä myös asumisviihtyisyyden kannalta on asuintiloista suoraan ulos johtavissa ulko-ovissa suositeltavaa käyttää kaksinkertaista ovea. Tällöin lämpövirta oven kautta ulos pienenee ja oven sisäpinnan pintalämpötila saadaan korkeammaksi, mikä puolestaan

vähentää vedon tunnetta. Joka tapauksessa ulko-ovien tiiveyteen on kiinnitettävä huomiota. Oven ja karmin väliset tiivisteet on pidettävä kunnossa riippumatta siitä, onko ovi yksinkertainen vai kaksinkertainen. Muuten kylmää ilmaa virtaa tiiviste-raoista sisälle ja heikentää asumisviihtyisyyttä.

Ulko-ovien lämmönläpäisykerroin eli U-arvo voidaan määrittää laskennallisesti, mutta myös kokeellisesti laboratoriotestissä. Ovivalmistajat yleensä määrittävät U-arvon tuotteilleen.

5. Ulko-ovet		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko ulko-ovien u-arvo 1,4 tai pienempi tai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	ARK
	Onko ulko-ovien u-arvo 1,2 tai pienempi tai	<input type="checkbox"/>			3.5	ARK
	Onko ulko-ovien u-arvo 1,0 tai pienempi tai	<input type="checkbox"/>			4	ARK
	Onko ulko-ovien u-arvo 0,8 tai pienempi tai	<input type="checkbox"/>			4.5	ARK
	Onko ulko-ovien u-arvo 0,6 tai pienempi?	<input type="checkbox"/>			5	ARK

5.2.3

Talotekniset järjestelmät, maksimi 24 pistettä

Kannattaako hyödyntää uusiutuvia energialähteitä

Lämpöpumpulla voidaan saada maasta, vedestä tai ilmasta ilmaista lämpöenergiaa noin kolminkertaisesti pumpun kuluttamaan sähköenergiaan verrattuna. Aurinkokeräajällä saadaan auringon säteilyenergiaa talon ja lämpimän veden lämmitykseen. Puu on uusiutuva energialähde, jota pyritään suosimaan uusiutumattomien energialähteiden korvaajana. Miten ympäristöystävällisiä ovat kaukolämpö ja sähkö? Lämmitätkö taloni uusiutuvilla energialähteillä pelkästään ympäristöystävällisistä vai valitsenko lämmitysjärjestelmän yksityistaloudellisten kannattavuuslaskelmien perusteella? Tällöin laskelmiin tulisi ottaa rakennusaikaisten kustannusten lisäksi lämmitys- eli vuosikustannukset ja laitteistojen uusimiskustannukset 20-30 vuoden välein ja nämä kaikki rakennuksen koko käyttöiän ajalta. Pitäisikö talooni tehdä uuni tai takka lämmityskatkojen varalta ja pitäisikö olla peräti sähkögeneraattori valmiina pitkiä sähkökatkoja varten? Asiaa kannattaa pohtia suunnittelijoiden ja eri asiantuntijoiden kanssa.

1. Lämmitysjärjestelmä		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko kohteessa tukilämmitysjärjestelmä (takka tai vastaava), jossa voidaan käyttää kotimaista polttoainetta (puuta, haketta)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
2.	Onko kohteessa varajärjestelmä (esim. generaattori tai akku), jolla voidaan tuottaa kiertovesipumppujen ja öljy- tai pellettipoltimen tarvitsema sähköenergia tuotetaan sähkökatkon aikana?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SÄH

Poistoilmasta lämpö talteen

Määrausten mukaan tehdyn keskikokoisen pientalon lämmitysenergiasta kuluu ilmanvaihtoon noin 10-20 % eli noin 2000-4000 kWh vuodessa. Tästä hukkaan menevästä energiasta voidaan ottaa talteen suuri osa ja käyttää kylmän tuloilman lämmittämiseen ilmanvaihtokojessa. Rakentamismäärausten mukaan ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen tulee olla vähintään 30 %. Markkinoilla on ilmanvaihtolaitteita, joiden vuosihyötysuhde on vielä korkeampi, jopa 70 %. Laitteen hankinnassa tulee kiinnittää huomiota paitsi riittävään ilmanvaihtotehoon ja vuosihyötysuhteeseen myös hankintahintaan, vuosikustannuksiin ja laitteen uusimis- ja korjauskustannuksiin talon koko elinkaaren aikana. Huomiota on syytä kiinnittää myös käytön ja huollon helppouteen, toimintavarmuuteen, jäätymisenestoon ja äänitasoon.

2. Ilmanvaihtojärjestelmä		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko kohteen ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde yli 30% tai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	LVI
	Onko kohteen ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde yli 40% tai	<input type="checkbox"/>			8	LVI
	Onko kohteen ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde yli 50% tai	<input type="checkbox"/>			10	LVI
	Onko kohteen ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde yli 60% ?	<input type="checkbox"/>			12	LVI

Sähköäkin voi säästää

Keskikokoisen pientalon sähköenergian tarve on suuruusluokkaa 8000 kWh vuodessa ilman sähkön käyttöä lämmitykseen, mutta määrä vaihtelee laajoissa rajoissa. Tarpeeseen vaikuttaa mm. lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmä, sähkökojeiden määrä, perheen koko ja ennen kaikkea asumistottumukset. Jo rakennusvaiheessa talon sähköjärjestelmä voidaan tehdä energiaa säästäväksi. Hyvä sähkösuunnitteli ja voi minimoida sähkötarpeen. Kuitenkin asukkaat itse omilla hankinnoillaan ja asumistottumuksillaan vaikuttavat eniten sähkön kulutukseen. Kodin kylmälaitteet (jääkaappi ja pakastin) ja muut kodinkoneet kannattaa valita energialuokasta A. Sisävalaistukseen voidaan käyttää energiansäästölamppuja ja laitteiden käyttöön automatiikkaa. Ulkovalaistus on sopivaa ohjata hämärä- tai lähestymiskytkimen avulla ja auton lämmitystä ajastinta käyttäen. Lisää vihjeitä sähkön säästämiseen antaa mm. Motiva Oy.

3. Sähköjärjestelmä

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Ovatko keittiön kylmälaitteet (jääkaappi /pakastin) vähintään energialuokkaa A+ ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL
2. Onko pesukone vähintään energialuokkaa A ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL
3. Onko astianpesukone vähintään energialuokkaa A ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL
4. Onko liesi vähintään energialuokkaa A ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL
5. Ohjataan-ko ulkovalaistusta hämärä-, aika- tai lähestymiskytkimen avulla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	SÄH

5.3

Toteutusvaihe, maksimi 16 pistettä

Hatara talo kuluttaa lämpöenergiaa

Rakennuksen tiiveyttä kuvaava ilmanvaihtoluku n_{50} ilmoittaa, kuinka monta kertaa ilma vaihtuu rakennuksessa yhden tunnin aikana, kun paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä on 50 Pascalia. Se voidaan määrittää mittaamalla. Hatarassa talossa n_{50} on noin 3-5, kun taas tiiviissä hyvin tehdyssä talossa suuruusluokkaa 1. Hatarassa talossa hallitsematon ilmanvaihto voi olla yhtä suuri kuin ilmanvaihtojärjestelmän kautta tapahtuva ilmanvaihto eli noin 0,5 kertaa tunnissa. Hatarata talo kuluttaa merkittävästi enemmän energiaa. Tiiviissä talossa hallitsematon ilmanvaihto on vai noin 0,05-0,1 kertaa tunnissa.

Rakennuksen tiiveys varmistetaan ennen kaikkea huolellisella tiivistystyöllä. Tärkeintä on rakennuksen ulkovaipan, erityisesti yläpohjan, ilmansulun tiiveys. Sen tulisi olla ehyt ja jatkoskohdissa ja rakenteiden liitoskohdissa huolellisesti limitetty ja teipattu. Ilmansulun läpiviennit (ilmanvaihtokanavat, sähköjohdot, savupiiput yms.) tulisi minimoida ja tiivistää erityisellä kaulusrakenteella. Ikkunoiden ja ulko-ovien tiivisteiden pitää olla huolella asennettu ja kunnossa.

Huolellinen työn suoritus työmaalla varmistaa pientalon energiatehokkuuden. Lämmöneristeet on pidettävä kuivina koko työn ajan. Eristeet on asennettava huolellisesti niille varattuun tilaan, ilmaonkaloita ei saa jäädä. Eristeiden ulkopuolelle seiniin tarvitaan ilmatiivis tuulensuoja ja sisäpuolelle myös tiivis ilmasulku, jonka vesihöyryn vastus on vähintään viisinkertainen tuulensuojan vastukseen verrattuna. Tiivis talo on energiapihi.

Mahdolliset virheet ja puutteet eristystyössä voidaan paljastaa lämpökamerakuvaus-vauksella. Kuvaus edellyttää noin 15-20 asteen lämpötilaeroa sisä- ja ulkolämpötilojen välillä. Jos kuvauksen ajaksi järjestetään rakennuksen sisälle alipaine, esim. 50 Pascalia, näkyvät vuotokohtien ympäristöt kuvauksessa kylminä pintoina ja näin myös ilmanvuotokohdat voidaan paikallistaa. Samalla voidaan määrittää myös talon ilmanvuotoluku n_{50} . Lämpökamerakuvaus on henkilösertifioinnin alaista toimintaa, johon sertifikaatin myöntää VTT.

1. Rakenteiden tiiviys (ilmanpitävyys)		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
	Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n alipaineessa mitattuna alle 4,0 l/h vai	<input type="checkbox"/>			3	VTJ
1.	Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n alipaineessa mitattuna alle 3,0 l/h vai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	VTJ
	Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n alipaineessa mitattuna alle 2,5 l/h vai	<input type="checkbox"/>			8	VTJ
	Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n alipaineessa mitattuna alle 2,0 l/h vai	<input type="checkbox"/>			10	VTJ
	Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n alipaineessa mitattuna alle 1,5 l/h vai	<input type="checkbox"/>			11	VTJ
	Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n alipaineessa mitattuna alle 1,0 l/h	<input type="checkbox"/>			12	VTJ
2.	Onko ilmansulku liitoskohdissa limitetty ja teipattu, mahdollisuuksien mukaan myös puristettu ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
3.	Onko läpivientien kohdalla käytetty kaulusrakennetta tai tiiviys on varmistettu tavalla, josta on olemassa kirjallinen suunnitelma ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ
4.	Onko rakenteet kuvattu lämpökameralla sisäpuolelta ennen sisäpintojen viimeistelyä kuten tasoitusta ja maalausta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ

5.4

Käyttövaihe, maksimi 16 pistettä

Asukas on pientalon tärkein huoltomies

Jokaiselle rakennukselle, myös pientalolle, on suunnittelijoiden laadittava huoltokirja. Huoltokirjassa esitetään mm. lämmitys-, ilmanvaihto- ja sähköjärjestelmien käyttö- ja huolto-ohjeet. Urakoitsijoiden ja laitetoimittajien on annettava asukkaille seikkaperäistä opastusta talon järjestelmien käytöstä ja huollosta. Opastuksen jälkeen perheen kaikki aikuisikäiset tuntevat lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän ja teknisten laitteiden toiminnan ja osaavat tehdä tarvittavat huolto-, puhdistus- ja säätötoimenpiteet oikein ja ajallaan. Huolellinen asukas tarkkailee teknisten järjestelmien toimintaa ja kuntoa, seuraa lämmön, sähkön ja veden kulutusta ja osaa ryhtyä oikeisiin toimenpiteisiin poikkeus- ja hätätilanteissa. Valistunut asukas ja hänen perheensä osaa ja haluaa muokata asumistottumuksiaan vähän lämpöä, sähköä ja vettä kuluttaviksi. Hyvin huollettu pientalo on myös energiataloudellinen. Asukas on todella pientalon tärkein huoltomies.

