

Aili Järvinen

KUPARI RAKENNUSTEN YMPÄRISTÖLUOKITUKSISSA  
- BREEAM JA LEED

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
2012

# KUPARI RAKENNUSTEN YMPÄRISTÖLUOKITUKSISSA - BREEAM JA LEED

Järvinen, Aili  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2012  
Ohjaajat: Virtanen, Laura ja Sandelin, Sirpa  
Sivumäärä: 95  
Liitteitä: 6

Asiasanat: kupari, ympäristösertifikaatti, vihreä rakentaminen, LEED, BREEAM

---

Opinnäytetyö on laadittu Aurubis Finland Oy:lle. Työn lähtökohtana on ollut tutkia, miten kuparin valinta julkisivuihin ja katemateriaaleihin vaikuttaa kokonaisvaltaista rakentamista arvostelevien ympäristösertifikaattien saamiseen ja millaisia asioita näissä nousee esiin.

Työssä tutustutaan erilaisiin rakentamisen ympäristösertifikaatteihin. Tarkasteltavaksi valitaan kaksi Euroopan yleisintä kokonaisvaltaista rakentamista määrittelevää ympäristösertifikaattia, LEED ja BREEAM, sekä tutustutaan näiden ohjeisiin ja toimintatapoihin. Tämän jälkeen pohditaan, millä tavoin kuparituotteet vaikuttavat sertifikaattien pisteiden saamiseen ja kuinka monipuolisesti ympäristösertifikaateissa otetaan huomioon kuparin kannalta oleelliset asiat, jotka kuuluvat vihreän rakentamisen ajatusmaailmaan.

Selvityksen edetessä havaitaan, että vihreässä rakentamisessa pyritään huomioimaan erilaisia tekijöitä, ja että rakennus on osiensa summa. Materiaalivalinnat ja itse rakennus ovat vain osa vihreää ajattelua, ja valinnat tulee tehdä tapauskohtaisesti. Tutkiessa ympäristösertifikaattien pisteytyksiä havaitaan, että kuparilla on hyviä ominaisuuksia ympäristösertifikaattien valintakriteerien suhteen. Huolimatta siitä, että LEED ja BREEAM muistuttavat paljon toisiaan, BREEAM ottaa materiaalivalinnoissa kantaa monipuolisemmin materiaalien eri ominaisuuksiin. LEEDin pisteytysjärjestelmä keskittyy pääasiassa materiaalien uudelleen käyttämiseen ja kierrättämiseen. Kummassakin sertifikaatissa kupari on aliarvostettu lyhyen tarkasteluajanjakson ja elinkaaren aikaisten kustannusten tarkastelun puuttumisen vuoksi, koska oikein asennetut kupariset rakennustuotteet kestävät parhaimmassa tapauksessa satoja vuosia.

## COPPER IN ENVIRONMENTAL CONSTRUCTION RATING SYSTEMS - BREEAM AND LEED

Järvinen, Aili

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

May 2012

Supervisors: Virtanen, Laura and Sandelin, Sirpa

Number of pages: 95

Appendices: 6

Keywords: copper, environmental certificate, green building, LEED, BREEAM

---

This thesis is made for Aurubis Finland Oy. The starting point for the study is to research how choosing copper as façade and roofing material impacts in assessment tools' credits that judge comprehensive building process and do they take into account matters that concerns copper and green building.

In the study different kind of building certificates were explored. The most common certificates in Europe, LEED and BREEAM, were chosen and taken for closer examination. In the study were got familiar with assessment tools' instructions and methods. After this was considered how copper products impact in credit calculation.

During the project it was discovered that in the green building have an impact from different aspects and material solutions and building itself is just a portion of it. Materials should be chosen case-specific. Copper has a lot of qualities that advantage the certification process. Eventhough BREEAM and LEED resemble each other closely, BREEAM takes into account matters that concerns more copper. LEED concentrates basicly in material reuse and recycling. In both certificates copper is underrated material because of short reference periods and lack of life cycle cost rating, because properly installed copper construction products can last hundreds of years.

# SISÄLLYS

MÄÄRITELMIÄ .....	7
1 JOHDANTO.....	9
2 MENETELMÄT .....	11
3 KUPARI.....	12
3.1 Metallinen alkuaine.....	13
3.2 Ominaisuudet .....	14
3.2.1 Puhdas kupari ja kupariseokset .....	14
3.2.2 Korroosio.....	14
3.3 Kupari rakennusmateriaalina .....	16
3.3.1 Rakennustuotteet .....	17
3.3.2 Asennus .....	18
3.3.3 Huollettavuus .....	18
3.4 Ekologisuus.....	19
3.4.1 Ensisijaisen kuparin tuotanto .....	20
3.4.2 Kierrätys .....	20
3.4.3 Toimitus ja varastointi.....	22
3.4.4 Käyttöelinkaari .....	23
4 YMPÄRISTÖLUOKITUKSET .....	24
4.1 LEED 25	
4.1.1 U.S. Green Building Council, USGBC .....	26
4.1.2 Finland Green Building, FIGBC .....	27
4.2 BREEAM.....	27
4.3 PromisE28	
4.4 iiSBE - SB-Tool.....	30
4.5 Green Star ja HomeStar .....	31
4.6 CASBEE32	
4.7 Muita ympäristöluokitusmenetelmiä .....	33
5 LEED.....	35
5.1 Arviointityypit .....	36
5.2 Pisteytys38	
5.3 New Construction, Schools ja Core & Shell.....	39
5.3.1 Hulevesien suunnittelu: Laadun hallinta (SS 6.2).....	41
5.3.2 Kaupunkisaarekeilmiö (katto) (SS 7.2).....	42
5.3.3 Vedenkäytön tehokkuus maisemoinnissa (WE 1).....	43
5.3.4 Rakenteen uudelleenkäyttö - seinien, lattioiden ja katon säilyttäminen (MR 1.1).....	44

5.3.5 Rakenteen uudelleenkäyttö - sisäosien ei-rakenteellisten osien säilyttäminen (MR 1.2)	45
5.3.6 Rakennusjätteen hallinta (MR 2)	46
5.3.7 Materiaalin uudelleen käyttö (MR 3)	46
5.3.8 Kierrätyspitoisuus (MR 4)	48
5.3.9 Paikalliset materiaalit (MR 5)	50
5.3.10 Nopeasti uusiutuvat materiaalit (MR 6)	51
5.3.11 Sertifioitu puu (MR 7)	52
5.3.12 Homeen torjunta (IEQ 10)	53
5.4 Existing Building	53
5.4.1 Kaupunkisaarekeilmiön vähentäminen: Katto (SS 7.2.)	54
5.4.2 Kestävä hankinta –periaate (MR 1. edellytys)	54
5.4.3 Kiinteän jätteen käsittelyperiaate (MR 2. edellytys)	58
5.5 Neighborhood Development	59
5.5.1 Olemassa olevien rakennusten käyttö (GIB 5)	61
5.5.2 Historiallisten resurssien säilyttäminen ja mukautuva käyttö (GIB 6)	61
5.5.3 Kaupunkisaarekeilmiön laskeminen (GIB 9)	61
5.6 Kupari LEEDssä	62
6 BREEAM	67
6.1 Pisteytysjärjestelmä	70
6.2 Arvosanan laskeminen	72
6.3 The Green Guide to Specification	73
6.4 Elinkaaren aikainen kustannusanalyysi (Man 12)	74
6.5 Energiatehokkuus (Ene 1)	76
6.6 Materiaalit	76
6.6.1 Materiaalien tekniset ominaisuudet (Suurimmat rakennusosat) (Mat 1)	76
6.6.2 Kovamaisemointi ja alueiden rajaaminen (Mat 2)	79
6.6.3 Julkisivun uudelleen käyttö (Mat 3)	80
6.6.4 Rakenteiden uudelleen käyttö (Mat 4)	81
6.6.5 Vastuullinen materiaali hankinta (Mat 5)	81
6.7 Kierrätyksen kokonaissumma (Wst 2)	82
6.8 Kupari BREEAMssä	83
7 VERTAILUSSA BREEAM JA LEED	85
7.1 Uudelleenkäyttö	85
7.2 Kierrättäminen	86
7.3 Materiaalin lähde	87
7.4 Materiaalin ominaisuudet	88
7.5 Mittayksiköt	90

8 OPINNÄYTETYÖPROSESSIN POHDINTA .....	91
LÄHTEET .....	93
LIITTEET	

## MÄÄRITELMIÄ

Core-and-Shell-projekti on rakennusprojekti, jossa omistaja ja suunnittelijat eivät pääätä kaikkea rakennukseen liittyvästä suunnittelusta ja rakentamisesta. Tällaiset kohteet menevät yleensä vuokrattavaksi, esimerkiksi yrityspuistot.

EPA eli US Environmental Protection Agency on virasto Yhdysvalloissa, joka laatii ja laittaa täytäntöön sääntöjä Yhdysvaltain kongressin lakien perusteella.

Forest Stewardship Council (FSC)-sertifikaatissa riippumaton, kolmas osapuoli arvioi, onko metsää hoidettu sovittujen sosiaalisten, taloudellisten ja ekologisten kriteerien mukaan.

Kierrätysmateriaali on materiaalia, joka on ollut kuluttajalla ja josta kierrätyksen myötä valmistetaan uusi tuote tai se tulee osaksi uutta tuotetta.

Teollinen sivuaine on kierrätysmateriaalia, joka ei ole ollut kuluttajalla. Esimerkiksi valmistusjätteistä erotettua kierrätysmateriaalia, joka ei kelpaa alkuperäiseen käyttötarkoitukseensa ja josta tehdään uusi tuote. Kuparin tapauksessa teollista sivuainetta on esimerkiksi alun perin sähköteollisuuden käytetty kupari, joka ohjataan tehtaan sisällä uudelleen sähköteollisuuden tuotantoon kelpaamattomana rakennustuotteeksi. Tämä ei tarkoita tehtaan sisäistä romua, jonka käyttötarkoitus ei muutu eli syötetään takaisin tuotantoon ja tehdään vastaava tuote.

Kaupunkisaarekeilmiö on kaupunkialueiden ominaisuus, jonka seurauksena kaupunkialueen lämpötila nousee muuta ympäristöään korkeammaksi. Ilmiö johtuu muun muassa rakennusten ja asfaltin lämmönsidontakyvystä sekä kaupungin pienemmästä heijastavuudesta. Tutkijat arvioivat, että kaupunkisaareke ilmiön osuus maapallonlaajuisesta lämpötilan kasvusta on noin 0,06 °C satavuotiskaudella vuosina

1900-2000 eli alle kymmenesosan havaitusta lämpötilan kokonaismuutoksesta. (Ilmatieteenlaitos 2008, 50).

BES 60001 on Building Research Establishment (BRE)-järjestön kehittämä standardi rakennustuotteille, jonka avulla valmistaja pystyy varmistamaan ja todistamaan, että heidän tuotteidensa raaka-aineet ovat vastuullisista lähteistä.

South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) on järjestö, joka valvoo ilman laatua Orangen piirikunnassa ja Los Angelesin, Riversiden ja San Bernardinon piirikuntien kaupunkialueilla, jotka ovat Yhdysvaltojen saastuneimpia alueita.

Colour Renderin Index (CRI) eli värintoistoindeksi. Valo, jonka värintoistoindeksi on yli 80 koetaan varsin luonnolliseksi.

Kreditti on tämän opinnäytetyön käyttämä suomennos ympäristösertifikaateissa esiintyvistä termistä ”credit”. Monissa LEEDiä käsittelevissä suomennoksissa puhutaan tässä yhteydessä pisteestä.

Piste on tämän opinnäytetyön käyttämä suomennos BREEAM-sertifikaateissa esiintyvistä termistä ”point”. BREEAM:ssä käytetään sekä ”credit”- että ”point”-termiä.



## 1 JOHDANTO

Uudeksi ilmiöksi viime vuosina on noussut rakennusten kokonaisvaltaista rakentamista, ylläpitoa ja purkua arvioivien ympäristösertifikaattien hakeminen. Sertifikaattien laadinta alkoi Iso-Britaniasta ja sai Yhdysvaltalaisen versionsa 1990-luvulla. 2000-luvulla sertifikaatit olivat levinneet kansainväliseen käyttöön ja saaneet uusia versioita. Vihreän rakentamisen sertifikaatit ovat yksi tapa osoittaa hyvä laatu rakentamisessa ja varsinkin kansainväliset yritykset käyttävät tätä positiivisena mainontana.

Sertifikaatit kannustavat ”vihreään rakentamiseen”, joka tarkoittaa muutakin kuin ympäristöstä huolehtimista rakennushetkellä. Se tarkoittaa rakennuksen koko elinkaaren mittaisten ympäristökuormien minimointia rakentamisen ja käytön aikana sekä purkuhetkellä. Siihen kuuluu oleellisena osana myös rakennusten järkevä sijoittaminen alueellisesti ja ihmisten terveyden edistämisen näkökulma. Tämä on vastareaktio rakennusalaalla vallitsevalle kertakäyttöistä rakentamista suosivalle rakennustavalle, jossa pyritään kustannusten minimointiin ympäristön ja rakentamisen laadun kustannuksella. Tutkimusten mukaan sertifikaattien noudattaminen ei synnytä suuria rakentamisaikaisia kustannusten nousuja, ja ne kannustavat rakentamiseen, joka vähentää pidemmän aikavälin kustannuksia.

Sertifikaattien hakeminen rakennuksille on uusi ilmiö Suomessa. Ensimmäinen LEED-sertifioitu toimitila valmistui vuonna 2009. BREEAM-sertifioitavia rakennuksia on 2012 vasta tekeillä. Sertifiointiperusteet muuttuvat jatkuvasti, joten Suomessa on päätetty, ettei sertifikaatteja edes suomenneta, koska suomennoksen ilmestyttyä tieto olisi jo vanhentunutta. BREEAM:n arviointiperusteita muutettiin viimeksi syksyllä 2011 eli tämän opinnäytetyön kirjoitusprosessin aikana. Tästä syystä aiheesta ei löydy tarpeeksi tarkkaa ja luotettavaa suomenkielistä tietoa; silti rakennusalan konsulttien tulee osata käydä keskustelua tuotteidensa ja palveluidensa eduista ja heikkouksista kohteen suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden kanssa. Tämä opinnäytetyö on laadittu Aurubis Finland Oy:lle, joka kuuluu saksalaiseen Aurubis konserniin, joka on yksi maailman suurimmista kuparin kierrättäjistä. Yritys tuottaa

noin miljoona tonnia kuparikatodeja vuodessa, ja 18 tuotantolaitoksessa Euroopassa ja Yhdysvalloissa sekä Euroopan Aasian ja Pohjois-Euroopan myynti- ja palvelutehtävissä työskentelee 6300 työntekijää. Aurubis Finland Oy toimii Porissa Kupariteollisuuspuiston alueella Porissa, jossa sen tuotantoyksiköt Kuparivalimo ja Valssaamo sijaitsevat. Yhtiössä valmistetaan valssattuja kuparilevyjä ja -nauhoja sekä kuparivalanteita sähkö-, elektroniikka- ja rakennusteollisuuden tarpeisiin. Henkilöstöä on 200 henkilöä.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on selvittää

1. Minkälaisia erilaisia ympäristösertifikaatteja on?
2. Mikäli kupari valittaisiin julkisivu tai katemateriaaliksi
  - a. Minkälaisia tekijöitä sertifikaatin laadittaessa nousisi esiin?
  - b. Millainen vaikutus valinnalla olisi lopputulokseen?
3. Onko yksittäisellä rakennustuotteella merkitystä lopputulokseen?

Kupari on pitkäikäinen ja 100 % kierrätettävä tuote, jonka huoltokustannukset ovat vähäiset. Vaikka kupariset rakennustuotteet ovat lähes 100 % kierrätettyä kuparia, on kuparin erottaminen malmista energiaa kuluttavaa ja alkuaineen tavoin kuparia ei synny luonnossa lisää. Millä tavoin näitä ominaisuuksia painotetaan arvioinnissa ja mitä muita ominaisuuksia ilmenee? Kuinka hyvin sertifikaatit todellisuudessa arvioivat rakennustuotteiden ympäristöominaisuuksia?

Opinnäytetyön myötä oli huomattavissa, että Suomessa ja Euroopan markkina-alueella käytetyimpiä sertifikaatteja ovat BREEAM ja LEED. Näiden lisäksi Suomessa on ollut käytössä myös PromisE ja muualla Euroopassa SBTools-sertifikaatit. PromisE:n käyttö Suomessa ei ole yleistynyt ja sen laadinta on joiltain osin vielä kesken. PromisE on kansallinen sertifikaatti ja sitä ei pysty soveltamaan kansainvälisesti. SBTools- sertifikaatit eivät ole saavuttaneet toivottua suosiota. Yleensä kohteissa, joissa on käytetty SBTools-työkalua, on lisäksi BREEAM- ja/tai LEED-arviointi. BREEAM ja LEED ovat valittu tarkastelun kohteiksi siitä syystä, että monet kansalliset ja paikallisiin oloihin laaditut sertifikaatit perustuvat niiden arviointitapoihin. BREEAM ja LEED ovat tällä hetkellä Euroopassa suosituimmat kokonaisvaltaista rakentamista arvioivat ympäristösertifikaatit.

## 2 MENETELMÄT

Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä on käytetty kirjallisuusselvitystä, jonka tarkoituksena on ollut kerätä taustatietoa tutkimusongelmien selvittämiseksi. Kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen tavoin tämä opinnäytetyö pyrkii ymmärtämään ilmiötä löydetyn aineiston kautta, sillä esimerkkikohdetta tätä opinnäytetyötä varten ei ollut. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 132-133, 158.) Tarkoituksena oli ottaa kuparituotteiden rinnalle vertailua varten maalattu pelti, mutta se rajattiin pois opinnäytetyöstä aiheen laajuuden takia.

Ensi askel tämän opinnäytetyön tekemisessä oli tutustua erilaisiin kokonaisvaltaista rakentamista arvioiviin luokitusjärjestelmiin. Erityisesti oltiin kiinnostuneita luokitusjärjestelmistä, joita käytetään Euroopan talousalueella, sillä Aurubis Finland Oy:n rakennuspuolen toiminta keskittyi tälle alueelle. Lisäksi otettiin mukaan muutama luokitusjärjestelmä, joka on käytössä Euroopan talousalueen ulkopuolella, kuvaamaan, millä tavoin luokitusjärjestelmät muuttuvat kulttuurin, ilmaston ja maapallon puoliskon muuttuessa, sekä käytiin läpi muutama Euroopan talousalueella käytössä oleva luokitusjärjestelmä, joka arvio yksittäistä osa-aluetta rakentamisessa.

Tiedon keruu aloitettiin internetin kautta yksinkertaisesti Google-hakukoneella, jonka lisäksi pyrittiin hakemaan kirjastosta lisäaineistoa. Päätettiin tutustua tarkemmin kahteen yleisimpään sertifikaattijärjestelmään, BREEAMiin ja LEEDiin, koska useimmat sertifiointijärjestelmät perustuivat niihin ja BREEAM ja LEED olivat käytetyimmät sertifiointijärjestelmät Euroopassa. Kirjastosta ei löytynyt tietoa itse sertifikaateista, mutta tilattiin teos ”Green Guide to Specification”, joka toimii osana muun muassa BREEAMin arviointijärjestelmää. Suurin osa tiedosta koskien sertifikaattien arviointikriteerejä on saatu BREEAM ja LEED järjestön julkaisuista ja verkkokirjallisuudesta, jotka ovat olleet englanninkielisiä. Tueksi on myös luettu artikkeleita ja muita julkaisuja koskien arviointijärjestelmiä.

Kun sertifikaateista on hankittu mahdollisimman yksityiskohtaista tietoa, ollaan arvioitu, mitkä arviointikriteereistä kuparin on mahdollista täyttää. Opinnäytetyön edetessä huomattiin, että suurin osa pisteiden saavuttamismahdollisuuksista ovat

tapauskohtaisia. Vaikka aineisto opinnäytetyötä varten on saatu ajankohtaista tietoa arviointikriteereistä itse järjestöiltä, perustuu selvityksen tulokset pitkälti tutkijan omaan arviointiin. Koska kyseessä on kirjallisuusselvitys, tueksi ei ole otettu todellista kohdetta ja koska arvioinnin tekee inhimillinen arvioitsija tapauskohtaisesti, on mahdollista, että käytäntö ei kohtaa. Samoin suomennosvirheet ovat mahdollisia, sillä kieli oli hyvin haastavaa teknistä englantia.

### 3 KUPARI

Kupari on kullan, hopean ja lyijyn ohella ensimmäisiä ihmisen käsin muokkaamia metalleja. Vanhimmat kupariesineet taottiin läheltä maanpintaa pääasiassa koristeiksi. Vanhimmat kuparihelmet ja -neulat on löydetty Lähi-Idästä ja nykyisestä Turkista ja ne ovat 10 000 vuotta vanhoja. Kuparikarbonaatin ja -oksidimalmin sulattamistaito keksittiin todennäköisesti 6 000-8 000 vuotta sitten Turkissa ja nykyisen Israelin ja Egyptin välisellä alueella. Tämän jälkeen kuparivalmisteiden määrä kasvoi tehostuneiden tuotantomenetelmien vuoksi moninkertaisesti. Merkittävää oli kiisumalmin sulattamistekniikka, joka kehitettiin noin 4 500 vuotta sitten. (Engström 2004, 14).

Teollinen kuparituotanto alkoi 1800-luvun puolivälissä, kun kuparia alettiin käyttämään lennätinjohdoissa. Ensimmäinen lennätinlinja vedettiin 1837 Eustonin ja Pohjois-Lontoon Chalk Furnin välisen rautatien viereen. Tätä ensimmäistä teknistä sovellusta seurasivat muut keksinöt, esimerkiksi ensimmäisen puhelinlinjan vetäminen Englannin kanaalin yli vuonna 1850. (Engström 2004, 15).

Nykyisin kuparia ja kupariseoksia käytetään olosuhteissa, joissa tärkeitä ominaisuuksia ovat hyvä sähkönjohtavuus, korroosion kesto, väri, muotoiltavuus, taivutuskestävyys ja helposti toteutettavat juotosliitokset. Periaatteessa kaikki taloissa käytettävät sähköjohdot ovat kuparisia, samoin generaattoreiden ja sähkömoottoreiden johtimet. Telekommunikaatiossa kupari on vieläkin yleisempi

johdinmateriaali, joskin kuituoptiset materiaalit yleistyvät koko ajan. (Engström 2004, 15).

Tärkeimpiä syitä kuparin käytön laajuuteen ovat:

- Erinomainen sähkönjohtavuus: Vuonna 1913 kupari määriteltiin standardiksi 100-prosenttiselle johtavuudelle, tunnetaan termillä ”International Annealed Copper Standard” (IACS)
- Muokattavuus: Kuparia voidaan kiertää kelalle, jonka paksuus on vain 7 $\mu$ m.
- Hyvät valamisominaisuudet: Mahdollistavat tarkkojen yksityiskohtien luomisen.
- Helppo yhdistettävyyys: Yhdistämällä tai hitsaamalla.
- Kestävyys useimpia korroosiotyyppejä vastaan.
- Kyky muodostaa yhdisteitä; joilla on alkuperäisen metallin tapaan hieno väri ja joita voidaan kiillottaa. Useilla kupariyhdisteillä on hyvät vetolujuus- ja sähkönjohtavuusominaisuudet.

(Engström 2004, 16).

### 3.1 Metallinen alkuaine

Kupari (Cu, lat. cu'prum ts. kyproslainen metalli) on metallinen alkuaine. Alkuainenumero on 29, ja kuutio kuparia painaa 8 960 kg. Kuparia esiintyy maankuoressa puhtaana metallina ja yhdisteinä. Puhtaassa muodossa se on ruskehtavan punaista, melko pehmeää, helposti taottavaa ja venyvää. Kupari kuuluu jaksollisessa järjestelmässä jalometallien ryhmään 1b hopean ja kullan kanssa. Kupari on 28:ksi yleisin maankuoresta löytyvä alkuaine, ja sen keskipitoisuus on 50-70 mg/kg. Suurimmat pitoisuudet kuparia löytyvät vulkaanisilta alueilta ja peruskalliosta, pienimmät kalkki- ja hiekkakivestä. (Engström 2004, 16).

Kupari reagoi sellaisenaan useiden biomolekyylien kanssa, ja se on kaikissa elävissä organismeissa oleva hivenaine. Ionisoitu kupari reagoi tehokkaasti erilaisten materiaalien kanssa. Vain pieni osa vedessä, maaperässä ja kerrostumissa olevasta kuparista ei reagoi. Luonto säätelee kuparin imeytymistä ja poistumista lähes täydellisesti. Siten kupari ei keräydy kehoon tai ravintoketjuun. (Engström 2004, 16).

## 3.2 Ominaisuudet

### 3.2.1 Puhdas kupari ja kupariseokset

Kuparia myydään standardien perusteella eri laatuluokissa. Luokitukseen vaikuttaa hapen määrä, epäpuhtaudet ja jalostusprosessin tyyppi. Yleisimmässä kuparin tuotantomenetelmässä käytetään tietty määrä happea, jolloin muodostuu yhdiste CuO. Tällä oksidilla on positiivinen vaikutus kuparin sähkönjohtavuuteen. Yleisimmät puhtaan kuparin laadut ovat eritelty Liitteessä 1 (Engström 2004, 28).

Katoissa ja julkisivuissa käytävä kupari on pääasiassa fosforilla pelkistettyä Cu-DHP-kuparia. Cu-DHP-metallia helppo muotoilla ja työstää. Hehkutettua kuparilevyä käytetään katemateriaalina perinteisen pinnoitusmenetelmän mukaisesti ja myös vaativampiin sovelluksiin kuten saumauksiin. Puolikovaa levyä käytetään kattolevyissä, muottiin valamiseen, laattoihin ja muualle, missä materiaalin jäykkyys on tärkeä. Kovaa materiaalia suositellaan kasettien valmistukseen ja profiililevyihin. (Engström 2004, 31).

### 3.2.2 Korroosio

Kuparikatot ja -julkisivut ovat erittäin kestäviä ja niillä on poikkeuksellisen pitkä käyttöikä. Kuparilla päällystettäessä heikoimmaksi kohdaksi muodostuvatkin kiinnityskohdat. Kun vanhoja kattoja huolletaan, on yleistä, että kuparilevyt ovat hyvässä kunnossa, mutta kiinnitykset täytyy uusida. Kuparin korroosion kestävyys ulkotiloissa on erittäin hyvä. Yleisesti puhutaan kolmesta erilaisesta korroosiotyypistä: pinnan-, galvaaninen- ja korroosioeroosio. (Engström 2004, 32).

Yleisin korroosio tyyppi on pinnan eroosio. Tällainen korroosio on erittäin hidasta, mikä käy ilmi kokeista ja käytännön kohteita tarkastelemalla. Korroosio voi olla nopeampaa epäedullisissa olosuhteissa, esimerkiksi happaman veden vaikutuksesta. Jos katon sadevesijärjestelmä ei poista satanutta vettä kunnolla, saattaa kattoon syntyä paikallista korroosiota. Erilaisten ilmasto-olosuhteiden vaikutus on esitetty

taulukossa 1, josta käy ilmi, että meri-ilmasto ja kaupunginsaasteet vauhdittavat pinnan korroosiota (Engström 2004, 32-33; MET 2001, 149).

Taulukko 1 Kuparin keskimääräinen korroosio mikrometreinä (Engström 2004, 33; MET 2001, 149)

Maaseutuilmasto	0,2-0,6	vuodessa
Meri-ilmasto	0,6-1,1	vuodessa
Kaupunki-ilmasto	0,9-2,2	vuodessa

Ranskan Yhdysvalloille lahjoittaman Vapaudenpatsaan lähes koko julkisivu on kuparia. Vapaudenpatsas rakennettiin New Yorkin kupeeseen Liberty Islandin saarelle vuonna 1886. Se oli merkittävä kohde sähkön, hissien, teräsrakentamisen, betonivalun ja kuparin käytön kannalta. (The Copper Development Associationin www-sivut 2011). Vapaudenpatsaan oli mitattu olevan 46 metriä korkea ja siinä oli 27,2 tonnia 2,4 mm paksua kuparia. (National Park Servicen www-sivut 2011.) Vuosina 1984-86 Vapaudenpatsasta entisöitiin, mutta sadan vuoden meri-ilmastossa seisomisesta huolimatta kuparijulkisivusta ainoastaan soihtua jouduttiin korjaamaan. Soihtun korjaamiseen liittyvät siihen aikaisemmin kohdistuneet sähköistämisyhtymät. Tällöin mitattiin, että julkisivun kuparia oli kulunut 0,127 mm sadan vuoden aikana. Kuparijulkisivu oli yksi patsaan muutamasta elementistä, jotka eivät vaatineet kunnostusta. Kuparia käytettiinkin runsaasti patsaan sisätilojen kunnostuksessa. (The Copper Development Associationin www-sivut 2011).

Galvaaninen eroosio on sähkökemiallinen reaktio, jossa epäjalompi metalli syöpyy. Tämä ei yleensä koske kuparia, koska se on muita rakenteissa käytettyjä metalleja jalompaa. Kupari, kuten muutkin jalometallit, saattaa kuitenkin aiheuttaa galvaanista korroosiota epäjalommissa metalleissa kuten alumiinissa, sinkissä ja raudassa. Tästä johtuen suoraa kosketusta näihin metalleihin tulee välttää, ja kuparin kanssa tekemisissä ollutta vettä ei saa päästää valumaan muille metallipinnoille. (Engström 2004, 33). Galvaaninen eroosio vaikuttaa merkittävästi kuparijulkisivujen kiinnikkeiden ja kiinnitysalustojen valintaan. Taulukossa 2 on lueteltu metallit epäjaloinnasta aloittaen. Mikäli kiinnitysalustaksi käytetään toista metallia, tulee

sen olla jalompaa kuin kupari. Taulukosta 2 käy ilmi, että rakennusteollisuudessa yleisimmin käytetyistä metalleista kupari kuuluu jaloimpiin metalleihin.

