



**TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
ÅBO YRKESHÖGSKOLA**

Opinnäytetyö

**JULKISIVUMATERIAALIN
VALINTA PIENTALOKOHOITESSA**

Tommi Kaitasaari

Rakennustekniikka

2009

Turun ammattikorkeakoulu
Ympäristö ja rakentaminen
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talonrakennustekniikka

Tommi Kaitasaari

Insinööri

JULKISIVUMATERIAALIN VALINTA PIENTALOKOHOITESSA

Hyväksytty

Turussa ___ / ___ 2009

Valvoja

Tekn. lis. Vesa Virtanen

Koulutusjohtaja

Tekn. lis. Raimo Vierimaa

| | |
|--|-------------------------------------|
| Rakennustekniikka | |
| Tekijä: Tommi Kaitasaari | |
| Työn nimi: Julkisivumateriaalin valinta pientalokohteessa | |
| Talonrakennustekniikka | Ohjaaja Tekn. lis. Vesa Virtanen |
| Opinnäytetyön valmistumisajankohta Huhtikuu 2009 | Sivumäärä 41 |
| <p>Rakennusten julkisivujen osalta ilmastossa tapahtuvat muutokset johtavat nykyistä suurempaan kosteusrasitukseen ja sitä kautta lisäntyviin ulkoverhousongelmiin. Sateet lisääntyvät ja tuulet voimistuvat, joten oikeat suunnitteluratkaisut erityisesti julkisivuissa ovat entistäkin tärkeämpiä. Tässä työssä pyritäänkin selvittämään erityisesti tavallisimpien julkisivumateriaalien yleisimpiä ongelmia, niiden syitä ja niihin ratkaisuja nimenomaan rakennesuunnittelun kannalta pientalokohteessa.</p> <p>Eri julkisivuratkaisut poikkeavat toisistaan paitsi kyvyltään suojata rakennusta erilaisia sääolosuhteita vastaan, myös halutun ulkoasun, työmaalla tehtävän työmäärän ja ammattitaitovaatimusten mukaan. Näistä syistä julkisivumateriaalin valinta ja julkisivun suunnittelu ovat yksi keskeinen tekijä pientaloa rakennettaessa.</p> <p>Rakennusvirheistä ja -vaurioista on vain hyvin pieni osa suoranaisesti materiaaleista johtuvia. Tällä tarkoitetaan tilanteita, joissa tuote ei vastaa valmistajan sille ilmoittamia ominaisuuksia. Suunnittelulla ja työn toteutuksella on näin ollen suuri osuus ilmenneissä vaurioissa. Valtaosassa virheistä on johdettavissa yhteys puutteelliseen suunnitteluun.</p> <p>Julkisivu on suunniteltava niin, että se täyttää käyttötarkoituksensa olennaiset tekniset ja toiminnalliset vaatimukset. Tällaisia vaatimuksia voivat olla kuormitusvaatimukset, tiheysvaatimukset, energianhallinta, tuuletus, huolto ja kunnossapito, palonsuojavaatimukset, ääneneristävyys sekä laadunvarmistus.</p> | |
| Hakusanat: julkisivumateriaali, rakennusvirheet, pientalo | |
| Säilytyspaikka: Turun ammattikorkeakoulun kirjasto | |

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES ABSTRACT

| | |
|--|--|
| Degree Programme: Civil Engineering | |
| Author: Tommi Kaitasaari | |
| Title: Choosing a facade material for a one-family house | |
| Specialization line Structural Engineering | Instructor Vesa Virtanen, Tech. Lic. |
| Date April 2009 | Total number of pages 41 |
| <p>Because of the climate changes, the facades of buildings suffer from greater moisture stress and problems with the facades will increase. Rainfall will increase and winds become stronger, so proper structural design solutions for facades, in particular, are even more important. This thesis aims to discuss the most common problems, the causes there and possible solutions in particular of the most common facade materials with special regard to structural design in a one-family house.</p> <p>Different facade solutions differ not only in their ability to protect the building against weather conditions but also as regards the desired appearance, the workload on site and the skills required by the material. For these reasons, choosing the facade material and the structural design of the facade are key factors in building a one-family house.</p> <p>Only a very small part of construction errors and damage are due to the material as such. This refers to situations where the product does not match the manufacturer's reported properties. The construction planning and the work carried out are, therefore, a major cause of any damage. The vast majority of errors are linked with deficient structural design .</p> <p>The facade is designed in such a way that it meets the essential technical and operational requirements depending on the intended use. Such requirements can be load requirements, density requirements, energy management, ventilation, maintenance and servicing, fire protection requirements, sound insulation and quality assurance.</p> | |
| Keywords: facade material, construction errors, one-family house | |
| Deposit at: Turku University of Applied Sciences Library | |

SISÄLTÖ

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | JOHDANTO | 5 |
| 2 | JULKISIVUN MERKITTÄVIMMÄT RASITUSTEKIJÄT | 6 |
| | 2.1 Sade ja kosteus | 6 |
| | 2.2 Pakkasrasitus | 7 |
| | 2.3 Lämpötilojen vaihtelu | 7 |
| | 2.4 UV- ja lämpösäteily | 7 |
| 3 | JULKISIVUMATERIAALIN VALINTAPERUSTEITA | 8 |
| | 3.1 Viranomaismääräykset | 8 |
| | 3.2 Soveltuvuus ympäröivään maisemaan | 9 |
| | 3.3 Kustannukset | 9 |
| 4 | LAUTA- JA PANEELIVERHOUS | 10 |
| | 4.1 Ulkonäköön vaikuttavia tekijöitä | 10 |
| | 4.2 Yleisimmät ongelmat ja niiden välttäminen | 10 |
| | 4.2.1 Tuuletus | 12 |
| | 4.2.2 Profiilin vaikutus | 12 |
| | 4.2.3 Saumat, liitokset, jatkokset ja naulauskohdat | 13 |
| | 4.3 Tavoitteellinen käyttöikä | 14 |
| 5 | HIRSIVERHOUS | 15 |
| | 5.1 Ulkonäköön vaikuttavia tekijöitä | 15 |
| | 5.2 Yleisimmät ongelmat ja niiden välttäminen | 16 |
| | 5.2.1 Painumat | 16 |
| | 5.2.2 Säilyvyys | 17 |
| | 5.3 Tavoitteellinen käyttöikä | 18 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 6 | TIILIVERHOUS | 19 |
| 6.1 | Ulkonäköön vaikuttavia tekijöitä | 19 |
| 6.2 | Yleisimmät ongelmat ja niiden välttäminen | 20 |
| 6.2.1 | Verhouksen tuuletus, vedenläpäisy ja veden ulosjohtaminen | 21 |
| 6.2.2 | Pakkasrasitus | 23 |
| 6.2.3 | Muuraussiteiden käyttö | 23 |
| 6.2.4 | Liikuntasaumojen käyttö | 24 |
| 6.3 | Tavoitteellinen käyttöikä | 25 |
| 7 | RAPPAUS | 26 |
| 7.1 | Ulkonäköön vaikuttavia tekijöitä | 26 |
| 7.2 | Yleisimmät ongelmat ja niiden välttäminen | 28 |
| 7.2.1 | Rasitusluokitus | 28 |
| 7.2.2 | Kosteustekninen suunnittelu | 28 |
| 7.2.3 | Liitoskohtien suunnittelu | 29 |
| 7.2.4 | Rappauksen halkeilu | 29 |
| 7.3 | Tavoitteellinen käyttöikä | 32 |
| 8 | VINYYLIVERHOUS | 33 |
| 9 | YHDISTELMÄJULKISIVUT | 34 |
| 10 | KUSTANNUKSET | 34 |
| 10.1 | Kustannusten muodostuminen | 34 |
| 10.2 | Esimerkkivertailu | 36 |
| 11 | YHTEENVETO | 37 |
| | LÄHTEET | 39 |

KUVAT

| | |
|--|----|
| Kuva 1. Rakennuksen julkisivuun kohdistuvia rasituksia. | 7 |
| Kuva 2. Vaakalaudoitetun rakennuksen ulkonurkkaratkaisuja. | 14 |
| Kuva 3. Puujulkisivu pysyy kunnossa, kun se suojataan rakenteellisesti oikein. | 14 |
| Kuva 4. Esimerkkejä erilaisista hirsityypeistä. | 16 |
| Kuva 5. Kattorakenteiden liike. | 17 |
| Kuva 6. Moduulitiilelle erilaisia limitysvaihtoehtoja. | 19 |
| Kuva 7. Ulkoseinämuurauksessa käytettäviä saumamuotoja. | 20 |
| Kuva 8. Tiili-villa-tiili on yksinkertainen rakenne, jonka toteutuksessa virhemahdollisuudet ovat lähes olemattomat. | 21 |
| Kuva 9. Esimerkki tiilisiteestä ja sen asennuksesta. | 24 |
| Kuva 10. Rakennuksen tasokuvaan merkittyjä suositeltavia pystysauman paikkoja. | 25 |
| Kuva 11. Vasemmalla slammaus, oikealla roiskerappaus. | 27 |
| Kuva 12. Kolmikerros-, kaksikerros- ja yksikerrosrappaus. | 27 |
| Kuva 13: Rapatun rakenteen vaurioita ja niiden aiheuttajia. | 32 |
| Kuva 14. Vinyylipaneeli on tiivis materiaali, jonka rakenteellinen toteutus on laudoituksen kanssa samankaltainen. | 33 |

KUVIOT

| | |
|--|----|
| Kuvio 1: Vuoden 2004 omakotirakentajien valinnat talon julkisivumateriaaliksi sekä vuoden 2005 omakotirakentajien aikomukset materiaalin valinnan suhteen. | 35 |
|--|----|

TAULUKOT

| | |
|---|----|
| Taulukko 1. Liikuntasauvojen enimmäisvälit ulkona olevassa aukottomassa tiilimuurissa. | 24 |
| Taulukko 2. Rapatun pinnan halkeiluluokitus ja raja-arvot. | 30 |
| Taulukko 3. Suuntaa-antavia aukottoman kuorimuurin enimmäisvälejä [m], kun elastisen liikuntasauvan leveys on 15-20 mm. | 31 |
| Taulukko 4. Lautaverhoilun materiaalikustannukset. | 36 |

| | |
|---|----|
| Taulukko 5. Tiiliverhoilun materiaalikustannukset. | 36 |
| Taulukko 6. Kolmikerrosrappauksen materiaalikustannukset. | 37 |

1 JOHDANTO

Julkisivun toiminnallinen tehtävä on suojata rakennus säältä sekä erottaa tilat ulkomaailmasta. Rakentamisen määräykset vaikuttavat näihin tekniisiin tekijöihin, eikä epäkohtia tarkoituksellisesti esiinny talon julkisivurakenteissa. Erilaisia ohjeita ja määräyksiä on annettu esimerkiksi kosteudesta johtuvien vaurioiden ja haittojen välttämiseen rakentamisessa.

Rakennuksen ulkoverhousta koskevia määräyksiä ovat seuraavat:

- Seinärakenne on suunniteltava ja rakennettava niin, ettei ulkoverhouksen taakse joudu vettä tai ulkoverhous on suunniteltava siten, että ulkoverhouksen taakse tunkeutuva vesi ja kosteus pääsevät poistumaan rakenteita vahingoittamatta. Ulkoverhouksen tausta on tuuletettava, ellei kosteus pääse muutoin poistumaan.
- Ulkoverhous ja sen liitokset on tehtävä siten, että estetään tuulenpaineen seinäpintaa pitkin kuljettaman veden pääsy rakenteisiin. (Suomen RakMK C2, 1998, 10-11, [viitattu 25.3.09].)

Ilmaston nopea muutos tulee aiheuttamaan rakennusten julkisivuille merkittäviä, muun muassa kosteudesta johtuvia, rasituksia. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT on selvittänyt, miten ilmastonmuutos tulisi Suomen olosuhteissa huomioida rakennetun ympäristön suunnittelussa ja rakentamisessa. Jo nyt vallalla oleva ilmastonmuutos tulee huomioida suunnittelussa ja rakennusten käyttöikä mietittäessä, koska rakennukset suunnitellaan 50-100 vuoden käyttöiälle. (VTT 2003, [viitattu 25.2.2009].)

Ilmastonmuutoksen negatiivisia vaikutuksia voidaan pienentää varautumalla siihen etukäteen. Sateet sekä tuulet lisääntyvät ja voimistuvat, ja näin ollen viistosateiden määrä ja rakennusten ulkopintojen kosteuskuorma kasvavat myös. Julkisivujen käyttöikä lyhenee ja niitä täytyy huoltaa useammin kuin aiempina vuosikymmeninä.

Ensisijaisesti tässä työssä pyritään pientalojen yleisimpien julkisivumateriaalien osalta erityisesti rakennesuunnittelun kannalta selvittämään, millaisia ongelmia eri materiaaleissa saattaa esiintyä ja millä rakenteellisilla ratkaisuilla ongelmat ovat vältettävissä.

2 JULKISIVUN MERKITTÄVIMMÄT RASITUSTEKIJÄT

Tulevaisuudessa on entistä tärkeämpää tarkoin miettiä, mikä julkisivumateriaali mihinkin kohteeseen kulloinkin valitaan. Myös oikeat rakennesuunnitteluratkaisut tulevat korostumaan. Merkittävimpiä julkisivun ilmastorasituksia ovat:

- sade ja kosteus,
- rakenteen jäätyminen,
- lämpötilojen vaihtelu ja
- UV- ja lämpösäteily.

