

Vastaanottaja  
Energiateollisuus Ry

Asiakirjatyyppi  
Raportti

Päivämäärä  
10.11.2017

# KAUKOENERGIA KIINTEISTÖJEN YMPÄRISTÖLUOKITUKSISSA



Päivämäärä 10.11.2017

Laatija Paula Rantanen, Kari Hiltunen, Johanna Mero, Lauri  
Tähtinen, Silja Nopanen, Mika Kovanen, Vinh Phuc  
Huynh

Ramboll  
PL 25  
Säterinkatu 6  
02601 ESPOO  
P +358 20 755 611  
F +358 20 755 6201  
[www.ramboll.fi](http://www.ramboll.fi)

## TIIVISTELMÄ

Erilaiset ympäristöluokitusjärjestelmät ja arviointimenetelmät ovat yleistyneet viime vuosina kiinteistö- ja rakennusalalla. Suomessa on käytössä niin kansainvälisiä kuin kansallisia järjestelmiä, joiden sisältö ja määritelmät poikkeavat toisistaan. Tämän selvityksen tarkoituksena on selkeyttää Suomessa yleisimmin käytössä olevien luokitusjärjestelmien keskeisin sisältö energiantuottajan näkökulmasta ja kuvata energiayhtiöiden tarjoamien tuotteiden ja palveluiden painoarvo ympäristöluokituksissa. Selvityksessä tarkasteltiin yhteensä viittä rakennusten ympäristöluokitusjärjestelmää ja arviointimenetelmää: LEED, BREEAM, RTS ympäristöluokitus, Joutsenmerkki sekä Green Building Council Finland Rakennusten elinkaarimittarit. Työssä esitellään sekä uudisrakennuksille että olemassa oleville rakennuksille suunnatut luokitusversiot.

Energiayhtiön eri tuotteista ja palveluista voi saada hyötyä erityisesti uudisrakennuksille suunnatussa LEED BD+C New Construction ympäristöluokitusjärjestelmässä, jossa energiayhtiön palvelut voivat edesauttaa yhteensä kuuden eri arviointikriteerin ja kahden minimivaatimuksen täyttymistä. Hyötyä voi saada mm. uusiutuvan energian käytöstä, kysyntäjousto-ohjelmasta sekä kaukojäähdytyksessä käytettyjen kylmäaineiden vähäisistä ympäristövaikutuksista. Vastaava brittiläinen BREEAM International New Construction 2016 järjestelmä huomioi kylmäaineiden lisäksi energiantuotannon vähähiilisuuden ja päästöt, mutta energiayhtiön tuotteiden kokonaispainoarvo on luokituksessa pienempi.

Kaikissa luokitusjärjestelmissä energiantuotantomuodolla on vaikutusta energiatehokkuuden arvioinnin tulokseen. Työssä havainnollistettiin energiatehokkuudelle asetettujen vaatimusten täyttymistä esimerkkirakennuksen avulla ja arviointiin kaukoenergian vaikutusta rakennuksen saavuttamaan tulokseen. Energiatehokkuudesta saavutettavat pistemäärät laskettiin energialuokaltaan kahdelle eritasoiselle rakennukselle ja tarkasteltiin, miten saavutettu tulos muuttuu, kun kaukoenergian tuotantotapa vaihtuu. Kaukoenergiaratkaisujen rinnalla laskettiin vaihtoehtoista tapaa, jossa saman rakennuksen lämmitysratkaisuna oli maalämpöpumppu sekä jäähdytysratkaisuna vedenjäähdytyskone.

Esimerkkitarkastelussa huomattiin, että rakennus voi saada lisähyötyä kaukoenergian käytöstä kansainvälisissä luokitusjärjestelmissä, mutta lopputulokseen vaikuttavat useat eri tekijät. LEED BD+C luokituksessa parhaimmat pisteet saavutettiin kaukoenergian sähkön ja lämmityksen yhteistuotannolla tuotetulla kaukoenergialla sekä maalämpöratkaisulla, mutta energiamuodon merkitys väheni rakennuksen energiatehokkuuden parantuessa. Luokitustason kannalta piste-erot eri vaihtoehtojen välillä jäivät kuitenkin pieniksi. BREEAM International 2016 New Construction luokituksessa vähähiilisestä energiantuotannosta voidaan saada hyötyä, kun käytetään ASHRAE 90.1-2013 standardiin perustuvaa laskentamenetelmää. ASHRAE laskentatavalla vähähiilisimmällä kaukoenergiaratkaisulla saavutettiin paras tulos, kun taas E-lukuun perustuvassa tarkastelutavassa maalämpöratkaisu toi parhaimmat pisteet. Piste-erot eri vaihtoehtojen välillä olivat hyvin pienet, mutta laskentatavan valinta vaikutti merkittävästi kaikkien vaihtoehtojen pistetulokseen.

Joutsenmerkissä sekä RTS ympäristöluokituksessa ja Rakennusten elinkaarimittareissa kaukoenergian ja energiayhtiöiden palvelujen vaikutus jäi luokitustason kannalta varsin vähäiseksi. Energiamuotojen valinta vaikuttaa rakennuksen E-lukuun ja sen kautta järjestelmissä saavutettaviin arviointitulokseen, mutta erot jäivät luokituksen tason kannalta lähes merkityksettömiksi.

LEED ja BREEAM järjestelmissä on olemassa oleville rakennuksille omat luokitusversionsa. Näissäkin luokituksissa arvioidaan energiatehokkuutta, kylmäaineiden vaikutuksia sekä uusiutuvien energiamuotojen käyttöä, mutta energiayhtiön kokonaisvaikutus jää selvästi pienemmäksi kuin uudisrakennusten luokituksissa.

Tehtyjen tarkastelujen perusteella kaukoenergiaratkaisuilla sekä maalämpöratkaisulla saavutettiin esimerkkirakennuksen tapauksessa lähes yhtä hyvät tulokset. Jotta rakennus voi saada hyötyä energiayhtiön tuotteista ja palveluista, tarvitaan energiayhtiöltä useita lähtötietoja. Selvityksen liitteeseen on koottu lista näistä lähtötiedoista. Kansainvälisten luokitusjärjestelmissä käytettyjen tarkastelutapojen erot sekä esimerkiksi uusiutuvan energian määritelmien eroavaisuudet johtavat siihen, että eri luokitusjärjestelmissä painotetaan eri tekijöitä, jolloin rakennus hyötyy eri ratkaisuista luokitusta haettaessa. Siten yhteneväisiä ohjeita energiateollisuuden tuotteiden ja palvelujen kehittämiseksi ei voi tehdä.

## SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
1.1	Selvityksen sisältö	1
1.2	Rakennusten ympäristöluokitukset Suomessa ja Pohjoismaissa	1
2.	YMPÄRISTÖLUOKITUSJÄRJESTELMÄT	4
2.1	LEED	4
2.2	BREEAM	6
2.3	RTS Ympäristöluokitus	9
2.4	Joutsenmerkki	10
2.5	GBC Finland Rakennusten Elinkaarimittarit	11
2.6	Esimerkkitarkastelut	12
3.	UUDI SRAKENTAMISTA JA PERUSKORJAUKSIA KOSKEVAT YMPÄRISTÖLUOKITUSJÄRJESTELMÄT ENERGIANTUOTTAJAN NÄKÖKULMASTA	14
3.1	LEED for Building Design and Construction v4	14
3.1.1	Energiatehokkuus	15
3.1.2	Jäähdytyksen kylmäaineet	19
3.1.3	Taloteknisten järjestelmien toiminnanvarmistus	19
3.1.4	Sähkön kysyntäjousto	20
3.1.5	Uusiutuva energia	20
3.1.6	Vihreä sähkö ja päästökompensoinnit	21
3.2	BREEAM International New Construction 2016	22
3.2.1	Energiankulutuksen ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen	23
3.2.2	Vähähiiliset ratkaisut	26
3.2.3	Kylmäaineiden vaikutukset	26
3.2.4	Typen oksidipäästöt	27
3.3	RTS ympäristöluokitus, Joutsenmerkki ja Rakennusten elinkaarimittarit	27
3.3.1	Energiatehokkuus	28
3.3.2	Hiilijalanjälki	29
4.	OLEMASSA OLEVIA RAKENNUKSIA KOSKEVAT YMPÄRISTÖLUOKITUSJÄRJESTELMÄT ENERGIANTUOTTAJAN NÄKÖKULMASTA	30
4.1	LEED for Operations and Maintenance v4	30
4.1.1	Energiatehokkuus	30
4.1.2	Jäähdytyksen kylmäaineet	31
4.1.3	Sähkön kysyntäjousto	32
4.1.4	Uusiutuva energia ja päätökompensoinnit	32
4.2	BREEAM In Use International 2015	33
4.2.1	Ympäristöluokituksen osa-alue 1 (Asset)	33
4.2.2	Ympäristöluokituksen osa-alue 2 (Building Management)	35
4.3	Rakennusten elinkaarimittarit	35
5.	ALUEELLISET JÄRJESTELMÄT ENERGIANTUOTTAJAN NÄKÖKULMASTA	36
5.1	LEED Neighborhood Development v4	36
5.2	BREEAM Communities 2012	36
6.	JOHTOPÄÄTÖKSET	38
7.	LÄHDELUETTELO	53

## LIITTEET

### Liite 1

Lähtötiedot energiayhtiöiltä

### Liite 2

Uusiutuva energia

### Liite 3

Energiatehokkuuden laskentamenetelmät eri luokitusjärjestelmissä

### Liite 4

Kaukoenergian tarkastelutavat uudisrakennuksille suunnatuissa LEED luokituksissa

### Liite 5

Kylmäaineiden vaikutusten laskenta LEED luokituksessa

### Liite 6

Kaukoenergiassa käytetyn Uusiutuvan energian huomioiminen LEED luokituksessa

### Liite 7

Kaukoenergiassa käytetyn vihreän sähkön huomioiminen LEED luokituksessa

### Liite 8

Kylmäaineiden vaikutusten laskenta BREEAM LEED luokituksessa

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Selvityksen sisältö

Erilaiset ympäristöluokitusjärjestelmät ja arviointimenetelmät ovat yleistyneet viime vuosina voimakkaasti kiinteistö- ja rakennusalalla. Erilaisten kyselyjen mukaan ympäristöluokitusten asema tulevaisuudessa vain vahvistuu<sup>1</sup> niin Suomessa kuin muissakin Pohjoismaissa. Alalla on kuitenkin merkittävä määrä erilaisia kansallisia ja kansainvälisiä luokitusjärjestelmiä, joilla kullakin on tyypillisesti vielä lukuisia eri versioita erityyppisille rakennuksille. Luokitusjärjestelmiä on rakennusten lisäksi kehitetty infrahankkeille, alueellisiin tarkasteluihin sekä rakennusten käytön tarkasteluun. Yhteisesti sovitut ja harmoniset arviointimenetelmät kuitenkin puuttuvat ja jokaisen ympäristöluokitusjärjestelmän taustalla on erilaiset määritelmät, standardit ja arviointimenetelmät.

Tämän selvityksen tarkoituksena on selventää energia-alan toimijoille rakennusten ja rakennetun ympäristön ympäristösertifikaattien keskeisin sisältö sekä millainen painoarvo energiayhtiöiden tuotteilla on eri luokitusjärjestelmissä. Tässä työssä kuvataan yhteensä viiden erilaisen Suomessa käytössä olevan luokitusjärjestelmän osalta energiantuotantoon ja energiamuotoihin liittyvät arviointikriteerit. Energiantuotannon painoarvo on havainnollistettu esimerkkirakennuksen tarkastelun avulla vertaamalla saavutettua tulosta kun rakennus on liitetty kolmen erilaisen kaukoenergian tuottajan verkkoon tai vaihtoehtoisesti tontilla olevaan maalämpöjärjestelmään sekä vedenjäähdytyskoneeseen.

Jokaisen luokitusjärjestelmän osalta on listattu kaikki arviointikriteerit, jotka liittyvät energiantuotantoon sekä esitelty näiden kriteerien pääasiallinen sisältö. Lisäksi selvityksen liitteeseen on koottu lähtötietotarpeet, joita energiayhtiöiltä tarvitaan ympäristöluokituksia varten.

Tähän selvitykseen on valittu viisi Suomessa käytössä olevaa rakennusten ympäristöluokitusjärjestelmää:

- LEED
- BREEAM International
- RTS ympäristöluokitus
- Joutsenmerkki
- Rakennusten elinkaarimittarit

Selvitys on jaettu osiin siten, että alussa kuvataan kaikkien luokitusjärjestelmien sisältö yleisesti, minkä jälkeen energiantuotantoon liittyvät arviointikriteerit esitellään luokitusjärjestelmittäin erikseen. Lisäksi alueiden sertifiointiin suunnatut järjestelmät esitellään lyhyesti selvityksen lopussa.

## 1.2 Rakennusten ympäristöluokitukset Suomessa ja Pohjoismaissa

Tässä raportissa keskitytään luokitusjärjestelmiin, jotka ovat käytössä Suomessa: LEED, BREEAM, RTS ympäristöluokitus, Joutsenmerkki sekä Rakennusten elinkaarimittarit. Pohjoismaissa on käytössä myös muita sertifiointijärjestelmiä, esimerkiksi Ruotsin Green Building Council järjestön kehittämä Miljöbyggnad ja Tanskassa yleisesti käytössä oleva saksalainen DGNB, joita ei tässä raportissa kuitenkaan käsitellä.

Rambollin Green Market Study 2017 –markkinatutkimuksessa<sup>2</sup> kysyttiin alan toimijoiden kokemuksia ympäristöluokitusjärjestelmistä. Tutkimuksen mukaan käytetyimmät järjestelmät eri pohjoismaissa on esitetty kuvassa 1 alla. Suluisa on esitetty osuus maan vastaajista, jotka käyttävät tai ovat käyttäneet ainakin joissain hankkeissaan kyseistä luokitusjärjestelmää.

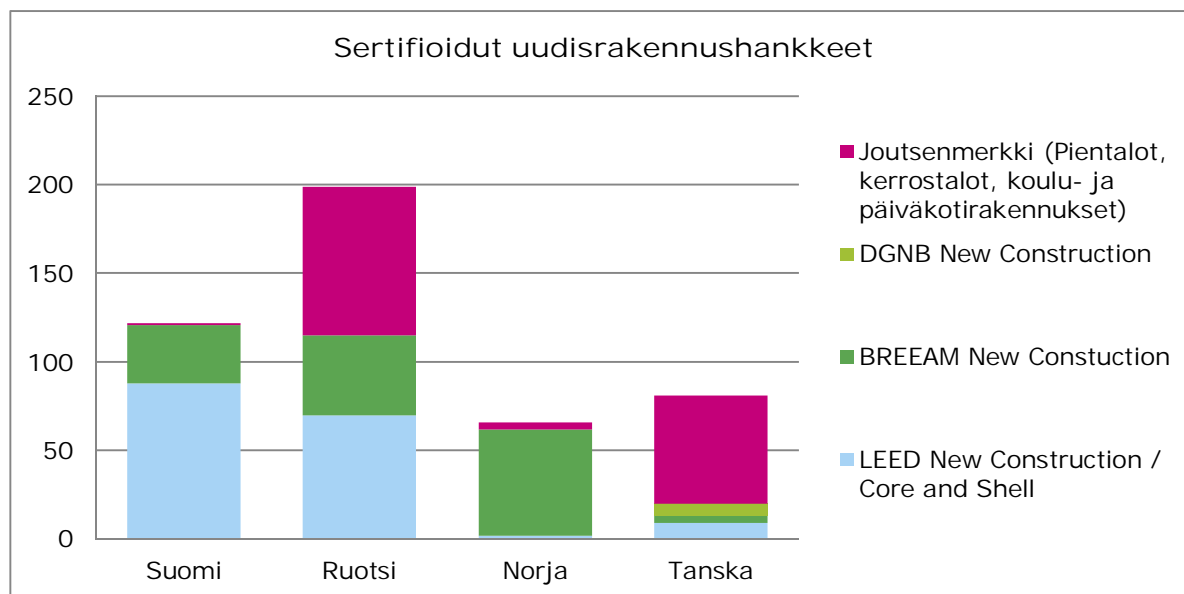
<sup>1</sup> Vastuullinen liiketoiminta 2016. KTI Kiinteistötieto Oy. <https://kti.fi/wp-content/uploads/KTI-Vastuullinen-kiinteistöliiketoiminta-2016.pdf>

<sup>2</sup> Sustainability in the Built Environment – Green Market Study 2017, Ramboll

<p>Suomi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. LEED (63 %)</li> <li>2. BREEAM (51 %)</li> <li>3. Green Office (30 %)</li> <li>4. Joutsenmerkki (23 %)</li> </ol>	<p>Ruotsi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Miljöbyggnad (67 %)</li> <li>2. GreenBuilding (61 %)</li> <li>3. BREEAM (46 %)</li> <li>4. LEED (39 %)</li> </ol>
<p>Norja:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. BREEAM (78 %)</li> <li>2. Passiivitalo (69 %)</li> <li>3. Joutsenmerkki (46 %)</li> <li>4. LEED (13 %)</li> </ol>	<p>Tanska:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. DGNB (62 %)</li> <li>2. Passiivitalo (14 %)</li> <li>3. Joutsenmerkki (14 %)</li> <li>4. BREEAM (10 %)</li> </ol>

Kuva 1: Käytetyimmät sertifiointijärjestelmät Pohjoismaissa (Ramboll Green Market Study, 2017)

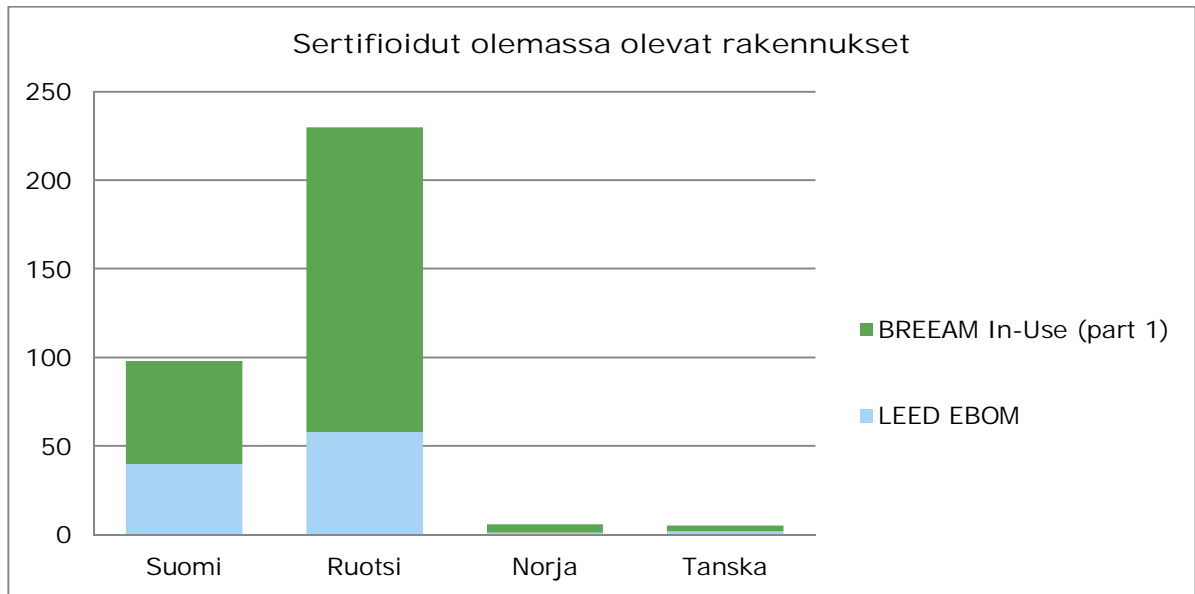
Sertifioitujen rakennusten määrä vaihtelee eri maiden välillä. Suurin osa sertifiointitahoista ylläpitää myös rekisteriä luokituksen saaneista rakennuksista. Pohjoismaista eniten sertifioituja uudisrakennuksia ja olemassa olevia rakennuksia on Ruotsissa ja vähiten Norjassa. Suomessa on sertifioituja uudisrakennuksia n. 120 ja olemassa olevia rakennuksia n. 100. Sertifioitujen rakennusten määrä on esitetty kuvassa 2 alla. Luvuissa on huomioitu ainoastaan lopullisen sertifikaatin saavuttaneet kohteet. RTS ympäristöluokituksen mukaisesti sertifioituja kohteita ei vielä tällä hetkellä ole.