Taulukko 2. Tyypillisten metallien jalous epäjalommasta jalompaan (Aurubiksen www-sivut 2012)

1. Alumiini
2. Sinkki
3. Teräs
4. Rauta
5. Ruostumatonteräs – aktiivinen
6. Tina
7. Lyijy
8. Kupari
9. Ruostumaton teräs – passiivinen

Kuparipinnoille virtaava vesi saattaa aiheuttaa ajan kanssa korroosiotyyppinä eroosikorroosiota. Tämä johtuu siitä, että sadevesi on happoa, joka kuluttaa metallipintaa, koska suojaava oksidikerrosta ei ehdi syntymään. Korroosio on nopeampaa, jos virtaava vesi sisältää hiekkaa. (Engström 2004, 33; MET 2001, 149).

### 3.3 Kupari rakennusmateriaalina

Kuparin käyttö rakennusmateriaalina perustuu sen erinomaiseen kestävyteen, helppohoitoisuuteen, luononmukaiseen väriin, elävyyteen, helppoon työstettävyyteen ja soveltuvuuteen muiden materiaalien kuten tiilen, puun, lasin tai luonnonkiven kanssa. Kupari kestää käsittelemättömänä ilmastollisia rasituksia. Kuparin pintaan muodostuu tiivis, pääosin oksideja sisältävä kerros, joka suojaa metallia syöpymiseltä. Alkuperäinen punertava pinta ei säily sellaisenaan vaan hapettuu. Kuparia on helppo työstää taivuttamalla ja syvävetämällä. Vaativassa syvävedossa voidaan käyttää tavanomaista pehmeämpää levyä (Lepola, Makkonen & Werner Söderström Osakeyhtiö 2007, 289)



Yksi tärkeimpiä kuparin käyttökohteita ovat kodin lämmitysjärjestelmien putkistot. Kuparilla on monia etuja verrattuna muihin vaihtoehtoisiin materiaaleihin. Monet yleisimmät bakteerit eivät siedä kuparia. Tämä parantaa selvästi veden laatua. Fosforikuparista valmistettuja laattoja ja levyjä käytetään rakennusteollisuudessa. Tämän tyyppinen kuparin käyttö on ollut jo pitkään yleistä katoissa, paneeleissa, viemäriputkissa ja rakennustaiteellisissa kohteissa. (Engström 2004, 15).

### 3.3.1 Rakennustuotteet

Teollisuudessa ja rakennusalalla käytettävät kuparilevyt ja -nauhat valmistetaan eriluokkaisista fosforidioksidoiduista kupareista. Luokat ovat hehkutettu, puolikova ja kova. Kuparipitoisuus on niissä vähintään 99,90 %. Kuparikattoja rakennettaessa liitokset tehdään yleensä puolikovalla ja kovalla materiaalilla. Kuparilevyistä ja nauhoista valmistetaan kuparipaneeleja, -profiileja ja -kasetteja. (Engström 2004, 40).

Kuparilevyä saa myös tehdashapetettuna. Aurubis Finland Oy:n tuotenimikkeet eri kuparin sävyille ovat Nordic Standard, Nordic Brown, Nordic Green, Nordic Blue, Nordic Brass ja Nordic Royal. Nordic Standardilla on konekiiltainen, punainen kuparipinta, johon ei ole lisätty mitään erillisiä käsittelyjä. Kirkas pinta patinoituu nopeasti ympäristön vaikutuksesta. Kuparin patinoitumisesta kerrotaan lisää Liitteessä 2. Nordic Brown ja Brown Light ovat kuparin seuraavan asteen, ruskean eri sävyt. Vihreällä Nordic Greenillä on lisäksi mahdollisuus valmistaa kahdella erilaisella Nordic Green Living- pinnalla, jolloin saadaan aikaan arkkitehtoninen elävä pinta. Nordic Bluetakin on mahdollisuus ottaa Living -pinnoilla. Nordic Bluella on tarkoituksena jäljitellä Välimeren ilmastossa esiintyvää patinan sävyä. Nordic Royal on alumiinipronssia, kullanväristä eikä kuparin tavoin hapetu tummaksi. Nordic Royal patinoituu myös, mutta pinta vain himmenee. Nordic Brass on messinkiä, joka on kellertävää, mutta hapettuu kuparin tavoin. (Aurubis Finland Oy:n www-sivut 2011).

### 3.3.2 Asennus

Kiinnikkeissä on huomioitava kuparin galvaanisuus. Erityisesti ulkoilmaan tulevien kuparimetallisten osien liitoksissa käytetään vähintään 80 % kuparia sisältäviä kuparimetalliruuveja, Austeniittisesti ruostumatonta terästä tai molybdeenia sisältävää haponkestävästä teräksestä (AISI 316) valmistettuja ruuveja. Alumiinia tai rautaa sisältäviä kiinnikkeitä ei saa käyttää. Sisätiloissa voidaan käyttää CuZn37-tyyppistä messinkiä. Nauloina tulee käyttää pyöreitä rihlattuja kuparinauloja ja niiteinä kupari-, pronssi- tai Monel-niittejä. (Järvinen 2011).

Aluslaattojen aineeksi valitaan materiaali niin, ettei liitokseen synny korroosiolle altista kohtaa. Esimerkiksi julkisivuille valitaan ruostumattomasta teräksestä valmistetut kiinnitysorret ja katoille umpilaudoitus. Jos ruostumattomien rakennusosien käyttö on mahdotonta, esimerkiksi alumiinisten ikkunapuitteiden kohdalla, metallipinnat on eristettävä toisistaan huolellisesti esimerkiksi EPDM -tiivistenauhoin. Joissakin tapauksissa riittäväksi eristykseksi voidaan hyväksyä polttomaalaus. Valumavesien poisjohtamisesta on huolehdittava rakenneratkaisuin niin, ettei synny valumajälkiä. Esimerkiksi ikkuna- ja vesipeltien ylityksen tulisi olla noin 40mm. Kiinnityksessä on huomioitava myös lämpölaajeneminen 1,7mm/m 100°C lämpövaihtelulla. (Järvinen 2011, Engström 2004, 33).

Kupariosia voidaan liittää toisiinsa hitsaamalla tai kova- ja pehmeäjuotolla. Soveltuvia hitsausprosesseja ovat kaasu-, TIG-, MIG- ja tyssähitsaus. Hitsattaessa on huomioitava kuparin suuri lämmönjohtavuus. Lämmön nousun johdosta kuumamuokattaessa saavutettu kovuus häviää kuumentuneella alueella. (Lepola, Makkonen & Werner Söderström Osakeyhtiö 2007, 289-290)

### 3.3.3 Huollettavuus

Kuparipinnoituksella on lähes missä tahansa olosuhteissa melkein rajaton käyttöikä. Tämä kuitenkin edellyttää oikeanlaista suunnittelua, pintamateriaalin oikeanlaista asentamistapaa ja asianmukaista huoltoa. Säännöllinen huolto takaa monia taloudellisia etuja. Yleensä kattovauriot johtuvat suunnitteluvirheistä,

ammattitaidottomuudesta tai välinpitämättömyydestä, kunnossapidon puutteesta tai keskenään epäsopivien materiaalien käytöstä. (Engström 2004, 144).

Rakennuksen huoltotarkastukset tulee tehdä joka toinen vuosi materiaaleista ja rakennuksen muodosta, maantieteellisestä sijainnista ja ilmastollisista oloista riippuen. Kuten muillekin katoille, Aurubis Finland Oy suosittelee huolto-ohjeissaan yleisen kuntotarkastuksen tehtäväksi vuosittain. (Juhola 2011). Katto kuntotarkastetaan perusteellisesti ja suunnitelmien mukaisesti. Yksityiskohdat on tarkastettava ja puhdistettava. Esimerkiksi räystäiden puhdistaminen kuuluu katon jokavuotisiin toimenpiteisiin. (Engström 2004, 144-151).

Puhdistustoimenpiteistä huolimatta voidaan todeta, että oikein suunniteltuna kuparikaton huoltotoimenpiteet ovat hyvin vähäiset ja sisältävät perushuoltotoimenpiteet. Kuparikaton pintaa ei tarvitse uudelleen käsitellä oikein suunnitelluissa kohteissa.

### 3.4 Ekologisuus

Kupari on hivenaine ja elintärkeä ihmisille, luonnolle ja eläimille. Sitä on oltava myös maaperässä, jotta kasvit menestyisivät normaalisti. Ilman kuparia nykyisen kaltainen elämä ei olisi mahdollista. Kuparikatoilta luontoon pääsevän kuparin määrä on erittäin pieni, ja sitä on viemäriveresissä hyvin vähän. Kuparikattoja voidaankin pitää ympäristöystävällisenä vaihtoehtona. (Engström 2004, 35).

Vihreät jäljet, joita näkee sadevesikourujen alla, koostuvat vihreistä kuparimineraaleista, jotka eivät ole kuparin korroosion tuotteita. Kuparin korroosio tuotteet eivät huuhtoudu pois sateen mukana, vaan ne jäävät pinnalle oksideina ja patinana. Teknillisen korkeakoulun suorittamien tutkimusten mukaan kuparimineraaleilla ei ole joko ollenkaan vaikutusta ympäristöönsä tai vaikutukset ovat hyvin vähäiset. (Engström 2004, 36).

### 3.4.1 Ensisijaisen kuparin tuotanto

Aikaisemmin kuparintuotanto oli ympäristön kannalta suuri ongelma. Erityisesti rikkidioksidin (SO<sub>2</sub>) ja metallien päästöt olivat korkeita. On saatu aikaan suuria parannuksia käyttämällä suljettuja prosesseja. (Egström. 2004. 20). Kuparin kierrätys on lisääntynyt tasaisesti joka puolella maailmaa ja kierrätyksen osuuden odotetaan kasvavan entisestään. (Engström 2004, 19).

Noin 90 % maailman tunnetuista kuparivaroista on kiisumalmia, noin 9 % metallioksideina ja alle 1 % puhtaana kuparina. Alkuperäinen kupari esiintyy tiettyjen kuparilaatujen, kuten kuparimalmin malakiitin ja atsuriitin hapettumisvyöhykkeellä. On mahdollista, joskin harvinaista, löytää puhtaan kuparin palasia alueilta, joilla on paljon alkuperäistä kuparia. Parhaat kuparikristallimuodostumat ovat löytyneet Michiganista Keweenawin niemimaalta. (Engström 2004, 18).

Kuparia ei esiinny keskitetysti maantieteellisillä alueilla, sitä on useassa maassa ja kaikilla mantereilla. Kuitenkin 55 % maailmassa louhitusta kuparista saadaan nykyisin Chilestä, USA:sta, Sambiasta, entisen Neuvostoliiton maista ja Kanadasta. Suuri osa louhitusta kuparista tulee alueilta, joissa kuparipitoisuus on alhaista. Tonnista malmia saadaan vain 4-10 kg puhdasta kuparia. Louhinta-alueiden käyttö mahdollistaa kuitenkin malmin taloudellisen käytön. (Engström 2004, 18). Noin 80 % maailmassa tuotetusta kuparista valmistetaan kiisumalmeista, kuten kuparikiisusta CuFeS<sub>2</sub>. Kuparintuotannossa käytettävä malmi sisältää keskimäärin 1 % puhdasta kuparia. (Engström 2004, 24).

### 3.4.2 Kierrätys

Noin kaksi kolmasosaa kaikesta teollisuusmaissa käytettävästä kuparista on laatuluokituksen A mukaista kuparia eli laatuluokittelun mukaan puhdasta kupari. Vain pieni osa teollisuusmaissa tarvittavasta kuparista käytetään kemikaaleihin, torjunta-aineisiin sienimyrkkyihin ja niin edelleen. Siis kuparia käytetään pääasiassa eniten aloilla, jossa kierrättäminen on helppoa. Ensisijainen kuparin tuotanto on

erityisen kuluttavaa, erityisesti jos malmi on köyhää ja sisältää alle 0,5% kuparia. Romukuparin käyttöön perustuvassa eli toissijaisen kuparin tuotannossa energiaa tarvitaan paljon vähemmän, koska sitä ei kulu louhimiseen, murskaamiseen eikä kuparin erottamiseen. Kun kuparituotteet kuten johdot, kattolevyt, paneelit tai vesiputket tulevat tarpeettomiksi, niissä oleva kupari on silti käyttökelpoista. Tällaisen kuparin arvo on noin puolet ensisijaisen kuparin hinnasta. Tätä ylijäämämateriaalia kannattaa siis kierrättää. (Engström 2004, 25).

Romukuparin kierrätys vaatii erilaiset prosessit ja energiamäärät. Helpointa on jalostaa puhtain eli nro 1 –romu, joka sisältää 99 % puhdasta kuparia. Laatuluokan nro 2 –romu sisältää vähintään 94-96 % kuparia. Se valetaan yleensä anodiunissa anodeiksi ja puhdistetaan sen jälkeen elektrolyytisesti. Huonolaatuinen kupariromu täytyy käsitellä konvertterissa, ennen kuin se kelpaa anodituotantoon. Kaikkein huonolaatuisin kierrätyskupari uudelleenjalostetaan perinteisellä tekniikalla eli käytännössä masuunissa. Toissijaisen kuparin tuotannossa tarvittavan energiamäärän arvioidaan olevan 15-40 % ensisijaisen kuparin tarpeesta. Siten nro 1- ja nro 2 laatujen kierrätyksessä tarvittavassa energiamäärässä on merkittävä ero. (Engström 2004, 25).

Turussa, Aurajoen rannalla sijaitseva läänin virastotalo on saanut uuden kuparijulkisivun. Vuonna 2009 alkanut peruskorjaus pyritään saattamaan loppuun vuonna 2012. Mittava saneeraustyö kattaa rakennuksen julkisivut, yleiset tilat sekä toimistot. Kuparia käytettiin rakennuksessa reilut 4 000 m<sup>2</sup>. Virastotalo edustaa 1960-luvun rakentamista yhdessä vieressä olevan kaupungin teatterin ja Wäino Aaltosen museon kanssa. Alun perin rakennuksen ovat suunnitelleet Risto-Veikko Luukkonen ja Helmer Stenroos. Vaikka vanhat kuparit olivat teknisesti kunnossa, niihin oli vuosikymmenten kuluessa tullut kosteusvaurioita (kuva 1) ja lämmöneristystä piti samalla lisätä. Korjaustyö aloitettiin telinetyöllä ja huputtamalla julkisivut, jonka jälkeen vanha rakenne purettiin rakennuksen sisäpuolelle. Purettua kuparia toimitettiin kierrätettäväksi noin 50 tonnia sekä messinkiä 5,5 tonnia. Tämä oli tietenkin huomattava kustannussäästö ja ympäristöteko. Aikaisemmin julkisivun listat olivat olleet messinkiä, mutta uudet teetettiin nyt kuparista. Uuteen julkisivuun asennettiin 70 tonnia vaaleanruskeaa kuparia vanhaa jäljitellen (kuva 2). (Kuusisto 2011).



Kuva 1. Turun läänin virastotalo ennen remonttia (CopperConcept www-sivut 2011)



Kuva 2. Turun läänin virastotalo remontin jälkeen (CopperConcept www-sivut 2011)

### 3.4.3 Toimitus ja varastointi

Rikastus- ja sulatusprosessit tehtiin aikaisemmin lähellä raaka-aineiden louhimispaikkaa, kun taas jalostaminen tehtiin markkina-alueiden lähellä. Nykyään jalostamoita on lähellä louhintapaikkaa tai varsinaisella kaivospaikkakunnalla. Useammissa aikaisemmin malmia vieneissä maissa kuten Chilessä, Perussa, Sambiassa ja Kongossa on nykyään omia jalostamoita, ja siten niistä on tullut suurimpia jalostetun kuparin viejiä. (Engström 2004, 18).

Kuparilevynpinta on herkkä vaurioitumaan jatkokäsittelyssä, joten eräät metallitehtaat toimittavat levyjä esimerkiksi syvävetotarkoituksiin ohuella kimmoisella, läpinäkyvällä polyeteenikalvolla päällystettynä. Kalvo on muovauksen jälkeen helposti irroitettavissa. Suojaustarvetta on muun muassa rakenteellisia

sisustusosia kuten kylpyhuonekalusteita sekä koriste että talousesineitä valmistettaessa. (MET 2001, 51).

Kuparituotteet ovat luonteeltaan pehmeämpiä kuin terästuotteet, joten ne ovat herkempiä käsittelyvaurioille kuljetuksien ja siirtojen aikana. Tästä syystä metallitehtaat pakkaavat kuparimetallilähetykset jäykkiin puu tai pahvilaatikoihin, jotka useimmiten suojataan muovikalvoilla kostumista vastaan ja aaltopahveilla iskuja vastaan. Vain tavalliset kupariputket ja paksuhkot kuparimetallitangot kuljetetaan suojaamattomissa nipuissa. (MET 2001, 55).

Kuparivalmisteiden varastoinnille asetettavat vaatimukset riippuvat jatkokäsittelyn laadusta ja varastointiajan pituudesta. Metallitehtaissa pakatut valmisteet alkuperäispakkauksissa olevat tuotteet, jotka sisältävät inhibiittikäsittelyn, säilyvät paremmin kuin suojaamattomat ainekset. Kastumaan päässeet tuotteet on välittömästi avattava ja levy kerrallaan kuivattava. Ympäristöään lämpimämpi varastointi estää kosteuden tiivistymästä metallipinnoille. Kuparimetallille haitallista on kloori-, rikki- ja ammoniakkipitoisten aineiden säilytys samoissa tiloissa. (MET 2001, 55). Katoille ja erityisesti julkisivuille sijoitettavat tuotteet tulevat niin laajalle ja näkyvälle alueelle, että suhteellisen pienetkin värimuutokset näkyvät selvinä esteettisinä virheinä. Siksi julkisivuille ja katoille käytettävien tuotteiden varastoinnille tulee asettaa mahdollisimman suotuisat vaatimukset.

#### 3.4.4 Käyttöelinkaari

Kupari ei ole koskaan ollut harvinainen tai vaikeasti saatava metalli. Sen louhinta on laajentunut aina uusien alueiden löytyessä. Louhittu kupari on nykyisin sijoitus tulevaisuuteen. Metallia ei vain käytetä ja viedä kaatopaikalle vaan se käytetään uudelleen. Kupari kierrätetäänkin lähes 100 %:sti. Kierrätetyllä (toissijaisella) kuparilla on samat mekaaniset ominaisuudet kuin uudella (ensisijaisella) kuparilla. Suuri osa maailmassa kierrätetystä kuparista ei mene uudelleen jalostukseen vaan se käytetään sulatuksen jälkeen kohteisiin, joissa raaka-aineelta ei vaadita jalostetun kuparin puhtautta. (Engström 2004, 19).

## 4 YMPÄRISTÖLUOKITUKSET

Ympäristöluokitus ja kestävä rakentamisen ajattelu alkoi kehittyä 1990-luvulla. Nyt 2000-luvulla luokitusjärjestelmät ovat alkaneet saada suosiota niin rakentajien kuin rakennuttajienkin puolelta. Ympäristöluokitusten tarkoitus on luoda tietoisuutta kestävien ratkaisujen tekemiseksi, saada ne vakiintuneeksi osaksi suunnittelun ja rakentamisen ajatusmaailmaa sekä ottaa ne päätöksenteon kannalta mukaan projektiin oikeaan aikaan. Niiden avulla halutaan luoda terveellisiä, turvallisia, pitkäikäisiä, energiatehokkaita, muunneltavia ja käyttäjäystävällisiä rakennuksia sekä saadaan palkittua tekijänsä valinnoistaan. Ympäristötekijöiden huomioiminen rakentamisessa luo hyvää imagoa ja toimii markkinointi argumenttina. Se hyödyttää omistajia, rakentajia, rakennuttajia ja rakennuksen käyttäjiä. (Gaia Group Oy 2009, 16-17; Finland Green Building Councilin www-sivut 2011).

McGraw-Hill Construction -yhtiö tutki rakentamisen kaupallisia hyötyjä Yhdysvalloissa ja havaitsi muun muassa nämä hyödyt: rakennuksen 7,5 %:n arvonnousu, sijoitetun pääoman tuoton 6,6 %:n lisäys, käyttöasteen 3,5 %:n kasvu ja sitä kautta vuokratuottojen 3 prosentin kasvu. Vihreissä tiloissa toimiva yritys voi antaa itsestään vastuullisen kuvan ja hyödyntää ympäristöluokitusta kaikessa sidosryhmäviestinnässään. (Finland Green Building Councilin www-sivut 2011).

Yhteiskunnan ja käyttäjien toiveet ympäristömyönteisestä rakentamisesta lisääntyvät, mutta kestävä rakentamista on silti hankala kehittää. Markkinat ovat hyvin hajanaiset ja monet toimitsijat tarjoavat vain yksittäisiä tuotteita. Toimitiloja rakennetaan lukuisissa vaiheissa, joiden vastuutahot vaihtelevat. Usein esimerkiksi rakennuksen suunnittelijat, rahoittajat, pääurakoitsija ja aliurakoitsija sekä omistajat ja käyttäjät ovat eri tahoja. Vaikka alan osaajat tuntevat oman alueensa erityispiirteet, ei heillä välttämättä ole kokonaiskuvaa kestävä rakentamisen mahdollisuuksista. Uusien toimintamallien käyttämiseen liittyy yleensä riskejä, joiden todennäköisyyttä ja vaikutusta on vaikea arvioida. Kokemuksia ympäristömyönteisistä tekniikoista ei välttämättä ole lainkaan tai niiden sovellettavuus on rajallista rakennusten erilaisuuden vuoksi. (Gaia Group Oy 2009, 16-17).



Investointikulut painottuvat usein elinkaaritarkastelua enemmän ja esimerkiksi energia koetaan investointia edullisemmaksi. Yksi haasteellisimmista kestävän rakentamisen esteistä on, että vuokranantajan ja vuokralaisen edut eivät kohtaa. Vuokranantajaa ei houkuta sitoa pääomaa ympäristömyönteisiin investointeihin ja jos esimerkiksi veden ja jätteiden määrien kuluja ei ole eritelty, ei vuokralaisella löydy mielenkiintoa säästää niissä asioissa. Kaikista haasteellisinta on muuttaa totuttuja käyttäytymismalleja. Aiemmat tavat ja tehottomat tottumukset eivät ole tietoisia päätöksiä. Jotta ala pystyy muuttamaan kohti kestävästä rakentamista, tulee sen muuttua ensin sisäisesti tai tarvitaan ulkoista painetta, joka kannustaa muutokseen. Lisäksi kaikkia kulutusryhmiä tulee ohjata vähimmäistehokkuuteen säädöksiä avulla. (Gaia Group Oy 2009, 16-17).

#### 4.1 LEED

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) on kansainvälisesti tunnustettu vihreän rakentamisen ympäristösertifikaatti. Pisteytysjärjestelmän on kehittänyt U.S. Green Building Council maaliskuussa 2000. (U.S. Green Building Councilin [www-sivut](#) 2011). Maaliskuuhun 2009 mennessä LEED-sertifioituja rakennuksia oli 2476. LEED-sertifikaatin yleistymisen on lähivuosina ollut nopeaa ja standardien mukaisia kohteita on alettu rakentamaan yli 50 maassa. (Green Building Council Finland [www-sivut](#) 2011).

Sertifikaatti perustuu riippumattomaan kolmannen osapuolen tekemään arviointiin tilojen, rakennuksen tai rakennushankkeen ympäristöominaisuuksista. Arvioitsijan ei ole pakko olla LEED-koulutettu arvioitsija, mutta arvioinnissa koulutetusta arvioitsijasta saa yhden kreditin. Saadakseen sertifikaatin rakennuksen tulee täyttää tietyt vähimmäisvaatimukset. Tarkasteltavana ovat muun muassa rakennuksen sijaintipaikka sekä energian, veden ja materiaalien kulutus koko elinkaaren ajalta. Rakennukselle annetaan pisteytyksen perusteella LEED-arvosana: Certified, Silver, Gold tai Platinum. (Green Building Council Finlandin [www-sivut](#) 2011; U.S. Green Building Councilin [www-sivut](#) 2011).

Yksi LEED-sertifikaatin kehitystyöryhmään kuuluvista asiantuntijoista, David Johnson, arvioi suurimman nosteen LEEDin kohdalla Yhdysvalloissa olevan jo ohi, vaikka puolet julkisista rakennuksista Yhdysvalloissa ovat LEED –sertifioituja. Hänen mukaansa tämä johtuu ilmastovyöhykkeiden eroista ja siitä, ettei LEEDin raja-arvot joiltakin osin riitä passiivirakentamiseen ja energiasäästöihin. Johnstonin mukaan suurin ero yhdysvaltalaisella ja suomalaisella rakentamisella on se, että Yhdysvalloissa käytetään paljon enemmän puuta rakennusmateriaalina. "Tästä aiheutuu ongelmia kosteuden tunkeutuessa sisälle taloihin. Jos kyseessä olisi uusi rakennustuote, puuta ei hyväksyttäisi kyseiseen kategoriaan.". Samoilla linjoilla on Mika Airaksela, jonka mielestä LEED ei mene tarpeeksi syvälle, jotta voitaisiin vertailla oikeita asioita vihreässä rakentamisessa. (Hellström 2010).

Skanskan pääjohtaja Johan Karlström kommentoi syksyllä 2011, että Yhdysvalloissa ei saa rakennuslupaa, jos kohteella ei ole LEED-sertifikaattia (Häkkinen 2011.) Suomessa suurin noste on todennäköisesti vasta edessä, sillä moni rakennuttaja on vasta viime vuosina hakenut sertifikaattia. Keväällä 2009 valmistunut, Helsingin Pitäjänmäkeen rakennettu toimitila, Moveres Business Garden, on ollut ensimmäinen LEED-sertifikaatin saanut rakennus Pohjoismaissa. Tämä sai Silver-tason sertifikaatin. Tämän lisäksi rakennuksia, joille on Suomessa haettu sertifikaatti, ovat muun muassa useat toimistotalot, logistikkakeskukset ja isommat kauppakeskukset. Suomessa LEED-sertifikaatteja hakevia rakennuttajia ovat esimerkiksi YIT, Skanska, PEAB ja Pöyry. (Rakennuslehden www-sivut 2011). Kauppakeskus Sello voitti Vuoden Kauppakeskus 2011- tittelin ja valintaa perusteltiin ympäristöarvojen huomioon ottamisella ja hyvällä vuorovaikutuksella alueen asukkaiden kanssa. Sello sai ensimmäisenä eurooppalaisena kauppakeskuksena toiminnanaikaisen Gold-tason LEED-sertifikaatin vuonna 2010. (Hokkanen 2011).

#### 4.1.1 U.S. Green Building Council, USGBC

U.S. Green Building Council (USGBC) -yhteisön on perustanut Rick Fedrizzi 1993. USGBC ilmoittaa olevansa voittoa tavoittelematon yhteisö, joka on sitoutunut tukemaan kustannus- ja energiatehokasta kestävästä rakentamisesta. Järjestö koostuu 78

paikallisesta alayhdistyksestä, 18 000 jäsenyrytyksestä ja -organisaatiosta sekä yli 170 000 LEED -valtuutetusta. (U.S. Green Building Councilin www-sivut 2011).

#### 4.1.2 Finland Green Building, FIGBC

Finland Green Building Council (FIGBC) aloitti toimintansa 19.4.2010 tehtävänäään kytkeä Suomi osaksi kansainvälistä Green Building Council -verkostoa. Sen tarkoituksena on tuoda kestävä kehityksen näkökulma luonnolliseksi osaksi kaikkea kiinteistö- ja rakentamisalan toimintaa sekä edistää ympäristöluokitusten käyttöä Suomessa. Järjestö tarjoaa jäsenilleen kestäväan kehitykseen liittyvää koulutusta, tietopalvelua ja kehitystoimintaa. FIGBC ei toimi pelkästään LEEDin edustajana Suomessa vaan tutkii myös muiden ympäristösertifikaattien kuten BREEAMin ja PromisEn käyttöä Suomessa. (Finland Green Building Councilin www-sivut 2011).

#### 4.2 BREEAM

Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) on Iso-Britaniassa kehitetty vapaaehtoinen vihreän rakentamisen mittausjärjestelmä. Sen on laatinut ja kehittänyt paikallinen kiinteistöalan tutkimusorganisaatio BRE (Building Research Establishment). BREEAM sertifiointiin käynnistettyä 1990, on sertifioitu 200 000 rakennusta ja rekisteröity yli miljoona projektia. Iso-Britanian ulkopuolella tosin on vasta rekisteröity 300 projektia. (BREEAM www-sivut. 2011). Sertifioitujen rakennusten määrässä BREEAM on selkeästi suurin ympäristöluokitus järjestelmä. (Finland Green Building Councilin www-sivut 2011)

BREEAMin suorittaa pätevoitynyt kolmannen osapuolen arvioija. Suomessa oli vuoden 2010 alussa kaksi BREEAM-pätevoitynyttä arvioijaa, Olof Grannlund Oy:ssä ja Pöyry Oy:ssä. BREEAM-järjestelmä joustaa ja siitä on mahdollista saada kansallinen versio, joka ottaa maan lainsäädännön huomioon ja painottaa arvioinnissaan maalle olennaisia kriteereitä esimerkiksi eri ilmastovyöhykkeiden tarpeet.