2.1 Sade ja kosteus

Kaikkein merkittävimmät rasitustekijät julkisivulle ovat sade ja kosteus. Tuulisella ja sateisella säällä pisarat satavat viistosateena rakennuksen ulkoverhoukseen. Viistosaderasitus vaihtelee vuodenaikojen mukaan ja on luonnollisesti suurin syksyllä, jolloin viistosateena saadaan noin puolet koko vuoden sademäärästä. (Lahdensivu ym. 2005, 43.) Yleispätevä seikka kaikissa julkisivuissa kosteuden tunkeutumiselle ulkoverhouksen lävitse on sen johtaminen heikentyneeseen lämmöneristykseen, kun eristeet kastuvat.

Yleensä viistosaderasitus kohdistuu hyvin eri tavoin rakennuksen eri osiin, sillä rakennuksen korkeus ja muoto, rakennuspaikan maastonmuodot sekä lähiympäristön kasvillisuus ja rakennukset vaikuttavat rasitusjakaumaan. Mitä korkeampi rakennus on, sitä enemmän se saa viistosadetta itseensä. Nurkat ja seinän yläosat ovat kaikkein alttiimpia paikkoja sateelle. Jos tuuli käy sateella avoimelta suunnalta, viistosaderasitus on erityisen suuri. (Lahdensivu ym. 2005, 44.)

Ulkoseinärakenteeseen vaikuttavia kosteuslähteitä ovat vesi- ja lumisade, sisä- ja ulkoilman kosteus, maaperän kosteus, pohja- ja pintavesi, rakennuskosteus, rakennuksen käytöstä aiheutuvat kosteusrasitukset sekä mahdolliset vuoto- ja roiskevedet. Rakennuksen käyttötavalla, sijainnilla, vuodenajoilla, säänvaihteluilla ja vuorokausirytmillä on huomattava merkitys siihen, paljonko eri kosteuslähteet vaikuttavat. (Lahdensivu ym. 2005, 44.) Tässä työssä paneudutaan ulkoa tuleviin kosteusrasituksiin ja niiden ehkäisemiseen.

2.2 Pakkasrasitus

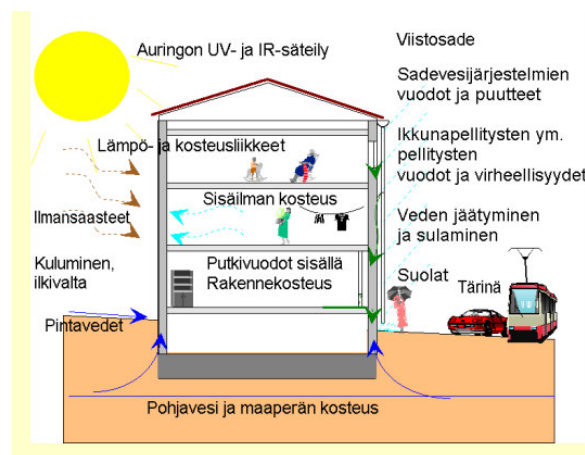
Rakennusmateriaalit kestävät pakkasrasitusta eri tavoin. Kestävyys riippuu sekä ympäristötekijöistä että aineiden ominaisuuksista: ympäristön lämpötilavaihtelut, rakenteen kosteuspitoisuus, rakennusaineiden huokosrakenne ja lujuus vaikuttavat kestävyteen. Kuten saderasitus, pakkasrasituskin on suurin rannikolla, jossa rakenteisiin kulkeutuva vesi jäätyy ja sulaa. Sulamis-jäätymisrasitus on eniten haitaksi materiaaleille, joiden huokosverkoston vedellätytymisaste on suuri. (Lahdensivu ym. 2005, 45.)

2.3 Lämpötilojen vaihtelu

Rakennusmateriaalit reagoivat lämpötilan muutoksiin eri tavoin ja rakenteiden lämpötilanvaihtelu voi olla epätasaista, mistä aiheutuu rakenteelle mekaanista rasitusta. Nämä rasitukset ilmenevät julkisivuissa tasonsuuntaisina korkeus- ja pituussuunnan siirtyminä. Liikkeiden aiheuttamia halkeamia pyritään välttämään oikeilla liikuntasauvojen sijoitteluilla sekä erilaisten liitosten detaljisuunnittelulla. (Lahdensivu ym. 2005, 46.)

2.4 UV- ja lämpösäteily

UV-säteily vaikuttaa erityisesti orgaanisiin materiaaleihin. Väri haalistuu ja materiaaliominaisuudet laskevat, kun säteily haurastuttaa aineen. (Lahdensivu ym. 2005, 46.)



Kuva 1. Rakennuksen julkisivuun kohdistuvia rasituksia (Suomen betoniyhdistys 2005, 13).

3 JULKISIVUMATERIAALIN VALINTAPERUSTEITA

Pientalon julkisivun suunnittelussa täytyy luonnollisesti huomioida asiakkaan mieltymykset. Ulkonäkömieltymykset vaihtelevat usein ajankohdan mukaan, ja mielipide-erot ovat yksilöllisiä. Näiden mieltymysten lisäksi julkisivun materiaaliin ja ulkoasuun vaikuttavat merkittävästi varsinkin erilaiset määräykset, joista Jukka Vahtila kirjoittaa vuonna 2008 ilmestyneessä nettiartikkelissaan ”Julkisivu – tyylikäs ja toimiva takki talolle”.

3.1 Viranomaismääräykset

Suunnitteluvaiheessa rakennuksen viranomaismääräysten täyttämisestä vastaa pääsuunnittelija. Julkisivun suunnittelu on hyvä aloittaa ottamalla selvää rakennuskohdetta koskevista viranomais- eli kaavamääräyksistä, sillä ne määrittävät suurelta osin julkisivun materiaalit ja ulkoasun. Nämä rakennuksen ulkoverhousta koskevat määräykset selviävät asemakaavasta sekä siihen liittyvistä rakennustapaohjeista. Rakennustapaohjeissa voidaan yleensä antaa ohjeet esimerkiksi kerrosluvulle, ääneneristystasolle, rakennuksen piirteille, julkisivun värille ja sen materiaalille. Tavallisesti määräykset koskevat erityisesti julkisivun väriä ja materiaalia. (Vahtila 2008, [viitattu 17.1.2009].) Ulkoverhoukselle voi esimerkiksi olla määrätty tietty pääväri, mutta sen lisäksi jokin lisäväri, jota julkisivussa tulee käyttää. Autotallin ja talousrakennuksen ulkoverhousvärille saattaa myös olla omat vaatimuksensa.

Julkisivuun saattavat vaikuttaa Suomen rakentamismääräyskokoelman paloturvallisuusmääräykset. Jos rakennusten välinen etäisyys on pienempi kuin 8 metriä, seinän tulee kuulua vähintään paloluokkaan EI30 (Suomen RakMK E1, 21, [viitattu 17.1.2009]). Nykypäivänä asuinalueista tehdään jatkuvasti yhä tiiviimpiä ja kaupunkimaisempia, joten etäisyysmääräykset koskevat entistäkin useampia tapauksia.

Rakennusten ulkoverhoukselle on määritelty myös luokkavaatimukset sen syttymisherkkyydelle ja palonlevittämislukalle: ”Käytännössä kivipohjaiset materiaalit täyttävät korkeimmatkin vaatimukset ja puupohjaiset tuotteet täyttävät paloa hidastavan ja paloa pidättävän luokituksen, mutta eivät palonkestävää luokitusta”, Vahtila (2008,

[viitattu 17.1.2009]) toteaa ja lisää vielä, että pientaloissa voidaan näiden määräysten suhteen käyttää sekä puu- että kivipohjaisia tuotteita.

Lämmöneristysvaatimusten kannalta julkisivun verhouksella ei ole suurta merkitystä, koska rakennuksen runko ja käytetyt eristepaksuudet määräävät pääosin ulkoseinän lämmöneristyskyvyn. Tässä mielessä tulevaisuudessa huomattavasti tiukentuvat viranomaismääräykset eristekerrospaksuuksien suhteen eivät suoranaisesti vaikuta julkisivuverhouksen valintaan. (Vahtila 2008, [viitattu 17.1.2009].) Lähivuosina matala- ja passiivienergiarakentamiseen myös Suomessa siirryttäessä rakennusten ulkoverhouksen tiiveys tulee kaikesta huolimatta olemaan yhä tärkeämpi tekijä, koska ulkovaipan lämmöneristävyden huomattava parantaminen saattaa lisätä kosteusvaurioriskiä.

Julkisivun suunnittelun voi monessa suhteessa tehdä vapaammin, mikäli rakennuspaikka sijaitsee asemakaava-alueen ulkopuolella (Vahtila 2008, [viitattu 17.1.2009]).

3.2 Soveltuvuus ympäröivään maisemaan

Kun viranomaismääräysten asettamat reunaehdot ovat selvinneet, on aika hahmottaa rakennuksen sopivuus ympäristöönsä. Tärkeä seikka on, että julkisivu on tasapainossa ympäröivän maiseman, maaston ja muiden rakennusten kanssa. Kun julkisivuvalinta on onnistunut, se heijastaa usein alueen perinteitä ja tulevaa kehitystä. Sama julkisivu ei ehkä sovi sekä maaseudun rauhaan että kaupunkiympäristöön. Valittaessa materiaaleja ja värejä tulee ottaa huomioon myös esimerkiksi vuodenaikojen vaihtelu. Rakennuksen värimaailman on syytä olla melko neutraali; tällöin talon julkisivu miellyttää varmemmin silmää ympäri vuoden. (Vahtila 2008, [viitattu 17.1.2009].)

3.3 Kustannukset

Julkisivumateriaalien kustannuserot ovat melko suuria ja rakennuttajan kannalta luulisi, että paras vaihtoehto on edullisin. Rakennusyrityksen pyrkiessä kustannustehokkaaseen tuotantoon asiakkaan kuuleminen on kuitenkin tärkeää. Työn lopussa on vertailtu pientalon yleisimpien ulkoverhousmateriaalien kustannuksia.

4 LAUTA- JA PANEELIVERHOUS

Puu on luonnossa itsestään uusiutuva materiaali, jota Suomessa käytetään lähes yksinomaan pientalojen julkisivuissa. Puu tekee julkisivusta elävän näköisen ja sitä käytetäänkin jossakin muodossa lähes kaikissa julkisivuratkaisuissa. Uusiutuvana luonnonvarana se on ekologinen materiaali. Siitä ei pääse luontoon haitallisia aineita, eikä se siten vahingoita luontoa. Puun valmistukseen kuluu vain hyvin pieni osa siitä energiasta, joka tarvitaan tavallisesti sen korvaavien materiaalien valmistukseen; näin ollen rahaa säästyy paitsi tuotteiden valmistuksessa myös rakentamisessa (Puuinfo Oy 2009, [viitattu 17.1.2009]).

4.1 Ulkonäköön vaikuttavia tekijöitä

Puujulkisivun ulkonäköön vaikuttavia tekijöitä ovat pintakäsittely, väri ja laudoitustyypit. Puuverhous voidaan toteuttaa joko pysty- tai vaakalaudoituksena tai näiden yhdistelmänä. Pystyverhouksella voidaan korostaa rakennuksen korkeutta, ja vaakaverhouksella saadaan seinä näyttämään todellista pidemmältä.

Laudoitustapoja ovat loma-, pontti- ja limilaudoitus. Lomalaudoitus on perinteinen laudoitustapa, jossa verhouksen ulkonäköön vaikutetaan käyttämällä erilaisia lautaleveyksiä. Vaikutelma syntyy päällimmäisen laudan ja lautojen väliin jäävän raon leveydestä sekä niiden suhteesta toisiinsa. Vuosirenkaiden suunnan huomioon ottaminen on tärkeää lomalaudoitusta tehtäessä. Rimaseinää muistuttava verhous syntyy käyttämällä kapeaa pintalautaa ja suurta rakoja; leveä pintalauta kapealla raolla puolestaan näyttää paneloinnilta. Ponttilaudoituksessa käytetään pontattua ulkoverhouslautaa. Limilaudoituksessa laudat kiinnitetään vaakaan siten, että ne alareunastaan makaavat toistensa päällä ja kulman profiilista muodostuu sahalaitamainen. (Rakennusalan Tutkimuskeskus Oy 1992, 28; Wasenius 2008, [viitattu 17.1.2009].)

4.2 Yleisimmät ongelmat ja niiden välttäminen

Rakenteellinen suojaus on tärkein tapa vähentää puujulkisivuun liittyvää vaurioriskiä. Tämä tarkoittaa, että rakennus tulee suunnitella valitun materiaalin omin ehdoin. Puuverhouksen kestävyteen vaikuttavia seikkoja ovat:

- julkisivun rakenne,
- lautatyyppi,
- verhouksen detaljit ja kiinnitys,
- ilmasto- ja ympäristörasitukset ja
- käytettävä maalityyppi. (Soikkeli 2004, 36, [viitattu 17.1.2009].)