Kuva 2: Sertifioitujen uudisrakennusten määrä Pohjoismaissa<sup>3</sup>

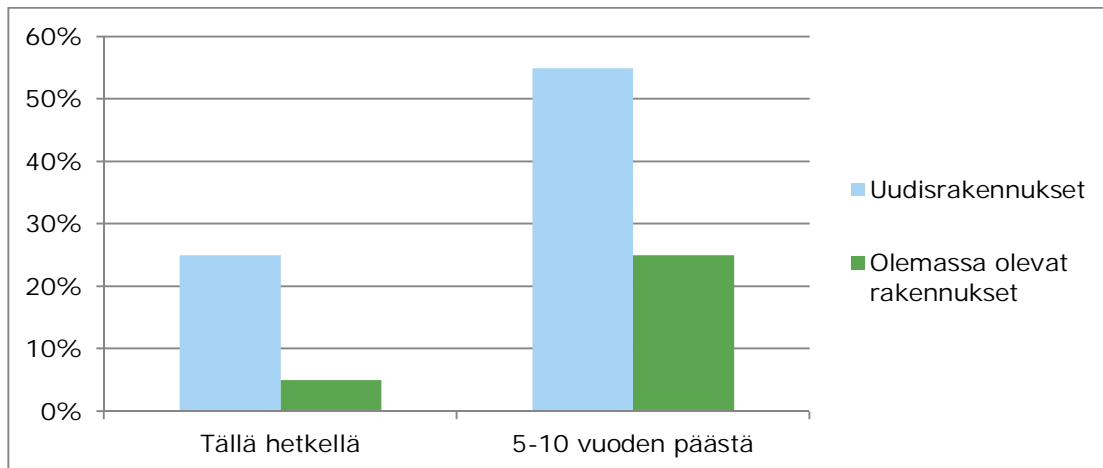
<sup>3</sup> <http://www.greenbooklive.com>  
<https://www.usgbc.org/projects>  
<http://www.dgnb-system.de/en/projects/>  
<https://joutsenmerkki.fi/tuotteet-ja-palvelut/>  
<http://www.svanemerket.no/produkter/>  
<http://www.ecolabel.dk/da/produkter>  
<http://www.svanen.se/en/Find-products/>





Kuva 3: Sertifioitujen olemassa olevien rakennusten määrä Pohjoismaissa

Rambollin Green Market Study -tutkimuksessa myös kysyttiin järjestelmien käyttöaktiivisuutta ja sen muutoksesta tulevana 5-10 vuotena. Kiinteistönomistajilta, rakennusliikkeiltä ja palveluntarjoajilta kysyttiin, kuinka suuri osa uudisrakennushankkeista tai portfolioiden olemassa olevista kiinteistöistä on käynyt tai käy tällä hetkellä läpi sertifiointiprosessin ja kuinka suuren osuuden uskotaan olevan 5-10 vuoden kuluttua. Tulokset on esitetty mediaaniarvoina kuvassa 4 alla. Sertifioidun kiinteistökannan uskotaan siis lisääntyvän Pohjoismaissa entisestään.



Kuva 4: Kuinka suuri osa portfolioista (tai rakennushankkeista) on sertifioitu tai sertifioidaan tulevaisuudessa

## 2. YMPÄRISTÖLUOKITUSJÄRJESTELMÄT

Luvussa esitellään tässä raportissa käsiteltävät luokitusjärjestelmät sekä niiden pääasiallinen sisältö käsittäen mm:

- luokitusjärjestelmän kehittäjä ja historia
- arviointikategoriat ja -pistemäärät
- luokitustasot
- järjestelmällä arvioitaviksi soveltuvat rakennustyytit
- luokitusprosessi
- paikalliset vs. globaalit vaatimukset

Taulukossa 1 esitetään raportissa käsiteltävien luokitusjärjestelmien perustiedot.

Taulukko 1: Yhteenveto luokitusjärjestelmistä

Luokitusjärjestelmä	Kehittäjä/ ylläpitäjä	Käytössä vuodesta	Kansallinen/ globaali
LEED	US Green Building Council	1998	globaali
BREEAM	BRE Global	1990	globaali
RTS Ympäristöluokitus	Rakennustietosäätiö	2017	kansallinen (Suomi)
Joutsenmerkki	NMN (Nordisk miljö- märkningsnämnd) Kansalliset ympäristö- merkintälautakunnat, Suomessa Ympäristö- merkintä lautakunta	1989	kansallinen (Pohjois- maat)
Rakennusten elinkaarimittarit	Green Building Council Finland	2013	kansallinen (Suomi)

### 2.1 LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental design) on yhdysvalloissa US Green Building Council järjestön kehittämä rakennusten suunnittelun, rakentamisen, käytön ja ylläpidon luokitusjärjestelmä, jonka ensimmäinen pilottiversio julkaistiin vuonna 1998. Luokituksessa rakennuksien ominaisuuksia ja suorituskykyä arvioidaan yhteensä yhdeksällä eri osa-alueella, kuten veden ja energian käyttö, materiaalien valinnat sekä sisäilman laatu. Rakennuksen saavuttaman pistemäärän perusteella kohteelle myönnetään arvosana Certified, Silver, Gold tai Platinum, joiden pisterajat on esitelty taulukossa 2. Nykyisin käytössä oleva LEED Version 4 lanseerattiin vuonna 2013 ja marraskuun 2016 alusta kaikki uudet luokitushankkeet noudattavat Version 4 mukaista arviointikriteeristöä. Tässä selvityksessä keskitytään siten kyseisen version sisältöön ja vaatimuksiin.

Taulukko 2: Luokitustasot ja raja-arvot

Luokitustaso	Pistemäärä
Platinum	80 - 110
Gold	60 - 79
Silver	50 - 59
Certified	40 - 49

LEED luokitusjärjestelmät on jaettu rakennuksen eri elinkaaren vaiheille siten, että uudisrakennusten ja peruskorjauskohteiden suunnittelun ja rakentamisen arvioinnissa käytetään LEED for Design and Construction (LEED BD+C) arviointikriteeristöä ja olemassa oleville rakennuksille LEED Operations and maintenance kriteeristöä (LEED O+M). Niin uudisrakennuksille kuin olemassa oleville rakennuksille suunnattujen järjestelmien pohjalta on kehitetty useille eri rakennustyypeille kuten sairaaloille ja kouluille omat järjestelmänsä. LEED Interior design and construction koskee pelkästään tilojen, kuten liikehuoneistojen tai vuokrattujen toimistotilojen sertifiointia. Li-

säksi aluekehitykseen on luotu oma LEED Neighbourhoods kriteeristö.<sup>4</sup> LEED New Construction on yksi LEED BD +C luokitusjärjestelmän versio, jota käytetään silloin kun rakennus ei sovellu muihin rakennustyyppiikohtaisiin luokitusjärjestelmiin. Tässä selvityksessä keskitytään uudisrakennusten osalta LEED BD+C: New Construction järjestelmään ja olemassa olevien järjestelmien osalta LEED O+M: Existing Buildings järjestelmään.

Taulukko 3: LEED v4 luokitusjärjestelmät

LEED Building Design and Construction (LEED BD + C)	LEED BD + C: New Construction
	LEED BD + C: Core & Shell
	LEED BD + C: Schools
	LEED BD + C: Retail
	LEED BD + C: Data Center
	LEED BD + C: Warehouses and Distribution Centers
	LEED BD + C: Hospitality
	LEED BD + C: Healthcare
LEED for Building Operations and Maintenance (LEED O+M)	LEED O+M: Existing Buildings
	LEED O+M: Retail
	LEED O+M: Schools
	LEED O+M: Hospitality
	LEED O+M: Data centers
	LEED O+M: Warehouse and Distribution centers
LEED for Interior Design and construction (LEED ID +C)	LEED ID + C: Commercial Interiors
	LEED ID + C: Retail
	LEED ID + C: Hospitality
LEED Homes	Homes and Low-rise multifamily
	Mid-rise Multifamily
LEED for Neighborhood Development (LEED ND)	LEED ND: Plan
	LEED ND: Built Project

LEED sertifiointijärjestelmän kehittämisestä vastaa USGBC jäsenjärjestöjen vapaaehtoisista muodostuvat komiteat, alakomiteat sekä USGBC henkilökunta. Sertifiointijärjestelmät päivitetään säännöllisesti ja seuraavan päivityksen suunnittelu käynnistyy edellisen version hyväksymisen jälkeen. Järjestelmään tehtävät päivitykset ja parannukset arvioi ja hyväksyy LEED ohjausryhmä sekä USGBC hallitus, minkä jälkeen päivityksestä äänestää vielä USGBC jäsenistö.

Vaativuudet perustuvat suurilta osin yhdysvaltalaisiin määräyksiin ja käytäntöihin. Arviointikriteerien sisältö on sama rakennuksen sijainnista riippumatta tietyin poikkeuksin. Muun muassa energiatehokkuuden ja sisäilmanlaadun minimivaatimuksen täyttymiseksi on mahdollisuus käyttää paikallista määräystasoa tai standardia, mikäli USGBC on sen hyväksynyt.

Vaikka LEED sertifiointissa sertifiointikriteerit ovat yhtenevät sijainnista riippumatta, Regional Priority pistekategoria perustuu alueittain tärkeiksi määriteltyjen vaatimusten painottamiseen. Regional priority kategoria muodostuu muiden kategorioiden arviointikriteereistä, jotka on painotettu regional priority kriteereiksi kyseisellä alueella. Regional priority pisteet on määritelty USGBC paikallisten verkostojen sekä muiden maiden Green Building Council järjestöjen kanssa yhteistyössä. Regional priority pisteet voivat vaihdella maan sisällä eri paikkakuntien välillä.

LEED O+M: Existing buildings

LEED for Operations and Maintenance on LEED järjestelmän versio, joka on kehitetty olemassa olevien rakennusten sertifiointia varten. Kuten uudisrakennuksille suunnatussa luokitusjärjestelmässä LEED O+M pohjalta on laadittu vielä eri versioita erilaisille rakennustyypeille. LEED O+M

<sup>4</sup> <https://www.usgbc.org/articles/about-leed>

järjestelmässä kiinteistön toimintaa arvioidaan todellisen käytön perusteella. Kiinteistön teknistä toimivuutta, ylläpitoa ja käyttöä seurataan 3-12kk ajan ja tältä ajalta kerätyn dokumentaation perusteella osoitetaan LEED vaatimusten täyttyminen. LEED O+M luokitus myönnetään 5 vuodeksi, jonka jälkeen kohteen on haettava uudelleen sertifiointia ja osoitettava uudelleen vaatimusten täyttyminen.

Taulukossa 4 on esitetty, miten arviointikriteerit jakautuvat eri kategorioihin LEED New Construction ja LEED O+M: Existing Buildings järjestelmissä sekä eri kategorioiden painoarvot.

Taulukko 4: LEED New Construction luokitusjärjestelmän arviointikategoriat sekä niiden pistemäärät suhteessa kokonaispistemäärään

Pistekategoriat	Kategorian painoarvo New Construction	Kategorian painoarvo LEED Existing Buildings
Integrated process	0,1 %	-
Location and transportation	15 %	14 %
Sustainable sites	9 %	9 %
Water efficiency	10 %	11 %
Energy and Atmosphere	30 %	35 %
Materials and resources	12 %	7 %
Indoor environmental quality	15 %	15 %
Innovations	5 %	5 %
Regional priority	4 %	4 %

## 2.2 BREEAM

BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) on ollut käytössä vuodesta 1990 Iso-Britanniassa. Sen on kehittänyt ja sen hallinnoinnista ja jatkokehityksestä vastaa brittiläinen BRE (Building Research Establishment). Ensimmäinen kansainvälinen, Iso-Britannian ulkopuolella käytettävä BREEAM International -luokitusjärjestelmä julkaistiin vuonna 2008. BREEAM sertifiointihakemuksen valmistelee aina pätevä BREEAM Assessor eli arvioitsija.

Kansainvälinen BREEAM International -järjestelmä perustuu kansallisiin käytäntöihin, standardeihin ja best practice – toimintamalleihin, jotka ovat käytössä maassa, jossa arvioitava rakennus sijaitsee. BRE ylläpitää päivitettävää listausta kansallisiksi toimintamalleiksi hyväksytyistä standardeista ja ohjeista (Approved Standards & Weightings List). Mikäli kriteerille ei ole kansallista hyväksyttyä standardia, voi projektiryhmä joko hakea hyväksyntää vaatimukset täyttävälle ohjeelle tai käyttää hyväksyttyä eurooppalaista tai Iso-Britannian standardia.

BREEAM International -järjestelmää voi käyttää Iso-Britannian ulkopuolella kaikkialla maailmassa paitsi niissä maissa, joilla on oma ns. National Scheme Operator (NSO), eli mm. Ruotsissa, Norjassa, Alankomaissa, Itävallassa, Saksassa ja Espanjassa. Näissä maissa tulee aina käyttää niille kehitettyä NSO-järjestelmää. Esimerkiksi Ruotsissa Sweden Green Building Council ja Norjassa Norwegian Green Building Council ovat paikallisia NSO-järjestöjä, jotka kehittävät ja vastaavat kansallisista BREAM-SE ja BREEAM-NO sertifiointijärjestelmistä. Koska Suomessa ei ole käytössä NSO järjestelmää, käytössä on kansainvälinen International -versio. NSO-järjestelmät vastaavat suurilta osin Iso-Britannian ja kansainvälisen järjestelmän mallia.

Tämän raportin kirjoitushetkellä käytössä oleva uudisrakennusten sertifiointin kansainvälinen versio, BREEAM International New Construction 2016, julkaistiin keväällä 2016. BREEAM soveltuu myös muiden kuin uudisrakennushankkeiden sertifiointiin. Kuvassa 5 on esitetty eri BREEAM-luokitusjärjestelmät ja niiden soveltamisalat. Mm. aluetasolle, infrahankkeille, peruskorjauksille sekä käytössä oleville rakennuksille on omat järjestelmänsä: BREEAM Communities, BREEAM Infrastructure, BREEAM Refurbishment and Fit Out sekä BREEAM In-Use. Uusin kansainvälinen BREEAM In-Use versio on vuodelta 2015 ja BREEAM Communities vuodelta 2012.

Aluetaso/ kaavoitus	BREEAM Communities					
Infra	BREEAM Infrastructure					
Rakennukset	BREEAM New Construction					
					BREEAM Refurbishment and Fit Out	
					BREEAM In-Use	
	Hankesuunnittelu	Suunnittelu	Rakentaminen	Varustelu/kalustus	Käyttö	Peruskorjaukset ja tilamuutokset

Kuva 5: BREEAM-luokitusjärjestelmät ja niiden elinkaaren vaiheen mukaiset soveltamisajankohdat

BREEAM New Construction –luokitusjärjestelmän arviointikategoriat, niiden painotukset Suomessa sekä mahdollinen maksimitulos on esitetty taulukossa 5 alla. Mahdollinen pistemäärä riippuu rakennuksen tyypistä ja esimerkiksi toimistorakennusten vaatimukset ja mahdolliset maksimipistemäärät eroavat teollisuusrakennuksista. Taulukossa 5 on myös esitetty toimistorakennuksille mahdolliset enimmäispistemäärät.

