

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. Ylimpinä 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 hyvään 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 etätöskentelyyn

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

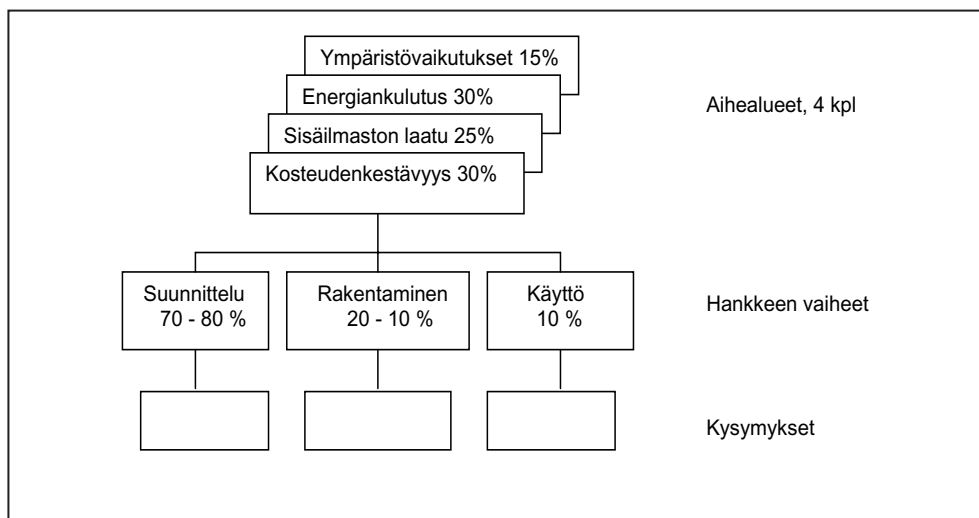
Kannattaako pyrkiä korkeaan tekniseen laatuun? Ilmeisesti korkea tekninen laatu nostaa hieman rakennuksen rakennuskustannuksia. Toisaalta myöhemmin käytön aikana syntyvät huolto-, korjaus- ja uusimiskustannukset sekä vuosikustannukset (esim. lämmitys ja sähkö) alenevat. Oletettavasti korkea tekninen 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.)

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. Väliseinien 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

Varmennot 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 suuretkaan vesimäärät 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 lattian 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 vedeneristyksen välinen vesitiiveys varmistetaan

Suosittelavat toimenpiteet (2 - 3 tähden tasoa)

1. Märkätilojen rakenneksityiskohdista esitetään selkeät leikkauspiirustukset ja kuvaus rakennusselityksessä
2. Vedeneristyksen asentaa sertifioitu vedeneristäjä, joka myös mittaa vedeneristyksen 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. Käyttöiän 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 kuivatus- ta jatketaan
5. Rakennusvaiheessa huolehditaan riittävästä lämmityksestä ja ilmanvaihdosta, jotta ilman suhteellinen kosteus pysyy mahdollisimman alhaisena eikä aina- kaan 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)

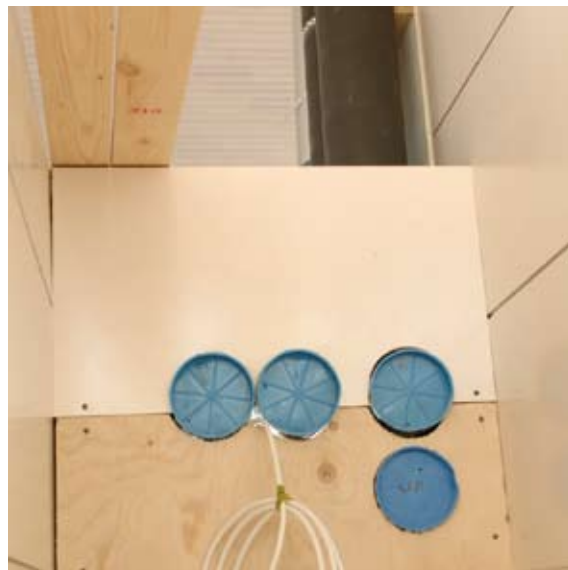
1. Työmaalla on käytössä "Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirja" (YM:n ympäristöopas 76) tai vastaava
2. Vaaditut tarkastukset tehdään ja kuitataan
3. Ilmanvaihtojärjestelmä säädetään suunnitellulla normaalitasolla ja mittauspöytäkirja tehdään
4. Kaikki työn aikaiset muutokset viedään loppupiirustuksiin

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 talopakettiansa 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 energiankulutukseen.

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

Suositteluvat 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

Suositteluvat 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

Suosittelut 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/.