”Suomalaisen puujulkisivun pitkäaikaiskestävyys” –tutkimuksessa kirjattiin yhteensä 2300 vauriota. Seuraavaksi on kerrottu tutkimuksen tärkeimpiä havaintoja, joista varsinkin kaksi ensimmäistä ovat selkeästi suunnitteluun liittyviä asioita (Soikkeli 2004, 36-37, [viitattu 17.1.2009]):

1. Paksu lauta kestää: Maali- ja lahovaurioiden lisäksi yleisimpiä puujulkisivujen vauriotyyppejä ovat halkeilevat laudat ja niiden vääntyminen pois ponteistaan. Suositus olisikin käyttää 1800-luvulla yleisiä lautapaksuuksia eli vähintään 25 mm, mielellään 28 mm:n paksuista lautaa. Alle 20 mm paksuja ulkoverhouslautoja ei tulisi käyttää niiden halkeilun ja käyristymisen vuoksi.

2. Tuuletus on ongelma: Tuuletusraon suuruudella ei ole juurikaan vaikutusta maali- ja lahovaurioihin. Sen sijaan raon tulee olla avoin. Liian suuri tuuletusrako saa aikaan sen, että kastumisen jälkeen laudan kuivuminen on hidasta ja vähäistä.

3. Naulaus rikkoo laudat: Nauloja ei tule lyödä liian lähelle lautojen päitä, sillä se saa laudat halkeilemaan. Suositeltava naulausetäisyys laudan päästä on 70-100 mm. Naulojen etäisyys laudan reunasta tulisi puolestaan olla noin 20...25 mm. Jos naulaetäisyys laudan päästä on vähemmän kuin 70 mm, porataan naulausta varten kiinnitysreiät halkeamien estämiseksi (Puuinfo Oy 2004, 7, [viitattu 17.1.2009].) Naulan tulisi myös jäädä laudan kanssa samalle tasolle, koska upoksiin lyödyt naulat repivät puun pintaa ja synnyttävät mahdollisesti maali- ja lahovaurioita.

4. Tiivis maali lahottaa: Maali ei pysty suojaamaan puuta kastumiselta, joten puun tulee voida kuivua. Lateksimaaleille on tyypillistä maalin repeily laudan syysuunnassa ja maalin irtoaminen alustasta. Tämä aiheuttaa sen, että kosteus kerääntyy irronneen maalikalvon kohtiin.

Toimivan ja pitkäikäisen lautaverhouksen edellytyksiä ovat:

- riittävän paksun, suosituksen mukaan 28 mm:n paksuisen verhouslaudan käyttäminen,
- teollisesti pohjamaalatun verhouslaudan käyttäminen,
- verhouslautojen asentaminen sydänpuoli ulospäin,
- jatkosten välttäminen,
- verhouksen alareunan tekeminen tippanokaksi,
- ulkoverhouksen taakse noin 22-25 mm:n alhaalta ylös avoimen tuuletusraon jättäminen,
- riittävä sokkelikorkeus, eli vähintään 300 mm maanpintaa ylemmäksi jätettävä ulkoverhouksen alareuna,
- toimivat ikkunoiden vesipellit ja listoitukset sekä vuorilaudat,
- toimivat sadevesikourut ja syöksytorvet,
- vähintään 300 mm, mieluummin 600 mm leveät räystäät ja
- ulkoverhouksen säännöllinen huoltomaalaus. (Puuinfo 2009, [viitattu 17.1.2009].)

4.2.1 Tuuletus

Tuuletusrako suunnitellaan lämmöneristeen kylmälle puolelle, ja se auttaa muuta seinärakennetta pysymään kuivana sadeveden kastelulta. Suomen Rakentamismääräyskokoelma C2 (1998, 10-11, [viitattu 26.3.2009]) antaa lauta- tai levyverhousrakenteen tuulettamisesta seuraavanlaisia ohjeita:

- Lauta- tai levyverhouksen taakse joutuva kosteus tuuletetaan yhtenäisen tuuletusvälin kautta ulkoilmaan.
- Tuuletusvälin tulisi mielellään olla alhaalta ylös suuntautuva ja avoin päistään tai reunoistaan myös ikkuna- ja oviaukkojen kohdalla.
- Tuuletusvälin yhtenäisyys varmistetaan tarvittaessa ristiinkoolauksella.
- Mikäli pystysuuntainen tuuletusväli joudutaan paloturvallisuussyistä katkaisemaan, hoidetaan tuuletusväli erikseen kunkin kerroksen osalta.

4.2.2 Profiilin vaikutus

Puu turpooa kastuessaan ja kutistuu kuivuessaan, joten mitä paksumpaa puu on, sitä tasaisempaa on sen kosteuskäyttäytyminen. Tästä johtuu myös se, että

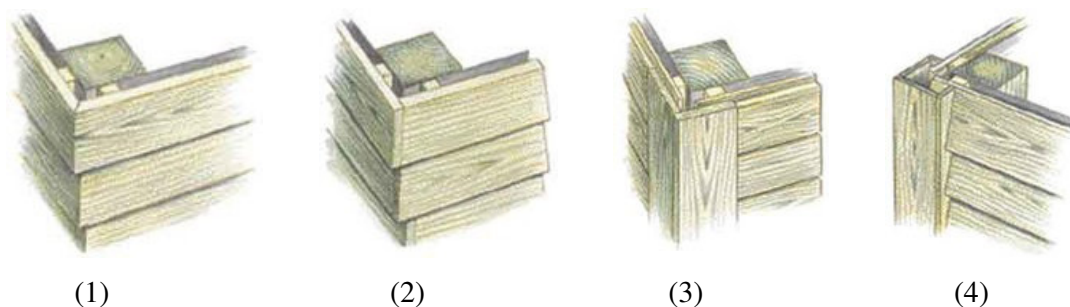
kosteusmuodonmuutosten aikana oksatkin pysyvät paremmin paksuissa kuin ohuissa verhouslaudoissa. Puuverhouksen materiaaliksi suositellaan käytettäväksi kuusta, koska se ei ime itseensä yhtä paljon kosteutta kuin esimerkiksi mänty. (Rakentaja.fi 2006; Virta 2000, 16, [viitattu 20.1.2009].)

Ulkooverhouksessa käytettävien lautojen, listojen ja rimojen tulee olla täysisärmäisiä ja laatuluokaltaan vähintään luokkaa B. Luokka määräytyy puutavaran ulkonäön perusteella. Esimerkiksi profiilin 22x150 sahatavaraudassa terveen lapeoksen sallittu enimmäishalkaisija huonoimmalla 1 metrin matkalla on 40 mm, kun kyseessä on laatuluokka B. A-luokan vastaavalla profiililla kyseinen sallittu oksakoko puolestaan on 25 mm. Alle 10 mm oksille ei ole määritelty rajaa B-luokan puutavarassa. (Virta 2000, 16, [viitattu 20.1.2009].)

4.2.3 Saumat, liitokset, jatkokset ja naulauskohdat

Puujulkisivuissa herkkiä kohtia vaurioille ovat erityisesti saumat, liitokset, jatkokset ja naulauskohdat. Vaurioalttiita ovat myös kohdat, joissa puu on maakosketuksessa tai joissa vesi pääsee roiskumaan siihen. Tärkeä tekijä puu-ulkooverhouksen kosteustekniselle toimivuudelle ovat lautojen päät, joita ei aina muisteta tai haluta suojata. Tällöin vesi pääsee imeytymään niihin syiden suunnassa. Ongelmana pystylaudoitusten kanssa ovat lautojen viistämättä jätetyt jatkokset, jotka altistuvat säärasituksille ja joihin kosteus imeytyy ja aiheuttaa vaurioita. Vaakalaudoituksen kanssa erityinen ongelma ovat usein paitsi lautojen päät myös suojaamattomat nurkat. (Soikkeli 2004, 36, [viitattu 20.1.2009].)

Vaakasuuntainen lautaverhous voidaan liittää nurkissa monella tavalla (kuva 2). Kaunis ja huomaamaton liitos saadaan, kun laudat sahataan jiiriin (1) tai katkaistaan siististi toisen seinän laudan pintaa pitkin (2). Molemmat tyypit ovat kuitenkin hieman hentoja, koska ne saattavat ajan saatossa avautua. Tällöin on vaarana kosteuden imeytyminen lautaan pään kautta. Vaihtoehtona on myös kulman peittäminen kahdella nurkkalaudalla (3), mikä on useimmiten käytetty ratkaisu. Suuritöisin, mutta hyvä ratkaisu on kotelomainen rakenne, jossa sivupalat sahataan vuorilaudoituksen muotoon (4). (Suomela 2005, [viitattu 20.1.2009].)

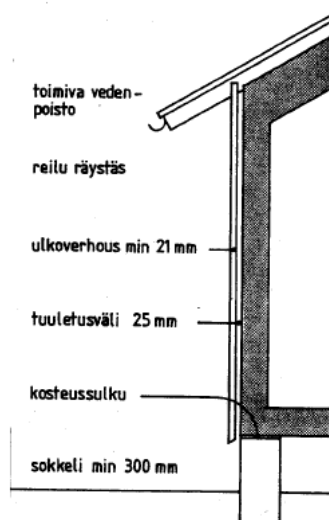


Kuva 2. Vaakalaudoitetun rakennuksen ulkonurkkaratkaisuja (Suomela 2005, [viitattu 17.1.2009]).

Maalattavassa verhouslaudassa ei saa olla lahovaurioita, hometta tai levää. Puupinnan tulee olla kuiva jokaisessa käsittelyvaiheessa, ja puutavaran kosteuspitoisuuden enintään 18 %. Ilmalta vaaditaan alle 80 %:n suhteellinen kosteus ja yli +5 °C:n lämpötila. (Saari 1997, 75, [viitattu 20.1.2009].)

4.3 Tavoitteellinen käyttöikä

Lauta- tai paneeliverhouksen tavoitteellinen käyttöikä on noin 50 vuotta. Suositeltava väli maalaukselle tai suojakäsittelylle on 10-15 vuotta. (Pientalorakentamisen Kehittämiskeskus PRKK Ry, [viitattu 20.1.2009].)



Kuva 3. Puujulkisivu pysyy kunnossa, kun se suojataan rakenteellisesti oikein (Saari 1997, 73, [viitattu 17.1.2009]).

5 HIRSIVERHOUS

”Hirsi on teollisesti höyläämällä tai sorvaamalla valmistettu, massiivinen, vähintään 70 mm paksu lähinnä seinähirtenä käytettävä rakennustarvike” (RT 82-10415: Hirsitalon suunnitteluperusteet 1990, 2, [viitattu 23.2.2009]). Hirsitalo mielletään usein ekologiseksi ja terveelliseksi, mutta joskus myös vanhanaikaiseksi asumismuodoksi. Tutkimustulosten mukaan hirsitalossa sisäilman laatu on erittäin hyvä. Tämä johtuu siitä, että hirsiseinän kanssa ei käytetä höyrynsulkua; sisäilma pääsee vaihtumaan hirsien välisten saumojen kautta. (Kimara 2009, [viitattu 23.2.2009]; Lauharo 2002, 17.) Lämmöneristävyys massiivisessa hirsitalossa on hyvää tasoa tasaten hyvin sisäilman lämpöä ja kosteutta. Hirsi rakennusmateriaalina kestää pitkään ja sitä arvostetaan.

5.1 Ulkonäköön vaikuttavia tekijöitä

Hirsityypit

Hirsityypin valinnalla voidaan vaikuttaa paljon rakennuksen ulkonäköön. Hirsirakennuksissa käytetyt hirsityypit voidaan jakaa esimerkiksi pyöröhirteen, pelkkahirteen, lamellihirteen ja kelohirteen.

Pyöröhirsi on nimensä mukaisesti muodoltaan samankaltainen kuin alkuperäinen puunrunko. Näin ollen hirren sisäiset jännitykset pysyvät lähes samoina eikä merkittävää vääntyilemistä tapahdu. Työstön jälkeen hirret ovat erivahvuisia, sillä pyöröhirren aihiona olevasta tukista poistetaan kuori ja pintaa oikaistaan hieman. Veistäessä sivuun siirtynyt puun sydän voi aiheuttaa rajua vääntyilyä. Pyöröhirren käyttö asuinrakentamisessa on suhteellisen vähäistä. (Torvinen 2000, Hirsityypit; Hirsirakentaminen, [viitattu 23.2.2009].)

Pelkkahirsi on tasasivuiseksi muotoiltu hirsi. Sitä käytetään tavallisesti tiiviiksi tarkoitettuihin rakennuksiin, kuten juuri pientaloihin. Puutavaran menekki pelkkahirttä käytettäessä on pyöröhirttä pienempi, koska pelkkahirret salvetaan usein lyhytnurkkaisiksi. Lyhytnurkkaisuutensa vuoksi niitä on hyväksytty joidenkin taajamien asemakaava-alueillekin. (Hirsirakentaminen, [viitattu 25.2.2009].)

Teollisista hirsityypeistä yleisin on höylähirsi. Yksipuisten höylähirsien paksuus vaihtelee valmistajan mukaan yleensä 90 mm:n ja 170 mm:n välillä. Paksumpia rakenteita tehtäessä kaksi tai useampia kappaleita liimataan yhteen, jolloin puhutaan lamellihirrestä. Parhaimmillaan höylähirret ovat halkeilemattomia hirsiiä, jotka kuitenkin saattavat vääntyillä. (Torvinen 2000, Hirsityypit, [viitattu 23.2.2009].)