Taulukko 5: BREEAM New Construction luokitusjärjestelmän arviointikategoriat sekä niiden pisteet ja painoarvot

Arviointikategoria	Mahdolliset pisteet (toimisto)	Painotus Suomessa
Management	21	11,11 %
Health & Well-being	17	17,09 %
Energy	29	18,46 %
Transport	9	6,15 %
Water	10	4,10 %
Materials	11	17,78 %
Waste	7	8,21 %
Land-use & Ecology	10	10,26 %
Pollution	13	6,84 %
Innovation	10	10 %
Yhteensä		110 %

BREEAM arvosana lasketaan siten, että:

1. Määritetään hankkeen saama pistemäärä jokaisessa kategoriassa laskemalla yhteen yksittäisten arviointikriteerien pistemäärä.
2. Saatu pistemäärä jaetaan kategorian mahdollisten maksimipisteiden määrällä, jotta saadaan saavutettu tulos (%) kategoriittain.
3. Näin saatu luku (%) kerrotaan kategorian painotusarvolla.
4. Kategorioiden tulokset summataan yhteen, jotta saadaan kokonaistulos (%).
5. Innovaatio-kategorian tulos lisätään lopuksi tulokseen. Jokainen saavutettu innovaatiopiste vastaa yhden prosentin korotusta kokonaistulokseen. Innovaatiokategoriasta voi kuitenkin saada maksimissaan 10 % korotuksen kokonaistulokseen.

BREEAM New Construction International –järjestelmällä on mahdollista sertifioida kaikenlaisia rakennuksia. Järjestelmää voi sellaisenaan soveltaa mm. asuinrakennusten, toimistojen, liiketalojen, teollisuusrakennusten, koulujen ja hotellien sertifiointiin. Muut rakennukset, kuten elokuvateatterit, museot, sairaalat, vankilat, jne. käyvät läpi ns. Bespoke -menettelyn, jossa BRE yhteistyössä projektiryhmän kanssa määrittää kohteelle soveltuvat arviointikriteerit ja niiden painotukset.

BREEAM New Construction ja Refurbishment -järjestelmien luokitusastot on esitetty taulukossa 6 alla.

Taulukko 6: BREEAM International New Construction luokitusastot saavutetun tuloksen perusteella

BREEAM International New Construction luokitusastot	% tulos
Outstanding	$x \geq 85$
Excellent	$70 \leq x < 80$
Very good	$55 \leq x < 70$
Good	$40 \leq x < 55$
Pass	$30 \leq x < 40$
Unclassified	$x < 30$

### BREEAM In use

BREEAM In-Use on BREEAM:in olemassa oleville kiinteistöille kehitetty luokitusjärjestelmä. Iso-Britannian ulkopuolella käytetään sen kansainvälistä International –versiota, jonka viimeisin ja tällä hetkellä käytössä oleva versiopäivitys julkaistiin vuonna 2015. BREEAM In-Use arviointi jakautuu kolmeen osaan, joista voidaan hakea yhtä tai useampaa:

- Osa-alue 1 - Asset Performance: kiinteistön ominaisuudet
- Osa-alue 2 - Building Management: kiinteistön ylläpito ja johtaminen
- Osa-alue 3 - Occupier Management: vuokralaisen toimintamallit

Osan 3 arviointi perustuu kiinteistön vuokralaisen toimintaan, joten tässä raportissa keskistytään osioihin 1 ja 2.

BREEAM In-Use Part 1 –sertifiointi voidaan hakea, kun rakennus on otettu käyttöön ja siellä työskentelee tai toimii vähintään yksi henkilö. Jotta rakennus voi saada sertifiointin järjestelmän Part 2-osioista, sen tulee olla käytössä vähintään vuoden käyttöönoton jälkeen, jotta saadaan kerättyä ja raportoitua vähintään vuoden energian- ja vedenkulutustiedot. Myös vain osa rakennuksesta (esim. yksi kerros) voidaan sertifioida. Sertifiointihakemuksen tarkistaa aina BREEAM In-Use Assessor.

Toisin kuin uudisrakennusten BREEAM-järjestelmässä, olemassa olevien rakennusten sertifiointinissa kategorioiden painotukset pysyvät maasta riippumatta samana (lukuun ottamatta maita, joille on laadittu National Scheme Operator –järjestelmä, kuten Norja ja Ruotsi). Painotukset on esitetty taulukossa 7. Yksittäisistä kategorioista energialla on suurin painoarvo luokituksen tuloksen kannalta.

Taulukko 7: BREEAM In-Use arviointikategoriat ja niiden painoarvot

Arviointikategoria	Osa-alue 1 painotus	Osa-alue 2 painotus
Management	-	15 %
Health & Well-being	17 %	15 %
Energy	26,5 %	31,5 %
Transport	11,5 %	-
Water	8 %	5,5 %
Materials	8,5 %	7,5 %
Waste	5 %	-
Land-use & Ecology	9,5 %	12,5 %
Pollution	14 %	13 %
Yhteensä	100 %	100 %

## BREEAM International Non-Domestic Refurbishment 2015

Peruskorjausten ja pienempien muutostöiden sertifiointissa käytetään BREEAM International Non-Domestic Refurbishment 2015 –luokitusjärjestelmää, jonka sisällön pääpiirteet esitetään tässä lyhyesti keskittyen erityisesti arviointikriteereihin, joihin energiantuottaja voi vaikuttaa. Esitetty sisältö perustuu järjestelmän viimeisimpään tekniseen ohjekirjaan: BREEAM International Non-Domestic Refurbishment 2015 Technical Manual: Version: SD225 – Issue: 1.4 – Issue Date: 27/04/2017.

BREEAM Refurbishment –arviointi jakautuu neljään osaan, joista voidaan esimerkiksi töiden laajuudesta tai muusta syystä riippuen valita yksi tai useampi:

- Osa-alue 1: Fabric and Structure (rakennuksen runko ja vaippa)
- Osa-alue 2: Core Services (mm. talotekniset järjestelmät, kuten lämmitys, jäähdytys, ilmanvaihto, rakennusautomaatio, uusiutuvan energian järjestelmät, vesi ja viemäri)
- Osa-alue 3: Local Services (mm. valaistus, paikalliset säätimet, yksittäisiä tiloja palvelevat lämmitys- ja jäähdytyslaitteet ja ilmanvaihtokoneet)
- Osa-alue 4: Interior Design (mm. sisustus ja kalustus, väliseinät, alakatot, päällystymateriaali, vesikalusteet ja toimistolaitteet)

Taulukossa 8 on esitetty kriteerit, joissa energiantuottajalla voi olla vaikutusta pisteen tulokseen sekä tieto, mihin arvioinnin osaan kriteerit kuuluvat. Koska tällä hetkellä Pohjoismaissa ei ole yhtään sertifioitua BREEAM refurbishment-hanketta, järjestelmään ei keskitytä tässä raportissa enempää.

**Taulukko 8: BREEAM International Refurbishment – kriteerit, joissa energiantuottajalla on vaikutusmahdollisuus**

Kriteeri	Osa-alue 1	Osa-alue 2	Osa-alue 3	Osa-alue 4
ENE01 Reduction of energy use and carbon emissions	x	x	x	-
ENE04 Low carbon design	x	x	x	-
POL01 Impact of refrigerants	-	x	x	x
POL02 NOx emissions	-	x	x	-

### 2.3 RTS Ympäristöluokitus

RTS ympäristöluokitus on suomalainen uudisrakennuksille, peruskorjauskohteille ja käyttötarkoituksen muutoshankkeille kehitetty ympäristöluokitusjärjestelmä, joka on lanseerattu vuonna 2017. Ympäristöluokitusjärjestelmä on Rakennustietosäätiön, Senaatti-kiinteistöjen, Espoon asuntojen, Helsingin ja Oulun kaupungin yhteistyössä kehittämä järjestelmä. Lisäksi kehitystyössä on ollut mukana lukuisia rakennusalan toimijoita. Rakennustietosäätiö vastaa järjestelmän kehittämisestä ja teknisestä yläpidosta.

Luokitusjärjestelmä on suunnattu erityisesti julkisiin rakennushankkeisiin kuten päiväkotien, koulujen asuin-kiinteistöjen rakentamiseen. Arviointikriteerien maksimipistemäärä on 110 pistettä, jotka jakautuvat yhteensä viiteen eri pistekategoriaan. Pistekategoriat ja niiden painoarvo on esitetty taulukossa 9. Vaatimukset jakautuvat luokitustasoittain minimivaatimuksiin ja arviointikriteereihin. Arviointikriteerit perustuvat muun muassa eurooppalaisiin standardeihin sekä olemassa oleviin suomalaisiin rakentamismääräyksiin ja parhaisiin käytäntöihin. Lisäksi luokituksessa hyödynnetään jo alalla olemassa olevia mittareita ja laskentaohjeita suoritustasojen mittaamiseen. Asuinrakennuksille ja muille rakennuksille on omat kriteerinsä. Luokitustasot ovat 1-5 tähteä.

Taulukko 9: RTS ympäristöluokituksen arviointikategoriat sekä niiden pistemäärät

Kategoria	Pisteet
Prosessi	23 pistettä
- Hankkeenohjaus	8 pistettä
- Kosteudenhallinta	10 pistettä
- Työmaan ohjaus	5 pistettä
Talous	12 pistettä
- Elinkaarikustannus	3 pistettä
- Ylläpidettävyys	9 pistettä
Ympäristö ja energia	35 pistettä
- Hiilijalanjälki	12 pistettä
- Energia	16 pistettä
- Vesi	3 pistettä
- Vaikutukset ympäristöön	4 pistettä
Sisäilma ja terveellisyys	30 pistettä
- Sisäilman laatu	18 pistettä
- Visuaalinen viihtyvyys	6 pistettä
- Akustiikka	6 pistettä
Innovaatiot	10 pistettä
<b>Yhteensä</b>	<b>110 pistettä</b>

Rakennustietosäätiön valtuuttama auditoija tarkistaa kohteen suunnitelmien ja toteutuksen vaatimusten mukaisuuden ja esittää RTS toimikunnalle luokituksen tasoa. Korkeinta sertifikaattia eli 5 tähteä haettaessa auditointi tehdään myös käytön aikana. Lopullisen luokituksen tason vahvistaa ja sertifikaatin myöntää RTS toimikunta.

#### 2.4 Joutsenmerkki

Joutsenmerkki on Pohjoismaalainen ympäristömerkki tuotteille ja palveluille. Suomessa sitä hallinnoi Ympäristömerkintä, joka on Motiva Services Oy:n alainen yksikkö. Ympäristömerkintä mm. käsittelee lupahakemukset, myöntää luvat merkin käyttöön sekä valvoo sen käyttöä. Pohjoismaisella tasolla työtä koordinoi Nordisk miljömärkningsnämnd.<sup>5</sup>

Joutsenmerkkiä voivat hakea monenlaiset tuotteet ja palvelut, kuten huonekalut, kosmetiikka, rakennustuotteet, pesulat, hotellit, leikkikalut ja tekstiilit. Kaikille tuotekategorioiden on omat arviointikriteerinsä ja vaatimuksensa. Tässä raportissa keskitytään rakennuksia arvioivaan Talot, kerrostalot ja päiväkotirakennukset –tuotekategoriaan, jonka mukaan Suomessa on tällä hetkellä sertifioitu kaksi rakennusta (Auerkulman asunnot, Järvenpään Mestariasunnot Oy, Kenttäkodin päiväkotia).<sup>6</sup>

Viimeisin ja voimassaoleva Joutsenmerkin kriteeristö pientaloille, kerrostaloille, koulu- ja päiväkotirakennuksille<sup>7</sup> on julkaistu vuonna 2016. Sillä voidaan arvioida nimensä mukaisesti pientalot, kerrostalot (asuinrakennukset), koulu-, koulutus- ja päiväkotirakennukset, seniorirakennukset ja tai fyysisesti tai psyykkisesti vammaisten asumiseen tarkoitettujen rakennukset (ei hoitolaitokset), mökit ja vapaa-ajan asunnot (mikäli kuuluvat rakennuslupamääräysten piiriin), väliaikaiset asunnot, päiväkodit ja koulut sekä näiden rakennustyyppien lisärakennukset.

Joutsenmerkin myöntämisen yhteydessä Pohjoismaainen ympäristömerkintä yleensä tarkistaa paikan päällä vaatimusten täytymisen. Tarkistuksen yhteydessä käydään läpi myös laskelmien perusteet, todennusmateriaalien alkuperäiskappaleet, mittauspöytäkirjat, ostotilastot ym.

Talojen arviointikriteerit muodostuva pakollisista (O) ja vapaaehtoisista (P) pistevaatuksista. Pakolliset vaatimukset on aina täytettävä ja vapaaehtoisista pisteistä muodostuva vähimmäispis-

<sup>5</sup> <https://joutsenmerkki.fi/tietoa-meista/>

<sup>6</sup> <https://joutsenmerkki.fi/tuotteet-ja-palvelut/>

<sup>7</sup> Pohjoismaainen ympäristömerkintä. Joutsenmerkin kriteerit – Pientalot, kerrostalot, koulu- ja päiväkotirakennukset. Versio 3.3 - 9.3.2016 – 31.3.2020



temäärä merkin saavuttamiseksi on kerrostaloille 16 pistettä (44 mahdollisesta pisteestä), pientaloille 15 pistettä (42 mahdollisesta pisteestä) ja päiväkotij- ja koulurakennuksille 14 pistettä (39 mahdollisesta pisteestä).

Joutsenmerkki keskittyy energiankäyttöön ja resurssitehokkuuteen, sisäilmaan, rakennusmateriaaleihin sekä rakentamisen laatuun. Taulukko 10 listaa Joutsenmerkin rakennuksia koskevat arviointikategoriat, niiden sisällön lyhyesti sekä kategorioista saatavilla olevan maksimipistemäärän.

Taulukko 10: Joutsenmerkin arviointikategoriat, niiden sisältö sekä maksimipisteet

Arviointikategoria	Sisältö lyhyesti	Maksimipisteet
1. Yleiset vaatimukset	Rakennuksen yleiskuvaus: kerros-luku, pinta-alat, tilat, energiamittausten taso ja laajuus Yhteystiedot: luvanhaltija, rakennuttaja, rakentaja, alihankkijat Joutsenmerkin luvan saavuttamiseksi vaadittu vähimmäispistemäärä tulee saavuttaa	Vain pakollisia vaatimuksia
2. Resurssitehokkuus	Energia ja ilmasto Vesi Jätteet Uusiutuvat materiaalit	18 (P1-P7)
3. Sisäilma	Radon Kosteusongelmien ennaltaehkäisy ilmanvaihto melu päivänvalo formaldehydipäästöt	4 (P8)
4. Kemialliset tuotteet ja rakennusmateriaalit	Materiaalien dokumentointi Kemiallisten tuotteiden luokitus CMR-aineet Säilöntäaineet Nanopartikkelit Kiellettyjen aineiden listat puutavara Kierrätetty osuus	17 (P9-P12)
5. Rakennusprosessin laadunvarmistus	Ilmatiiveys Materiaalivaatimusten ohjaus Oma-alvonta Valmiin rakennuksen tarkastus	3 (P13)
6. Laatu- ja viranomaisvaatimukset	Dokumentaatio Poikkeukset ja reklamaatiot Lait ja asetukset	Vain pakollisia vaatimuksia
7. Asukkaita ja isännöitsijöitä koskevat ohjeet	Käyttö- ja huolto-ohjeet	Vain pakollisia vaatimuksia
Vihreät toimenpiteet ja innovaatiot	Ekosysteempipalvelut Kuljetukset Energia (esim. aurinkosuojaus, älymittaus, varastointi)	3 (P14)

## 2.5 GBC Finland Rakennusten Elinkaarimittarit

Vuonna 2013 julkaistiin Green Building Council Finlandin johdolla kehitetyt Rakennusten elinkaarimittarit rakennusten suoritustason mittaamiseen ympäristön ja kestävä kehityksen näkökulmasta. Yhteensä kahdeksan Rakennusten elinkaarimittaria jakautuu neljään osa-alueeseen: energiatehokkuus, talous, kasvihuonekaasupäästöt sekä käyttäjätyytyväisyys. Elinkaarimittarit on suunniteltu kansallista käyttöä varten ja laskentaohjeet pohjautuvat niin suomalaisiin määräyksiin ja suunnittelukäytäntöihin kuin eurooppalaisiin CEN /TC 350 standardeihin.

Rakennusten elinkaarimittarit eivät ole kaupallinen luokitusmenetelmä, vaan menetelmä rakennusten kehittämiseen ja käyttöön liittyvien suoritustasojen mittaamiseen ja raportointiin vertailukelpoisesti ja läpinäkyvästi. Laskentatulokset ja tunnusluvut voi raportoida mittareita varten laaditussa Kiinteistöpassissa. Rakennusten toteutusta ei arvioida eikä ilmoitettuja laskentatulok-

sia varmisteta kolmannen osapuolen toimesta. Rakennuksille ei myöskään myönnetä tulosten perusteella arvosanaa. Mittareiden tuloksia voi kuitenkin vertailla Rakennusten elinkaarimittarit verkkotyökalussa muihin vastaaviin kiinteistöihin.

Taulukko 11: Green Building Council Finlandin Rakennusten elinkaarimittarit uudisrakennuksilla sekä olemassa oleville rakennuksille

Elinkaarimittarit – Uudisrakennukset	Elinkaarimittarit – Olemassa olevat rakennukset
Elinkaarikustannus	Energiankulutus
E-luku	Pohjateho
Elinkaaren hiilijalanjälki	Käytön hiilijalanjälki
Sisäilmaluokka	Käyttäjätyytyväisyys

Rakennusten elinkaarimittarit on suunniteltu rakennusten arviointiin ja seurantaan Suomessa. Rakennusten elinkaarimittareiden laskentasäännöt pohjautuvat suurelta osin olemassa oleviin eurooppalaisiin tai suomalaisiin määräyksiin ja käytäntöihin. Elinkaaren hiilijalanjäljen laskentaan sovelletaan eurooppalaisia CEN /TC 350 standardeja, ja käytönaikaiseen hiilijalanjälkeen kansainvälisesti käytössä olevia Green House Gas Protocollan laskentaohjeita. Sisäilmaluokka vastaa suoraan sisäilman laatuun liittyvää suomalaista Sisäilmaluokitusta, joka on ollut käytössä jo vuodesta 1995 sisäilmaston suunnittelua varten.

