

Yli viisikerroksisen puurunkoisen asuinkerrostalon julkisivumateriaalit

Esiselvitys

3/31/2014

Yrsa Cronhjort
Tutkimuspäällikkö

Aalto-yliopisto Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu
Arkkitehtuurin Laitos
Puurakentamisen tutkimusryhmä

Sisällysluettelo

Johdanto	2
Julkisivu, ilmasto ja muuttuvat sääolosuhteet	3
Ilmaston muuttuminen Suomessa	3
Tuuletusväli	6
Räystäät	7
Julkisivut ja ääni	8
Julkisivujen korjaus	9
Julkisivumateriaalit	10
Julkisivumateriaalit suomalaisissa asuinkerrostaloissa	10
Puuverhoilu	11
Puumateriaalin pintakäsittelyt ja impregnointi	12
Maalaus	12
Lämpömodifiointi	12
Paineekyllästäminen	12
Palosuojauskäsittely	13
Puurunko ja rappaus	13
Puukomposiitti	14
Kuitusementtilevyt	14
Korkeapainelaminaatti	14
Vinyyli	14
Metalli julkisivussa	15
Julkisivumateriaalivertailu	16
Julkisivun elinkaarikustannukset	26

Esimerkkikohteita	28
Lähteet	48
Rakennusmääräykset ja ohjeistot	48
Tutkimusraportit	48
Muut raportit	49
Väitöskirjat	50
Muut Opinnäytetyöt	50
Tieteelliset lehdet	51
Muut lehdet	51
Esitelmät	51
Muut	51
www sivut	52

Liite

Julkisivumateriaalien elinkaarikustannukset	56
---	----



*Vierumäen puukerrostalo As Oy PuuEra rakenteilla. Vuoden 2012 Puupalkinto.
Arkkitetoimisto Vuorelma Arkkitehdit Oy. Kuva Simon le Roux /AALTO*

Tämä esiselvitys on sisäistä käyttöä varten, ei julkinen.

Tutkimustyössä ja tutkimusraporteissa voidaan viitata muiden työhön (koskee esimerkiksi väitöskirjoja ja diplomitöitä). Muun toiminnan puitteissa julkaisuja koskevat yleiset käyttöoikeuksien rajoitukset.

Tässä raportissa on käytetty paljon omaa kuvitusta, mutta myös lainattua aineistoa. Kuvien käyttöoikeuksia tässä esiselvityksessä ei ole tarkistettu. Esiselvitys on tarkoitettu työn teettäjän Finnish Wood Research Oy:n ja sen osakkaiden sisäiseen käyttöön.

Johdanto

Tämä on raportti esiselvityksestä yli viisikerroksisen puurunkoisen asuinkerrostalon ja Etelä-Suomen olosuhteisiin soveltuvista julkisivumateriaaleista. Työn puitteissa on kartoitettu Pohjoismaissa julkisivumateriaaleihin ja – rakenteisiin liittyvää tutkimusta ja ohjeistusta viimeisen kymmenen vuoden ajalta. Selvitystyön aikana on ilmennyt että sekä julkaistu tutkimus että materiaalitieto koskien julkisivuja ja niiden rakenteita on hajanaista ja sisällöltään vaihtelevaa.

Julkisivumateriaalivertailu on toteutettu taulukkona pääasiassa materiaalivalmistajien julkisesti saatavilla olevien tietojen pohjalta. Ympäristöselosteita puuttuu erityisesti puutuotteiden osalta. Joidenkin tuotteiden osalta käyttöiät ovat arvioita käyttökokemuksen puutteesta johtuen. Tuotteiden hintahaitari on laaja; lopulliseen hintaan vaikuttavat mm tuotteen laatu, väri ja määrä. Materiaaleja ja niiden mahdollisuuksia esitellään esimerkkikohteiden kautta.

Johdonmukaisesti toteutettuja kenttäkokeita ja julkisivuihin liittyvää julkista tutkimusta löytyy lähinnä Norjasta. Norjalaiset kenttäkokeet on tehty ääri-ilmastossa. Nämä saattavat olla hyödyllisiä myös Suomen näkökulmasta: kasvihuoneilmiön seurauksena viistosateen ja tuulen on ennakoitu lisääntyvän myös Etelä-Suomessa.

Korkeiden rakennusten erityisvaatimuksia on tutkittu vähemmän. Toteutetut kenttäkokeet sijoittuvat pääasiassa maan tasoon. Yksi esimerkki dokumentoiduista kokemuksista ja tutkimuksesta korkean rakennuksen julkisivun toiminnasta löytyy Ruotsin Växjön puukerrostalojen osalta.

Espoossa,

31.03.2014

Julkisivu, ilmasto ja muuttuvat sääolosuhteet

Ilmaston muuttuminen Suomessa

Kasvihuoneilmiöstä johtuva ilmastonmuutos näkyy ennusteiden perusteella tulevaisuuden Suomessa pääasiassa kahdella tavalla: *keskilämpötila nousee ja vuotuinen sademäärä lisääntyy*. Suomessa toteutetun ilmastonmuutoksen vaikutus- ja sopeutumistutkimuksen tulosten yhteen- vetoraportin mukaisesti 10-15%. Muutokset painottuvat todennäköisesti talvikauteen; lumen määrä vähenee ja erityisesti runsassateiset päivät lisääntyvät. Myös tuulisuus lisääntyy.

Paikallinen ilmasto ja sääolosuhteet vaikuttavat rakennusten ulko- vaippaan ja julkisivuihin. Viistosateiden huomattava lisääntyminen johtaa julkisivujen tiheämpään kastumiseen, pintojen hitaampaan kuivumiseen, nopeutuneeseen korroosioon, homekasvun edellytysten sekä pakkas- vaurioita aiheuttavan vuorottelevan sulamisen ja jäätymisen lisääntymiseen. Vaikutusten ennakkoidaan näkyvän ensimmäisenä Etelä- Suomessa ja erityisesti rannikolla. Rakennusten ja julkisivujen elinkaari huomioiden muutoksiin suositellaan varautumista jo nyt. [MMM 2012]

Tampereen Teknillinen Yliopisto on arvioinut ilmastonmuutoksen vaikutuksia eri yleisesti käytössä oleviin julkisivurakenteisiin ja – materiaaleihin. Arvion perusteella:

- betonijulkisivujen elinkaarikestävyys heikkenee, raudotteiden korroosion ja pakkasrapautumisen riskit suurenevät;
- pakkasrapautumisen riskit suurenevät myös tiilijulkisivuissa;
- kuorimuurirakenteissa suurempi kosteus johtaa tuuletusvälin; kosteuspitoisuuden nousuun ja homeriskin kasvuun rakenteissa;
- rapattujen julkisivujen pakkasvauriot lisääntyvät ja huoltovälit tihtyivät;
- puuverhousten ja puurakenteiden osalta erityisesti homehtu- misen riski lisääntyy. [Lahdensivu 2010]

Lisääntynyt kosteus ja mahdollisesti kosteutta imeyttävät julkisivu- materiaalit (kuten tilliverhoilu) lisäävät myös lahoamisriskiä ulkoseinien ja katon puurakenteissa. Parvekkeiden kosteusrasitusta voidaan vähentää käyttämällä lasitusta. [MMM 2012]

JULKISIVUMATERIAALIEN VALINTA

- *rakennusten ulkovaipan ja julkisivujen osalta vedenpoiston, detaljoinnin sekä julkisivujen kosteusteknisen toimivuuden merkitys korostuvat;*
- *julkisivumateriaaleissa tulisi tulevaisuudessa suosia helposti kuivuvia, pakkasta kestäviä ja homehtumiselle vähemmän alttiita vaihtoehtoja;*
- *puurunkoisten rakennusten osalta huomiota tulee kiinnittää puurungon suojaamiseen myös ulkoa tulevalta kosteudelta;*
- *elinkaarikestävyyden merkitys korostuu.*

Esimerkki:

Korkeiden rakennusten toimiva julkisivu merenrantaolosuhteissa Parviainen, Maria. Insinööritö 2013.

Parviainen tutki opinnäytetyössään 2013 Helsingin Kalasatamaan suunniteltujen tornitalojen julkisivuvaihtoehtojen rakennusfysikaalista toimintaa. Rakennusten korkeudeksi on suunniteltu 22-33 kerrosta, maksimikorkeutena 126 metriä. Erityisesti paneuduttiin tuulen, viisto- sateen ja meriveden sekä merivedestä kulkeutuvien kloridien vaikutuksiin ja julkisivun kosteustekniseen toimintaan.

Työssä tutkittiin seuraavaa seinärakennetta:

- kipsilevy,
- vanerilevy,
- 50 mm lämmöneriste,

- höyrynsulkuna toimiva alumiinilevy,
- alumiinirunko ja lämmöneristeenä (180 mm) Paroc Cortex One, tuulensuojalevy
- 13 tuuletusrako

Julkisivumateriaalin vaihtoehtoina oli yksinkertainen suora lasi tai viistolasinen kaksoisjulkisivu. [Parviainen 2013 pp 13] Rakennusfysikaalisissa tarkasteluissa käytettiin pääasiassa COMSOL Multiphysics ohjelmaa. Yhteenvedona Parviainen toteaa alumiiniprofiilin osoittautuneen simuloinneissa huonoksi kylmäsiltavaikutuksen johdosta. Kylmäsilta on myös kosteustekninen ongelma. Kosteusrasituksen osalta viistosade todettiin haasteelliseksi: kaksoisjulkisivussa tutkimus osoitti sadeveden siirtyvän voimakkaan ilmavirran myötä myös varsinaisen julkisivun taakse. Parviainen suosittelee rakenteiden erillistä suojaamista varsinaisen julkisivun takana. Sekä viistosateen että tuulen osalta todettiin rakennusten reunojen ja nurkkien altistuvan suurimmalle rasitukselle. [Parviainen 2013]

Esimerkki:

*Wood Weathering from a Service Life Perspective
Rüther, Petra. Väitöskirja 2011.*

Petra Rüther tutki säärasituksen vaikutuksia puumateriaalin pintaan vuosina 2005-2008 Norjassa. Tutkimuksessa käytettiin sääaltistusta jota täydennettiin laboratoriotesteillä pyörivässä sääkammiossa sekä ATLAS auringonsäteilyn simulointikammiossa.

Sääaltistustestissä käytettiin 9 eri puumateriaalia, pinnoiltaan höylättyjä tai sahapintaisia. Ulkotilassa käytettyjen lautojen koko oli 150 x 500 mm. Yhdeksän testikappaletta jokaista lajia asennettiin rakennuksen ulkoseinään neljään eri ilmansuuntaan; pohjoiseen, itään, etelään ja länteen - kuusi kappaletta pystysuuntaisesti ja kolme vaakasuuntaisesti. Näiden ohella jokaista laatua asennettiin kaksi koekappaletta etelään suunnattuun ja 30 asteen kulmassa olevaan telineeseen.

Sääaltistustestit koekappaleilla tehtiin Trondheimin Vollissa, 120 metriä merenpinnan yläpuolella. Koeaikana kertynyt viistosateen¹ määrä/ julkisivuneliö eri ilmansuunnissa oli: pohjoinen 74, etelä 315, itä 18 ja länsi 482 l/m².

Väitöskirjassaan hän toteaa seuraavat tulokset:

- Syysuunnalla on huomattava merkitys havaittavien värimuutosten ja pinnan kulumisen kannalta. Vaakasuuntaisilla puupinnoilla esiintyi huomattavasti enemmän hometta kolmen vuoden sääaltistuksen jälkeen. Homeen suuremmasta määrästä johtuen myös väri oli tummempi.
- Homeen määrä riippuu ilmansuunnasta. Testissä suurin home määrä esiintyi lännessä, pienin etelässä. Todennäköisiksi syiksi Rüther mainitsee etelän suuremman auringonvalon määrän ja siitä johtuva korkeampi pintalämpötila. Pohjoisen suunnassa puolestaan lämpötilat ovat alhaisempia ja kosteus vähäisempää. Sateen pääasiallinen suunta oli länsi.

Testissä käytettiin käsittelemätöntä kuusta ja mäntyä, haapaa sekä lehtikuusta. Vertailukohtina oli kahta laatua Kebonya² sekä öljyimpregnoitua puuta. Eri materiaalien välillä ei huomattu merkittäviä eroja homeenkasvun määrässä. Määrä oli riippuvaisempi ilmansuunnasta: etelässä, pohjoisessa ja idässä käsitelty puu homehtui hieman vähemmän kuin käsittelemätön. [Rüther 2011]

¹ wind driven rain [Rüther 2011 pp 33]

² Katso [Kebony]

Esimerkki:

Climate adapted design of masonry structures

Kvande T., Lisø K. R. Building and Environment 44(2009).

Tore Kvande ja Kim Robert Lisø julkaisivat 2009 muurattujen ulkoseinien tilastoituja vaurioita 302 kohteessa 20 vuoden ajalta Norjassa (1983-2002). Suurimmaksi vaurioryhmäksi he nostavat kosteudesta johtuvat ongelmat ja pääasiallisiksi riskitekijöiksi ääri-ilmastossa he toteavat viistosateen ja pakkasrapautumiset. Artikkelissaan he toteavat kuitenkin että kestävä, muurattu rakenne on mahdollinen myös ääri-ilmastossa huolellisella suunnittelulla ja detaljoinnilla. Suosituksena on tuuletusrako sekä erillinen tuulen- ja sateensuoja.

Esimerkki

Puujulkisivuverhoukset asuinkerrostalojen arkkitehtuurissa

Markus Heinonen. Diplomityö 2013.

Diplomityössään Heinonen tutki puujulkisivun pitkäaikaiskestävyyttä neljän toteutuneen esimerkkikohteen kautta. Puuverhouksen pitkäaikaiskestävyyttä parantavina toimenpiteinä Heinonen luettelee seuraavat:

- rakenteellinen suojaus (räystäät, ulokkeet, katokset, sokkelit);
- riittävä rakennepaksuus (laudan paksuus vähintään 28 mm);
- pintakäsittelyt;
- puumateriaalin modifiointi lämpökäsittelyllä;
- säännöllinen ylläpito ja huolto.

Esimerkkikohteiden arvioinnissa korostuivat lisäksi yksityiskohtien merkitys puujulkisivun ulkonäön säilyvyyden kannalta. Vesi on puujulkisivun suurin vihollinen ja pääperiaatteena tulisi olla veden mahdollisimman nopea pois johtaminen. Jatkokset, saumat ja kiinnitykset keräävät helposti vettä ja puskusaumoja tulisi välttää pystyverhouksissa kapilaarisen veden nousun estämiseksi. Heinonen suosittelee täyspontattujen lautojen käyttöä. Julkisivu suojataan roiskevedeltä ja lumelta käyttämällä vähintään 500 mm:n korkuista sokkelia. Puun liian nopean

kuivumisen estämiseksi Heinonen suosittelee kapeaa, enintään 16 mm leveää tuuletusrakoa. Myös tuuletusvälin palokatkojen muotoiluun tulisi kiinnittää huomiota jotta vältetään veden kerääntymiseltä. Heinonen painottaa esimerkkikohteiden valossa ilmansuuntien huomioimisen tärkeyttä ja viistosateen aiheuttamaa räsytystä erityisesti rakennuksen ylä- ja sivureunoille. Puuverhouksen kiinnitys naulaamalla rikkoo helposti pintakäsittelykerroksen ja Heinonen suosittelee ruuvien ja/tai naulojen kantojen jättämistä puun pinnan tasoon tai julkisivuverhouksen rakentamista elementteinä joka sallisi kiinnityksen taustapuolelta. Pintakäsittelyn osalta Heinonen suosittelee öljypohjaisia maalausyhdistelmiä ja kosteudelta suojaavaa kertakäsittelyä myös laudan taustapuolelta. Eteläjulkisivulla Heinonen ehdottaa vaaleaa pintakäsittelyä auringon vaikutuksen vähentämiseksi ja pohjoispuolelle tummaa kuivumisen nopeuttamiseksi. [Heinonen 2013]



Kuva: Markus Heinosen asuinkerrostalosuunnitelma Tampereen Isokukseen. Julkisivussa peittävä vaalea maali ja pystysuuntainen puuverhoilu. [Heinonen 2013]

Tuuletusväli

Suomessa puurunkoisissa rakennuksissa suositetaan tuuletusvälin käyttöä lämmöneristetyin rakennusvaipan sekä julkisivuvuorauksen välissä. Tuulettumatonta rakennetta käytetään yleisesti esimerkiksi betoni- ja tiilirunkoisissa rakennuksissa. Perinnerakentamisessa asennettiin puinen julkisivuverhous suoraan hirsirungon päälle, ilman tuuletusrakoa. Tuuletusvälin hyötynä on julkisivuverhouksen kuivumisen edistäminen ja rakennuksen lämmöneristetyin vaipan suojaaminen kosteudelta ja sateelta. Riittävän ja optimaalisen tuuletusvälin mitoittamista ja detaljointia on tutkittu useammassa pohjoismaisessa kenttäkokeessa.

Esimerkki:

*Hygrothermal performance of ventilated wooden cladding
Kristine Nore. Väitöskirja NTNU 2009:31.*

Työssään Kristine Nore tutki puujulkisivuverhouksen kuivumispotentiaalia ääri-ilmastossa. Tutkimus perustuu neljän vuoden kenttäkokeisiin joissa tutkittiin ilmansuunnan, tuuletusvälin, puumateriaalin laadun sekä pintakäsittelyn vaikutusta puuverhoilun kosteustekniseen toimintaan.

Testikenttä sijaitsi Trondheimin Vollissa. Tutkimuksessa seurattiin kahta itään ja länteen avautuvaa julkisivua. Rakennukseen ja julkisivuihin asennetut 250 sensoria tuottivat tunnittaiset tiedot sääolosuhteista; lämpötilasta, auringonsäteilystä, tuuliolosuhteista, suhteellisesta kosteudesta ja viistosateen määrästä sekä itse testirakennuksen ja julkisivun osalta lämpötilasta, puumateriaalin kosteuspitoisuudesta, pinnan märkyyden ajallisesta kestosta ja tuuletusvälien suhteellisesta kosteudesta.

Tutkimuksessa todettiin ilman lämpötilan, auringonsäteilyn määrän sekä tuulen nopeuden vaikuttavan eniten puumateriaalin kosteuspitoisuuteen. Neljänneksi tärkein tekijä oli viistosateen määrä; viistosade määrittää vain kastumisen määrän mutta ei vaikuta kuivumiseen. Tulokset osoittivat

kaksinkertaisen tiivistämisen ja tuuletusvälin merkityksen: tuuletusväli pienentää kosteusvaurioiden riskiä julkisivuverhouksen takana vähentäen kosteutta johtamalla pois ylimääräistä vettä sekä tuulettamalla rakennetta. Testikentän olosuhteissa avoimessa maisemassa muutaman millimetrin tuuletusväli osoittautui riittäväksi. Pintakäsittelyn tai puumateriaalin laadun osalta ei tehty johtopäätöksiä. Nore toteaa myös että hyvin lämmöneristetyssä rakennuksessa julkisivuverhoilun lämpötila on alhaisempi kuin perinteisessä rakennuksessa mistä johtuen kuivumispotentiaali on pienempi. Ilmastomuutoksen myötä kuivumisnopeuden merkitys kasvaa. [Nore 2009]

Esimerkki:

*Ventilerad luftspalt i yttervägg
Luftomsättning och konvektiv fukttransport.
Jörgen Falk. Lisensiaattityö. Lunds Universitet 2010.*

Työssään Falk tutki tuuletusvälin merkitystä tuulettuvassa rakenteessa jossa puurunko ja julkisivuverhouksena rappaus rappauslevylle. Tutkimuksessa käytettiin kenttäkoetta jossa rakennettiin 2,15 metriä korkeat koeseinät eteläsuuntauksella. Koolauksena käytettiin puista pystykoolausta tai vaakasuuntaista ja reiitettyä teräskoolausta. Ilmankiertoa mitattiin antureilla tuuletusvälissä. Ajalla lokakuu-helmikuu todettiin pystysuuntaisesti koolatuissa väleissä keskimäärin 230-310 ilmanvaihtoa tunnissa. Vaakasuuntaisesti koolatuissa tuuletusväleissä ilmanvaihdon määrä oli keskimäärin 60-70% alhaisempi.