Aikoinaan kelohirsi eli kelottuneesta männystä valmistettu hirsi oli paljon käytetty hirsirakennusten materiaali, mutta nyttemmin sen saatavuus Suomessa on heikentynyt ja hinta kasvanut. Kelot ovat usein sisältä lahoja, joten kelohonkaa ei voi veistää suoraksi. (Torvinen 2000, Hirsityypit, [viitattu 23.2.2009].)



Kuva 4. Esimerkkejä erilaisista hirsityypeistä (Vehasen hirsitalot, [viitattu 23.2.2009]).

5.2 Yleisimmät ongelmat ja niiden välttäminen

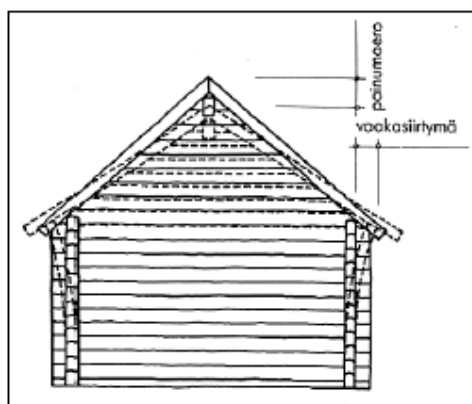
5.2.1 Painumat

RT-ohjekortti antaa tietoa hirsitalojen painumisesta. Suunniteltaessa hirsirakenteita puun luonnollinen kuivuminen, hirsiseinän saumojen tiivistyminen ja kuormituksesta johtuva painuminen täytyy huomioida. Hirsirakenteet painuvat etenkin puun kuivumisesta johtuen. Painumat riippuvat käytettävästä hirsityypistä, ja ne vaihtelevat noin 10-50 mm:n välillä korkeusmetriä kohden. Mikäli hirsirakenteisiin liitetään tiiliseiniä, kevyitä väliseiniä, portaita tai pilareita, on otettava huomioon hirsirakenteen painuminen käyttämällä painumattomissa rakenteissa painumavaroja ja kantavissa osissa kierrejalkoja. Jos rakennuksen perustuksissa on huomattavia korkeusvaihteluita, suunnittelussa tulee huomioida hirsien suurempi painuminen alemmalla tasolla. Jos taas

rakennukseen tehdään laajennusosa, on huomioitava uuden rakennusosan eriaikainen painuminen. (RT 82-10415, 1990, 4, [viitattu 23.2.2009].)

Hormien läpivienneissä väli- ja yläpohjissa sekä vesikatolla paloetäisyyksien täytyy pysyä sallituissa rajoissa myös laskeutumisen jälkeen ja rakenteille on mahdollistettava vapaa laskeutuminen. Hirsiseinän jäykistys toteutetaan tavallisesti puutapituksella ja ristinurkilla. Puutappien käytöllä estetään varsinkin pitkällä seinällä ja aukkojen reunoissa hirsistä vääntymästä paikoiltaan. Puutappien suurin sallittu etäisyys on 2000 mm ja niiden tulee ulottua aina kahden hirren läpi. (RT 82-10415, 1990, 4, [viitattu 23.2.2009].)

Jos kattokaltevuus on suuri, kattotuolien alapäätt saattavat työntyä ulospäin niiden tukipisteiden korkeuserosta johtuen (kuva 5). Sen vuoksi myös talon seinät pullistuvat ulos, mikä estetään varustamalla kattotuolit esimerkiksi kyseisen liikkeen sallivilla hahloilla. Yli 25 mm:n tai seinän korkeusmetriä kohden yli 10 mm:n vaakasiirtymillä kiinnityksessä käytetään liukumisen sallivia kiinnikkeitä. (RT 82-10415, 1990, 4, [viitattu 23.2.2009].)



Kuva 5. Kattorakenteiden liike (RT 82-10415, Hirsitalon suunnitteluperusteet, 1990, 4).

5.2.2 Säilyvyys

Hirren, kuten yleensäkin puujulkisivun säilyvyyteen, vaikuttaa eniten sen kosteuspitoisuus. Kaiken kaikkiaan hirsijulkisivu on nykypäivään asti ollut kosteustekniseltä toiminnaltaan turvallinen rakenne. Ilmastonmuutos saattaa kuitenkin

jatkossa aiheuttaa jonkin verran ongelmia myös hirsiverhouksiin lisäämällä niiden kosteuspitoisuutta.

Jotta erilaiset lahottaj sienet voivat kasvaa puussa, vaaditaan siltä vähintään +5 °C:n lämpötilaa ja 20 %:n kosteutta. Tällöin ilman suhteellisen kosteuden tulee pysyä pitkään yli 85 %:ssa. Myös hirsijulkisivussa seinän alaosa on kaikkein vaurioherkin kohta: alimmat hirret lahoavat herkimmin. Riittävä sokkelikorkeus on tärkeä rakenteellinen tekijä ja jottei betoni pääse kastelemaan hirttä liikaa, se täytyy eristää hirsistä esim. bitumihuovalla tai -sivelyllä. Hirren ennen aikaista lahoamista ehkäistään lisäksi estämällä varauksessa olevan tiivisteiden kastuminen. (Torvinen 2000, Vauriot, [viitattu 23.2.2009].)

Oikealla rakenteellisella suunnittelulla vältetään hirsijulkisivunkin vahinkoja. Pitkät räystäät ja toimivat sadevesikourut ovat tehokas suoja seinille. Rakennuksen optimaalinen suunta on sellainen, jossa päätyseinät tehdään tuulensuojaiselle suunnalle. Hyvä yläpohjan ja harjan tuuletus on välttämätön edellytys hirsijulkisivun kestävyydelle. (RT 82-10415, 1990, 4.)

5.3 Tavoitteellinen käyttöikä

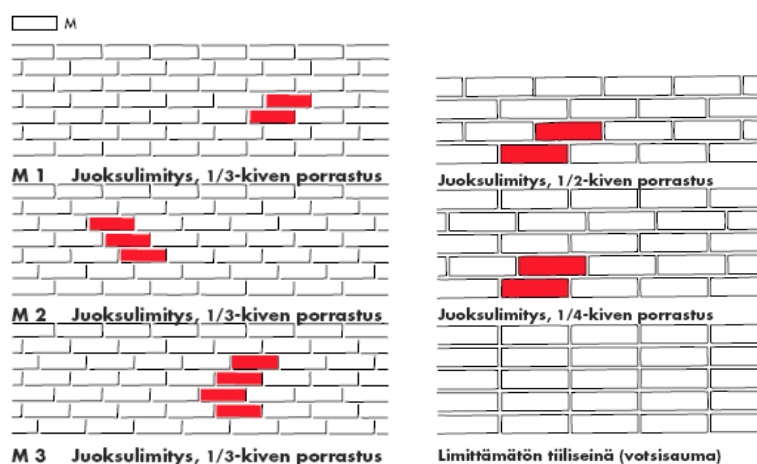
Hirsijulkisivun tavoitteellinen käyttöikä on sama aika kuin rakennuksen käyttöikä. Suositeltava väli pintakäsittelyille on sama kuin lauta- ja paneeliverhouksissa eli 10-15 vuotta. (Pientalorakentamisen kehittämiskeskus ry, [viitattu 25.2.2009].)

6 TIILIVERHOUS

Poltettu tiili on ajaton ja tyylikäs julkisivumateriaali. Tiiliulkoverhous on myös arvokas ja kestävä valinta, jonka arvo säilyy vuodesta toiseen. Kun tiilirakenne on hyvin suunniteltu ja tehty laadukkaista materiaaleista, se kestää satoja vuosia ilman suurempia hoitotoimenpiteitä. (Tiileri 2005, Tekninen opas I, 1 ja Tekninen opas II, 2, [viitattu 20.1.2009].)

6.1 Ulkonäköön vaikuttavia tekijöitä

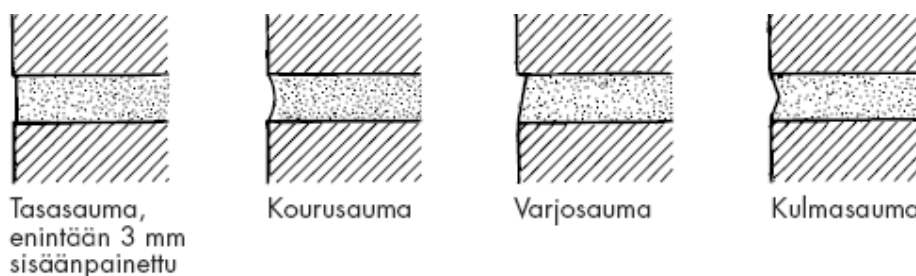
Tiilijulkisivun ulkonäköön voidaan vaikuttaa eri polttomuodoilla ja värivalikoimaa on klassisen punaisista sävyistä erilaisiin kirjaviiniin ja tummempisiin vaihtoehtoihin. Poltetusta tiilestä muuratun julkisivun ilmeeseen voidaan vaikuttaa myös muilla keinoilla. Olemassa on eri limitys- ja saumaustyyliä sekä erilaisia saumausvärejä. Tavallisimmat limitystyyliä ovat 1/2-kiven ja 1/3-kiven limitykset (kuva 6). Limityksellä on paitsi esteettinen, myös rakenteellinen merkitys: se tekee rakenteesta yhdessä laastin kanssa kokonaisuuden, jossa tiilet on sidottu lujasti toisiinsa. Limittämätöntä tiiliseinää ei tulisi käyttää, sillä suuri määrä päällekkäisiä pystysaumoja lisää seinän halkeiluriskiä. (Rakentaja.fi 2007; Sisäilmayhdistys Ry 2008, [viitattu 22.1.2009].)



Kuva 6. Moduulitiilelle erilaisia limitysvaihtoehtoja (Tiileri, Tekninen opas II, 4, [viitattu 20.1.2009]).

Saumaustapoja on käytössä neljä: tasasauma, kourusauma, vino- eli varjosauma sekä V- eli kulmasauma (kuva 7). Tasasaumassa sauma on painettu pari millimetriä tiilen

ulkopinnasta sisäänpäin. Vinosaumassa sauman yläosa on syvemmälle työnnetty. Kourusauma on koveran muotoinen ja V-sauma muodoltaan sisäänpäin kulmamainen. Sauma-aine vie koko tiiliseinän alasta noin viidenneksen, ja yleensä saumausmassan värin suositellaan olevan mahdollisimman lähellä tiilen väriä. (Rakentaja.fi 2007; Tiileri 2005, Tekninen opas II, 3, [viitattu 20.1.2009].)

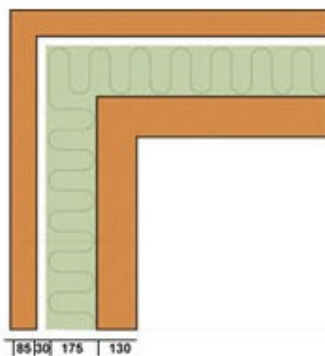


Kuva 7. Ulkoseinämuurauksessa käytettäviä saumamuotoja (Tiileri, Tekninen opas II, 3, [viitattu 20.1.2009]).

Muuratussa ulkoseinäverhouksessa tulee käyttää vähintään 85 mm:n tiilipaksuutta, jottei viistosade läpäisisi sitä. Jos rakennus sijaitsee meren rannalla, tai on muusta syystä altis erityisen voimakkaille viistosateille, suositeltava ulkokuoren vähimmäispaksuus on 130 mm (koskee myös yli kaksikerroksisia rakennuksia). (Sisäilmayhdistys Ry 2008, [viitattu 22.1.2009].) Tiili imee itseensä helposti vettä ja reagoi nopeasti ympäristön kosteusvaihteluihin sen hygroskooppisuuden vuoksi.

6.2 Yleisimmät ongelmat ja niiden välttäminen

Kuorimuurin riskialttiuteen vaikuttaa luonnollisesti sen takana oleva rakenne: kosteusvaurioita ilmenee huomattavasti todennäköisemmin rankarakenteisessa seinässä kuin tiili-villa-tiili (kuva 8)- tai tiili-villa-betoni –seinissä. Seinärakenteeseen tunkeutuva kosteus on hyvin usein ulkoapäin tulevaa, mutta mahdotonta ei ole myöskään sisältäpäin tunkeutuva kosteus. (Sisäilmayhdistys Ry 2008, [viitattu 22.1.2009].) Tässä työssä paneudutaan ulkoa tuleviin rasituksiin ja niiden ehkäisemiseen.



Kuva 8. Tiili-villa-tiili on yksinkertainen rakenne, jonka toteutuksessa virhemahdollisuudet ovat lähes olemattomat (Rakentaja.fi 2008, [viitattu 22.1.09]).

6.2.1 Verhouksen tuuletus, vedenläpäisy ja veden ulosjohtaminen

Mikäli tiiliverhoiltu seinä on puurunkoinen, verhouksen saumojen vuotaminen saattaa aiheuttaa puurakenteiden homehtumis- ja laho-ongelmia varsinkin seinän alaosassa. Saumavuotoja voidaan välttää valitsemalla tiilityyppi ja muurauslaasti yhteensopiviksi. Tiiliverhouksen vedenläpäisy voi laastityypistä riippuen vaihdella 1–3-kertaisesti. Seinää suunniteltaessa on huomioitava, että kuorimuuri saattaa kuitenkin jossain määrin päästää vettä lävitseen, joten veden ulosjohtamiseen tulee aina kiinnittää huomiota. (Kauppi, Rautiainen, Saarimaa 1990, 39; Sisäilmayhdistys Ry 2008; Suomen RakMK B8, 2007, 10, [viitattu 22.1.2009].)