Ruotsissa ja Norjassa on tehty päätös kansallisen version hankkimisesta, joka saattaa johtaa BREEAMin yleistymiseen näissä maissa. (Salminen 2011.) Suomessa ei ole vielä yhtään valmistunutta BREEAM-kohdetta, mutta NCC ilmoitti vuonna 2009 ottavansa BREEAM ympäristöluokituksen käyttöön omaperusteisten kaupallisten toimitilojen arviointiin. Se on aloittanut vuonna 2010 neljä uutta Business Park-rakennusta ja kaikki uudet tilat sertifioidaan BREEAMin mukaan. BREEAMin valintaan on erityisesti vaikuttanut se, että järjestelmä ottaa huomioon maan lainsäädännön toisin kuin LEED-sertifikaatti. Tässä vaiheessa ollaan tähdätty Very Good –tasoon, koska korkeammille tasoille mentäessä käytössä tulisi olla uusiutuvaa energiaa. Toimistotalot ollaan kuitenkin päätetty liittää kaukolämpöön, mikä on Suomen oloissa järkevin ratkaisu. ”Aluksi keskitymme siihen, miten saamme pienennettyä energiantuotantoa. Toisessa vaiheessa otamme kantaa myös energiantuotantoon”, Optiplan Oy:n suunnittelupäällikkö Kimmo Liljeström kertoo. Vantaan Aviapolikseen rakennettavan 13 toimistorakennusta käsittävä Plaza Business Parkin odotetaan valmistuvaksi vuonna 2014 ja se tulee olemaan yksi Euroopan suurimpia yrityspuistoja. BREEAM on otettu mukaan kolmanteen eli viimeiseen vaiheeseen. (Korhonen 2009)

#### 4.3 PromisE

PromisE-ympäristöluokitus markkinoi itseään työkaluna kiinteistöjen markkinointiin ja kehittämiseen. Sen perusideana on arvioida merkittävimpiä ympäristövaikutuksia erilaisten mittareiden avulla. Mittaustulokset pisteytetään ja rakennukselle annetaan arvosana A, B, C, D tai E, joka kuvaa sen ympäristöominaisuuksien laatua. Laatuluokituksen avulla rakennusten ostajat ja tilojen vuokralaiset pystyvät arvioimaan rakennuksen ympäristöystävällisyyttä. Paras arvosana on A, johon PromisE arvioi pääsevän Suomen kiinteistöistä 1-2%. (PromisEn www-sivut 2011).

PromisE on viranomaisten ja alan toimijoiden yhteisesti sopimiin ympäristökriteereihin perustuva menettely. Merkittävistä järjestöistä järjestelmän toteuttamiseen ovat osallistuneet Ympäristöministeriö, MOTIVA, RAKLI ja Rakennusteollisuus RT. Arviointikriteeristön ovat yhteistoiminnassa toteuttaneet Sisäilmayhdistys Ry, VTT ja JP-Talotekniikka Oy. (HankePromise Manual 2011, 4)

PromisE jakautuu kahteen erityyppiseen arviointikriteeriin HankePromiseen, joka on tarkoitettu uudisrakennuksille ja KiinteistöPromiseen, joka on tarkoitettu olemassa oleville rakennuksille. HankePromise keskittyy enemmän rakennuksen suunnitteluun ja rakentamiseen ja KiinteistöPromise rakentamiseen ja ylläpitoon. Laadintaprojekti on tehty kaksivaiheisesti: KiinteistöPromise vuosina 1999-2002 ja HankePromise vuosina 2002-2004. (HankePromise Manual 2011, 4) Kuvasta 3 näkyy PromisE-arviointijärjestelmien vaiheita, eroavaisuuksia ja yhteneväisyyksiä.



Kuva 3. PromisE sertifikaattien sisällön jakautuminen (HankePromise Manual,4)

PromisE-arviointi on tehty tietyille rakennusmassaltaan merkittävimmille kiinteistötyypeille: toimistorakennuksille, asuinkerrostaloille ja kauppakiinteistöille. Arviointimalli huomioi kiinteistötyypin erityispiirteet. Tarvittaessa PromisE-arviointia voidaan soveltaa muillekin kiinteistötyypeille esimerkiksi koulurakennuksille ja päiväkodeille, hotelleille. (HankePromise Manual 2011, 5).

PromisE on sekä raportoinniltaan että laskenneltaan hyvin käytännönläheinen ja helposti omaksuttava luokittelujärjestelmä. Se perustuu kansallisiin keskilukuihin, joka rajoittaa sen kansainvälistä käyttöä ja vertailukelpoisuutta. (Finland Green Building Councilin www-sivut 2011). PromisEn kehittäminen on tutkimusten teko hetkellä jäissä (Hellsten & Korhonen. 2010). Promise jatkokehittämisestä on käyty

kuitenkin keskustelua ja sitä on ehditty käyttää jo 1500 rakennuksessa. (Vihreän rakentamisen www-sivut 2011).

PromisE arvioi rakennuksen ympäristöominaisuuksia neljän eri pääluokan kautta. Nämä ovat ihmisten terveys, luonnonvarojen käyttö, ekologiset seuraukset ja ympäristöriskien hallinta. HankePromisessa materiaalin ekologisuutta arvioidaan VTT:n kehittämän Elinkaarirvioinnin eli EKA-menettelyn mukaisen rakennukselle lasketun ympäristövaikutuksen mukaan. Arvio lasketaan 100 vuoden ajanjaksolle ja luonnonraaka-aineiden käyttö lasketaan erikseen uusiutumattomille ja uusiutuville raaka-aineille. PromisEssa huomioidaan rakennusaikaiset tuotteet ja niiden uusimisajanjaksot, rakennusaikaisen jätteen hallinta ja uusittavien materiaalien kuten vaipan ulkoverhoilun kierrätyksen. (HankePromise 2011. 24-25).

KiinteistöPromise arvioi materiaaleja niiden puhtausluokittelujen mukaan ja materiaalien vaikutuksesta kiinteistöä käyttävien ihmisten terveyteen. (KiinteistöPromise Manual 2011, 13) Ihmisten terveys on 20 % kokonaispisteityksestä ja materiaalipäästöt tästä 20 % eli materiaalipäästöjen kokonaisvaikutus lopputulokseen on 4 %. Luonnonvarojen käytön yhteydessä KiinteistöPromise ei ole ottanut mukaan laskentaan materiaalien käyttöä. (KiinteistöPromise Manual 2011, 18).

#### 4.4 iiSBE - SB-Tool

Sustainable Building Tool (SBTool) on 20 maan edustajan kanssa kehitetty arviointi työkalu, jonka kehitys alkoi vuonna 1996. SB Methodin kehitystä ohjaava The Technical Committee on ollut toiminnassa vuodesta 2008 lähtien. Ensimmäisen vuoden aikana SBMethod sai 80 projektiehdotusta 23 maasta, joista 30 toteutui. IiSBEen eli International Initiative for a Sustainable Built Environmentin on perustanut Urban Working Group ja sillä oli vuoden 2010 alussa 30 jäsentä. Sen toiminnassa on mukana neljä eurooppalaista yliopistoa, ja se on kansainvälinen yhteistyöhanke. (iiSBE www-sivut 2011).

IiSBE, on tarkoitettu yleiseksi pohjaksi kehitettäessä kansallisia ympäristöluokitusjärjestelmiä. Järjestelmä sisältää laajan valikoiman kestävästä rakentamisen ratkaisuja, ei pelkästään vihreän rakentamisen näkökulmasta. Järjestelmän ulottuvuus on muunneltavissa tarpeen mukaan niin kapeaksi tai laajaksi kuin halutaan kuuden tai yli sadan kriteerin mukaan. Toisin kuin muissa luokittelujärjestelmissä tämä mahdollistaa sen, etteivät epäolennaiset tekijät vaikuta luokittelujärjestelmään. SB Method ottaa huomioon alueeseen ja sijaintiin liittyvät vaatimukset. Arvostelun painotuksen voi myös osin säädellä kolmas osapuoli. Järjestelmä on luotu tuomaan uusi lisä paikallisiin kriteereihin. Se sisältää neljä eri rakennustapaa: uudis- ja korjauskohteet, viiden eri asumistyyppin, rakennukset 100 kerrokseen asti ja tuotantorakennusten edellytykset. (iiSBE www-sivut 2011).

SBToolin sovelluksia ovat muun muassa VERDE, jota käytetään Espanjassa, ja Protocollo ITACA Italiassa. Lisäksi SBTool-työkaluihin kuuluu myös Protocollo SBC, SBTool PT ja SBTool CZ. IiSBE arvioi kuitenkin sivuillaan sijoittajien ja rakennuttajien suosivan enemmän markkinahenkisiä sertifikaatteja kuten LEEDiä.(iiSBE:n www-sivut 2011).

#### 4.5 Green Star ja HomeStar

Green Star on vapaaehtoinen ympäristöluokitusjärjestelmä Australiassa, Uudessa-Seelannissa ja Etelä-Afrikassa. Sen on perustanut vuonna 2003 Green Building Council of Australia. Sertifioitua pinta-alaa on 4 miljoonaa neliometriä ja rekisteröityä 8 miljoonaa neliometriä ympäri Australiaa. (GBCA:n www-sivut. 2011.) Uuteen-Seelantiin perustettiin Green Buildin Council vuonna 2007 ja ensimmäinen rakennus sertifioitiin vuoden 2008 loppupuolella. New Zealand Green Building Councililla on kaksi sertifiointityökalua; Green Star liikekiinteistöille ja HomeStar asuinrakennuksille. (NZGBC:n www-sivut. 2011) Green Building Council perustettiin Etelä-Afrikkaan 13. jäsenenä vuonna 2007 ja syksyllä 2008 sertifioitiin ensimmäinen Etelä-Afrikan viiden tähden toimistorakennus. (GBCSA:n www-sivut).

Green Star ja HomeStar ovat kehitettyjä muotoja BREEAMsta ja LEEDsta, jossa on otettu huomioon kyseisen leveyspiirin ympäristöolot. Sertifikaattien rakenne ja tavoitteet muistuttavat LEEDiä ja BREEAMia. Sertifikaattien tarkoitus on vähentää kasvihuonekaasuja, asettaa standardit vihreälle rakentamiselle ja ennen kaikkea tuoda tietoisuuteen vihreän rakentamisen tuomat edut ja elinkaariajattelu. Sertifikaatit ottavat huomioon arviossaan huollon, sisäilman laadun, energian käytön, julkisen liikenteen, veden, maan ja materiaalin käytön sekä aiheutuvat saasteet ja rakennuksen innovatiiviset ratkaisut. (GBCA:n www-sivut. 2011. NZGBC:n www-sivut 2011)

Pisteytyksen mukaan on mahdollisuus saada vihreitä tähtiä seuraavasti

- 45-59 krediittiä: 4 vihreää tähteä tarkoittaa ”Best Practice” ympäristöllisesti kestävässä suunnittelussa ja/tai rakentamisessa
- 60-74 krediittiä: 5 vihreää tähteä tarkoittaa ”Australian Excellence” ympäristöllisesti kestävässä suunnittelussa ja/tai rakentamisessa
- 75-100 krediittiä: 6 vihreää tähteä tarkoittaa ”World Leadership” ympäristöllisesti kestävässä suunnittelussa ja/tai rakentamisessa

Materiaalivalinnan arvostelussa Green Star-systeemi ottaa huomioon rakennuksen koko materiaalin valinnan ajalta sekä huollon ja uudelleenkäyttön. Green Star –järjestelmä kannustaa kierrätetyn teräksen käyttöön ja järjestelmässä on mahdollisuus ansaita ”Steel Credit”. Green Starissa siis palkitaan metallin käytöstä vielä erikseen ja näin ollen voidaan olettaa, että suositaan metallin käyttöä rakennusaineena. (GBCA:n www-sivut 2011).

#### 4.6 CASBEE

Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE) on the Japanese Ministry of Land, Infrastructure, Transport, and Tourismin julkaisema ympäristösertifikaatti, jonka kehittäminen on aloitettu vuonna 2001. Ensimmäinen rakennus sertifioitiin vuonna 2005 ja elokuuhun 2009 mennessä sertifioituja rakennuksia oli 80. CASBEE on kehitetty BREEAM ja LEED esimerkinä seuraavin perustein:



- palkita kestävämpää rakentamista ja siten kannustaa suunnittelijoita ja muita projektiin osallistuvia valinnoissaan.
- järjestelmän tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen
- sen pitäisi sopia mahdollisimman monelle rakennustyypille
- sen pitäisi ottaa huomioon Japanin ja Aasian olot ja erityispiirteet.

CASBEE lajittelee sertifiointityypinsä uudis- ja korjausrakentamiseen sekä olemassaoleville rakennuksille, mutta sillä on lisäksi erikseen arviointijärjestelmät kaupunkirakentamiselle, omakotitaloille ja kaupunkisaarrekeilmiöille sekä kiinteistön arvioinnille. (IBEC:in www-sivut 2011).

CASBEE koostuu neljästä arvostelumittarista, joita se kutsuu CASBEE Familyksi. Viimeisin versio CASBEE:sta eroaa LEED:stä oleellisesti siten, että se käyttää pisteytysjärjestelmässään luonnostyökaluja ja sertifiointiprosessi koostuu yleensä rakennustyömaakäynneistä valmistusaikana. LEED-sertifiointiprosessi alkaa suunniteluvaiheen alussa ja on osana projektia aina valmistumiseen asti. (Kubba. 2010, 19-48).

#### 4.7 Muita ympäristöluokitusmenetelmiä

Laajojen ympäristöluokitusten lisäksi on käytössä vain joihinkin osa-alueisiin keskittyviä arviointityökaluja, kuten EU:n alueella Rakennusten energiatodistus, Suomessa Sisäilmaluokitus tai Taloyhtiön kuntotodistus. (FIGBC www-sivut 2011).

Rakennusten energiatodistuksessa ilmoitetaan se energiamäärä, joka tarvitaan vuodessa kun rakennus on tarkoitustaan vastaavassa käytössä. Kiinteistölle määritellään energialuokka asteikolla A-G, jotta kiinteistön energiatehokkuuden arviointi ja vertaaminen muihin vastaaviin kiinteistöihin onnistuisi. Kiinteistön lämmitysmuoto ei vaikuta rakennuksen saamaan energialuokkaan. Energiatehokkuuden parantaminen on nimenomaan kiinteistönomistajan etu, sillä mitä vähemmän energiaa kiinteistö kuluttaa sitä enemmän omistaja säästää. Energiatodistus on tullut pakolliseksi kaikkiin uudisrakennuksiin kiinteistön tiloja

myytäessä tai vuokrattaessa vuodesta 2008 lähtien. Tätä vanhemmissa omakotitaloissa ja alle kuuden asunnon asuinrakennuksissa, jotka ovat valmistuneet ennen lain voimaan tuloa, todistus on vapaaehtoinen. Todistusta ei vaadita myöskään vapaa-ajan asunnoille ja teollisuusrakennuksille, joita käytetään alle neljä kuukautta vuodessa. Energiatodistus uusitaan tarvittavin määräajoin. (Ympäristöministeriön www-sivut 2011).

Ensimmäinen sisäilmaluokitus ilmestyi vuonna 1995 nimellä Sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien luokitus ja viimeisin versio vuonna 2008 nimellä Sisäilmastoluokitus. Se on otettu laajasti käyttöön ja toimii ohjenuorana lähes kaikessa toimitilarakentamisessa. Siihen perustuviin rakennusmateriaalien ja ilmanvaihtotuotteiden M1-luokkiin on hyväksytyt jo yli 1300 tuotetta. Sisäilmastoluokitus 2008:ssa on merkittävästi vähennetty sopimukseen kirjattavien suureiden määrää. Mukaan on jätetty vain sellaiset, joilla on merkitystä terveydelle ja viihtyisyydelle; joihin voidaan vaikuttaa suunnittelun ja rakentamisen keinoin ja jotka voidaan kohtuukustannuksin todentaa valmiista rakennuksesta. Näillä kriteereillä jäljelle jäivät lämpötila, ilman liikenopeus, hiilidioksidipitoisuus ja radonpitoisuus. Lisäksi mukaan on otettu akustisen suunnittelun ja valaistuksen tavoitteet. Rakennuttaja päättää suunnittelijan ohjaamana tavoitearvoista ja kirjaamisvastuu jää pääsuunnittelijalle. (Sisäilmastoyhdistys Ryn www-sivut 2011).

Taloyhtiön kuntotodistuksen voi laatia vain siihen päteväitynyt henkilö. Kuntotodistus kertoo, kuinka paljon eri rakennusosien kunto on alkuperäisestä heikentynyt ja mitä korjauksia niihin on tulossa. Näin ostaja voi turvallisemmin verrata eri kohteita ja taloyhtiön on helpompi päättää väistämättömistä korjauksista. Kuntotodistus pohjautuu KH-ohjeiston mukaiseen kuntoarvioon, joka tehdään kuntotodistuksen yhteydessä. Kunto luokitellaan 1-5 tähdellä riippuen teknisen kunnan ja korjaustoiminnan suunnitelmallisuudesta. Ensin mainitun paino arvo on 80 % ja jälkimmäisen 20 %. Todistuksessa on erikseen mainittu, mikäli jonkun rakennuosan kunnan määrittämiseksi tarvitaan kuntotutkimusta. Kuntotodistus ei ole energiatodistuksen tapaan pakollinen. (Kuntotodistuksen www-sivut 2011).

Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA) on menetelmä, jonka avulla pyritään systemaattisesti selvittämään palvelun tai tuotteen koko elinkaaren aikaiset

ympäristövaikutukset raaka-aineen hankkimisesta tuotteen hylkäämiseen. Sen ensimmäinen versio on lanseerattu 2000 ja sitä kehitellään yhä. Arvioinnin toteuttamisessa voidaan apuna käyttää kansainvälisen standardiston, ISO 14040-sarjan standardeja. Alunperin se on kehitetty selvittämään tuotteiden välisiä eroja, mutta nykyään sitä käytetään myös laajemmin erilaisiin kohteisiin. Ympäristömerkkien myöntämisen lisäksi järjestelmää voidaan käyttää erilaisten järjestelmien, kuten kuljetusten, tai tuotantovaiheiden, erilaisten prosessien, vertailuun. Elinkaariarviointia voidaan hyödyntää myös investointipäätöksissä, tiedottamisessa ja markkinoinnissa. Ympäristöministeriön sivujen mukaan elinkaariarvioinnin käyttö on yleistynyt niin julkishallinnossa kuin yrityksissä. (Ympäristöministeriön www-sivut). Rakennusalan lehdissä on kuitenkin puhuttu menettelystä varsin vähän. Sitä on käytetty siltojen korjaussuunnittelussa ja esimerkiksi Helsingin päiväkotia Kamomillan talotekniikan ympäristöselosteiden laatimiseen. Elinkaariarviointia käytetään yleensä Elinkaarikustannusanalyysin kanssa. (Nyman. 2001. Häkkinen 2010). BREEAM käyttää LCA-mittarin antamia arvoja osana arviointimenetelmäänsä. Green Guide to Specification kääntää LCA-työkalun antamat lukuarvot helposti ymmärrettäväksi arvosanaksi.

## 5 LEED

LEED on luotu määrittelemään ja mittaamaan vihreää rakentamista koko rakennuksen elinkaaren ajalle. Järjestelmän ensimmäinen versio tuotiin markkinoille elokuussa 1998. LEED on vapaaehtoinen, yhteistyöhön perustuva ja markkinoiden ohjaama. Se perustuu olemassa olevaan ja testattuun teknologiaan, joka arvioi rakennusta kokonaisuutena koko rakennuksen elinkaaren ajalta ja hankkii ratkaisevan normituksen, johon vihreän rakentamisen suunnittelu, rakentaminen ja toiminta perustuu. Tarkoitus on edistää terveellistä, kestävä, edullista ja ympäristöllisesti kestävä rakentamistapaa rakennuksen suunnittelussa ja pystytyksessä.

## 5.1 Arviointityypit

Projektille valitaan ensin sertifikaatti rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan

- New Construction (NC)
- Existing Buildings: Operation & Maintenance (EB: O&M)
- Commercial Interiors (CI)
- Core & Shell (CS)
- Schools (SCH)
- Retail
- Healthcare (HC)
- Homes
- Neighborhood Development (ND)

**LEED for New Construction (NC)** on rakentamisaikana haettava sertifikaatti. Se on suunniteltu ensisijaisesti toimistorakennuksille, mutta sitä on haettu monen tyyppisiin rakennuksiin. Sertifiointeja on tehty esimerkiksi toimistoille, kauppakeskuksille, hotelleille, julkisille rakennuksille (kirjastot, koulut, museot) ja asuinhuoneistolle. (USGBC:n [www-sivut 2011](#)).

**Existing Building: Operating and Maintenance (EB: O&M)** on tarkoitettu jo olemassa olevien rakennusten käytön ja ylläpidon arviointiin. Siinä pyritään vähentämään kiinteistön ylläpidosta ja toiminnasta koituvia ympäristövaikutuksia. Sen voi hankkia rakennukselle, jota ei vielä ole sertifioitu, tai se voidaan tehdä rakennukselle, jolla on jo sertifikaatti NC, Schools tai CS. EB-kokonaisuudessa ei oteta huomioon juuri rakenteiden materiaalivalintoja ja materiaalien osalta pisteytys keskittyy lähinnä jätteiden kierrättämiseen ja kohteen siivoamiseen sekä ylläpitoon. (USGBC:n [www-sivut 2011](#)).

**Core & Shell (CS)** sopii projekteille, joissa ei vielä projektin alkuvaiheessa tiedetä ketkä tulevat käyttämään kiinteistöä, ja joissa omistaja ja suunnittelija eivät päätä kaikista rakennukseen liittyvästä suunnittelusta ja rakentamisesta. Tällaisia rakennuksia ovat esimerkiksi vuokralle menevät yrityspuistot. Pisteytys perustuu

tällöin rakenteisiin, julkisivuun ja LVIS-valintoihin. LEED CS on suunniteltu toteutumaan **Commercial Interiors:n** (CI) kanssa, joka on ympäristösertifikaatti vuokratiloiksi tarkoitetuille rakennuksille ja joka mittaa rakennuksen tehokasta käyttöä ja ylläpitoa. (USGBC:n ja IGBC:n www-sivut 2011).

**Schools** (SCH) arviointijärjestelmä on tarkoitettu erityisesti kouluille, joissa oppilaina on alle 12-vuotiaat lapset. Se perustuu NC-sertifikaattiin, mutta sisältää lisäksi esimerkiksi luokkahuoneen akustisuuden suunnittelua, yleiskaavan huomioimista, kosteusvaurioiden ehkäisyä ja ympäristön huomioimista. (USGBC:n www-sivut 2011).

**Retail**-järjestelmää on kahta erilaista. LEED for Retail: New Construction ja Commercial Interiors. Retail on julkaistu 2010 lopussa ja se on tarkoitettu kauppakeskusten arviointiin. Se perustuu joko NC:niin tai CI:iin, riippuen siitä onko halutaanko hakea sertifikaatti kauppakeskuksen toiminnalle vai rakennusurakalle. Retail ottaa huomioon pisteytyksessä kauppakeskuksille tyypilliset fyysiset vaatimukset (koneet, suunnittelun, maisemasuunnittelun) sekä toiminnalliset vaatimukset (myynnin kehityksen, työntekijöiden ja asiakkaiden tyytyväisyyden). (USGBC:n www-sivut 2011).

Marraskuussa 2010 julkaistu arviointijärjestelmä, **Healthcare** (HC), on tarkoitettu erityisesti terveydenhoitolaitoksille, jotka ovat avohoito-, sairaala- ja pitkäaikaishoitotilaille. Muidenkin sairaanhoidollisten rakennusten sertifiointi on harkittavissa tämän mittarin mukaan. Se ottaa huomioon laitoksiin liittyvät vaatimukset esimerkiksi sisäilman laadun, tautien leviämisen ja rakennuksen ympärivuorokautisen käytön sekä uusissa että jo olemassa olevissa kohteissa. (USGBC:n www-sivut 2011).

**Homes**-sertifikaatti on tarkoitettu pientaloille. LEED for Homesin www-sivuilla on mahdollista kokeilla ilmaiseksi LEED-pisteytystä omalle kiinteistölleen. (LEED for Homes www-sivut. 2011. USGBC:n www-sivut. 2011.) **Neighborhood Development** (ND) arviointijärjestelmä on tarkoitettu asuinalueiden suunnitteluun järkevää kasvua, kaupungistumista ja vihreää rakentamista arvioitaessa. ND ottaa

materiaalit huomioon lähinnä vanhojen rakenteiden, rakennusten ja materiaalien säilyttämisenä ja kierrättämisenä. (USGBC:n www-sivut 2011).

## 5.2 Pisteytys

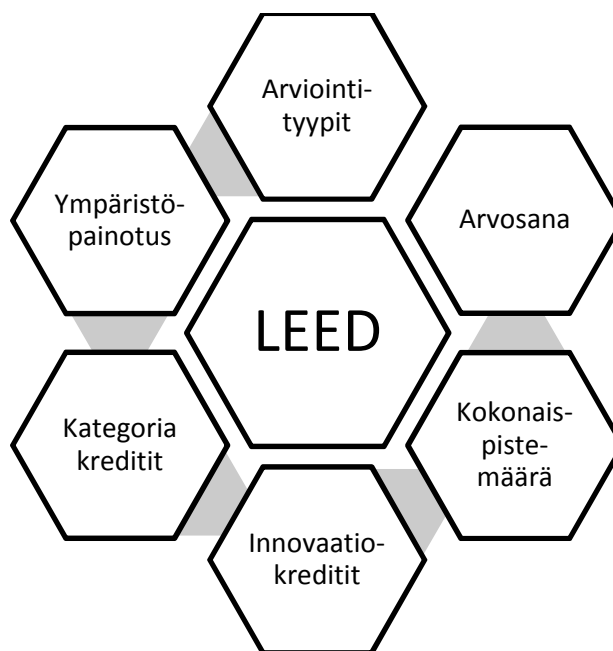
Jokaisessa arviointijärjestelmässä jaetaan 100 peruskreditiä. Lisäksi on mahdollisuus ansaita 6 kreditiä innovatiivisesta suunnittelusta ja 4 kreditiä maantieteellisestä sijoittumisesta, joka määräytyy postinumeron perusteella. Kreditit annetaan positiivisina kokonaislukuina ja niihin ei vaikuta esimerkiksi rakennuksen ilmastovyöhyke. LEEDlle ei tehdä projekti- tai maakohtaista pisteytystä eikä niitä voida arvioida tapauskohtaisesti eli LEED sertifikaatteja ei räätälöidä projektin mukaan vaan valitaan projektille sopiva sertifikaatti. (Green Building Design and Construction 2009, xii-xiii).

Rakennuksille annetaan arvosana kertyneiden pisteiden perusteella:

- Certified - 40 - 49 kreditiä
- Silver - 50 - 59 kreditiä
- Gold - 60 - 79 kreditiä
- Platinum - 80 kreditiä ja enemmän

(Green Building Design and Construction 2009, xii-xiii).

LEED 2009:ssä kreditit on jaettu eri kategorioihin niiden ansaitsemisperusteiden mukaan. Ympäristövaikutukset sekä ihmisten mukavuus ja terveystekijöihin vaikuttavat kreditit on käsitelty erikseen. Näissä arvioidaan kasvihuonepäästöjä, fossiilisten polttoaineiden käyttömyrkkujen määriä ja karsinogeneja, veden- ja ilmansaasteita sekä sisäilmanlaatua. Vaikutusten arviointiin käytetään useampia eri työkaluja kuten energiamallinnusta, elinkaariarviointia ja liikenneanalyysia. (Green Building Design and Construction 2009, xii). Kuva 4 havainnollistaa LEED arvosanan muodostumisen.



Kuva 4. LEED arvosanan muodostuminen

### 5.3 New Construction, Schools ja Core & Shell

LEED for New Construction-, Core & Shell- ja Schools arviointijärjestelmien kreditit jakautuvat ympäristöpainotuksiin seuraavanlaisesti.

- Sustainable Sites (SS)
- Water Efficiency (WE)
- Energy and Atmosphere (EA)
- Materials and Resources (MR)
- Indoor Environmental Quality (IEQ)
- Innovation in Design (ID)
- Regional Priority (RP)

(Green Building Design and Construction 2009, xiii).

**Sustainable Sites (SS)** eli kestävä sijoittaminen arvioi rakennustyömaan järkevää valintaa ja kehitystä. Se myös pyrkii minimoimaan liikenteestä aiheutuvien myrkkujen joutumista maaperään esimerkiksi parkkipaikoilla. Maisemasuunnittelussa kannustetaan käyttämään vähän myrkytystä kaipaavia

istutuksia. Pisteitä saa myös luonnonsuojelusta, kaupunkisaarrekeilmiön vähentämisestä, sadevesivalunnan ja valosaasteen hallinnasta. (Green Building Design and Construction 2009, 1-2).

**Water Efficiency (WE)** eli vedenkäytön tehokkuus -krediteissä tarkoitus on tarkkailla vedenkulutusta, vähentää juomaveden käyttöä ja energian kulutusta. Tarkoitus on luoda veden hankinnan kannalta tehokas ympäristö. (Green Building Design and Construction 2009, 162).

**Energy and Atmosphere (EA)** eli energia ja ilmakehä osuudessa kreditejä hyvitetään tehokkaasta energian käytöstä, seurannasta ja suunnittelusta. CFC- eli kloori-vety hiili-yhdisteiden käyttämistä pyritään välttämään jäähdyttimissä ja kannustetaan käyttämään uusiutuvaa energiaa. (Green Building Design and Construction 2009, 213-215).

**Indoor Environmental Quality (IEQ)** eli sisäilmanlaatu kannustaa huomion kiinnittämistä sisäilmanlaatuun ja tärkeänä tekijänä on tuuletuksen parantaminen. Hyvä sisäilma vaikuttaa usein ratkaisevasti työntekijöiden jaksamiseen. Ilmansaasteiden kuten esimerkiksi tupakansavun leviämiseen ympäristössä kiinnitetään huomiota sekä hiilidioksidin poistumiseen esimerkiksi luokkahuoneissa. Monesti sisäilman laadun parantaminen vaatii lisäenergiaa ja tässä osuudessa toivotaan sen tapahtuvan myös energiatehokkaasti. Aukkaiden tulee voida säätää haluttuja asetuksia sekä hyödyntää päivänvaloa. Tässäkin osiossa toivotaan vähemmän haitallisten aineiden käyttöä. (Green Building Design and Construction 2009, 402-403).