Yhteenvetona Falk toteaa useamman tekijän vaikuttavan tuuletusvälin ilmankiertoon. Päätuloksina hän luettelee:

- konvektion ja kuivumisen kannalta 25-40 millimetrin tuuletusväli pystykoolauksella on edullinen
- vaakasuuntaiset, reiitetyt teräskoolaukset heikentävät konvektiota verrattuna pystykoolauksiin

- alle 10 millimetrin tuuletusväli vähentää konvektiota ja kuivuminen pitkittyy
- vuodenaika, julkisivuväri, julkisivun suuntaus, tuuletusvälin korkeus ja detaljointi vaikuttavat myös mahdolliseen konvektioon

Räystäät

Räystäät rakennuksessa suojaavat julkisivua ja rakennuksen runko-rakenteita viistosateelta ja lumelta. Tarkoituksena on estää veden pääsy rakenteisiin. Suositeltava räystään minimileveys on rakennusten pitkällä sivulla 600 mm ja päätyjulkisivuilla 400 mm. [RT 82-10829]. Korkeassa rakennuksessa räystäät ohjaavat myös tuulen ja sitä myötä viistosateen kulkua: pienikin räystäs ohjaa suurinta kosteusrasitusta yläreunasta alemmas. Valuva vesi kuitenkin rasittaa erityisesti rakennuksen alareunaa. [Heinonen 2013]

Yli kaksikerroksisessa asuin- tai työpaikkarakennuksessa räystäs voi myös toimia julkisivupalon leviämistä rakennuksen yläpohjaan ja sen onteloon estävänä EI30-rakenteena. Rakenne on pakollinen silloin kun julkisivussa käytetään D-s2, d2 luokan tarvikkeita kuten puuta. [Puuinfo 2012 palo]

Esimerkki

Puujulkisivuverhoukset asuinkerrostalojen arkkitehtuurissa
Markus Heinonen. Diplomityö 2013.

Markus Heinonen tutki diplomityössään teoreettisesti minkä levyisellä räystäällä samantasoinen suojaus erikorkuisissa rakennuksissa eri viistosateen kulmilla olisi saavutettavissa, lähtökohtana suositusten mukaiset räystäät yksikerroksisessa rakennuksessa. 8-kerroksisessa rakennuksessa tämä edellyttäisi 1700 – 18 500 mm:n syvyisiä räystäitä. Laskelmien valossa täysin viistosateelta suojaavat räystäät kerrostalossa ovat kohtuuttomat toteuttaa. [Heinonen 2013]



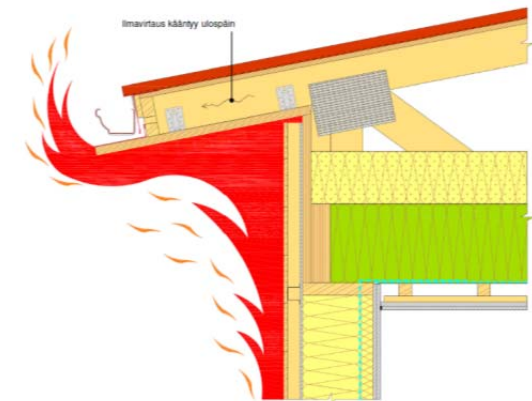
Esimerkki:

Räystääsratkaisu puujulkisivussa jossa ei rakennuksen ulkopuolelle ulottuvaa räystästä. 6-kerroksinen asuinkerrostalo, TES – korjaus. Augsburg, Saksa 2012.

Kuva Frank Lattke / Lattke Architekten

Paloräystäs:

Räystään alapintaan asennetaan puulevy joka ohjaa liekit kauemmas otsalaudasta. [Puuinfo 2012 palo]



Julkisivut ja ääni

Julkisivurakenne ja julkisivumateriaalin valinta vaikuttavat huoneistojen melutasoon, akustiikkaan, huoneistojen väliseen äänen sivuttaiseen siirtymään sekä äänen heijastumiseen takaisin ympäristöön julkisivupinnasta.

Ääneneristävyyden minimivaatimukset asuinrakennuksille on säädetty Suomen Rakentamismääräyskokoelmassa osassa C1 Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Pienin sallittu ääneneristysluku asuinhuoneiston ja sitä ympäröivien tilojen välillä yleensä on 55 dB, asuinhuoneiston ja toista huoneistoa palvelevan uloskäytävän välillä, kun välissä on ovi 39 dB. Äänitaso rakennuksen ulkopuolella, kuten pihalla, saa olla enintään 45 dB. [RakMK C1 1998] Valtioneuvoston melutason ohjearvoja koskevan päätöksen mukaisesti ulkoa kantautuvasta melusta johtuva melutaso asuinhuoneissa ei saisi ylittää 35dB päiväsaikaan eikä 30dB yöaikaan. [Valtioneuvosto 1992] Rakennustuotteiden sekä myös valmiiden rakennusten ääneneristävyyttä ISO standardien mukaisesti Suomessa suorittaa mm VTT.

Sisätilojen äänitason osalta kriittisiä kohtia julkisivussa ovat ikkunat, mahdolliset ilmaventtiilit ymv läpiviennit. Esimerkiksi vanhan ikkunan tiivistämisen vaikutus sisätilan äänitasoon voi olla jopa 10dB.

[Nilsson et. al 2010]

Esimerkki

Ytterväggars ljudisolering

Bror Tingvall, Anders Ågren, Hans Viklund. 2008.

Tingvall, Ågren ja Viklund ovat verranneet eri yleisiä julkisivurakenteita tavoitteena tietokannan luominen koskien niiden ääneneristävyyttä sekä muutosehdotusten määrittelemisen ääneneristävyyden parantamiseksi.

Työssä verrattiin seuraavia julkisivurakenteita:

- rankarakenne jossa puuverhous, vaihtoehtoina lomalaudoitus tai pontattu verhoilu;
- rankarakenne jossa rapattu julkisivu, eri paksuudet;
- rankarakenne jossa mineriittiverhoilu;
- parannetut julkisivuvaihtoehdot;
- sandwich-betoni julkisivu jossa lämmöneristeenä mineraalivilla.

Testit suoritettiin laboratoriossa noudattaen julkisivujen ääneneristävyyden mittaamisen soveltuvia ISO standardeja SS-EN ISO 140/5 ja EN ISO 717-1. Koeseinien koko oli 3000 x 3600 mm.

Kokeessa käytetty julkisivurakenne oli seuraava:

12,5 x 12,5 kipsilevy
0,2 muovi
45 x 170 puurunko, kk 600
170 lämmöneriste mineraalivilla
45 x 45 puukoolaus
45 mineraalivilla
Icopal tuulensuojalevy
12 x 45 puukoolaus
16 x 70 laudoitus
verhoilu

Testituloksena lomalaudoitettu perusseinä saavutti ääneneristävyyden n 46 dB (R'_w). Kipsilevyjen lisääminen ei juuri parantanut tulosta mutta puuverhoilun poisto paransi tulosta 5-6 dB. Kipsilevy, mineriitti tai rappaus julkisivuverhouksena paransivat ääneneristävyyttä 10-16 dB. Sandwich betoniseinä sai ääneneristävyydsarvon 55 dB (R'_w), eli oli puuverhottua parempi. Koemielessä samaan seinään porattiin 4 reikää, läpimitaltaan 85 mm. Ääneneristävyys heikkeni arvoon 28 dB (R'_w). [Tingvall et. al 2008]

Julkisivujen korjaus

Julkisivut kuluvat sään, ympäristörasitusten ja käytön vaikutuksesta, ne vaurioituvat ja vaativat huoltoa säilyttääkseen alkuperäisen tai halutun ulkonäön sekä mahdollisimman pitkän elinkaaren. Julkisivujen korjattavuus ja huollettavuus tulee huomioida sekä suunnittelu- että rakennusvaiheessa. Merkitystä on detaljoinnilla, materiaalien ja pintakäsittelyiden valinnalla sekä asennusmenetelmällä. Esimerkiksi elementointi voi helpottaa tulevaa ylläpitoa. Suunnittelussa tulee erityisesti huomioida rakennuksen sijainnin ja lähiympäristön, kuten meren, mahdollisesti aiheuttamat lisärasitukset julkisivulle. Jotkut julkisivumateriaali tai –järjestelmätoimittajat tarjoavat myös huoltopalvelua.

Julkisivun ylläpito, huolto ja mahdolliset korjaustoimenpiteet vaikuttavat julkisivun elinikään sekä rakennuksen elinkaarikustannuksiin. Julkisivun perusinvestointikustannuksiin vaikuttavat materiaalivalintojen ja runkorakenteiden valinnan ohella rakentamisen vuodenaika ja paikalla tehtävän työn määrä: talvirakentaminen aiheuttaa lisäkustannuksia kuten rakenteiden työmaa-aikaisesta sääsuojauksesta johtuvat työ- ja materiaalikustannukset. [Sarvelainen 2012]. Vuosien 2009-2012 aikana lähemmäs 40% taloyhtiöiden teettämistä korjauksista kohdistuivat ulkorakenteisiin. [SVT]

Esimerkki

JUKO – elinkaarilaskentaohjelma/ NCC Korjauskalenteri

Julkisivuyhdistys ry:ltä löytyy JUKO -elinkaarilaskentaohjelma. Ohjelman tarkoitus on toimia apuvälineenä investointilaskennassa. Ohjelmisto mahdollistaa eri julkisivun korjausvaihtoehtojen rinnakkaisen tarkastelun ja vertailun. Käyttö edellyttää että tulevaisuuden tuotot ja kustannukset ovat tiedossa ja laskenta on yksinomaan taloudellinen. [Julkisivuyhdistys]

Toisenlaista lähestymistapaa tarjoaa NCC.fi sivulta ladattavissa oleva Taloyhtiön korjauskalenteri. [NCC]

Yläpuolella:

Esimerkkitaloste
elinkaarilaskennasta
[Julkisivuyhdistys]

Alla:

Aloituskäymä NCC:n
As Oy Korjauskalenteri
Taloyhtiön kunnossapitoon – sovelluksesta.
[NCC]

Esimerkkilaskelma korjaustapavaihtoehtojen vertailusta

LASKENTATAULUKKO 1

Takaisin

Kohde	As Oy Koekohde			
Osoite	Tuntelaton			
Tarkastelun tekijä	Koekäyttaja	Päivämäärä	18.3.2007	

KOHTIEN PERUSTIEDOT

Kustannustaso, RKI	100	Paikkakunta	Tampere	Korko	2,00 %
Energiahinta, €/kWh	0,04	Lämmitystarveluku	4722	D	22
Pitoaika, v	30	Korjattava pinta-ala	1950	A	0,045
Arvonlisävero - %	22	Rakennuttajan kust-%	10	asm ²	1760
Lainakorko	5,0 %	Laina-aika	12		0,113
KP-jakso→	10	20	30	Yhteensä	
Vaihtoehto 1	Laaja laastipaikkaus ja maalaus		0,50	←U-arvo (W/m ² K)	
Investointi, e/ys, alv +0 %					80
Hotokust, e/ys, alv +0 %					50,8
Kp-kust, e/ys, alv +0 %	25	35	120		
Kp-kust nykyarvo, €	20,5	0,0	23,6	0,0	110,3
Yhteensä					286,7
KP-jakso→	15	30	Yhteensä		
Vaihtoehto 2	Lisälämmöneristys 80 mm + levytys		0,25	←U-arvo (W/m ² K)	
Investointi, e/ys, alv +0 %					120
Hotokust, e/ys, alv +0 %					25,4
Kp-kust, e/ys, alv +0 %	20	35			
Kp-kust nykyarvo, €	0,0	14,9	0,0	19,3	34,2
Yhteensä					234,5
KP-jakso→	15	30	Yhteensä		
Vaihtoehto 3	Ulkokuoren purku, eriste 200 mm + levytys		0,20	←U-arvo (W/m ² K)	
Investointi, e/ys, alv +0 %					190
Hotokust, e/ys, alv +0 %					20,3
Kp-kust, e/ys, alv +0 %	20	35			
Kp-kust nykyarvo, €	0,0	14,9	0,0	19,3	34,2
Yhteensä					320,7
KP-jakso→	20		Yhteensä		
Vaihtoehto 4	Ulkokuoren purku, eriste 160 mm + kuorielementti		0,24	←U-arvo (W/m ² K)	
Investointi, e/ys, alv +0 %					260
Hotokust, e/ys, alv +0 %					24,4
Kp-kust, e/ys, alv +0 %	15				
Kp-kust nykyarvo, €	0,0	0,0	10,1	0,0	10,1
Yhteensä					386,3

Alv = 22 %

Vuosikustannustarkastelu

	Nykyarvo	€ /yks	€ /asm ²	€ /asm ² , v	Vuosikust
Laaja laastipaikkaus ja maalaus	286,7	314,1	314	14,03	
Lisälämmöneristys 80 mm + levytys	234,5	256,9	257	11,47	
Ulkokuoren purku, eriste 200 mm + levytys	320,7	351,3	351	15,69	
Ulkokuoren purku, eriste 160 mm + kuorielementti	386,3	423,1	423	18,89	

Kustannus Suuri Laskentakorko 2,00 % Energiahinta, €/kWh 0,04

Paikka

Asuntojen lkm 100 Kerrosten lkm 4 Vuosittainen korjauskustannus 442 €/asuntooneliö
Asuntojen pinta-ala yhteensä 5500 m² Suunnitellut korjaukset 0 €/asuntooneliö
Rakennusvuosi 1973 Talotyyppi Kerrostalo Rakennuslääkärin
Rakennuslääkärin

Kunnossapitettava osa Suunnitellut korjaukset Tehty Kunnossapitoon
Korjaustoimenpide Määrä Uusiutu Korjattu 2014

Käyttövesiputkisto 200 000 € 1973

Linjaohjaimet 25 000 € 1973

Pohjaviemärit 140 000 € 1973

Viemärinsovit 170 000 € 1973

Valitut yhteensä 0 €

Putket

Valitse koko putkiremontti kerralla Tehty

Valitse kaikki tyypillisen suunnitellun olevan putkiremontin osat, jolla löytyi korjattava Putket Vuosi, jolloin putkiremontin kaikki vaiheet on jo tehty

Keskittämällä keskitettyä päättämässä

Julkisivumateriaalit

Suomen valmistuneissa puukerrostaloissa yleisin käytetty julkisivumateriaali on puu. Seuraavassa luodaan yleiskatsaus niin puuverhoilujen kuin myös muiden yleisten ja joidenkin vähemmän käytettyjen, yli viisikerroksiseen asuinkerrostaloon soveltuvien julkisivumateriaalien ominaisuuksiin. Kaikki vaihtoehdot, kuten esimerkiksi puuverhous, eivät sellaisenaan yksinään täytä julkisivuille asetettuja palomääräyksiä. Julkisivumateriaalia valittaessa tulee huomioida materiaalin aiheuttamat ja paloturvallisuuden kannalta oleelliset toimenpiteet ja detaljiratkaisut.

Katsausta täydentää vertailutaulukko yleisesti saatavilla olevista ja kerrostalorakentamiseen soveltuvista julkisivumateriaaleista. Lähestymistapana on käytetty tarkastelua valittujen esimerkkituotteiden kautta. Tuotevalinnat eivät ole suosituksia: valinta perustuu tuotteen yleisyyteen ja saatavuuteen Suomessa tai tuotteen kotimaisuuteen. Valittujen tuotteiden ohella markkinoilta löytyy myös muita vaihtoehtoja.

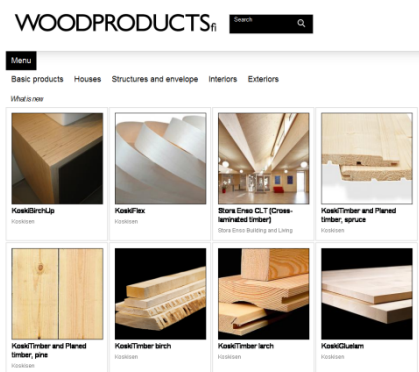
Lopuksi esitellään esimerkkikohteita. Näiden valinnassa on suosittu suomalaisia kohteita joissa on käytetty taulukossa käsiteltyjä tuotteita. Joukossa on myös muutama täydentävä ulkomaalainen kohde.

Esimerkki

Julkisivumateriaalitietokannat

Julkisivumateriaalien osalta löytyy muutamia sovelluksia joihin on koottu valikoima tuotemerkkejä ja linkkejä valmistajien sivuille.

Näkymä WoodProducts.fi sivusto



Tällaisia ovat esimerkiksi:

byggfaktadocu.se	[Byggfakta]
rakennusfakta.fi	[Rakennusfakta]
rakennustieto.fi/tarviketieto	[Rakennustieto / Tarviketieto-Net]
woodproducts.fi	[WoodProducts]

Julkisivumateriaalit suomalaisissa asuinkerrostaloissa

Asuinkerrostalokannasta Suomessa pääosa, noin 570 000 asuntoa, on betonielementtirakenteisia ja julkisivuna on betonisandwichelementti. Rakennukset on tyypillisesti rakennettu 1960-luvun lopulla tai 1970-luvun alkupuoliskolla. Näiden rakennusten osalta julkisivujen korjaus ja mahdollinen julkisivumateriaalin uusiminen on ajankohtaista. [Cronhjort 2012] Asuinpuukerrostaloja Suomessa on valmistunut 37 kappaletta, joissa 647 asuntoa, sekä neljä toimistopuukerrostaloa. Yleisin julkisivumateriaali näissä rakennuksissa on puuverhoilu. [Puuinfo puukerrostalot]

Uudisrakentamisen puolella puulla on noin prosentin markkinaosuus yli kaksikerroksisista kerrostaloista. Käynnissä olevan valtakunnallisen puurakentamisohjelman tavoitteena on nostaa puukerrostalojen osuutta kymmeneen prosenttiin Suomen uusien asuinkerrostalojen markkinoista [Laukkanen 2012].

Julkisivumateriaalipuolella puu on Suomessa suosittua: Julkisivuyhdistyksen VTT:llä vuonna 2005 teettämän julkisivujen markkinatutkimuksen tulosten valossa 42% kaikista uusien rakennuksien julkisivuista Suomessa olivat puujulkisivuja, 15,5% betonisandwich julkisivuja ja 13% tiiltä. Uusittaessa vanhoja julkisivuja uudella materiaalilla puun markkinaosuus oli 68%. [VTT 2005] Tutkimuksessa ei eroteltu kerrostaloja muusta rakentamisesta.

Puuverhoilu

Puujulkisivuissa suositaan perinteisesti sydänpuun käyttöä. Sydänpuun kestävyys perustuu sen pienempään vedenimukykyyn. Esimerkiksi kosteus kuusen sydänpuusta tehdyssä pinnassa nousee harvoin yli 25%, edellyttäen että puutuote ei ole maakosketuksessa [SP Trä 2013 pp 12].