Jotta veden kulkeutuminen kuorimuurin taakse saadaan minimoitua, aukkojen pielet, liittyminen muihin rakennusosiin ja tuuletusaukot suunnitellaan niin, että kosteus ei niiden kautta tunkeudu rakenteeseen. Ikkuna- ja oviaukkojen, väli- ja yläpohjien sekä perustusten liittyminen ulkoseiniin suunnitellaan niin, että ulkoseinän läpi mahdollisesti kulkeutunut vesi pääsee pois vahinkoa aiheuttamatta. (Suomen RakMK B8, 2007, 10, [viitattu 22.1.2009].)

Seinärakenteen tuuletukseen ja vedenpoistoon vaikutetaan myös jättämällä alimmassa tiilivarvissa joka kolmas pystysauma auki veden ulosohjauskermiin asti. Kuten puuverhoiltuunkin seinään, tiilijulkisivuun jätetään tuuletusrako verhouksen ja muun rakenteen väliin. Tavallinen käytäntö 1960- ja 1970-lukujen rakentamisessa oli jättää kyseinen tuuletusrako kokonaan pois. Seurauksena tällaisissa julkisivuissa saattaa:

- ilmetä laho- ja mikrobivaurioita puurakenteisessa seinässä,
- ikkunoiden yläosat vuotaa sateen ja myrskyn aikana,
- esiintyä paikallisesti runsasta suolahärmettä tiilen pinnalla,
- tiilet ja saumalaasti rapautua,
- eristeet kostua, mikä alentaa lämmöneristyskykyä sekä
- tapahtua seinässä mahdollisesti olevien teräsosien korroosiota. (Kauppi, Rautiainen, Saarimaa 1990, 39-40; Sisäilmayhdistys Ry 2008, [viitattu 22.1.2009].)

Puurunkoisessa seinässä, jossa tuuletusrako ei toimi, kosteutta voi siirtyä lämpimänä vuodenaikana diffuusiolla seinärakenteisiin. Tällöin puurakenteet kostuvat ja kuivuvat todella hitaasti, mikä luo olosuhteet mikrobikasvustoille.

Vesi johdetaan ulospäin jokaisen aukon kohdalla sekä sokkelin yläpuolella. Muuraustyö tehdään käyttäen täysiä saumoja ja viimeistelemällä saumat muurauksen yhteydessä. Sisäänvedettyä saumaa ei tulisi käyttää. Pystysaumojen täyttymisen varmistamiseksi muuraus tulee tehdä ns. nokkalaastitekniikalla. Viistemuuraustekniikalla puolestaan varmistetaan, etteivät laastipurseet tunkeudu tuuletusväliin. (Wienerberger 2002, 2, [viitattu 21.1.09].) Kuten aikaisemmin puuverhouksen yhteydessäkin todettiin, hallittu vedenpoisto sadevesikouruin varustetuin räystäsin, syöksytorvin sekä vesipellein on tärkeä julkisivua suojaava tekijä. Tämä pätee yhtä lailla tiilijulkisivuihinkin.

Suomen Rakentamismääräyskokoelma C2 (1998, 10-11, [viitattu 26.3.2009]) ohjeistaa tiiliulkoverhouksesta seuraavasti:

- Tiilistä muuratun ulkoverhouksen taakse joutuva haihtuva kosteus tuuletetaan vähintään 30 mm paksun tuuletusvälin kautta ulkoilmaan ja valuva vesi ohjataan hallitusti ulkopuolelle.
- Puurunko erotetaan ilmapölystä tuulensuojalla tai rungon ulkopuolisella lämmöneristyksellä.
- Tiilisen ulkoverhouksen taakse joutuva vesi johdetaan ulos tiiliseinän alareunan, ikkuna- ja oviaukkojen sekä tarvittaessa myös välipohjien kohdalla esim. bitumikermikaistan ja avosaumojen avulla tai muulla vastaavalla tavalla niin, ettei seinärakenteen alareunan kuivuminen tuuletusväliin esty.

6.2.2 Pakkasrasitus

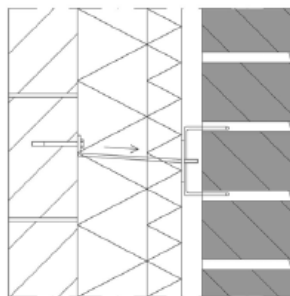
Kuten jo johdantokappaleessa todettiin, pakkanen on merkittävä rasitustekijä suomalaisissa julkisivuissa. Erityisen paljon pakkasrasitus vaikuttaa hygroskooppisiin, nopeasti ympäristön kosteus- ja lämpötilanvaihteluihin reagoiviin aineisiin, kuten tiileen.

Pakkasvaurioita syntyy herkimmin kohtiin, jotka ovat eniten alttiita kosteudelle ja joissa lämpötila elää nopeasti ulkoilman lämpötilan mukaan. Pakkasrasitus on huomioitava muuraustarvikkeita valittaessa ja rakenteita suunniteltaessa. Ulkomuurauksessa käytettävän laastin ja muurauskappaleiden sekä niistä muurattujen rakenteiden täytyy kestää kulloinkin vallitsevat olosuhteet. Vesi ei saa päästä haitallisesti rakenteisiin muista rakennusosista, eivätkä rakenteet saa joutua tekemisiin maakosteuden kanssa. (Suomen RakMK B8, 2007, 10.)

6.2.3 Muuraussiteiden käyttö

Muuraussiteiden (kuva 9) tarkoituksena on jäykistää kuorimuuria ja siirtää tuulikuormia sisempiin rakenteisiin. Siteisiin kohdistuvia vaatimuksia ovat:

- korroosionkestävyys,
- kyky kestää kelpoisuuttaan menettämättä lämpötilasta johtuvat muodonmuutokset ja muut rasitukset,
- lyhyt side tulee korvata liikkeen sallivalla erikoissiteellä,
- siteet eivät saa estää lämmöneristeiden oikeaoppista asennusta,
- siteiden kautta vesi ei saa johtua seinän sisään eli ne on tehtävä ulospäin kalteviksi,
- muuraussiteitä tulee asentaa vähintään 4 kpl/m²,
- mikäli rakenne tai kuormitukset poikkeavat normaalista, esimerkiksi nurkka-alueiden kohdalla, siteiden määrä tulee laskea ja
- muurin epäjatkuvuuskohdissa siteiden määrää tulee lisätä 50 %. (Wienerberger 2002, 3, [viitattu 21.1.2009].)



Kuva 9. Esimerkki tiilisiteestä ja sen asennuksesta (Wienerberger 2002, [viitattu 22.1.2009]).

6.2.4 Liikuntasäilyjen käyttö

Liikuntasäilyt estävät, ettei muurattuun rakenteeseen synny vaurioita, joita eri rakenteiden ja rakenneosien erilaiset pakkoliikkeet muuten saattaisivat aiheuttaa (Wienerberger 2002, 4, [viitattu 22.1.2009]). Liikuntasäilyä tehtäessä kuorimuuri katkaistaan kokonaan säilymisen kohdalta raudotteet ja muut teräsosat mukaan lukien. Liikuntasäilyjen leveys tulee olla yleensä noin 15-20 mm, ja säilyt tiivistetään elastisella säilymassalla tai paisuvalla säilymällä. Liikuntasäilyjen sallitut enimmäisvälit vaihtelevat kuorimuurin korkeuden mukaan (taulukko 1).

Taulukko 1. Liikuntasäilyjen enimmäisvälit ulkona olevassa aukottomassa tiilimuurissa (Wienerberger 2002, 4, [viitattu 22.1.2009]).

| | | | | | | |
|--------------------|---|----|----|----|----|----|
| Muurin korkeus [m] | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Liikuntasäilyväli | 8 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 |

Liikuntasäilyjen enimmäisväliksi suositellaan 12 metriä, mikäli seinärakenteissa on isoja aukkoja (Wienerberger 2002, 4, [viitattu 22.1.09]).

Wienerbergerin julkisivumuuraus suunnitteluohje (2002, 4, [viitattu 22.1.2009]) ohjeistaa lisäksi liikuntasäilyjen suunnittelusta seuraavaa:

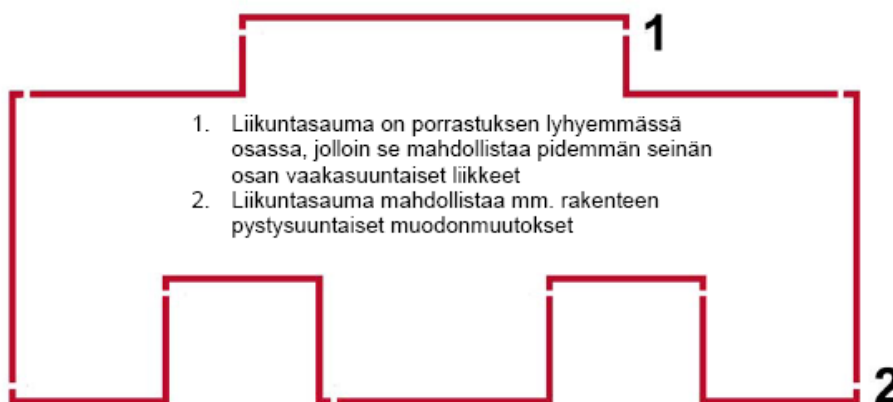
Liikuntasäily tehdään:

- rakenteellisen liikuntasäilymisen kohdalle,
- perustustavan muutoksien kohdalle,
- rakennekorkeuksien muutoksen kohdalle,
- paksuuden muutosten kohdalle,

- erilaisten kannatustapojen väliin, kuten kerroksista kannatettu – perustuksista kannatettu,
- nurkkien vierelle tai lähetyville ja
- seinän suurien jäykkyyserojen (aukotukset) lähelle.

Lisäksi:

- taipuvien kannatusrakenteiden vaikutus on huomioitava liikuntasaumoin ja
- kannatusalustan muodonmuutosten vaikutus on huomioitava liikuntasaumoin.



Kuva 10. Rakennuksen tasokuvaan merkittviä suositeltavia pystysäuman paikkoja (Wienerberger 2002, [viitattu 22.1.2009]).

6.3 Tavoitteellinen käyttöikä

Tiili ulkoverhousmateriaalina on pitkäikäinen, kunhan julkisivun vaatimat pienet huoltotoimenpiteet suoritetaan silloin tällöin. Tällaisia toimenpiteitä ovat julkisivun puhdistus, liikunta- ja muiden saumojen kunnossapito sekä julkisivun yksityiskohtien, kuten esimerkiksi pellitysten, räystäskourujen, syöksytörmien ja julkisivuun kiinnitettyjen valaisimien kunnossapito. Näistä toimista huolehtimalla tiiliverhous kestää tavallisesti yli 50 vuotta. (Pientalorakentamisen kehittämiskeskus ry, [viitattu 22.1.2009]). Tiilerin mukaan hyvin suunniteltu ja laadukkaista materiaaleista tehty tiilijulkisivu kestää tosin jopa satoja vuosia.

7 RAPPAUS

Julkisivurappausta käytetään tavallisesti tiili- tai harkkojulkisivuissa. Rappaus voidaan tehdä myös betoniseinille ja eristepinnoillekin. Puupinnalle tehty rappaus ei ole välttämättä huono vaihtoehto kestävyyskannalta, mutta se ei ole kuitenkaan suositeltu ratkaisu. Rappauksen valinta rakennuksen ulkoverhoukseen on yleensä arkkitehdin päätös; tällöin rakennuksesta halutaan saada ulospäin näyttävä, korkeat ulkonäkövaatimukset täyttävä kohde.

7.1 Ulkonäköön vaikuttavia tekijöitä

Julkisivun ulkonäköön voidaan vaikuttaa rappauksen erilaisilla muodoilla, väreillä ja rappauksen paksuudella. Rappauslaasti mahdollistaa erilaisten muotojen käytön sen plastisuuden ansiosta. Rappaus antaa rakennukselle tasaisen, yhtenäisen ja kestävä pinnan, minkä lisäksi se suojaa alustaansa ilmaston vaihteluilta ja mekaaniselta rasitukselta. Alun perin rappaus onkin tehty toimimaan niin sanottuna uhrautuvana pintakerroksena. Kun rappaus tehdään oikein ja rapattua seinää huolletaan asianmukaisesti, se kestää monta vuosikymmentä. Oikein tehty rappaus edellyttää toistensa kanssa yhteensopivia rappauskerroksia sekä lähtöaineiden lujutta. (Lahdensivu ym. 2005, 7-10, 43; Ojala 2004, 220)

Rappaustyytit

Rappaustekniikat jaotellaan karkeasti kolmeen eri luokkaan: kolmikerros-, kaksikerros- ja ohutrappaukseen. Perinteisesti termillä ”rappaus” tarkoitetaan kolmikerrosrappausta. Kyseisessä menetelmässä tartuntarappaus, eli ”kynsi” tartuttaa täyttörappauksen eli oikaisun alustaansa. Täyttörappauksen päälle tehdään vielä pintarappaus, joka sananmukaisesti antaa rappaukselle pinnan, tasaisuuden ja värin. (Marttila 2005; Kestävä kivitalo, [viitattu 18.2.2009].)