**Materials and Resources (MR)** eli materiaalit ja resurssit-kreditit voivat vähentää rakennusjätettä. Tämän kohdan pisteytys keskittyy kahteen pääasiaan: materiaalin tuomiin ympäristövaikutuksiin ja rakennustyömaalta lähtevän kaatopaikka- ja energiajätteen minimointiin. Tässä osuudessa pyritään kannustamaan suunnittelijoita valitsemaan kestävä materiaalit, joiden louhinnalla, jalostamisella, kuljetuksella, käytöllä ja hävittämisellä olisi mahdollisimman pieni kielteinen vaikutus ihmisten terveyteen ja ympäristöön, ilman ja veden saastumiseen, luonnollisen elinympäristön tuhoamiseen ja luonnon raaka-aineiden loppuun kuluttamiseen. Näihin voidaan



vaikuttaa vastuullisilla materiaalivalinnoilla. (Green Building Design and Construction 2009, 335-336).

Rakennuksen ylläpidosta ja hallinnasta aiheutuvaa tarpeetonta jätettä pyritään vähentämään. Rakennusaikainen jäte ja purkujäte käsittää 40 % kaikesta kiinteästä jätteestä Yhdysvalloissa. Jättemäärän vähentäminen on ensimmäisenä EPA:n hierarkialistalla, koska se minimoi jätteiden hävittämistä ja kierrättämistä koko materiaalin elinkaaren ajan. Materiaalin uudelleen käyttö on toisena, koska materiaali on erotettu jätteistä ja korvaa toisen materiaalin. Kierrättämisellä ei ole kaikkia samoja etuja kuin jätteiden välttämällä ja uudelleen käytöllä, mutta se ohjaa materiaalia pois kaatopaikoilta ja polttouuneista. Jätteiden määrän kasvu nostaa rakennusprojektin kustannuksia kahdella tavalla: tarpeettoman pakkausateriaalin lisäämisellä hintaan ja jätteiden keräämisellä ja poiskuljettamisella rakennustyömaalta. Rakennustyömaan jätesuunnitelma on ensimmäinen askel jätteiden hallintaan, sillä se velvoittaa urakoitsijan laatimaan suunnitelman jätteiden synnystä ja hävittämisprosessista rakennustyön aikana. (Green Building Design and Construction 2009, 308-309, 336-337).

### 5.3.1 Hulevesien suunnittelu: Laadun hallinta (SS 6.2)

Tästä kohdasta on mahdollista ansaita yksi krediitti NC-, Schools ja CS-projekteihin. Sen tarkoitus on ehkäistä luonnonvesien saastumista. Tämän kohdan saavuttamiseksi tulee suunnitella vesien johtaminen noudattaen Best Management Practice (BMP) -suunnittelua, johon liittyy muun muassa katolle satavan sadeveden talteenotto. Sadeveden tulee säilyä saastuttamattomana. (Green Building Design and Construction 2009, 101). Kupari ei saastuta ympäristöään, vettä ei imeydy materiaaliin ja sille satanut vesi sopii hyvin kasteluvedeksi. Kattotuotteiden ja sadevesikourujen valinta on vain pieni osa tämän kreditin saavuttamista. Vaikka se ei tämän kohdan saavuttamiseen liity, sillä pelkkä BMP-suunnittelu riittää tämän kohdan läpiviemiseksi, niin kupariset sadevesikourut kestävät hyvin korroosiota ja olisivat kestävä sadevesijärjestelmä.

### 5.3.2 Kaupunkisaarekeilmiö (katto) (SS 7.2)

Tässä osiossa on mahdollisuus ansaita yksi krediitti. Tämän osion tarkoitus on vähentää kaupunkisaarekeilmiötä minimoidakseen sen vaikutusta mikroilmaan ja ihmisen elinympäristöön sekä luontoon. Tummiin kattomateriaalien valinta lisää kaupunkisaarekeilmiötä. Tämän pisteen ansaitsemiseksi on kolme tapaa: (Green Building Design and Construction 2009, 119).

- Katemateriaalina käytetään materiaaleja, joista 75 %:lla on tarpeeksi korkea SRI-arvo: Loivilla katoilla (kaltevuus  $\leq 1:6$ ) yli 29 ja jyrkillä katoilla (kaltevuus  $> 1:6$ ) yli 78
- Katosta peitetään vähintään 50 % kasvillisuudella
- Kasvillisuuden ja materiaalien, joilla on korkea SRI-arvo, käyttö yhdistetään niin, että ne täyttävät seuraavan kriteerin:

$$\frac{\text{Korkean heijastus luvun omaavakatto (m}^2\text{)}}{0.75} + \frac{\text{Kasvillisuuden peittämä katto (m}^2\text{)}}{0.5} \geq \text{Kokonaispinta} - \text{ala} \quad (1)$$

(Green Building Design and Construction 2009, 119).

Koska kupari patinoituu ja vaihtaa prosessin myötä väriään, heijastavat pinnat lämpöä eri määrän. LEED:n ohjeissa ei ole määritelty, minkä pinnan mukaan tällaisissa tapauksissa tulisi laskea tämän kohdan pisteet tai voidaanko käyttää painotettua keskiarvoa. Kuparin kannalta oleellista on, ettei nykyoloissa katto rakennuksen elinkaaren aikana välttämättä tummu ruskeasta kovin helposti vihreäksi ilmaston puhdistumisesta johtuen. Kuparille ei löytynyt SRI-arvoja muuten kuin erään LEED-asiantuntijan blogista (Taulukko 3), jotka antavat vain suuntaa todellisille arvoille. Arvot eivät siis ole virallisia LEED:n SRI-arvoja.

Taulukko 3. Kuparin SRI-kertoimen vaihtelu (Reallifeleedin www-sivut)

Ikä	Väri	SRI	Auringon heijastus	Lämpösäteily
Uusi	kirkas kupari	69	0.758	0.045
2 viikkoa	kirkas kupari/ lieviä läiskiä	62	0.729	0.028
noin 1 vuoden	ruskea/ vihreitä pilkkuja	2	0.176	0.642
noin 5 vuotta	ruskea	4	0.190	0.654
50-75 vuotta	ruskea/vihreä	14	0.245	0.688

Ensimmäisinä viikkoina kirkas kupari täyttää loiville katoille annetun kreditin vaatiman SRI-arvot, mutta laskee pian alle sallitun. Pisteiden laskuun käytetään projektista riippuvaa arviointijaksoa, joten todennäköisempää on, ettei kuparin tapauksessa tästä kohdasta tule krediä. SRI-arvot kuparin kohdalla näyttävät olevan sen verran alhaiset ja vaihtelu epävarmaa ja heilahtelevaa, ettei ole tarpeen määrittää kestävän rakennustavan mukaista keskiarvoa tämän kohdan täyttämistä varten. Tässä kohtaa ei ole testattu ollenkaan myös rakentamisessa käytettyä kuparijohdannaista alumiinipronssia, joka säilyy kirkkaan värisenä.

### 5.3.3 Vedenkäytön tehokkuus maisemoinnissa (WE 1)

Tämän osion tarkoituksena on vähentää juomaveden ja pohjaveden käyttöä piha-alueiden kasteluun. Kaksi krediä on mahdollisuus saada, mikäli kastelua on vähennetty 50 %. Neljä krediä voidaan ansaita, mikäli kasteluvetenä käytetään vain talteenotettua sadevettä, kierrätettyä likavettä, kierrätettyä harmaata talousvettä tai pihasuunnitelmat tehdään niin, ettei pysyvää kastelujärjestelmää tarvita. Väliaikainen kastelujärjestelmä sallitaan, mikäli ne poistetaan vuoden kuluessa asennuksesta. (Green Building Design and Construction 2009, 206)

Esimerkiksi sadeveden kerääminen voi merkittävästi vähentää tai poistaa kokonaan kastelun tarpeen. Sadevettä voi kerätä katoilta, aukioilta ja päällystetyiltä alueilta ja sitten valuttaa suodattimien läpi tulevaa kastelua varten. Metallia, saviä ja betonipohjaiset katemateriaalit ovat ihanteellisia katemateriaaleja. Sen sijaan asfaltti ja lyijy-pohjaiset materiaalit saastuttavat veden. (Green Building Design and Construction 2009, 2011).

Tätä pistettä varten metallit ovat ihanteellisia katemateriaaleja. Kupari ei saastuta katolle satavaa vettä ja sillä on vähän, jos ollenkaan, vaikutusta ympäristöönsä. (Engström 2004, 35-36.) Tämän pisteen saavuttamiseksi kuparin valitseminen katemateriaaliksi ja sadevedenkeräykseen tarkoitettujen elementtien materiaaliksi on hyvä valinta. Näiden seikkojen lisäksi kupari on kestävä valinta sadevesijärjestelmiin, sillä se kestää hyvin korroosiota. (Engström 2004, 33; MET 2001, 149.)

#### 5.3.4 Rakenteen uudelleenkäyttö - seinien, lattioiden ja katon säilyttäminen (MR 1.1)

Tarkoituksena on pidentää olemassa olevan rakennuskannan käyttöikä, säilyttää resursseja ja kulttuurillisia piirteitä, vähentää jätettä ja pienentää uuden rakennuksen ilmastovaikutuksia koskien materiaalien valmistusta ja kuljetusta. Tätä krediitä varten säilytetään jos mahdollista jo olemassa olevia rakenteita, kuten lattia- tai kattorakenteita ja vaippa kuten ulkokuori ja runko. Tähän ei lueta ikkunoiden rakenteita ja ei-rakenteellisia katon osia. Mittasuurena käytetään pinta-alaa. Mikäli projekti sisältää lisäosan, joka on enemmän kuin kuusi kertaa (CS) tai kaksi kertaa (NC ja Schools) neliömetreinä olemassa olevaa rakennusta suurempi, näitä kreditejä ei voi hakea. Tämän kreditin tarkoitus on erityisesti historiallisilla alueilla kannustaa rakennuttajia säilyttämään alueelle tyypillisen historiallisen luonteen ja ilmeen. Vaarallista materiaalia kuten asbestia ei tarvitse ottaa huomioon näitä kreditejä haettaessa. (Green Building Design and Construction 2009, 347).

New Constructions-projekteissa tässä kohdassa on mahdollista ansaita 1-3 krediitä: kun rakenteista 55 % on uudelleen käytettyä ansaitsee yhden kreditin, 75 % kaksi ja 95 % kolme krediitä. Schools-projekteissa on mahdollisuus ansaita 1-2 krediitä, kun 75 % materiaaleista on säilytetty ansaitsee yhden kreditin ja 95 %:sta ansaitsee kaksi krediitä. Core & Shell-projekteissa on mahdollisuus ansaita 1-5 krediitä; 25 % ansaitsee yhden kreditin, 33 % kaksi, 42 % kolme krediitä, 50 % neljä krediitä ja 75 % viisi krediitä. (Green Building Design and Construction 2009, 347). Core & Shell-projekteissa on myös mahdollista ansaita innovaatiopiste, mikäli suunnittelijat onnistuvat uudelleen käyttämään 95 % tai yli jo olemassa olevista rakenteista.

Materiaalit tulee uudelleen käyttää niiden olemassa olevassa muodossa. (Green Building Design and Construction 2009, 348-349).

Edellisen perusteella tähän kohtaan kuuluvat julkisivu- ja kattomateriaalit, mutta ei-rakenteelliset kattomateriaalit kuten kattoturvatuotteet ja sadevesijärjestelmät jäävät pois laskuista. Kupari on helposti sellaisenaankin uudelleen käytettävää, sillä siinä tapahtuva korrosio on hyvin hidasta. Suurin ongelma rakenteiden sellaisenaan säilyttämisessä ovat kiinnikkeet ja niiden galvaaninen korrosio. Esimerkiksi kuparikattoja tehdään myös konesaumaamalla, jolloin tekniseksi käyttöäksi tulee sauman avautumisen kesto. Avautuminen kestää hyvin pitkän aikaa ja tuplapontattu konesaumakatto on käytännössä ikuinen.

Turun virastotalon tapainen ratkaisu, jossa materiaali lähetettiin sulatettavaksi ja otettiin uudelleen käyttöön olisi hyvin miellekäs uudelleenkäyttötapa, mutta se ei toteuta tämän kohdan tavoitteita vähentää ympäristökuormia muun muassa tuotteen valmistuksen ja kuljetuksen kautta. Ohjeissa myös sanotaan, että materiaali tulee ottaa käyttöön sen olemassa olevassa kunnossa. Tosin tämä tuskin tarkoittaa sitä, etteikö pieni muotoinen korjaaminen olisi sallittua. Ohjeista ei käy ilmi, lasketaanko julkisivu uudelleen käytetyksi pinta-alaksi, jos koko rakenteesta vain ulkoseinän ruuvit pitäisi vaihtaa. Tällä tavalla tavoitteet saavutettaisiin myös liikenteen ja valmistuksen osalta.

### 5.3.5 Rakenteen uudelleenkäyttö - sisäosien ei-rakenteellisten osien säilyttäminen (MR 1.2)

NC ja Schools-projektien on mahdollista saada tästä yksi krediitti. Tällöin tulee säilyttää vähintään 50 % olemassa olevista sisäosien ei-rakenteellisista elementeistä. Mittausperusteena käytetään pinta-alaa ja tähän otetaan mukaan mahdolliset laajennukset. Pinta-alaan lasketaan esimerkiksi ei-kantavien seinien molemmat puolet. Mikäli rakennusta laajennetaan yli kaksinkertaiseksi, tätä pistettä ei ole mahdollista hakea. Tämä osio on itsenäinen eikä MR 1.1 -krediittiä vaadita tämän täyttämiseksi. (Green Building Design and Construction 2009, 351).

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus keskittyä tutkimaan kuparin käyttöä julkisivuissa ja katemateriaalina. Mutta edellisen kohdan tavoin, kupari materiaalina sopii tämän kohdan tavoittelemista varten.

### 5.3.6 Rakennusjätteen hallinta (MR 2)

MR2-kohdan kreditien tarkoituksena on ohjata rakennusaikaiset ja purkutyöstä syntyvät jätteet kaatopaikan sijaan takaisin tuotantoon ja uudelleen hyödynnettävä materiaali tarkoituksenmukaisempaan paikkaan. Laskenta voidaan tehdä joko materiaalin painona tai tilavuutena, mutta sen on pysyttävä samana koko projektin ajan. NC-, CS- ja Schools-projekteissa tästä kohdasta on mahdollisuus ansaita 1-2 krediitiä. Kun jätettä on kierrätetty tai otettu talteen vähintään 50 %, ansaitsee ensimmäisen kreditin. Toiseen krediitiin edellytetään vähintään 75 % kierrätettyä jätettä koko jätemäärästä. Vaarallinen jäte jätetään pois laskuista ja sen hävittäminen suoritetaan suositusten mukaan. (Green Building Design and Construction 2009, 357). Innovaatiopisteen tästä osuudessa pystyy ansaitsemaan, mikäli kierrätetyn jätteen määrä on vähintään 95 %. (Green Building Design and Construction 2009, 361.)

Kupari pystytään kierrättämään 100 %:sesti, joten se on ihanteellinen materiaali tämän kreditin tavoittelua varten. Se pystytään kierrättämään sekä uudelleen käyttämällä, että ottamalla takaisin tuotantoon. Kuutio kuparia painaa 8 960 kg ja esimerkiksi kuutio terästä painaa 7 800kg. Siis mikäli päätetään käyttää painoa mittayksikkönä, kierrätetyn kuparin käyttäminen julkisivu ja katemateriaalina saa suuremman painoarvon kuin kevyemmät tuotteet. Joka on postiiivinen ominaisuus tämän kreditin tavoittelemista varten. Kuparin pakkausmateriaalit ovat myös kierrätettäviä, mikäli niiden kierrätys vain ymmärretään järjestää.

### 5.3.7 Materiaalin uudelleen käyttö (MR 3)

Tämän osion tarkoituksena on vähentää luonnon raaka-aineiden kysyntää ja jätteiden määrää. Sitä kautta sen toivotaan vähentävän ensiomateriaalien louhintaa ja tuottamista. Uudelleen käytetty tai puhdistetun materiaalin käytöstä saadaan NC- ja

Schools-järjestelmissä 1-2 krediittiä: yksi krediitti, kun uudelleen käytetyn materiaalin hinta ja/tai jälleenhankinta-arvo on yli 5 % materiaalien kokonaiskustannuksista ja kaksi pistettä sen ollessa yli 10 %. CS-projekteissa voidaan saada yksi krediitti arvioidun hinnan ollessa 5 % kokonaiskustannuksista. Koneita, sähkö- ja putkistokomponentteja ei oteta mukaan laskelmiin. Myös huonekalut voivat kuulua tähän kategoriaan. (Green Building Design and Construction 2009, 363).

Kreditien ansaitsemiseen kelpaavat uudelleen käytetyt materiaalit, jotka ovat olleet rakennustyömaalla ennen rakentamisen alkamista eivätkä enää voi toimia niiden alkuperäisessä käyttötarkoituksessaan ja ne pitää sijoittaa uuteen käyttötarkoitukseen eli materiaalit, jotka muutoin kierrätetään tai viedään kaatopaikalle. Rakennustyömaan ulkopuolelta tulevat materiaalit kelpaavat tähän osioon, kunhan niitä on aikaisemmin käytetty. Kaluston tulee olla vähintään kaksi vuotta vanhaa. (Green Building Design and Construction 2009, 365). Tässä osiossa NC- ja Schools-projekteissa on mahdollista saada innovaatiokrediitti, mikäli tarkasteltavien kustannusten osuus 15 % tai yli ja CS-projekteissa yli 10 %. (Green Building Design and Construction 2009, 367.)

Kupari on helppo käyttää uudelleen ja kohdan kreditien saavuttamiseksi käy kaikki rakennustyömaalta löydetty materiaali, jota ei voida käyttää uudelleen samaan tarkoitukseen. Tähän kohtaan käy Turun virastotalon kaltainen kierrätysmuoto, jolloin kupari viedään uudelleen sulatettavaksi ja siitä valmistetaan uusi tuote. Fyysisesti tämä kupari ei mitään todennäköisemmin ole lopulta julkisivuun tai katolle tuotua kuparia, sillä romutettaessa ei ole järkevää yrittää erottaa romutettavaksi vietyä kuparia kierrätysvirrasta. On mahdollista, että käytännössä, tämä seikka jää huomioimatta. Kuparia uudelleen käyttämällä tehdään myös huomattavia säästöjä, sillä esimerkiksi 9.1.2012 kuparin hinta oli 7503 USD/t ja sen hinta on teräksen tavoin noussut vuosien saatossa. Kuvasta 5 on nähtävissä kuparin hinnan kehitys vuosien 2004-2012 aikana. Vuoden 2008 notkahduksesta huomattavissa maailman talouden merkitys kuparin hintaan. Mikäli tarkasteltaisiin pidemmältä aikaväliltä, näkyisi huomattavampi kuparin hinnan nousu. (Taloussanomien www-sivut 2012).



Kuva 5. Kuparin LME hinnan kehitys 10 vuoden ajalta (Taloussanomien www-sivut, 2012)

### 5.3.8 Kierrätyspitoisuus (MR 4)

Kierrätyspitoisuuden palkitsimisen tarkoituksena on nostaa sellaisten tuotteiden kysyntää, jotka sisältävät kierrätettyä materiaalia. Nykyään monista yleisimmin käytetyistä materiaaleista on mahdollista hankkia kierrätetty versio. NC-, CS- ja Schools-projekteilla on mahdollisuus ansaita 1-2 krediittiä. Yksi krediitti ansaitaan, kun kierrätettyä materiaalia on 10 % kokonaismateriaali määrästä ja kaksi krediittiä, kun kierrätettyä materiaalia on 20 % kokonaismateriaalimäärästä. (Green Building Design and Construction 2009, 369.) Innovaatiokrediitti on mahdollista saavuttaa, mikäli saavutetaan 30 % kierrätysaste. (Green Building Design and Construction 2009, 375.)

Kierrätysaste lasketaan kaavan 2 mukaisesti:

$$\frac{\text{kierrätetyn materiaalin paino}}{\text{materiaalien kokonaispaino}} \times 100 \quad (2)$$



Kierrätysaste lasketaan materiaalin kokonaispainosta ja se kerrotaan materiaalin kokonaiskustannuksilla. Laskennassa käytettyjen yksiköiden tulee olla sama koko projektin ajan. Tähänkään osuuteen ei lasketa mukaan koneita, sähkölaitteita, putkistoja ja sellaisia erikoislaitteita kuin esimerkiksi hissit. Ainoastaan materiaalit, jotka asennetaan pysyvästi huomioidaan. (Green Building Design and Construction 2009, 369.) Koska CS-projekteihin ei kuulu sisämateriaalit, tulisi niissä etsiä ratkaisuja erityisesti suurimpien rakenteiden ja julkisivun verhoilussa. (Green Building Design and Construction 2009, 371.)

Kierrätysmateriaalin arvo lasketaan kaavan 3 mukaisesti

$$\begin{aligned} & (\text{kierrätysmateriaalin osuus (\%)} \times \text{materiaalikustannukset}) + 0,5 \times \\ & (\text{teollisten kierrätysmateriaalien osuus(\%)} \times \text{materiaalikustannukset}) \end{aligned} \quad (3)$$

(Green Building Design and Construction 2009, 372.)

Mikäli raaka-aineen alkuperästä ei ole tietoa, voidaan teräksellä olettaa olevan 25 % teollista sivuainetta. Teräs on ainoa materiaali, jolle tällainen menettely on myönnetty, sillä teräksen kierrätysprosentin on enemmän kuin 90 %. (Green Building Design and Construction 2009, 373).

Materiaalikustannuksiin lasketaan kuuluvaksi kaikki kustannukset, mitkä tulevat materiaalin toimittamisesta työmaalle. Summaan lasketaan verot ja kuljetukset, jotka koskevat urakoitsijaa, mutta jätetään pois työ- ja työväline kustannukset, jotka syntyvät materiaalin saavuttua työmaalle. (Green Building Design and Construction 2009, 372)

Kierrätyksen prosenttiosuus (%) lasketaan kaavan 4 mukaisesti:

$$100 * \frac{\text{Kierrätysmateriaalin arvo}}{\text{Materiaalien kokonaiskustannukset}} \quad (4)$$

(Green Building Design and Construction 2009, 372).

Asennusmateriaalin kierrätysmateriaalin osuuden voi laskea joko vastaavalla tavalla kuin tuotteen edellä mainitun kierrätyspitoisuuden tai jakaen lisäksi kierrätysmateriaalin osuuden asennustuotteen painoilla. Tällöin kilo rautaa on samassa asemassa kuin kilo muovia. (Green Building Design and Construction 2009, 373). Kuparituotteiden kohdalla tällä saattaa olla merkitystä esimerkiksi kattojen umpilaudoituksen kohdalla, sillä on aika epätodennäköistä, että kattojen umpilaudoituksessa on järkevää käyttää kierrätysmateriaalia, ellei kyseessä ole jokin kierrätysmateriaalia sisältävä puutuote. Kiinnikkeet ja julkisivujen kiinnitysorret kuparituotteilla ovat yleensä austeniittisesti ruostumatonta terästä ja teräksen tiedetään yleensä sisältävän suurimmaksi osaksi kierrätystuotteita. Kupari ja rauta on tiheämpää materiaalia, joka painaa suhteessa enemmän. Siis kierrätettyjen metallituotteiden käyttäminen kiinnikkeinä saa suuremman painoarvon laskennassa kuin kevyemmät tuotteet. Mikä luetaan kiinnikkeeksi ja mikä itse tuotteeksi, ei ole määritelty tarkemmin ohjeissa. Selvä on, että ruuvit ja kiinnitysorret kuuluvat asennustuotteisiin, mutta on epäselvää lasketaanko katon umpilaudoitus kiinnikkeeksi, sillä sillä on muitakin funktioita kuin kiinnittää kuparipelti kattoon kuten esimerkiksi ottaa vastaan lumesta aiheutuvia kuormia.

Kupari itsessään sisältää huomattavan määrän kierrätysmateriaalia. Liitteen 3 mukaan Aurubis Finland Oy:n rakennustuotteisiin käytetyn kuparin kierrätyspitoisuus on ollut 100 % kyseistä projektia varten ja teollisten sivuaineiden osuus vain alle 1 %. Laskentoihin kierrätysprosentiksi voidaan antaa 100 %. Kuparituotteen valinta helpottaa siis huomattavasti tämän osuuden täyttämistä ja 30 % saavuttamiseksi ei tarvita kuin lisää vastuullisia raaka-ainevalintoja.

### 5.3.9 Paikalliset materiaalit (MR 5)

MR 5-kohdan tarkoituksena on lisätä sellaisten rakennusmateriaalien kysyntää, jotka on tuotettu rakennuspaikan ympäristössä. Tästä osiosta NC-, Schools ja CS-projekteilla on mahdollisuus ansaita 1-2 krediittiä. Yhden kreditin voi saada, kun raaka-aineista 10 % on louhittu, kerätty tai kierrätetty ja valmistettu 804 kilometrin säteellä rakennuspaikasta ja kaksi krediittiä 20 %:sta. Projekti voi ansaita yhden innovaatiokreditin, mikäli paikallisia materiaaleja on vähintään 30 % käytetyistä

materiaaleista. Laskenta perustuu materiaalin hintaan. Jos ainoastaan osa tuotteesta on paikallisesti tuotettua, otetaan vain tämä osuus mukaan laskentaan. Mikäli tuote saa MR 3-kreditin, tuotteen valmistuspaikaksi otetaan se paikka, mistä tuote on otettu uudelleen käyttöön. Materiaaleilla, joilla on enemmän kuin yksi valmistuspaikka, tulee kaikkien valmistuspisteiden olla 804 kilometrin säteellä. Niistä rakennusmateriaaleista kuten sementistä, jotka sisältävät useita eri raaka-aineita, tulee eritellä kaikki raaka-aineet erikseen. (Green Building Design and Construction 2009, 379, 382, 385).

Paikallisten tuotteiden prosenttiosuus lasketaan kaavan 5 mukaisesti

$$100 * \frac{\text{Paikallisten tuotteiden kustannukset}}{\text{Materiaalien kokonaiskustannukset}} \quad (5)$$

(Green Building Design and Construction 2009, 381).

Julkisivu- ja kattomateriaalit sisältävät pääosin kierrätettyä kuparia. Mikäli kierrätetty kupari on otettu kierrätykseen ja tuotettu 804 km säteellä käyttöönottopaikasta, täyttää materiaali nämä vaatimukset. Liitteen 3 mukaan kyseiseen projektiin käytetty kupari oli täysin kierrätysmateriaalia ja mainituista yrityksistä on toimipiste Satakunnassa. Tämän pisteen saavuttaminen on hyvin projektikohtaista ja riippuu projektin sijainnista. Mutta 804 km on meille suomalaisille niin pitkä matka, että Porissa valmistetut ja kierrätykseen otetut tuotteet luokitellaan paikallisiksi lähes koko maassa, sillä Suomen pituus on 1157 km (Hanko-Utsjoki) ja leveys on 542 km (Närpiö-Ilomantsi). (Tilastokeskuksen www-sivut, 2012.) Pori sijaitsee länsirannikolla suhteellisen etelässä, joten 804 km etäisyys linnuntietä ulottuu Ruotsin ja Norjan joihinkin osiin, Viroon ja Latviaan sekä Venäjälle. (Google Maps www-sivut, 2012.)

#### 5.3.10 Nopeasti uusiutuvat materiaalit (MR 6)

Tämän osion tarkoitus on vähentää sellaisten materiaalien käyttöä ja ehtymistä, jotka vaativat pitkäjäksoisen uusiutumisen. Tavoitteena on korvata nämä tuotteet nopeasti uusiutuvilla tuotteilla. Tähän krediitiin päästäkseen NC- ja Schools-projektien

rakennusmateriaaleista 2,5 % tulee olla nopeasti uusiutuvia tuotteita kustannuksiin perustuen. Nopeasti uusiutuviksi tuotteiksi luokitellaan tyypillisesti materiaalit, joiden uusiutumiskausi on 10 vuotta tai vähemmän. Projekteissa on mahdollisuus saada innovaatiopiste, mikäli nopeasti uudistuvia materiaaleja on 5 % tai enemmän. CS-projekteihin tätä pistettä ei pysty hakemaan. Esimerkkituotteita nopeasti uudistuvista tuotteista on bambulattiat ja -vaneri, puuvillaäänieristeet, kuitukangasmateriaalit ja olkikatto. (Green Building Design and Construction 2009, 387, 389, 391).

Kupari on alkuaine eikä se uusiudu. Sitä on maapallolla vain rajallinen määrä, joten kuparin ominaisuudet eivät ole tässä kohdassa eduksi. Kreditin ansaitsemiseksi vaaditaan huomattavasti pienempi prosenttimäärä kuin muiden pisteiden ansaitsemiseksi, joten kuparin käyttö julkisivuissa ja katoissa tuskin on silti esteenä tämän kreditin saamiseksi, mikäli nopeasti uudistuvia käytetään jossain muussa yhteydessä esimerkiksi äänieristeinä.

### 5.3.11 Sertifioitu puu (MR 7)

Sertifioidun puun käytön lisäämisen tarkoituksena on kannustaa metsänhoitajia ottamaan vastuuta ympäristöstään. Tässä osuudessa on mahdollista ansaita yksi krediitti NC-, CS- ja Schools-projekteissa, mikäli FSC-sertifioidun (Forest Stewardship Council) puun määrä on vähintään 50 % puupohjaisista ja puumateriaaleista pohjautuen kustannuksiin. (Green Building Design and Construction 2009, 393).

Pääsääntöisesti laskentaan otetaan mukaan vain puutavara, joka jää pysyvästi rakennukseen. Väliaikaisesti projektissa mukana oleva puutavara, kuten betonimuotit, jäykistystuet, rakennustelineet ja suojakaiteet lisätään projektipäällikön harkinnan mukaan. Mikäli jotain tällaisia materiaaleja lisätään, tulee projektin kaikki uusi puutavara lisätä mukaan laskentaan. Uudelleen käytettävää puuta ei oteta mukaan laskentoihin. Jos tämän kaltaista materiaalia hankitaan useampaa projektia varten lasketaan se mukaan vain yhteen projektiin. (Green Building Design and Construction 2009, 393).