1. Asumisen energiatehokkuus

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1p. Onko huoltokirjassa esitetty lämmitysjärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
2. Onko paikantamispäirustuksiin merkitty lämmitysjärjestelmän tarkastusta ja huoltoa vaativat kohdat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
3p. Onko huoltokirjassa esitetty tukilämmitysjärjestelmän kuten takan käyttö- ja huolto-ohjeet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	ARK
4p. Onko huoltokirjassa esitetty ilmanvaihtojärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	LVI
5. Onko paikantamispäirustuksiin merkitty ilmanvaihtojärjestelmän tarkastusta ja huoltoa vaativat kohdat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
6. Onko asukkaat perehdytetty henkilökohtaisesti taloteknisten järjestelmien toimintaan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
7. Onko huoltokirjassa ohjeistus kulutusseurannasta ja kulutusseurantalomakkeet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI

Tietolähteitä:

1. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa C3, Lämmöneristys. Määräykset 2003. Ympäristöministeriö 2002. 7 s.
2. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa C4, Lämmöneristys. Ohjeet 2003. Ympäristöministeriö 2002. 24 s.
3. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2003. Ympäristöministeriö 2003. 30 s.
4. Nyman Mikko et al., Lämmöneristysmääräysten 2003 täyttäminen: lämpöhäviöiden tasaus ja U-arvon laskenta. Rakennustieto Oy. Helsinki 2003.
5. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D3, Rakennusten energiatalous. Määräykset ja ohjeet 1978. Ympäristöministeriö 1978. 4 s.
6. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D5, Rakennusten lämmityksen tehon ja energiatarpeen laskenta. Ohjeet 1985. Ympäristöministeriö 1984. 14 s.
7. Hekkanen Martti et al., Energiatehokkuus ja ympäristövaikutukset osana pientalon teknistä laatua. VTT Tiedotteita . Espoo 2006. Julkaisematon
8. Pientalon lämmitysjärjestelmät. Motiva Oy. Helsinki 2000. 35 s
9. Hyvä ja taloudellinen talo. Motiva Oy. Helsinki 2000. 23 s.
10. Leppänen Pekka, Rakennan energiaa säästävän pientalon. Rakennustieto Oy. Helsinki 19994.
11. Bjökholtz Dick, Miten säästän energiaa pientalossani. Rakentajain kustannus Oy. Helsinki 1980. 136 s.

6 Ympäristövaikutukset, maksimi 122 pistettä

6.1

Ympäristövaikutukset ja niiden merkitys

Rakentaminen vaikuttaa ympäristöön monella tavalla. Pientalonkin rakentaminen ja käyttö tulisi järjestää niin, että haitalliset vaikutukset ympäristöön jäisivät mahdollisimman vähäisiksi. Rakennus on ekologinen eli ympäristöystävällinen silloin, kun sen ympäristövaikutukset jäävät mahdollisimman pieniksi koko elinkaaren aikana. Rakennuksen elinkaareen kuuluu rakennusmateriaalien tuottaminen, rakennuksen valmistaminen, käyttö ja ylläpito, rakennuksen purkaminen sekä materiaalien uusiokäyttö tai hävittäminen. Elinkaaren pituudeksi ympäristövaikutusten arvioinnissa voidaan arvioida 100 vuotta. Merkittävimmät ympäristövaikutukset ovat

- vaikutukset ympäristön luonnon monimuotoisuuteen (kasvisto ja eliöstö)
- uusiutumattomien raaka-aineiden käyttö (maa, materiaalit, vesi ym.)
- uusiutumattomien energiavarojen käyttö (öljy, kivihili, maakaasu, turve, ydinvoima)
- päästöt ilmaan, veteen ja maahan (kaasut, nesteet ja hiukkaset)
- kiinteät jätteet (rakennusjäte ja energian tuotannon tuhka)

Ilmaan joutuvat päästöt voidaan jaotella seuraavasti:

- ilmaston lämpenemiseen vaikuttavat eli ns. kasvihuonepäästöt (hiilidioksidi CO_2 , metaani CH_4 , dityppioksidi N_2O)
- happamoitumiseen vaikuttavat päästöt (rikkidioksidi SO_2 , typen oksidit NO_x , ammoniakki NH_3 , vetykloridi HCl , vetyfluoridi HF)
- terveydelle haitalliset päästöt eli oksidantteja aiheuttavat päästöt eteeni C_2H_4 , metaani CH_4 ym sekä hiukkaset

Tärkeimmät ympäristövaikutuksia koskevat päätökset ja valinnat tehdään suunnitteluvaiheessa. Rakentamis- ja käyttövaiheessa tehtävillä valinnoilla on selvästi pienempi merkitys. Ympäristövaikutuksista sensijaan pääosa eli 80-90 % syntyy käyttövaiheessa lähinnä energiankulutuksen seurauksena. Materiaalien ja tarvikkeiden valmistuksessa ennen rakentamista ja sitten rakentamisvaiheessa syntyy ympäristövaikutuksista vain noin 10-20 %.

Eri energiantuotantomuodot aiheuttavat erilaisia päästöjä ympäristöön, niillä on erilaiset ympäristöprofiilit. Niiden määrään vaikuttavat voimakkaasti käytettävä energialähde, tuotanto- ja puhdistustekniikka, tuotantolaitoksen koko, laskutapa ja

monet muut tekijät. Tämän vuoksi ei tarkkoja yleispäteviä päästömääriä voida antaa. Energian kulutuksesta syntyvien tärkeimpien päästöjen suuruusluokat on esitetty taulukossa 6.1.

Ympäristövaikutusten ja päästöjen laskennallinen arviointi ja niiden keskinäinen painottaminen on vielä kehitysvaiheessa. Tämän vuoksi pientalon teknisen laadun ohjauksessa vain energiankulutuksen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt otetaan laskennallisesti huomioon. Vaikka eri energiantuotantomuodoilla on erilainen ympäristöprofiili, arvioidaan 1 kWh:n lämmönkulutuksen aiheuttavan keskimäärin 234 gramman hiilidioksidipäästön ja sähkönkulutus keskimäärin 221 gramman hiilidioksidipäästön. Motiva Oy:n laskelmien mukaan v. 2004 kaukolämmön keskimääräinen hiilidioksidin päästökerroin oli 220 g/kWh ja sähkön keskimääräinen päästökerroin 200 g/kWh. Jos pientalon energialähteen todellinen ympäristöprofiili on tiedossa, voidaan sitä käyttää päästöjen arvioinnissa. Kertoimet muuttuvat vuosittain sen mukaan, mistä energialähteistä lämpöä ja sähköä tuotetaan.

Nykyisten rakentamismääräysten mukaan tehdyssä 140 m²:n pientalossa syntyy siten vuodessa hiilidioksidipäästöjä 3500-5000 kg lämmityksestä ja 1200-2000 kg taloussähköstä. Kun otetaan huomioon vanhat, enemmän energiaa kuluttavat pientalot, aiheutuu Motiva Oy:n arvioiden mukaan miljoonan suomalaisen omakotitalon lämmityksestä 7-8 miljoonan tonnin hiilidioksidipäästöt vuodessa eli reilut 10 % koko Suomen kasvihuonepäästöistä. Kuvasta 23 voidaan todeta, että Suomen hiilidioksidipäästöjä tulisi vähentää reilusti, jotta päästäisiin Kioton sopimuksen mukaiselle vuoden 1990 tasolle. Näihin vähennystalkoisiin tulisi kaikkien pientalon rakentajien, remontoijien ja omistajien myös osallistua.

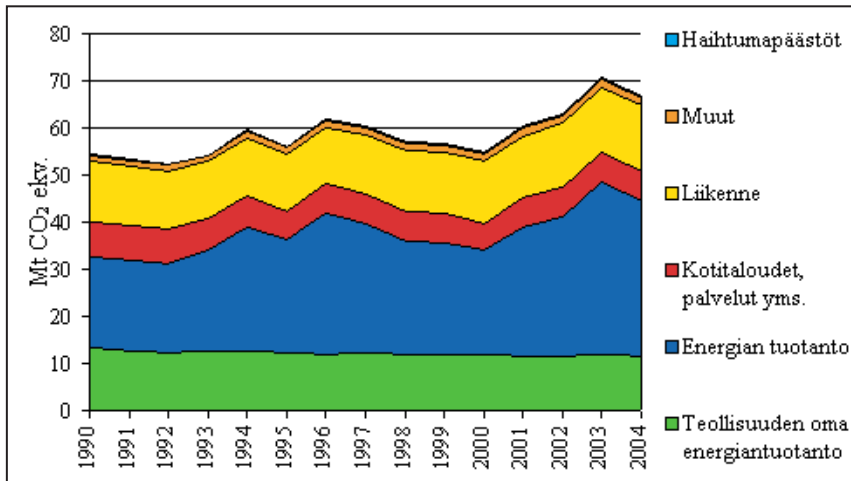
Taulukko 6.1. Energian kulutuksesta aiheutuvien eräiden ympäristöpäästöjen suuruusluokat Suomessa.

Energialähde	CO ₂ (g/kWh)	SO ₂ (mg/kWh)	NO _x (mg/kWh)	Hiukkaset (mg/kWh)
Kaukolämpö, keskimäärin ¹⁾	251	504	530	567
Sähkö, keskimäärin ¹⁾	231	440	530	701
Kevyt polttoöljy ²⁾	250-300	190-500	120-290	10
Puu ²⁾	200-350	0-10	80-100	200-3600
Maalämpö- pumppu ³⁾	80	150	180	230

1) Lähteen // mukaan v. 1998

2) Eri lähteistä

3) Noin kolmasosa sähkön käytön päästöistä



Kuva 23. Energia-sektorin päästö-trendi 1990-2004 (Mt CO₂ ekv.) /Tilastokeskus/.