Kolmikerrosrappauksen sijasta nykyisin käytetään usein myös erilaisia ohutrappaustekniikoita, kuten slammausta. Ohutrappauksessa rappausalustalle tehdään pintarappaus yhdestä laastista, joka usein levitetään kahdessa vaiheessa. Slammaukseksi kutsutaan rappausta, jossa laasti harjataan rappausalustalle tartuntalaastin päälle (kuva

11). Muita tekniikoita ovat mm. roiskerappaus, jossa julkisivun pinta jää melko karkeaksi (kuva 11) ja ruiskurappaus, joka on roiskerappauksen kaltainen, mutta koneellisesti tehtävä toimenpide. Edellä mainittujen lisäksi löytyy lukuisia eri rappausmenetelmiä, jotka kaikki antavat omanlaisensa lopputuloksen. Rappaustavan valintaan vaikuttavat mm. haluttu ulkonäkö, kustannukset, rappausalusta sekä ulkoiset rasitukset. (Helsingin Julkisivurappaus Oy 2007; Kestävä kivitalo; Marttila 2005 [viitattu 18.2.2009].)



Kuva 11. Vasemmalla slammaus, oikealla roiskerappaus (Helsingin Julkisivurappaus Oy 2007, [viitattu 18.2.2009]).

Eri rappaustyypit on esitetty kuvassa 12. Kolmikerrosrappauksen ulkonäkö on pitkälti pintarappaustavan mukainen, jossa alustan muoto ei näy. Kaksikerrosrappauksessa alustan muoto saattaa näkyä heikosti, minkä lisäksi saumakohtat voivat myös näkyä. Yksikerrosrappauksessa laastin kerrospaksuus on puolestaan jo niin pieni, että alustarakenteen muodot ovat rappauksen pinnalla nähtävissä ilmentäen niitä. (Maxit, [viitattu 18.2.2009].)



Kuva 12. Kolmikerros-, kaksikerros- ja yksikerrosrappaus (Maxit, [viitattu 18.2.2009]).

Pientaloon on mahdollista valita myös valmiit tehtaalla pohjarapatut, joko 150 mm:n kantavat tai 100 mm:n kevyet betonielementit, joihin saumakohtien verkotus ja täyttö

pohjarappauslaastilla sekä pintarappaus tehdään työmaalla. Tällöin puhutaan valmisosatekniikasta, jonka myötä rakentaminen nopeutuu ja laatu paranee kustannustehokkaasti. (Parma, [viitattu 18.2.2009])

7.2 Yleisimmät ongelmat ja niiden välttäminen

7.2.1 Rasitusluokitus

Rakennesuunnittelija valitsee rakenteen rasitusluokan. Rajatapauksissa tulee valita varmalla puolella oleva rasitusluokka. Rasitusluokkia on kolme, jotka ovat:

- tavanomainen rasitus,
- voimakas rasitus ja
- erityisrasitus. (Lahdensivu ym. 2005, 49.)

Tavanomaista rasitusluokkaa voidaan käyttää suojaisalla paikalla olevalle, pitkäikäiselle rakennukselle (sekä rakennukselle, jonka korkeus maaston suojaisuudesta riippuen on enintään 2-4 kerrosta). Voimakkaan rasitusluokan rakennus on aukean paikan kohde, joka on jatkuvasti kylmänä tai johon kohdistuu mekaanisia rasituksia. Tavallisesti tällainen rakennus on räystäätön tai aukean paikan rakennus (tai kerrosmäärältään kolme tai enemmän). Erityisrasitus liittyy tiettyihin rakenneosiin, kuten sokkeleihin ja perusmuuriin, joissa mekaanisen rasituksen lisäksi esiintyy myös lumen kinostumisesta johtuvaa korkeaa kosteusrasitusta. (Lahdensivu ym. 2005, 49.)

7.2.2 Kosteustekninen suunnittelu

Suunniteltaessa rapattua julkisivua on pyrittävä minimoimaan kosteusrasituksesta rakenteelle aiheutuvat haitat. Tärkeitä seikkoja suunnittelussa ovat seuraavat kohdat:

- Ulkoseinärakenne suojaa sisätiloja ulkopuolisen veden ja kosteuden haitallisilta vaikutuksilta sekä mahdollistaa vaaditun sisäilmaston ylläpitämisen.
- Seinärakenteen läpi ei tapahdu kosteuden kulkeutumista.
- Rakenteeseen ei saa kerääntyä liikaa kosteutta.
- Rakenteen eri ainekerrosten materiaalien kriittisen kosteuden rajat eivät saa olla vaurioiden synnyn kannalta liian pitkään sallitun arvon yläpuolella.

- Ulkoseinärakenteeseen kulkeutuneen veden tulee päästä kuivumaan vahinkoa aiheuttamatta. (Lahdensivu ym. 2005, 54.)

Huomiota tulee siis kiinnittää rappausalustan ja laastiyhdistelmien vaikutukseen, liitoskohtien toimivuuteen ja siihen, kuinka halkeamat vaikuttavat. Suunnittelijan on myös huomioitava, että rakenteiden liitoksiin ja detaljeihin saattaa syntyä vaurioita. Laastin ja rappausalustan sade- ja pakkasrasituskestävyydelle tulee olla riittävä varmuus myös tällaisissa tapauksissa. (Lahdensivu ym. 2005, 54.)

Kuorimuurirakenteinen ulkoseinä voidaan jättää ilman tuuletusrakoa, mikäli rakenteen materiaalikerrokset kykenevät sitomaan itseensä mahdollisen kosteuden, joka esimerkiksi eristerappauksessa voi poistua rakenteesta sopivissa lämpö- ja kosteusolosuhteissa haittaa aiheuttamatta (Lahdensivu ym. 2005, 55).

7.2.3 Liitoskohtien suunnittelu

Rapatun julkisivun, kuten yleensäkin muuratun julkisivun, liitoskohtien suunnittelussa kosteuden kannalta tärkeimmät kohdat ovat räystäsrakenteet, seinästä ulkonevat rakenteet, parvekkeet, ikkunaliitokset, tiivistykset ja saumat sekä julkisivutarvikkeiden kiinnitykset. Jokaisen kohdan suunnittelussa tulee huolehtia siitä, että sadevesirasitus on mahdollisimman pieni: tähän päästään hallituilla vedenpoistojärjestelmillä, vedenohjaimilla eli pellityksillä ja bitumihuovilla, käyttämällä alaspäin vinoja kiinnittimiä sekä riittäviä räystäsrakenteita. Tiivistysten ja saumausten tulee olla kiinni rappausalustassa eikä rappauskerroksessa, ja saumausmassan riittävän joustavaa. (Lahdensivu ym. 2005, 56-62.)

7.2.4 Rappauksen halkeilu

Valmiissa rappauspinnassa esiintyvät halkeamat ovat usein vain esteettinen haitta. Kun halkeamaleveydet ovat tarpeeksi suuria, vaikuttavat ne kuitenkin rappauksen ja koko rakenteen kosteus- ja lämpötekniiseen toimintaan. Jos halkeamien leveyksiä halutaan rajoittaa joko ulkonäöllisistä tai teknisistä syistä, suunnittelijan täytyy määrittää suunnitelma-asiakirjoissa sallitut halkeamaleveydet, halkeamapitoisuudet sekä se esiintymistiheys, jolla halkeamia saa esiintyä kussakin rappauskerroksessa. Sallitut

halkeamaleveydet kannattaa rappaukselle määrittää myös silloin, kun rappaus pinnoitetaan vettä hylkivillä materiaaleilla. (Lahdensivu ym. 2005, 132.) Nämä halkeamaleveydet- ja pituudet sekä halkeamien sallittu esiintymistiheys määrittävät rappaukselle halkeiluluokan (taulukko 2). Halkeamien hallinnalla eli pyrkimyksellä halkeamaleveyksien pienentämiseen minimoidaan erityisesti halkeamien kautta rakenteeseen pääsevän sadeveden määrä.

Taulukko 2. Rapatun pinnan halkeiluluokitus ja raja-arvot (Lahdensivu ym. 2005, 133).

| | Rappausten halkeiluluokitus | | |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| | Luokka 1 | Luokka 2 | Luokka 3 |
| Halkeaman leveys [mm] | 0,05 – 0,1 | 0,2 – 0,3 | 0,4 – 0,5 |
| Halkeaman pituus [mm] | ≤ 1000 | ≤ 1000 | ≤ 500 |
| Halkeamien esiintymistiheys | ≤ 1 kpl/m ² | ≤ 1 kpl/m ² | ≤ 1 kpl/5m ² |

Luokka 1: Vaaleat sileät rappaukset, joille asetetaan korkeat ulkonäkövaatimukset tai alustan kuivumista hidastavilla pinnoitteilla pinnoitettavat rappaukset. Mikäli rappaukselle halutaan asettaa erityisen korkea laatuvaatimus halkeilun suhteen, kaikkien rappauskerrosten tulee täyttää asetetut vaatimukset.

Luokka 2: Rappauspinnat yleensä.

Luokka 3: Karkeat roiskepintaist rappaudet, joita ei käsitellä vettä hylkivillä tai alustan kuivumista hidastavilla pinnoitteilla.

Rappauspintaan voivat synnyttää halkeamia rakenteellinen halkeilu, rappauslaastin plastisen vaiheen kutistuma ja kovettuneen rappauslaastin kuivumiskutistuma. Rakenteellinen halkeilu johtuu usein perustusten epätasaisesta painumisesta: siksi muurattujen rakenteiden yhteydessä perustukset kannattaa suunnitella erityisen huolellisesti. Aukkojen ylityspalkkien taipumat tulee mitoittaa pieniksi ja liikuntasaumojen määrä riittävän suureksi. Rakennuksen rungon liikuntasaumat tulee tehdä koko rakennuksen läpi julkisivuun ja rappaukseen asti. Liikuntasaumojen ohjeelliset leveydet voivat vaihdella riippuen rappausalustasta. (Lahdensivu ym. 2005, 63-68.) Saumaleveydet ovat tyypillisesti kuitenkin 15-20 mm. Taulukko 3 esittää ohjeelliset kuorimuurin enimmäisvälit eri rappausalustoille.

Taulukko 3. Suuntaa-antavia aukottoman kuorimuurin enimmäisvälejä [m], kun elastisen liikuntasauaman leveys on 15-20 mm (Lahdensivu ym. 2005, 73).

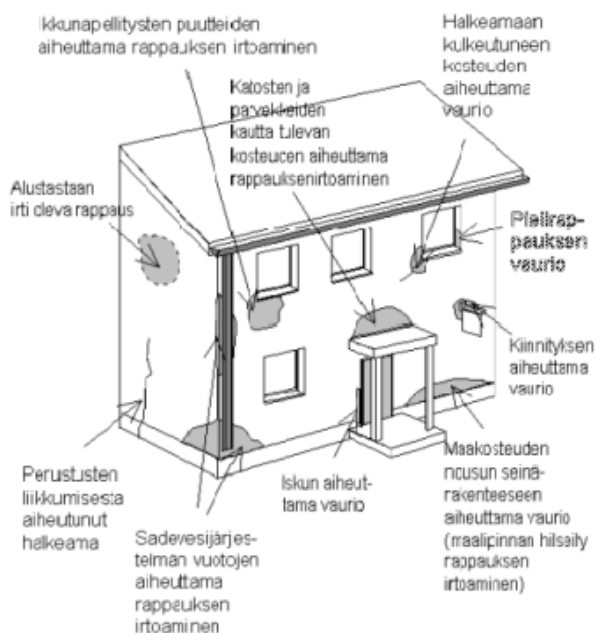
| Muurin korkeus [m] | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------|---|---|----|----|----|----|
| kalkkiahiekkamuuri | 5 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| kevytsoraharkko | 3 | 5 | 8 | 10 | 12 | 15 |
| betoni, betoniharkko | 3 | 5 | 8 | 10 | 12 | 15 |

Liikuntasaumojen oikeasta rakenteellisesta sijoittamisesta on kerrottu paremmin tiilijulkisivun yhteydessä.

Rappauslaastin plastisen vaiheen eli sen vaiheen, jolloin laastin lujuudenkehitys tapahtuu, kutistuma on enemmänkin työtekkinen seikka. Laastin pieni vesi-sideainesuhde vähentää sen kutistumia, vaikka toisaalta laastin työstettävyyden kannalta vettä on oltava riittävästi. Rappauksen oikeanmukaisella suojauksella työ- ja jälkihoitovaiheissa voidaan parhaiten vähentää verkkomaisten halkeamien syntymistä julkisivussa. (Lahdensivu ym. 2005, 64.)

Kovettuneen laastin kutistumalla tarkoitetaan estettyä kutistumaa. Laasti kutistuu tartuntavyöhykkeen ja laastin pinnan välisellä osalla, eniten aivan pinnan lähellä. Huolellisesti tehtävä jälkihoito vähentää myös kuivumiskutistumaa. Halkeilua ei tapahdu, jos kutistumisen aiheuttamat vetojännitykset pysyvät riittävän pieninä. (Lahdensivu ym. 2005, 66.)