Kupari ei siis itsessään kuulu ollenkaan tähän kohtaan, mutta kuparin voi asentaa myös puukoolauksin julkisivuun tai umpikattona katolle. Tällöin on hyvä käyttää FSC-sertifioitua puuta. Mikäli pakkausmateriaalit päätetään ottaa mukaan laskentaan, sisältävät pakkaustuotteet usein puutavaraa.

#### 5.3.12 Homeen torjunta (IEQ 10)

Schools-projekteihin on mahdollista ansaita yksi krediitti, joka ansaitaan pitämällä ilman kosteus 60 % tai alle rakennuksen kaikissa osissa. (Green Building Design and Construction 2009, 583). Tärkeänä osana homeen torjuntaa on sellaisten materiaalien valinta, joilla homeitiöt eivät viihdy. (Green Building Design and Construction 2009, 585). Kupari soveltuu hyvin myös tähän käyttötarkoitukseen, sillä kuparin pinnalla homeitiöt ja bakteerit eivät viihdy. Tämä on yksi syistä, miksi myös putkistoihin käytetään usein kuparia.

#### 5.4 Existing Building

Existing Building- sertifikaatin voi hakea jo olemassa olevalle rakennukselle eikä sen hakemista varten tarvitse olla aikaisemmin haettuna rakentamisaikaista sertifikaattia. Mitattavat arvot eivät perustu enää suunnitteluarvoihin vaan todellisiin seurantajakson aikaisiin arvoihin. Seurantajakson tulee olla vähintään 12 kuukautta ja se tulee tehdä koko rakennukselle eikä alueita pidä jättää pois laskennoista omistajuussuhteista riippumatta. (LEED for Existing Building 2008, 4). Arvioinnit on jaoteltu seuraaviin ympäristöpainotuksiin:

- Sustainable Sites (SS)
- Water Efficiency (WE)
- Energy and Atmosphere (EA)
- Materials and Resources (MR)
- Indoor Environmental Quality (IEQ)
- Innovation in Operations (IO)

(LEED for Existing Building 2008, 8-9).

#### 5.4.1 Kaupunkisaarekeilmiön vähentäminen: Katto (SS 7.2.)

Laskenta suoritetaan samaan tapaan kuin kohdassa 5.3.2 tavan 1 mukaisesti. Kupari ei täytä tämän kohdan vaatimuksia.

#### 5.4.2 Kestävä hankinta –periaate (MR 1. edellytys)

Kaikkien sertifioitavien rakennusten tulee täyttää MR 1- kohdan edellytys, jonka tarkoituksena on, että rakennukseen tehdään ympäristöllisesti kestäviä hankintoja rakennuksen toiminnassa, ylläpidossa ja parannushankkeissa. Minimissään menettelyyn tulee ottaa mukaan hankinnat, jotka ovat rakennuksen ja työmaapäällikön hallinnassa. Tämän lisäksi tulee valita vähintään yksi alla olevista krediteistä, osoittamaan rakennusta ja työmaata koskevien hankintojen periaatetta. (LEED for Existing Building 2008, 45):

- MR 2 Kestävät hankinnat - Kestohyödykkeet
- MR 3 Kestävät hankinnat - Toimintojen muuttaminen ja lisääminen
- MR 4 Myrkyllisten materiaalien vähentäminen - Lamppujen elohopean vähentäminen

Tämä kohta on ainoastaan toimintalinja, ei todellinen pysyvä teko. (LEED for Existing Building 2008, 45.)

##### 5.4.2.1 Kestävät hankinnat - Jatkuva kulutus (MR 1.1-1.3)

Tästä osiosta on mahdollisuus hankkia 1-3 krediittiä. Tarkoituksena on vähentää rakennuksen toimintaan ja ylläpitoon hankittujen materiaalien vaikutuksia ympäristöön ja ilmanlaatuun. Edellytyksinä on säilyttää kestävien hankintojen periaate koko liiketoiminnan ajan. Nämä materiaalit ovat esimerkiksi paperi (kopiopaperi, vihot, kirjekuoret), väriainekasetit, kansiot ja toimistovälineet pois lukien ruoka ja juoma, jotka huomioidaan MR 5 kreditissä. Projektille annetaan yksi, kaksi tai kolme krediittiä, mikäli hintaan perustuen 40 %, 60 % tai 80 % hankinnoista

ovat olleet kestäviä. Kestävä hankinta noudattaa yhtä tai useampaa seuraavista kriteereistä. (LEED for Existing Building 2008, 47):

Tuote sisältää vähintään

- 10 % kierrätysmateriaalia tai 20 % teollistasivutuotetta
- 50 % nopeasti uudistuvaa materiaalia
- 50 % materiaalia, joka on tuotettu ja valmistettu 804 kilometrin säteellä
- 50 % FSC-sertifioitua paperituotteita
- patterit ovat ladattavia

(LEED for Existing Building 2008, 47).

Tuote saa kreditit jokaisesta täyttämästään kohdasta. Esimerkiksi 100 € FSC-sertifioitu tuote 804 kilometrin sisältä saa painoarvokseen 200 €. Tuotteiden pitää olla hankittu seuranta-ajalla, jotta ne saavat pisteet tästä kohdasta. (LEED for Existing Building 2008, 47). Tässä opinäytetyössä tarkasteltavat kuparituotteet eivät kuulu tähän kulutusryhmään.

#### 5.4.2.2 Kestävät hankinnat – Kestohyödykkeet (MR 2.1 ja 2.2)

Kestohyödykkeitä suosimalla on mahdollisuus hankkia 1-2 krediä. Tarkoituksena on vähentää rakennuksen toimintaan ja ylläpitoon hankittujen materiaalien vaikutuksia ympäristöön ja ilmanlaatuun. MR 2.1:ssä palkitaan krediteillä sähkölaitteiden vihreydestä ja MR 2.2:ssa puolestaan palkitaan kreditein huonekalujen vastuullisesta valitsemisesta. Näihin kumpaankaan ei valintana kupari vaikuta, muuta kuin korkeintaan vastaavana materiaali valintana kuin kohdassa MR Credit 1. Tässä osiossa suositaan myös uudelleen käyttöön otettuja huonekaluja. (LEED for Existing Building 2008, 48). Tässä opinäytetyössä käsiteltävät kuparituotteet eivät kuulu tähän tuoteryhmään.

### 5.4.2.3 Kestävät hankinnat - Toimintojen muuttaminen tai lisääminen (MR 3)

Tästä osiosta on mahdollisuus hankkia yksi krediitti. Tarkoituksena on vähentää rakennuksen toimintaan ja ylläpitoon hankittujen materiaalien vaikutuksia ympäristöön ja ilmanlaatuun. Tarkoitus on ylläpitää kestävää ajattelua remonttien, purkamisen, korjausten ja laajennusten aikana. Osuuteen kuuluvat ainoastaan perusrakennustarvikkeet, jotka jäävät pysyvästi tai lähes pysyvästi itse rakennukseen. Tähän osuuteen kuuluvat esimerkiksi rakennuksen rakenteet (ovet, ikkunat, eristys, seinät), panelit, verhoilumateriaalit, lattiamateriaalit ja maalit. Tähän eivät kuulu muihin osuuksiin kuuluvat tuotteet, esimerkiksi huonekalut, putkistot ja talotekniikka. Yhden kreditin saa mikäli hintaan perustuen hankinnoista vähintään 50% on noudattanut kestävä kehityksen periaatteita. Tuote luetellaan noudattavan kestävä kehityksen periaatteita, mikäli se täyttää yhden tai useamman ehdon alla olevista kohdista. (LEED for Existing Building 2008, 50).

- sisältää vähintään 10 % kierrätysmateriaalia tai 20 % teollisia sivutuotteita.
- sisältää vähintään 70 % talteenotettua materiaalia työmaan tai organisaation ulkopuolelta.
- sisältää vähintään 70 % talteenotettua materiaalia työmaalta, organisaation sisäisen materiaalin tai työkalujen uudelleenkäyttöön oton kautta.
- sisältää vähintään 50 % nopeasti uudistuvaa materiaalia
- sisältää vähintään 50 % materiaalia, joka on tuotettu ja valmistettu 804 kilometrin säteellä
- sisältää vähintään 50 % FSC-sertifioitua paperi tuotteita
- liiman ja tiivistysaineen VOC-pitoisuus on vähemmän kuin SCAQMD-säännön mukaan.
- maalien ja pinnoitteiden VOC-pitoisuus ei ylitä Green Seal's Stanndardsin vaatimuksia.
- matto täyttää CRI-vaatimukset
- mattoalusta täyttää CRI vaatimukset
- komposiittipaneli ja agrokuitutuotteet eivät sisällä karbamidiformaldehydihartsia

(LEED for Existing Building 2008, 50).



Tuote saa kreditit jokaisesta täyttämästään kohdasta. Esimerkiksi 100 € maksava FSC-sertifioitu tuote 804 kilometrin sisältä saa painoarvokseen 200 €. Tuotteiden tulee olla hankittu seuranta-ajalla saadakseen pisteet tästä kohdasta. (LEED for Existing Building 2008, 51).

Kuparituotteet eivät oikein asennettuna vaadi korjausta ja ainoastaan kaikille katoille yhteisen huollon, johon kuuluu muun muassa syksyisin kattojen puhdistaminen lehdistä ja läpivientien tarkistuksen. Mutta mikäli muutoshalujen tai esimerkiksi ilkeiden seurauksena päädytään korjaustoimenpiteisiin, voi kuparituotteet täyttää kolme ensimmäistä kohtaa riippuen remontin laadusta ja projektista.

#### 5.4.2.4 Kestävät hankinnat - Elohopea lamppujen vähentäminen (MR 4)

On mahdollista saada 1-2 krediittiä välttämällä elohopea lamppujen käyttöä. Tarkoituksena on myrkkyyllisten materiaalien vähentäminen. (LEED for Existing Building 2008, 52). Näiden pisteiden saamiseksi kuparin valinnasta materiaaliksi ei ole merkitystä, koska se ei kuulu tähän kategoriaan.

#### 5.4.2.5 Ruoka (MR 5)

Tästä osiosta on mahdollisuus saada yksi krediitti käyttämällä ympäristösertifioitua lähiruokaa. (LEED for Existing Building 2008, 54). Kuparin valitsemisella rakennusmateriaaliksi ei ole tässä kohtaa merkitystä.

#### 5.4.2.6 Kiinteän jätteen käsittely - Jätteiden seuranta (MR 6)

Järjestämällä jätteiden seuranta rakennuksella on mahdollisuus saada yksi krediitti. Tarkoituksena on vähentää asukkaiden ja rakennuksen ylläpidosta aiheutuvien, kaatopaikalle ja poltettavaksi vietävien jätteiden ja myrkkyyden määrää. Seuranta-ajalla seurataan rakennuksesta tulevia jätteitä ja tunnistetaan tavat lisätä kierrätystä ja jätteiden käsittelyä. (LEED for Existing Building 2008, 55).

Kuparin käsittelystä ei synny käytönaikaista jätettä, sillä kupari on yksi niistä harvoista rakennusmateriaaleista, jota ei tarvitse varsinaisesti huoltaa. Ei varsinkaan niin lyhyen ajanjakson aikana vähimmäisseuranta-aika kuin vuosi. Katoille tippuvat lehdet ja muu roska voivat tippua mihin tahansa piha-alueesta ja niiden kerääntyminen ei ole materiaalista riippuvaa. Siksi niitä ei pidä laskea kuparituotteiden synnyttämäksi jätteeksi. Materiaalivalintana kupari ei kuitenkaan vaikuta näiden kreditien saamiseen, sillä kyse on vain seurannasta.

#### 5.4.3 Kiinteän jätteen käsittelyperiaate (MR 2. edellytys)

Tämän osuuden tarkoitus on vähentää kaatopaikalle ja poltettavaksi joutuvien jätteiden ja myrkkujen määrää. Tätä kohtaa varten rakennuksella ja työmaalla tulee olla käytössä kiinteän jätteiden käsittelyn periaate, joka osoittaa vaatimukset koskien alla olevia kredittejä ja lisäksi elohopeaa sisältäviä lamppuja. Minimissään toimintalinjan tulee kattaa kaikki jätteet, jotka ovat rakennuksen ja työmaajohdon hallinnassa. (LEED for Existing Building 2008, 46):

- MR 7: Kiinteän jätteen käsittely - Jatkuva kulutus
- MR 8: Kiinteän jätteen käsittely - Kestohyödykkeet
- MR 9: Kiinteän jätteen käsittely - Toimintojen muuttaminen ja lisääminen (LEED for Existing Building 2008, 46).

##### 5.4.3.1 Kiinteän jätteen käsittely - Jatkuva kulutus (MR 7)

Kierrättämällä, kompostoimalla tai ottamalla tehokkaasti uudelleen käyttöön jätteitä on mahdollisuus saada 1-2 krediittiä jätteiden. Tarkoituksena on vähentää asukkaiden tuottamia jätteitä ja myrkkyjä sekä rakennuksen ylläpidosta aiheutuvien jätteiden ja myrkkujen määrää, jotka viedään kaatopaikalle ja poltettavaksi. Mikäli uudelleen käyttöön otetun, kierrätetyn tai kompostoidun jätteen määrä on 50 % tai 70 % mitattuna jätteiden tilavuudesta tai painosta saadaan yksi tai kaksi pistettä. (LEED for Existing Building 2008, 56). Kuparijulkisivu ja kattotuotteet eivät vaadi huoltoa ja ne voidaan kierrättää 100 %,:sti halutessaan joten kuparin valinta tässä tapauksessa on eduksi. Purkujäte ei kuulu tähän kohtaan vaan MR Credit 9 –kohtaan.

#### 5.4.3.2 Kiinteän jätteen käsittely – Kestohyödykkeet (MR 8)

Mikäli uusista hankinnoista 75 % on käytettyjä tai kierrätettyjä kesto-työvälineitä on mahdollisuus ansaita 1-2 krediittiä. Kestohyödykkeisiin kuuluvat esimerkiksi toimistotyövälineet (tietokoneet, printterit, kopiokoneet), kodinkoneet (jääkaappi, astianpesukone,) ja televisio. Tarkoituksena on vähentää asukkaiden ja rakennuksen ylläpidosta aiheutuvien jätteiden määrää, jotka viedään kaatopaikalle ja poltettavaksi. (LEED for Existing Building 2008, 57). Materiaalivalintana kupari ei vaikuta näiden pisteiden saantiin, sillä se ei kuulu materiaalina ja tuotteena tähän kategoriaan.

#### 5.4.3.3 Kiinteän jätteen käsittely - Toimintojen muuttaminen ja lisääminen (MR 9)

Ohjaamalla rakennus- ja purkuajankautinen, kierrätykseen kelpaava jäte takaisin tuotantoon tai ottamalla uudelleen käyttöön on mahdollista ansaita tästä kohdasta yksi krediitti. Kohdan tarkoituksena on ohjata 70% rakennus- ja purkuajankautinen jätteistä pois kaatopaikalta ja polttojätteistä. (LEED for Existing Building 2008, 58). Kupari on helppo kierrättää ja siksi kuparin valitseminen helpottaa tämänkin kreditin saamista. Kuparirakennustuotteet sisältävät 100 % kierrätettyä kuparia. Rakennuskuparituotteet ovat yli 99 %:sti kuparia ja niiden kierrätys vie noin 15 % ensisijaisen kuparin hankintaan kuluva energiasta.

### 5.5 Neighborhood Development

LEED for Neighborhood Development (ND) on saanut alkunsa Yhdysvaltojen jatkuvasti kasvavan väkiluvun ja asutuksen seurauksena. Se on kehitetty yhteistyössä U.S Green Building Councilin (USGBC), Congress for New Urbanism (CNU) ja Natural Resources Defence Councilin (NRDC). Se tarjoaa työkalun kaupunkien ja asuinalueiden suunnitteluun ja kehittämiseen yhdistettynä järkevään kasvuun. Siinä missä muissa pisteytysjärjestelmissä on viisi kategoriaa, Neighborhood Developmentissä on vain kolme (LEED 2009 for Neighborhood Development 2009, xi-xii):

- Smart Location and Linkage (27 mahdollista krediä)
- Neighbourhood Pattern and Design (44 mahdollista krediä)
- Green Infrastructure and Buildings (29 mahdollista krediä)

Lisäksi on kaksi vapaaehtoista kategoriaa, joilla ansaita lisäkreditejä:

- Innovation and Exemplary (6 mahdollista krediä)
- Regional Priority (4 mahdollista krediä)  
(LEED 2009 for Neighborhood Development 2009, vii-viii)

**Smart Location and Linkage (SLL)** antaa pisteitä asuinalueen sijainnista. Sen tarkoituksena on rohkaista rakentamaan uusia asuinalueita jo olemassa olevien asuinalueiden, lähiöiden ja kaupunkien läheisyyteen rajoittaen kehittymisen laajenemista. Tällä tavoin se pyrkii vähentämään autossa vietettyä aikaa ja ajettuja kilometrejä. Vähentääkseen liikalihavuutta, sydänsairauksia ja kohonnutta verenpainetta ND pyrkii rohkaisemaan liikkumaan jalan ja pyörällä. Kaikkien projektien tulee olla joko olemassa olevien vesi- ja viemäriverkostojen yhteydessä tai niiden läheisyydessä ja projektin tulee olla joko täydennysrakennustyömaa tai lähiörakennustyömaa. (LEED 2009 for Neighborhood Development 2009, 1)

**Neighborhood Pattern and Designin (NPD)** tarkoituksena on tukea tehokasta liikumista. Ajatuksena on kulkea turvallisesti, viehättävällä ja mukavalla kadulla, joka tukee yleistä terveyttä, ehkäisee onnettomuuksia ja kannustaa joka päiväiseen liikuntaan. Tarkoituksena on suojella maata ja ympäristöä sekä luoda ympäristöjä, jotka yhdistyvät hyvin sisäisesti sekä ulkoisesti. (LEED 2009 for Neighborhood Development 2009, 41-42, 44)

**Green Infrastructure and Buildingsin (GIB)** idea on kannustaa sellaiseen rakennusten suunnitteluun, rakentamiseen ja uudelleen toteuttamiseen, joka käyttää hyväksi vihreän rakentamisen periaatteita. Tarkoituksena on rakentaa energiatehokkaita asuintaloja, jotka vähentävät ilman, veden ja maan saastumista sekä haitallisia ympäristövaikutuksia energian tuotannossa ja käytössä sekä luonnon vesilähteissä. (LEED 2009 for Neighborhood Development 2009, 77-78, 80)

Neighborhood-suunnittelutyökalun pääpaino keskittyy alueelliseen kehitykseen, joten materiaalivalinnat näkyvät vähän tässä osuudessa. Niiden pääpaino on kohdassa Green Infrastructure and Buildings. Seuraavissa krediteissä materiaalivalinnat ja materiaalien säilyttäminen esiintyy suorasti tai epäsuorasti.

#### 5.5.1 Olemassa olevien rakennusten käyttö (GIB 5)

Säilyttämällä jo olemassa olevia rakennuksia on mahdollista ansaita yksi krediitti. Tämän osion tarkoitus on pidentää jo olemassa olevien rakennusten elinkaarta. Vaatimuksena on hyödyntää joko 50 % jonkun olemassa olevan rakennuksen rakenteista ja ulkovaipasta tai 20 % koko asumiskannasta perustuen pinnan pinta-alaan. Kaikkien projektien tulee säilyttää historialliset rakennukset. Historiallisten rakennusten purkamiseen tulee olla suostumus paikalliselta museovirastolta tai vastaavalta. (LEED 2009 for Neighborhood Development 2009, 89)

#### 5.5.2 Historiallisten resurssien säilyttäminen ja mukautuva käyttö (GIB 6)

Säilyttämällä vähintään yhden historiallisen rakennuksen on mahdollista ansaita tästä kohdasta yksi krediitti. Tämän osion tarkoitus on kannustaa historiallisten rakennusten ja kulttuurimaiseman säilyttämiseen. Historiallisia rakennuksia ei pidä purkaa. (LEED 2009 for Neighborhood Development 2009, 90)

#### 5.5.3 Kaupunkisaarekeilmiön laskeminen (GIB 9)

Kaupunkisaarekeilmiötä vähentämällä on mahdollisuus ansaita yksi krediitti. Tässä osuudessa on kolme vaihtoehtoa:

- katemateriaalina käytetään kaikissa uusissa rakennuksissa materiaalia, jonka SRI-arvo on loivilla ( $\leq 2:12$ ) yli 78 ja jyrkillä ( $> 2:12$ ) yli 29.
- varjojen luominen kasvillisuudella
- SRI-arvon alle 29 kiveyksissä ja muissa päällystystöissä mukaan lukien istutukset ja nurmialueet.

(LEED 2009 for Neighborhood Development 2009, 95).

Kattojen antamat arvot lasketaan kohdan 5.3.2. tavoin. Kupari ei täytä tämän kohdan vaatimuksia. Mikäli alueelle sijoitetaan viheralueita runsaasti, niin kuin ND:n tarkoituksena on, katemateriaalin merkitys tässä kohtaa vähenee.

## 5.6 Kupari LEEDssä

Tämän opinnäytetyön kirjallisuusselvityksen jälkeen voi todeta, että kuparin valitseminen on lähes jokaisessa kohdassa ollut positiivinen asia. Jokaiseen materiaalivalintoihin liittyvään kohtaan kuparin valitseminen julkisivu- tai katemateriaaliksi ei vaikuta. Kuparin ominaisuuksista on haittaa ainoastaan kaupunkisaarekeilmiön täyttämiseksi ja alkuaineena kupari ei kuulu nopeasti uusiutuviin luonnonvaroihin. Nopeasti uusiutuvien luonnonvarojen vaatimusten prosenttimäärä on kuitenkin niin pieni, ettei sen kuparin valinnasta koidu kreditien tavoitteluun. Taulukosta 4 voi tarkastella materiaali valintoja New Constructions, Core & Shell ja Schools-kohteissa:

Taulukko 4. Kuparin sopiminen New Constructions, Schools ja Core & Shell-projekteihin

Credit	sopii	ei sovi	max pisteet*	mittayksikkö	lisätietoja
SS 7.2		x	1/1/1	m <sup>2</sup>	
WE 1	x		4/4/4		sopiva materiaali, mutta vain osa ratkaisua
MR 1.1	x		3/2/5	m <sup>2</sup>	
MR 1.2	x		1/1/1	m <sup>2</sup>	julkisivut ja katemateriaalit eivät kuulu tähän osioon
MR 2	x		2/2/2	kg tai m <sup>3</sup>	
MR 3	x		2/2/1	€	
MR 4	x		2/2/2	%	
MR 5	x		2/2/2	€	
MR 6		x	1/1/0	€	kupari ei uusiudu
MR 7			1/1/1	€	ei kuulu laskentaan
IEQ 10	x		1/1/1	RH%	sopiva materiaali, mutta vain osa ratkaisua
yhteensä	17/16/18	2/2/1	20/19/20		kredititä

\*New Constructions/ Schools/ Core & Shell

Taulukosta 3 on havaittavissa, että kaupunkisaarekeilmiötä mittaava SS 7.2 tuo projekteihin vain yhden kreditin. Tästä kohdasta ei ole mahdollista hankkia innovaatiopisteitä. Suomessa kesä kestää lyhyen aikaa, talvella katot ja tiet ovat lumen peitossa ja kaupungit ovat ainakin vielä sen verran pieniä, ettei kaupunkisaarekeilmiö ole suurimpia huolenaiheita ympäristökuormien vähentämisen suhteen. Kaupunkisaarekeilmiö on tutkimusten mukaan globaalistikin aiheuttanut ainoastaan kymmeneksen maapallon lämpenemisestä, joka on 0,06°C satavuotiskaudella. Tästä on pääteltävissä, että Pohjoismaihin rakennetuissa kiinteistöissä tämän kreditin noudattaminen ei ole kovin tehokas keino vähentää ilmaston lämpenemistä.

Uusiutuvien luonnonvarojen käyttöä mittaavasta kohdasta MR 6 on mahdollista ansaita vain yksi krediitti NC-kohteissa. Lisäksi MR 6-kreditin saavuttamiseksi vaaditaan, että nopeasti uusiutuvia tuotteita rakennuksessa on 2,5 % ja innovaatiopisteen saavuttamiseksi 5 %. Nämä ovat kokonaisuudesta pieniä määriä, joten vaikka kupari valittaisiinkin kattoihin ja julkisivuihin, pystyttäisiin yhä hankkimaan tämä krediitti, vaikka käyttämällä eristeissä tai pintamateriaaleissa nopeasti uusiutuvia materiaaleja.

Se, minkä verran projektista todellisuudessa saadaan kreditejä kuparin valinnalla, on pitkälti riippuvainen projektin lähtötilanteesta. Parhaiten pisteitä on mahdollista ansaita mikäli rakennuspaikalta löytyy jo valmiiksi kuparia esimerkiksi julkisivutuotteena ja se uudelleen käytetään. Kuparin paikallisuuden määrittää lähes puhtaasti projektin sijainti, mutta 804 km on suomalaisittain pitkä matka ja se mahdollistaa projektit jopa naapurimaiden kohteissa, jotta kuparia LEEDin mukaan nimitetään paikalliseksi tuotteeksi. Homeen torjuntaan ja vedenkäytön tehokkuuteen kuparin valinta liittyy vain vähän, mutta kuparilla on silti tätä kohtaa pohdittaessa positiiviset ominaisuudet. Rakennusjätteen hallinta on lähinnä työmaanjohtosta kiinni. Kuparipakkausten materiaalit ovat helposti kierrätettävissä ja itse kupari helposti otettavissa uudelleen käyttöön. Ainoa asia, mikä todella säilyy projektista toiseen on kierrätyspitoisuus, mikä kuparissa on huippuluokkaa. Valitsemalla kupari voidaan vaikuttaa positiivisesti 16-18 % krediteistä, kun ylipäänsä materiaalivalinnoilla voidaan vaikuttaa 19-20 % krediteistä. Materiaalivalinnoilla voidaan vaikuttaa myös hieman energiapisteisiin, mutta tässä yhteydessä se on

jätetty, koska kuparijulkisivu ei toimi eristeenä. Suomessa eristävyys laskenta lopetetaan yleensä ilmarakoon, sillä ilmarako huonontaa seuraavia eristekerroksia huomattavasti. Kirjallisuusselvityksessä ei ole pohdittu Nordic Solar-aurinkolämpöjärjestelmän vaikutusta pisteitykseen. Nordic Solar on aurinkolämpöä tuottava integroitu aurinkolämpöjärjestelmä. Sen ensimmäinen pilottihanke otettiin käyttöön Porin uimahallissa syksyllä 2011 eikä sen eristävydestä tai energiantuotosta olla opinnäytetyön aikoihin tiedetty riittävästi.

Existing Building- ja Neighborhood Development-projekteissa kuparijulkisivu- ja kattotuotteita vaivaa näkymättömyys. Neighborhood Development-projektin näkymättömyys on ymmärrettävää, sillä se mittaa asuinalueen suunnitelmallista kehittämistä asukasystävällisyyteen. Siinä kupari näkyy suoraan oikeastaan vain GIB 9-kreditissä, jossa mitattiin NC, C&S ja Schools-projektien tavoin kaupunkisaarekeilmiötä. Välillisesti kuparin olemassaolo esiintyy GIB 5- ja 6-kohdissa, mikäli se on jo valittu rakennusmateriaaliksi säilytettävissä kohteissa.

Existing Building-projekteissa puolestaan mitataan rakennuksen toiminnallisuutta. Tarkastelujaksoksi on annettu vähintään 12 kuukautta eli montaa vuotta ei käytetä tulosten saamiseen. Aika on niin lyhyt, että pystytään helposti muuttamaan kulutustottumuksia väliaikaisesti parempaan ja siirtämään suurempia huoltotoimenpiteitä. Lisäksi rakenteita koskevat huollot voidaan jättää helposti tarkastelujakson ulkopuolelle suomalaisen rakennusten huoltotavan tapaan. On kovin yllättävää, että näin lyhyisiin tutkimuksiin ollaan otettu myös kaupunkisaarekeilmiön tutkiminen mukaan laskentaan. Existing Building jakaa taulukon 5 mukaisesti kreditejä materiaalien käytöstä:



Taulukko 5. Kuparin soveltuvuus Existing-projekteissa

Credit	sopii	ei sovi	max pisteet	mittayksikkö	lisätietoja
SS7.2		x	1		
MR 1			3	€	ei kuulu laskentaan
MR 2			2	€	ei kuulu laskentaan
MR 3	x		1	€	
MR 4			2	kpl	ei kuulu laskentaan
MR 5			1	€	ei kuulu laskentaan
MR 6			1		ei kuulu laskentaan
MR 7	x		2	kg tai m <sup>3</sup>	
MR 8			1	€, kg tai m <sup>3</sup>	ei kuulu laskentaan
MR 9	x		1	m <sup>3</sup>	
	4		15		

Taulukosta 4 tulee ilmi, että ainut piste, jonka saavuttamiseen kupari ei sovi on kaupunkisaarekeilmiötä mittaava SS 7.2. EB-projektit keskittyvät enemmän hankintojen ja jätevirtojen hallintaan kuin huollontarpeen arvioimiseen. Mikäli ensimmäisellä kerralla kuparituotteet on asennettu oikein, ei tähän projektiin kuparista hankintoja tule. Kaikki kohdat, joihin kupari saattaisi jonkin verran viitata, ovat hankinnat ja jätevirrat. Kuparin valitseminen rakennusmateriaaliksi ei siis todennäköisesti näy EB-sertifikaattien haussa, koska on aika epätodennäköistä, että tämän kaltaisia remontteja lähdettäisiin juuri LEED-tarkastelujakson aikana suorittamaan.