6.2

Suunnitteluvaihe, maksimi 89 pistettä

6.2.1

Hiilidioksidipäästöt, maksimi 32 pistettä

Hiilidioksidipäästöt aiheuttavat ilmaston lämpenemistä

Ilmakehässä oleva hiilidioksidi vähentää maasta avaruuteen suuntautuvaa pitkäaaltosta lämpösäteilyä, jolloin maan pinnan ja ilmakehän lämpötilat nousevat. Tämän vuoksi hiilidioksidipäästöjä ilmakehään tulisi minimoida ja hiilidioksidin sitoutumista kasvillisuuteen maksimoida.

Puolittamalla energiankulutus voidaan päästötkin puolittaa. Lisäämällä ympäristöä kuormittamattomien energialähteiden (aurinko, tuuli, vesivoima ja maalämpö) käyttöä voidaan päästöjä edelleen rajoittaa. Biopolttoaineiden käyttö energian tuotantoon on myös suositeltavaa, koska biomassassa on uusiutuva energialähde. Sen hiilidioksidituotannon ja -kulutuksen voidaan katsoa olevan tasapainossa, jos poltetun massan tilalle kasvatetaan uutta massaa yhtä paljon. Miten pientalorakentaja saataisiin motivoitua energiansäästötalkoisiin ja hiilidioksidipäästöjen rajoittamiseen?

Puun polttaminen ei ole ongelmattonta

Puusta saadaan polttamalla energiaa noin 4,5-5,3 kWh/kg. Jos poltettua puuta kohti kasvatetaan sama määrä uutta puuta, on syntyvän hiilidioksidin nettopäästö yhtä kuin nolla. Polttoprosessissa syntyy myös hiilivetyjä, typpioksideja, häkää ja hiukasia, jotka ovat ihmiselle haitallisia, sekä tuhkaa. Ilmassa leijaileva savun haju pientaloalueella ei ole miellyttävää eikä terveellistä.

Kuivan puun palamiseen tarvitaan ilmaa vähintään 5 m³/kg. Pidettäessä tulta pientalon tulipesissä (takka, saunan kiuas, leivinuuni), on tarvittavan palamisilman saanti varmistettava. Tämä voi olla vaikeaa, koska hallitun ilmanvaihdon vuoksi talo on syytä tehdä ilmatiiviiksi. Tilannetta vaikeuttaa ilmanvaihdolla ylläpidettävä alipaine, mikä voi kääntää savuhormien vedon vääransuuntaiseksi. Savu voi tulla sisälle.

Puutulisijoilla tulisi olla hyvä hyötysuhde. Polttopuun tulisi olla kuivaa eikä tulipesissä saa polttaa mitä tahansa.

1. Lämmöntarpeen hiilidioksidipäästöt

Lämmöntarpeen hiilidioksidipäästöt voidaan laskea maksuttomalla ohjelmalla www.VTenergiajunior.fi

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Ovatko vuosittaiset lämmöntarpeen CO ₂ -päästöt alle 40 kg/htm ² ? vai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8	LVI
Ovatko vuosittaiset lämmöntarpeen CO ₂ -päästöt alle 35 kg/htm ² ? vai	<input type="checkbox"/>			11	LVI
Ovatko vuosittaiset lämmöntarpeen CO ₂ -päästöt alle 30 kg/htm ² ? vai	<input type="checkbox"/>			14	LVI
Ovatko vuosittaiset lämmöntarpeen CO ₂ -päästöt alle 25 kg/htm ² ? vai	<input type="checkbox"/>			16	LVI
Ovatko vuosittaiset lämmöntarpeen CO ₂ -päästöt alle 20 kg/htm ² ?	<input type="checkbox"/>			18	LVI
2. Onko takan hiukkaspäästöä todennettu? (Jos takkaa ei ole jätetään kysymykseen vastaamatta)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	ARK

2. Sähköntarpeen hiilidioksidipäästöt

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Ovatko vuosittaiset sähköntarpeen CO ₂ -päästöt alle 20 kg/htm ² ? tai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	SÄH
Ovatko vuosittaiset sähköntarpeen CO ₂ -päästöt alle 15 kg/htm ² ? tai	<input type="checkbox"/>			6	SÄH
Ovatko vuosittaiset sähköntarpeen CO ₂ -päästöt alle 10 kg/htm ² ? tai	<input type="checkbox"/>			8	SÄH
Ovatko vuosittaiset sähköntarpeen CO ₂ -päästöt alle 5 kg/htm ² ?	<input type="checkbox"/>			9	SÄH

6.2.2

Tontti, maksimi 12 pistettä

Ekotehokkuuteen huomiota jo luonnosvaiheessa

Ekotehokkaassa pientalossa säästetään luonnonvaroja ja materiaaleja, mutta ennen kaikkea energiaa. Ekotehokkuuden vaaliminen alkaa jo suunnittelupöydältä. Rakennus kannattaa sijoittaa tontille aurinkoiselle ja vähätuuliselle paikalle, tontti on hyvä säilyttää luonnonmukaisena, johtojen ja teiden määrää on syytä rajoittaa ja tontin hyötykäyttö (puutarha, maakellari jne.) on syytä ottaa tontin suunnittelussa huomioon jo luonnosvaiheessa.

Itse rakennuksessa on syytä suosia ympäristöä säästäviä materiaaleja, tarvikkeita ja suunnitteluratkaisuja. Ekotehokas rakennus on ennen kaikkea energiatehokas. Kaikki suunnitteluratkaisut ja toimenpiteet, jotka vähentävät talon energiankulutusta, parantavat myös sen ekotehokkuutta. Rakennuksen koko ja muoto, ikkunoiden määrä ja suuntaus, puolilämpimien tilojen sijoittelu rakennuksen pohjois- ja ulkoreunoille, eristystason parantaminen ja oikein valitut tekniset järjestelmät parantavat pientalon energia- ja ekotehokkuutta.

1. Tontti ja rakennuksen sijoittaminen tontille		Vast.			Paino	
		Kyllä	myöh	Ei		
1.	Liitetäänkö rakennus kunnalliseen viemäriverkostoon?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
2.	Sijaitseeko tontti palvelujen (vähintään päivittäistavarakauppa) läheisyydessä kävelymatkan päässä (alle 1 km) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL
3.	Onko tontille julkiset kulkuyhteydet (alle 0,5 km pysäkille) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL
4.	Onko rakennus sijoitettu tontille siten, että suurin osa ikkunapinnasta (pinnan kohtisuora/normaali) avautuu etelän suuntaan kaakon ja lounaan välille ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
5.	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) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
6.	Onko kiinteistön taloustilat (autotalli ja varasto) sijoitettu rakennuksen pohjoispuolelle suojavyöhykkeeksi ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK

6.2.3

Rakennusmateriaalit, 12 pist.

Tontin maatyöt ekotehokkaasti

Pientalon rakennuspaikalla pitää yleensä rakennustöiden alussa poistaa rakennuksen alta pintamaat ja kellarin kohdalta maata hieman syvemmältäkin. On taloudellisesti ja ekologisesti järkevää minimoida poiskuljetettavan maa-aineksen määrä ja miettiä, miten sitä voitaisiin hyödyntää tontin muotoilussa. Samalla myös vähentyy tontille tuotavan maa-aineksen määrä. Kun perustusten kaivamiseen joka tapauksessa tarvitaan kaivinkonetta, kannattaa samassa yhteydessä tehdä myös tontin muut maa-ainessiirrot ja tontin muotoilu niin pitkälle kuin mahdollista. Luonnontilainen tontti voi olla yhtä viihtyisä kuin jatkuvaa hoitoa vaativa nurmikkokin. Puuta kannattaa jättää kasvamaan, puro solisemaan ja vanha rakennus purkamatta odottamaan kunnostusta ja uutta hyötykäyttöä. Kapillaarikatkona rakennuksen alla kannattaa kuitenkin käyttää aina tähän tarkoitukseen seulottua ja testattua maa-ainesta.

1. Rakennusmateriaalit ja rakenteet

		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko ikkunoissa löydettävissä niihin kiinnitetty tyypitunnus ja energiamerkki?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL
2.	Onko turvalaseissa löydettävissä niihin kiinnitetty tyypitunnus? (jolle kohteessa ole turvalaseja, jätetään kysymykseen vastaamatta)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL

Vaadi rakennustarvikkeista ympäristöseloste

Rakennustarvikkeiden valmistuksessa kuluu uusiutumattomia luonnonvaroja ja syntyy päästöjä ympäristöön. Ympäristösyistä tulisi pientalon rakentamisessa käyttää tarvikkeita ja materiaaleja, joilla nämä ympäristövaikutukset ovat mahdollisimman vähäisiä. Ympäristövaikutukset käyvät ilmi tarvikkeen ympäristöselosteesta. Sen laatii esim. VTT tarvikkeen valmistajan hakemuksesta. Siinä esitetään mm. tarvikkeen arvioitu käyttöikä, sen valmistukseen kulunut energia ja raaka-aineet, valmistuksessa syntyneet päästöt, pintamateriaalien päästoluokka sekä tarvikkeen hävittäminen tai uusiokäyttömahdollisuudet. Kannattaa suunnitella rakenteet tarvikkeista ja materiaaleista, joiden yhteenlasketut ympäristövaikutukset ovat mahdollisimman pieniä. Pientalon suunnittelijat ovat tällöin avainasemassa. Tarvikkeiden ja materiaalien kuljetuksessa syntyvien ympäristövaikutusten minimoimiseksi kannattaa suosia lähellä rakennuspaikkaa valmistettuja paikallisia tuotteita.

Rakennustietosäätiö ylläpitää luetteloa voimassa olevista ympäristöselosteista. Ne löytyvät osoitteesta www.rts.fi. Ympäristötietoinen pientalovalmistaja pystyy esittämään markkinoimistaan talopaketeista myös ympäristöselosteen.

2. Ympäristöselosteet

Onko seuraavilla kohteessa käytetyillä rakennusmateriaaleilla tai rakenneosilla voimassa oleva ympäristöseloste: puutavara, lämmöneristeet, perustusten maa-ainekset, valmisbetoni, katemateriaali, harkot/tiilet, keraamiset laatat, ikkunat, ovet, lattiapinnoitteet, kiintokalusteet?