Puuverhotun julkisivun elinikään vaikuttavat mm. seuraavat tekijät: laudan paksuus (> 28 mm) ja profiili, puutavaran laatu, näkyvän pinnan sahaus, laudan kosteus, kiinnitysalusta ja kiinnikkeet (suosituksena kuumasinkitty kierrenaula tai ruuvi (rst)). Asennuksessa tulee huomioida erityisesti veden ohjaus ja etäisyys maahan (yli 500 mm). Pysty-verhouksessa ei käytetä jatkoksia ja vaakaverhoilussa päätyponttijatkoja. [Puuinfo 2012]

KESTÄVÄ PUUVERHOILU

- *materiaalina männyn sydänpuu, kuusi, liimatut tuotteet, lämpökäsitelty puu, laatuluokka A;*
- *paksuus vähintään 28 mm;*
- *täyspontatut laudat;*
- *pinta näkyvä pinta sydänpuoli, sydänvapaa sahaus, hienosahattu;*
- *kiinnityskoolaus vähintään 2 x laudan paksuus;*
- *kiinnitys kuumasinkityllä kampa-, tai kierrenaulalla / RST ruuveilla;*
- *ei jatkoksia;*
- *puuverhoilun etäisyys maan pinnasta vähintään 500 mm.*

Lähde: Pitkäikäinen julkisivu, Tekninen Tiedote 3.4.2012, Puuinfo [Puuinfo 2012]



Viistosateen vaikutus puujulkisivuun. Huomaa ero alempien ja ylimmän, lasitetun parvekkeen seinien välillä. Julkisivun suunta länsi, puuverhotun seinän suunta etelä. Tapiola-ryhmän pääkonttori. Valmistumisvuosi 2010. Kuva helmikuu 2014. Kuva Yrsa Cronhjort /AALTO

Puumateriaalin pintakäsittelyt ja impregnointi

Puun pintakäsittelyllä pyritään parantamaan puupinnan säänkestävyyttä sekä vähentämään homehtumisen riskiä ja sitä myöten ylläpitämään ulkonäköä pitkällä aikavälillä. Maalamaton puupinta harmaantuu. Erilaisilla modifiointi- ja impregnointimenetelmillä voidaan vaikuttaa myös mm. puutuotteen mittapysyvyyteen ja lahoamisherkkyyteen.

Maalaus

Teollinen puutuotteiden maalaus perustuu maalausjärjestelmiin sisältäen yleensä pohja-, väli- ja pintamaalauksen joista pintamaalaus voidaan tehdä paikan päällä, itse rakennuskohteessa. Julkisivuverhouksen teollisella pintakäsittelyllä saavutetaan vakioidut pintakäsittelyolosuhteet, kustannussäästöjä, työajan säästöä rakennustyömaalla ja mahdollisuus siirtää varsinainen pintamaalaus esimerkiksi seuraavaan rakennuskauteen.

Puujulkisivutuotteiden teollisessa pintakäsittelyssä käytettävät maalit ovat yleensä vesiohenteisia. Teknos suosittelee alkydiöljypohjamaalia ja akrylaattipintamaalia. Myös kuultomaali on akryylin pohjaista. [Teknos] Tikkurilan ProHouse -konseptissa pinta maalataan kahteen kertaan akrylaattipohjaisella UltraPro:lla. ProHouse -maalausjärjestelmässä ei käytetä erillistä pohjamaalia. [Tikkurila]

Lämpömodifiointi

Puumateriaalin lämpömodifiointi perustuu puun ominaisuuksien parantamiseen lämmittämällä puuta 165-245 celsius-asteen lämpötilaan suojaaasussa, jonka happipitoisuutta on vähennetty. [Laitinen 2008 p 6]. Käsittelyn myötä mm puun lahonkesto paranee ja kosteuden sitomiskyky heikkenee noin 50%. [Moelven]

Lämpöpuuyhdistys r.y.:n jäsenten ja Suomessa kehitellyllä menetelmällä lämpökäsitellyt puutuotteet kulkevat tavaramerkillä ThermoWood®. Tuotteita on neljää kategorialla: Thermo-S ja Thermo-D, lehtipuut ja

havupuut. Tuotteet eroavat toisistaan käsittelyssä käytettävän lämpötilan ja tuloksena saatavien muutosten osalta. Havupuu Thermo-S luokka lämmitetään 190°C lämpötilaan, Thermo-D havupuu lämmitetään 212°C lämpötilaan. Kovemmassa lämpötilassa saavutetaan parempi biologinen kestävyys, mittavakaus sekä tummempi väri. Thermo-S luokkaa käytetään pääsääntöisesti vähemmän vaativissa kohteissa. Sääle alttiiseen ulkovuoraukseen käytetään luokkaa Thermo-D. Lehtipuu lämmitetään vastaavasti 185°C tai 200°C lämpötilaan. Käyttökohteina ovat pääasiassa sisätilat. [ThermoWood]

Muita lämpökäsittelymenetelmiä ovat mm. Plato-, Perdure-, Retiwood- sekä öljylämpökäsittelyt ja lämpökäsittely sähkökentässä. [Laitinen 2008]

Painekyllästämisen

Asetylointi

Asetyylä esiintyy luonnostaan puussa. Pohjoisen pehmeissä puulajeissa keskimäärin 0,5-1,5% ja kestävämmissä kovapuulajeissa 2-4,5%. Asetyloinnissa puussa luonnostaan esiintyvän asetyylin määrää nostetaan. Asetylointia käytettiin ensimmäistä kertaa Saksassa 1928 (Fuchs) ja ensimmäinen patentti kirjattiin Itävallassa 1930 (Suida).

[Wood preservation]

Asetylointi perustuu puun kemiallisen rakenteen muuttamiseen. Prosessissa puu käsitellään etikka anhydrililla. Puun vapaat hydroksyyliit muuttuvat prosessissa asetyyliyhdyksiksi ja sivutuotteena syntyy etikka-happoa. [Laitinen 2008] Muutoksen seurauksena puun kyky absorboida vettä heikkenee huomattavasti, mittapysyvyys ja lahonkestokyky paranevat. Myös pintakäsittelyt kestävät paremmin asetylöidun puun pinnassa. Asetyloitu puu on ympäristöystävällisempää kuin perinteinen painekyllästetty puu ja myrkytöntä. [Wood preservation] Yksi tuote-esimerkki on Accoya™, joka aloitti teollisen mittakaavan tuotannon 2007. Muita ovat Indurite™, Osmose UK. [Laitinen 2008]

Furfulointi

Furfulointi perustuu puun painekyllästykseen fufuraalialkoholilla. Tavaramerkkejä ovat Visorwood® ja Kebony®. [Laitinen 2008] Kebony – menetelmässä puuaines lämmitetään painekyllästyskäsittelyn jälkeen + 110 °C lämpötilaan. Lämpökäsittelyn seurauksena alkoholi polymerisoituu ja puun solurakenteisiin muodostuu hartsia joka kuivauksen aikana sitoutuu. [Kebony] Furfuloinnin tuloksena puun mittapysyvyys paranee 40-80%, kovuus ja lahonkestävyys lisääntyvät. [Laitinen 2008]

Kyllästys kvartsihiekillä

2012 Stora Enso lanseerasi kvartsihiekillä kyllästetyn ja lämpökäsitellyn tuotteen Quartz-Treat. Menetelmässä käsitellään mäntypuuta natrium-silikaattiliuoksella eli vesilasilla, raaka-aineina kvartsihiekkä ja sooda. [Puu&Tekniikka 2012] Käsitellyllä puumateriaalin lahon- ja palonkesto paranee, kovuus ja mittapysyvyys lisääntyvät. Lopputuote on pihkaton ja säilyttään ruskea. Tuote on myrkytön. [Stora Enso Q]

Palosuojakäsittely

Vaatimukset asuinkerrostalojen julkisivuille Suomessa ovat Suomen Rakentamismääräyskokoelman osan E1 Rakennusten paloturvallisuus mukaisesti seuraavat [RakMK E1 2001 pp 24]:

ULKOSEINIEN ULKOPINTOJEN JA TUULETUSRAON PINTOJEN LUOKKAVAATIMUKSET						
	Rakennuksen paloluokka ja käyttötapa					
	P1		P2		P3	
	P1-luokan rakennukset yleensä	Enintään 8-kerroksiset asuin- ja työpaikka-rakennukset	Hoito-laitokset	3-8 kerroksiset asuin- ja työpaikka-rakennukset	Muut P2-luokan rakennukset	
Ulkoseinän ulkopinta	B-s1, d0*	B-s2, d0*	B-s2, d0	B-s2, d0*	D-s2, d2	D-s2, d2
Tuuletusraon ulkopinta	B-s1, d0*	B-s2, d0*	B-s2, d0	B-s2, d0*	D-s2, d2	D-s2, d2
Tuuletusraon sisäpinta	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	A2-s1, d0	D-s2, d2	ei vaatimusta

* Myös luokka D-s2, d2 on mahdollinen erityisehdoilla (esim. umpinainen laudoitus)

Palosuojaamalausten ja – käsittelyiden tarkoituksena on parantaa puun paloluokkaa parhaimpaan B-s1, d0 – rakennustarvikeluokkaan, mikä laajentaa puumateriaalin käyttökohteita myös rakennuksen julkisivurakenteissa. Käyttämällä B-s1,d0 – rakennustarvikeluokan materiaaleja tuuletusraossa ei tarvita erillisiä palokatkoja eikä paloräystäitä. [Teknos]

Esimerkiksi suomalaisen Teknosin menetelmä perustuu nelikerroksiseen maalausyhdistelmään, TEKNOSAFE 2407, jonka yhteisvaikutuksena saavutetaan B-s1, d0 – rakennustarvikeluokan palovaatimukset. Menetelmässä tehdään puunsuojaus ja palosuojaopohjamaalaus neljälle sivulle sekä pintamaalaus kolmelle sivulle ensin teollisella pintamaalilla ja lopulta talomaalilla. Viimeinen kerros voidaan maalata työmaalla. Huoltoväli on 10-15 vuotta riippuen pintamaalin kulumisesta. Itse palosuojaus ei vaadi huoltoa lukuun ottamatta vaurioiden korjaamista. [Teknos]

Toinen vaihtoehto on paloimpregnointi. Puumateriaali impregnoidaan palosuojanesteellä ennen päällemaalausta. Impregnointi vaatii uusimista. Paloimpregnoituja ja B-s1, d0 – rakennustarvikeluokan vaatimukset täyttäviä puujulkisivutuotteita on mm. Woodsafe Timber Protection AB:n ja Moelven Wood AB:n valikoimissa. Palosuojaamääräysten tähtyminen edellyttää pintakäsittelyä ohjeistetun maalausyhdistelmän mukaisesti. Moelvenilla on myös palohyväksyntä luokassa SP Fire 105 pintakäsittelmättömälle mutta paloimpregnoidulle seetripuulle [Moelven].

Puurunko ja rappaus

Puurunkoisen julkisivurakenteen yhteydessä suositellaan, materiaalista riippumatta, tuulettuvaa julkisivuverhoilua rungon kostumisen ja lahoamisen välttämiseksi. Pohjoismaista löytyy kuitenkin ainakin kaksi tuoretta esimerkkiä joissa on käytetty rappausta tuulettumattomana rakenteena puurungon päällä; TES - korjaus Suomen Riihimäessä vuodelta 2011 sekä 2009 valmistuneet puurunkoiset asuinkerrostalot Limnologen Växjöissä, Ruotsissa. Molempien kohteiden julkisivurakenteiden kosteusteknistä toimivuutta seurataan.

Esimerkki

*Mätningar av temperatur och relativ fuktighet i massivträstomme
Kvarteret Limnologen i Växjö
Erik Serrano, Bertil Enquist. 2012.*

Limnologenin asuinrakennuksissa on 8 kerrosta joista alin on betoni-rakenteinen, muut kokonaisuudessaan puurunkoisia. Julkisivuilla on käytetty kahta eri julkisivupintaa: rappausta rappauslevylle tuulettumatto-mana rakenteena sekä rankarakenteinen, tuulettuva puuverhous. Tausta-rakenne on molemmissa sama:

- lämmöneriste,
- ristiin liimattu massiivipuulevy,
- lämmöneriste (asennustila),
- sisäpuolinen levytys (kipsilevy tai märkätilalevy)

Julkisivuissa ei ole käytetty höyrynsulkua. Julkisivurakenteen kosteus-teknistä toimintaa seurataan yhdessä rakennuksessa kuudessa eri kohdassa: kuiva tila jossa puujulkisivu, kuiva tila jossa rapattu julkisivu sekä märkätila puujulkisivulla. Puujulkisivu avautuu kaakkoon, rapattu julkisivu luoteeseen. Sisä- ja ulkoilman lisäksi rakenteisiin on asennettu anturit kuuteen eri syvyyteen.

Serrano ja Enquist raportoivat vuonna 2012 tuloksista aikavälillä huhtikuu 2008 – toukokuu 2012. Yhteenvetona he toteavat seinärakenteiden toimivan odotetusti ja suhteellisen kosteuden pysyvän seinän kriittisimmässä kohdassa pääasiassa ja rakentamismatkaan jälkeisen kosteuden kuivuttua, alle 60%. Mittauspisteet sijaitsivat keskellä ehjää seinärakennetta, ja raportissa todetaankin suurimpien kosteusriskien liittyvän esimerkiksi läpivientien ja ikkunaliittymien detaljointiin ja rakentamisen laatuun. [Serrano Enquist 2012]

Puukomposiitti

Suomalainen UPM on kehittänyt puukomposiittimateriaalin josta tehdään terassi- ja julkisivutuotteita. Pääraaka-aineina käytetään puuperäisiä kuituja ja muovipolymeerejä. Muovi on kierrätysmateriaalia ja syntyy tarralaminaattien sivutuotteena. Julkisivu- ja terassituotteita on toistaiseksi vain paloluokassa E. [UPM ProFi]

Kuitusementtilevyt

Suomessa ainoa kuitusementtilevyjen valmistaja on Minerit Oy Ab jonka tuotemerkki on Cembrit. Kuitusementtilevyjen raaka-aineita ovat sementti 65-80%, polyvinyylialkoholikuitu 2%, selluloosa 3-5%, kalkkikivi 10-25%, vesi. Tuotteet ovat joko harmaan- tai beigensävyisiä ja akryyli-maalilla pinnoitettuja tai läpivärjättyjä ja maalattuja. Kuitusementtilevy on vastustuskykyinen sammalta ja levää kohtaan. [Cembrit]

Korkeapainelaminaatti

Korkeapainelaminaattia valmistetaan Suomessa Formica IKI Oy:n tehtaalla. Perinteinen tuote on IKI-levy joka on ollut tuotannossa vuodesta 1952. Korkeapainelaminaatti koostuu selluloosakuidusta, usein paperista, joka on kyllästetty lämpökovettuvalla hartsilla. Raaka-aineet liitetään yhteen lämpöä ja korkeaa painetta käyttävässä prosessissa (≥ 120 °C, ≥ 5 MPA). Lopputuotteesta 53-60% on paperia, 35-39% fenoli-formaldehydi-hartsia ja melamiini-formaldehydi-hartsia. [Formica]

Vinyyli

Vinyyli on muovia, raaka-aineena polyvinyylikloridi (PVC). Suomessa vinyyliä on käytetty noin 40 vuotta, Pohjois-Amerikassa kauemmin. Tuotteet tuodaan pääasiassa Kanadasta ja takuu-aika on Suomessa poikkeuksellinen: toimittajasta riippuen 40 tai 50 vuotta. Vinyyliverhous ei ole suoraan paloluokiteltua: vastaavuus pitää tarkistaa paikallisilla pelastusviranomaisilla. [Vinyyliverhous, useita toimittajia]

Metalli julkisivussa

Suomen metalliteollisuus on saanut alkunsa Ojamon rautakaivoksen avautumisen myötä 1542. Kuparimetallin tuotanto alkoi 1757 Orijärven kaivoksella ja päättyi 1950-luvulla. [Paatsola 2011] Tänäpä kupari-tuotantoa on mm Porissa. Sinkkiä puolestaan tuotetaan Euroopan toiseksi suurimmalla sinkkitehtaalla Boliden Kokkolassa. [Boliden]

Kupari

Kuparia käytetään harvoin asuinrakentamisessa, mutta erityisesti 1950- ja 1960-luvun rakentamisessa kuparia näkee niin detaljoinnissa kuin suurempina julkisivupintoina. Kuparin materiaaliominaisuuksia ovat mm. sähkönjohdavuus, helppo työstettävyys, soveltuvuus valamiseen, kestävyys useimpia korroosiotyyppejä vastaan, helppo yhdistettävyys esim. hitsaamalla, helppohoitoisuus, luonnonmukainen väri ja erittäin pitkä käyttöikä ulkotiloissa. Kupari ei vaadi erillistä pintakäsittelyä. [Järvinen 2012]



Kuva: Kuparikatto asuntomessukohteessa 2013. Kohde 21 Kivenherra. Hyvinkää. Koskisen Oy Herrala Talot. Runkomateriaali Puu. [Kivenherra 2013]

Sinkki

Sinkki on perinteinen rakennusmateriaali myös Suomessa. Perinrerakentamisessa sinkkiä on käytetty mm ränneissä ja katoissa. Sinkki on huolto- ja hoitovapaa pitkän elinkaaren omaava materiaali. Sinkki ei johda sähköä, joten se suojaa myös salamaniskuja ja sähkömagneettista säteilyä vastaan. [Rheinzing]

Alumiini

Alumiinin etuja ovat keveys, lujuus, korroosionkestävyys, sitkeys ja helppo muotoiltavuus, pintakäsiteltävyys. Pohjoismaisessa vertailussa Suomessa käytetään kuitenkin vähiten alumiinia rakentamisessa. [TT]

Teräs

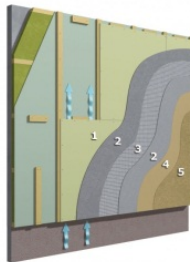
Terästä on perinteisesti käytetty teollisuusrakenteissa, mutta erityisesti COR-TEN terästä käytetään myös julkisivumateriaalina. COR-TEN on säänkestävä, huoltovapaa materiaali jota ei pintakäsitellä erikseen. [Witting 2001]. COR-TEN patina perustuu materiaalin muunteluun seosaineilla kuten kupari, kromi, nikkeli ja fosfori jotka edesauttavat pinnan oksidoitumista. Patinoituminen riippuu ilmastosta: meriilmastossa COR-TEN terästä ei suositella käytettäväksi. [Ruukki COR-TEN]

Teräs ja puu

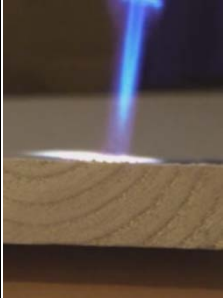
Puun ja teräksen yhdistämisessä suurin riski on veden kerääntymisestä aiheutuva kosteus- tai lahovaurio jos esimerkiksi kiinnike johtaa vettä puumateriaaliin. Kuumasinkityn teräksen osalta on olemassa syöpymisvaara tietyssä käytössä: yhdistäessä kuumasinkittyä terästä happamaan puulajiin, kuten esimerkiksi tammi (pH noin 3,5), sinkkipinta ja puu tulee eristää toisistaan esimerkiksi maalaamalla. Myös tuoreen painekyllästetyn puun kyllästysaineet syövyttävät metalleja kuten sinkkiä. Sinkittyjä tuotteita tulisikin käyttää ensisijaisesti kuivan painekyllästetyn puun kanssa, jossa kyllästysaineet ovat jo täysin imeytyneet. Syöpymisvaara koskee erityisesti ulkokäyttöä ja kuumasinkittyä teräsohutelvyä ei tulisi ulkokäytössä ollenkaan liittää painekyllästettyyn puuhun. [TRY 2013]