## 2.6 Esimerkkitarkastelut

Tässä selvityksessä havainnollistetaan kaukoenergian vaikutusta eri luokitusjärjestelmissä saattuihin pistemääriin esimerkkikohteen kautta. Tarkoituksena on havainnollistaa, miten saavutetut tulokset muuttuvat, kun rakennuksen käyttämän kaukoenergian tuotantotavat muuttuvat. Tuloksia verrataan vaihtoehtoiseen ratkaisuun, jossa lämmönlähteenä on tontilla sijaitseva maalämpöpumppu ja jäähdytys toteutetaan vedenjäähdytyskoneella.

Esimerkkirakennus on uusi, noin 20 000 brm<sup>2</sup> suuruinen monitilatoimistorakennus, joka sijaitsee Suomessa pääkaupunkiseudulla. Teknisiltä ominaisuuksiltaan kohde vastaa energiatodistusluokan B tasoa ja sisäilmastoluokan S2 tasoa.

Esimerkkirakennuksen energiankulutustiedot:

- Lämmönkulutus 42 kWh/m<sup>2</sup>
- Sähkönkulutus 35 kWh/m<sup>2</sup>
- Jäähdytysenergiankulutus 16 kWh/m<sup>2</sup>

Lisäksi tarkasteltiin samaa esimerkkikohdetta, mutta jonka energialuokka on C, jonka kulutustiedot ovat:

- Lämmönkulutus 63 kWh/m<sup>2</sup>
- Sähkönkulutus 54 kWh/m<sup>2</sup>
- Jäähdytysenergiankulutus 24 kWh/m<sup>2</sup>

Tarkastelussa verrattiin tuloksia, kun esimerkkirakennuksen energiamuotona on kolme erilaista kaukoenergiavaihtoehtoa:

- A. Lämmitysmuotona yhteistuotantona tuotettu kaukolämpö ja jäähdytysmuotona kaukojäähdytys. Tuotannosta 58 % on lämpöä ja 42 % sähköä. Kaukolämmön polttoaineena 95 % fossiiliset polttoaineet. Lämmöntuotannolle SFS EN 15316-4-5 mukaisesti lasketut CO<sub>2</sub> päästöt ovat 92 g/kWh. LEED tarkastelun mukainen tuotannon polttoainekustannus on 47 €/MWh.
- B. Lämmitysmuotona yhteistuotantona tuotettu kaukolämpö ja jäähdytysmuotona rakennuksessa sijaitseva vedenjäähdytyskone. Tuotannosta 79 % on lämpöä ja 21 % sähköä. Kaukolämmön polttoaineina 91% puupohjaiset polttoaineet ja 6 % fossiiliset polttoaineet. Lämmöntuotannon CO<sub>2</sub> päästöt ovat 22 g/kWh. LEED tarkastelun mukainen tuotannon polttoainekustannus 23 €/MWh.

- C. Lämmitysmuotona erillistuotettu kaukolämpö ja rakennuksessa sijaitseva vedenjäähdytyskone. Kaukolämmön polttoaineena noin 36 % turvetta ja puupohjaisten polttoaineiden osuus 60 %. Lämmöntuotannon CO<sub>2</sub> päästöt 150 g/kWh. LEED tarkastelun mukainen tuotannon polttoainekustannus 24 €/MWh.

Tuotantoa koskevat tiedot on kerätty kolmelta olemassa olevalta, tuotantoprofiileiltaan erilaiselta kaukoenergian tuottajalta.

Kaukoenergialle vaihtoehtoisena ratkaisuna tarkasteltiin maalämpöratkaisua, jossa maalämpö tuottaa rakennuksen tarvitseman lämmön ja jäähdytysmuotona on rakennuksessa sijaitseva vedenjäähdytyskone. Maalämmön järjestelmän COP arvona käytettiin 3,5. Maalämmön ylläpitokustannuksia ei huomioida laskennoissa.

Polttoainekustannuksissa käytettiin Tilastokeskuksen ilmoittamia polttoainehintoja<sup>8</sup>. Kustannuksissa on huomioitu valmistevero, mutta ei arvonlisäveroa. Sähkön hintana käytettiin 90 €/MWh, kaukolämmön ostohintana 60 €/MWh ja kaukojäähdytyksen ostohintana 28 €/MWh.

---

<sup>8</sup> Tuontipolttoaineiden hinnat nousivat viimeisellä neljänneksellä 2016. Julkaisu 8.3.2017 Tilastokeskus. [http://www.stat.fi/til/ehi/2016/04/ehi\\_2016\\_04\\_2017-03-08\\_fi.pdf](http://www.stat.fi/til/ehi/2016/04/ehi_2016_04_2017-03-08_fi.pdf)

### 3. UUDISRAKENTAMISTA JA PERUSKORJAUKSI A KOSKEVAT YMPÄRISTÖLUOKITUSJÄRJESTELMÄT ENERGIANTUOTTAJAN NÄKÖKULMASTA

Tässä kappaleessa kuvataan uudisrakentamista koskevat ympäristöluokitukset ja niissä olevat arviointikriteerit, joiden toteutumiseen energiantuotantotavoilla on vaikutusta.

#### 3.1 LEED for Building Design and Construction v4

Kappaleessa esitetään uudisrakennuksille suunnatun LEED luokitusjärjestelmän sisältämät arviointipisteet, joihin energiantuotannolla tai energiamuodolla on merkitystä tai joissa asetetaan vaatimuksia energiantuotannolle. Pisteet on koottu LEED Reference Guide for Building Design and Construction 2013 ohjeista.

Energiantuotanto ja energiamuoto liittyvät yhteensä kahden minimivaatimuksen sekä kuuden eri arviointikriteerin täyttymiseen ja siten yhteensä 31 pisteen saavuttamiseen. Useat vaatimukset koostuvat monesta eri osavaatimuksesta, jolloin energiatuotteiden ominaisuudet ovat yksi osatekijä vaatimusten täyttymiseen ja saavutettavaan pistemäärään. Taulukossa 12 on esitetty lyhyesti arviointikriteerien sisältö, suurin mahdollinen pistemäärä sekä energiantuottajan vaikutusmahdollisuus arviointikriteerin saavuttamiseksi.

Taulukko 12: LEED New Construction v4 järjestelmän energiantuotantoon liittyvät arviointikriteerit ja niiden pistemäärät

Kriteeri	Sisältö lyhyesti	Maksimipisteet <sup>9</sup>	Energiantuottajan vaikutusmahdollisuus
EA Prerequisite Minimum energy performance	Minimivaatimus. Vähintään 5% energiankustannussäästö vertailutapaukseen nähden	-	Energiatehokkuuden minimivaatimuksen täyttyminen
EA Credit Optimize energy performance	6% - 50% energiankustannussäästö vertailutapaukseen nähden	1-18 + 1 innovaatio	Energiantuotannon hyötysuhteiden sekä energian hinnan vaikutus
EA Prerequisite Fundamental refrigerant management	Minimivaatimus. Ei käytetä CFC yhdisteitä TAI niiden poistamiseksi 10 vuoden sisällä on suunnitelma.	-	Kaukokylmän tuotannon kylmäainetyyppi vaatimusten mukainen
EA Credit Enhanced refrigerant management	Ei käytetä ympäristölle haitallisia kylmäaineita (HCFC, HFC) TAI käytetään niitä riittävän vähän.	1	Kaukokylmän tuotannon kylmäainetyyppi, kylmäaineen määrän suhde jäähdytystehoon nähden
EA Credit Enhanced Commissioning	Kaukoenergiajärjestelmä on testattu ja ylläpidetty vaatimusten mukaisesti	3	Kaukoenergian tuotannolle asetetut toiminnanvarmistusvaatimukset
EA Credit Demand response	Kohde on mukana paikallisessa kysyntäjousto-ohjelmassa.	1-2	Kysyntäjousto-ohjelman tarjoaminen
EA Credit Green power and carbon offsets	Ekoenergiamukaista sähköä, vihreän sähkön sertifikaatteja tai energiankulutuksen CO <sub>2</sub> päästöjen kompensointi 5 vuoden ajalle	2	Vihreän sähkö sopimus tai sertifikaatit. CO <sub>2</sub> kompensatioiden määrä lasketaan käytetyn kaukoenergian päästöjen perusteella
EA Renewable energy production	Käytetään uusiutuvaa energiaa 1-10 % rakennuksen energiakustannuksia vastaava määrä	1-3 + 1 innovaatio	Uusiutuvalla energialla tuotettu kaukoenergia

Seuraavaksi esitellään kyseisten arviointikriteerien sisältö pääpiirteissään sekä kuvataan, miten energiatuotteet otetaan niissä huomioon.

<sup>9</sup> Pistemäärissä on eroja riippuen luokitusversiosta (New Construction, Core & shell, jne.)

### 3.1.1 Energiatohokkuus

#### *Minimum energy performance ja EA Optimize Energy Performance*

Sertifikaatin minimivaatimuksena on osoittaa vähintään 5%<sup>10</sup> energiankustannussäästö vertailutapaukseen nähden. Minimivaatimusta paremmalla energiatehokkuudella on mahdollista ansaita 1-18 lisäpistettä Optimize Energy Performance kriteerissä. Energiatohokkuuden arviointikriteeri on siten painoarvoltaan merkittävin kriteeri. Luokitusjärjestelmässä on valittavana kolme eri vaihtoehtoista tapaa täyttää energiatehokkuuden minimivaatimus, jotka tässä esitellään lyhyesti.

*Vaihtoehdossa 1* (Whole building energy simulation) rakennuksen energiankulutus simuloidaan dynaamista laskentaohjelmaa käyttäen. Energiatohokkuuden minimivaatimus määritetään vertaamalla sertifioitavan kohteen suunnitteluratkaisujen mukaisesti mallinnettua, laskennallista energiankustannusta sekä vertailutapauksen energiankustannusta keskenään. Vertailutapaus vastaa käyttötarkoitukseltaan, muodoltaan ja aukotukseltaan sertifioitavaa kohdetta, mutta sen vaipan ominaisuudet, valitut talotekniset järjestelmät ja mitoitusparametrit pohjautuvat ASHRAE 90.1 -2010 standardin G liitteen mukaisiin laskentaohjeisiin. Yhdysvaltojen ulkopuolella voidaan vertailutapaus muodostaa myös jonkin muun, USGBC hyväksymän standardin mukaisesti. Vaihtoehtoa 1 käyttämällä kohde voi ansaita enintään 18 pistettä taulukossa 13 esitettyjen energiankustannussäästön perusteella.

Taulukko 13: Energiapisteyden saavuttaminen energiankustannussäästöihin perustuen

Energiakustannussäästö	Pisteet
6 %	1
8 %	2
10 %	3
12 %	4
14 %	5
16 %	6
18 %	7
20 %	8
22 %	9
24 %	10
26 %	11
29 %	12
32 %	13
35 %	14
38 %	15
42 %	16
46 %	17
50 %	18

*Vaihtoehdossa 2* energiatehokkuus osoitetaan täyttämällä ANSI/ASHRA/IESNA 90.1 standardin lisäksi joko ASHARE 50 % Advanced Energy Design Guide ohjeistus ja *vaihtoehdossa 3* Advanced Buildings™ Core Performance™ Guide. Vaihtoehdot 2 ja 3 soveltuvat parhaiten pienille hankkeille, joissa ei tavoitella korkeimpia sertifiointitasoja. Vaihtoehtoa 2 käyttämällä kohteen on mahdollista saavuttaa ainoastaan minimivaatimus sekä maksimissaan 6 lisäpistettä ja vaihtoehdolla 3 kohde saavuttaa ainoastaan minimivaatimuksen.

Kaukoenergian tuotannosta voidaan saada hyötyä siinä tapauksessa, että energiatehokkuuden minimivaatimus todennetaan vaihtoehdolla 1 eli energiasimulointia käyttäen ja arvioinnissa huomioidaan kaukoenergiantuotanto.

<sup>10</sup> Energiankustannussäästön minimivaatimus vaihtelee hieman käytettävästä versiosta riippuen

### Kaukoenergian huomioiminen energiatehokkuudessa

Kun rakennus liitetään kaukoenergiaverkkoon ja sen energiatehokkuus osoitetaan edellä kuvatun vaihtoehdon 1 eli energiasimulointien avulla, tulee energiantuotanto ottaa huomioon jollakin seuraavista tavoista:

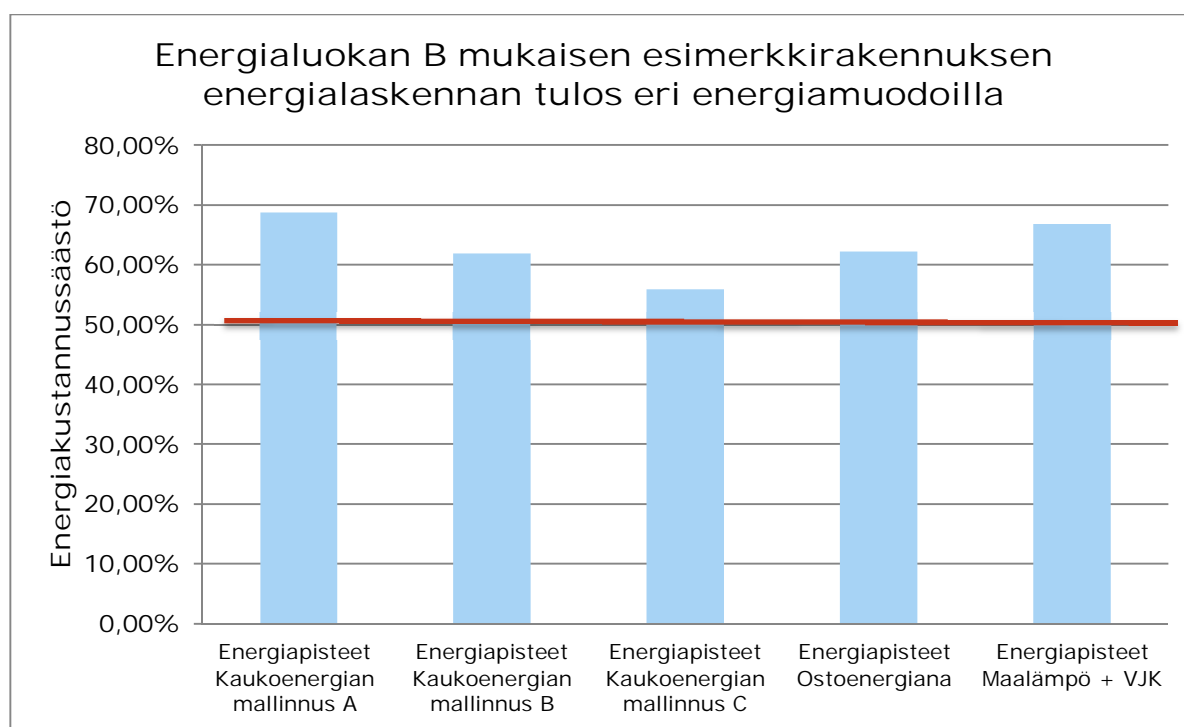
Taulukko 14: Kaukoenergian tarkasteluvaihtoehdot LEED luokituksessa<sup>11</sup>

<p>Laskentatapa 1</p> <p>Energiankulutuksen simulointi ja os-toenergia tarkastelu</p>	<p>Tässä vaihtoehdossa tarkastellaan vain ostoenergian kulutusta sekä sertifioitavan rakennuksen että vertailutapauksen kohdalla. Kaukoenergian tuotanto sekä vertailutapauksen ASHRAE standardin mukainen energiaratkaisu jätetään huomiotta. Saatu säästö ja siten saavutettavien pisteiden määrä määritetään sertifioitavan rakennuksen ja vertailutapauksen laskennallisen ostoenergian perusteella saadusta kustannuserosta.</p>
<p>Laskentatapa 2</p> <p>Energiankulutuksen simulointi ja kaukoenergian mallintaminen</p>	<p>Tässä vaihtoehdossa mallinnetaan rakennuksen energiankulutuksen lisäksi kaukoenergian tuotannon ja jakelun hyötysuhteet. Vertailutapauksen energiantuotanto mallinnetaan ASHRAE standardin mukaisesti. Kaukoenergian tuotantolaitoksen hyötysuhteet vastaavat todellista tuotantoa huomioiden energian ja polttoaineiden kulutukset sekä jakeluhäviöt. Lähtötiedot voidaan määrittää mittaustietojen, analyysien tai oletusarvojen perusteella.</p> <p>Kun rakennus on liitetty sähkön ja lämmön yhteistuotantojärjestelmään, voidaan tuotannon tehokkuus ottaa huomioon käyttämällä joko energiantuotannon todellisia hyötysuhteita tai USGBC määrittämiä oletuksia. Laskentatavat on esitetty liitteessä 4.</p>
<p>Laskentatapa 3</p> <p>Energiankulutuksen simulointi ja kaukoenergian yksinkertaistettu mallintaminen</p>	<p>Tämä vaihtoehto on tarkoitettu yksinkertaisten kaukoenergiajärjestelmien mallintamiseen, jossa pystytään joko mallintamalla tai seurannan avulla määrittämään jokaiselle polttoaineelle tuotannon hyötysuhde. Mallinnuksessa otetaan huomioon sekä rakennuksen energiankulutus, että kaukoenergian tuotannon keskimääräiset hyötysuhteet. Vertailutapauksen energiantuotanto mallinnetaan ASHRAE standardin mukaisesti. Kaukoenergian kustannus lasketaan määrittämällä kaukoenergian tuotantoon käytettyjen polttoaineiden kustannus niiden käytön tehokkuudella.</p>
<p>Alternative Compliance Path EA pc 95: Alternative Energy Performance Metric</p>	<p>Vaihtoehtoinen menetelmä, jossa määritetään käytetyille energiamuodoille kustannusten lisäksi kolme muuta parametria. Saavutettu pistemäärä määräytyy kahden parhaimman parametrin keskiarvon perusteella. Määriteltävät parametrit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- energialähde</li> <li>- kasvihuonekaasupäästöt sekä</li> <li>- ajasta riippuva arvio (time dependent valuation), jota veloitetaan kuitenkin vain Yhdysvaltojen Kalifornian osavaltiossa sijaitseville kohteille</li> </ul> <p>Laskentatavan tarkempi kuvaus liitteessä 4.</p>
<p>Alternative Compliance path: District Energy</p>	<p>Vaihtoehtoinen menetelmä rakennuksille, jotka on liitetty PEER (Performance Excellence in Electricity Renewal) luokiteltuun kaukoenergiaverkkoon. Laskentatavan tarkempi kuvaus menetelmästä liitteessä 4.</p>

<sup>11</sup> LEED Reference Guide for Building design and Construction, v4. 2017. ISBN 978-1-932-444-19. US Green Building Council

Esimerkkirakennuksen energiatehokkuustarkastelut - Optimized Energy Performance  
 Esimerkkirakennukselle laadittiin energiatehokkuustarkastelut simuloimalla rakennuksen energiankulutus vaihtoehdon 1 mukaisesti. Kaukoenergian tuotannon vaikutukset huomioitiin käyttämällä laskentatapaa 2 eli selvitettiin energiantuotannon vaikutus energiatehokkuuden tulokseen. Esimerkkirakennuksen energiamuotoina ovat kappaleessa 2.6 esitetyt kaukoenergiavaihtoehdot. Kaukoenergian tuotantovaihtoehdot A ja B ovat sähkön ja lämmön yhteistuotantoa, mutta joiden käyttämät polttoaineet sekä tuotetun sähkön osuus kokonaistuotannosta eroavat. Kaukoenergia vaihtoehto C on kaukoenergian erillistuotanto. Saatuja tuloksia verrattiin maalämmöllä lämmitettyyn ja vedenjäähdytyskoneiden avulla jäähdytettyyn ratkaisuun. Maalämpöratkaisulle on vain yksi laskentavaihto, jossa määritetään simuloimalla maalämpöpumpun kuluttama sähköenergia. Maalämpöratkaisulle määritetään ASHRAE 90.1- 2010 mukainen vertailutaso, johon nähden energiakustannusten eroa verrataan. Kaikissa ratkaisuissa sähköenergiankulutuksen kustannus on sama.