		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Voimassa olevia ympäristöselosteita on 1 – 2 yllä olevan listan tuotteista VAI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
	Voimassa olevia ympäristöselosteita on 3 – 4 yllä olevan listan tuotteista VAI	<input type="checkbox"/>			4	ARK
	Voimassa olevia ympäristöselosteita on 5 – 6 yllä olevan listan tuotteista VAI	<input type="checkbox"/>			6	ARK
	Voimassa olevia ympäristöselosteita on vähintään 7 yllä olevan listan tuotteista VAI	<input type="checkbox"/>			8	ARK
	Onko hankittavasta talopakettitoimituksesta esitettävissä ympäristöseloste tai laaditaanko puolueeton ympäristöseloste	<input type="checkbox"/>			8	TIL

Muuntojoustavuus, maksimi 10 pistettä

Ekotehokas pientalo on muuntojoustava

Ekotehokas pientalo on kestävä ja pitkäikäinen, jotta rakentamisessa, korjaamisessa ja muutostöissä syntyviä ympäristövaikutuksia voitaisiin rajoittaa. Pitkän käyttöiän (esim. 100 v.) aikana pientalon pitäisi sopeutua muuttuviin asumistarpeisiin. Sen pitäisi soveltua eri kokoisille perheille, invalideille ja vanhuksille. Tilojen käyttötarkoitusta pitäisi voida helposti muuttaa esim. työtiloiksi, harrastustiloiksi tai vuokrataviksi ulkopuolisille. Asunnon laajentamisen tai sivuasunnon rakentamisen esim. isovanhemmille tulisi olla mahdollista vähäisin purku- ja muutostöin. Pintamateriaalien, kalusteiden ja laitteiden uusimisen tulisi olla mahdollisimman vaivatonta. Mitä vähemmän rakentamista, korjaamista ja muutostöitä tarvitaan rakennuksen käyttöiän aikana, sitä vähäisempiä ovat syntyvät ympäristövaikutukset.

Joustavatko tekniset järjestelmät?

LVIS-järjestelmät ja niiden laitteet ovat oleellisesti lyhytikäisempiä kuin rakennuksen rungon osat. Niitä joudutaan uusimaan, korjaamaan ja huoltamaan rakennuksen käyttöiän aikana. Työn helpottamiseksi niitä ei kannattaisi sijoittaa rakenteiden sisälle. Järjestelmien suunnittelussa ja mitoituksessa tulisi ottaa huomioon muuttuvat asumistarpeet ja lisärakentamismahdollisuus. Vesikiertoinen patteri- tai lattialämmitys tekee lämmöntuotantomuodon mahdollisen vaihtamisen myöhemmin helpoksi (kaukolämpö, öljy, puu tai varaava sähkö). Asia on syytä ottaa huomioon myös teknisen tilan tilamitoituksessa (öljysäiliö, lämminvesivaraaja, hakesiilo tms.). Ikkunoiden alapuolelle on järkevää varata tilaa lämpöpattereille, vaikka talossa olisikin lattia- tai kattolämmitys. Tilojen käyttötarkoituksen muutos voi antaa aiheutta ilmanvaihdon muutokselle tai vesipisteiden lisäykselle. Sähkölaitteita halutaan mahdollisesti myöhemmin lisää. Mitä vähemmän purkamista ja korjaamista talon käyttöiän aikana sitä vähemmän ympäristövaikutuksia. Sitä vähemmän myös kustannuksia.

1. Muuntojoustavuus

Muuntojoustavuus nostaa talon arvoa esimerkiksi elämäntilanteen muuttuessa tai talon myyntitilanteessa.

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Onko suunnittelussa otettu huomioon sivuasunnon erottamismahdollisuus, mikä voidaan tehdä sisäisiä kulkuteitä (ovet, aukot, käytävät) sulkemalla tai onko rakennuksessa jo valmiina sivuasunto ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
2. Voidaanko asunnon makuuhuoneiden kokoa muuttaa helposti keveitä seiniä purkamalla tai lisäämällä ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
3. Onko asemapiirroksessa esitetty rakennuksen laajennusvaraus tai onko pohjapiirustuksessa esitetty asumistilojen laajennusvaraus (esim. ullak- korakentaminen) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
4. Voidaanko rakennuksen taloteknisiä järjestelmiä helposti muuttaa tai täydentää (rakenteissa olevat putkitukset, ilmanvaihtokanavien mitoitus) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI
5. Onko varauduttu edellä mainittuihin uusiin tai jaettuihin huoneisiin toteuttamaan ilmastointi ja lämmitys?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	LVI

6.2.5

Turvallisuus, maksimi 8 pistettä

1. Turvallisuus

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1. Onko rakennuksen alapohjassa kellarirakenteissa radonin poistojärjestelmä ? (rakenteiden saumojen ja läpivientien tiivistys, alapohjan tuuletusputkiston katolle johtaminen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	RAK
2. Onko kaikissa makuuhuoneissa sarjaankytketyt palovaroittimet (yhtäaikainen hälytys) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SÄH
3. Onko sähköliesi varustettu automaattisella virrankatkaisulla ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	TIL
4. Onko rakennuksessa lämmitysjärjestelmän toimintahäiriöistä varoitettava langaton hälytysjärjestelmä ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
5. Onko rakennuksessa murtohälytinjärjestelmä ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	SÄH

Käyttöikäsuunnittelu, maksimi 15 pistettä

Mitä on käyttöikäsuunnittelu?

Kestävän pientalon käyttöikäna voidaan pitää noin 100 vuotta. Käyttöikäsuunnittelu käsittää paitsi rakennuksen, rakenteiden ja teknisten järjestelmien suunnittelun myös niiden korjaamisen, uusimisen ja huollon suunnittelun koko käyttöiän ajalle. Suunnitteluvaihtoehdot perustuvat yleensä käyttöiän aikaisten kokonaiskustannusten (elinkaarikustannusten) minimointiin. Kustannuksiin tulee siten laskea mukaan rakentamiskustannukset, käytön aikaiset vuosikustannukset sekä aika ajoin toistuvat rakenteiden ja laitteiden uusimis- ja perusparannuskustannukset. Käyttöikäsuunnitteluun tulisi osallistua kaikkien suunnittelijoiden ja rakennuttajan. Laadukas käyttöikäsuunnittelu edellyttää hyvää tietämystä kustannuksista ja rakenteiden ja laitteiden kestoikästä eli uusimisväleistä. Käyttöikäsuunnittelussa voidaan ottaa huomioon myös käyttöiän aikaiset ympäristövaikutukset kustannusten ohella.

Käyttöikäsuunnittelua käsitellään tarkemmin luvussa 7.

Rakenteilla, materiaaleilla ja tarvikkeilla on omat käyttöikänsä

Pientalon käyttöikäsuunnittelu on järkevää tehdä pieninä osina. Voidaan tarkastella eri rakenteita (vesikatto, ulkoseinä, alapohja, perustukset jne.) ja niiden käyttöikäkustannuksia ja ympäristövaikutuksia muista rakenteista erillään. Voidaan punnita myös materiaalivalintoja (vesikaton, julkisivun, lattioiden, sisäseinien jne. pintamateriaalit) tai tarvikkeivalintoja (ikkunat, ovet, portaat, kalusteet, vesikourut jne.) niiden kestoikien, käyttöikäkustannusten ja ympäristövaikutusten perusteella. Ulkovaipan eri osien (yläpohja, ulkoseinät, alapohja) lämmöneristeen eristepaksuus voidaan myös arvioida käyttöikäkustannusten avulla. Käyttöikäsuunnittelu on myös uusimis- ja huoltosuunnittelua. Rakennuksen eri rakenteiden, materiaalien ja tarvikkeiden uusimis- ja huoltovälit arvioidaan ja kirjataan rakennuksen huoltokirjaan. Hyvin suunniteltu, rakennettu ja huollettu pientalo on kestävä, pitkäikäinen, taloudellinen ja ympäristöystävällinen.

Teknisten järjestelmien valinta käyttöikä tarkasteluilla

Mikä lämmönlähde ja mikä lämmönjakojärjestelmä sopisi parhaiten minun talooni? On järkevää valita lähempään tarkasteluun 3-5 vaihtoehtoa ja arvioida kullekin käyttöikäkustannukset. Tällöin tärkeitä ovat investointi- eli rakennuskustannukset. Vuosikustannukset koostuvat huolto- ja energiakustannuksista. On huomattava, että lämmitysjärjestelmän ja sen osien käyttöiät ovat lyhyempiä (15-30 v.) kuin koko rakennuksen käyttöikä (50-100 v.). Siksi niitä joudutaan uusimaan ja korjaamaan aika ajoin käyttöiän aikana. Öljypolttimet ja -kattilat, kiertovesipumput, lämpöpumput ja säätölaitteet voivat olla hyvin lyhytikäisiä.

Ilmanvaihtojärjestelmän valinta käyttöikä tarkastelujen perusteella on myös perusteltua. Hankintahinnoissa, käyttö- ja huoltokustannuksissa sekä hyötysuhteissa on vaihtoehtojen välillä eroja.

Tarkasteltaville lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien vaihtoehdoille voidaan laskea myös ympäristötase eli päästöt ympäristöön talon koko käyttöiän ajalta.

1. Käyttöikäsuunnittelu		Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino	
1.	Onko rakennuksen suunnittelun lähtötiedoksi asetettu käyttöikä tavoite, jotka on kirjattu huoltokirjaan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
2.	Onko perustuksista ja alapohjasta käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ARK
3.	Onko ulkoseinistä käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ARK
4.	Onko yläpohjasta ja vesikaton rakenteista käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ARK
5.	Onko ikkunoista käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ARK
6.	Onko ulko-ovista käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	ARK
7.	Onko lämmitysjärjestelmästä käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
8.	Onko ilmanvaihtojärjestelmästä käytettävissä elinkaarikustannustarkastelut?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	LVI
9.	Onko ulkona käytetyt mekaaniset liittimet (naulat, ruuvit, pultit, kiinnityslevyt) vähintään kuumasinkittyjä, ei sähkösinkittyjä tai keltapassivoituja?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	RAK
10.	Onko painekyllästetyn ja lämpökäsitellyn puun mekaaniset liittimet vähintään ruostumattomia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	RAK
11.	Onko märkätiloissa käytetyt mekaaniset liittimet vähintään ruostumattomia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	RAK

6.3

Toteutusvaihe, maksimi 22 pistettä

6.3.1

Työmaan toiminnot ja huoltokirja, maksimi 22 pistettä

Ympäristönäkökulmaa myös työmaatoimintoihin

Myös pientalotyömaalla tulisi rakennusjätteen määrää rajoittaa, koska se kuormittaa ympäristöä. Syntyvä jäte on syytä lajitella ja hyötyjäte toimittaa uusiokäyttöön tai kierrätykseen. Rakennusmateriaalien ja -tarvikkeiden huolellinen varastointi estää niiden turmeltumisen ja vähentää siten jätteen määrää. Tarvikkeiden ja rakenteiden pitäminen kuivina vähentää kuivatustarvetta ja siten myös lämmitysenergiaa. Rakennuksen oma lämmitysjärjestelmä olisi saatava käyttöön mahdollisimman nopeasti, sillä tilapäisen työmaalämmityksen hyötysuhde on yleensä huono. Tarvikkeiden kuljetukset olisi hyvä hoitaa suurissa erissä, jotta työmaaliikenne ja sen aiheuttamat

päästöt ympäristöön jäisivät mahdollisimman pieniksi. Huomaavainen pientalorakentaja rajoittaa myös työmaan melun, pölyn, hajun ja muiden haittojen leviämistä lähiympäristöön.