Julkisivumateriaalivertailu

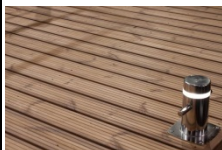
Materiaali sementti- pohjaiset	Tuotenimike (Esimerkki)	Arv. Elinkaari	Takuu -aika	Arvioitu huoltoväli	Kustannus / m2 julkisivu	Kiinnitys Asennus	Paino kg /m2	Esimerkki -mitat	Palo- luokitus	EPD	Kierrätys Purku	ym
Kuitusementti	EQUITONE Natura Ivarssons 	60 v	10v	Perusinvestointi		Ruuvaus	8 mm levy	1280 x 2530 x 8/12	A2-s1-d0	EPD	Purku- valmis	84% Portland-sementti 9% Täyteaine 3% Sellukuitua [Ivarssons] http://www.ivarssonsverige.se/EQUITONE-natura-18221.aspx
				Suosittelaa pesua 1-2 vuoden välein		Tuuletusväli 6 metriin asti vähintään 22 mm, 6-25 metriin vähintään 34 mm [Ivarssons]	16 kg/m2 12 mm levy 24 kg/m2	1250 x 3100 x 8/12 [Ivarssons]				
Kuitusementti	Cembit Metro Cembit Zenit 	60 v		Perusinvestointi	879 kr € 98,96 Oulu TES 2012-2013: Cembit Color ja Vartti, keskihinta € 107	Ruuveilla puurankaan	14,7 kg/m2 [Cembit]	1200 x 2500 x 8 1200 x 3050 x 8 [Cembit]	A2-s1-d0	EPD-CEM- 2012111-E, ISO 14025 - standardin mukaan [Cembit]		Kustannustieto: [SP Trä 2013] Kustannukset Ruotsin kruunuissa 2013 Eurohinta: 13.01.2014 ECB kurssi 8,8820 [Cembit] http://www.cembit.fi/
				Uusiminen 10% joka 20 v	139 kr € 15,65							
Komposiitti: Lasikuitu- vahvistettu polymeeri- betonilevy	Steni Colour [Steni] 	60 v	40 v			Ranka kylästetty puu / teräs / alumiini	11-13 kg/m2	Paksuus 6 tai 7 mm Pituudet 830 – 3500 mm Leveydet 295/595/ 1195 mm	B-s1,d0	EPD Hiilidioksidi- päästöt 3kg/m2	Kierrätys	Lasikuituvahvistettu polymeeribetonilevy Pinta elektronisesti kovetettua akryyliä Pinta korkeakiiltainen, puolikiiltävä tai matta Valettu levy

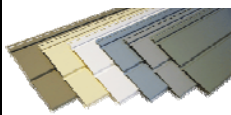
Ohutrappaus levylle yleensä		Uusi rappaus, käyttöikä n 50 v [Lahdensivu 2010]	Rappaus yleensä n 40 v [NCC 2014]	Rappaus tavoiteikä 30-50v	Perusinvestointi	626 kr € 70,48	Kustannustieto: [SP Trä 2013] Kustannukset Ruotsin kruunuissa 2013 Eurohinta: 13.01.2014 ECB kurssi 8,8820						
					3 krs eristerappaus 50 mm villalle [ROK]	€ 71,70							
					Uusintamaalaus joka 20 v	160 kr € 18,01							
					Paikkaus 20 % joka 40 v	100 kr € 11,26							
Ohutrappaus kevyille	SerpoVent Weber			Paikkaukset, kesto n 20 v Pinnoite yleensä 10-15v	€ 50 rapatun pinnan korjaaminen [NCC 2014]	Weber profiilit, SerpoVent- järjestelmän ruuvit Kiinnitys puiseen pystyrankaan; Pystyrangan yleinen jako on k 600. Yli 8 m:n korkeudessa rakennuksen ulkonurkissa käytetään tihennettyä k 300 koolausväliä 2 metrin etäisyydellä rakennuksen ulkonurkista, suuremmasta tuulikuormasta johtuen. 10x1200x2400 (levyt) 11,8 kg/m2 [Weber]			A2-s1,d0		Suositeltava kerrospaksuus n 10 mm BluClad-rappauslevyt kiinnitetään SerpoVent- järjestelmään kuuluvilla ruuveilla ja asennetaan tarvittavat profiilit: -weber 3614 Tuuletusprofiili -weber 3617 Tuuletusprofiili -weber 3544 Yläprofiili -weber 401 Aloituslista -weber 3512 Päättyprofiili Pinnoitus 6 kk sisällä [Weber] http://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/tuulettuvat-rappausratkaisut/serpovent-levyrappaus-puuranka.html		
	Peittävä korjaus, kesto n 30 – 50 v [Lahdensivu 2010]		€ 200 rapatun pinnan uusiminen [NCC 2014]										
Materiaali Puu	Tuotenimike (Esimerkki)	Arv. Elinkaari ulkotiloissa	Takuu- aika	Arvioitu huoltoväli	Kustannus / m2 julkisivu	Kiinnitys Asennus	Paino kg /m2	Esimerkki- mitat	Palo- luokitus	EPD	Kierrätys Purku	ym	
Kuusipaneli tehdasmaalattu	ColorWood MetsäWood	Puu yleensä: tavoite ikä 50v	10 v toimivu ustakuu	Pintojen tarkastus vuoden välein Vaurioiden välitön korjaus 10-15 v huoltoväli peittomaalattulle pinnalle	n 40€/m2 puupaneli yleensä asennettuna [ROK]	Alareunan etäisyys maanpinnasta > 300 mm, räystäs > 600 mm, 25 mm tuuletusväli, pystypanelointi lomalaudoituksena, vaakapanelointi ponttiliitoksella, kuumasinkitty koneprofiloitu naula pituus väh. 2 x panelin paksuus	23 x 120 28 x 145 21 x 95 21 x 120 28 x 70 mm Pituudet 3,5/4,2/4,8 m	D-s2, d0 (asennus- tavasta riippu- vainen) [Puuinfo 2012 pinnat]	PEFC kierrätys uusiokäyttö	Satema maalausjärjestelmä: Pinja 2 + öljypohjainen suoja-aine Pohjamaali Pintamaalaus 6-10 kk:n sisällä asennuksesta Takuuehtona pintamaalina joku seuraavista: – Ultra talomaali – Pika-Teho talomaali – Vinha peittävä puunsuoja tai – Teho öljymaali [MetsäWood C]			

Puu, teollisesti maalattu	Teknos peittävä käsittely-yhdistelmä ulkoeristyksille	Puu yleensä: tavoite käyttöikä 50v US Wood Oy 10 vuoden täystakuu sis. puumateriaali ja pinta. 10 v huoltomaalaukset. Koskee 1-2 krs rakennuksia. [US Wood]	7v (pohjamaali ja yksi pintamaalikerros) > 15v (pohjamaali ja kaksi pintamaalikerrosta) [Teknos]	n 40€/m2 puupaneli yleensä asennettuna [ROK] 23 €/m2 pelkkä puumateriaalin ostohinta [US Wood]		levitys 50g/m2 pohjamaali, 150g/m2 väli-maali [Teknos]	D-s2, d0 (asennus-tavasta rippu-vainen) [Puuinfo 2012 pinnat]	Maali: ongelmajäte	Yhdistelmä [Teknos]: TEKNOL 1881/2881 alkydiöljypohjamaali NORDICA 3330-03 teollinen akrylaattimaali NORDICA EKO Talomaali Meri-ilmastossa puunsuojaus Teknol Aqua 1410:llä ennen pohjamaalaukset. Myös esim. Tanskassa ja Iso-Britanniassa joissa vaaditaan EN 351 standardin mukaista Use class 3-luokan käsittelyä. [Teknos]
Puu, teollisesti maalattu	Tikkurila ProHouse 	ProHouse 15: 15 vuoden huoltomaalaus-välitakuu [Tikkurila] Puu yleensä: tavoite käyttöikä 50v	10v (ProHouse 10, 10F) 15v (ProHouse 15)	n 40€/m2 puupaneli yleensä asennettuna [ROK]	Piilonalaus tai vastaava tekniikka [Tikkurila]		D-s2, d0 (asennus-tavasta rippu-vainen) [Puuinfo 2012 pinnat]	Maali: ongelmajäte	ProHouse 10: 1 x Ultra Pro, 1 x Ultra-sarjan talomaali (valmiiksi maalaus 3 kk sisällä asennuksesta) ProHouse 10F: 1x Ultra Pro, 1 x Ultra Matt (asennusvalmis) Prohouse 15: 2 x Ultra Pro, 1 x Ultra-sarjan talomaali (valmiiksi maalaus vuoden sisällä) [Tikkurila] Vedenläpäisy EN -927-5 (50 g/m2, käsittelemätön puu 800 g/m2)
Puupaneli, pohjamaalattu		n 15v [NCC 2014] Puu yleensä: tavoite käyttöikä 50v	Perusinvestointi Uusintamaalaus joka 15 v Uusiminen 10% joka 30 v	616 kr € 69,35 [SP Trä 2013] € 52,25 (arvio hallirakennukselle, katso Tammilehto 2011) € 55,00 (arvio puukerrostalolle 2004 sisältäen julkisivun täydennysosat, katso Olenius 2005) € 39,53 ilman koolauksia [ROK] 215 kr € 24,21 [SP Trä 2013] € 12[NCC 2014] 107 kr € 12,05 [SP Trä 2013] € 30 [NCC 2014]			D-s2, d0 (asennus-tavasta rippu-vainen) [Puuinfo 2012 pinnat]	Kustannustieto: [SP Trä 2013] Kustannukset Ruotsin kruunuissa 2013 Eurohinta: 13.01.2014 ECB kurssi 8,8820 Ilmastonmuutoksen vaikutus: uusintamaalaus 5-15 v [Lahdensivu 2010] Puujulkisivun työkustannus ponttilaudoituksella: 29,58 €/m2 [Tammilehto 2011] Puujulkisivun materiaalikustannukset ponttilaudoituksella: 22,67 €/m2 [Tammilehto 2011] Pintamaalaus 2 kertaa öljymaalilla	
Puupaneli, keittomaali		Puu yleensä: tavoite käyttöikä 50v	Perusinvestointi Uusintamaalaus joka 10 v Uusiminen 10% joka 30 v	551 kr € 62,04 [SP Trä 2013] € 36,73 maalattuna [ROK] 156 kr € 17,56 [SP Trä 2013] € 12 [NCC] 107 kr € 12,05 [SP Trä 2013]			D-s2, d0 (asennus-tavasta rippu-vainen) [Puuinfo 2012 pinnat]		Kustannustieto: [SP Trä 2013] Kustannukset Ruotsin kruunuissa 2013 Eurohinta: 13.01.2014 ECB kurssi 8,8820

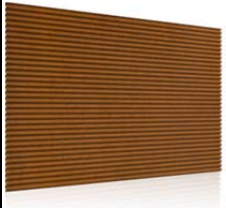
Paneli, liimapuu	Kuningaspaneeli Metsä Wood 	Puu yleensä: tavoite käyttöikä 50v			Päältä, piilo tai elementoitu	42 x 312 mm (peittävä leveys 292 mm + asennusrako 3 mm), maksimipituus 12 000 mm 410 kg/m ³ Paksuus 42/17 mm	D-s2, d0	PEFC	kierrätys uusiokäyttö	Raaka-aine: Lujuuslajiteltu kuusi Pinta: höylätty tai hienosahattu Puuvalmis tai pintakäsittely Ulko- ja sisäkäyttö [MetsäWood]
Puupaneli, palosuojamaali	TEKNOSAFE 2407 Maalausyhdistelmä 	Puu yleensä: tavoite käyttöikä 50v	Perusinvestointi	647 kr € 72,84		palosuojakerros: levitys250-g/m ² höylätty puu, 350 g/m ² hieno- sahattu pinta [Teknos]	B-s1, d0	Kustannustieto: [SP Trä 2013] Kustannukset Ruotsin kruunuissa 2013 Eurohinta: 13.01.2014 ECB kurssi 8,8820 Yhdistelmä [Teknos]: TEKNOL AQUA 1410–01 väritön puunsuoja 1 x 100 g/m ² TEKNOSAFE 2407 palosuojapohjamaali 1 x 250 g/m ² (höylätty) 1 x 350 g/m ² (hienosahattu) NORDICA 3330–03 teollinen akrylaattimaali 1 x 150 g/m ² NORDICA EKO Talomaali (sivellinlevitys työmaalla) 1 x tasainen kerros Huoltomaalaus suoritetaan TEKNOSAFE 2407- huoltomaalausohjeen mukaisesti. Palo-ominaisuus ei vaadi huoltoa, mutta mahdollisten vaurioiden korjaamista. [Teknos]		
			Päällemaalaus 50% joka 5 v	107 kr € 12,05						
			Uusintamaalaus joka 10 v [SP Trä 2013]	215 kr € 24,21						
			Ulkopinnan huoltomaalaus 10-15 v välein [Teknos]							
			Uusiminen 10% joka 30 v	107 kr € 12,05						
Palo- impregnoitu puu, lomalaudoitus, pohjamaalaus	BT Brandskyddat Trä Moelven  Woodsafe	Kuusipaneli20 – 50 v [Moelven] Puu yleensä: tavoite käyttöikä 50v	Perusinvestointi	789 kr € 88,83	Vähintään 22 mm tuuletusväli. Kiinnitykset: ruostumaton tai galvanisoitu teräs. [Moelven] Ei aiheuta korroosiota [Woodsafe]	Laaja valikoima	B-s1,d0 K ₁ 10 / K ₂ 10 SP-Fire 105 [Woodsaf e] K ₂ 10 SP-Fire 105 [Moelven]	Ei	Kierrätys Uusio- käyttö Bio-energia [Moelven]	Kustannustieto: [SP Trä 2013] Kustannukset Ruotsin kruunuissa 2013 Eurohinta: 13.01.2014 ECB kurssi 8,8820 Maalaus: TEKNON Nordica Eko Husfärg. Maalaus muulla maalilla omalla riskillä ja silloin ei täyty käyttöluoka NT Fire 054. Huoltotarkistus vuosittain ja vaurioiden välitön korjaus. [Moelven] http://www.moelven.com/se/Produkter-och-tjanster/Fasad-och-utemiljo/
			Päällemaalaus 50% joka 5 v	107 kr € 12,05						
			Uusintamaalaus joka 8-10 v	215 kr € 24,21						
			Uusiminen 10% joka 30 v	107 kr € 12,05						

Asetyloitu puu, yksinkertainen pontti, maalattu	Accoya 	50 v [Accoya] Puu yleensä: tavoite käyttöikä 50v	25 v / 50 v [Accoya]	Perusinvestointi Uusintamaalaus joka 20 v	1032 kr € 116,19 215 kr € 24,21	Kiinnikkeet: nopea korroosio [Laitinen 2008]	432-592 kg/m3 [Accoya]	25/32/38/50/63/75 x 100/125/150/200 mm (EU) Pituudet 2,4/3,0/3,6/4,2/4,8 m [Accoya]	D-s2, d0 (asennus-tavasta rippuvainen) [Puuinfo 2012 pinnat]	PEFC EPD	Uusio-käyttö Kierrätys Bio-energia Biohajoava	Kustannustieto: [SP Trä 2013] Kustannukset Ruotsin kruunuissa 2013 Eurohinta: 13.01.2014 ECB kurssi 8,8820 Takuu sisältää poikkeuksia ja edellytyksiä [Accoya] http://www.accoya.com/accoya-pure-performance-suomi/#
Furfuloitu puu	Kebony (furfuloitu radiaalimäntä) 	25 v [Laitinen 2008] Puu yleensä: tavoite käyttöikä 50v		Perusinvestointi Uusiminen 10% joka 30 v Huoltovapaa [Kebony]	628 kr € 70,70 103 kr € 11,60		550 - 900 kg/m3 [Kebony]	68 eri profiilia [Kebony]	D-s2, d0 (asennus-tavasta rippuvainen) [Puuinfo 2012 pinnat]	FSC EPD	Uusio-käyttö Kierrätys Bio-energia Biohajoava	Kustannustieto: [SP Trä 2013] Kustannukset Ruotsin kruunuissa 2013 Eurohinta: 13.01.2014 ECB kurssi 8,8820 [Kebony] http://www.kebony.com/en/index.cfm?c=product&cc=417
Lämpökäsittely puu	Thermoclad Stora Enso  [Thermowood]	Tavoite käyttöikä 30v [Stora Enso] Puu yleensä: tavoite käyttöikä 50v				Paineilma-naulaimet, naulat ruostuma-ton teräs, kupukanta / ruuvit ruostuma-ton teräs		19 x 95 / 120 / 142	D-s2, d0 (asennus-tavasta rippuvainen) [Puuinfo 2012 pinnat]	PEFC	Uusio-käyttö Kierrätys Bio-energia Biohajoava	Pintakäsittely: Öljy-, vesi- tai liuotinhenteiset maalit ja lakat Hienosahattu tai höyläpinta [Stora Enso ThermoWood] "Service life of any material depends on the design and maintenance level of the product in final end use. BS 8417 ranks the natural durability of wood species in accordance with EN350-2; non-chemically treated wood used in external joinery hazard class 3 (EN335-1) should have a natural durability of at least 3 to obtain a desired service life of 30 years." [Stora Enso ThermoWood Eng]

Kyllästys kvartsihiekalla, lämpökäsittely, öljy	Q-Treat Stora Enso 	Puu yleensä: tavoite käyttöikä 50v				RST ruuvit	26/42 x 93/117/140 x 3600 – 5400 mm [Puuinfo Q] Myös muita mittoja saatavana		PEFC	Poltto Kierrätys Biohajoava	Quartz-Treat [Stora Enso Q] Kvartsihiekalla kyllästetty ja lämpökäsittely mänty Pintakäsittely puuöljyllä Lopputuote mittavakaa ja pihkaton	
Puukomposiitti	UPM ProFi Facade 		10 v			Tuulettuva rakenne: Asennus suoraan koolaukseen ruuvaamalla	20 x 150/168 mm	Luokka E		Poltto energiaksi jäte Kierrätys	Ei pintakäsittelä [UPM ProFi]	
Materiaali Muut	Tuotenimike (Esimerkki)	Arv. Elinkaari	Takuu -aika	Arvioitu huoltoväli	Kustannus / m2 julkisivu	Kiinnitys Asennus	Paino kg /m2	Esimerkki -mitat	Palo-luokitus	EPD	Kierrätys Purku	ym
Korkeapaine-laminaatti	Trespa Högtryckslaminat 		10 v värin pysyvyys [Trespa]			Ruuvaus Popniitti liimaus	2550x1860x3050x15303650x1860x4270x2130 mm 6/8/10/13 mm [Trespa]	B-s2-d0 (6 mm, FR) B-s1-d0 (8, 10, 13 mm, FR) [Trespa]	EPD (Ranska Saksa Iso-Britannia) PEFC FSC	Kierrätettävä	70% puupohjaista kuitua, kvartsi [Trespa] http://www.vink.se/sv-SE/Produkter/Bygg/Trespa.aspx	