Yksi tapa lieventää rappauksen halkeamien aiheuttamaa haittaa on rappausverkon käyttö. Rappausverkkoa käytettäessä halkeilu jakautuu tasaisemmin laajemmalle alueelle ja rappaukseen syntyy ns. halkeiluverkosto. Rappausverkon etu on kuitenkin se, että syntyvät verkoston halkeamaleveydet ovat pieniä. Lisäksi sillä voidaan jonkin verran vähentää liikkeitä, joita rappausalustasta aiheutuu. Rappausverkkoa tulee käyttää aina kevytbetonalustalla sekä suosituksen mukaan myös kevytsoraharkkoalustalla. Rappausverkon käyttö on lisäksi välttämätöntä silloin, kun rappausalusta vaihtuu ilman liikuntasaumaa. (Lahdensivu ym. 2005, 67.) Kuvasta 13 nähdään vaurioita, joita rapatussa rakenteessa saattaa varsinkin puutteellisen suunnittelun ja työn johdosta ilmetä.



Kuva 13. Rapatun rakenteen vaurioita ja niiden aiheuttajia (Suomen betoniyhdistys 2005, 33).

7.3 Tavoitteellinen käyttöikä

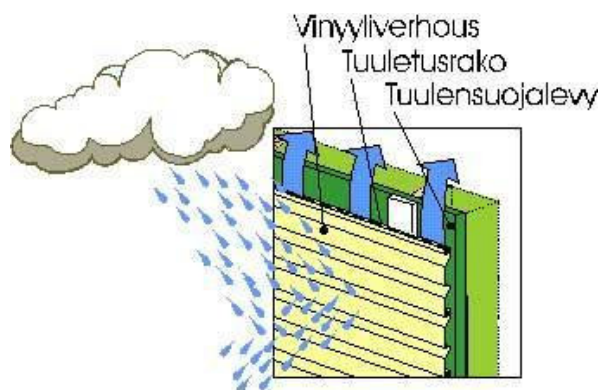
Rapatun julkisivun tavoitteelliseksi käyttöiäksi on määritelty noin 30-50 vuotta, pintakäsittelyn tulisi kestää noin 10-15 vuotta (Pientalorakentamisen kehittämiskeskus ry, [viitattu 18.2.2009]). Mahdollista on suunnitella rappaus myös 100 vuoden käyttöiälle. Nämä ovat kuitenkin vain ohjeellisia arvoja, ja niiden lisäksi julkisivurappauksen kuntoa tulee valvoa jatkuvasti. Koska rappauksen pahimpia vihollisia ovat vesi ja pakkanen, erityisesti vedenpoiston toimivuutta on seurattava. Rakenteellisilta yksityiskohdiltaan hyvin suunniteltu ja oikein toteutettu rapattu julkisivu on kestävä ja pitkäikäinen.

8 VINYYLIVERHOUS

Huomattavasti muita verhouksmateriaaleja harvinaisempaa, mutta varsinkin nykyään vartenotettavaa pientalon julkisivumateriaalivaihtoehtoa edustaa vinyyli eli PVC.

Vinyyliiverhouksia on toteutettu yli 40 vuoden ajan ja on monessa maassa yksi suosituimmista julkisivumateriaaleista, mutta Suomessa se on jäänyt suhteellisen harvinaiseksi materiaaliksi pientalojen julkisivuissa. Vinyyli on kestävä rakennusmateriaali, joka muistuttaa ulkonäöllisesti peittomaalattua lautaa. Siitä tehdyt tutkimukset ja käyttökokemukset osoittavat, että se kestää Suomen sääoloja jopa huomattavasti paremmin kuin maalattu ulkoverhous yleisesti. Vinyyli on läpivärjättyä PVC:tä eli polyvinyylikloridia, joten maali ei kulu pois. Koska materiaali on läpivärjättyä, se ei myöskään haalistu, sitä ei tarvitse huoltomaalata eikä lika pääse imeytymään siihen. Materiaali ei ime itseensä kosteutta, joten se ei homehdu eikä myöskään väännä tai halkeile. Koska se ei vaadi minkäänlaista huoltoa, sen ylläpitokustannukset ovat erittäin pienet. (Raimont Trade Oy, [viitattu 25.2.2009].)

Vinyyliiverhoukseen pätevät samat rakenteelliset ratkaisut kuin julkisivulaudoitukseenkin. Vinyyliiverhouksen ja muun seinärakenteen väliin tulee jättää 22-25 mm:n tuuletusrako alhaalta ylös asti (Raimont Trade Oy, [viitattu 25.2.2009]).



Kuva 14. Vinyylipaneeli on tiivis materiaali, jonka rakenteellinen toteutus on laudoituksen kanssa samankaltainen (Raimont Trade Oy, [viitattu 25.2.2009]).

Vinyyliiverhousta mainostetaan kestäväenä julkisivumateriaalina, jolle valmistaja antaa 40 vuoden takuun. Sen käyttöiäksi voisikin arvioida yli 50 vuotta.

9 YHDISTELMÄJULKISIVUT

Ulkoverhouksessa ei tarvitse aina käyttää yhtä ja samaa materiaalia. Materiaali voi vaihdella, ja seiniä voi elävöittää käyttämällä mielikuvitusta arkkitehtuurissa. (Ojala 2004, 216) Usein onnistunut julkisivu perustuukin useamman eri materiaalin yhdistelyyn.

Lautaverhoiltua julkisivua voi elävöittää osittaisella julkisivumuurauksella. Toisaalta taas julkisivu voi olla myös esimerkiksi pääasiassa rapattu ja osittain lautaverhoiltu. Julkisivuun voi tuoda ilmettä lisäksi erilaisilla rimoituksilla ja muilla elementeillä, kunhan kaavamääräykset ne sallivat. Materiaalien yhdistämisellä voidaan saavuttaa myös toiminnallisia etuja: ne voivat muodostaa palokatkoja sekä väliräystäitä, ja niitä voidaan käyttää myös talotekniikan ja täydentävien rakennusosien yhteydessä (RT 82-10766, 2002, 6, [viitattu 26.2.2009]).

Materiaalien yhteensopivuus on harkittava etukäteen. Näin taataan rakenteiden kesto, fysikaalinen toimivuus ja kosteuden hallinta. (RT 82-10766: Betoniset julkisivurakenteet 2002, 6, [viitattu 26.2.2009].)

Yhdistelmäjulkisivujen tavoitteellinen käyttöikä riippuu luonnollisesti käytettävistä materiaaleista mukailen yksittäisten materiaalien käyttöikä.

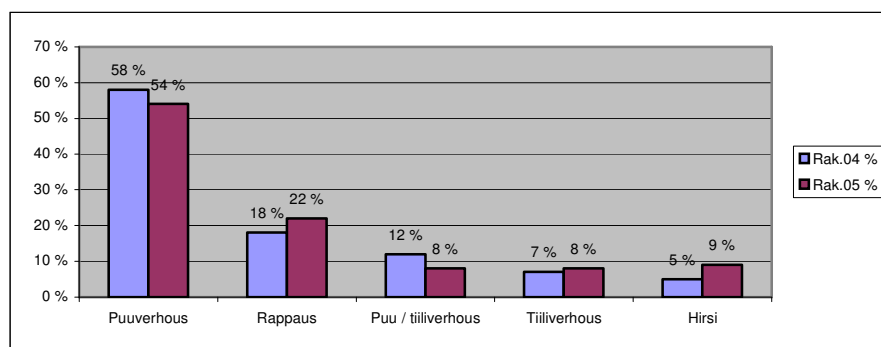
10 KUSTANNUKSET

10.1 Kustannusten muodostuminen

Pientalon kustannukset syntyvät tontin hankinnasta sekä rakentamisesta. Rakennuttajan kustannuksiin kuuluvat mm. lupa-, suunnittelu- ja erilaiset liittymismaksut. Rakennettavien tilojen koko, perustamisajankohta, valittavat materiaalit ja rakenneratkaisut vaikuttavat itse rakentamisen kustannuksiin. Vaipparatkaisu on eräs merkittävä tekijä kokonaiskustannusten muodostumisessa. Julkisivun materiaalit, työmenekit, tarvittavat koneet, laitteet ja telineet muodostavat noin 10 % koko rakennushankkeen kustannuksista. Suhteellinen osuus on kuitenkin vain suuntaa antava,

sillä kustannusten muodostumiseen vaikuttavat aina hankkeen koko ja yleisen toteutusmuodon valinta. (Koskenvesa, Nissinen 2004, 7.)

Rakentaja.fi –verkkolehti toteutti vuonna 2004 Mistä talot on tehty –tutkimuksen, jossa tutkittiin mm. kyseisen vuoden omakotirakentajien julkisivumateriaalivalintoja sekä seuraavan vuoden omakotirakentajien aikomuksia materiaalin valinnan suhteen. Internetissä toteutetun tutkimuksen ajankohtana oli vuoden 2004 viikot 34-36 ja siihen otti osaa 1924 henkilöä. Kuvio 1 esittää tutkimuksen tulokset päämateriaalityypeittäin.



Kuvio 1: Vuoden 2004 omakotirakentajien valinnat talon julkisivumateriaaliksi sekä vuoden 2005 omakotirakentajien aikomukset materiaalin valinnan suhteen (Rakentaja.fi 2004, [viitattu 28.2.2009]).

Vaikka vuoden 2005 prosenttiosuudet kertovat vain rakentajien aikomukset talonsa julkisivumateriaaliksi, noudattavat ne pitkälti toteutuneita määriä. 2000-luvun alusta lähtien jatkunut trendi eli rappauksen voimakas yleistyminen ja toisaalta samalla puuverhousten suosion lievä lasku pientalojen julkisivuissa on kaaviosta nähtävissä. Puu on kuitenkin edelleen selvästi suosituin julkisivuverhous.

Julkisivuratkaisuista syntyvät kulut ovat kiinteä osa koko ulkoseinän kustannuksia. Ulkoverhouksen kustannuksiin vaikuttavat ulkoseinärakenne ja sen rakenneratkaisut, kuten kulmat, detaljit ja aukkojen ylitykset sekä rakentamisajankohta. Kaavamääräyksissä osoitetut ulkonäkövaatimukset määrittävät verhoiluratkaisut. Kustannukset yhdessä ulkoseinärakenteen kanssa määrittävät verhoiluratkaisujen materiaalin, työmenekin sekä työhön tarvittavien laitteiden ja varusteiden mukaan. (Koskenvesa, Nissinen 2004, 106-107.)

10.2 Esimerkkivertailu

Seuraavaksi tarkastellaan yleisimpien julkisivumateriaalien kustannuksia. Tarkastelun pääpaino on yleisen kustannustason selvittämisessä eikä niinkään yksittäisten tuotteiden muodostamissa kustannuksissa, joten tuotenimiä ei ole mainittu. Esimerkkivertailussa ovat mukana lautaverhous, tiiliverhous sekä rappaus, joka toteutetaan tiiliverhouksen päälle. Lähtökohtana on mielivaltaiseen puurunkoiseen pientaloon tehtävä ulkoverhous, jonka seinäpinta-alaksi on tässä yhteydessä oletettu 250 m². Ikkuna-aukkojen, läpivientien ja muiden rakenteellisten yksityiskohtien tekemistä ei ole laskelmissa huomioitu.

Seinä rakenteet on toteutettu RT-kortiston ohjeiden mukaisesti. Vertailussa käytetyt yksikköhinnat ovat arvonlisäverollisia ja ne pyrkivät heijastamaan ajankohdan kustannustasoa. Materiaalikustannukset on esitetty taulukoissa 4, 5 ja 6. Hinnat on otettu nettirautakauppa Taloon.comista.