LEED arvioi kuparituotteita varsin positiivisesti. Kuparin tärkeimmät ominaisuudet, pitkä käyttöikä ja huoltovapaus, eivät kuitenkaan tule oikeastaan millään tasolla LEED-sertifikaateissa esille, vaikka LEED mainostaakin arvioivansa rakentamista rakennuksen koko elinkaaren ajalta. Existing Building-sertifioinnissakin tarkastelujakso on liian lyhyt arvioimaan todellisia hankintavirtoja. Kupari jää siis LEEDin myyntipuheista huolimatta aliarvostetuksi tuotteeksi, ja LEED ei mene tarpeeksi syvälle arvioidessaan rakennuksen koko elinkaaren aikaisia ympäristökuormia. Yhdysvalloissa käytetään rakentamiseen enemmän puuta kuin Suomessa, joka vaatii varsinkin julkisivuissa enemmän huoltoa. Tämä voi olla ainakin osasyynä, että materiaalien huoltovälejä ei ole selkeästi otettu huomioon.

Tuotteen vastuullista alkuperää ei ole otettu huomioon muuta kuin puun kohdalla, sillä FSC-standardin saamiseksi metsänomistajan tulee kehittää metsänhoitoaan vastuullisempaan suuntaan. Tuotteen paikallisuus ei ole ainut merkki vastuullisesta materiaalihankinnasta. Eniten korjauksen varaa olisi hinnan merkityksessä, sillä mikäli hinta on alhainen, tuotteen merkitys laskennassa vähenee vaikka se tuotteen alkuperä ei tue vihreän rakentamisen periaatteita. Bambu on nopeasti uusiutuva tuote ja tuottaa yhden pisteen laskennassa, vaikka se olisikin hankittu uhanalaisen isopandan elinympäristöstä. Valinnan vihreyttä pitäisi tarkastella myös materiaalin hankinnan lähtökohdista; nyt se tapahtuu lähinnä painottuen kierrättämisen periaatteihin. Valinnoissa voitaisiin rohkaista käyttämään sertifioituja tuotteita ja luotettavia yrityksiä.

Tuotteiden hinnan ei pitäisi olla pisteytyksen perustelu, sillä markkinoilla kysynnän ja tarjonnan periaate määrittelee tuotteelle hinnan. Halvat epäekologiset tuotteet piiloutuvat matalan hinnan taakse ja ajatus vihreästä rakentamisesta kärsii. Hyvä asia siinä tietenkin on se, että hyvitetään siitä, että tuote on valittu osittain myös eettisten arvojen perusteella eikä pelkästään hinnan perusteella. Tämä saattaa myös kannustaa teollisuutta sijoittamaan varoja kierrättämisen kehittämiseen ja tuotteistamiseen, kun tuotteen valintaa ei ohjaa enää vain edullinen hinta.

LEEDssä ei oteta arvostelussa huomioon materiaalien toiminnallisia ominaisuuksia kuten esimerkiksi terästä ja betonia tarvitaan aivan erilainen määrä samaa toimintoa varten. Eri rakenneratkaisujen ympäristöystävällisyyden ja kreditien ansaitsemisen vertailu on hankalaa, ja tieto saavutetaan vasta kokemuksen myötä. Kaiken kaikkiaan LEED ei mene kovin syvälle vihreän rakentamisen periaatteissa ja jättää monia asioita huomioimatta pisteytyksessään.

## 6 BREEAM

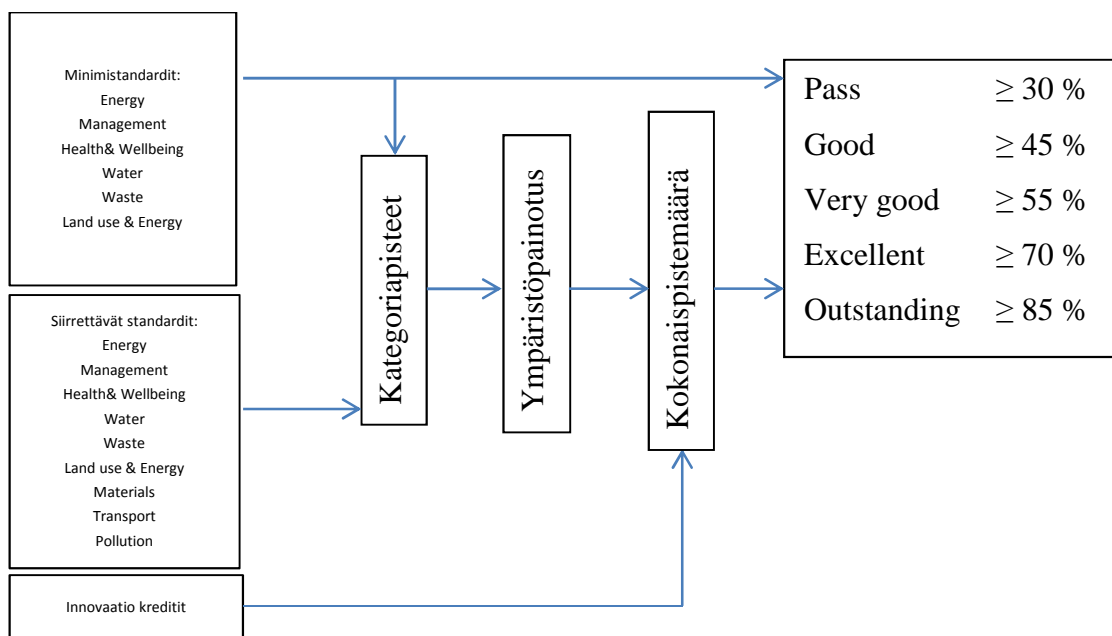
BREEAM on termi, joka on ollut käytössä vuodesta 1990 asti. Rakennusalalla puhuttaessa BREEAMista, tarkoitetaan lähinnä BREEAM Buildings-arviointijärjestelmää. Mutta BRE's Environmental Assessment Methods koostuu laajasta työkalustosta, jotka ovat tarkoitettu ammattilaisille avuksi suunnitteluun vähentämään rakentamisen ympäristövaikutuksia. (BREEAMin www-sivut 2011).

BREEAMin työkalut ovat:

- BREEAM Buildings – arvioi kaikenlaisia rakennuksia (uusia ja olemassaolevia)
- BREEAM Developments – tarjoaa käyttöön asuinalueiden ja yhdyskuntien kehittämiseen yleiskaavojen suunnitteluun tavoitteita ja kiintopisteitä.
- BREEAM Envest – Envest 2 tietokoneohjelma, joka on tarkoitettu työkaluksi CO<sub>2</sub>-päästöjen arviointiin ja suunnitteluun.
- BREEAM LCA – sertifioitu järjestelmä, joka antaa tietoa rakennusmateriaalin ympäristövaikutuksista koko materiaalin elinkaaren ajalta.
- BREEAM Smartwaste – Työmaajätteen minimoinnin työkalu.
- BREEAM Specification, 'The Green Guide' – julkaisu vertaa ympäristövaikutuksia ja antaa arvosanan yli 250 tyypilliselle rakennuselementille lisäksi käytössä on verkkoversio The Green Guide Online, josta löytyy lisää elementtejä.  
(BREEAMin www-sivut 2011).

BREEAMin tavoitteina on lievittää koko rakennuksen elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia, tehdä mahdolliseksi rakennuksen ympäristöominaisuuksien tunnistamisen, luoda uskottava ympäristöetiketti rakennuksille ja herättää

kiinnostusta kestävän rakentamisen periaatteisiin. (BRE Global Ltd 2011, 13) BREEAM Building-järjestelmällä pystytään tekemään rakennuskohtaisen ja paikallisiin oloihin soveltuva BREEAM arviointityökalu. BREEAM arvosanan muodostumista havainnollistaa kuvassa 6.



Kuva 6. BREEAM arvosanan muodostuminen

BREEAM Buildingsin arviointijärjestelmät ovat syksyllä 2011 muuttuneet rakenteelta hieman. Kirjallisuus selvityksen aikana BEEAMin www-sivujen mukaan Isossa Britanniassa tehtäviä järjestelmiä ovat:

- BREEAM New Construction (Courts, Data Centers, EcoHomes, Education, Healthcare, Industrial, Multi-Residential, Offices, Prisons, Retail ja Other Buildings) – on tarkoitettu uudisrakennuskohteille
- BREEAM Refurbishment (Domestic ja Non-Domestic) – on tarkoitettu remontoitaviin kohteisiin
- Code for Sustainable Homes – tarkoitettu uusien kotien arviointiin
- BREEAM Community – asuinalueiden arviointiin
- BREEAM In-Use – tarkoitettukäytössä oleville rakennuksille

BREEAM on laajentanut toimintaansa myös muualle Eurooppaa. Alankomaat ja Espanja ovat laatineet oman kansallisen versionsa BREEAMistä ja Ruotsissa ja Norjassa kaavaillaan omaa kansallista versiota. (BREEAMin www-sivut 2011).

Suomen FIGBC on päättänyt, etteivät käännä BREEAMia tai LEEDia eivätkä hanki kansallista versiota BREEAMista, koska arviointityökalut muuttuvat koko ajan ja ne olisivat jo valmistuessaan vanhoja. (FIGBCn www-sivut 2011) BREEAM International, jota käytetään Euroopassa sertifiointi vaihtoehdot ovat

- BREEAM Europe Commercial – pääasiassa toimistoille, kauppakeskuksille ja teollisuusrakennuksille
  - BREEAM International Bespoke – projektikohtainen räätälöiminen
  - BREEAM Communities – aluesuunnitteluun
  - BREEAM In-Use – käytössä olevien rakennusten ympäristövaikutusten ja juoksevien kulujen vähentämiseen.
- (BREEAMin www-sivut 2011).

BREEAMin toteutuksen periaatteina on pidetty seuraavia asioita

1. Ympäristön laadun turvaaminen ymmärrettävän, holistisen ja tasapainotetun mittausjärjestelmän avulla
  2. Laskettavissa olevien mittayksiköiden käyttäminen ympäristön laadun selvittämiseksi
  3. Joustava lähestymistapa, välttäen ohjailevia määrittelyjä ja suunnitteluratkaisuja
  4. Parhaiden saatavissa olevien tutkimusten ja käytännön kokemusten hyväksikäyttö
  5. Sosiaalisten ja taloudellisten etujen huomioon ottaminen ympäristöasioiden yhteydessä
  6. Yleisten kehysten luominen arvostelulle, jonka saa räätälöityä paikallisen olojen mukaan huomioon ottaen säädökset, ilmaston ja alueen
  7. Rakennusalan ammattilaisten yhdistäminen kehitykseen ja käytäntöön laajan ymmärryksen ja helppokäyttöisyyden varmistamiseksi
  8. Kolmannen osapuolen arviointi riippumattomuuden, uskottavuuden ja yhtenäisyyden takaamiseksi
  9. Olemassa olevien teollisuustyökalujen, työtavan ja standardien omaksuminen
  10. Rahoittajien konsultaatio, jotta informoidaan tapahtuvasta kehityksestä
- (BRE Global Ltd 2011, 13)

## 6.1 Pisteytysjärjestelmä

BREEAM arviointijärjestelmä perustuu

- BREEAMin arviointikriteereihin
- ympäristösuojelun painotukseen
- minimistandardeihin

1. BREEAMin arviointikriteereihin, joissa on määritelty minkä arvosanan rakennus saa

- UNCLASSIFIED < 30% krediteistä
- PASS  $\geq$  30% krediteistä
- GOOD  $\geq$  45% krediteistä
- VERY GOOD  $\geq$  55% krediteistä
- EXCELLENT  $\geq$  70% krediteistä
- OUTSTANDING  $\geq$  85% krediteistä

(BREEAM Global 2009, 36-37)

2. Ympäristösuojelun painotus

BREEAM jakaa pisteytyksensä yhdeksään eri kohtaan Taulukon 6 mukaisesti, joita BREEAM Buildingsillä on mahdollisuus arvioida.

Taulukko 6. BREEAMin ympäristöpainotukset (BRE Global 2009, 37)

BREEAM Section	Weighting (%)	
	New builds, extensions & major refurbishments	Building fit-out only
Management	12	13
Health & Wellbeing	15	17
Energy	19	21
Transport	8	9
Water	6	7
Materials	12.5	14
Waste	7.5	8
Land Use & Ecology	10	N/A
Pollution	10	11
Innovation	10	10

### 3. Minimistandardeihin

Saavuttaakseen tietyn BREEAM arvosanan tulee rakennuksen täyttää minimi prosentit taulukon 7 kohdista.

Taulukko 7. BREEAM minimi vaatimukset (BREEAM Global 2009, 38).

BREEAM issue	BREEAM Rating / Minimum number of credits				
	PASS	GOOD	VERY GOOD	EXCELLENT	OUTSTANDING
Man 1 - Commissioning	-	-	-	1	2
Man 3 - Construction site impacts	-	-	-	1	2
Man 4 - Building user guide	-	1	1	1	1
Hea 4 - High frequency lighting	1	1	1	1	1
Ene 1 - Energy Efficiency	-	-	-	6	10
Ene 2 - Sub-metering of substantial energy uses	-	-	1	1	1
Ene 5 - Low or zero carbon technologies	-	-	-	1	1
Wat 1 - Water consumption	-	-	1	1	2
Wat 2 - Water meter	-	-	-	1	1
Wst 3 - Storage of recyclable waste	-	-	-	1	1
LE 4 - Impact on site ecology	-	-	-	2	2

### 4. Innovaatiokreditit

Innovaatiokreditit annetaan edistyksellisestä kestävästä toiminnasta, joka ylittää pisteytyksen aikaisemmat vaatimukset. Innovaatiokreditit antavat asiakkaille ja suunnittelutiimille mahdollisuuden vahvistaa rakennuksen BREEAM-pisteytystä ja lisäksi antaa tukea markkinoilla oleville uusille innovatiivisille tuotteille.

Jokainen 1 % ylitys lisätään BREEAMin lopulliseen lukemaan. Maksimissaan innovaatio kreditejä on mahdollisuus ansaita 10 %.

## 6.2 Arvosanan laskeminen

BREEAMin kreditit on mahdollista laskea vain koulutuksen saanut, kolmannen osapuolen arvioitsija. Arvioitsija laskee pisteetyksen seuraavan esimerkin tapaan (Taulukko 8).

Taulukko 8. Esimerkki BREEAM menetelmän laskennasta. (BRE Global, 40)

<b>BREEAM Section</b>	<b>Credits Achieved</b>	<b>Credits Available</b>	<b>% of Credits Achieved</b>	<b>Section Weighting</b>	<b>Section score</b>
Management	7	10	70%	0.12	8.40%
Health & Wellbeing	11	14	79%	0.15	11.79 %
Energy	10	21	48%	0.19	9.05%
Transport	5	10	50%	0.08	4.00%
Water	4	6	67%	0.06	4.00%
Materials	6	12	50%	0.125	6.25%
Waste	3	7	43%	0.075	3.21%
Land Use & Ecology	4	10	40%	0.10	4.00%
Pollution	5	12	42%	0.10	4.17%
Innovation	1	10	10%	0.10	1%
<b>Final BREEAM score</b>				<b>55.87%</b>	
<b>BREEAM Rating</b>				<b>VERY GOOD</b>	
<b>Minimum Standards for BREEAM 'Very Good' rating</b>					
				<b>Achieved?</b>	
Man 4 – Building User Guide				✓	
Hea 4 - High frequency lighting				✓	
Ene 2 Sub-metering of substantial energy uses				✓	
Wat 1 - Water consumption				✓	



### 6.3 The Green Guide to Specification

Green Guide to Specification on arviointityökalu, joka on kehitetty helpottamaan rakennustuotteiden ympäristötekijöiden arviointia. Se on toteutettu yhteistyössä teollisten yhteistyökumppanien, tehtaiden, kauppakamarin, akateemikojen ja tutkijoiden kanssa sekä sen laatimiseen on käytetty laaja valikoima tietoa ympäristöstä, jotka tulevat luotettavista lähteistä.

Ympäristövaikutukset syntyvät monessa eri vaiheessa. Hiilidioksidin ja muiden kasvihuonepäästöjen pitoisuus ilmakehässä kasvaa, joka aiheuttaa maapallon ilmaston lämpenemistä ja ilmastomuutosta. Kemikaalien pääsyn ilmakehään valmistusprosessissa on osoitettu vahingoittavan otsonikerrosta ja aiheuttavan muitakin haitallisia tekijöitä ympäristölle ja ihmisten terveydelle. Kaikki nämä ovat merkityksellisiä ja esiintyvät rakennusprojektissa. Hankkijan ja tuottajan vastuulla on ymmärtää nämä asiat ja pyrkiä lieventämään niiden vaikutusta. Myös pääomasijoittajat ja rahoituslaitokset etsivät osakkaiden ja vakuutuksen antajien painostuksesta vihreämpiä ja sosiaalisesti vastuuntuntoisempia lähestymistapoja rakennusten suunnitteluun ja hankintaan. (Anderson, Shiers & Steele 2009, 3).

Ennen ensimmäisen Green Guide to Specificationin julkaisua 1996 oli vain vähän saatavilla olevaa, luotettavaa ja metodologista, vankkaa tietoa rakennusmateriaalien ympäristövaikutusten minimoimisesta määrittelijöille. Ensimmäisessä versiossa tarkoituksena oli saada ”vihreä opas”, joka olisi luotettava ja helppo käyttää ja joka perustuisi numeeriseen tietoon. Päämääränä tämä on säilynyt neljännessä painoksen kehittämiseen asti. The Green Guide to Specification on tarkoitettu käytettäväksi arviointityökalujen BREEAM, The Code for Sustainable Homes ja Ecohomes kanssa. Sitä ei ole tarkoitettu käytettäväksi arviointiin yksinään. (Anderson, Shiers & Steele 2009, 3-4).

Green Guide to Specificationissa materiaalit on järjestetty elementtien perusteella: pohjakerros, yläkerros, katot, ulkoseinät, ikkunat, sisäseinät ja väliseinät, eriste sekä maisemointi, niin että lukija voi vertailla ja valita oppaassa olevista ratkaisuista ja materiaaleista. Näiden elementtikategorioiden avulla, The Green Guide sisältää laajan, mutta ei täydellisen, valikoiman rakennusmateriaaleja. Materiaalit ja

komponentit on esitetty niiden tyypillisessä elementillisessä muodossa eli esimerkiksi ei ole esitetty pelkkää kuparia katossa vaan kupariprofiili tuplaponttauksella umpilaudoituksen päälle. Niitä on verrattu joko neliömetrin kokoiisiin rakennelmiin, jotka täyttävät joko samanlaiset tai hyvin samanlaiset toiminnot. Tärkeät muuttujat, kuten tiettyyn toimintoon vaadittava materiaalin massa, on siksi otettu huomioon. Esimerkiksi suora vertailu ympäristöominaisuuksista tonnin teräksen ja tonnin betonin välillä olisi harhaanjohtavaa, sillä pienemmillä määrillä terästä saavutetaan samat rakenteelliset ominaisuudet. Tulee kuitenkin huomioida, että The Green Guide to Specification ei ota huomioon materiaalien käyttöominaisuuksia kuten lämmöneristävyyttä, koska nämä otetaan huomioon jo muita kreditejä laskettaessa. (Anderson, Shiers & Steele 2009, 4).

The Green Guide to Specification kääntää numeerista LCA-dataa yksinkertaisempaan muotoon, jotta pystytään mielekkäästi vertailemaan materiaaleja ja komponentteja. Arvosanat annetaan asteikolla A+, A, B, C, D, E, jossa A+ tarkoittaa hyvää ja lähestyttäessä E-arvosanaa ympäristövaikutukset kasvavat. LCA:n antama profiili on vain yksi tekijöistä, joka tulee ottaa huomioon materiaalivalinnassa. Muita tärkeitä tekijöitä ovat hinta, kestävyys, ulkonäkö, rakennettavuus, tekniset ominaisuudet, ylläpito ja saatavuus. Suunnittelijoiden tulee ottaa myös huomioon, ettei kierrättäminen ole ympäristöystävällisin vaihtoehto. Näin on erityisesti silloin kun kierrättämiseen kuluu paljon saastuttavaa energiaa. Kierrättämisen hyödyt tulee määrittää tapauskohtaisesti. (Anderson, Shiers & Steele 2009, 5).

#### 6.4 Elinkaaren aikainen kustannusanalyysi (Man 12)

Tarkoitus on rohkaista käyttämään Life Cycle Cost (LCC)-analyysia ja kehittämään suunnittelua ja määräyksiä koskien koko rakennuksen elinkaaren ajan tapahtuvaa ylläpitoa ja hoitoa. Noudattamalla seuraavia kohtia on mahdollista ansaita kaksi krediittiä. Ainoastaan Fit out-projekteissa voidaan joutua tekemään lisäksi muita toimenpiteitä. (BRE Global 2009, 57).

1. LCC-analyysi on tehty Royal Institute of British Architects (RIBA) Work Stages C/D (Concept Design/ Design Development) tai vastaavan ehdotuksen mukaan.
2. LCC-analyysi sisältää seuraavat vaiheet
  - Rakentaminen
  - Käyttö
  - Hoito
  - Käytön päättymisen
3. LCC-analyysi käyttää tarkkailuajanjaksona 25 tai 30 vuotta JA 60 vuoden ajanjaksoja.
4. Analyysissa esitetään toimintasuunnitelma ja järjestelmätarkastelu vähintään kahden kohdasta.
  - Rakenteet
  - Vaippa
  - Palvelut
  - Pinnat
5. Malli on päivitetty RIBA Work Stages D/C tai vastaavan puolesta. (BRE Global 2009, 57).

Tämä kohta sisältää siis lähinnä veloitteen tehdä analyysi, mutta sillä ei ole mitään raja-arvoja. Julkisivut ja katot kuuluvat tehtävän analyysin piiriin. Kuparista olisi todennäköisesti helppo tehdä LCC-analyysi, sillä kuparijulkisivutuotteet eivät tarvitse oikein tehdyn asennuksen jälkeen juuri muuta huoltoa kuin puhdistuksen roskista. Lisäksi käytön jälkeen kuparit voidaan myydä romukupariksi. Kuparin arvo todennäköisesti vain kasvaa ajan myötä inflaation vuoksi, joten kuparin käyttäminen rakennusmateriaalina voidaan nähdä sijoituksena tulevaisuuteen.

## 6.5 Energiatehokkuus (Ene 1)

Tässä kohdassa on jaossa 15 krediittiä, jonka lisäksi on myös mahdollista ansaita kaksi lisäkrediittiä. Mataliaenergiatalosta yksi lisä krediitti ja nollaenergiatalosta kaksi. Yhden pisteen saa aina jokaista prosenttia kohden, joka ylittää kansainväliset vaatimukset. Tästä Excellent-arvosanaan tulee ansaita vähintään 6 krediittiä ja 10 krediittiä Outstanding-arvosanaa varten. (BRE Global 2009, 101). Suomessa U-arvoa laskettaessa, ei kuparijulkisivua otettaisi laskuihin mukaan, koska U-arvon laskeminen lopetetaan ilmarakoon, sillä ilmarako vain huonontaisi U-arvoa ja samalla vääristäisi tulosta. Muutenkin kuparin vaikutus olisi vähäinen, koska kyseessä on ohut metallimateriaali.

## 6.6 Materiaalit

Materiaalien ympäristösuorituksen painotuksessa tarkastellaan eri tavoin materiaalien aiheuttamia ympäristökuormia. Energia ja elinkaaren aikaisiin kustannuksiin eivät liity ominaisuuksien arviointiin, sillä ne on arvioitu jo edellisissä kohdissa. Painotuksessa keskitytään materiaalien teknisiin ominaisuuksiin, maisemointiin, julkisivun ja rakenteiden uudelleen käyttöön ja vastuulliseen materialin hankintaan.

### 6.6.1 Materiaalien tekniset ominaisuudet (Suurimmat rakennusosat) (Mat 1)

Tässä on mahdollista Retail- ja Office-projekteissa ansaita 4 krediittiä ja Industry kohteissa 2 krediittiä. Minimiprosenttivaatimuksia ei ole. Tämän osion tarkoituksena on tunnistaa ja kannustaa käyttämään rakennusmateriaaleja, joilla on pienet ympäristövaikutukset koko elinkaaren ajalta. Näille krediteille on kaksi mahdollista laskutapaa:

- käyttäen hyväksi The Green Guide to Specificationin valmiiksi laskettuja tietoja tai
- laskemalla yksilölliset pisteet, mikäli rakennettavaa tai rakennettua elementtiä ei löydy teoksesta.

(BRE Global 2009, 180).

The Green Guide to Specification antaa erikseen jokaiselle rakennusosalle arvosanan A+, A, B, C, D, E. Arvosanan mukaan annetaan arvosteltaville rakennusosille pisteet (Taulukko 9).

Taulukko 9. Elementtikohtaisten pisteiden laskenta The Green Guide to Specificationin antaman arvosanan avulla (BRE Global 2009, 180).

Green Guide-arvosana	Pisteet/elementti
A+	3
A	2
B	1
C	0,5
D	0,25
E	0

Arvosteltavat rakennusosat riippuvat projektin tyypistä. Esimerkit löytyvät taulukoista 10 ja 11. Taulukko 10 ilmoittaa elementit, jotka otetaan mukaan pisteiden askuun ja taulukko 11 ansaittujen pistemäärien mukaan määräytyvät kreditien määrät.

Taulukko 10. Haettavat elementit. (BRE Global 2009, 180).

Building Element	Offices & Retail projects		Industrial projects	
	New build & Major Refurbishment	Fit Out	New build & Major Refurbishment	Fit Out
External Walls	✓	N/A	✓	N/A
Windows	✓	N/A	N/A	N/A
Roof	✓	N/A	✓	N/A
Upper Floor Slabs	✓	N/A	N/A	N/A
Internal Walls	N/A	✓	N/A	✓
Floor Finishes / Coverings	N/A	✓	N/A	✓

Taulukko 11. Ansaittavat pisteet. (BRE Global 2009, 181).

Offices and Retail New build & Refurbishments		Industrial New build & Refurbishments All Fit Out assessments	
Total Points	Credits	Total Points	Credits
2	1	2	1
5	2	4	2
8	3	5	One additional exemplary credit
10	4		
12	One additional exemplary credit		

Toinen tapa laskea tämän kohdan tulokset on ansaita yksi krediitti käyttäen Embodied Carbon-, Embodied Energy- tai Hiilijalanjälkimittaria. Loput kaksi krediittiä ratkaistaan LCA-mittaria käyttäen ja tarkastellaan vastaavanlaisia taulukoita. (BRE Global 2009, 181).

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan kuparin asemaa the Green Guide to Specification avulla, sillä tämän avulla käytännössäkin kuparituotteita tarkasteltaisiin. The Green Guide to Specification-kirjassa on kattoelementeille ainoastaan yksi määritelty rakennemahdollisuus. Liitteessä 4 on esitetty konesaumattu kuparikatto, jossa umpilaudoitus, joka on hyvin yleinen kuparikattotyyppi. Rakennerratkaisu saa arvosanakseen A:n, jolla katto elementtiä varten ansaitaan kaksi pistettä.

Tarkasteltaessa Liitettä 4, voidaan havaita, että kupari on saanut hyvän arvosanan kaikista muista ominaisuuksistaan, paitsi veden käytöstä valmistuksessa arvosanan C. Tämä merkintä on alentanut sen tasolta A+ tasolle A. Elementti on saanut paremmat arvosanat myös verrattuna muihin A-arvosanan saaneihin metalliverhoiluihin. Alumiinielementeistä on huomattavissa, että sen arvosanoihin vaikuttaa huomattavasti sen käsittelytapa; teräskiiltävä on vihreän rakentamisen kannalta parempi kuin pinnoitettu. On myös mahdollista, että tämän arvostelun kuparissa on kyse kirkkaan kuparin arvosanasta ja patinoidulla saattaa olla eri arvosana. (Anderson, Shiers & Steele 2009, 97, 111.)

Arvostelussa käytetään vain 60 vuoden arvostelujaksoa. Tätä pidempikestoiset rakenteet on aliarvioitu arvostelutaulukoissa. (Anderson, Shiers & Steele 2009, 29.) Hoidettu konesaumattu kuparikatto on huomattavasti pitkäikäisempi kuin 60 vuotta, joten sen erot muihin rakennusaineisiin ei pääse täysin oikeuksiinsa.

Julkisivuelementtien pisteityksiä ei ole suoraan annettu Green Guide to Specification-käsikirjassa, koska kupari ei kuulu yleisimpiin julkisivurakenteisiin. Arvo on löydettävissä arvioitsijoille tarkoitettussa internet-versiossa, josta Hudson toteaa Kuparifoorumissa 2008, että kaikki kupariteollisuuden kattotyypit saavuttivat A- tai A+ arvosanat samoin kuin useimmat julkisivutuotteet. Jopa ne muutamat verhoilutyypit, jotka eivät ole saavuttaneet näitä arvosanoja, on helposti muokattavissa vaihtamalla tiettyjä komponentteja, mutta ei kuparia itsessään. Yleisesti on havaittavissa, että julkisivutuotteina metallit pärjäävät huomattavasti paremmin kuin esimerkiksi betonijulkisivu.

Teollisuusrakentamisessa otetaan huomioon vain katto ja ulkoseinät, jolloin kuparijulkisivut ja -katot antaisivat suoraan täydet pisteet tästä osuudesta. Käyttämällä A+-arvosanan ansaitsevaa menetelmää jommassakummassa saavutettaisiin lisäksi lisäkreditin. Offices-, Retail-, New Build- ja Refurbishment-projekteissa julkisivut ja katot kattavat puolet tämän osuuden pisteiden laskusta ja lisäkreditin päästään helposti. Näissä projekteissa on mahdollisuus saada neljä krediittiä ja yksi innovaatiokreditin. Tämä osoittaa, että kupari on hyvä valinta julkisivuihin ja kattoon, ja yleisesti katsottuna ympäristöystävällinen tuote.