Korkeapainelaminaatti	Formica Vivix 	40 – 50 v	10 v		Hankintahinta n 30-200 €/m2 riippuen laadusta, väristä, levyn koosta ja kokonaisu-määrästä	Ruuvikiinnitys Tuulettuva rakenne Piilokiinnitys tai näkyvä Alus-rakenne: metalliset L-raudat, pystysuuntaiset T-profiilit, puiset kiinnityslistat	6 mm 8,7 kg/m2 8 mm 11,6 kg/m2 10mm 14,5 kg/m2	950/1300 x 2150 mm 1300 x 2440 mm 1300 x 3050 mm 1525 x 3660	B-s1,d0 6,0mm ulko-käyttöön soveltuva palo-suojattu EDF-laatu Muut: D-s2,d0	BPD 3 Building Product Declaration	Kierrätettävä Teollinen poltto	Korkeapainelaminaattilevy Asennus puurunkoon: a VIVIX®- levyn paksuus: 6, 8 tai 10 mm b Ilmarako: 20 mm (min.) c Ruostumaton ruuvi d EPDM-kumitiiviste e Pystysuuntainen puinen kiinnityslista f Reiän halkaisija: 1,5 x ruuvin halkaisija g Liitoskohdan min. koko: 10 mm h Reunan etäisyys: 20 mm (min.) i Ikkuna j Kantava rakenne k Kosteussulku Ei pintakäsittellä Ulkosäilytys 72 h ennen asennusta [Formica]
Vinyyli	Vinyyliverhouk.fi 		40 v	Huoltovapaa	€ 60 sis asennus ja pellit € 17,95 pelkät panelit ja listat € 35 asennus	Tuulettuva rakenne, tuuletusrako 22-25 mm Ruuvikiinnitys, pontti	1,7 kg/m2	260/285 mm x 3040/3650 mm	Syttymisherkkyyksiluokka/palonlevittämislukko 1/- , vastaa B-s1, b0. VTT:n testauseloste RTE 10750/98, Concord vaakapaneeli. [Vinyyliverhouk]	Kierrätys Teollinen poltto Jäte	Raaka-aine: Polyvinyylilokloridi (PVC) Tiedot: [Vinyyliverhouk] Esimerkkihinnat: Fragma Oy [Fragma]	
Materiaali Tiili ja kivet	Tuotenimike (Esimerkki)	Arv. Elinkaari	Takuu -aika	Arvioitu huoltoväli	Kustannus / m2 julkisivu	Kiinnitys Asennus	Paino kg /m2	Esimerkki -mitat	Palo- luokitus	EPD	Kierrätys Purku	ym
Tiili 120 mm Kuorimuuri	Wienerberger Terca [Wienerberger] 	50 – 100 v [Lahdensivu 2010] 60v + [NCC 2014] 70v Kahitiili Optiroc		Perusinvestointi Uudelleensaumauss 10% joka 30 v Uusiminen	921 kr € 103,69 [SP Trä 2013] € 91,00 [Sarvelainen 2012] € 62,35 Kalkkikiekkatiili [ROK] 132 kr € 14,86 [SP Trä 2013] € 20 [NCC 2014] € 166,67 [NCC 2014]			60x85x285 85x85x285 85x130x 285 60x130x 270 75x130x 270 mm [Tiileri]	Rakennus aine-luokka A1	Esim. Wienerberger UK, Belgian bricks [Wienerberger]	Kierrätettävä tuote, materiaali	Kustannustieto: [SP Trä 2013] Kustannukset Ruotsin kruunuissa 2013 Eurohinta: 13.01.2014 ECB kurssi 8,8820 Pelkkä julkisivutiili tehtaalta: n 31 – 50 €/m2 [Tiileri] n 28 – 55 €/m2 [Wienerberger]

Keraaminen laatta	KeraTwin K-20 ABL Finland					Tuulettuva rakenne Asennusjärjestelmä, alumiini	32 kg/m ²	18/20 mm x 200/250/280/300/350/400 mm x 392 - 1350 mm	Rakennus aine-luokka A1			Suulakepuristettu keraaminen laatta [ABL-Laatat]
Keraaminen laatta	KeraAion K-8 ABL Oy Finland					Tuulettuva rakenne Asennusjärjestelmä, alumiini	18 kg/m ²	8 mm x 600/900/1200 mm x 600 / 900 /1200 mm	Rakennus aine-luokka A1			Suulakepuristettu keraaminen laatta [ABL-Laatat]
Keraaminen kuivapuriste-laatta	Metry, Sierra, Vision, Xeno ABL Oy Finland					Tuulettuva rakenne Asennusjärjestelmä, alumiini	23 kg/m ²	10,5 mm x 305 x 605 mm – 455 x 905 mm	Rakennus aine-luokka A1			[ABL-Laatat]
Tiililaatta	ArGeTon / ArGeLite Wienerberger Oy  [Argeton DE]	50 – 60v (80-150v mahd.) [Argeton DE]		Huoltovapaa		Tuulettuva rakenne Alumiininen kiinnitysmekanismi ja asennusjärjestelmä	30 mm paksu 42 kg/m ² 35 mm 59 kg/m ²	ArGeTon 150 – 500 mm x - 1500 mm paksuus 30 mm ArGeLite 100/200/300 mm x 400 – 800 mm	Rakennus aine-luokka A1			Valmistetaan kohdekohtaisesti
Kivi	Nordskiffer AB 			Huoltovapaa Rikkoutuneiden uusinta		Puu- tai metalliranka Ruuvit/koukut/naulat			Rakennus aine-luokka A1			[Nordskiffer] http://www.nordskiffer.com/se/produkter/fasadskiffer/

Materiaali Metallit	Tuotenimike (Esimerkki)	Arv. Elinkaari	Takuu- aika	Arvioitu huoltoväli	Kustannus / m2 julkisivu	Kiinnitys Asennus	Paino kg /m2	Esimerkki- mitat	Palo- luokitus	EPD	Kierrätys Purku	ym
COR-TEN Teräs	Design COR-TEN S7 COR-TEN Teräs Ruukki 			Patinoituminen kestää n 18-36kk			1169 x 200 3000 x 6 mm (poimujako 33mm)		A1 palama- ton		Uusio- käyttö Kierrätys Raaka-aine kierrätys	[Ruukki] http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Hakutulokset?mainid={62ACC53D-35D7-42F1-B3E2-44AAB6713AE2}&childid={76A3096C-B43A-4903-B1AA-7726B6551D9B} Alkuperäinen käsittelykoostumus 1933: 0,07% fosfori, 0,5% silikoni, 0,3% kupari, 0,2% nikkeli, 0,7% kromi
Alumiini	Liberta Elegant 500 Ruukki 	Pelti yleensä: tavoite käyttöikä 30-40 v		Perusinvestointi metallikasettiver. Peltiverhous huoltomaalaus Yleensä: Galvanoitu pelti 7- 15 v Yleensä: muovipinnoitettu pelti 15-20v	€ 77,24 [ROK] € 12 [NCC]	Koolausrang- at teräsohut- levy	400 x 400 600 x 600 1200 x 600 1400 x 700 mm Paljon vaihto- ehtoja [Jukkola 1997] Alumiini ainepaksuus 1,5 mm [Ruukki]		A1 palama- ton		Kierrätys	[Ruukki] http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Hakutulokset?mainid={62ACC53D-35D7-42F1-B3E2-44AAB6713AE2}&childid={76A3096C-B43A-4903-B1AA-7726B6551D9B}
Kupari	Nordic Standard Aurubis Finland Oy 	> 100 v [Aurubis]			50 – 200 €/m2 [Ikituuri; Rakennus- lehti 2010]	Nordic Systems – järjestelmä [Aurubis]	8,94 kg/dm 3	maksimi- leveys 1100 mm paksuus 0.4 - 4mm [Aurubis]	A1 palama- ton		Kierrätys (100%)	50-60% lopputuotteesta kierrätettyä kuparia. Antimikrobinen: suositellaan esimerkiksi terveydenhuoltotiloihin. Kiinnitys rankaan kupari tai messinki (max 20 % Zn) ruuveilla tai nautoilla. Myös austeniittisestä teräksestä (esim. Aisi 304) valmistetut ruuvit mahdollisia. Taustaranka: kuparista/messingistä valmistettua rakennetta; ruostumaton teräsranka (Aisi 304); puurunko. [Aurubis]

Sinkki	Rheinzink prePATINA® bright-rolled 	75 v [Rheinzink]				Kiinnitys- järjestelmä [Rheinzink] Tuulettuva rakenne	5.7 – 10.4 kg/m2 7200 kg/m3 [Rhein- zink]	paksuus 0.7-1.0 mm [Rheinzink]	A1 palama- ton	EPD ISO 14025 [Rheinzink]	Kierrätys Uusio- käyttö	
Materiaali Lasi	Tuotenimike (Esimerkki)	Arv. Elinkaari	Takuu -aika	Arvioitu huoltoväli	Kustannus / m2 julkisivu	Kiinnitys Asennus	Paino kg /m2	Esimerkki -mitat	Palo- luokitus	EPD	Kierrätys Purku	ym
Lasi	Lasiliukuseinä / Active Profin Oy 	30 vuoden lahoa- mattomuustakuu 5 vuoden rakenteellinen, tekninen ja materiaalitakuu (tehdasmaalattu) 5 vuoden tiiveystakuu lasielementille		Huoltopalvelu				1890 – 2790 mm / 1890 x 3290 mm				3K-eristyslaselementti Karmisyvyys 198 mm Materiaali: mänty, lehtikuusi, tammi U-arvo perus: 0,73 W/m2K Testissä saavutettu: 0,64 W/m2K [Profin]
Materiaali Muut	Tuotenimike (Esimerkki)	Arv. Elinkaari	Takuu -aika	Arvioitu huoltoväli	Kustannus / m2 julkisivu	Kiinnitys Asennus Asennus- järjestelmä	Paino kg /m2	Esimerkki -mitat	Palo- luokitus	EPD	Kierrätys Purku	ym
Aurinkopaneli Julkisivuun integroitava	Liberta Solar Julkisivukasetti Ruukki 	Tuotto- teho-takuu 25 v 80% (ei tuote- takuu) [Ruukki]	10 v (useam- pi tuote- merkki)	Säännöllinen puhdistus pölystä		Piilo- kiinnitys Asennus- järjestelmä Tuuletusväli 35 mm (minimi 25 mm) [Ruukki]	17 kg / kasetti [Ruukki]	628 x 1198 x 39 mm [Ruukki]				Pinta lasia, teräshehys Pienin toimituskokonaisuus 15m2 [Ruukki] http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Hakutulokset?mainid={62ACC53D-35D7-42F1-B3E2-44AAB6713AE2}&childid={76A3096C-B43A-4903-B1AA-7726B6551D9B}

Julkisivun elinkaarikustannukset

Julkisivut koostuvat itse julkisivumateriaalien lisäksi sokkelista, ikkunoista, pellityksistä, alusrakenteista, lisäosista kuten palotikkaat, sadevesikourut, lipputangot ymv. Kokonaisuutena julkisivun ilme ja myös hinta riippuvat arkkitehtuurista, rakenteellisista sekä teknisistä ratkaisuista. Myös rakennusvaipan runko vaikuttaa kokonaisuuteen: julkisivuverhoilu voi olla kiinteä osa julkisivurakennetta kuten esimerkiksi betonisandwich elementit tai runkomateriaalista riippumattomampi, kuten tuulettuva levyverhous puurunkoisessa rakennuksessa. Itse julkisivun eri osien huoltoväleihin ja elinkaareen vaikuttavat myös rakennuksen sijainti ja käyttö sekä paikallisilmasto. Yksittäisen rakennuksen julkisivuneliön keskimääräinen loppuhinta ja elinkaarikustannus ovat aina rakennuskohtaisia.

Kirjallisuudesta löytyy muutama tuore teoreettinen esimerkkilaskelma eri julkisivumateriaalien keskimääräisistä perusinvestointikustannuksista ja huoltokustannuksista sekä 50 vuoden aikavälille tehtyjä elinkaari-tarkasteluja. Suomessa suuntaa-antavia hintatietoja yleisimpien julkisivumateriaalien perusinvestointikustannusten osalta löytyy Rakennustiedon vuosittain julkaisemasta Rakennusosien Kustannuksia – koosteesta [ROK]. Elinkaarikustannusten karkeata arviointia varten voi hyödyntää Julkisivuyhdistyksen julkaisemaa elinkaarilaskentaohjelmaa tai esimerkiksi NCC.fi – sivustolta löytyvää Korjauskalenteria (katso sivu 9).

Esiselvityksen puitteissa on vertailtu kirjallisuudesta löytyviä tuoreita elinkaarikustannuslaskelmia keskenään sekä perusinvestointikustannuksia Rakennusosien Kustannuksia – koosteen tietoihin ja elinkaarikustannusten osalta yleisimpien julkisivumateriaalien osalta NCC:n Korjauskalenterin antamiin tuloksiin huolto-, korjaus- ja uusimiskustannusten sekä arvioidun käyttöiän osalta.

Eri lähteiden tulosten valossa maalattu puuverhoilu vaikuttaa elinkaarikustannuksiltaan keskihintaiselta julkisivumateriaalilta korjaukset, uusimiset ja uusintamaalaukset huomioiden. Vuosien 2012-2014 hintatason perusteella arvioidut elinkaarikustannukset neliölle maalattua puuverhoilua asennustyö mukaan lukien ja ilman diskonttausta on noin 90-100 €/m². 50 vuoden aikavälillä maalattu puuverhoilu, ei kantava tiiliverhoilu sekä rappaus rappauslevylle näyttävät kustannuksiltaan vertailukelpoisilta. Selvästi näitä halvempia ovat teräspoimulevyt, metallikasettiverhoilut sekä vinyyliverhous. Eristerappaus on perusinvestointikustannuksiltaan vertailukelpoinen maalattuun puuverhoiluun, mutta pinnan mahdollinen uusiminen 50 vuoden tarkastelussa muodostaa vaihtoehdosta huomattavan kalliin. Teräsbetoninen kuorielementti on perusinvestointikustannuksiltaan kallein julkisivuverhoilumateriaali, mutta rakennusvaipan runko huomioiden (betonisandwichelementti) julkisivurakenne kokonaisuutena näyttää kilpailukykyiseltä. 50 vuoden aikavälillä itse kuori joudutaan kuitenkin arvioitu käyttöikä huomioiden uusimaan, mikä tuottaa elinkaarikustannuksiltaan kalleimman ratkaisun; tulosten valossa jopa kolminkertaisen hinnan verrattuna maalattuun puuverhoiluun. Modifioitu puu vaikuttaa yleensä investointikustannuksiltaan vertailukelpoiselta maalattuun puuverhoiluun, mutta käyttökokemuksia käyttöiästä ei ole minkä takia elinkaarikustannuksia on vaikea arvioida. Asetyloidun, furfuloidun ja paloimpregnoidun puuverhoilun osalta kirjallisuudesta löytyy vain yksi esimerkkilaskelma.

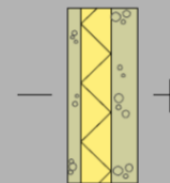
Eri lähteiden sekä esiselvityksen puitteissa tehdyn vertailulaskelman tulokset: katso liite.



Sandwich

Concrete 80mm
Mineral Wool 90mm
Concrete 40mm

$U=0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$



Kiinteistö Oy Auralax
Betonisandwich julkisivu
alkuperäisenä sekä
julkisivukorjaus käyttäen
paikalla muurattua tiiltä.
1971/2004-luku.
Olari, Espoo

Korjaustyön suunnittelu:
Arkkitehtitoimisto Junkkari-
Käppi-Toppila Oy

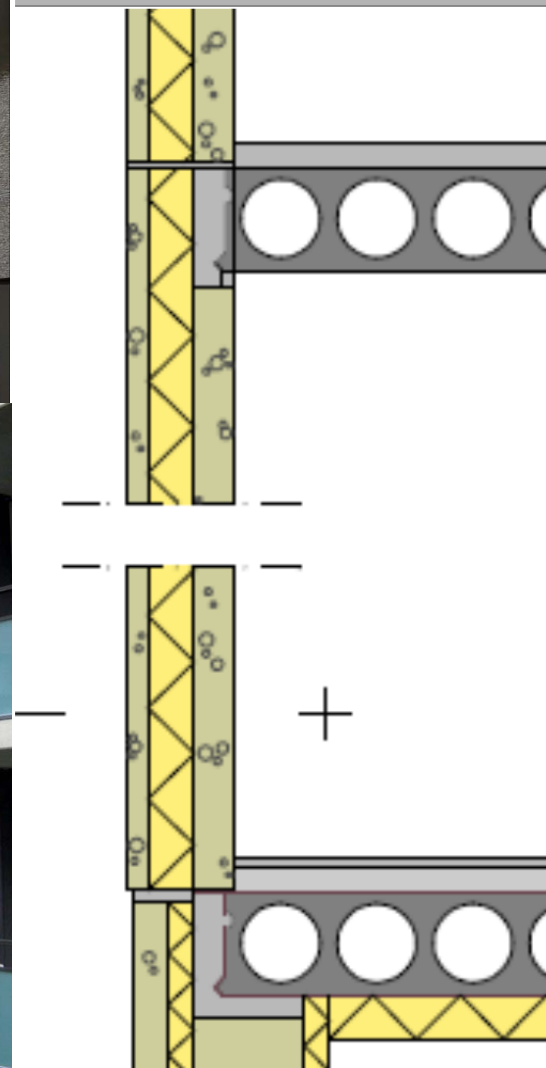
Vanhan julkisivun osittainen
purku;
170 mm uusi lämmöneriste,
30 mm ilmarako
paikalla muurattu tiili
(uusi perustus)

U-arvo ennen korjausta
 $0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$
korjauksen jälkeen
 $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$
[Neuvonen 2003]

Tiilimuuraus NKH 130
kantava ulkoseinä arviolta
 $n 63,47 \text{ €/m}^2$ [ROK 2013]

Rakenneleikkaus
Anna Kaila /AALTO

Kuvat 2009
Yrsa Cronhjort /AALTO





**TES julkisivukorjaus
2012-2013
Opiskelija-asuntola
Oulu (PSOAS)**

Cembrit sementtikuitulevy

- Vartti Regal 8mm
musta aaltoprofiili
- Cembrit Color 7mm
eri vihreän sävyiset

**Julkisivumateriaalin
keskihinta 107 €/m²
Raakaelementit 87 €/m²**

**Julkisivurakenne korjauksen
jälkeen:**

julkisivuverhoilu

22 + 22 mm tuuletusväli
9 mm tuulensuojalevy GU 9
50 mm lämmöneriste
200 mm lämmöneriste
9 mm vanerilevy
50 mm lämmöneriste
betoninen sisäkuori
U-arvo 0,11 W/m²K

Kuva alavasen:
Simon le Roux /AALTO
Kuvat, muut:
Jaakko Kallio-Koski
M3 Architects
Project E2ReBuild





**Tuomarila päiväkoti
2006-2008**

Tuomarila, Espoo
Auer & Sandås
Arkkitehdit Oy

Steni Colour julkisivulevyt
Steni T7M
[Steni]

Julkisivurakenne:
Betonielementtirakenteinen
Kantavat kuorielementit
Kevyet julkisivut
kevytrankarakenteisia
[Kunnas 2008]

Kiinnitys asennuskehikseen,
ulkorakennuksissa levyn
kiinnitys suoraan puu-
koolaukseen.