1. Työmaan toiminnot ja huoltokirja		Vast.			Paino	
	Kyllä	myöh	Ei			
1.	Onko työmaalla keräyslava jätepuutavaralle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
2.	Onko työmaalla keräyslava muovijätteille?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ
3.	Onko työmaalla keräyslava metallijätteille?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ
4.	Onko työmaalla keräyslava sekajätteelle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
5.	Onko rakennusmateriaalit varastoitu irti maasta, sääsuojatussa sekä ulkoa tuuletetussa tilassa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
6.	Tuotetaanko työnaikainen lämmitysenergia puuta tai muuta kiinteää polttoainetta käyttävällä lämmittimellä tai rakennuksen varsinaisella lämmitysjärjestelmällä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	VTJ
7.	Onko lattian alusta ennen lämmöneristeiden asennusta valokuvattu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
8.	Onko lattialämmitysputkisto kuvattu ennen lattiavalua?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
9.	Onko pohjaviemärin, salaojien, sadevesiviemäreiden ja muiden maanalle jäävien putkien liitokset tarkastettu ja asennus valokuvattu ennen täyttötöiden tekemistä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
10.	Onko työnaikaiset muutokset siirretty suunnitelmiin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
11.	Onko huoltokirjaan liitetty tiedot rakentamisessa käytetyistä materiaaleista ja tarvikkeiden ja palvelujen toimittajista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	ARK
12.	Onko rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeissa tiedot rakennushankkeen toteutukseen osallistuneista yrityksistä ja henkilöistä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	VTJ
13.	Tehdäänkö materiaalien hankinnoissa ja kuljetuksissa yhteistyötä samalla alueella rakentavien perheiden kanssa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	TIL

6.4

Käyttövaihe, maksimi 11 pistettä

6.4.1

Asuminen ja huoltokirja, maksimi 11 pistettä

Asukkaat ympäristönsäästötalkoisiin

Ympäristötietoinen pientaloasukas pyrkii minimoimaan syntyvän talousjätteen määrää. Hän lajittelee jätteen, toimittaa paperin, pahvin ja kartongin, metallin, lasin ja muovin kierrätykseen ja kompostoi bio- ja puutarhajätteen. Puujätteen hän polttaa oman talonsa tulisijassa ja ongelmajätteet hän toimittaa niiden vastaanottopisteisiin. Hän kerää talonsa katolta tulevat sadevedet ja käyttää ne puutarhansa kasteluun vähentäen siten vesijohtoveden kulutusta.

Hän on perehtynyt lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien toimintaan ja huolehtii niiden huollosta ja kunnossapidosta. Hän seuraa lämmön ja sähkön kulutusta ja pyrkii vähentämään sitä säätämällä omia asumistottumuksiaan ja pitämällä talon tekniikan kunnossa. Energian kulutusta minimoimalla hän rajoittaa myös energian kulutuksesta aiheutuvia ympäristöhaittoja. Pitämällä talonsa muutoinkin kunnossa hän vähentää talon käyttöiän aikaisia korjaus- ja muutostöitä ja siten niistä aiheutuvaa materiaali- ja energiahukkaa.

1. Asuminen ja huoltokirjan käyttö		Vast.			Paino
		Kyllä	myöh	Ei	
1.	Onko kiinteistössä talusjätteiden lajittelujärjestelmä (sekajäte, paperi, kartonki, biojäte)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2 TIL
2.	Onko talossa kompostori biojätteelle ja puutarhajätteelle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2 TIL
3.	Onko sadevesijärjestelmästä tai pintavesikaivosta saatavaa vettä mahdollisuus käyttää puutarhan kastelussa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2 TIL
4.	Onko kohteen käyttö- ja huolto-ohjeissa huoltokalenteri ja huolto- ja korjauspäiväkirjat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2 ARK
5.	Onko kohteessa pitkän tähtäyksen kunnossapitosuunnitelma (25 v) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 ARK
6.	Onko rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeissa ohjeistus rakenteiden ja järjestelmien huollosta ja kunnossapidosta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2 ARK

Tietolähteitä

1. Rakennus- ja kiinteistöalan ekotehokkuus. Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö, opas 580. Helsinki 2002.
2. Rakentajan ekotieto. Uudisrakentaminen. Rakennustietosäätiö. Rakennustieto Oy. Tampere 2000. 194 s.
3. Rissa Kari, Ekotehokkuus-enemmän vähemmästä. Ympäristöministeriö. Edita Oy. Helsinki 2001.
4. Häkkinen Tarja et al., Ekotehokkaan rakennuksen suunnittelu. Rakennustieto Oy. Tampere 1999. 109 s.
5. Häkkinen Tarja & Kaipainen Maarit, Ekologiset kriteerit rakennussuunnittelussa. Rakennustieto Oy. Espoo 1996. 45 s.
6. Hekkanen Martti et al., Energiatehokkuus ja ympäristövaikutukset osana pientalon teknistä laatua. VTT Tiedotteita xx. Espoo 2006. yy s.
7. Ahtiainen Aski & Leppänen Pekka, Ekologinen puutalo. Rakennustieto Oy. Tampere 1999. 96 s.
8. Ympäristöselosteet www.rts.fi
9. Suorakanava Oy:n Koti-Optimi-kustannusarvio-ohjelma www.rakentaja.fi
10. Rakennustieto Oy:n Klara-kustannuslaskentaohjelma www.mittaviiva.fi

7 Elinkaarisuunnittelu ja elinkaarikustannukset

7.1

Elinkaarisuunnittelu

Rakennuksen elinkaari on ajanjakso, johon lasketaan kuuluviksi rakennusmateriaalien ja –tarvikkeiden valmistusvaihe, rakennuksen rakentamisvaihe, käyttövaihe ja purkamisvaihe. Usein siitä käytetään myös nimitystä rakennuksen käyttöikä, mikä varsinaisesti tarkoittaa pelkästään käyttövaihetta, mikä onkin elinkaaresta ylivoimaisesti pisin vaihe. Pientalon elinkaaren tavoite- ja suunnittelupituudeksi on syytä asettaa 100 vuotta. Rakennus voidaan purkaa aikaisemmin, mutta hyvin tehtynä ja huollettuna se voi olla käytössä pitempäänkin.

Rakennuksen elinkaarisuunnittelu (tai käyttöikäsuunnittelu) tarkoittaa rakenteiden, materiaalien ja teknisten järjestelmien valintaa ja rakennuksen ylläpidon suunnittelua siten, että se täyttää vaatimukset hallitulla ja optimoidulla tavalla koko sen käyttöajan ajan. Siihen kuuluu siis normaalin rakennussuunnittelun lisäksi käytön aikaisen huollon ja rakenteiden, materiaalien, teknisten järjestelmien (lämmitys, ilmanvaihto) tai niiden osien kunnostustoimenpiteiden ja niiden aikavälien (kunnostusjaksojen) etukäteissuunnittelu. On luonnollisesti järkevää pyrkiä tekemään sellaisia valintoja, että huolto- ja kunnostustoimenpiteitä tarvitaan käytön aikana mahdollisimman vähän. Kestävillä rakenteilla, materiaaleilla ja teknisillä järjestelmillä saadaan myös kestävä ja pitkäikäinen pientalo. Tavoitteena voi olla elinkaaren aikaisten kokonaiskustannusten minimointi, mutta tarkastelu voidaan kohdistaa myös elinkaaren aikaisiin ympäristövaikutuksiin.

Elinkaarisuunnittelun keskeinen tuotos on rakennuksen huoltokirja. Siihen kirjataan käytön aikana tarvittavat huolto- ja kunnostustoimenpiteet ja niiden arvioidut aikavälit.

Elinkaarisuunnittelun yhteydessä voidaan myös varautua tiedossa ehkä olevaan mutta myöhemmin tapahtuvaan lisätilan rakentamiseen tai käyttötarkoituksen muuttamiseen käyttöajan jossain vaiheessa. Perheen kasvaessa tarvitaan ehkä lisätilaa tai sukupolven vaihtuessa tilantarve vähenee tai muuttuu, jolloin rakennuksen tulisi joustavasti mukautua uusiin tilantarpeisiin. Muuntojoustavuus ja mahdollinen käyttötarkoituksen muutos kannattaa ottaa elinkaarisuunnittelussa huomioon. Elinkaarisuunnittelu on haaste suunnittelijoille, mutta rakennuttajien pitäisi olla arvioimassa, millaisiin tilojen käyttötarpeisiin käytön aikana on syytä varautua. Yleisesti hyväksytyä ja käytössä olevaa menettelytapaa elinkaarisuunnittelua varten ei ole

olemassa, mutta taloudellisiin tarkasteluihin voidaan hyvin soveltaa tavanomaisia investointilaskennan periaatteita ja menettelytapoja.

Elinkaarisuunnittelu on suunnitteluvaiheessa tehtävien valintojen tekemistä. Eri vaihtoehtoja puntaroidessa elinkaarikustannukset ovat muiden tekijöiden ohessa tärkeä valintaperuste. Siksi kustannuslaskennalla on elinkaarisuunnittelussa keskeinen rooli. Voidaankin sanoa, että elinkaarisuunnittelussa on kaksi keskeistä haastetta:

- rakenteiden ja materiaalien kestoikien arviointi eli kunnossapitajaksojen määrittäminen. Ohjeellisia kestoikiä eri materiaaleille ja teknisten järjestelmien osille löytyy esim. lähteistä /1/, /2/, /4/.

- elinkaarikustannusten arviointi. Rakennuskustannusten lisäksi joudutaan arvioimaan myös vuosikustannuksia ja kunnossapitokustannuksia. Kustannustietoutta on esitetty esim. lähteissä /6/, /7/, /10/ ja /11/.

Voidaan puhua myös koko rakennuksen elinkaarisuunnittelun sijasta jonkin rakennusosan elinkaarisuunnittelusta. Tällaisia rakennusosia voidaan pientalostakin erottaa runsaasti, kuten ikkunat, vesikatto, lämmitysjärjestelmä tai sen osat, julkisivuverhous jne. Rakennusosiin kohdistuva tarkastelu onkin käytännössä yleisempää.