Lisäksi tuloksia verrattiin laskentatapaan 1, jossa kaukoenergia käsitellään ostoenergiana eikä energiantuotantoa mallinneta.



Kuva 6: Esimerkkikohteen saavuttama energiakustannussäästö eri laskentavaihtoehdoilla

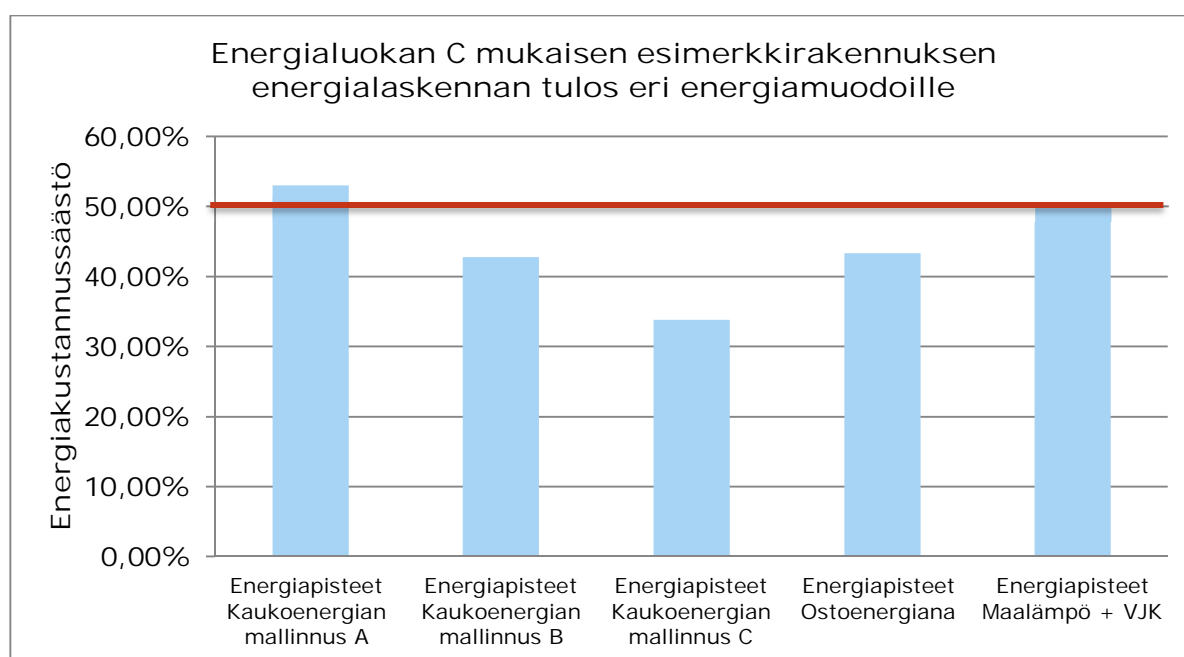
Energiatehokkuustarkastelussa verrataan siis energiakustannusta vertailurakennuksen energiakustannukseen. Tarkastelussa energialuokan B esimerkkirakennus saavutti kaikilla kaukoenergiamuodoilla yli 50 % kustannussäästön ja 18 pistettä eli suurimman mahdollisen pistemäärän. Esimerkkirakennus saavutti lämmön ja sähkön yhteistuotannolla jonkin verran paremman energiakustannussäästön kuin pelkän kaukolämmön erillistuotannolla, mutta sillä ei saavuteta enää lisähyötyä. Täydet pisteet saavutaan myös ostoenergiavaihtoehdolla, jossa kaukolämmön tuotantoa ei mallinneta.

LEED tarkasteluissa energiapisteen määrään vaikuttaa merkittävästi vertailurakennuksen ASHRAE standardin mukaisen taloteknisen järjestelmän mallinnus ja ulkoilmavirran mallinnus, joka vertailurakennuksessa tulee tehdä joko luokitusjärjestelmän tai rakentamismääräysten minimimita-  
 son mukaisesti, sen mukaan kumpi on näistä suurempi<sup>12</sup>. Tehdyissä tarkasteluissa vertailurakennuksen ilmanvaihto on mallinnettu rakentamismääräyskokoelman ohjeiden mukaisesti. Mikäli

<sup>12</sup> ASHRAE 90.1. 2010, appendix g G3.1.2.6

tulkinnat ulkoilmavirran minimitasosta muuttuvat ja vertailutapauksessa käytettävä ilmavirta pienenee, niin myös vertailutapauksen energiankulutus on matalampi ja saavutettava energiapistemäärä pienempi. Tällöin kaukoenergiajärjestelmästä saavutettavat pistehyödyt kasvaisivat.

Kuvassa 7 on esitetty energiapisteen määrä, kun esimerkkirakennuksena on energiatehokkuudeltaan C luokan rakennus. Kun esimerkkirakennuksen sähkön, lämmön ja jäähdytyksen energiankulutus kasvaa 50% muodostuu eri kaukoenergian tuotantomuotojen välille selvempi ero. Täydet pisteet saavutetaan mallintamalla vaihtoehto A:n tuotanto, jonka yhteistuotannossa sähkön osuus on suuri ja jossa jäähdytysratkaisuna on kaukojäähdytys. Vastaavasti lämmön ja sähkön yhteistuotantoa hyödyntävä, polttoainekustannukseltaan pienempi vaihtoehto B saavuttaa 16 pistettä. Erillistuotannon tarkastelulla saavutetaan 13 pistettä. Toisaalta pelkkä ostoenergiatarkastelu tuottaa 16 pistettä eli ilman kaukoenergian mallintamista jokaisella tuotantotavalla kohde ansaitsisi 16 pistettä.



Kuva 7: Energialuokka C mukaisen esimerkkirakennuksen energialaskennan tulos eri energiamuodoille

Ostoenergiatarkastelussa energianhinnalla on merkitystä saavutettavaan tulokseen. Mitä alhaisempi energianhinta on, sitä parempi on saavutettu tulos. Energianhinnan tulee vastata hintaa, joka rakennukselle tulisi energiamuodon käytöstä ja hinnan tulee olla perusteltavissa.

Mallinnettaessa sähkön ja lämmön yhteistuotantoa energian polttoainehinta sekä sähkön osuus yhteistuotannossa vaikuttavat osaltaan saavutettuun säästöön. Polttoaineen kustannuksen vaikutus riippuu yhteistuotannon rakenteesta ja sähkön tuotannon osuudesta.

Vaihtoehdossa A, jossa sähkön osuus yhteistuotannossa on suuri, rakennukselle allokoitava sähkön osuus korvaa suuren osan rakennuksen sähkön kulutuksesta. LEED tarkastelussa yhteistuotannosta rakennukselle allokoitava sähkön osuus katsotaan ilmaiseksi energiaksi, jolloin rakennuksen oma sähkönkustannus pienenee merkittävästi. Rakennuksen energiankulutus syntyy siten lähes pelkästään lämmityksen osuutta vastaavasta polttoainekustannuksesta, jolloin polttoainekustannuksen pienentyminen suurentaa säästöä vertailutapaukseen, jossa energiakustannus syntyy polttoainekustannuksen lisäksi sähköstä.

Vaihtoehdossa B, jossa tuotetun sähkön osuus on pienempi ja siten rakennukselle osoitettu ilmainen sähkö on pienempi, rakennuksen energiakustannuksissa sähkön osuus on selvästi suurempi kuin A vaihtoehdossa. Energiansäästö rakennuksen ja vertailutapaukseen välillä muodostuu.



tuu siten voimakkaammin lämmön osuudesta. Tällöin lämmityksen polttoainekustannusten pieneminen arvottaa halvemmaksi lämmöstä saatavaa säästöä ja siten pienentää pistemäärää. Kaukolämmön erillistuotannon osalta tilanne on samanlainen eli pienempi polttoainekustannus pienentää saatavaa säästöä.

Kaukoenergian polttoainekustannukset muodostuvat käytetyistä polttoaineista, jotka tulee osoittaa osana energiatarkasteluja. Polttoaineiden tietoja löytyy esimerkiksi Energiateollisuuden vuosittain julkaisemasta Kaukoenergiatilastosta. Polttoaineiden hintoina voidaan käyttää Tilastokeskuksen julkaisemia hintatietoja.<sup>13</sup>

### 3.1.2 Jäähdytyksen kylmäaineet

#### *Fundamental Refrigerant Management ja Enhanced Refrigerant Management*

Kylmäaineiden käyttöä koskeva minimivaatimus edellyttää, ettei kohteessa käytetä CFC -pohjaisia kylmäaineita käyttäviä jäähdytysjärjestelmiä. Laitteita, joissa on kylmäainetta alla 225g, ei kuitenkaan tarvitse huomioida.

Mikäli kohde on liitetty kaukoenergiajärjestelmään, ei CFC kylmäaineita saa käyttää missään rakennuksessa sijaitsevilla laitteilla eikä myöskään kaukoenergian tuotantolaitoksessa olevilla laitteilla. Mikäli kaukoenergiatuotannossa on CFC kylmäaineita käytössä, tulee niistä luopua viiden vuoden sisällä sertifioitavan rakennuksen valmistumisesta. Lisäksi tulee osoittaa, että kylmäaineen vuosittainen vuoto on 5% tai vähemmän jo ennen käytöstä poistamista.

Minimivaatimuksen lisäksi kylmäaineiden käyttöön liittyy yhdenpisteen arvoinen kriteeri, jossa arvioidaan rakennuksessa olevien jäähdytyslaitteiden sekä kaukojäähdytysjärjestelmän kylmäaineiden vaikutusta ilmastonmuutokseen sekä otsonikadon syntymiseen. Pisteen voi saavuttaa kahdella eri vaihtoehdolla:

1. LEED vaatimukset täyttyvät, kun käytetään luonnollisia kylmäaineita, joilla ei ole lainkaan otsonivaikutuksia (ODP=0) ja vähäinen vaikutus ilmaston lämpenemiseen (GWP<50). Tällaisia ovat mm. hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), ammoniakki (NH<sub>3</sub>) ja propaani.
2. Mikäli käytössä on HCFC ja HFC -pohjaisia kylmäaineita, tulee laskennallisesti osoittaa, että ilmastovaikutusten suhde tuotettuun kylmäenergiaan on riittävän pieni. Kylmäaineiden vaikutus lasketaan liitteessä 5 esitetyllä laskentakaavalla.

Vaatimuksen täytyminen osoitetaan laskemalla rakennuksessa käytettyjen laitteiden kylmäaineiden sekä kaukoenergiajärjestelmän tuotannon kylmäaineiden yhteisvaikutus. Kaukoenergian osalta kylmäaineiden vaikutus suhteutetaan sertifioitavan rakennuksen jäähdytystarpeen mukaan.

Pisteen saavuttamista varten tarvitaan siten tiedot kylmäntuotantojärjestelmien tyypistä, kylmäaineesta, kylmäainemäärästä sekä jäähdytyskapasiteetista.

### 3.1.3 Taloteknisten järjestelmien toiminnanvarmistus

#### *Enhanced commissioning*

Toteutetaan kattava toiminnanvarmistusprosessi rakennuksen taloteknisille järjestelmille ja rakennuksen vaipalle. Taloteknisten järjestelmien toiminnanvarmistuksen tulee täyttää ASHRAE 0-2005 sekä ASHRAE Guideline 1.1-2007 niiltä osin, kun järjestelmät vaikuttavat energiankulutukseen, vedenkulutukseen, sisäilman laatuun tai kestävytyteen. Siinä tapauksessa, että energiatehokkuuteen liittyvissä pisteissä haetaan hyötyä kaukoenergian mallintamisen kautta (EA Energy Performance laskentatapa 2 tai 3), tulee myös kaukoenergian tuotannon järjestelmät ja laitteet

<sup>13</sup> [https://energia.fi/files/1184/Kaukolampotilasto\\_2015.pdf](https://energia.fi/files/1184/Kaukolampotilasto_2015.pdf)

sisällyttää toiminnanvarmistukseen. Vaatimus koskee niitä kaukoenergiajärjestelmiä, joihin sertifioidut rakennukset on liitetty.

#### *Uusi kaukoenergiajärjestelmä*

Uudelle kaukoenergiajärjestelmälle, merkittävästi paranneltulle tai laajennetun järjestelmälle tulee suorittaa tuotantojärjestelmien toiminnanvarmistus kolmen vuoden sisällä rakennuksen valmistumisesta. Kaukoenergian järjestelmille toteutettavan toiminnanvarmistuksen tulee täyttää ASHRAE standardien mukaiset vaatimukset. Uudeksi järjestelmäksi luetaan kolme vuotta tai vähemmän käytössä olleet kaukoenergiajärjestelmät.

#### *Olemassa oleva kaukoenergiajärjestelmä*

Rakennuksen liittyessä olemassa olevaan, yli kolme vuotta vanhaan kaukoenergiajärjestelmään on osoitettava, että tuotannolle on olemassa ennaltaehkäisevän ylläpidon ja korjaavan ylläpidon toimintaohjelmat, sekä tuotannon hyötysuhteiden mittaamisen toimintaohjelma. Lisäksi on osoitettava, että toiminta on testattu ja sitä on tehostettu edellä mainittujen ohjelmien mukaisesti viimeisen kolmen vuoden sisällä. Vaatimuksia toimintaohjelmille ei ole määritetty tarkemmin. Siten tuotannolle kolmannen osapuolen myöntämät sertifikaatit sekä esimerkiksi energiatehokkuussopimus voivat toimia todentavana dokumentaationa toimenpideohjelmien osoittamiseksi.

### 3.1.4 Sähkön kysyntäjousto

#### *Demand response*

Rakennus voi ansaita 1 -2 pistettä osallistumalla sähkön kysyntäjousto-ohjelmaan tai toteuttamalla talotekniset järjestelmät siten, että liittyminen on myöhemmin mahdollista:

- 1) Mikäli kysyntäjousto-ohjelma on tarjolla, rakennus tulee liittää vähintään vuodeksi kysyntäjousto-ohjelmaan, jossa pyrkimyksenä on laskea sähkön tehon tarvetta vähintään 10% laskennallisesta maksimista. 10% sähkötehon määrä määritetään energiamallin perusteella.
- 2) Mikäli kysyntäjousto-ohjelmaa ei ole saatavilla, tulee kohteeseen toteuttaa liittymisen myöhemmin mahdollistavat järjestelmät, minkä lisäksi tulee laatia suunnitelma, miten vähintään 10% maksimitheon tarpeesta voidaan pienentää tai siirtää.

Rakennuksen taloteknisten järjestelmät tulee toteuttaa siten, että järjestelmiä voidaan ohjata ja sähköenergian tarvetta voidaan vähentää ulkopuolisen kysyntäjouston tarjoajan toimesta. Tontilla tuotettu sähkö ei täytä pistevaatimusta.