#### 6.6.2 Kovamaisemointi ja alueiden rajaaminen (Mat 2)

Tällä osuudella on mahdollisuus hankkia Retail-, Offices- ja Industrial-projekteissa yhden kreditin. Minimistandardeja ei ole. Tämän kohdan tarkoitus on tunnistaa ja kannustaa käyttämään pihan aitaukseen, teiden päällystämiseen ja puutarhan kivetyksiin materiaaleja, joilla on vähäinen vaikutus ympäristöönsä koko elinkaarensa ajalta. Tämän kreditin saamiseksi, tulee joko pinta-alaltaan 80 % materiaaleista saada Green Guide to Specifications arvosana A- tai A+ tai osoittaa

LCA-työkalulla tuotteen soveltuvan ympäristön kannalta maisemointiin. (BRE Global 2009, 187).

Kupariset katto- ja julkisivutuotteet eivät kuulu tämän kreditin laskentaan. Alueiden rajaamiseen voidaan käyttää kuparia aidoissa arkkitehtoonisista syistä, mutta tämä ei ole kovin yleistä. Tästä syystä kuparille ei ole annettu Green Guide to Specification -käsikirjassa arvoja. Galvanoidulle teräkselle on annettu hyvät arvosanat vaijeri- ja verkkoaitoina, mutta tätä ei voida suoraan arvioida kuparin arvosanaksi. (Anderson, Shiers & Steele 2009, 216.)

### 6.6.3 Julkisivun uudelleen käyttö (Mat 3)

Käyttämällä uudelleen pinta-alaltaan 50 % tai massaltaan 80 % julkisivusta on mahdollisuus hankkia Retail-, Offices- ja Industrial-projekteissa yksi krediitti. Minimistandardeja ei ole. Tarkoituksena on tunnistaa ja kannustaa käyttämään uudelleen paikan päällä olevaa julkisivua. Kohteissa, joissa vaihdetaan ikkunat, voidaan ikkunat laskea pois tämän kohdan julkisivun pinta-alan laskelmista. Kevyt ulkoseinä (lasiseinät) kuuluu kuitenkin joka tapauksessa mukaan julkisivun pisteytykseen. (BRE Global 2009, 191). Käytännössä uudelleen käyttöön otetut julkisivut vaativat yleensä paljon entistämistä ja vahvistamista. Siksi projektit, joissa on uusittu sisä- ja ulkopuoliset listoitukset, voivat ansaita tämän kreditin. (BRE Global 2009, 192).

Koska ohjeissa todetaan, että massaltaan 80% tuotteista tulee olla työmaalla uudelleen käytettyä, Turun virastotalon tapaista projektia, jossa kupari lähetetään tehtaalte uudelleen sulatettavaksi, ei laskettaisi mukaan tätä kohtaa varten. Listat silti saisi vaihtaa kupari kohteissakin. Tosin ei ole tarkoituksenmukaista vaihtaa kuparikohteissa ainoastaan listoja ellei olla laiminlyöty aikaisemmassa rakentamisessa jotain suosituksia.



#### 6.6.4 Rakenteiden uudelleen käyttö (Mat 4)

Käyttämällä tilavuudeltaan vähintään 80 % rakenteista ilman merkittäviä lujitus- ja muutostoimenpiteitä Retail-, Offices- ja Industrial-rakennusprojekteissa, on mahdollista ansaita yksi krediitti. Tarkoituksena on kannustaa käyttämään uudelleen rakenteita, jotka löytyvät valmiiksi valitulta alueelta. Laajennuskohteissa rakenteiden tulee olla yhteensä vähintään 50 % valmiin rakennuksen rakenteista. (BRE Global 2009, 193). Kupariset kattotuotteet otetaan mukaan tämän kohdan laskentaan. Tätä voidaan perustella Mat 3-kohdan tapaan.

#### 6.6.5 Vastuullinen materiaali hankinta (Mat 5)

Tässä kohdassa Retail-, Offices- ja Industrial-rakennusprojekteissa on mahdollista ansaita kolme krediittiä. Tarkoituksena on kannustaa vastuullisiin raaka-ainehankintoihin tärkeimpien rakennusosien suhteen. Seuraavat rakennuselementit laskentaan mukaan:

New Construction ja Major Refurbishment projekteissa  
(kolmeen pisteeseen asti)

- kantava runko
- pohjakerros
- yläkerrokset
- katto
- ulkoseinät
- sisäseinät
- perustukset
- porraskäytävä

Näiden rakennusosien soveltuvista materiaaleista, johon muun muassa kaikki metallit kuuluvat, 80 % tulee olla vastuullisista lähteistä. On mahdollista saada myös innovaatiopiste mikäli 95 % materiaalista tulee vastuullisista lähteistä.

Soveltuvien materiaalien luokka ja mahdollisuus pisteisiin määritellään Liitteiden 5 ja 6 perusteella. Yhteenlaskettujen pisteiden perusteella ansaitaan tietty määrä kredittejä taulukon 12 mukaan.

Taulukko 12. Pisteiden mukaan ansaitut kreditit (BRE Global 2009, 200)

New Buildings and Major Refurbishment -projektit		Fit out- projektit	
≥15 pistettä	3 krediä	≥15 pistettä	2 krediä
≥10 pistettä	2 krediä	≥10 pistettä	1 krediä
≥5 pistettä	1 krediä		

Kuparituotteen pistemäärän ratkaisee kuparin hankintatapa. Liitteistä 5 ja 6 voi päätellä, että elementtiä kohden kuparituote saa 1,5-3 pistettä riippuen siitä, onko se kierrätysmateriaalia sisältävä, uudelleen käytetty ja/tai sertifioitu tuote. Parhaimmat pisteet ansaitaan sertifioiduista tuotteista ja uudelleen käytetyistä materiaaleista. Kreditien kokonaismäärä riippuu kokonaisuudesta. Tässä kohdassa julkisivut ja katto on neljäsosa kreditien ansaitsemismahdollisuuksista. Jo 15 pisteellä on mahdollisuus saada täydet 3 krediä ja jaossa on 24 pistettä. Tässä löytyy mahdollisuus myös innovaatiopisteeseen, mikäli 95 % materiaaleista on vastuullisista lähteistä. Kuparin avulla on hyvät mahdollisuudet tähän.

#### 6.7 Kierrätyksen kokonaissumma (Wst 2)

Kierrättämällä on mahdollisuus hankkia Retail-, Offices- ja Industrial-projekteista yksi krediitti eikä tällä kohdalla ole minimivaatimuksia. Tarkoituksena on kannustaa kierrättämään ja vähentämään ensiomateriaalin kysyntää. Tuotteista massaltaan tai tilavuudeltaan mitattuna 25 % tulee täyttää jokin seuraavista kohdista:

- tuote on hankittu työmaalta
- tuote on hankittu kierrätysjätteestä 30 km säteellä, kauempaa hankittuna materiaalin tulee olla kuljetettu junalla tai vesiteitse; lähteen tulee olla rakennus-, purku- tai maansiirtojätettä mukaan lukien tietyt

- tuote sisältää kierrätysmateriaaleja, jotka eivät ole rakennusjätettä eikä teollista sivutuotetta

(BRE Global 2009, 219).

Liitteen 3 mukaan kyseisessä projektissa ollut kupari sisältää lähes 100 % kierrätysainesta. Lähteet, mistä kuparia oli tätä projektia varten hankittu, eivät ainakaan viittaa siihen, että olisi käytetty rakennusjätettä. Tätä kohtaa varten kävisi varmasti myös Turun virastotalon kaltainen prosessi, jossa kupari lähetetään uudelleen sulatettavaksi, sillä kierrätysmateriaali olisi hankittu työmaalta.

## 6.8 Kupari BREEAM:ssä

Kirjallisuus selvitykset osoittivat, että BREEAM-sertifiointi järjestelmä pitää kuparin valintaa ympäristön kannalta hyvänä vaihtoehtona. BREEAM palkitsee jokaisessa kohdassa kuparin käytöstä, kuten taulukossa 13 osoitetaan.

Taulukko 13. Kupari Retail- Office ja Industrial-sertifikaateissa.

	sopii	ei sovi	max pisteet	mittayksikkö	lisätietoja
Man 12	x		2		ei oteta mukaan laskentaan, mutta kuparilla hyviä ominaisuuksia kohtaa varten
Ene 1			15	%	ei oteta mukaan laskentaan
Mat 1	x		4; 2	pisteet	
Mat 2			1	pisteet	ei oteta mukaan laskentaan
Mat 3	x		1	m <sup>2</sup>	
Mat 4	x		1	m <sup>3</sup>	
Mat 5	x		3	pisteet	
Wst 2	x		1	kg tai m <sup>3</sup>	

Taulukosta 13 osoitaa, että kuparin käytöllä ei ole haittavaikutuksia haettaessa arvosanaa. Mat 2 kohdassa kuparia ei oteta laskentaan mukaan, koska kohta koskee alueen päällystämistä ja rajaamista. Man 12 kohdan olemassa olo osoittaa sen, että BREEAM laittaa suunnittelijat pohtimaan myös koko elinkaaren aikaisia käyttökustannuksia. BREEAMin tämän hetken versioon ei kuitenkaan ole luotu mitään laskennallista järjestelmää, millä voitaisiin mitata ja vertailla eri ratkaisujen eroja ja tämän kautta palkita niitä. Mikäli haluttaisiin tuoda esille kuparin kaltaiset

tuotteet, jotka alussa vaativat enemmän pääoman sijoittamista rakennusvaiheessa, mutta pitkällä tähtäimellä sopivissa olosuhteissa kestävät pitkään ja vaativat verrattaessa muihin materiaaleihin vähemmän huoltoja, olisi hyvä ottaa se myös arvostelukriteeriksi. Oleellista pitkän käyttöiän suosimisessa on myös, että huoltovapaa ei tarkoita kertakäyttöisiä. Rakenne tai tuote tulee olla huollettavissa, vaihdettavissa tai korjattavissa ilman mittavia toimenpiteitä.

Mat 1 -kohdassa otetaan hyvin huomioon itse materiaalin ominaisuuksia ja valmistuksessa syntyviä päästöjä, mitä ei LEED:ssä otettu ollenkaan huomioon. Mat 1 oli havaittavissa, että vaikka se sai arvosanakseen vain A:n, oli sen LCA-tutkimuksissa saamat arvot tasaisesti hyvät. The Green Guide to Specification vain painottaa tietynlaisia ominaisuuksia. Mat 3- ja Mat 4-kohdissa ansaittavat pisteet riippuvat projektin lähtökohdista: onko työmaalla jo olemassa olevia rakenteita, joita käyttää hyväksi ja onko rakenteisiin käytetty materiaalia, jonka uudelleen käyttäminen on järkevää. Mat 5-kohdasta ansaittavat pisteet riippuvat kokonaisuudesta, mutta kuparin valitseminen kohteeseen antaa hyvät lähtökohdat siihen. Oikeastaan aina, kun kupari valitaan, tuottaa se pisteitä tähän kohtaan ja vie lähemmäksi kreditin ansaitsemista.

Selvityksissä kävi ilmi, että BREEAMilla on useita erilaisia helppokäyttöisiä menetelmiä, jotka nopeuttavat laskentaa ja helpottavat eri rakenneratkaisujen vertailua. The Green Guide to Specification arvioi materiaalin käyttöikä ja huollettavuutta 60 vuoden ajanjaksolla. Jotta kupari pääsisi täysiin oikeuksiinsa pitäisi arviointijakson olla PromisEn tapaan 100 vuotta. Tätä opinnäytetyötä varten ei ollut mahdollista käyttää kaikkea arvosteluissa käytettävää materiaalia, mistä oltaisiin saatu tarkkaa tietoa siitä, millaiset ovat todelliset arvot joltain osin arvioinnissa. Tämä johtuu siitä, että kaikki tieto ei ole julkista ja osa tiedosta on sellaista, mihin pääsee käsiksi ainoastaan pätevoityneet arvioijat. LEEDilla nähtävästi kaikki tieto on vähintäänkin ostettavissa ja iso osa julkaistuna Internetissä.

Yleispätevän kuvan antoi Hudson Kuparifoorumissa 2008 julkaistussa artikkelissa. Kuparifoorumi on kupariteollisuuden julkaisema lehti ja myyntimiehellä saattaa olla tapana kaunistella totuutta. Tieto kuitenkin täsmää muutoin ilmi tulleeseen yleiskuvaan. BREEAMin suurin ongelma on tämä tiedon panttaaminen, jos ajatellaan

todellisia vaikutuksia ympäristöasioihin. Mikäli tietoa ei jaeta kattavasti, ei tiedon olemassaolo tule tarpeeksi aikaisin esille suunnitteluvaiheessa ja se vaikuttaa valintoihin. Halutessaan kuparijulkisivun rakennukseensa, ei suunnittelija pysty valitsemaan oikeaa rakenneratkaisua ilman arvioitsijan apua. Pitäisikö tiedon olla kaikkien saatavilla, vaikka se tuottaisi tappiota sitä tuottaville aloille ja saattaisi heikentää tiedon laatua? BREEAMin arvostelutyökaluja tuottavilla järjestöillä on kuitenkin mahdollisuus hankkia tutkimuksiin käytetyt varat muilla keinoin. Kun tietoa ei jaeta, ei päästä vaikuttamaan suunnittelijoiden ajatusmaailmaan, mikä on joka tapauksessa päällimmäinen tavoite. Ehkä BREEAMin ideana on, että jokaisessa BREEAMia käyttävässä toimistossa olisi ainakin yksi koulutettu arvostelija, jolloin tieto saataisiin toimiston käyttöön. Ajatuksena voi myös olla, että BREEAM on todellisuudessa mukana vasta projektin loppuvaiheessa ja palkitsee hyvän työn eikä varsinaisesti levittä vihreän rakentamisen periaatteita.

## 7 VERTAILUSSA BREEAM JA LEED

### 7.1 Uudelleenkäyttö

LEEDssä materiaalien uudelleen käyttö korostuu voimakkaasti kreditien laskussa. Suurien rakenteiden uudelleen käytöstä on mahdollista saada 2-5 krediittiä projektista riippuen, yhden pisteen sisäosien ja ei-rakenteellisten rakennusosien osalta ja 1-2 krediittiä materiaalien uudelleen käytöstä. Tämä on 5-7 % kaikista mahdollisista krediteistä. Remontoitavissa kohteissa on siis tässä kohtaa etulyöntiasema uudisrakentamiseen nähden. Mikäli rakennus rakennetaan täysin uudelle tontille tai laajennetaan liikaa ja ei ole mahdollista kerätä kierrätettävää materiaalia tai jättää olemassa olevia rakenteita paikalleen, jää heti 5-7 krediittiä ansaitsematta. LEEDssä rakenteiden ja materiaalien uudelleen käytöstä on mahdollisuus ansaita parhaimmat kreditit materiaalien käytön suunnittelua ajatellen. Tämä on 26-35% materiaaleista määräytyvistä krediteistä. Core& Shell projekteihin on mahdollista hankkia kustakin kohdasta innovaatiokreditti.

BREEAMssa puolestaan rakenteiden uudelleen käyttö ei tuo yhtä paljon kreditejä. Mahdollisuus on saada sekä rakenteiden että julkisivun uudellen käytöstä 2 kreditiä 13-15 kreditistä. Tämä on vain 13-15 % materiaalin vaikutuksesta arvosanaan. BREEAM-sertifikaatissa ei pyritä erityisesti ylläpitämään vanhoja kiinteistöjä ja rakentamaan vanhan päälle. LEED sertifioinnissa puolestaan pääpainona on kannustaa kiinteistöjen hoitoa ja kehittää niiden uudelleen käyttöä.

Tärkeätä on tunnistaa hyvissä ajoin uudelleen käytön mahdollisuudet, mikäli niitä ylipäänsä on. Konsultoinnissa on hyvä lähteä purkamaan asiaa auki siitä näkökulmasta, missä kunnossa rakenteet ovat, mitä niissä hyväksyttäisiin näitä kreditejä varten ja mihin suuntaan korjaustöitä halutaan viedä. Kaikkien rakenteiden kunto on hyvä arvioida pohdittaessa LEEDiä varten aloitettavia toimenpiteitä, sillä LEED-kreditejä varten tulee rakenteista säilyä tietty prosenttimäärä. Erityisesti Core & Shell-projekteissa rakenteiden hyödyntäminen on tärkeää.

## 7.2 Kierrättäminen

Kierrättämisestä projekteissa saa pienen osuuden pisteitä, mikä on huono asia kuparin kannalta, sillä tässä kupari pärjää erityisen hyvin. Molemmat sertifiointijärjestelmät toteavatkin, ettei kierrättäminen ole tärkein ympäristöteko materiaalien apauksessa. Tärkeimpänä sertifikaatit pitävät materiaalien uudelleen käyttöä ja jätteiden synnyn välttämistä.

LEED-sertifikaatissa on mahdollista saada 2 kreditiä jätteiden kierrättämisestä ja talteenottamisesta purku- ja rakennusaikana sekä 2 pistettä materiaalien kierrätyspitoisuudesta. Tämä on 4 % kaikista krediteistä ja 20-21 % materiaalivalintojen tuomista krediteistä. Vaikka 4 kreditiä tuntuu pieneltä määrältä, on sillä merkitystä. Lisäksi kohdasta on myös hankittavissa innovaatiokreditit. LEED:ssä laskuissa teollinen sivuaine ja kierrätystuote, joka on jo kerran käynyt kuluttajalla, arvioidaan eri painoarvolla. Kierrätystuotteiden käyttöä pidetään luonnollisestikin enemmän arvossaan. Kierrättämistä LEED arvioi vielä perusteellisemmin Existing Building-sertifikaateissa, jolloin arvioidaan rakennuksen käytössä kuluttamia luonnonvaroja. Tällöin kierrätyksen rooli on iso, mutta

kuparikattotuotteiden osuus ei juuri tässä käy ilmi, sillä kysymys on rakennukseen tehtävistä hankinnoista 12 kuukauden ajalle.

BREEAM-sertifikaatissa kierrättämisen kokonaissummasta on mahdollista ansaita yksi piste. BREEAM ei ota mukaan laskuihin teollisen sivuaineen käyttöä, joten Liitteen 3 mukainen kupari on vahvoilla tämän kreditin ansaitsemisessa. Kierrättämisestä on myös mahdollisuus ansaita pisteitä erilaisilla jätteiden hallintasuunnitelmissa eli muun muassa suunnittelemalla jätteiden lajittelun ja varaamalla jäteiden käsittelylle riittävästi tilaa. Näitä ei ole otettu mukaan raporttiin, sillä kuparin valinta ei niissä näy.

Konsultille on tärkeää tietää, miten sertifikaatit arvioivat kierrättämistä. Erityisesti teollisen sivuaineen käyttöä ei pidetä BREEAM-sertifiointiprosessissa hyvänä tekijänä eikä sen käytöstä palkita. LEED-sertifikaateissakin se vähentää tuotteen kierrätysarvoa. Myös oleellista on tietää, mikä on kierrätystuote ja mikä teollinen sivuaine. Yleinen määritelmä näille on, että kierrätystuote on ehtinyt olla kuluttajan käytössä ja palautunut tuotantoon ja teollinen sivuaine ei ole ehtinyt kuluttajalle asti ennen sen palauttamista takaisin tuotantoon. Kupari on siis hyvä valinta, sillä sen käyttö helpottaa krediitien ansaitsemista.

### 7.3 Materiaalin lähde

Materiaalin eettisyyttä ja ympäristökuormia tarkasteltaessa materiaalin lähde on tärkeä seikka. Ei ole aivan sama millaisissa oloissa työntekijät ovat työskennelleet ja miten tuotteen valmistaminen on vahingoittanut luonnonvaroja. On ympäristöystävällistä suosia paikallisesti valmistettuja tuotteita, sillä pitkät kuljetusmatkat kuluttavat enemmän fossiilisia polttoaineita ja saastuttava luontoa.

LEEDssä paikalliseksi materiaaliksi lasketaan tuote, joka on hankittu 804 km säteellä. Suomen oloissa tämä on laaja alue ja olipa projekti lähes missä päin Suomea tahansa lasketaan se paikalliseksi tuotteeksi. Paikoitellen myös naapurimaiden tuotteet lasketaan paikalliseksi. On kuitenkin eettisempää suosia kansallisia tuotteita ja tukea näin maan taloudellista kehitystä. Existing Building -projekteissa tuotteen

lähdettä arvioidaan paikallisuuden ja kierrätysprosenttien mukaan. Ainoastaan puu- ja paperituotteiden sekä lähiruuan tulee olla FSC- ja ympäristösertifioituja.

LEEDssä ei oteta tarpeeksi kantaa materiaalin lähteeseen, sillä ei ole aivan sama millaisissa oloissa materiaali on tuotettu. LEEDssä on otettu kantaa ainoastaan puutuotteiden sertifiointiin ja paikallisen ruuan suosimiseen liittyviin asioihin. Olisi hyvä tarkastella materiaalin valmistusta myös sosiaalisen eettisyyden kannalta, sillä on tärkeää, että tuotteita valmistavat yritykset ajattelevat myös ympäristöystävällisesti ja pyrkivät pitämään huolta työntekijöistään ja tehtaan naapureiden oloista.

BREEAMssa materiaalin lähteestä on mahdollista saada piste vastuullisena materiaalihankintana. Tuolloin mitataan sitä onko käytetty kierrätettyjä tai uudelleenkäytettyjä rakenteita. BES 6001:sta saatu arvosana ja erilaiset metsäsertifioidut tuotteet antavat tuotteelle pisteitä laskennallisesti. Kierrätysjätteen kohdalla kierrätyksen kokonaissumman yhteydessä sallitaan vain 30 km hakumatka ellei tuotetta ole kuljetettu junalla tai vesiteitse. Tarkasteltava kupari ei lukeudu kierrätysjätteeksi, joten välimatka ei vaikuta kuparin asemaan.

Syy siihen, miksi BREEAMssa ei ole otettu mitään tiettyä kilometrimäärää tuomaan lisäpisteitä johtuu siitä, että sertifikaatti on kehitetty Iso-Britanniassa. Todennäköisesti urakoitsijalle on luonnollinen valinta valita rakennusmaassa valmistettu kansallinen tuote, sillä jo EU-maksujen vuoksi tavaralle tulee lisähintaa, jos se on hankittu ulkomailta. On epätodennäköistä että rakennustarvikkeiden kuljetusmatkojen pituudet Iso-Britanniassa liian kaukaa on ongelma, sillä Iso-Britannia ei ole pinta-alaltaan yhtä suuri kuin Yhdysvallat.

#### 7.4 Materiaalin ominaisuudet

Materiaalin ominaisuudet on myös oleellista ottaa huomioon suunnitellessa ympäristöystävällistä rakennusta. LEED-sertifikaateissa jokaisesta projektityypistä on ansaittavissa piste kaupunkisaarekeilmiön vähentämisestä. Tässä tarkastelussa kupari ei menestynyt. LEED laittaa suunnittelijan myös pohtimaan kate- ja



sadevesijärjestelmien materiaalien myrkyllisyyttä, jotta katolle satava vesi pystytään uudelleen käyttämään esimerkiksi pihojen kasteluun. Samoin tulee käyttää materiaaleja, joiden pinnalla home ei viihdy. Näillä ei suoranaisesti ansaita kreditejä, mutta kupari on materiaalina erinomainen näihin tarkoituksiin. LEED palkitsee myös nopeasti uusiutuvat luonnonvarat yhdellä pisteellä. Kupari ei kuulu nopeasti uusiutuviin luonnonvaroihin, sillä se ei alkuaineena uusiudu.

LEED ei arvostele kokonaisvaltaisesti materiaalien muita teknisiä ominaisuuksia. Pisteytyksessä ei otetaan lainkaan huomioon huoltovälejä ja rakenteiden elinkaarta muuta kuin kierrätys- ja uudelleenkäyttömielessä. Tämä saattaa johtua siitä, että Yhdysvalloissa rakentamiseen käytetään enemmän puuta kuin Suomessa, ja puuta tulee huoltaa useammin kuin esimerkiksi betonia tai metalleja.

BREEAMssa rakenteille suoritetaan monimutkainen LCA-mittaus, jonka mukaan pisteytetään rakenneosa kokonaisuudessaan. Mittaus ottaa huomioon, että esimerkiksi suoraan teräksen ja betonin tarkasteleminen olisi harhaan johtavaa, sillä terästä tarvitaan huomattavasti pienempi määrä rakenteiden tukemiseen. Materiaalien ominaisuuksista on mahdollista saada 2 tai 4 krediitiä projektista riippuen. Tässä kohtaa kupari pärjää hyvin, sillä teollisuuskohteissa yksin kuparijulkisivut ja katon valitsemalla on mahdollista saada 2 krediitiä ja mahdollisesti myös innovaatiokreditti. Kuparilla on siis varsin hyvät tekniset ominaisuudet.

BREEAMssa isompana ongelmana tutkijalle, joka ei ole virallinen BREEAM-arvioitsija, on tiedon puutteen niukkuus ja LCA-laskennan monimutkaisuus. On mahdotonta tarkastella kriittisesti laskennan tuomia tuloksia, sillä niistä ei saada tarpeeksi tietoa. Tarkastelussa on käytetty 60 vuoden tarkastelujaksoa, joka on monen materiaalin teknisen iän päättymisajankohta. Tässä mielessä kupari on aliarvostettuna, sillä oikein asennettu kupari kestää teoreettisesti hyvissä olosuhteissa vuosisatoja. BREEAMin tulisi käyttää PromisEn tavoin tarkastelujaksona 100 vuotta, jolloin materiaalien todelliset erot tulevat esiin. BREEAMssa on tarkoitus myös tehdä rakennuksen elinkaaren ajan kustannusanalyysi, jossa laitetaan suunnittelijat pohtimaan huolto- ja purkukustannuksia. Olisi ehkä kuitenkin hyvä, jos tällekin saataisiin jokin mittari.

On siis hyvä tiedostaa, että materiaalien huoltokustannuksia ei tämän opinnäyetyön aikaisissa ympäristösertifikaateissa huomioida kuparin kannalta tarpeeksi laajasti. Kupari ei ole uusiutuva luonnonvara, mutta tämä ei esiinny sertifioinnissa kovinkaan painotetusti. Vaikka kupari päätettäisiin ottaa julkisivujen ja kattojen materiaaleiksi, ei se vaikeuttaisi liikaa krediitin saamista uusiutuvista luonnonvaroista. LCA-mittauksista on huomattavissa, että kuparilla on hyvät tekniset ominaisuudet vertailussa jopa ympäristön kannalta.

### 7.5 Mittayksiköt

Koska rakennustyömaalla olevilla materiaaleilla on hyvin erilaisia ominaisuuksia massan, tilavuuden, toiminnallisuuden, hinnan, kestävyuden ja kasvihuonepäästöjen suhteen tulee niille olla jokin yhteinen mittari, joka mittaa kutakin haluttua ominaisuutta. BREEAMin LCA-mittari mittaa materiaalien ominaisuuksia kasvihuonepäästöjen suhteen ja rakenne kerrallaan. Uudelleen käytettävän julkisivun BREEAM mittaa neliömetreinä ja uudelleen käytetyt rakenteet kuutiometreinä. LEED puolestaan mittaa uudelleen käytettävät rakenteet pinta-alana ja uudellen käytettävää sekä uutena hankittua materiaali rahana. Kierrätyspitoisuutta LEED tarkastelee prosentteina.

On hyvä ottaa huomioon BREEAMin ja LEEDin uutena hankitujen materiaalien tarkastelun ero. LEED tarkastelee hankintoja ja materiaalisäästöjä rahana. Tällöin saadaan myönteisempi suhtautuminen kalliimpaan, mutta ympäristöystävällisempään materiaaliin. Se myös kannustaa teollisuutta kehittämään ja tuomaan markkinoille kierrätystuotteita, jotka saavat olla hieman ensimateriaaleja kalliimpia. BREEAMin mittayksikköinä toimivat kasvihuonepäästöt, jolloin ollaan keskitytty pisteytyksessä nimenomaan kasvihuonepäästöjen vähentämiseen.

## 8 OPINNÄYTETYÖPROSESSIN POHDINTA

Kirjallisuusselvitys alkoi tiedonhaulla. Alusta asti oli selvää, että sertifikaateista ei löytyisi tietoa kirjastosta, koska sertifikaattien hakeminen on sen verran uusi ilmiö Suomessa. Hyvin nopeasti selvisi, että suomenkielistä tietoakaan ei tulisi tarpeeksi löytymään. Tutkija tarttuikin tähän selvitykseen juuri sen uutuuden tähden ja halusta tietää aiheesta lisää.

Ensimmäisenä haluttiin selvittää, olisiko järkevää lähteä tutkimaan juuri LEEDiä ja kuinka todennäköisesti tulevaisuudessa tullaan törmäämään tähän samaan aiheeseen. Taustoja tutkittaessa nopeasti selvisi, että kummatkin sertifikaateista ovat potentiaalisia sertifikaatteja Euroopan talousalueella. Vaikka aihe rajattiin käsittelemään pelkkiä materiaalivalintoja koskevia asioita, muuttui aihe nopeasti laajaksi erilaisten BREEAMin ja LEEDin sertifikaattityyppien myötä. Alunperin oltaisiin haluttu vertailla kuparia ja maalattua peltiä kyseisissä sertifikaateissa, mutta aiheen laajettua päätettiin rajata maalattu pelti pois opinnäytetyöstä. Koska BREEAM ei jakanut ainakaan vielä selvitysten aikana BREEAM In-Use-projekteihin sertifikaatteja, päätti tutkija käsitellä LEED Existing Building ja Neighborhood Development ainoastaan kevyesti ja keskittyä uudisrakentamis- ja remontointikohteiden pisteiden tarkasteluun. Tämä oli järkevä ratkaisu, sillä jo kevyen tarkastelun jälkeen julkisivujen ja kattojen verhoilu ei juuri vaikuttanut tuloksiin. Tähän oli suurimpana syynä Neighborhood-projektien keskittyminen asuinalueiden suunnitteluun ja Existing Buildingin lyhyt arviointijakso.