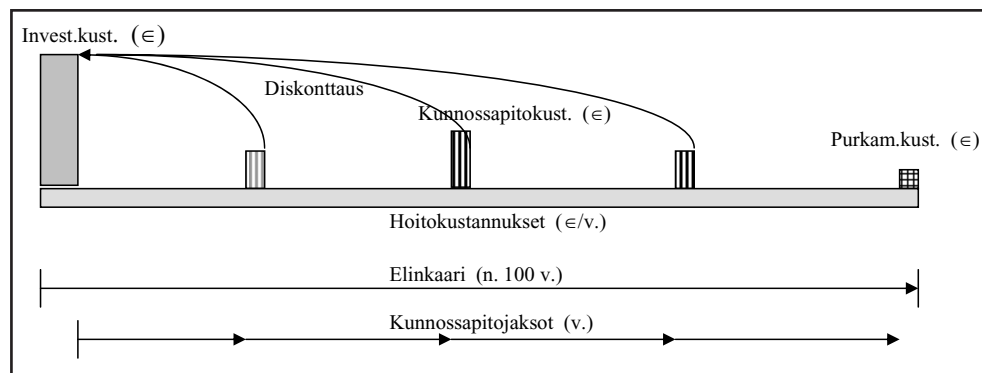
7.2

Elinkaarikustannukset

Pientalon elinkaaren aikaiset kokonaiskustannukset koostuvat useasta osasta:

- rakentamisen aikana syntyvät investointikustannukset eli tontin hinta, suunnittelu, liittymismaksut ja itse rakentamisesta aiheutuvat kustannukset
- vuosittain syntyvät hoitokustannukset, kuten lämmitys, sähkö ja verot
- kunnossapitajaksojen välein syntyvät kunnossapitokustannukset
- elinkaaren lopussa syntyvät purkamis- ja uudelleenkäyttö- tai hävittämis-kustannukset

Elinkaaren aikana voidaan rakennuksessa tehdä myös alkuperäistä käyttötarkoitusta parantavia tai muuttavia rakennustöitä. Niitä ei kuitenkaan voida ennalta arvaata, joten ne yleensä jätetään huomioon ottamatta elinkaarikustannuksia arvioitaessa. Rakennuksen elinkaarikustannuksia on havainnollistettu kuvassa 24.



Kuva 24. Rakennuksen elinkaarikustannukset.

Jotta elinkaaren eri vaiheissa syntyviä kustannuksia voidaan verrata toisiinsa ja laskea yhteen, tulee kustannukset saattaa yhteismitallisiksi. Nykyarvomenetelmässä tulevaisuudessa syntyvät kustannukset (hoitokustannukset ja kunnossapitokustannukset) muutetaan diskonttaamalla vertailuajankohdan eli yleensä rakentamisaikakohdan investointikustannuksiksi. Purkamiskustannukset ovat pieniä ja ne voidaan tavallisesti jättää laskelmista pois. Tämän jälkeen eri kustannusten nykyarvot voidaan laskea yhteen, jolloin saadaan elinkaaren kokonaiskustannusten nykyarvo rakentamishetkellä. Ne voidaan ilmaista joko kokonaiskustannuksina € tai kustannuksina asuntoneliometriä kohden (€/asm²).

Diskonttauksessa tarvitaan laskennallinen korkoprosentti. Se voidaan valita useilakin eri perusteilla:

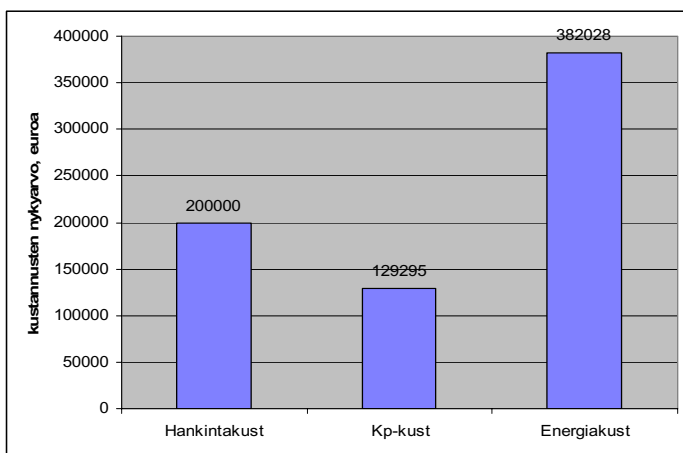
- sama kuin kansantulon keskimääräinen vuotuinen kasvuprosentti pitkällä aikavälillä. Se kuvaa myös yksityistalouksien tulotason kasvua.
- sama kuin rahatalleuksille maksettava keskimääräinen korko pitkällä aikavälillä sama kuin kilpailevista sijoituksista saatava tuotto
- lainarahasta maksettava keskimääräinen korko pitkällä aikavälillä

Yleensä laskennallinen korkoprosentti on suuruusluokkaa 2-5 %, mutta myöskin 0 %:a voidaan perustella. Pientalon rakennuttajan on syytä olla mukana korkoprosenttia valitsemassa.

Hoitokustannuksista suurimman osan muodostavat energiakustannukset (lämmitys ja sähkö). Energian hinnan tulevaa kehitystä on esim. 100 vuoden tähtäyksellä vaikea ennustaa, mutta yleensä sen reaaliarvon arvioidaan tulevaisuudessa nousevan huomattavasti. Tämä voidaan ottaa huomioon elinkaarilaskelmissa kertomalla energian laskentahetken hinta arvioidulla korotuskertoimella (katso esim. /5/).

Pientalon kokonaiselinkaarikustannuksia voidaan käyttää esim. kahden tai useamman pientalon keskinäiseen vertailuun. Pientalosta haaveileva perhe voi vertailla esim. eri talovalmistajien tarjoamia talomalleja ja niiden hintoja keskenään. Tällöin elinkaarikustannukset ovat tärkeä mutta ei ainoa vertailukriteeri. Muut ns. laatutekijät, joiden painotus riippuu aina arvioijasta, on myös syytä ottaa huomioon. On huomattava, että elinkaarikustannusten laskennallinen arviointi on aika työläs tehtävä ja laskentatuloksiin sisältyy aina epävarmuustekijöitä.

Kuvassa 25 on esitetty keskikokoisen pientalon elinkaarikustannusten keskimääräinen jakauma.



Kuva 25. Elinkaarikustannusten muodostuminen omakotitalossa, jonka hankintahinta on 200 000 euroa ja energian hinta on 5 c/kWh. Elinkaaren aikana kunnossapitokustannukset ovat keskimäärin 1 % hankintahinnasta vuodessa ja energian reaalihintaa nousee keskimäärin 1,5 % vuodessa. Taloudellinen pitoaika on 100 vuotta ja laskentakorko 2 %
/Martti Hekkanen, VTT/

Elinkaaritarkastelut

Käytännössä elinkaaritarkastelut on useimmiten järkevää kohdistaa koko rakennuksen sijasta rakennusosia, materiaaleja ja teknisiä järjestelmiä koskeviin valintatilanteisiin. Toisin sanoen: koko rakennuksen elinkaarisuunnittelu jaetaan pienempiin osiin, joiden yhteydessä tehtävät suunnitteluvalinnat tehdään elinkaarikustannukset minimoiden, mutta kuitenkin laadulliset vaatimukset täyttäen. Tällöin elinkaarikustannusten laskenta kohdistetaan vain niihin kustannuksiin, jotka ovat erilaisia eri vaihtoehtojen välillä. Menettelytapa on periaatteessa seuraava:

1. Valitaan tarkasteltaviksi muutamia vaihtoehtoisia ratkaisumalleja, jotka täyttävät toiminnalliset ja laadulliset vaatimukset ja ovat toteuttamiskelpoisia.
2. Arvioidaan rakennuksen elinkaaren pituus, pientalolle noin 100 vuotta.
3. Arvioidaan kullekin vaihtoehdolle investointikustannukset rakentamisaikana (rakennuskustannukset).
4. Arvioidaan kullekin vaihtoehdolle kunnossapitokustannukset elinkaaren aikana.
5. Arvioidaan kullekin vaihtoehdolle vuosikustannukset (lämpö, sähkö, huolto tms.).
6. Arvioidaan laskennallinen korkoprosentti ja diskontataan kunnossapitokustannukset ja vuosikustannukset rakentamishetkeen. Koska korkoprosentti vaikuttaa aika voimakkaasti vaihtoehtojen välisiin kustannuseroihin, voidaan vertailulaskelmat tehdä esim. kolmea erilaista korkoprosenttia käyttäen.
7. Lasketaan kunkin vaihtoehdon investointikustannukset ja diskontatut kunnossapito- ja vuosikustannukset yhteen, jolloin saadaan kullekin vaihtoehdolle elinkaarikustannukset.
8. Arvioidaan eri vaihtoehtojen laadullisia ominaisuuksia ja valitaan suunnitteluratkaisuksi parhaan laatu/hinta-suhteen omaava vaihtoehto.

Elinkaaritarkasteluja on kuvattu myös lähteissä /1/, /2/ ja /3/.

Esimerkkejä

Elinkaaritarkastelujen havainnollistamiseksi esitetään seuraavaksi eräitä esimerkkejä. Ne ovat tyyppillisiä valintatilanteita pientalon suunnittelussa. Numeerisia laskelmia ei kuitenkaan esitetä.

Lämmitysjärjestelmän valinta

Lämmitysjärjestelmä koostuu lämmönlähteen, mahdollisen lämmön varastoinnin ja lämmön jakelun yhdistelmästä. Ne voidaan valita seuraavista vaihtoehdoista:

Lämmön lähde	Varastointi	Lämmön jakelu
- kaukolämpö	- vesivaraaja	- vesipatteriverkosto
- öljy	- lattiavaraaja	- sähköpatteriverkosto
- sähkö (suora/yö)		- sähkölämmityselementit
- puu (pelletti, hake, klapi)		- vesilattialämmitys
-lämpöpumppu (maa, vesi, ilma)		- ilmalämmitys
- aurinkokerääjät		- puutulisijat

Yllä olevista vaihtoehtoista valitaan lämmitysjärjestelmävaihtoehtoiksi muutamia yhdistelmiä, jotka ovat valitulla rakennuspaikalla järkeviä ja toteuttamiskelpoisia. Vaihtoehtoon voi kuulua päälämmitysjärjestelmä ja varalämmitysjärjestelmä (esim. suora sähkölämmitys sähköpattereilla päälämmitysjärjestelmänä ja klapeilla lämmitettävät puutulisijat vara- tai lisälämmitysjärjestelmänä).

Vaihtoehtoilta määritetään investointikustannukset, vuosikustannukset ja kunnossapitokustannukset. Kunnossapitokustannukset eri laitteilla ovat aika lyhyet ja vaihtelevat välillä 15-40 vuotta. Kaikissa vaihtoehtoissa on syytä varautua myös lämmitysjärjestelmän muuttamiseen rakennuksen käyttöänsä aikana (esim. tilavaraukset teknisessä tilassa).