### 3.1.5 Uusiutuva energia

#### *Renewable energy production*

Rakennus voi ansaita 1-3 pistettä, kun 1 %, 5 % tai 10 %<sup>14</sup> sen laskennallisista energiakustannuksista katetaan uusiutuvalla energialla. Uusiutuvan energian osuus lasketaan alla olevan laskentakaavan avulla.

$$\text{Uusiutuvan energian osuus} = \frac{\text{Uusiutuvan energian määrää vastaava kustannus}}{\text{Rakennukselle laskettu vuotuinen energiakustannus}}$$

Kun rakennus on liitetty kaukoenergiajärjestelmään ja rakennuksen energiatehokkuustarkastelussa kaukoenergian tuotanto on mallinnettu,<sup>15</sup> voi kaukoenergian tuotannossa käytetty uusiutuva energia lukea tässä kriteerissä hyödyksi. Koska pisteet myönnetään kustannusten perusteella, tulee kaukoenergiassa käytetyn uusiutuvan energian määrää vastaava kustannus määrittää. Kustannus suhteutetaan sen mukaan, kuinka suuri osuus kaukoenergian tuotannosta allokoitetaan ra-

<sup>14</sup> Pisteytyksessä eroja eri järjestelmien välillä

<sup>15</sup> Laskentatapaa 2 tai 3 käyttäen (sivu 16)

kennukselle ja kuinka suuri osuus rakennuksen energiankulutuksesta katetaan kaukoenergialla. Laskentakaava kaukoenergiasta saadun osuuden laskemiseksi on esitetty liitteessä 6.

Kaukoenergian tuoma hyöty riippuu siten useasta eri osatekijästä. Tarkastelua varten tarvitaan kaukoenergian tuottajalta seuraavat tiedot:

- Kaukoenergian tuotannossa käytetyt polttoaineet ja niiden kustannukset
- Tuotetun kaukoenergian määrä
- Kaukoenergiassa käytetyn uusiutuvan energian osuus kokonaistuotannosta

Energian toimittajan tulee lisäksi vahvistaa, että uusiutuvalla energialla tuotettu lämpö syötetään verkkoon eikä suoraan yksittäiselle rakennukselle. Myydyn energian osuudesta ei saa myydä vihreän energian sertifikaatteja.

LEED sertifiointissa uusiutuvaksi energiaksi määritellään seuraavat energiamuodot:

- Aurinkosähkö ja –lämpö
- Tuulivoima
- Tietyt biopolttoaineet ja –massat<sup>16</sup>
- Pienivaikutuksellinen vesivoima
- Aalto- ja vuorovesienergia

Biopolttoaineiden osalta LEED ei suoraan määrittele uusiutuvaksi energiaksi laskettavia polttoaineita, vaan listaa mitkä eivät sovellu. Tästä syystä energiamuodon soveltuvuus on syytä aina tarkistaa USGBC:ltä. Metsäpohjaisia biomassoja ei tyypillisesti lasketa uusiutuvaksi energiaksi, mutta puupohjaiset teollisuuden jätteet soveltuvat tietyin edellytyksin, ks. rajaukset alla. Energiamuodon riittävyys tulee pystyä osoittamaan sertifikaattia haettaessa. Vesivoiman ja maalämmön käytössä on rajoituksia, joiden vuoksi näillä tuotettua energiaa ei käytännössä hyväksytä uusiutuvaksi energiaksi LEED järjestelmään. Vesivoiman tulisi olla aalto- tai vuorovesienergiiaan perustuvaa, tai perustua joen luonnolliseen virtaamaan. Patoaltailla tuotettu perinteinen vesivoima ei täytä vaatimuksia. Maalämmön tulisi puolestaan perustua maanalaisten virtojen tai lämpimän veden suoraan hyödyntämiseen. Lämpöpumpuilla tuotettu maalämpö ei täytä vaatimuksia. On syytä huomioida, että kaukoenergian tuotannossa hyödynnetty energian talteenotto tai kiertäys ei myöskään täytä uusiutuvan energian määritelmää, mutta koska niiden käyttö energiantuotannossa vähentää polttoaineiden kulutusta, tulee sen tuoma hyöty huomioiduksi silloin, kun kaukoenergian tuotanto mallinnetaan osana energiatehokkuustarkastelua.

### 3.1.6 Vihreä sähkö ja päästökompensoinnit

#### *Green Power and Carbon Offsets*

Energian tuottaja voi myydä rakennukselle alkuperävarmennettua vihreää sähköä tai vihreän sähkön sertifikaatteja. Kun vihreän sähkön, sertifikaattien tai kasviuonekaasupäästöjen kompensointeja hankitaan viiden vuoden ajalle kattaen 50% tai 100% energiankulutuksesta, kohde voi ansaita 1-2 pistettä. Vihreän sähkön, sertifikaattien tai kompensointien perusteena tuotanto on täytynyt perustua tammikuun 2005 jälkeen.

Vihreän sähkön sekä vihreän sähkön sertifikaattien tulee täyttää Green –e Energy ja kasviuonekaasupäästöjen kompensointien Green –e Climate sertifikaatin vaatimukset:

- Green-e Energy National Standard v2.3 Section 2- 5
- Green-e Energy Code of Conduct and Customer Disclosure Requirements – Sections 3-4

<sup>16</sup> Seuraavat biopolttoaineet eivät täytä LEED-vaatimuksia, eikä niillä tuotettua energiaa lasketa uusiutuvaksi:

- Kiinteän jätteen poltto
- Metsäpohjaiset biomassat, muut kuin tehdasjätteet
- Metsänhoidon korjuu-/hakkuujäte
- Maalattu, pinnoitettu tai kyllästetty puu

- Green-e Climate National Standard v2.3. Sections 4,5,6.1, 6.3, 6.4 ja 7
- Green-e Climate Code of Conduct – Sections 2-7

Euroopassa pisteen saavuttamiseen voidaan käyttää myös ns. Alternative Compliance Path menetelmää, jolloin EKOenergian mukainen energia ja Guarantee of Origin menettely soveltuvat pisteen täyttämiseen.

Kaukoenergian tuotannossa käytetty vihreä sähkö ja kasvihuonekaasupäästöjen kompensoinnit edesauttavat pisteen täyttymistä siinä tapauksessa, että kaukoenergian tuotanto on mallinnettu energiatehokkuuden arvioinnin yhteydessä. Kaukoenergian tuoma hyöty määritetään sen perusteella, kuinka suuri osuus tuotannosta on katettu vihreällä sähköllä, sertifikaateilla tai päästöjen kompensoinneilla. Tarkka laskentakaava on esitetty liitteessä 7.

Kuten uusiutuvan energia kohdalla, myös tässä kriteerissä kaukoenergian tuoma hyöty riippuu useasta eri osatekijästä. Tarkastelua varten tarvitaan kaukoenergian tuottajalta seuraavat tiedot:

- Kaukoenergiassa käytetty vihreän sähkön tai vihreän sähkön sertifikaattien määrä
- Energian tuotannossa käytetty sähkön määrä
- Ostettujen päästökompensointien määrä
- Energian tuotantoon tarvittavaa polttoainemäärää vastaava kasvihuonekaasujen määrä
- Kaukoenergian tuottamiseen käytetty

### 3.2 BREEAM International New Construction 2016

Tämä kappale käsittää uudisrakennusten BREEAM International New Construction 2016 luokitusjärjestelmän sisällön pääpiirteet keskittyen arviointikriteereihin, joihin energiantuottaja voi vaikuttaa. Esitetty sisältö perustuu järjestelmän viimeisimpään tekniseen ohjekirjaan: BREEAM International New Construction 2016 Technical Manual: Version: SD233 – Issue: 2.0 – Issue Date: 03/07/2017.

Energiantuottajalla on BREEAM International New Construction 2016 luokitusjärjestelmässä vaikutusmahdollisuuksia viiden kriteerin tuloksen kannalta. Kriteerit, niiden sisältö, mahdollinen maksimipistemäärä sekä vaikutusmahdollisuus on kuvattu lyhyesti taulukossa 15 sekä tarkemmin seuraavissa kappaleissa.

**Taulukko 15: BREEAM International New Construction 2016 – yhteenveto kriteereistä, joissa energiantuottajalla on vaikutusmahdollisuuksia**

Kriteeri	Sisältö lyhyesti	Maksimipisteet	Energiantuottajan vaikutusmahdollisuus
ENE01 Reduction of energy use and carbon emissions	Rakennuksen energiatehokkuus suhteessa: - Suomen rakentamismääräysten (E-luku) tai ASHRAE 90.1.2013 standardin minimitasoon JA Ko. rakennustyyppin kansallisen määräystason suhde BREEAM Best practice -tasoon.	15	Ostoenergian CO <sub>2</sub> -päästökerroin, kun käytetään ASHRAE standardin mukaista minimitasoa ja energiamallinusta.
ENE04 Low carbon design	Passiivisten suunnitteluratkaisuiden ja paikallisten vähähiilisten teknologioiden hyödyntäminen	3	Uusiutuvilla tuotettu kaukolämpö ja/tai –kylmä, joka täyttää direktiivin EN 2009/28/Ey.
POL01 Impact of refrigerants	Kylmäaineiden aiheuttamat elinkaaren kasvihuonekaasupäästöt ja ilmastovaikutus	3	Kaukokylmäntuotanto, jolla alhaiset ilmastovaikutukset (GWP-arvo)
POL02 NOx emissions	Kohteen tilalämmityksen ja käyttöveden lämmityksen sekä jäähdytyksen NOx päästöt	2	Kaukolämmön ja –kylmän tuotanto, jolla alhaiset NOx päästöt
INN LZC	Kun rakennus saavuttaa täydet energiapisteen, kohde voi saavuttaa innovaatiopisteitä käyttämällä vähähiilistä tai uusiutuvaa energiaa	4	Kaukoenergia voidaan lukea vähähiiliseksi teknologiaksi, mikäli se täyttää EN 2009/28/Ey direktiivin

### 3.2.1 Energiankulutuksen ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen *Reduction of energy use and carbon emissions*

Kriteeri arvioi rakennuksen energiatehokkuutta huomioiden kansallisen määräystason sekä BREEAM:n best practice -tason ja pyrkii pienentämään energiantarvetta, primäärienergiankulutusta sekä energiankulutuksesta aiheutuvia CO<sub>2</sub>-päästöjä.

Kriteerin vertailu tehdään kansallisen käytännön, eli Suomessa E-lukulaskennan perusteella. Koska E-lukulaskennassa määritetään ainoastaan primäärienergiankulutus, ei energiantarvetta tai CO<sub>2</sub>-päästöjä huomioida. Laskennat voi suorittaa BREEAM Approved Standards & Weightings –listauksen mukaisesti joko RIUSKA tai IDA ICE –ohjelmalla<sup>17</sup>. Laskennan voi suorittaa pätevä energiatodistuksen laatija. E-lukulaskennassa kohteen primäärienergiankulutus (kWh/m<sup>2</sup>) määritetään kolmen vertailtavan laskennan perusteella:

1. E-luvun Suomen Rakentamismääräyskokoelman mukainen vähimmäisarvo (taulukkoarvo)
2. BREEAM Best Practice –arvojen perusteella määritetty E-luku
3. Suunnitteluarvojen perusteella määritetty E-luku

Laskentojen tuloksena saatua kolmea primäärienergiankulutusta vertaillaan toisiinsa BREEAM ENE01 laskentametodologian perusteella ja tulokseksi saadaan ns. Energy Performance Ratio (NPR), jonka perusteella kriteerin tulos (0-15 pistettä) määräytyy. Vertailun suorittaa pätevytynyt BREEAM Assessor.

Kolme eri laskentaa tarvitaan, jotta eri puolilla maailmaa sijaitseville rakennuksille voidaan myöntää pisteitä mahdollisimman tasapuolisesti. Suomessa BREEAM Best Practice –arvojen mukaan määritettyä E-lukua verrataan Rakentamismääräyskokoelman vähimmäisvaatimukseen, jotta saadaan tietää paikallisen määräystason vaativuus suhteessa BREEAM vertailutasoon. Suunnitteluarvojen perusteella määritettyä E-lukua verrataan sitten paikalliseen määräystasoon, jolloin selviää suunnittelutapauksen suoritustaso verrattuna paikallisiin vaatimuksiin. Näin ollen arvioinnissa huomioidaan paikallisen määräystason vaativuus sekä rakennuksen suoritustaso suhteessa määräystasoon.

Myös E-lukua tarkempaa simulointiin ja todelliseen energiankulutukseen perustuvaa tapaa ja ASHRAE 90.1.2013 standardin mukaisia vähimmäisarvoja voidaan käyttää, mikäli E-lukumenetelmä ei mahdollista rakennuksen monimutkaisempien järjestelmien (kuten esimerkiksi prosessien hukkalämmön hyödyntäminen ja uusiutuvien energialähteiden hyödyntäminen) huomioimista tai kun paikalliset määräykset eivät huomioi tiettyä rakennustyyppiä. Suomen Rakentamismääräyskokoelma ei esimerkiksi aseta kaikille rakennustyypeille E-luvulle vähimmäisvaatimusta. Käytettäessä ASHRAE 90.1.2013 –standardia ja suorittamalla tarkempi energiamallinnus, on mahdollista huomioida kaukoenergialaitoksen todelliset sähkön, kaukolämmön- ja kylmän päästökertoimet. Lähtökohtaisesti käytetty energialaskentamenetelmä tulee hankekohtaisesti varmentaa BRE:ltä, mikäli käytetään jotain muuta kuin E-lukulaskentaa.

ASHRAE 90.1.2013 standardin ja energiamallinnuksen mukaisessa laskennassa kohteen lämmityksen ja jäädytyksen kulutus (MJ/m<sup>2</sup>), CO<sub>2</sub>-päästöt (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) sekä primäärienergiankulutus (kWh/m<sup>2</sup>) määritetään kolmen laskennan avulla:

1. ASHRAE 90.1.2013 vähimmäisvaatimusten perusteella
2. BREEAM Best Practice –arvojen perusteella
3. Suunnitteluarvojen perusteella

Näiden kolmen laskennan perusteella saatavia yhteensä yhdeksää arvoa vertaillaan samaan tapaan kuin E-lukulaskennassa kriteerin tuloksen määrittämiseksi.

<sup>17</sup> Approved Standards & Weightings list – v29.0

Rakennuksen ja sen järjestelmien tehokkuutta mittaavien pisteiden (enintään 15) lisäksi kriteerissä ENE01 on mahdollisuus saavuttaa enintään 4 innovaatiokategorian pistettä hyödyntämällä vähähiilillä tai uusiutuvilla energiajärjestelmillä tuotettua paikallista energiaa (LZC – Low or Zero Carbon) taulukon 16 mukaisesti. Innovaatiopisteitä on mahdollista hakea ainoastaan, mikäli rakennus saavuttaa täydet 15 pistettä.

Taulukko 16: LZC osuuden mukaan määräytyvä mahdollisten innovaatiopisteiden lukumäärä

Innovaatiopisteiden lkm	LZC osuus (%)
4	80 %
3	50 %
2	20 %
1	10 %

Myös kaukolämpö ja –kylmä voidaan laskea vähähiiliseksi teknologiaksi, mikäli se täyttää vaatimukset. LZC -teknologiat määritetään direktiivin EN 2009/28/Ey mukaan. Lähtökohtaisesti ensimmäisen sukupolven biopolttoaineita ei hyväksytä LZC teknologiaksi, mutta toisen sukupolven biopolttoaineet hyväksytään. Niiden soveltuvuus tulee kuitenkin varmistaa BRE:ltä erikseen. Biopolttoaineiden soveltuvuus arvioidaan tapauskohtaisesti erikseen ja asia on varmistettava BREEAM Assessorilta.

Jätteenpolttolaitoksesta saatava energia hyväksytään vain, jos muut LZC-teknologiat on arvioitu soveltumattomiksi kohteelle ja polttolaitoksen alueelliset jätteen kierrätyksen hyötykäyttötavoitteet on saavutettu. Jätteenpolttolaitoksen soveltuvuus arvioidaan tapauskohtaisesti erikseen ja asia on varmistettava BREEAM Assessorilta.

Mikäli kaukolämpölaitos käyttää useita eri polttoaineita, voidaan hyödyksi laskea ainoastaan vaatimukset täyttävä osuus energiantuotannosta. Energiantuottajalta tarvitaan BREEAM-hakemukseen todennusmateriaaliksi useamman vuoden polttoaineenkulutustiedot hyväksyttävän osuuden määrittämiseksi.

#### BREEAM Esimerkkilaskenta

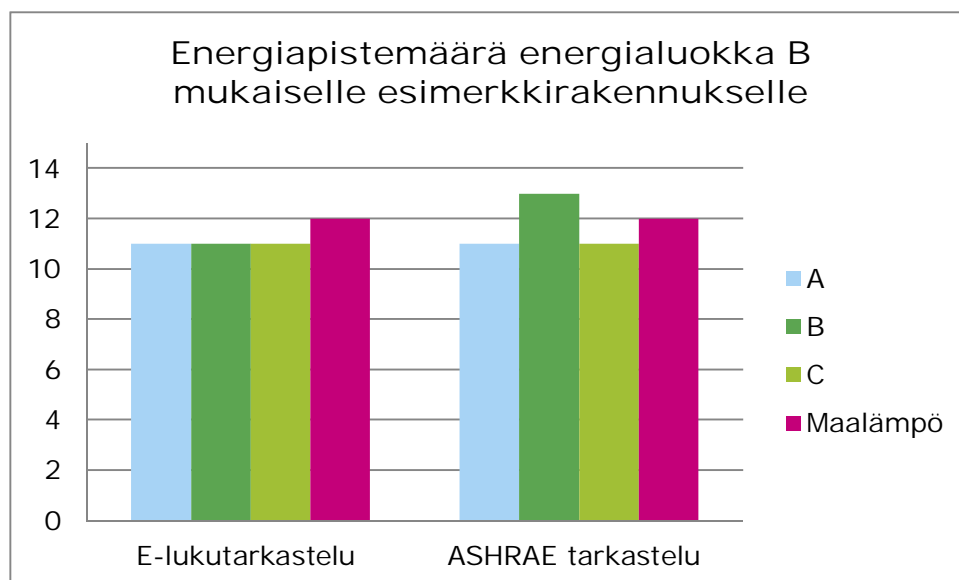
BREEAM International New Construction kriteerissä ENE01 saavutettava pistemäärä laskettiin esimerkkirakennukselle, joka esitetty tarkemmin luvussa 2.6. Laskennat suoritettiin sekä E-lukuun, että ASHRAE-standardiin perustuvilla menetelmillä kolmella eri kaukoenergiavaihdolla, jotta nähtiin, kuinka paljon energiantuottajalla ja laskentamenetelmällä on vaikutusta pistemäärään. Vertailut energiantuotantotavat (A-C) on myös esitetty luvussa 2.6. Lisäksi simuloinnit suoritettiin samalle esimerkkirakennukselle, joka käyttää maalämpöä ja vedenjäähdytyskojeita.