Tulokset eivät olleet kovin yllättäviä, sillä alkuoletuksena oli, että kupari olisi ympäristöystävällinen tuote. Kuitenkin saatiin paljon tietoa siitä, mitä sertifikaatit ovat ja millaisia asioita niissä pohditaan. On huomattavasti helpompaa puhua asioista samoilla nimillä ihmisten kanssa, jotka pohtivat näitä asioita. Sinänsä yksityiskohtiin menevä tieto voi olla jo huomenna vanhaa, sillä sertifikaatit muuttuvat jatkuvasti. Muutoksetkin ovat varmasti hyvä asia, sillä jopa asiaan pintapuolisesti perehtynyt, joka ei ole ollut yhdenkään todellisen projektin osana, huomaa laskentatavoissa puutteita ja epäkohtia. Mielenkiintoista ja luotettavampaa tietoa olisikin saatu aikaiseksi, jos tämä olisi ollut osa todellista projektia. Olisi ollut helppo todellisin

luvuin vertailla mitä kupari aiheuttaa pisteiden laskussa, ja olisi tullut esiin projektikohtaisia ongelmia. Valitettavasti tähän ei päästy tällä kertaa, mutta se antaa aihetta jatkotutkimuksille.

Haastavinta opinnäytetyössä oli hyvin tekninen sanasto. Erityisesti LEEDin ohjeet olivat epäselvää ammattisanastoa, joiden käsitteille ei löydy suoraa suomennosta sanakirjasta vaan tuli käyttää erilaisia hakukoneita, jotta suomennos saatiin tehtyä. Välillä käsitteille ei ollut myöskään suoraa suomennosta vaan sen joutui kehittämään. Erityisesti kierrätystermistö ei ollut tutkijalle tuttua. Tutkimuslähteinä on käytetty yrityksiltä lähtöisin olevaa lähdemateriaalia ja mikäli lähteen luotettavuudesta on ollut epäilyksiä se on mainittu raportissa selkeästi asiayhteydessä.

Aikaisempaa tutkimustietoa suomen kielellä oli hyvin vähän. Ainoastaan yksi opinnäytetyö oli tehty Satakunnan ammattikorkeakoulussa, mutta senkin tutkimusnäkökulmana oli ollut todelliseen Existing Building-projektiin tehty LVI-suunnittelu. Tämä on aihe, joka askarruttaa varmasti monia materiaalien toimittajia tällä hetkellä. Vaikka työssä on pohdittu kuparin vaikutusta ympäristösertifikaateissa, on sen avulla helppo pohtia myös muiden tuotteiden vahvuuksia ja heikkouksia.

## LÄHTEET

Alfred H. Definger. Viitattu 20.12.2011. Definger Patina.  
<http://www.denninger.com/Patina.htm>

Anderson, J. Shiers, D. Steele, K. 2009. The Green Guide to Specification. 4. uud. p.  
BRE and Oxford Brookes University.

Aurubis. 2011. Nordic Surfaces. Viitattu 21.12.2011.  
<http://aurubis.co.uk/index.php?wcId=203&xwcId=26&lang=>

Copper Development Association Viitattu 19.12.2011. The Statue of Liberty.  
[http://www.copper.org/education/statue\\_of\\_liberty.html](http://www.copper.org/education/statue_of_liberty.html)

Engström. 2004. Kuparikirja arkkitehdeille. Outokumpu Copper.

Gaia Group Oy. 2009. Kestäviä ratkaisuja toimitilojen rakentamiseen. Viitattu  
5.10.2011. [http://www.gaia.fi/files/423/Peab\\_Gaia\\_A5\\_low.pdf](http://www.gaia.fi/files/423/Peab_Gaia_A5_low.pdf)

Green Building Council Australia www-sivut. Viitattu 26.09.2011.  
<http://www.gbca.org.au>

Green Building Council Finland www-sivut. Viitattu 21.09.2011 <http://www.figbc.fi>

HankePromise Manual. Viitattu 26.09.2011.  
<http://www.motiva.fi/files/2229/HankePromiseManual.pdf>

Hellsten, J. Korhonen, A. 2010. Ympäristöluokitus yleistyy. Rakennuslehti.  
21.10.2010. Viitattu 26.09.2011.  
<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/20272.html>

Hellström, H. 2010. Vihreän rakentamisen guru David Johnston ei usko Leediin.  
Rakennuslehti. 21.10.2010. Viitattu 26.09.2011  
<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/22928.html>

Helsingin opettajien materiaalit. Valmistus ja puhdistus. Viitattu 19.12.2011.  
[http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/mainiotmetallit/kupari/cu\\_valmistus.html](http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/mainiotmetallit/kupari/cu_valmistus.html)

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 1997. Tutki ja kirjoita. 13. osin uud. p.  
Helsinki: Tammi.

Hokkanen, P. 2011. Ympäristöasiat nostivat Sellon kauppakeskusten ykköseksi.  
Rakennuslehti. 03.03.2011. Viitattu 26.09.2011.  
<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/kiinteistot/24227.html>

Hudson. 2008. Green Copper. Kuparifoorumi, 30-31. Viitattu 13.1.2012.  
[http://www.mlkold.com/Koppar%20Forum/KF25\\_FIN.pdf](http://www.mlkold.com/Koppar%20Forum/KF25_FIN.pdf)

Häkkinen, A. 2010. Etsi-projekti pureutuu siltojen elinkaariin. 18.03.2010. Viitattu 04.10.2011. <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/20881.html>

Häkkinen, A. 2011. Skanskan Johan Karlström: Kiina ei houkuttele yksityistä rakennusyhtiötä. 01.09.2011. Viitattu 26.09.2011. <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/25809.html>

Juhola, J. 2011. Huolto-ohjeet. Pori. Aurubis.

Järvinen, A. 2011. Rakenusselostus. Pori. Aurubis.

KiinteistöPromise Manual. Viitattu 26.09.2011. <http://www.motiva.fi/files/2230/KiinteistoPromiseManual.pdf>

Korhonen, A. 2009. NCC toteuttaa A-energialuokan toimitiloja Aviapolikseen. Rakennuslehti. 12.11.2009. Viitattu 28.09.2011. <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/19654.html>

Kubba, S. 2010. Basic LEED<sup>TM</sup> Concepts. LEED Practices, Certification, and Accreditation Handbook, 19-48.

Kuusisto, H. 2011. CopperConcept. Viitattu 19.12.2011. <http://www.copperconcept.org/fi/referenssit/esimerkillistae-kuparin-kierraetystaeturussa>

LEED Reference Guide for Green Building and Construction. 2009. U. S. Green Building Council. Viitattu 26.10.2011. [http://assets.ecorussia.info/assets/paragraph\\_attaches/5564/paragraph\\_media\\_5564\\_original.pdf?1269257430](http://assets.ecorussia.info/assets/paragraph_attaches/5564/paragraph_media_5564_original.pdf?1269257430)

Lepola, Makkonen & Werner Söderström Osakeyhtiö. 2007. Materiaalit ja niiden käyttö. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit.

Metalliteollisuuden Keskusliitto, MET. 2001. Kuparimetallit. Helsinki. Metalliteollisuuden kustanus Oy.

National Park Servicen. Viitattu 19.12.2011 Statue of Liberty Statistics. <http://www.nps.gov/stli/historyculture/statue-statistics.htm>

Nevanlinna. 2008. Ilmakehä ABC –Selittävä asiasanasto. Ilmatiteenlaitos. Helsinki: Yliopistopaino. Viitattu 24.01.2012. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/1160/ilmakeha.pdf?sequence=1>

PromisE www-sivut. Viitattu 26.09.2011. <http://www.promiseweb.net/>

Rautavaaran kunta. Viitattu 19.12.2011. Metallien kemian perusteita: Metallit ja epämetallit. <http://www.rautavaara.fi/koulut/oppima/metallit/fecumetallit.html>

Salminen, K. 2011. Arkkitehdistä tuli konsultti. Rakennuslehti. 05.05.2011. Viitattu 28.09.2011 <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/25034.html>

Sisäilmastoyhdistys Ryn www-sivut. Viitattu 27.9.2011.  
<http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/sisailmastoluokitus/>

Taloussanomat 2012. Kupari (LME spot), USD/t (RKUPARI.XXX). Viitattu 10.1.2012. <http://www.taloussanomat.fi>

Taloyhtiön Kuntotodistuksen www-sivut. Viitattu 27.09.2011.  
[http://www.kuntotodistus.fi/tietoa\\_kuntotodistuksesta](http://www.kuntotodistus.fi/tietoa_kuntotodistuksesta)

Tilastokeskus. 2012. Ympäristö ja luonnonvarat. Viitattu 23.1.2012.  
[http://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk\\_alue.html#maantieteellisia](http://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_alue.html#maantieteellisia)

U.S Green Building Council. 2008 LEED for Existing Building: Operation & Maintenance. Viitattu 27.10.2011.  
<https://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=3617>

U.S. Green Building Council www-sivut. Viitattu 20.09.2011. <http://www.usgbc.org>

U.S. Green Building Council. 2009. LEED for Neighborhood Development. Viitattu 28.10.2011

Vihreänrakentamisen sivut. Viitattu 26.09.2011  
<http://www.vihrearakentaminen.fi/promise-luokitustyokalun-tyopaja>

Visiting DC. Statue of liberty. Viitattu 19.12.2011. <http://www.visitingdc.com/new-york/statue-of-liberty-picture.asp>

Ympäristöministeriön www-sivut. Elinkaariajattelu ja -arviointi. Viitattu 4.10.2011.  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=83571>

Ympäristöministeriön www-sivut. Energiatodistus. Viitattu 27.9.2011,  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=368022&lan=FI>

**Yleisimmät kupari laadut**

**Hapeton kupari** johtaa hyvin sähköä ja sen puhtaus on 99,95%. Hapen sekoittuminen estetään jalostuksen aikana, ja hapeton kupari ei sisällä epäpuhtauksia. Tässä kuparissa ei esiinny vetysairautta, joten sitä on helppo hitsata. (Engström 2004, 28). Hapetonta kuparia käytetään esimerkiksi elektroniikkateollisuudessa ja putkien valmistukseen kestämiin kovajuotteita. (kupari.comin www-sivut 2011; MET 2011, 21.)

**Happipitoinen kupari** on myös hyvin sähköjohtava kupari. Se sisältää kuparia 99,9 % ja jätteitä kuparioksidista. Happipitoisuus on 0,02 %, jotta sulattaminen ja valaminen on helppoa työkappaleita valmistessa. Tätä kuparia ei saa juottaa, lämmittää tai hitsata, koska näissä toimenpiteissä hapen ja höyryn palaminen muodostaa vesihöyryä, joka saattaa haurastuttaa kuparia. (Engström 2004, 28). Happipitoinen kupari on sopiva sähkötekniisiin tarkoituksiin. Sitä käytetäänkin esimerkiksi sähköjohtimissa, virtakiskoissa, käämeissä, kaapeleissa, katoilla, räystäskouruissa, syöksyturvissa, pellityksissä ja julkisivuissa. (MET 2001, 21).

**Pelkistetty kupari** eli deoksidoitu kupari sisältää aina muutaman prosentin tuhannesosan fosforia. Kuparia voidaan pelkistää myös muilla aineilla kuten boorilla tai litiumilla. Fosforia käytetään sitomaan happi metalliin, jolloin kupari kestää vetyhaurastumista. Mitä enemmän fosforia lisätään, sitä huonompi on sähköjohtavuus ja sitä paremmin se kestää vetyhaurastumista. (Engström 2004, 28). Fosfori estää kuparin rakeenkasvua, eli deoksidoitua kuparia saa hehkuttaa melko vapaasti tarvitsematta pelätä liian suurta raekokoa. Kupariputkiaine on runsasfosforista kuparia, koska putkia joudutaan kuumentamaan, juottamaan tai hitsaamaan kontrolloimattomissa olosuhteissa, jolloin hapettumisen, rakeenkasvun ja vetysairauden vaara on ilmeinen. (MET 2001, 21). Katoissa ja julkisivuissa käytetty materiaali on pääasiassa pelkistettyä kuparia Cu-DHP:tä, jonka fosforipitoisuus on 0,015-0,004 %. (Engström 2004, 31; MET 2001, 22, 49.)



Yleisimmät kuparia sisältävät seokset ovat niukkaseosteinen kupari, messinki, nikkelimessinki, pronssi, tinapronssi, alumiinipronssi, berylliumkupari ja nikkelikupari. (Engström 2004, 29-30.) Kupariin lisätään vähäisiä määriä seosaineita muuttamaan kuparin ominaisuuksia haluttuun suuntaan säilyttäen kuitenkin kuparin perusluonne. Sopivalla seostuksella voidaan muun muassa nostaa kuparin pehmenemislämpötilaa tai parantaa kuparin lujuutta tai lastattavuutta. (MET 2001, 22)

**Messinki** sisältää kuparin lisäksi enimmillään 36-37 % sinkkiä. (Engström 2004, 29.) CuZn20 käytetään Cu-DHP:n ohella kattotuotteiden valmistukseen. CuZn37 soveltuu ainoastaan sisäkäyttöön. (MET 2001, 49). Luku kemiallisen kaavan perässä kertoo messingin sinkkipitoisuuden. Messinki on kellertävän väristä, mutta hapettuu kuparin tapaan. **Pronssi** on kuparitinasekoitus. (Engström 2004, 29.) **Alumiinipronssissa** on 5-10 % alumiinia. Sillä on hyvä korroosion kestämissyky, ja kultainen väri. Kestävyyttä voidaan lisätä vielä lisäämällä rautaa, mangaania, nikkeliä tai piitä. Alumiinipronssia on käytetty esimerkiksi eurokolikoissa ja Aurubis Finland Oy:lla Nordic Royal-tuotteena. (Engström 2004, 30, Aurubis Finland Oy:n www-sivut. 2011).

## **Luonnollinen patina**

Termi patina tarkoittaa yleensä iän myötä näkyviä vaikutuksia, mutta se on myös yleisesti hyväksytty nimitys vanhan kuparin pinnalle muodostuvalle pinnoitteelle. Patinaa suositaan nykyään arkkitehtuurissa varsinkin erittäin vanhoilla kuparikatoilla ja -julkisivuilla. (Engström 2004, 34).

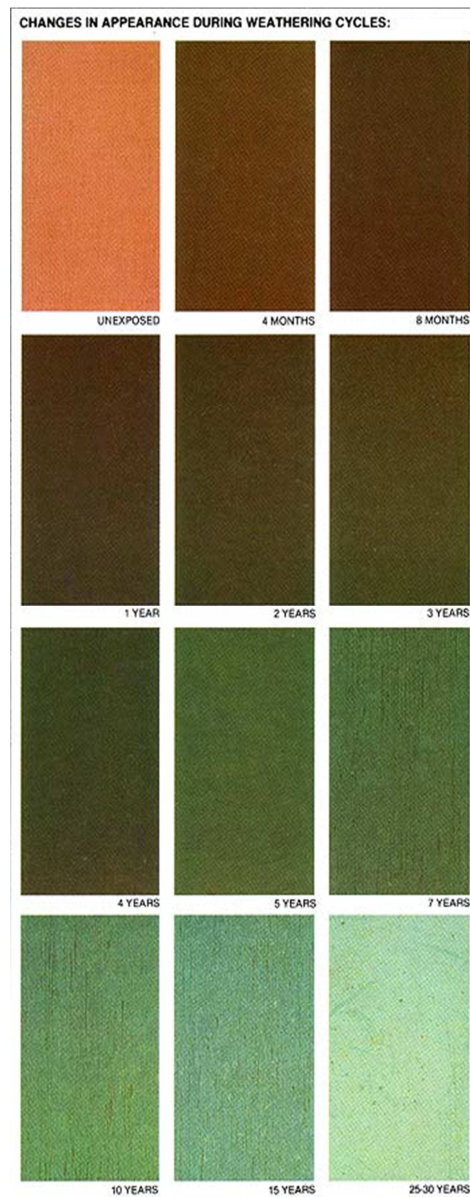
Asennuksen jälkeen kuparin pintaan saattaa muodostua parin viikon ajan tummia pisteitä. Tämä johtuu metallin käsittelemisestä ja työstämisestä. Tummaa ja epätasaista värjäystä saattaa muodostua tiettyihin kohtiin ilmastovaikutusten johdosta. Myös erikovuisten ja -pintakuvioisten metallilevyjen välille saattaa muodostua pieniä eroja. Nämä erot tasoittuvat yleensä parin vuoden sisällä. Tämä väri ei muutu näkyvästi seuraavien vuosien aikana. Vihreä patina alkaa muodostua asteittain Tämä alkaa vaakatasoisilla ja hieman kaltevilla pinnoilla. Pystysuorille pinnoille patinaa muodostuu huomattavasti hitaammin, joskus ei ollenkaan. (Engström 2004, 34). Kuvassa 3 näkyy suuntaa antavasti kuparin patinan värin kehityksen.

Patinan aiheuttaa ilmastollinen korroosio eli yleinen korroosio. Tätä voidaan pitää metallin taipumuksena yrittää palautua alkuperäiseen malmitilaansa. Toisin kuin rautaan ja teräkseen muodostuva ruoste, kupariin muodostuvat korroosiotuotteet suojaavat metallia. Patinan muodostumisnopeus on suoraan verrannollinen korroosion nopeuteen. Ruotsissa tehdyt pitkäaikaiset kokeet osoittivat, että maaseudulla korroosiota tapahtuu hitaammin (0,5  $\mu\text{m}$  vuodessa) kuin kaupunki-ilmastossa ja meri-ilmastossa (1-2  $\mu\text{m}$  vuodessa). Korroosio kestävyysmittausten ja esimerkin Vapaudenpatsaan huoltovapaudesta voidaan päätellä, että 0,6 mm paksun kuparin käyttöikä on satoja vuosia tavallisessa ilmastossa. (Engström 2004, 34).

Ilma hapettaa kuparia erityisesti kosteissa olosuhteissa ja korkeissa lämpötiloissa. Myös happipitoinen vesi hapettaa kuparia. Luonnossa esiintyvän kuparin hapettumisluku on yleensä +1 tai +2 (valenssi 1 tai 2). (Engström 2004, 17). Kuparin

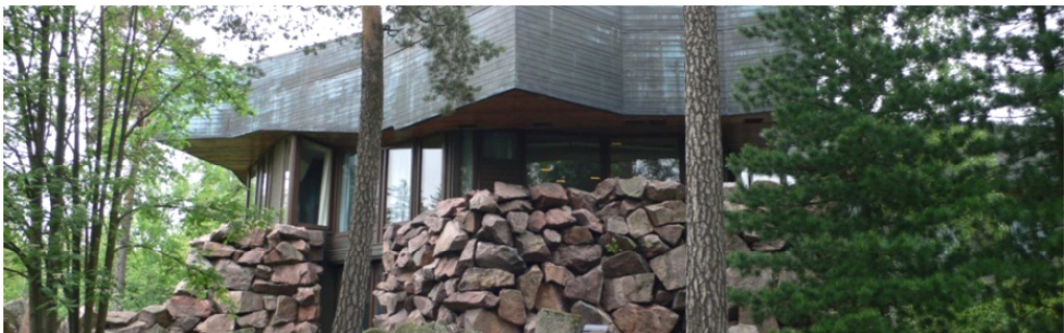
altistuessa sateelle, lumelle ja saasteille muodostuu sen pinnalle elektrolyyttinen kalvo. Tämä prosessi tuottaa kuparihydroksidisuoloja. Sitä nopeuttavat höyryt,

kosteus ja lämpötila, joka ei ole liian korkea. Sopiva pH ja patinaa muodostavien yhdisteiden pääsy kuparin pinnalle ovat erityisen tärkeitä. Ilman näitä patinaa ei muodostu ja kupari on alttiimpi korroosiolle. (Engström 2004, 35).

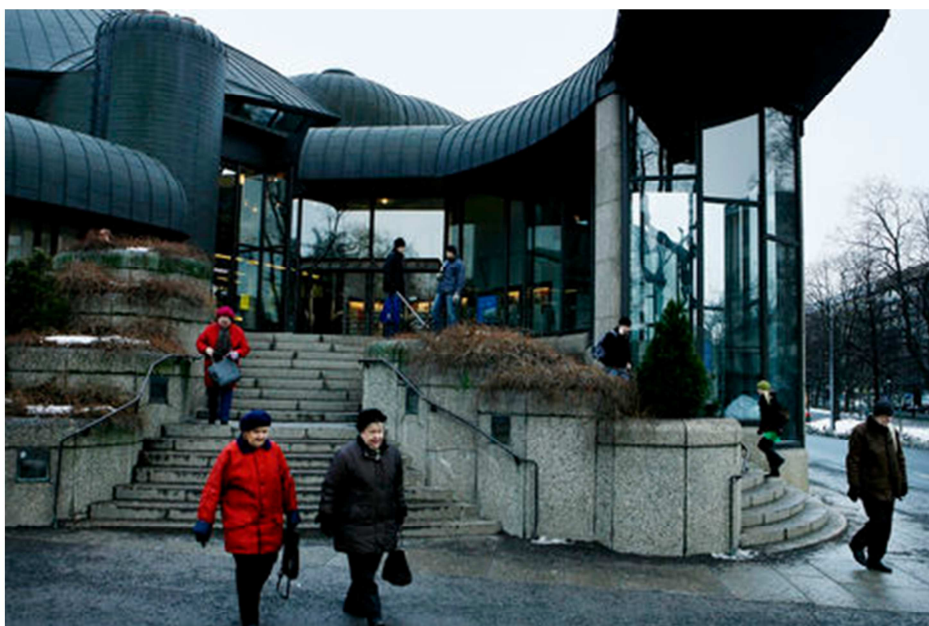


Kuva 7. Kuparin ikääntyminen (Deningen www-sivut 2011)

Kuva 7 kuparin ikääntymisestä on vain suuntaa antava ja patinoituminen todellisuudessa tapahtuu nykyään hitaammin, sillä ilmassa on vähemmän esimerkiksi rikkidioksidia. Eläviä esimerkkejä jo pelkästään Suomessa ovat Raili ja Reima Pietilöiden suunnittelemat Dipoli ja Metso. Dipoli on Espoon Otaniemessä lähellä Helsinkiä sijaitseva teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunnan rakennus ja se valmistui vuonna 1966. Metso on Tampereen kaupungin pääkirjasto ja se on valmistunut vuonna 1986. (copperconceptin www-sivut. 2011.) Kuten kuvista 8 ja 9 näkyy Dipoli ei ole vielä 45 vuodenkaan jälkeen kauttaaltaan vihreäksi patinoitunut ja Tampereen Metsossa esiintyy vain paikoittain vihreitä valumia näin 25 vuoden jälkeen. Kumpikin sijaitsevat kaupunkiympäristössä, jossa patinoitumisen luulisi tapahtuvan nopeammin. Hidas patinoituminen on yksi syy tehdaspatinoitujen tuotteiden tarpeelle.



Kuva 8. Otaniemen Dipoli (CopperConceptin www-sivut)



Kuva 9. Tampereen pääkirjasto Metso 2011. (Jukka Ritola. Aamulehden arkisto)



Taulukko 15. Ote BREEAM sertifiointiin käytettävästä kattoelementtien arviointitaulukosta. (Anderson, Shiers & Steele 2009, 97).

<b>Low pitched roofs</b>																				
<b>Commercial, Education &amp; Industrial</b>																				
Element number	Summary Rating	Climate change	Water extraction	Mineral resource extraction	Stratospheric ozone depletion	Human toxicity	Ecotoxicity to freshwater	Nuclear waste (higher level)	Ecotoxicity to land	Waste disposal	Fossil fuel depletion	Eutrophication	Photochemical ozone creation	Acidification	Typical replacement interval	Embodied CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> eq.)	Recycled content (kg)	Recycled content (%)	Recycled currently at EOL (%)	
<b>Galvanised steel rafters and joists:</b>																				
composite profiled roof cladding (steel inner lining, pentane blown PUR/PIR insulation, coated aluminium outer skin)	812550014	A+	A+	C	A+	A	B	B	A	B	A+	A	A	B	A	35	98	4.6	27	73
composite profiled roof cladding (steel inner lining, pentane blown PUR/PIR insulation, coated steel outer skin)	812550001	A+	A+	D	A+	A+	A+	A+	A+	A	A+	A	A	B	A+	35	95	3.6	18	77
double skin built up profiled roof cladding (coated aluminium inner and outer skin, insulation)	812550013	A	A	A	A+	A	E	E	D	B	A+	A	A+	A	A	35	110	7.4	37	64
double skin built up profiled roof cladding (coated steel inner and outer skin, insulation)	812550016	A+	A+	B	A+	A+	A+	A+	B	A+	A+	A	A+	A	A+	35	100	4.6	18	70
double skin built up profiled roof cladding (mill finished aluminium inner and outer skin, insulation)	812550018	A+	A+	A+	A+	A+	B	D	B	A+	A+	A+	A+	A+	A+	50	83	7.4	37	64
double skin built up roof cladding (aluminium inner lining, insulation, mill finished aluminium standing seam outer skin)	812550002	A	A	A	A+	A	E	E	D	B	A+	A	A+	A	A	35	110	7.4	37	64
double skin built up roof cladding (steel inner lining, insulation, coated aluminium standing seam outer skin)	812550007	A	A	A	A+	A	D	D	C	B	A+	A	A+	A	A	35	110	6.3	29	66
double skin built up roof cladding (steel inner lining, insulation, copper standing seam outer skin)	812550019	A	A+	C	B	A	A+	A+	B	A+	A+	A+	A+	A+	A+	45	91	8.2	32	71
double skin built up roof cladding (steel inner lining, insulation, mill finished aluminium standing seam outer skin)	812550034	A+	A+	A	A+	A+	A	B	B	A+	A+	A+	A+	A+	A+	50	82	6.3	29	66

Taulukko 15. BREEAM: Vastuullisten materiaalivalintojen tasot ja kriteerit. (BRE Global 2009, 201)

Tier level	Issue assessed	Points available per element	Evidence / measure assessed	Examples of compliant schemes
1	Legality & responsible sourcing	3	Certification scheme	FSC, CSA, SFI with CoC, PEFC, Reused Materials, Schemes compliant with BES6001:2008 (or similar) Excellent* and Very Good* Performance Ratings (Note; the EMS required to achieve these ratings must be independently certified)
2	Legality & responsible sourcing	2	Certification scheme	Schemes compliant with BES6001:2008 (or similar) Good* and Pass* Performance Ratings (Note; the EMS required to achieve these ratings must be independently certified)
3	Legality & responsible sourcing	1.5	Certification scheme/ EMS	Timber: MTCC, Verified**, SGS, TFT
				Other materials: Certified EMS for the Key Process and <i>Supply Chain</i> .
				Recycled Materials with certified EMS for the <i>Key Process</i>
4	Legality & responsible sourcing	1	Certification scheme/EMS	Certified EMS for key process stage.
<p>Note:</p> <p>Where any timber is used, it must be legally sourced. Where evidence cannot be provided to demonstrate legal sourcing for any element, no points can be awarded for the Responsible Sourcing Issue.</p> <p>Where new in situ concrete (not existing concrete) is used, certification of the manufacture of the cement as the primary process, extraction of the aggregate and limestone used to make the cement as well as supply chain processes to be provided.</p> <p>* Performance ratings for schemes compliant with BES6001:2008 (or similar) can only be used to demonstrate compliance with the assessment criteria for this issue where certification covers the key process and supply chain processes for the material being assessed.</p> <p>** "Verified" is the name of a scheme produced by SmartWood.</p>				

Taulukko 16. BREEAM: EMS kriteerit. (BRE Global 2009, 201)

Material	Key Process	Supply chain processes
Brick (including clay tiles and other ceramics)	Product Manufacture	Clay Extraction
Resin-based composites and materials (including GRP and polymeric render but excluding timber based composites)	Composite product manufacture	Glass fibre production (or other principle matrix material) Polymer production
In situ Concrete (including ready mix and cementitious mortars and renders)	Ready mixed concrete plant	Cement production Aggregate extraction and production
Precast concrete and other concrete products (including blocks, cladding, precast flooring, concrete or cementitious roof tiles)	Concrete product manufacture	Cement production Aggregate extraction and production
Glass	Glass production	Sand extraction Soda Ash production or extraction
Plastics and rubbers (including polymeric renders, EPDM, TPO, PVC and VET roofing membranes)	Plastic/rubber product manufacture	Main polymer production
Metals (steel, aluminium etc)	Metal Product manufacture - e.g. cladding production, steel section production	Metal production: Steel: Electric arc furnace or Basic oxygen furnace process, Aluminium, ingot production, Copper: ingot or cathode production.
Dressed or building stone (including slate)	Stone product manufacture	Stone extraction
Plasterboard and plaster	Plasterboard or plaster manufacture	Gypsum extraction Synthetic gypsum (from flue gas desulphurisation) by default (recycled content)
Virgin timber	Timber from certified sources	Timber from certified sources
Cement Bonded Particle Board	Due to the significant cement content, in addition to requiring timber certification, the key supply chain process must also be considered to obtain the relevant tier: Timber from certified sources	Cement production Timber from certified sources
Wood panel and wood based composite products such as Oriented Strand Board, plywood, HPL, chipboard/particle, glulam, LVL, etc.)	Wood products, including those with recycled content, can only use the Timber Certification route	
Bituminous materials, such as roofing membranes and asphalt	Product manufacture	Bitumen production Aggregate extraction and production
Other mineral-based materials, including fibre cement and calcium silicate	Product manufacture	Cement production lime production other mineral extraction and production
Products with 100% recycled content	Product manufacture	Recycled input by default
Products with lower % of recycled content	Product manufacture	Supply chain process/processes for any virgin material in the relevant product type above. Recycled input by default
Any other product	Key processes is likely to be product manufacture	1 or 2 main inputs with significant production or extraction impacts should be identified
Excluded products: insulation materials, fixings, adhesives, additives	N/A	N/A