Taulukko 4. Lautaverhoilun materiaalikustannukset.

| nimike | määrä | € / yks. | yhteensä (€) |
|------------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| tuulensuojalevy 9 mm | 250 m ² | 2,86 | 715,00 |
| pystylauta 22x50 k600 | 417 jm | 0,31 | 129,27 |
| vaakalauta 22x100 k600 | 417 jm | 0,60 | 250,20 |
| raakaponttilauta 23x95 | 2632 jm | 0,68 | 1789,76 |
| yhteensä euroa | | | 2884,23 |
| euroa / m² | | | 11,54 |

Taulukko 5. Tiiliverhoilun materiaalikustannukset.

| nimike | määrä | € / yks. | yhteensä (€) |
|------------------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| tuulensuojalevy 9 mm | 250 m ² | 2,86 | 715,00 |
| muurausside 4 kpl / m ² | 1000 kpl | 0,70 | 700,00 |
| muurauslaasti M100/600 | 13125 kg | 0,09 | 1181,25 |
| tiili MRT 285x85x85 | 8750 kpl | 0,75 | 6562,50 |
| yhteensä euroa | | | 9158,75 |
| euroa / m² | | | 36,64 |

Taulukko 6. Kolmikerrosrappauksen materiaalikustannukset.

| nimike | määrä | € / yks. | yhteensä (€) |
|--|--------------------|----------|-----------------|
| tuulensuojalevy 9 mm | 250 m ² | 2,86 | 715,00 |
| muurausside 4 kpl / m ² | 1000 kpl | 0,70 | 700,00 |
| muurauslaasti M100/600 | 13125 kg | 0,09 | 1181,25 |
| tiili MRT85 II-laatu | 8750 kpl | 0,53 | 4637,50 |
| rappauslaasti KS 35/65 (tartuna- + täyttörappaus) | 10000 kg | 0,27 | 2700,00 |
| rappauslaasti KS 65/35 (pintarappaus) | 2500 kg | 0,30 | 750,00 |
| yhteensä euroa | | | 10683,75 |
| euroa / m² | | | 42,74 |

Kaikki taulukoidut kustannukset ovat materiaalikustannuksia. Kun mukaan otetaan myös työkustannukset, jotka on laskettu työmenekkien mukaan (Koskenvesa, Mäki, Olenius 2003), nousee rappaus selvästi kalleimmaksi ulkoverhousvaihtoehdoksi yli 20000 euron kustannuksilla; työkustannuksia tulee lähes ainekulujen verran. Tämä siitäkin huolimatta, että tehtäessä rappaus julkisivumuurauksen päälle asennettavan tiilen hinta laskee. Puhtaaksimuuratun tiiliseinän hinnaksi muodostuisi työkuluineen noin 13350 € ja lautaverhoillun seinän hinnaksi noin 5250 €, joka kuitenkin maalit ja maalaustyö mukaan lukien nousee yli 6000 euron. Voidaan kuitenkin todeta, että pientaloissa eniten käytetyistä julkisivumateriaaleista lautaverhoilu on selvästi taloudellisin vaihtoehto rapatun seinän maksaessa joka suhteessa eniten. Harvinaisemman vinyylijulkisivun hinnaksi puolestaan muodostuisi kyseisessä 250 m²:n mielivaltaisessa seinässä noin 6250 € materiaalikustannuksiltaan, mutta ammattilaisen tekemän asennuksen kanssa noin 8000-9000 €.

11 YHTEENVETO

Julkisivumateriaalien valinta ja julkisivun suunnittelu ovat yksi keskeinen tekijä pientaloa rakennettaessa. Suomen ilmasto on aina asettanut omat vaatimuksensa rakennuksen ulkoverhouksen kestävyydelle. Ei ole samantekevää, millaisen ulkovaipan talolle tekee ja miten sen suunnittelee. Ensiarvoisen tärkeitä seikkoja pientalon suunnittelussa julkisivun kannalta ovat riittävä räystäspituus sekä riittävä sokkelikorkeus, jotka on hyvä varmistaa mitä tahansa julkisivua suunniteltaessa. Näiden lisäksi kunkin julkisivuverhouksen

kanssa korostuu suuri joukko suunnitteluseikkoja, jotka pätevät vain tiettyyn materiaaliin ja jotka rakennesuunnittelijan tulee muistaa. Ilmastonmuutoksen myötä rakennuksen ulkoverhouksen huolellinen kokonaissuunnittelu korostuu entisestään.

Yleisimmistä julkisivumateriaaleista eli lauta- ja tiiliverhouksesta sekä rappauksesta lautaverhous on edelleen pitänyt pintansa jopa ylivoimaisesti suosituimpana materiaalina suomalaisten pientalojen julkisivuissa. Puu on ekologinen rakennusmateriaali ja sillä on Suomessa pitkät perinteet, mutta lisääntyvät sateet tulevat todennäköisesti paitsi lyhentämään puujulkisivun jo ennestään suhteellisen lyhyttä huoltoväliä, myös entisestään lisäämään niihin kohdistuvaa korjausrakentamista. Näin ollen lautaverhousten suhteellisen osuuden pientalojen julkisivuissa voisi odottaa jatkossa edelleen jonkin verran laskevan.

Paitsi että julkisivut joutuvat tulevaisuudessa entistä kovemmalle säärasitukselle, niiden tulisi olla samanaikaisesti myös mahdollisimman energiataloudellisia, rakenteeltaan riskittömiä ja vähän huoltoa vaativia. Nykypäivän rakentamisessa korostuu rakennuksen elinkaari, joten enää ei tulisi ainoastaan tarkastella sitä, mikä on halvin ratkaisu. Oikein suunniteltuna, toteutettuna ja huollettuna julkisivut millä tahansa verhouksella tehtynä palvelevat yleensä hyvin käyttäjiänsä, mutta kaikki edellä mainitut asiat huomioiden perinteisistä julkisivumateriaaleista tiilijulkisivu on entistäkin vahvempi vaihtoehto rakennuksen julkisivuksi: ilmaraolla varustettuna se on myös kosteusteknisesti erinomainen valinta verrattuna ilmaraottomiin ratkaisuihin. Rakennuksen julkisivun suunnittelussa tulee aina huomioida myös asiakkaan mieltymykset ja toiveet, mutta kivipintaisten materiaalien suosimisella voidaan korjausrakentamisen määrä pitää jatkossa maltillisella tasolla.

LÄHTEET

Kirjalliset lähteet

Kauppi, Ari; Rautiainen, Liisa; Saarimaa, Juho 1990. Tiili- ja puuseinät: ongelmat, syyt, ratkaisut. Helsinki: Rakentajain Kustannus.

Koskenvesa, Anssi; Mäki, Tarja; Olenius, Auli 2003. Aikataulukirja 2004. Helsinki: Rakennustieto.

Koskenvesa, Anssi & Nissinen, Sampsa 2004. Pientalon kustannukset. 2. uudistettu painos. Helsinki: Rakennustieto.

Lahdensivu, Jukka ym. 2005. Rappauskirja 2005. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys.

Lauharo, Kimmo 2002. Hirsi rakennusaineena ja teollinen hirsitalo. Kuopio: UNIPress Oy AB.

Ojala, Kari 2004. Parempi pientalo. Helsinki: WSOY.

Rakennusalan Tutkimuskeskus Oy 1992. Rakennusvirheet pientaloissa. Helsinki: Rakennusalan Kustantajat RAK.

Suomen betoniyhdistys 2005. Rapatun julkisivun kuntotutkimus. Helsinki: Suomen betonitieto.

Elektroniset lähteet

Helsingin Julkisivurappaus Oy 2007. Rappausmenetelmät. [Viitattu 18.2.09] Saatavissa: <http://www.julkisivu.com> > Info.

Hirsirakentaminen. [Viitattu 23.2.09] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org> > Haku: hirsirakentaminen.

Kestävä kivitalo. Rappaustavan valinta. [Viitattu 18.2.09] Saatavissa: <http://www.kivitalo.fi> > Muuratut rakenteet > Rappaukset.

Kimara 2009. Miksi hirsitalo? [Viitattu 23.2.09] Saatavissa: <http://www.kimara.fi> > Miksi hirsitalo.

Marttila, Petri 2005. Betoni-lehden (2/2005) artikkeli: Rapattu julkisivu on näyttävä. [Viitattu 18.2.09] Saatavissa: <http://www.betoni.com> > Tutustu lehteen > Arkisto > 2005 2.

Maxit. Rappausratkaisut. [Viitattu 18.2.09] Saatavissa: <http://www.maxit.fi> > Ratkaisut > Julkisivut ja ulkotasot > Rapatut julkisivut.

Parma. Saumaton julkisivu valmisosatekniikalla. [Viitattu 18.2.09] Saatavissa: <http://www.parma.fi> > Tuotteet > Parmarappaus.

Pientalorakentamisen Kehittämiskeskus PRKK Ry. Julkisivut. [Viitattu 25.2.09]

Saatavissa: <http://www.prkk.fi/content/fi/11501/184/184.html>

Puuinfo Oy 2004. Puu-ulkoverhous. [Viitattu 17.1.09] Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi>
> Haku: puu-ulkoverhous > Puu-ulkoverhous.

Puuinfo Oy 2009. Luonnon oma rakennusmateriaali. [Viitattu 17.1.09] Saatavissa:

<http://www.puuinfo.fi> > Ammattilaisten palvelut > Puutuotteet.

Raimont Trade Oy. Vinyyliverhous. [Viitattu 25.2.09] Saatavissa: <http://www.raimont.fi>

> Vinyyliverhous > Rakenteen toiminta.

Rakentaja.fi 2004. Mistä talot on tehty -tutkimuksen tulokset. [Viitattu 10.3.09]

Saatavissa:

http://www.rakentaja.fi/index.asp?s=/suorakanava/verkkolehti/04/4204mista_talot_on_tehyA.htm

Rakentaja.fi 2006. Puukoulu 5 – Ulkoverhous puusta. [Viitattu 20.1.09] Saatavissa:

<http://www.rakentaja.fi> > Puukoulu.

Rakentaja.fi 2007. Klassisen tyylikäs julkisivu aidosta tiilestä. [Viitattu 20.1.09]

Saatavissa:

<http://www.rakentaja.fi/index.asp?s=/artikkelit/2265/klassisen+tyylik%E4sjulkisivu.htm>

Rakentaja.fi 2008. Valintana tiilitalo. [Viitattu 22.1.09] Saatavissa:

<http://www.rakentaja.fi/index.asp?s=/artikkelit/3589/valintana+tiilitalo.htm>

RT 82-10415, 1990. Hirsitalon suunnitteluperusteet. [Viitattu 23.2.09] Saatavissa:

<https://www.rakennustieto.fi>

RT 82-10766, 2002. Betoniset julkisivurakenteet. [Viitattu 26.2.09] Saatavissa:

<https://www.rakennustieto.fi>

Saari, Jarmo 1997. Puujulkisivujen korjaus ja pintakäsittely. Hyvinkää: Suomen Media-

Kamari Oy [Viitattu 20.1.09] Saatavissa: <http://www.julkisivuyhdistys.fi> > Oppaita >

Julkisivujen korjausopas.

Sisäilmayhdistys ry 2008. Kuorimuurit. [Viitattu 22.1.09] Saatavissa:

http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kunnossapito_ja_korjaaminen/ulkoseinat/kuorimuurit/

Soikkeli, Anu 2004. Puulehti 1/2004: vanhat puuverhoukset. [Viitattu 17.1.09]

Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi> > Puu-lehti > Ilmestyneet Puu-lehdet > 1-2004 > Puu 1-2004.

Suomela 2005. Vaakalautaverhouksen nurkat. [Viitattu 20.1.09] Saatavissa:

<http://www.suomela.fi/vaakalautaverhouksen-nurkat.aspx>

Suomen RakMK B8 2007. Tiilirakenteet. [Viitattu 22.1.09] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi> > Maankäyttö ja rakentaminen > Suomen Rakentamismääräyskokoelma > B8 (2007).

Suomen RakMK C2 1998. Kosteus. [Viitattu 25.3.09] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi> > Maankäyttö ja rakentaminen > Suomen Rakentamismääräyskokoelma > C2 (1998).

Suomen RakMK E1 2002. Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet. [Viitattu 17.1.09] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi> > Maankäyttö ja rakentaminen > Suomen Rakentamismääräyskokoelma > E1 (2002).

Taloon.com. [Viitattu 21.3.09] Saatavissa: <http://kauppa.taloon.com/PublishedService>

Tiileri. Tekninen opas I, 2005. [Viitattu 20.1.09] Saatavissa: <http://www.tiileri.fi> > Tiilirakentaminen.

Tiileri. Tekninen opas II, 2005. [Viitattu 20.1.09] Saatavissa: <http://www.tiileri.fi> > Tiilirakentaminen.

Torvinen, Ville 2000. Hirsirakennusten ekologinen korjaaminen: hirsityypit. [Viitattu 23.2.09] Saatavissa: <http://www.ulapland.fi/home/myp/keke/hirsirakennukset/Hirsirakentaminen/tyypit.htm>

Torvinen, Ville 2000. Hirsirakennusten ekologinen korjaaminen: vauriot. [Viitattu 23.2.09] Saatavissa: <http://www.ulapland.fi/home/myp/keke/hirsirakennukset/Korjaus/vauriot.htm>

Vahtila, Jukka 2008. Julkisivu – tyylikäs ja toimiva takki talolle. [Viitattu 17.1.09] Saatavissa: <http://www.rakennaoykein.fi> > Artikkelit > Rakenteet > Julkisivut.

Vehasen hirsitalot. Hirsityypit. [Viitattu 23.2.09] Saatavissa: <http://www.vehasen.fi> > Hirsiaines > Hirsityypit.

Virta, Jari 2000. Puu-ulkoverhousten suunnittelu-, rakentamis- ja pintakäsittelyohje. TTK:n talonrakennustekniikan laboratorion julkaisuja 104. [Viitattu 20.1.09] Saatavissa: <http://www.tkk.fi> > Yksiköt > Osastot > Talonrakennustekniikka.

VTT 2003. Rakentamisessa varauduttava jo nyt tulevaan ilmastonmuutokseen. [Viitattu 25.2.09] Saatavissa: <http://www.vtt.fi> > Uutiset > 2003.

Wasenius, Anna-Maria 2008. Talon julkisivu on monien toiveiden pinta. [Viitattu 17.1.09] Saatavissa: <http://www.suomela.fi/talon-julkisivu-on-monien-toiveiden-pinta.aspx>

Wienerberger 2002. Julkisivumuurauksen suunnitteluohje. [Viitattu 22.1.09] Saatavissa: <http://www.wienerberger.fi> > Suunnittelu, muuraus, asennus > Terca suunnittelu- ja muurausohjeet > Julkisivut.