Laskentatapaukset ovat siis:

- A. Lämmitysmuotona yhteistuotantona tuotettu kaukolämpö ja jäähdytysmuotona kaukojäähdytys. Tuotannosta 58 % on lämpöä ja 42 % sähköä. Kaukolämmön polttoaineena 95 % fossiiliset polttoaineet. Lämmöntuotannolle SFS EN 15316-4-5 mukaisesti lasketut CO<sub>2</sub> päästöt ovat 92 g/kWh.
- B. Lämmitysmuotona yhteistuotantona tuotettu kaukolämpö ja jäähdytysmuotona rakennuksessa sijaitseva vedenjäähdytyskone. Tuotannosta 79 % on lämpöä ja 21 % sähköä. Kaukolämmön polttoaineina 91% puupohjaiset polttoaineet ja 6 % fossiiliset polttoaineet. Lämmöntuotannon CO<sub>2</sub> päästöt ovat 22 g/kWh.
- C. Lämmitysmuotona erillistuotettu kaukolämpö ja rakennuksessa sijaitseva vedenjäähdytyskone. Kaukolämmön polttoaineena noin 36 % turvetta ja puupohjaisten polttoaineiden osuus 60 %. Lämmöntuotannon CO<sub>2</sub> päästöt 150 g/kWh.

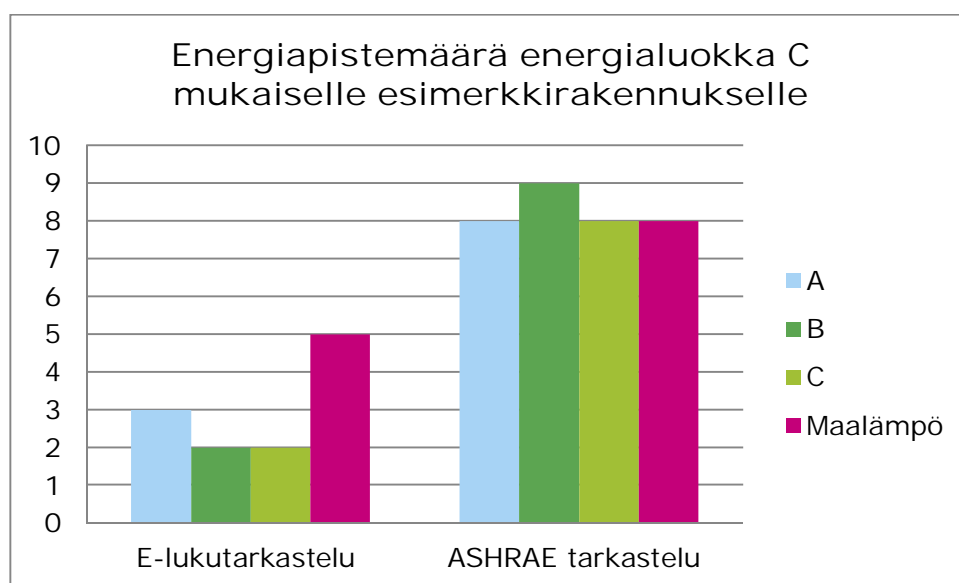
Kuvassa 8 esitetään laskennan tulokset, eli BREEAM-pistemäärän, eri tapauksille. Kaikkien tapauksien tulos pysyy välillä 11-13 pistettä kriteerissä ENE01, kun arviointikriteerin maksimipistemäärä on 15. Myös erot eri energiantuottajien välillä ovat hyvin pieniä. E-lukulaskenta ei ota huomioon tuotantoa, jolloin kaukoenergian tuotannolla ei ole vaikutusta pistemäärään. Energia-

tehokkaan esimerkkirakennuksen tapauksessa erot eivät kuitenkaan kasva suuriksi ASHRAE- ja E-lukulaskennan välillä. Pääsääntöisesti maalämpöä lämmönlähteenä käyttävä rakennus ylittää korkeampiin pistemääriin. Energiantuotannon B tapauksessa ASHRAE-standardin minimitasoon perustuva laskennalla myös kaukolämpöä hyödyntävä rakennus ylittää 13 pisteeseen kaukoenergian tuotannon pienempien CO<sub>2</sub> päästöjen ansiosta.



Kuva 8: BREEAM International New Construction 2016 ENE01 esimerkkilaskentojen tulokset B energialuokan rakennukselle

Laskenta tehtiin myös energiatehokkuudeltaan huonommalle rakennukselle, jonka energialuokka on C. Tällöin kokonaispistemäärä jää huomattavasti alemmaksi ja eri vertailutapausten välillä syntyy suurempia eroja. Eri energiantuotantojen (A-C) kesken ero samojen vertailutapausten välillä on kuitenkin maksimissaan yhden pisteen verran. ASHRAE-tarkastelulla, joka huomioi osastoenergian todelliset päästöt, voidaan saavuttaa E-lukulaskentaan verrattuna jopa yli kaksinkertaiset pisteet. ASHRAE tarkastelussa primäärienergiakertoimena käytettiin E-luvun mukaisia energiamuotokertoimia. Kertoimina voidaan käyttää myös primäärienergiakertoimia, mikäli kertoimet ovat saatavilla sähkölle ja valituille kaukoenergialle.



Kuva 9: Energiapistemäärä, kun esimerkkirakennuksen energialuokka on C

### 3.2.2 Vähähiiliset ratkaisut *Low carbon design*

Kriteeri keskittyy passiivisen energian ja vähähiilisten teknologioiden hyödyntämiseen rakennuksessa. Kriteeristä on mahdollista saada enintään 3 pistettä, joiden myöntäminen jakautuu seuraavasti:

- 1 piste passiivisen energian hyödyntämisestä
- 1 piste vapaajäähdytyksen tai luonnollisen ilmanvaihdon hyödyntämisestä
- 1 piste, mikäli energia-asiantuntija laatii kohteelle arvion vähähiilisten teknologioiden (LZC, Low or Zero Carbon technologies) hyödyntämismahdollisuuksista ja arvion perusteella valitaan toteutettavaksi kannattavin vaihtoehto.

Kuten kriteerissä ENE01 yläpuolella, myös kriteerissä ENE04 LZC-tekniologiaksi voidaan lukea kaukolämpö ja/tai –kylmä, mikäli se täyttää kriteerissä ENE01 esitetyt vaatimukset. Näin ollen LZC teknologian mukaisella kaukoenergiavaihtoehdolla rakennus voi ansaita myös yhden pisteen kriteeristä ENE04.

### 3.2.3 Kylmäaineiden vaikutukset *Impact of refrigerants*

Kriteeri arvioi rakennuksen jäähdytyksestä aiheutuvia ilmastovaikutuksia kylmäaineiden GWP- (Global Warming Potential) ja ODP-arvojen (Ozone Depletion Potential) perusteella. Kriteeri huomioi ja vaatimukset koskevat myös kaukokylmää hyödyntäviä rakennuksia.

Mikäli rakennus ei tarvitse kylmäaineita jäähdytykseen lainkaan, saavuttaa hanke täydet 4 pistettä. Jos rakennus tarvitsee kylmäaineita jäähdytykseen, voidaan saavuttaa:

1. 2 pistettä, mikäli jäähdytysjärjestelmän ja käytettyjen kylmäaineiden elinkaaren kasvihuonekaasupäästöt eli ns. DELC CO<sub>2e</sub> (Direct Effect Life Cycle CO<sub>2</sub> equivalent emissions) ovat alle 100 kg CO<sub>2e</sub> /kW TAI kun käytettyjen kylmäaineiden GWP-arvo on alle 10.

TAI

2. 1 piste, mikäli käytettyjen kylmäaineiden DELC CO<sub>2e</sub> (Direct Effect Life Cycle CO<sub>2</sub> equivalent emissions) on alle 1000 kg CO<sub>2e</sub> /kW.

JA

3. 1 piste, mikäli järjestelmä sisältää automaattisen kylmäainevuodot havaitsevan vuotohälytysjärjestelmän ja vuodon sattuessa kykenee eristämään ja ottamaan talteen jäljelle jääneen kylmäaineen esim. ohjaamalla sen erilliseen säiliöön. Mikäli järjestelmä käyttää luonnollisia kylmäaineita (esim. ilma tai vesi), ei vuotojenhavaitsemisjärjestelmää tarvita. Jos käytetään ammoniakkia tai hiilidioksidia, ei vuotoilanteessa järjestelmään jäljelle jäävää kylmäainetta tarvitse eristää ja ottaa talteen.

Lisäksi kaikkien jäähdytysjärjestelmien tulee täyttää joko standardin EN 378:2008+A2:2012 (Jäähdytysjärjestelmät ja lämpöpumput. Turvallisuus- ja ympäristövaatimukset - osat 2 ja 3) tai ISO 5149:2014 (Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements) vaatimukset. Lisäksi ammoniakkia käyttävien järjestelmien tulee täyttää Institute of Refrigeration järjestön julkaiseman Safety code of practice for refrigerating systems utilizing ammonia –ohjeessa esitetyt vaatimukset ja hiilidioksidia hyödyntävien järjestelmien Safety code of practice for refrigerating systems utilizing carbon dioxide refrigerant.

Jäähdytysjärjestelmän ja käytettyjen kylmäaineiden elinkaaren kasvihuonekaasupäästöt määritetään laskentakaavalla joka on esitetty liitteessä 8. Jotta kaukokylmästä voidaan saada luokituk-



nessa hyötyä, on kylmän tuottajan ilmoitettava käytetty kylmäainemäärä sekä jäähdytyskapasiteetti.

### 3.2.4 Typen oksidipäästöt *NO<sub>x</sub> emissions*

Kriteeri arvioi rakennuksen tilojen ja käyttöveden lämmityksestä ja jäähdytyksestä aiheutuvia NO<sub>x</sub> -päästöjä. Kriteeri huomioi ja vaatimukset koskevat myös epäsuoria päästöjä ja siis kaukolämpöä ja/tai -kylmää hyödyntäviä kiinteistöjä. Jos kuitenkin rakennuksen lämmitysjärjestelmä kuluttaa sähköä (kuten lämpöpumput), huomioidaan myös ostosähkön päästöt. Suomessa sähkön oletuspäästökertoimena käytetään 250 mg NO<sub>x</sub> /kWh.

Kriteerin pistemäärä toimistorakennuksille määräytyy seuraavasti:

1. 1 piste, mikäli rakennuksen lämmitysjärjestelmän tavallisten käyttöolosuhteiden NO<sub>x</sub>-päästöt ovat alle 56 mg/kWh
2. 2 pistettä, mikäli rakennuksen lämmitysjärjestelmän tavallisten käyttöolosuhteiden NO<sub>x</sub>-päästöt ovat alle 40 mg/kWh.

NO<sub>x</sub> -päästöt määritetään kuivissa olosuhteissa ja 0 %:ssa ylimääräistä happea. Päästöt tulee ilmoittaa oikeassa yksikössä (mg/kWh). Mikäli energiantuottaja ei ilmoita NO<sub>x</sub> -päästöjään näissä olosuhteissa ja yksikössä, tulee BREEAM Assessorin muuntaa päästöt BREEAM:n kerrointen avulla:

- yksikössä mg/m<sup>3</sup> annetut arvot tulee kertoa kertoimella 0,859
- yksikössä ppm annetut arvot tulee kertoa kertoimella 1,76
- yksikössä mg/MJ annetut arvot tulee kertoa kertoimella 3,6
- muissa kuin kuivissa olosuhteissa ilmoitetut päästöt tulee kertoa kertoimella  $c = 100/(100-y)$ , jossa  $y$  = vesihöyrypitoisuus (%)

Yhteistuotantolaitosten päästöjä ei voida muuntaa kertoimilla, vaan energiantuottajan on ilmoitettava päästöt oikeissa olosuhteissa tai pisteitä tästä kriteeristä ei voida myöntää ollenkaan. Yhteistuotantolaitosten päästöt määritetään seuraavan kaavan mukaisesti:

$$X = A \times \left( \frac{B}{B + C} \right)$$

, missä

- X: NO<sub>x</sub>-päästöt tuotettua lämpöyksikköä kohden (mg/kWh)
- A: NO<sub>x</sub> -päästöt kulutettua energialähdettä kohden (mg/kWh)
- B: tuotettu lämpö (kW)
- C: tuotettu sähkö (kW)

Yleensä kaukolämmön tuotannon NO<sub>x</sub>-päästöt ylittävät BREEAM raja-arvot NO<sub>x</sub>-päästöille.

### 3.3 RTS ympäristöluokitus, Joutsenmerkki ja Rakennusten elinkaarimittarit

Kappaleessa esitetään RTS ympäristöluokituksessa, Joutsenmerkissä sekä Rakennusten elinkaarimittareissa esiintyvät pistevaatimukset ja mittarit, joiden määräytymiseen rakennukseen valituilla energiamuodoilla on vaikutusta. Näissä kaikissa kolmessa luokitusjärjestelmässä pistevaatimukset ovat hyvin samankaltaisia.

Taulukko 17: Energiantuotantoon liittyvät arviointikriteerit ja mittarit luokitusjärjestelmissä

	RTS ympäristöluokitus	Joutsenmerkki	Rakennusten elinkaarimittarit
Energiatehokkuus	Kohde voi ansaita max. 8 pistettä energiatehokkuudesta E-lukuun perustuen	Minimivaatimuksena B-energialuokka	Energiatehokkuus tarkastelu E-luvun mukaisesti
Hiilijalanjälki	Kohde voi ansaita max 12 pistettä pienentämällä hiilijalanjälkeä vertailutasoon nähden	-	Elinkaaren hiilijalanjäljen laskenta EN 159787 standardiin perustuen

### 3.3.1 Energiatehokkuus

Kaikissa järjestelmissä rakennuksen energiatehokkuutta mitataan tai sille asetetaan vaatimuksia E-lukuun perustuen. E-luku on rakennustyyppille määritellyn standardikäytön mukaan laskettu ostoenergian tarve, joka on painotettu energiamuotojen kertoimilla. E-luku ilmoitetaan lämmitettyä nettoalaa kohden laskettuna (kWh/m<sup>2</sup>,a). Energiamuotokertoimet ovat kaukolämmölle 0,7 ja kaukokylmälle 0,4. Kertoimet ovat kaukoenergiamuodoilla samat riippumatta energiantuotantotavasta tai käytetyistä polttoaineista.

RTS ympäristöluokituksessa kohde ansaitsee pisteitä sen perusteella, kuinka pieni rakennuksen E-luku on rakennustyyppille asetettuun määräystasoon nähden. Lisäpisteitä voi ansaita 1-8. Joutsenmerkissä sertifiointin minimivaatimuksena on energialuokka B, mutta sitä paremmasta energialuokasta ei kuitenkaan voi ansaita lisäpisteitä. Rakennusten elinkaarimittareissa energiatehokkuustarkastelu perustuu yhtäläillä E-lukuun. Rakennusten elinkaarimittareiden verkkotyökälussa kohteen tulosta voi verrata muihin vastaaviin rakennustyyppeihin.

Energiatehokkuuden tarkastelutavasta johtuen tontilla tuotettu uusiutuva energia, joka vähentää ostoenergian tarvetta ja pienentää siten E-lukua, tuo sertifikaateissa selvää hyötyä. Kaukoenergiassa käytettyä uusiutuvaa energiaa ei kriteeristöissä huomioida, eikä siitä voi ansaita hyötyä.

#### Esimerkkitarkastelu

Kaukoenergiaratkaisujen ja maalämpöratkaisun välisiä eroja tarkasteltiin määrittämällä eri energiamuotoratkaisujen mukainen E-luku. Alla olevassa taulukossa on esitetty E-luvun mukaisesti määräytyvät pistemäärät. Erot kaukoenergiaratkaisujen ja maalämpöratkaisun välillä ovat varsin pienet, vain 1,8 pistettä.

Taulukko 18: E-lukuun perustuvien energiatehokkuustarkastelujen tulokset eri sertifiointijärjestelmissä

Energiamuoto	E -luku	RTS - Energiapisteeet	Joutsenmerkki
Energialuokan B esimerkkirakennuksen energiapisteeet			
Kaukolämpö + kaukojäähdytys	104	4,8 pistettä	Minimivaatimus täyttyy
Kaukolämpö + vedenjäähdytyskone	110	4 pistettä	Minimivaatimus täyttyy
Maalämpö + vedenjäähdytyskone	97	5,6 pistettä	Minimivaatimus täyttyy
Energialuokan C esimerkkirakennuksen energiapisteeet			
Kaukolämpö + kaukojäähdytys	155	1,6 pistettä	Ei täytä minimivaatimusta
Kaukolämpö + vedenjäähdytyskone	165	0,8 pistettä	Ei täytä minimivaatimusta
Maalämpö + vedenjäähdytyskone	145	1,6 pistettä	Ei täytä minimivaatimusta

### 3.3.2 Hiilijalanjälki

Sekä RTS ympäristöluokituksessa että Rakennusten elinkaarimittareissa tarkastellaan rakennuksen elinkaarenaikaista hiilijalanjälkeä. RTS ympäristöluokituksen laskentasäännöt mukailevat Green Building Council Finlandin Rakennusten elinkaarimittareihin laatimia hiilijalanjäljen laskentaohjeita jotka taas pohjautuvat EN 159787 Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method, standardissa esitettyihin ohjeisiin. Laskenta huomioi elinkaaren aikana syntyvät päästöt rakennusmateriaalien valmistuksesta lähtien aina rakennuksen purkuun asti. Käytönaikaisen ostetun sähkön hiilijalanjälki saadaan kertomalla E-luvun laskennan mukainen ostetun sähkömäärä Suomen keskimääräisellä sähkö päästötiedolla<sup>18</sup> ja lämmitysenergian kulutus alueellisen kaukoenergian toimittajan ilmoittamalla päästötiedoilla. Energiamuotojen päästökertoimet ovat samat vertailutasolle että arvioitavalle rakennukselle. RTS ympäristöluokituksessa on määritetty vertailutasot tyypillisimpien rakennustyyppien elinkaaren eri vaiheille. Rakennus voi saavuttaa 1-12 pistettä pienentämällä hiilijalanjälkeä vertailutasoon nähden.