Kuvat maaliskuu 2014
Yrsa Cronhjort / AALTO





**As Oy Espoon Saarenneito
2013**

Tapiola, Espoo
Arkkitehtiryhmä A6

*Julkisivuverhoilu:
laminaatti*

*Ulkoseinärakenne:
Betonisandwich*

*Julkisivumateriaalit:
Rappaus, mineraalivilla
laminaatti, sokkelissa RST-
levyä*

*Viidennen kerroksen
ulkoterassilattiat on
päällystetty puukomposiitti-
laudoilla.*

[Huoneistokeskus]

*Kuvat helmikuu 2014
Yrsa Cronhjort /AALTO*



**Kiinteistöt Oy Omenmäki
ja Keltakaneliaukio
2007**

*Vuosaari, Helsinki
Helamaa and Pulkkinen
Architects Ltd*

*Tehtaalla pohjamaalattu
vaaka- ja pystyponttilauta,
ulkoverhouslevy*

*Elementoidut ja
esivalmisteiset puujulkisivut*

*Kuvat 2009
Yrsa Cronhjort /AALTO*



TES julkisivukorjaus 2012
Augsburg, Saksa
 Frank Lattke Architekten

Puupanelijulkisivu

Pintakäsittely:
 KEIM Lignosil
 Silikaattimaali
 Huoltoväli > 10 v
http://www.keimfarben.de/en/produktprogramm_2013/wood_coating/lignosil_syst_em_2013/

Alkuperäinen seinä:
 betonijulkisivu 1960-luku

Julkisivukorjaus:
 Puurunkoiset TES elementit.
 TES -elementit asennettu suoraan vanhan betonielementin pintaan.

Koko julkisivurakenteen takuu-aika 5v.
 (Gumpp&Maier)

Valokuvat
 Frank Lattke
 Lattke Architekten

Kuva alavasen:
 Julkisivu kuvattuna
 05.02.2014, 2 talven jälkeen



TES julkisivukorjaus 2011 Kotikulma Oy, Riihimäki

Julkisivurakenne korjauksen jälkeen:

rappaus
50/100 mm lämmöneriste
tuulensuoja
kuitusementtilevy
39 x 300 mm
kertopuurunko,
300 mm lämmöneriste
9 mm kuusivaneri
70-100 mm lämmöneriste
sisäpuolinen betonikuori

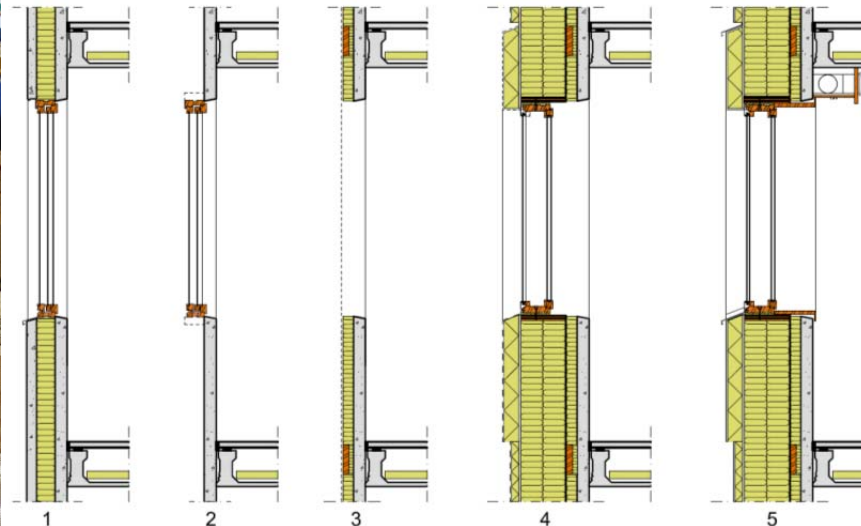
U-arvo 0,1 W/m²K
[Lylykangas]

Elementtien keskihinta
mukaan lukien rappaus.
175,21 €/m²
[Mustonen 2013]

3-kras eristerappaus villalle
arviolta n 71,70 €/m²
[ROK 2013]

Kuva ylävasen:
Simon le Roux /AALTO

Muut kuvat:
Kimmo Lylykangas /
Arkkitehtitoimisto
Lylykangas





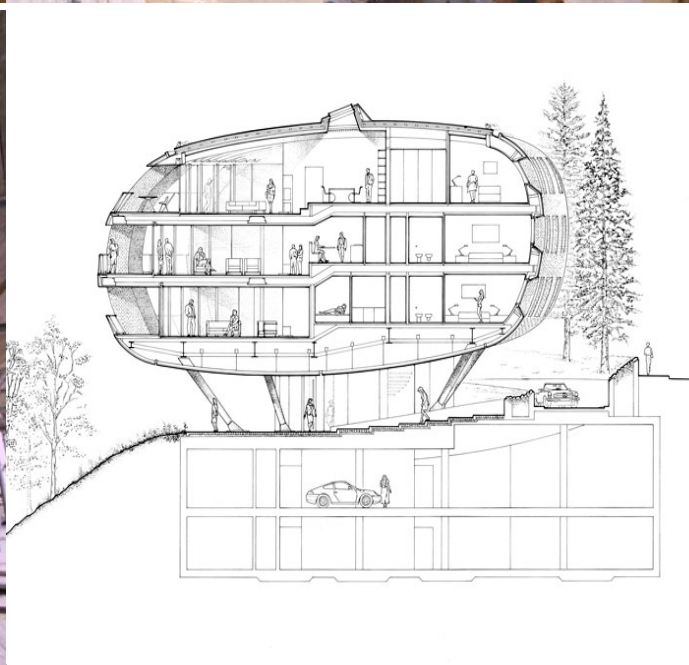
Chesa Futura 2004
St Moritz, Sveitsi
Foster + Partners
Kuechel Architects

Asuinkerrostalo

Julkisivu: päreet, lehtikuusi
Kattopinta: kupari
Runko: taivutettu puu

Kuva vasen ylhäällä:
Nigel Young / Foster +
Partners

http://www.arup.com/Projects/Chesa_Futura.aspx



Muut kuvat:
Foster + Partners

<http://www.fosterandpartners.com/projects/chesa-futura/>



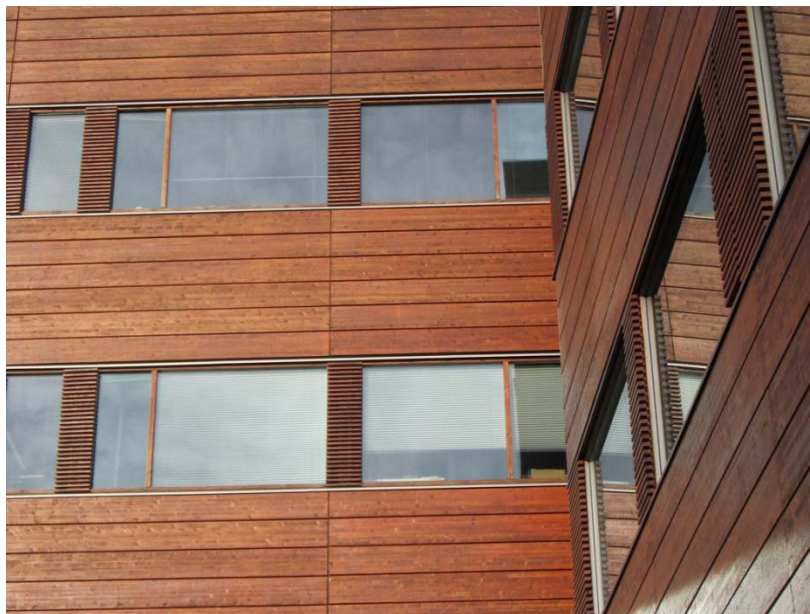
FMO Tapiola 2005
Tapiola, Espoo
Helin & Co Architects

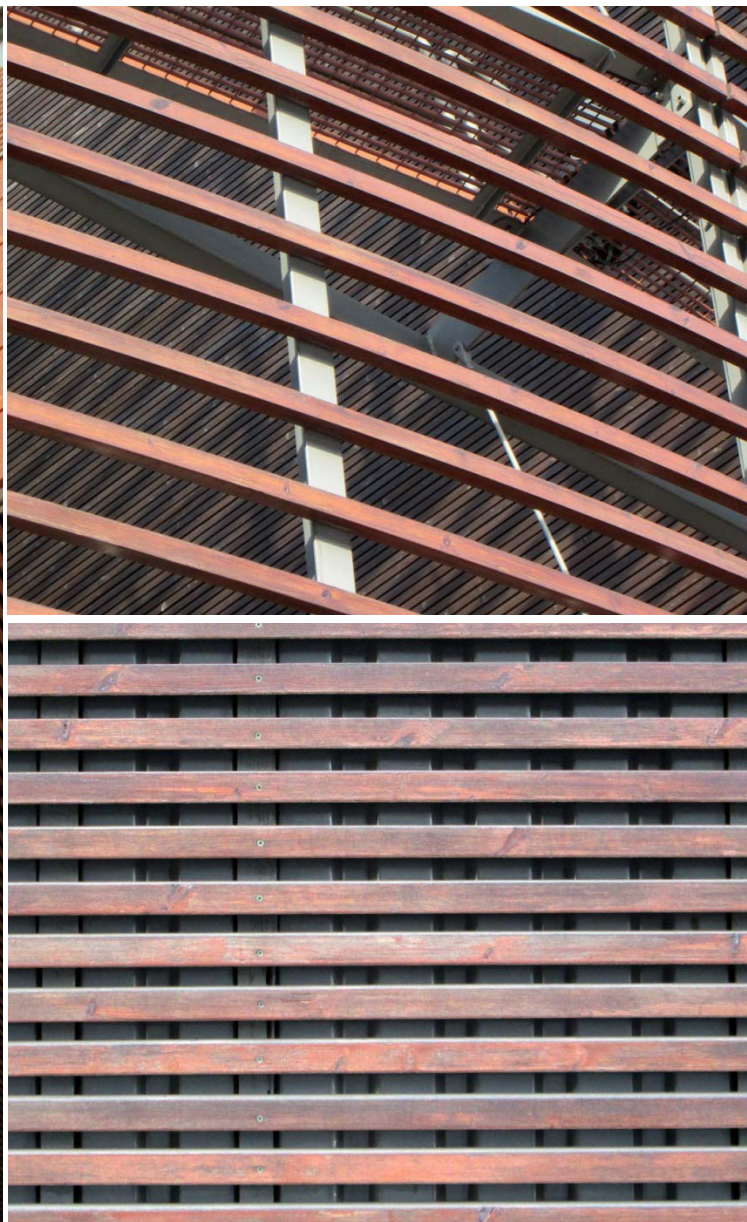
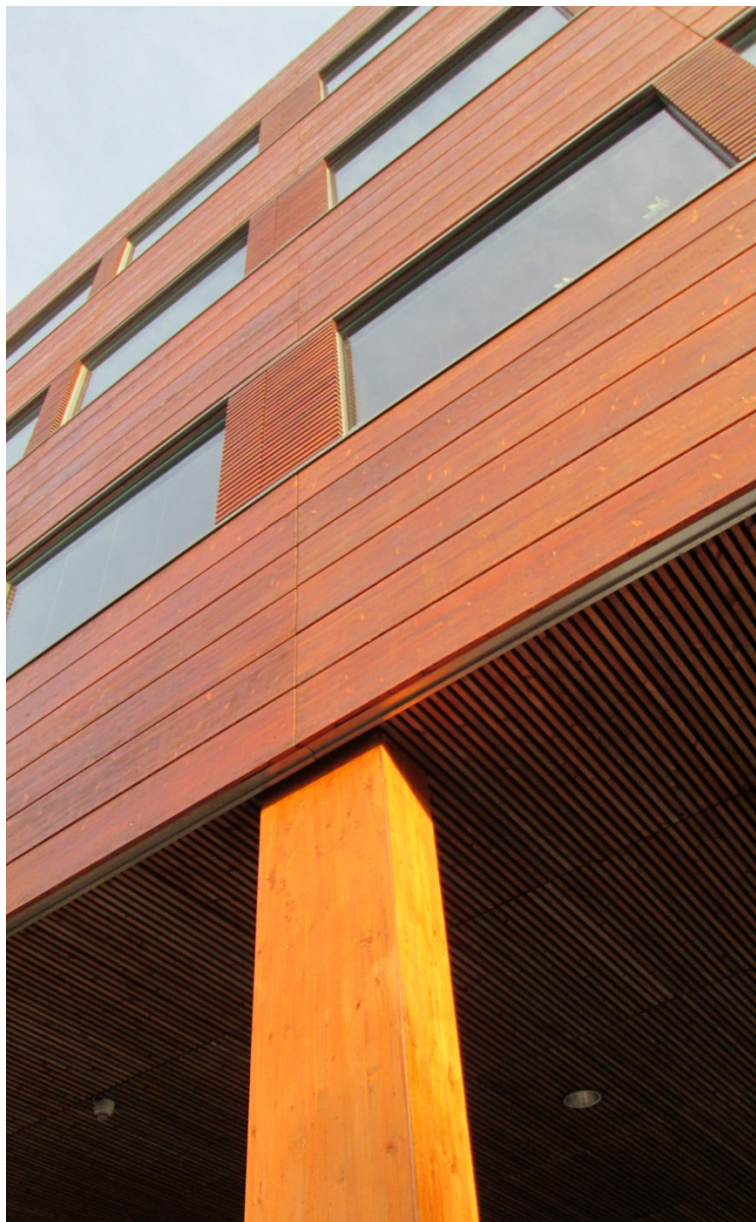
Julkisivu:
42 x 312 mm
Kuningaspaneeli
Vaneri
Lämpökäsittely rima

Pintakäsittely
Kuningaspaneeli:
1 x pohjustus (TEKNOS 353)
1 x pohjustus
(TEKNOS Aquarund 100)
2 x lakkaus
(TEKNOS Aquatop2920-04)
[Heinonen 2013]

Kuvat ylhäällä MetsäWood
<http://www.metsawood.fi/ammattirakentaminen/referenssit/Pages/FMOTapiola.aspx>
Referenssikuvat

Kuvat alla:
Julkisivu helmikuussa 2014.
Länsi/etelä ja itä.
Itä tienpuoleinen.
Yrsa Cronhjort /AALTO





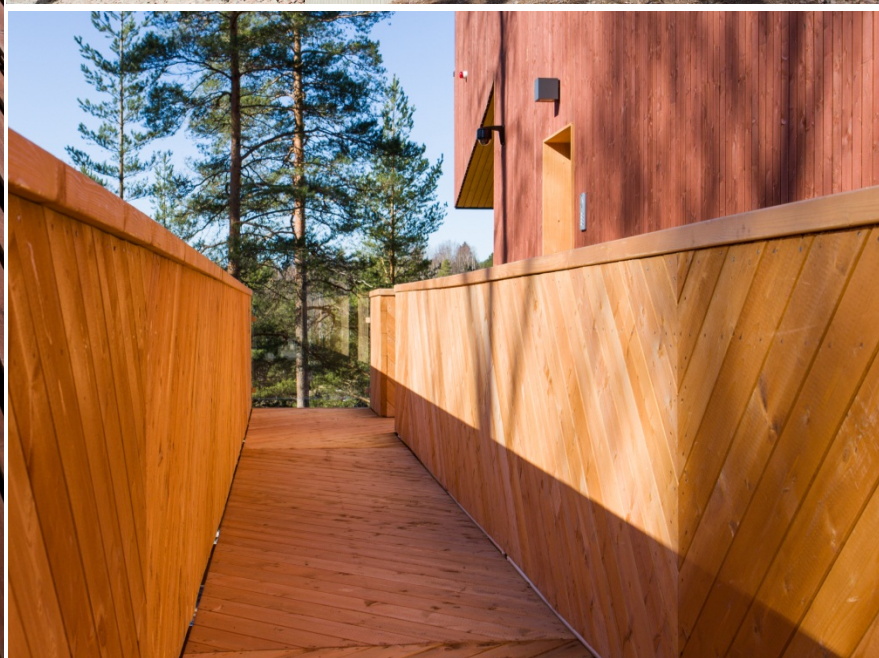
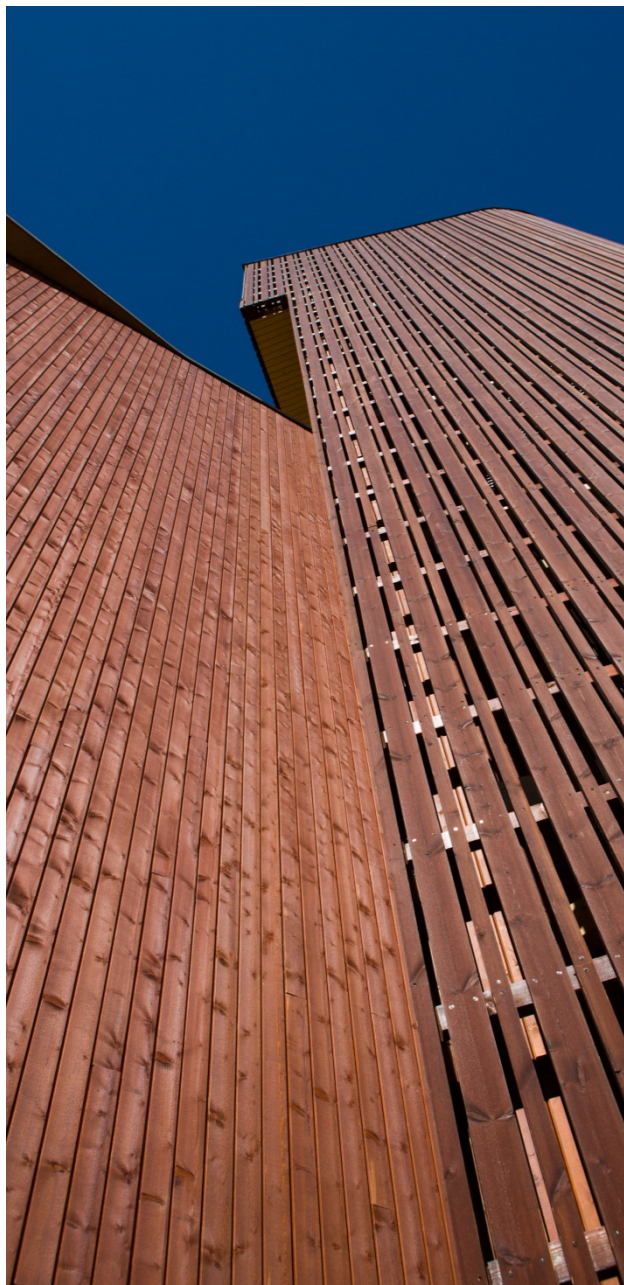
FMO Tapiola 2005
Tapiola, Espoo
Helin & Co Architects

*Pintakäsittely lämpö-
käsiteltyt puurimat:
1 x pohjustus
(Akvi Wood Primer)
1 x lakkaus
(Pinjalac Solid)
[Heinonen 2013]*

*Kuva vasemmalla:
länsijulkisivu helmikuu
2014.*

*Kuvat oikealla:
ylhällä puurimat länteen,
alhaalla puurimat itään.
Kuvat helmikuu 2014.*

*Kuvat:
Yrsa Cronhjort /AALTO*



Luontokeskus Haltia 2013

Espoo

Arkkitehtitoimisto

Lahdelma Mahlamäki Oy

Julkisivu:

Stora Enso Q-Treat

Ulkoseinärakenne:

194 mm Stora Enso CLT

300 mm lämmöneriste

Kuvat:

Luontokeskus Haltia/

Paavo Lehtonen

Haltia aineistopankki

<http://www.haltia.com/media/aineistopankki/valokuvat-haltiaasta/?start=20>

Lehdistökuvat



Limnologen 2009

Växjö, Ruotsi

*Ole Malm, ArkitektBolaget,
Växjö*

*Julkisivu: rankarakenteinen
puuverhoilu tai rappaus
rappauslevylle.*

Julkisivurakenne:

- *verhoilu*
- *lämmöneriste*
- *ristiinliimattu
massiivipuulevy*
- *lämmöneriste
(asennuskerros)*
- *sisälevytys (kipsilevy/
märkätilalevy)*

*Seinissä ei ole käytetty
höyrynsulkua.*

[Serrano Enquist 2012]

*Kuvat:
Midroc Property
Development*

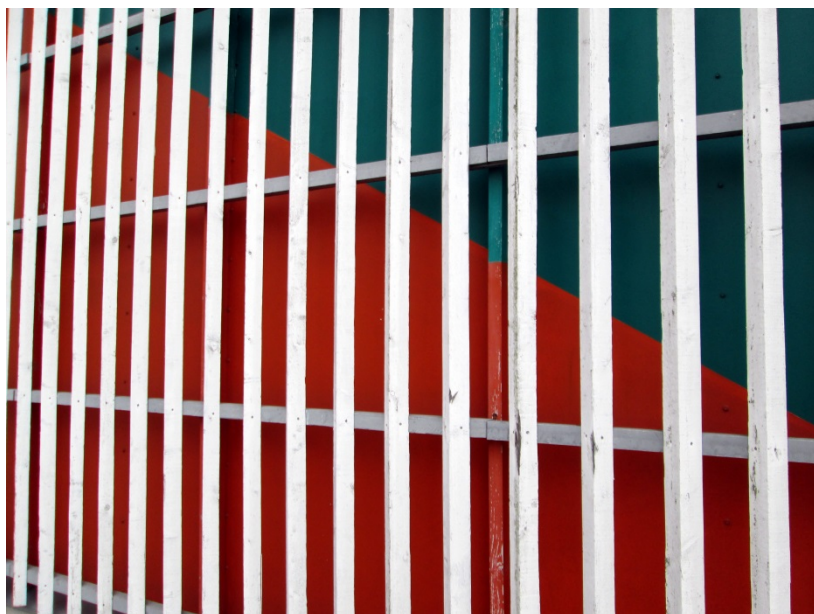
*<http://mpd.midroc.se/sv/0m-oss/Press/Pressbilder.aspx>
Lehdistökuvat*



**Westendipuiston
Päiväkoti**
2000
ARK-House Arkkitehdit

*Julkisivuverhoilu:
vaneri,
vaneri ja puurimat,
teräsohutpöimulevy,
puupaneli*

*Kuvat maaliskuu 2014
Yrsa Cronhjort /AALTO*





Innopoli II 2002
Otaniemi, Espoo

Arkkitehtitoimisto
Kaarina Löfström Oy

Julkisivu:
KerAion 600 x 600 mm
ABL Finland
[ABL-Laatat]

Julkisivurakenne:
keraaminen laatta
tuuletusrako
pelti
tuuletusrako
[Rautiainen 2001]

Laatat:
KerAion 600 x 600 mm
ABL Finland
[ABL-Laatat]

Kuvat maaliskuu 2014
Yrsa Cronhjort /AALTO



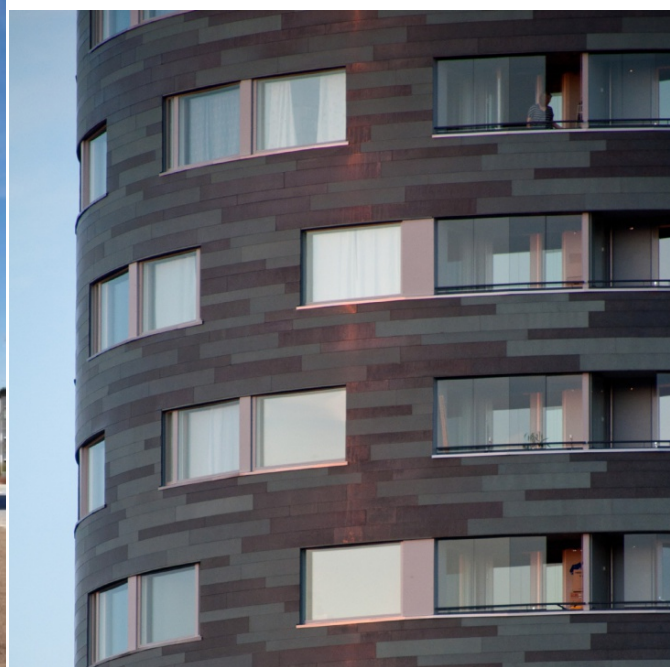
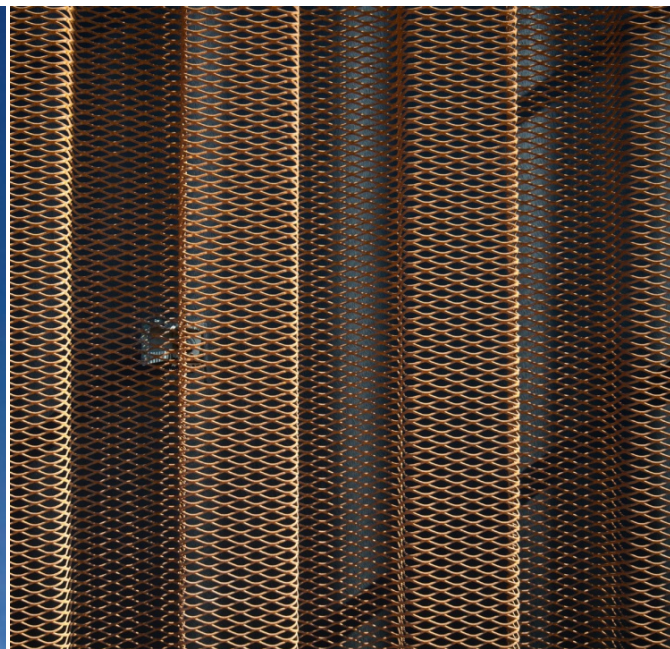
***Pyhän Henrikin
Ekumeeninen Taidekappeli
2005
Turku***

Sanaksenaho Arkkitehdit Oy

*Kantava rakenne:
liimapuukaaret*

*Julkisivuverhoilu:
Kupari
(Aurubis Nordic Standard)*

*Kuvat 2005
Yrsa Cronhjort /AALTO*



***Ikituuri Opiskelija-asuntola
2011***

*Turku
Arkkitehtuuritoimisto
Sigge Oy*

*12-kerrosta
43 metriä korkea*

*Julkisivuverhoilu:
Luvata Pori Oy
esipatinoidut Green Living
kuparikasetit
Materiaali Aurubis Nordic
Green T, L1 ja L2 [RT 38143]*

*Ranka:
Hattuprofiili, ruostumaton
teräs*

*Kuva vasemmalla:
Matti A. Kallio/
Sigge Architects*

*Kuvat oikealla:
Vesa Loikas*

<http://copperconcept.org/fi/referenssit/tys-ikituuri>



Päiväkoti Tillinmäki 2012
Tillinmäki, Espoo

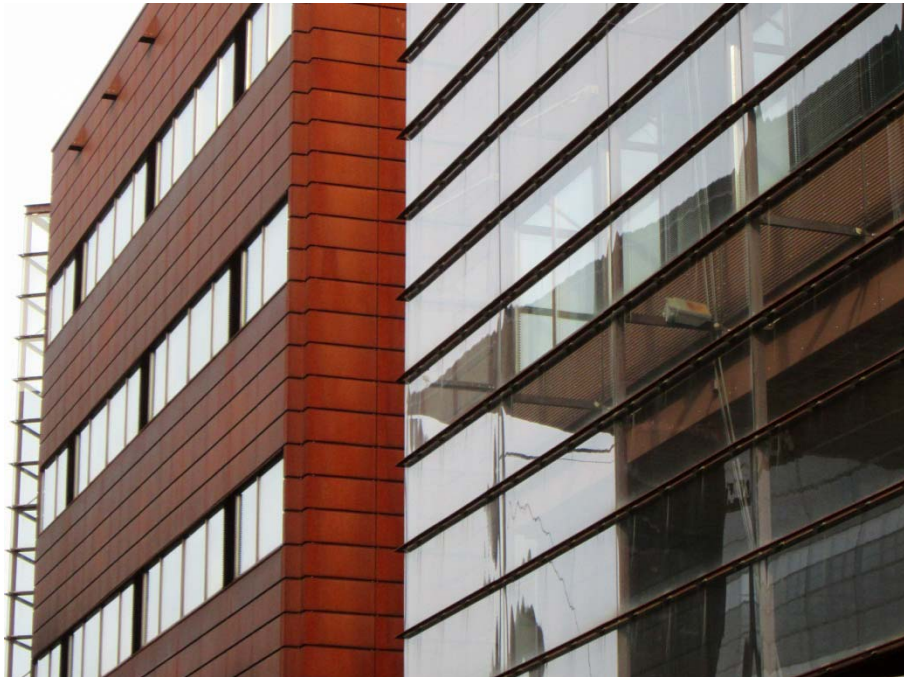
A-Konsultit Architects
Arkkitehdit Frondelius
Keppo Salmenperä Oy

Julkisivumateriaalit;
Vihreäksi patinoitu
sinkkilevyverhous,
lämpökäsitelty puu

Puurunko

Kuvat maaliskuu 2014
Yrsa Cronhjort / AALTO





Itämerentorni 2000

Helsinki

Arkkitehti Pekka Helin

Vuoden

teräsrakennepalkinto 2000

16 kerrosta

Kaksoisjulkisivu:

päällimmäisenä COR-TEK

kasetit, paksuus 1,5 mm

sisempi kerros

pieniaaltoista poimulevyä

paksuus 1,0 mm

Ritilät ymv COR-TEN terästä

Osittain myös

haponkestävää terästä

Runko:

Termoranka

Kuvat

Yrsa Cronhjort /AALTO

Kuvat maaliskuu 2014

Kuva alavasen:

julkisivut itään ja etelään

Lähteet

Rakennusmääräykset ja ohjeistot

[BY 57 2011]

BY 57 Eriste- ja levyrappaus 2011

Suomen Betoniyhdistys ry, BY-Kustannus Oy / Suomen Rakennusmedia Oy, 2011
ISBN: 978-952-67169-2-3

[Jukkola 1997]

Jukkola E. toim. (1997)

Julkisivujen Korjausopas

Julkisivuyhdistys r.y., Hyvinkää 1997

ISBN 951-97-611-0-1

[Puuinfo 2012 palo]

Paloräystäs

Tekninen tiedote 14.6.2012.

Puuinfo Oy

<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohje-et/paloraystas/paloraystas.pdf>

[Puuinfo 2012 pinnat]

Pintojen ja katteiden paloluokat

Tekninen tiedote 19.03.2012

Puuinfo Oy

<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohje-et/pintojen-ja-katteiden-paloluokat/pintojen-ja-katteiden-paloluokat.pdf>

[Puuinfo 2012]

Pitkäikäinen julkisivu

Tekninen tiedote 3.4.2012.

Puuinfo Oy

<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohje-et/pitkaikainen-puujulkisivu/pitkaikainen-puujulkisivu.pdf>

[RakMK C1 1998]

C1 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA

Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa

Määräykset ja ohjeet 1998

Helsinki 1998

[RakMK E1 2001]

E1 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA

Rakennusten paloturvallisuus

Määräykset ja ohjeet 2011 3/11

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta

Annettu Helsingissä 6 päivänä huhtikuuta 2011

[RT 82-10829]

Puujulkisivut

Ohjetiedosto syyskuu 2004

Rakennustietosäätiö RTS 2004

[Stadsmuseum]

Moderna fasadmateriäl

Byggnadsvårdsråd från Stockholms stadsmuseum

Stockholms stadsmuseum. 15 pages.

[TRY 2013]

Teräs kosketuksissa muiden materiaalien kanssa – Korroosionkestävyys

Teräsrakenneyhdistys

28.05.2013

[Valtioneuvosto 1992]

Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista

Helsinki 1992

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920993> (06.02.2014)

Tutkimusraportit

[Boren et al 2011]

Boren H., Viinikainen M., Paajanen I., Etholen V. (2011)

Puutuotteiden ja – rakenteiden kemiallinen suojaus ja suojausten markkinapotentiaali

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja. Sarja B. Nro 67. 2011.

ISBN (NID.): 978-952-5681-98-7, ISBN (PDF.): 978-952-5681-99-4

ISSN: 1239-9094, ISSN: (verkkajulkaisu) 1797-5972

[Gjelsvik 1975]

Gjelsvik T. (1975)

Uteklimate innflytelse på fasadematerialer og konstruksjoner

Norges byggforskningsinstitutt 1975 saertrykk 234. 7 pages.

Saertrykk fra "byggmesteren" nr. 3/75

[Lund 2012]

Larsson C., Sjöstedt H. (2010)

Effektivitetsmått för byggnader

- *En modell för effektivitetsmätning applicerad på ytterväggar i flerbostadshus*

Byggproduktion

Institutionen för byggvetenskaper

Lunds Tekniska Högskola

KFS AB, Lund 2010

ISRN LUTVDG/TVBP-10/5401—SE

[Serrano Enquist 2012]

Serrano E., Enquist B. (2012)

Mätningar av temperatur och relativ fuktighet i massivträstomme

Kvarteret Limnologen i Växjö

Juni 2012

Byggt teknik, Linnéuniversitetet

[TKK 2003]

Piironen J., Sistonen E., Huovinen S. (2003)

KIVIAINESPOHJAISTEN JULKISIVUJEN KORJAUSTEN ELINKAARI

Life Cycle of Repair Works of Rock Based Facades

Teknillisen Korkeakoulun talonrakennustekniikan laboratorion julkaisu 125

Helsinki University of Technology

Laboratory of Structural Engineering and Building Physics Publication

Espoo 20003. TKK-TRT-125.

ISBN 951-22-6654-7

ISSN 11456-4297

[SP Trä 2013]

Sandberg K., Pousette A., Karlsson O., Sundqvist B. (2013)

Fasader i trä för flervåningsbyggnader Jämförelse mellan material och behandlingsmetoder

SP Trä. SP Rapport 2013:21. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

ISSN 0284-5172

ISBN: 978-91-87461-06-4

Muut raportit

[Lahdensivu 2010]

Lahdensivu J. (2010)

Julkisivujen ja parvekkeiden kestävyys muuttuvassa ilmastossa

Suomen ympäristö 17/2010.

Ympäristöministeriö, Rakennetun Ympäristön Osasto.

ISBN 978-952-11-3777-8 (nid.)

ISBN 978-952-11-3778-5 (PDF)

ISSN 1238-7312 (pain.)

ISSN 1796-1637 (verkkoj.)

[Lylykangas]

Lylykangas K.

Passiivikorjaus esivalmistetuilla julkisivuelementeillä

– Saturnuksenkatu 2, Riihimäki

<http://www.paroc.fi/kampanjat/~media/Images/Campaigns/Paroc%20Innova/Passiivikorjaus%20esivalmistetuilla%20julkisivuelementeill%C3%A4.ashx>

[MMM 2012]

Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua?

Yhteenveto suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla

Maa- ja metsätalousministeriö 2012. 6/2011.

ISBN 978-952-453-681-3 (painettu)

ISBN 978-952-453-682-0 (verkkojulkaisu)

ISSN 1238-2531 (painettu)

ISSN 1797-397X (verkkojulkaisu)

[Olenius 2005]

Olenius A.,

AVOIN PUURAKENNUSJÄRJESTELMÄ

Puurakenteiden kustannustiedot

WoodFocus Oy 2005

[Tingvall et. al 2008]

Tingvall B., Ågren A., Viklund H. (2008)

Ytterväggars ljudisolering

Teknisk rapport 2008:15

Luleå Tekniska Universitet

Institutionen för Arbetsvetenskap

Avdelningen för Ljud & Vibrationer

2008:15

ISSN: 1402 - 1536
ISRN: LTU - TR - - 08/15 - - SE

Vainio T., Lehtinen E., Nuuttila H (2005)
Julkisivujen uudis- ja korjausrakentaminen
VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Tampere 2005

Väitöskirjat

[Rüther 2011]
Rüther, P. (2011)
Wood Weathering from Service Life Perspective
Doctoral Theses at NTNU, 2011:187
NTNU Norwegian University of Science and Technology
ISBN 978-82-471-2924-1 (printed ver.)
ISBN 978-82-471-2925-8 (electronic ver.)
ISSN 1503-8181

[Nore 2009]
Kristine Nore
Hygrothermal performance of ventilated wooden cladding
Thesis for the degree of philosophiae doctor
Doctoral Theses at NTNU, 2009:31
Norwegian University of Science and Technology
Faculty of Engineering Science and Technology
Department of Civil and Transport Engineering
ISBN 978-82-471-1430-8 (printed ver.)
ISBN 978-82-471-1431-5 (electronic ver.)
ISSN 1503-8181

Muut Opinnäytetyöt

[Annala 2012]
Annala P. (2012)
Mineraalipohjaisten julkisivumateriaalien säänkestävyyden tutkiminen laboratoriossa
Diplomityö
Tampereen Teknillinen Yliopisto, Rakennustekniikan koulutusohjelma

[Heinonen 2013]
Heinonen M. (2013)
Puukerrostalo kortteli Tampereen Isokuseen
Puujulkisivuverhoukset asuinkerrostalojen arkkitehtuurissa
Diplomityö 26.02.2013
Aalto-yliopisto, Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu, Arkkitehtuurin Laitos

[Järvinen 2012]
Järvinen A.
Kupari rakennusten ympäristöluokituksissa – BREEAM ja LEED
Opinnäytetyö Toukokuu 2012
Rakennustekniikan Koulutusohjelma 2012
Satakunnan Ammattikorkeakoulu

[Laitinen 2008]
Laitinen M. (2008)
Puun modifiointimenetelmät
Lahden Ammattikorkeakoulu, Puutekniikka, Puurakennetekniikka
Opinnäytetyö, 2008

[Mustonen 2013]
Mustonen O. (2013)
Elementtituotannon kustannustehokkuus
Savonia Ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja liikenteen ala,
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyö, 2013
[Pajunen 2012]
Pajunen V. (2012)
Rantarakentamisen julkisivurakenteiden suunnittelun haasteita
Kandidaatintyö
Tampereen Teknillinen Yliopisto, Rakennustekniikan Koulutusohjelma

[Parviainen 2013]
Parviainen M. (2013)
Korkeiden rakennusten toimiva julkisivu merenrantaolosuhteissa
Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinöörityö
26.08.2012

[Sarvelainen 2012]
Sarvelainen I. (2012)
Julkisivurakenteiden kustannusvertailu kerrostalokohteessa
Opinnäytetyö 2012
Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka / Rakennustuotanto

[Tammilehto 2011]
Tammilehto V. (2011)
Hallirakennuksen julkisivumateriaalien vertailu
Metropolia Ammattikorkeakoulu
Rakennusmestari (AMK)
Rakennusalan työjohto
Opinnäytetyö
28.05.2011

Tieteelliset lehdet

Kvande T., Lisø K. R.
Climate adapted design of masonry structures
Building and Environment 44 (2009) 2442 - 2450

Muut lehdet

[Betoni 1/2011]
Koskinen J. (2011)
Julkisivukorjauksella voidaan vaikuttaa myös rakennusakustiikkaan
Betoni 1/2011. pp 56-60
Betoniteollisuus ry – Construction Product Industry, RTT ry.
ISSN 1235-2136

[Neuvonen 2003]
Neuvonen P. (2003)
1970-luvun lähiötalon uusi ilme
Rakennustaito 8/2003. pp 8-9

[Puu&Tekniikka 2012]
Saksa M-L (2012)
Uusia ominaisuuksia puulle
Puu&Tekniikka 4/2012 pp 8

Esitelmät

[Cronhjort 2012]
Renovate, densify, change – by timber element systems!
International Holzbau-Forum Nordic IHN 12
2012

[Järvelä 2012]
Järvelä P. (2012)
Rakentamisen materiaalitehokkuus ja uudet materiaalit
Tampereen Teknillinen Yliopisto, Muovi- ja elastomeeritekniikka
Esitelmä. Materiaalitehokkuudella parempaa tulosta
rakennusteollisuudessa 18.10.2012.