Lämmitysjärjestelmän valintaa on käsitelty myös lähteissä /8/ ja /9/.

Vaihtoehtojen elinkaaritarkastelut valmistelee LVI-suunnittelija yhdessä rakennuttajan kanssa.

Ilmanvaihtokoneen valinta

Markkinoilla on useita erilaisia ilmanvaihtokoneita. Tarkasteltaviksi vaihtoehtoiksi valitaan sopivan ilmanvaihtotehon ja muut vaadittavat ominaisuudet omaavat koneet. Investointikustannuksia ovat koneen hankinta ja asennus. Kunnossapitokustannuksia ovat koneen osien tai koko koneen uusiminen useitakin kertoja rakennuksen käyttöänsä aikana. Kunnostusjaksot ovat luokkaa 20-30 vuotta. Vuosikustannuksia muodostuu koneen käynnissä pitämiseen kuluva sähköstä, poistoilman mukana poistuvasta lämmöstä, tuloilman esilämmittämiseen kuluva lämmöstä, puhdistuksista ja muusta huollosta. Ilmanjakokanaviston kustannuksia ei tarvitse ottaa huomioon. Ilmanvaihtokoneen valintaa on käsitelty myös lähteessä /9/.

Vaihtoehtojen elinkaaritarkastelut valmistelee LVI-suunnittelija yhdessä rakennuttajan kanssa.

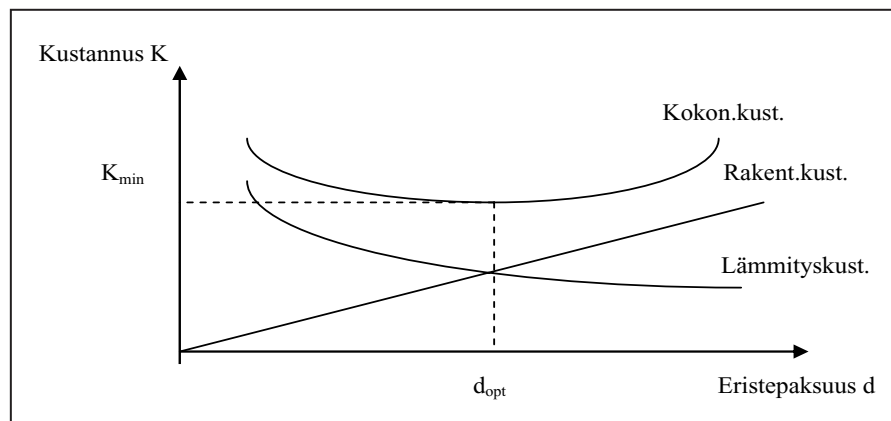
Ulkoseinien, yläpohjan ja alapohjan lämmöneristeen paksuus

Jos ulkovaipparakenteiden muut materiaalikerrokset ja niiden paksuudet valitaan ensin ja pidetään vakioina, voidaan lopuksi valita lämmöneristeen paksuus elinkaarikustannuksia valintaperusteena käyttäen.

Kun eristekerros valitaan paksuksi, saadaan alhaiset lämmityskustannukset mutta korkeat rakentamiskustannukset. Eristeen käyttöikä eli kunnostusjakson pituus voidaan arvioida samaksi kuin koko rakenteen ja rakennuksen käyttöikä eli kunnossapitokustannuksia ei käyttöiän aikana synny. Yksinkertaisilla laskelmilla voidaan määrittää rakentamiskustannuksista ja vuosikustannuksista koostuvien elinkaarikustannusten minimi. Asiaa havainnollistaa kuva 26.

Tarkastellaan ulkovaipan yhtä neliometriä, sen kustannuksia ja sen kautta siirtyvää lämpöenergiaa. Investointikustannus koostuu eristeen hinnasta, eristetilassa olevan puutavaran hinnasta ja mahdollisista muista kustannuksista, joihin eristepaksuus vaikuttaa. Rakentamiskustannuksiin on lisättävä ns. tilakustannus, joka johtuu tarkasteltavaan vaipanosaan liittyvien rakennusosien lisäkustannuksista, kun eristevahvuutta lisätään. Esim. valittaessa ulkoseinän eristepaksuutta, lisääntyy vesikatteen määrä, viereisten ulkoseinien julkisivun määrä ja perustusten leveys, jos eristyspaksuutta lisätään. Kunnossapitokustannuksia ei oleteta syntyvän. Vuosikustannuksia ovat lämmityskustannukset, joihin vaikuttavat energian hinta, paikkakunnan astetuntiluku ja tarkasteltavassa vaipan osassa olevat muut materiaalikerrokset. Elinkaarikustannusten minimiä vastaava optimaalinen eristepaksuus d_{opt} on laskettavissa yksinkertaisilla laskelmilla /5/, jotka jokaisen rakennesuunnittelijan on hallittava. Käytännössä talovalmistajien valinnat ja tuotantoprosessi määräävät ulkoseinien eristevahvuuden, mutta yläpohjan ja alapohjan eristepaksuus on pientalon suunnittelijoiden jokseenkin vapaasti valittavissa.

Laskennalliset tarkastelut tekee rakennesuunnittelija rakennuttajan avustuksella.



Kuva 26. Ulkovaipan eristepaksuuden d vaikutus ulkovaipan elinkaarikustannuksiin.

Ikkunoiden valinta

Kun ikkunoissa lasien lukumäärää lisätään, kasvavat rakennuskustannukset, mutta lämmityskustannukset pienenevät. Lisäksi on valittavissa umpiolasi-ikkunoita ja erilaisia erikoislasi-ikkunoita. Lähempään tarkasteluun voidaan valita muutamia markkinoilla olevia ikkunoita, jotka täyttävät toiminnalliset vaatimukset. Niille lasketaan elinkaarikustannukset ja lopullinen ikkunavalinta tehdään niiden ja laatuominaisuuksien perusteella.

Ikkunoiden investointikustannuksia ovat niiden ja mahdollisten aurinkosuojien hankintahinta ja asennuskustannukset. Kunnossapitokustannuksia aiheutuu ikkunan puuosien maalaus- ja käsittelyistä rakennuksen käytön aikana, samoin mahdollisesti umpiolasielementtien ja koko ikkunoiden uusimisesta. Ikkunalasien rikkoutumisesta aiheutuvat kustannukset ovat myös kunnossapitokustannuksia, mutta niitä on vaikea arvioida etukäteen. Vuosikustannuksia syntyy ikkunan kautta tapahtuvista lämpöhäviöistä ja ikkunalasien puhtaanapidosta. Pestävien ikkunapintojen lukumäärä voi vaihdella kahdesta (umpiolasielementti) kahdeksaan (nelilasin erillislasi-ikkuna). Ikkunoiden lämmönläpäisykertoimet voidaan määrittää laskennallisesti, mutta myös kokeellisesti, jolloin ne on saatavissa ikkunoiden valmistajilta.

Vaihtoehtojen elinkaaritarkastelut valmistelee arkkitehtisuunnittelija yhdessä rakennuttajan kanssa.

Ulkoseinärakenteen valinta

Ulkoseinät ovat yleensä kerroksellisia rakenteita, jotka koostuvat useista erilaisista materiaali-kerroksista. Niillä jokaisella on oma tehtävänsä. Vaihtoehtoja löytyy esim. seuraavasti:

Sisäverhous	Kantava runko	Lämmöneriste	Tuulensuoja	Julkisivuverhous
- kipsilevy	- puu, rankorakenne	- mineraalivilla	- kipsilevy	- lautaverhous
- lastulevy	- puu, hirsirakenne	- selluvilla	- mineraalivillalevy	- tiiliverhous
- kuitulevy	- tiilimuuraus	- solumuovi	- kuitulevy	- rappaus
- puuverhous	- harkkomuuraus			
- mineraalilevy	- betoni			
- rappaus				

Yllä olevasta valikoimasta voidaan koota muutamia toteuttamiskelpoisia yhdistelmiä vaihtoehtotarkasteluja varten. Kutakin vaihtoehtoa voidaan tarkastella esim. kolmella erilaisella lämmöneristeen paksuudella. Yleensä tarkastellaan yhden seinäneliömetrin kustannuksia. Vaihtoehtojen investointikustannukset koostuvat rakennuskustannuksista. Seinärungon kestoikänä voidaan pitää rakennuksen kestoikkää eli noin 100 vuotta. Siltä osin kunnossapitokustannuksia ei synny. Niitä aiheutuu puujulkisivuverhousten uusintamaalauksista ja koko verhouksen uusimisesta, rappausjulkisivujen rappauskorjaamisesta, uusimisesta ja uusintamaalauksesta sekä

sisäpinnan uusintamaalauksesta. Vuosikustannuksia syntyy seinän läpi kulkeutuvasta lämpöenergiasta eli lämmityskustannuksista. Vaihtoehtojen elinkaarikustannukset voidaan nyt laskea, jonka jälkeen toteutettava seinärakenne voidaan valita elinkaarikustannusten ja laatutekijöiden perusteella.

Usein valintoja rajoittavat ulkopuoliset tekijät. Niitä voivat olla asemakaavamääräykset, rakentamistapaohjeet, ulkoarkkitehtuuri tai talovalmistajien valitsemat käytännöt.

Vaihtoehtojen elinkaaritarkastelut valmisteleo arkkitehtisuunnittelija yhdessä rakennesuunnittelijan ja rakennuttajan kanssa.

Vesikatteen katemateriaalin valinta

Pientalon vesikattomateriaalina käytetään savitiiltä, betonitiiltä, profiilipeltiä, kone-saumattua peltiä tai bitumihuopaa. Kustannuksia arvioidaan yhtä katoneliometriä kohden. Vaihtoehtojen investointikustannukset koostuvat katteen ja sen alustarakenteen (rimoitus tai laudoitus ja aluskate) hankinnasta ja asennuksesta. Kunnossapitokustannuksia syntyy katteen uusintamaalauksista ja itse katteen uusimisesta. Vuosikustannuksia ei synny. Kun vaihtoehtojen elinkaarikustannukset on laskettu lopullinen valinta voidaan tehdä.

Elinkaaritarkastelut kuuluvat arkkitehtisuunnittelijan tehtäviin.

Tietolähteitä

1. Rakenteiden elinkaaritekniikka. RIL 216-2001. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. Espoo 2000. 281 s + liitteet.
2. Häkkinen Tarja et al., Ekotehokkaan rakennuksen suunnittelu. Rakennustieto Oy. Tampere 1999. 109 s.
3. Rakentajan ekotieto. Uudisrakentaminen. Rakennustietosäätiö. Tampere 2000. 194 s.
4. Rakennusmateriaalien ja rakenteiden käyttöikä. RIL 183-1...7, 7 julkaisua. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.
5. Lämmön- ja kosteudeneristys. RIL 155-1984. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. Helsinki 1984. 378 s.
6. Rakennusosien kustannuksia 2004. Rakennustieto Oy. Tampere 2004. 168 s + liitteet.
7. Haahtela Yrjänä & Kiiras Juhani, Talonrakennuksen kustannustieto 2005. Haahtela-kehitys Oy. Tampere 2005. 380 s.
8. Pientalon lämmitysjärjestelmät. Motiva Oy. Helsinki 2003. 34 s.
9. Hekkanen Martti et al., Energiatohokkuus ja ympäristövaikutukset osana pientalon teknistä laatua. VTT Tiedotteita xx. Espoo 2006. nn s.
10. Savolainen Matti, Omakotitalojen kustannuslaskentajärjestelmä. Suomen ympäristö, julkaisu 70. Ympäristöministeriö. Helsinki 1996. 19 s. + liitteet.
11. Hyttinen Rainer & Tuttujew Jaakko, Pientalon rakentamiskustannukset. Rakennusalan Kustantajat/Kustantajat Sarmala Oy. Saarijärvi 2001. 77 s. + liitteet.

LIITE

VTT Energia Junior 1.0

Käyttöohje

Kaikki laskennassa tarvittavat tiedot merkitään vihreisiin soluihin

1. Merkitse laskentataulun taulukkoon 1 vaipan rakenteiden pinta-ala ja kunkin rakenteen U-arvo. Rakenteiden pinta-alat lasketaan rakenteen ulkomittojen mukaan. Rakenteiden U-arvot saadaan suunnittelijoilta, jotka laskevat ne RakMk:n osan C4 mukaan.
2. Merkitse tiedot talon asukasmäärästä ja vuorokautisesta vedenkulutuksesta kohtiin 2 ja 3. Oulussa asukasta kohden laskettu vedenkulutus on 132 l/hlö, vrk. Oma-koitalossa kulutus on yleensä 80 – 160 l/hlö, vrk.
3. Laske ilmansuunnittain, miten ikkunoiden pinta-ala jakaantuu ilmansuunnittain. Etelään suuntautuvat ikkunat, jotka ovat välillä kaakko – etelä – lounas. Länteen suuntautuvat ikkunat, jotka ovat välillä lounas – länsi – luode. Pohjoiseen suuntautuvat ikkunat, jotka ovat välillä luode – pohjoinen – koillinen. Itään suuntautuvat ikkunat, jotka ovat välillä koillinen – itä – kaakko.
4. Merkitse kohtaan 5 ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde. Tiedon antaa ilmanvaihtosuunnittelija. Vuosihyötysuhde on keskimäärin 0,5 kertaa lämmöntalteenottojärjestelmän lämpötilahyötysuhde.
5. Merkitse kohtaan 6 talon mitattu ilmanvuotoluku. Jos ilmanvuotolukua ei ole mitattu, voidaan käyttää tavoitearvoa $n_{50} 0 3,0$ 1/h. Arvo edustaa keskimääräistä nykyisin toteutuvaa tiiviystasoa pientalorakentamisessa.
6. Laskentaohjelma arvioi automaattisesti taloussähkönkulutuksen asuntopinta-alan perusteella. Kulutuksen tavoitearvona käytetään 27 kWh/asm², v.
7. Jos kohteessa on aurinkokerääjä tai maalämpöjärjestelmä, merkitse ao. kohtaan ruksi.
8. Ohjelma laskee lämmöntarpeen kiloWattitunteina vuodessa ja kWh/asm² vuodessa. Lisäksi ohjelma laskee lämmöntarpeesta johtuvan hiilidioksidikuormituksen kiloina vuodessa.

KUVAILULEHTI

<i>Julkaisija</i>	Ympäristöministeri Asunto- ja rakennusosasto			<i>Julkaisu-aika</i> Toukokuu 2006
<i>Tekijä(t)</i>	Kilpeläinen Mikko, Hekkanen Martti, Seppälä Pekka, Riippa Tommi,			
<i>Julkaisun nimi</i>	Pientalon tekninen laatu • Tähtiluokitus Opas pientalon rakennuttajille ja suunnittelijoille			
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Ympäristöopas			
<i>Julkaisun teema</i>				
<i>Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut</i>				
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Pientalon teknisellä laadulla tarkoitetaan tässä työssä sen kosteudenkestävyyttä, sisäilmaston laatua, energiankulutusta ja ympäristövaikutuksia. Työssä esitetään järjestelmä pientalojen teknisen laadun ohjausta ja arviointia varten. Järjestelmä käsittää em. aihealueilta 260 laatuksymystä, joihin voidaan vastata joko kyllä tai ei eli valita-anako kyseinen laatutekijä vai ei. Tavoitteena on, että pientalon rakennuttajaperhe käy kysymykset läpi yhdessä suunnittelijoidensa ja muiden yhteistyökumppaneidensa kanssa ja samalla tekee hankettaan koskevat laatuvalinnat. Järjestelmän tavoitteena on kohottaa pientalorakentamisen laatua, alentaa pientalon elinkaarikustannuksia ja pidentää sen käyttöikää. Järjestelmä on vapaasti kaikkien käytettävissä ja se löytyy myös internetissä osoitteessa www.pientalonlaatu.fi. Järjestelmän ylläpitäjä on Oulun kaupungin rakennusvalvontavirasto.</p>			
<i>Asiasanat</i>	Pientalo, laatu, tähtiluokitus, kosteudenkestävyys, sisäilmasto, energiankulutus, ympäristövaikutukset, elinkaarikustannus, käyttöikäsuunnittelu.			
<i>Rahoittaja/ toimeksiantaja</i>	Ympäristöministeriö			
	ISBN 952-11-2280-3 (nid.)	ISBN 952-11-2281-1 (PDF)	ISSN 1238-8606 (pain.)	ISSN 1796-167X (verkkoj.)
	<i>Sivuja</i> 98	<i>Kieli</i> suomi	<i>Luottamuksellisuus</i> julkinen	<i>Hinta (sis.alv 8 %)</i>
<i>Julkaisun myynti/ jakaja</i>	Edita Publishing Oy, Asiakaspalvelu, PL 800, 00043 EDITA puh. 020 450 05, telefax 020 450 2380 sähköposti: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi , www-palvelin:www-edita.fi/netmarket			
<i>Julkaisun kustantaja</i>	Ympäristöministeriö			
<i>Painopaikka ja -aika</i>	Edita Prima Oy, Helsinki 2006			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Miljöministeriet Bostads- och byggnadsavdelning	Datum	Maj 2006	
Författare	Kilpeläinen Mikko, Hekkanen Martti, Seppälä Pekka, Riippa Tommi,			
Publikationens titel	Pientalon tekninen laatu • Tähtiluokitus. Opas pientalon rakennuttajille ja suunnittelijoille (Småhusets teknisk kvalitet och dess stjärnklassificering. Föreskrift för ägarna och planerarna av småhus.)			
Publikationsserie och nummer	Miljöhandledning			
Publikationens tema				
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt				
Sammandrag	<p>Teknisk kvalitet menar i denna rapport fuktbeständighet, inomhusklimats kvalitet, konsumtion av energi och intryck till omgivningen. I detta arbete presenteras ett system för att styra och bedöma den tekniska kvaliteten av småhusen. Systemet omfattar på de ovannämnda områdena 260 frågor, som kan svara på antingen ja eller nej, i.e. om den motsvarande kvalitetsfaktorn väljes eller inte. Systemets avsikt är att ägaren av ett småhus genomgår frågorna med planerarna och andra partners av hans/hennes byggprojekt och samtidigt definierar den tekniska kvaliteten av hans/hennes hus. Syftet av systemet är att upphöja småhusbyggandets kvalitet, att sänka småhusenas livslängda kostnader och förlänga deras användningsliv. Systemet är offentlig och användbar för alla. Det finns och kan användas också i internet, adress www.pientalonlaatu.fi. Systemet underhålls av byggbekansningsbyrån av staden Uleåborg.</p>			
Nyckelord	Småhus, kvalitet, stjärnklassificering, fuktbeständighet, inomhusklimat, energikonsumtion, omgivning, livslängd kostnad, användningslivplanering.			
Finansiär/ uppdragsgivare	Miljöministeriet			
	ISBN 951-11-2280-3 (hft.) Sidantal 98	ISBN 952-11.2281-1 (PDF) Språk Finska	ISSN 1238-8606 (print) Offentlighet Offentlig	ISSN 1796-167X(online) Pris (inneh. moms 8 %)
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Ab, Kundservice, PB 800, FI-0043 EDITA tel. +358 20 450 05, telefax +358 20 450 2380 e-mail: asiakaspavelu.publishing@edita.fi , www-server www-edita.fi/netmarket			
Förläggare	Miljöministeriet			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Edita Prima Ab, Helsingfors 2006			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Ministry of the Environment Housing- and Building Department		<i>Date</i> May 2006	
<i>Author(s)</i>	Kilpeläinen Mikko, Hekkanen Martti, Seppälä Pekka, Riippa Tommi,			
<i>Title of publication</i>	Pientalon tekninen laatu • Tähtiluokitus. Opas pientalon rakennuttajille ja suunnittelijoille (Technical quality of a small house and its starclassification. Guide for the owners and planners of small houses.)			
<i>Publication series and number</i>	Environmental Guidebook			
<i>Theme of publication</i>				
<i>Parts of publication/ other project publications</i>				
<i>Abstract</i>	<p>Technical quality of a small house includes in this report moisture resistance, indoor air quality, consumption of energy and impact to environment. The report presents a system for the guidance and evaluation of the technical quality of small houses. The system includes 260 questions, which can be answered either yes or no, i.e. if the quality factor is chosen or not. The system is denoted for the owners of small houses. The target of the system is that the owner goes through the questions together with his/her partners (planners, foreman etc.) with them makes the choices for the technical quality of his/her house. The purpose of the system is to raise the quality of small house construction, to lower the life cycle costs of small houses and to extend the service life of them. The system is public and possible to use also in internet, address www.pientalonlaatu.fi. The system is maintained by the municipal building inspectorate of the city of Oulu.</p>			
<i>Keywords</i>	Small house, quality, starclassification, moisture resistance, indoor air, energy consumption, environmental impact, life cycle cost, life cycle design.			
<i>Financier/ commissioner</i>	Ministry of the Environment			
	ISBN 952-11-2280-3 (pbk.)	ISBN 952-11-2281-1 (PDF)	ISSN 1238-8606 (print)	ISSN 1796-167X (online)
	<i>No. of pages</i> 98	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> For public use	<i>Price (incl. tax 8 %)</i>
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Lft., P.O.Box 800, FI-00043 EDITA tel. +258 20 450 05, telefax +358 20 450 2380 e-mail: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi , www-server www.edita.fi/netmarket			
<i>Financier of publication</i>	Ministry of the Environment			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Ltd. Helsinki 2006			