[Paatsola 2011]
Paatsola O. (2011)
Mineraaliklusterin historiasta opittavaa
Kaivosalan tulevaisuusseminaari 4-5.10.2011

Muut

[Nilsson et.al 2005]
Nilsson E., Johansson A-C., Brunskog J., Sjökvist L-G., Holmberg D.
Grundläggande akustik
Lunds Tekniska Högskola
Lund 2005

[Laukkanen 2012]
Laukkanen M. (2012)
Moderni puurakentaminen metsäsektorin uudistamisen kärkänä
20.01.2012
<http://www.puuinfo.fi/ajankohtaista/moderni-puurakentaminen-metsasektorin-uudistamisen-karkenä>

[ROK]
Rakennusosien kustannuksia 2013
Mittaviiva Oy. Rakennustieto Oy 2013.
ISBN 978-952-267-035-9
ISSN-L 1456-6087
ISSN 1456-6087

[SVT]

Suomen virallinen tilasto (SVT): Korjausrakentaminen [verkkajulkaisu].
ISSN=1799-2958. rakennusyritysten korjaukset 2012. Helsinki:
Tilastokeskus [viitattu: 28.3.2014].
Saantitapa: http://www.stat.fi/til/kora/2012/01/kora_2012_01_2013-09-13_tie_001_fi.html

www sivut

[Argeton DE] ArGeTon

<http://www.wienerberger.de/fassadenloesungen/argeton>

[Argeton FI] ArGeTon, ArGe Lite

<http://www.wienerberger.fi/tillet/-julkisivut/argeton-julkisivui%C3%A4rjestelm%C3%A4>

[ABL-Laatat]

<http://www.abl.fi/ammattilaisk%C3%A4ytt%C3%B6%C3%B6n/julkisivulaatat-ja-j%C3%A4rjestelm%C3%A4t>

[Accoya]

<http://www.accoya.com/accoya-pure-performance-suomi/#>

[Aurubis]

<http://www.aurubis.com/finland/architectural/nordic-products/>

[Boliden]

<http://www.boliden.com/fi/Toimipaikat/Sulatot/Kokkola/>

[Byggfakta] Julkisivumateriaalit yleiskatsaus

<http://www.byggfaktadocu.se/fasadmaterial-profilssystem-varu-grupp-112559.html>

[Cembrit]

<http://www.cembrit.fi/>
<http://www.cembrit.fi/Julkisivut-22704.aspx>

[Formica]

<http://www.formica.com/fi/fi/products/vivix?pt=1>

[Fragma] Vinyyliverhous hinnoittelu

http://jounipahlman.wix.com/vinyyliverhous#!for_rent/cobq

[Ivarssons]

<http://www.ivarssonsverige.se/EQUITONE-natura-18221.aspx>

[Julkisivuyhdistys]

www.julkisivuyhdistys.fi tai info@julkisivuyhdistys.fi

[Kebony]

<http://www.kebony.com/en/index.cfm?c=product&cc=417>

[Keim] Keim Lignosil – maali

http://www.keimfarben.de/en/produktprogramm_2013/wood_coating/lignosil_system_2013/

[MetsäWood] Kuningaspaneeli

<http://www.metsawood.fi/tuotteet/liimapuu/pages/kuningaspaneeli.aspx>

[MetsäWood C] ColorWood

http://www.metsawood.fi/tuotteet/sahatavarajalosteet/Documents/ColorWood_ulkoverhous.pdf

[Moelven]

<http://www.moelven.com/se/Produkter-och-tjanster/Fasad-och-utemiljo/>

[NCC]

<http://www.ncc.fi/fi/Rakentamispalvelut/Korjauspalvelut/Taloyhtioiden-korjauskalenteri/>

[Nordskiffer]

<http://www.nordskiffer.com/se/produkter/fasadskiffer/>

[Profin]

<http://www.profin.fi/>

[Puuinfo puukerrostalot]

<http://www.puuinfo.fi/valmistuneet-puukerrostalot>

[Puuinfo Q] Stora Enso Q-Treat

<http://www.puuinfo.fi/tuotteet/stora-enson-q-treat>

[Puu wood holz bois]

<http://www.puuwoodholzbois.com/fi>

[Rakennusfakta] Julkisivumateriaalit yleiskatsaus

http://www.rakennusfakta.fi/14/category/13/56/67/category_broch_14.html

[Rakennustieto / Tarviketieto.net]

<http://www.rakennustieto.fi/tarviketieto/talo2000/listaus/3/33.html>

[RheinZink]

<http://www.rheinZink.fi/>

[RT 38143] Aurubis Kuparimateriaalit

<http://www.rakennustieto.fi/Downloads/Tarviketieto/pdf/38143.pdf>

[Ruukki]

<http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Hakutulokset?mainid={62ACC53D-35D7-42F1-B3E2-44AAB6713AE2}&childid={76A3096C-B43A-4903-B1AA-7726B6551D9B}>

[Ruukki COR-TEN]

<http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Terastuotteet/Hot-rolled-steels/Saankestava-teräs-COR-TEN>

[Stora Enso ThermoWood]

<http://www.storaenso.com/products/wood-products/products/thermowood/Documents/thermowood-user-guide-in-finnish.pdf>

[Stora Enso ThermoWood Eng]

<http://www.storaenso.com/products/wood-products/products/thermowood/Documents/thermowood-info-sheet.pdf>

[Stora Enso Q] Stora Enso Q-Treat

<http://www.storaenso.com/products/wood-products/products/q-treat/tuotetiedot/Pages/Durable.aspx>

[Teknos]

<http://www.wood.teknos.fi/?pageID=H14374>
<http://www.wood.teknos.fi/?pageid=H2434>

[Tiileri]

<http://www.tiileri.fi/fi/>

[Tikkurila]

http://www.tikkurila.fi/teollinen_maalaus/puuteollisuus/tikkurila_prohouse
http://www.tikkurila.fi/kotimaalarit/tuotteet/tuote-esittelyt/tikkurila_prohouse

[ThermoWood]

<http://www.thermowood.fi/>

[Trespa]

<http://www.vink.se/sv-SE/Produkter/Bygg/Trespa.aspx>

[TT] Teknologiateollisuus ry - alumiini

<http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/ryhmat-ja-yhdistykset/alumiinituotteet.html>

[UPM ProFi]

<http://www.upmprofi.com/fi/tuotteet/facade/Pages/default.aspx>

[US Wood]

http://www.uswood.fi/10_taystakuu.html

[Weber]

<http://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/tuulettuvat-rappausratkaisut/serpovent-levyrappaus-puuranka.html>

[Wienerberger]

<http://www.wienerberger.co.uk/>
<http://www.wienerberger.fi/>

[Vinyyliiverhous]

<http://www.raimont.fi/fi/Vinyyliiverhous/Kerrostalot/>

[Wood preservation]

http://en.wikipedia.org/wiki/Wood_preservation

[Woodproducts]

<http://www.woodproducts.fi/>

[Woodsafe]

<http://www.woodsafes.se/>

Esimerkkikohteet / www

Asunto Oy Espoon Saarenneito

[Huoneistokeskus]

<http://www.huoneistokeskus.fi/asp/NewRealty/ShowNewRealty.aspx?Id=5706>

Chesa Futura

http://www.arup.com/Projects/Chesa_Futura.aspx
<http://www.fosterandpartners.com/projects/chesa-futura/>

FMO Tapiola

<http://www.metsawood.fi/ammattirakentaminen/referenssit/Pages/FMOTapiola.aspx>

Innopoli II

[Rautiainen 2001]

Arto Rautiainen: Innopoli II:n työmaalla opittu 10 vuoden takaisista virheistä

Rakennuslehti 13.12.2001

<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/2395.html>

Luontokeskus Haltia

<http://www.haltia.com/haltia-suomen-luontokeskus/puurakentaminen/>

Puuinfo/ Markku Laukkanen: Luontokeskus Haltiasta julkisen puurakentamisen vaikuttava näyteikkuna

<http://www.puuinfo.fi/ajankohtaista/luontokeskus-haltiasta-julkisen-puurakentamisen-vaikuttava-nayteikkuna>

Rainer Mahlamäki: Luonnon helmassa

<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/puulehti/puu-lehti-32013/puu313low.pdf> (PUU 3/2013)

Puu Wood Holz Bois: Luontokeskus Haltia

<http://www.puuwoodholzbois.com/fi/projects/luontokeskus-haltia>

Ikituuri

Sari Alanko: Ovaalinmuotoinen Ikituuri saa kuparijulkisivun/ Rakennuslehti 2010

<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/21216.html>

Matti A. Kallio: Turun näyttävä maamerkki / Projektuutiset 3/2011

<http://www.projektuutiset.fi/fi/artikkelit/ikituuri>

Matti A. Kallio: TYS Ikituuri, 15.06 2011

<http://copperconcept.org/fi/referenssit/tys-ikituuri>

Itämerentorni

<http://fi.wikipedia.org/wiki/It%C3%A4merentorni>

Kiinteistöt Oy Omenämäki ja Keltakaneliaukio

Jarmo Pulkkinen: Vuosaaren kiinteistöt Oy Omenämäki ja Keltakaneliaukio, Helsinki. PUU 4/2007

<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/puulehti/puu-lehti-42007/puulehti074www.pdf>

<http://www.puuwoodholzbois.com/fi/projects/kiinteistot-oy-omenamaki-ja-keltakaneliaukio>

Arkkitehtitoimisto Helamaa-Pulkkinen: Omenämäki Housing

<http://www.arkkitehtitoimisto.com/>

Kivenherra, Asuntomessut 2013

<http://www.asuntomessut.fi/hyvinkaa-2013/21-kivenherra>

Pyhän Henrikin Ekumeeninen Taidekappeli

<http://www.puuwoodholzbois.com/fi/projects/pyhan-henrikin-ekumeeninen-taidekappeli>

Päiväkoti Tillinmäki

<http://www.a-konsultit.fi/fi/projektit/26/tillinmaen-paivakoti/>

<http://puuwoodholzbois.com/fi/projects/paivakoti-tillinmaki>

Tuomarilan Päiväkoti

Auer&Sandås Architects/Tuomarila Day-Care Center

<http://www.auer-sandas.fi/index2.htm>

Projektuutiset/Jouko Kunnas: Palikkaleikistä päiväkotia

<http://www.projektuutiset.fi/fi/artikkelit/tuomarilan-p%C3%A4iv%C3%A4koti?page=0%2C0>

Steni Colour - toteutuneet hankkeet

<http://steni.fi/#/projects/STENI%20COLOUR>

Liite

Julkisivumateriaalien elinkaarikustannukset

Kuva 1

50 vuoden elinkaarikustannukset valikoiduille julkisivuverhoiluille.
Hintataso Ruotsi 2013.

Paloimpregnoitu tai asetyloitu puu erottuvat kalliimpina vaihtoehtoina,
furfuloitu puu halvimpana elinkaaritarkastelussa.

Lähde ja tarkemmat tiedot:

[SP Trä 2013]

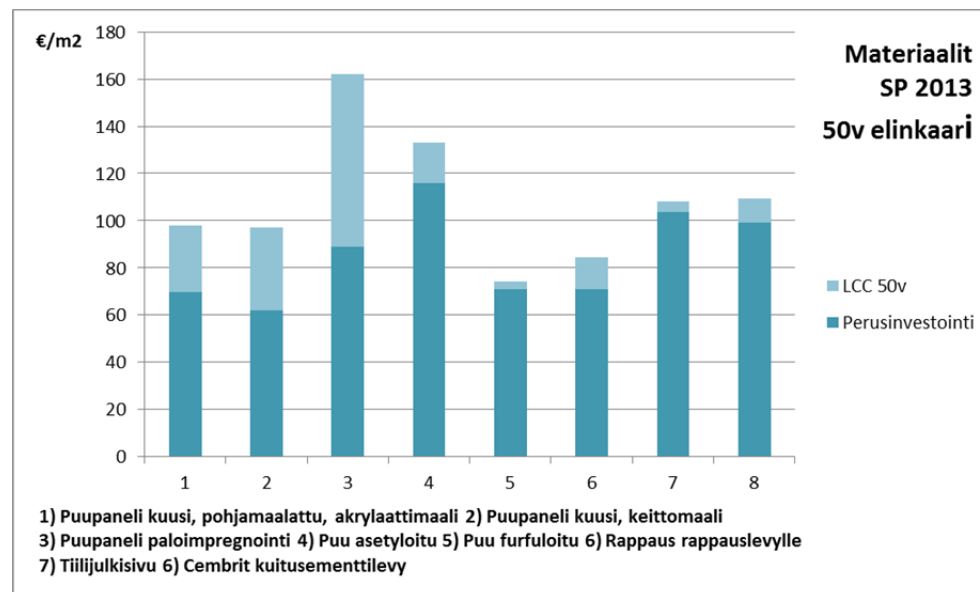
Sandberg K., Pousette A., Karlsson O., Sundqvist B. (2013)

Fasader i trä för flervåningsbyggnader Jämförelse mellan material och behandlingsmetoder

SP Trä. SP Rapport 2013:21. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

ISSN 0284-5172

ISBN: 978-91-87461-06-4



Kuva 2

50 vuoden elinkaarikustannukset valikoiduille julkisivuverhoiluille.

Perusinvestointikustannukset Rakennusosien Kustannukset [ROK]. 2013.
Huolto-, korjaus- ja uusimiskustannukset NCC Korjauskalenteri. 2014.

Kustannuksissa huomioitu seuraavat huoltovälit:

Betonielementin ulkokuoren saumojen uusiminen 15v välein

Tiiliverhous saumojen uusiminen 10% 20v välein

Puuverhous uusintamaalaus 15v välein

Peltiverhous uusintamaalaus 20v välein

Käytetyt kestoikäarviot ja vastaavat uusimiset:

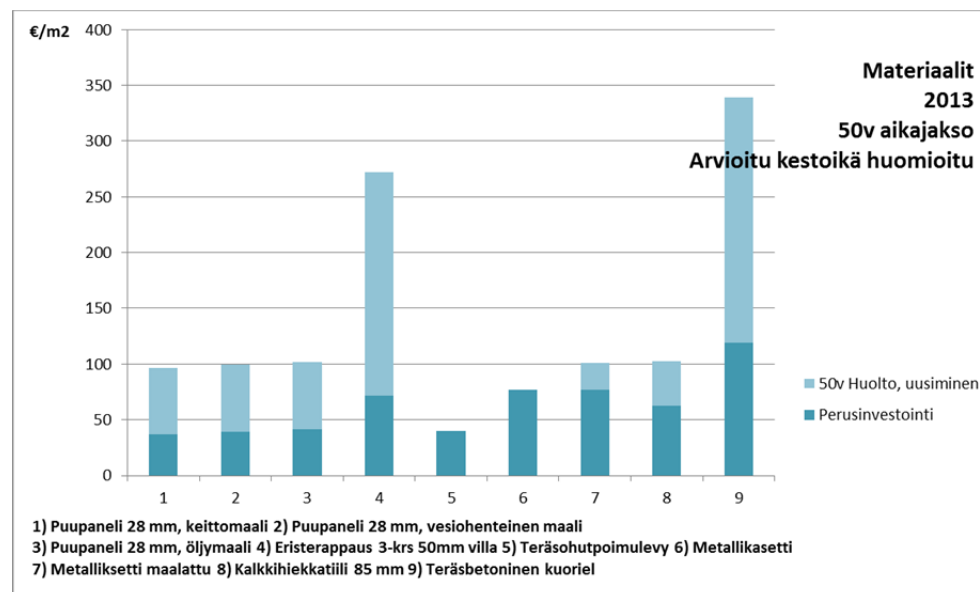
Betonielementin ulkokuori 30v

Tiiliverhous 60v+

Rappaus 40v

Puuverhous 15v

Peltiverhous 50v



Kuva 3

50 vuoden elinkaarikustannukset valikoiduille julkisivurakenteille.

Hintataso Suomi 2012. Puurunkoinen julkisivu erottuu edukseen.

Lähde ja tarkemmat tiedot:

[Sarvelainen 2012]

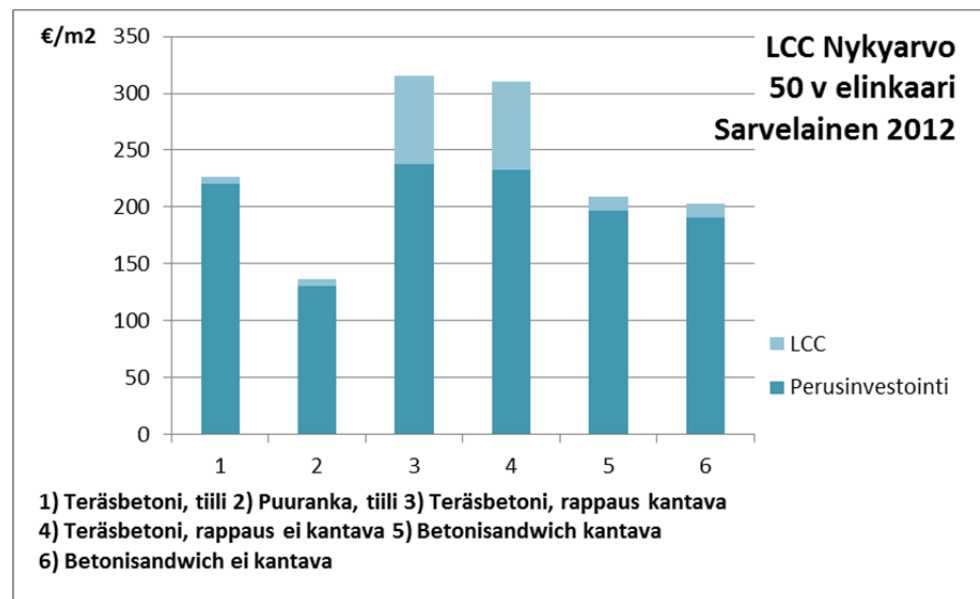
Sarvelainen I. (2012)

Julkisivurakenteiden kustannusvertailu kerrostalokohteessa

Opinnäytetyö 2012

Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu

Rakennustekniikka / Rakennustuotanto



Kuva 4

60 vuoden elinkaarikustannukset valikoiduille julkisivurakenteille.

Hintataso Ruotsi 2010.

Lähde ja tarkemmat tiedot:

[Lund 2012]

Larsson C., Sjöstedt H. (2010)

Effektivitetsmått för byggnader

- En modell för effektivitetsmätning applicerad på ytterväggar i flerbostadshus

Byggproduktion

Institutionen för byggvetenskaper

Lunds Tekniska Högskola

KFS AB, Lund 2010

ISRN LUTVDG/TVBP-10/5401—SE