---

<sup>18</sup> Luokitusjärjestelmässä ei määritelty laskentamenetelmää.

## 4. OLEMASSA OLEVIA RAKENNUKSIJA KOSKEVAT YMPÄRISTÖLUOKITUSJÄRJESTELMÄT ENERGIANTUOTTAJAN NÄKÖKULMASTA

### 4.1 LEED for Operations and Maintenance v4

LEED for Operations and Maintenance (LEED O+M) on LEED järjestelmän versio, joka on kehitetty olemassa olevien rakennusten sertifiointia varten. LEED O+M pohjalta on laadittu vielä eri versioita erilaisille rakennustyypeille, kuten kouluille, sairaaloille ja logistiikkarakennuksille. Energiankulutukseen liittyvät vaatimukset ovat kuitenkin eri versioiden välillä lähes identtisiä, joten tässä selvityksessä on keskitytty vain yleisimmin käytettyyn LEED O+M: Existing Buildings (LEED EB) versioon.

Taulukko 19 sisältää kunkin arvioitavan pisteen sisällön pääpiirteissään. Seuraavissa luvuissa on esitetty tarkemmin näihin liittyvät vaatimukset ja esitetty esimerkkikohteen suoriutuminen.

Taulukko 19: Energiatohokkuuteen liittyvät pisteet, niiden lyhyt kuvaus, saavutettavissa oleva maksimi pistemäärä.

Kriteeri	Sisältö lyhyesti	Maksimipisteet	Energiantuottajan vaikutusmahdollisuudet
EA Prerequisite Minimum energy performance	Energy Star arvosana vähintään 75.	Pakollinen vaatimus	Valittu energiamuoto huomioidaan energiatohokkuustarkastelussa
EA Credit Optimize energy performance	Energy Star arvosana välillä 76-100.	3 - 20	
EA Prerequisite Fundamental refrigerant management	Ei käytetä CFC yhdisteitä TAI niiden poistamiseksi 10 vuoden sisällä on suunnitelma.	Pakollinen vaatimus	Kaukokylmän kylmäainetyyppi vaatimusten mukainen
EA Credit Enhanced refrigerant management	Ei käytetä ympäristölle haitallisia kylmäaineita (HCFC, HFC) TAI käytetään niitä riittävän vähän.	1	Kaukokylmän kylmäainetyyppi, kylmäaineen määrän suhde jäähdytystehoon
EA Credit Demand response	Kohde on mukana paikallisessa kysyntäjousto-ohjelmassa.	2	Kysyntäjousto-ohjelman tarjoaminen ja kysyntäpiikeistä informoiminen.
EA Credit Renewable energy and carbon offsets	Kohteen ostoenergiasta 25 - 100 % on tuotettu uusiutuvalla energialla JA/TAI kohde teossa tuotetaan uusiutuvaa energiaa 1,5 – 7,5 % vuotuisesta energiantarpeesta.	5	Vihreän sähkö sopimus tai sertifikaatit. Kaukoenergiatuotteiden päästöjen suuruus ja uusiutuvalla energialla tuotettu kaukoenergia.

#### 4.1.1 Energiatohokkuus

##### *Minimum energy performance ja Optimize energy performance*

LEED EB järjestelmässä kiinteistön energiankulutusta arvioidaan viimeisen 12kk toteutuneen kulutuksen perusteella. Toteutunutta kulutusta verrataan vastaavien kiinteistöjen energiankulutukseen Energy Star Portfolio työkalulla<sup>19</sup> (ES), joka huomioi kohteen käyttöasteen, käyttöajat, käyttötarkoituksen ja paikalliset sääolosuhteet. ES työkalu antaa kiinteistölle arvosanan asteikolla 1 – 100 vertaamalla toteutunutta energiankulutusta vastaaviin amerikkalaisiin rakennuksiin.

Jotta kohde voidaan sertifioida, tulee sen saada ES työkalusta arvosanaksi 75 tai enemmän, eli kohde kuluttaa vähemmän energiaa kuin 75 % vertailurakennuksista. ES pyrkii huomioimaan myös energiantuotannon hyötysuhteen ja jakeluhäviöt. Tästä johtuen työkalu painottaa erityisesti kohteen sähkönkulutusta, jonka painoarvo ES arvosanassa on yli kolminkertainen verrattuna

<sup>19</sup> <https://portfoliomanager.energystar.gov/>

kaukolämpöön ja -kylmään. ES arvosanaa vastaavat LEED pisteet on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 20: Energiapisteyden määräytyminen Energy star tuloksen perusteella

Energy Star arvosana	LEED pisteet
76	3
77	4
78	5
79	6
80	7
81	8
82	9
83	10
84	11
85	12
86	13
87	14
88	15
89	16
90	17
91	18
93	19
95	20

Tämän kriteerin täyttyminen osoitetaan syöttämällä kuukausitason energiankulutustiedot energialajeittain (kaukolämpö, -kylmä, sähkö) ES järjestelmään ja esittämällä energialaskut vähintään 3kk ajalta, jotka vastaavat ES järjestelmään syötettyjä kulutuksia.

Esimerkkikohteelle tehdyn ES tarkastelun perusteella kohde saa kaikissa tarkastelutapauksissa arvosanaksi yli 95, jolla saavutetaan täydet 20 LEED pistettä. Vaikka eri vertailutapausten välillä onkin suuria eroja energian ja sähkön kulutusten suhteissa, ei tällä ole juuri vaikutus ES arvosanaan. Vaikka kokonaisostoenergian määrä on pienempi maalämpöpumppuja ja vedenjäähdytyskoneita käytettäessä, nostaa laitteiden käyttö samalla sähkönkulutusta. Koska ES arvosanaa laskettaessa sähkönkulutuksella on suurempi painoarvo, kumoaa noussut sähkönkulutus laskeneesta ostoenergian kulutuksesta saadut hyödyt käytännössä kokonaan.

#### 4.1.2 Jäähdytyksen kylmäaineet

##### *Fundamental refrigerant management ja Enhanced refrigerant management*

Jotta kohde voidaan sertifioida, ei rakennuksessa saa olla käytössä CFC kylmäaineita järjestelmässä tai laitteissa. Poikkeuksena on tilanne, jossa kylmäaineiden vaihtamiseksi seuraavan 10 vuoden aikana on suunnitelma tai voidaan osoittaa alla olevaa laskukaavaa käyttäen, että kylmäaineiden vaihtamisen takaisinmaksuaika on yli 10 vuotta.

$$\text{Takaisinmaksuaika} = \frac{\text{Kylmäaineen vaihdon investointikustannus}}{\text{Energiansäästö} + \text{ylläpitokustannusten muutos}} > 10 \text{ vuotta}$$

Enhanced refrigerant management -arviointikriteeri arvioi rakennuksen jäähdytyksestä aiheutuvia ilmastovaikutuksia kylmäaineiden GWP- (Global Warming Potential) ja ODP-arvojen (Ozone Depletion Potential) perusteella. Kriteeri huomioi ja vaatimukset koskevat myös kaukokylmää hyödyntäviä rakennuksia. Laitteita, joissa on kylmäainetta alla 225g, ei kuitenkaan tarvitse huomioida.

LEED vaatimukset pisteen saamiseksi täyttyvät, mikäli käytetään luonnollisia kylmäaineita, joilla ei ole lainkaan otsonivaikutuksia (ODP=0) ja vähäinen vaikutus ilmaston lämpenemiseen (GWP<50). Tällaisia ovat mm. hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), ammoniakki (NH<sub>3</sub>) ja propaani.

Pistevaatus on sama, kuin uudisrakennusten ympäristöluokituksessa esitetty kylmäaineiden käyttöön liittyvä arviointikriteeri (luku 3.1.2) ja siksi sitä ei tässä luvussa käsitellä tarkemmin.

#### 4.1.3 Sähkön kysyntäjousto

##### *Demand response*

Rakennuksen taloteknisiä järjestelmiä tulee voida ohjata ja sähkönkulutusta pienentää ulkopuolisen kysyntäjoustop tarjoajan toimesta. Rakennus tulee liittää vähintään vuodeksi kysyntäjousto-ohjelmaan, jossa pyrkimyksenä on laskea sähkön tehon tarvetta vähintään 10% laskennallisesta maksimista. (2 pistettä)

Mikäli kysyntäjousto-ohjelmaa ei ole saatavilla, voidaan laatia kattava suunnitelma ja kuvaus, miten vähintään 10% maksimitehon tarpeesta voidaan siirtää. Lisäksi taloteknisten järjestelmien tulee olla yhteensopivia mahdollisen tulevan kysyntäjoustojärjestelmän kanssa (1 piste)

Kolmantena vaihtoehtona voidaan toteuttaa pysyvä maksimitehon siirto rakennuksen energiankulutukselle. Tätä varten tulee energiayhtiön toimittaa tieto kulutuspiikkien ajankohdasta alueella, jotta rakennus voi siirtää omaa kulutustaan toiselle ajankohdalle. (2 pistettä)

#### 4.1.4 Uusiutuva energia ja päätöskompensoinnit

##### *Renewable energy and carbon offsets*

LEED EB järjestelmässä uusiutuvan energian tuotanto tontilla ja ostettu uusiutuva energia on yhdistetty samaan kriteeriin. Pisteitä on mahdollista saada omalla uusiutuvan energian tuotannolla, kuten aurinkopaneeleilla, mutta myös ostamalla uusiutuvilla energioilla tuotettua kaukoenergiaa. Uusiutuvaksi energialähteeksi hyväksytään seuraavat energiamuodot:

- Aurinkosähkö ja –lämpö
- Tuulivoima
- Tietyt biopolttoaineet ja –massat<sup>20</sup>
- Pienivaikutuksellinen vesivoima
- Aalto- ja vuorovesienergia
- Geolämpö

Biopolttoaineiden osalta LEED ei suoraan määrittele uusiutuvaksi energiaksi laskettavia polttoaineita, vaan listaa mitkä eivät sovellu. Metsäpohjaisia biomassoja ei tyypillisesti lasketa uusiutuvaksi energiaksi, mutta puupohjaiset teollisuuden jätteet soveltuvat tietyin edellytyksin. Tästä syystä energiamuodon soveltuvuus on syytä aina tarkistaa USGBC:ltä.

Vaihtoehtoisesti on mahdollista ostaa myös uusiutuvan sähkön sertifikaatteja (Renewable Electricity Certificates, RECs) rakennuksen sähkönkulutusta vastaa määrä. Sähkön sertifikaattien tulee täyttää Green-e standardin tai Ekoenergian mukaiset vaatimukset.

Pisteitä voi saavuttaa myös kuolettamalla energiantuotannosta syntyneitä hiilidioksidipäästöjä investoimalla hiilidioksidia sitoviin ratkaisuihin muualla. Syntyneet hiilidioksidipäästöt lasketaan LEED-järjestelmän antamalla kertoimilla perustuen käytettyihin energianlähteisiin. Energiantuottajan tulee kyetä ilmoittamaan rakennukselle ostetun energian tuotantoon käytetyt energialäh-

<sup>20</sup> Seuraavat biopolttoaineet eivät täytä LEED-vaatimuksia, eikä niillä tuotettua energiaa lasketa uusiutuvaksi:

- Kiinteän jätteen poltto
- Metsänhoidon korjuu-/hakkuujäte
- Maalattu, pinnoitettu tai kyllästetty puu

teet. Uusiutuvan energian ja sähkön sertifikaattien perusteena oleva tuotanto tulee olla perustettu tammikuun 2015 jälkeen.

Uusiutuvia energioita hyödyntämällä voidaan saada LEED EB järjestelmässä yhteensä 5 pistettä seuraavan laskukaavan mukaisesti:

$$LEED\ pisteeet = \frac{\frac{Tuotettu\ uusiutuva\ energia\ [MWh]}{Kokonaisenergiankulutus\ [MWh]}}{1,5\ \%} + \frac{\frac{Ostettu\ uusiutuva\ sähkö\ tai\ REC\ [MWh]}{Kokonaisenergiankulutus\ [MWh]}}{25\ \%}$$

Tuottamalla uusiutuvaa energiaa itse esimerkiksi aurinkopaneeleilla on siis mahdollista saada täydet 5 pistettä kattamalla 7,5 % kokonaisenergiankulutuksesta aurinkoenergialla. Uusiutuvaa sähköä tai vihreän sähkön sertifikaatteja ostamalla ei yleensä päästä kuin korkeintaan 2 pisteeseen, vaikka kaikki sähkö olisi tuotettu uusiutuvilla, koska sähkönkulutus ei yleensä edusta yli puolta kiinteistön vuotuisesta energiankulutuksesta.

Jos kohteessa käytetään uusiutuvilla energioilla tuotettua kaukolämpöä, lasketaan se mukaan uusiutuvilla energioilla tuotettuun osuuteen. Jokaista 1,5 % osuutta kokonaisenergiankulutuksesta vastaan kohde saa yhden pisteen viiteen pisteeseen asti. Näin ollen, jos kaukolämpö edustaa kohteen energiankulutuksesta 50% riittää, että siitä on tuotettu 15% uusiutuvalla energialla täysien pisteiden saamiseen. Jos kohteessa ei käytetä kaukoenergian lisäksi muuta uusiutuvaa energiaa, voidaan LEED pisteet laskea seuraavalla kaavalla:

$$LEED\ pisteeet = \frac{\frac{Ostettu\ kaukoenergia\ [MWh] \times Uusiutuvan\ energian\ osuus\ kaukoenergian\ tuotannossa\ [\%]}{Kokonaisenergiankulutus\ [MWh]}}{1,5\ \%}$$

Tämän pisteen todentamiseksi tulee energiayhtiöltä saada kirjallinen selvitys käytetyistä energialähteistä ja niiden osuuksista kokonaistuotannossa. Lisäksi energiayhtiön tulee vahvistaa, että rakennukselle myydyin energian osuudesta ei myydä enää vihreän energian sertifikaatteja. Tarvitaan myös vahvistus, että kaikki uusiutuvalla energialla tuotettu lämpö syötetään yleiseen verkkoon, eikä sitä ole erikseen kohdennettu yksittäiselle rakennukselle. Rakennuksen tulee tehdä kaukoenergian hankinnasta 10 vuoden sopimus LEED pisteiden saavuttamiseksi.

## 4.2 BREEAM In Use International 2015

Tässä selvityksessä keskitytään BREEAM In-Use ympäristöluokituksen osa-alueen 1 ja 2 arviointikriteereihin, joissa energian tuottajalla voi olla vaikutusta tulokseen.

### 4.2.1 Ympäristöluokituksen osa-alue 1 (Asset)

Luokituksen osa-alueen 1 energiakategorian pisteistä osa määräytyy BREEAM energialaskurin (Energy Calculator) perusteella. Taulukkoon 21 on koottu yhteenveto energian tuotannosta tarvittavista tiedoista, joilla on vaikutusta pistemäärään ja jotka syötetään sertifiointivaiheessa BREEAM energialaskuriin. Pisteiden määräytymisen perusteet on kuvattu yksityiskohtaisemmin BREEAM In-Use International –teknisessä ohjekirjassa<sup>21</sup>.

**Taulukko 21: BREEAM In-Use luokituksen osa-alueen 1 arviointikriteerit, joiden tiedot syötetään sertifiointivaiheessa BREEAM energialaskuriin.**

BREEAM kriteeri	Arvioinnin sisältö	Laskuriin syötettävä tieto
ENE06 Boiler efficiency	Lämmön tuotannon tehokkuus	Tuotannon hyötysuhde (%)
ENE08 Fuel usage for heat generation	Rakennuksen tilojen lämmitykseen käytetty pääenergiälähde	Vaihtoehdot: - sähkö - fossiiliset polttoaineet

<sup>21</sup> BREEAM In-Use International Technical Manual SD221 – 2.0:2015, February 2016

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- öljy</li> <li>- kaasu</li> <li>- muu (esim. uusiutuvat)</li> </ul>
ENE13 Efficiency of cooling generator	Kylmän tuotannon tehokkus	EER -luku
ENE24 Water heating energy source	Käyttöveden lämmitykseen käytetty pääenergiälähde:	Vaihtoehdot: <ul style="list-style-type: none"> <li>- sähkö</li> <li>- fossiiliset polttoaineet</li> <li>- öljy</li> <li>- kaasu</li> <li>- muu (esim. uusiutuvat)</li> </ul>

Taulukossa 22 on esitetty muut luokituksen osa-alueen 1 arviointikriteerit ja niiden keskeinen sisältö, joihin energian tuottajalla on vaikutusmahdollisuus.

Taulukko 22: BREEAM In-Use luokituksen osa-alueen 1 energiakategorian pisteet, joissa energiantuottajalla on vaikutusmahdollisuus

BREEAM kriteeri	Arvioinnin sisältö	Erityishuomioita
ENE30 Onsite renewables	Tontilla tai sen läheisyydessä tuotetun uusiutuvan energian osuus kiinteistön kokonaisenergiankulutuksesta: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0-5 % → 1 p</li> <li>- 5-10 % → 2 p</li> <li>- 10–15 % → 3 p</li> <li>- 15–20 % → 4 p</li> <li>- ≥ 20 % → 5 p</li> </ul>	Uusiutuvilla polttoaineilla tuotettu kaukoenergia huomioidaan arvioinnissa, mikäli tuotanto täyttää EU direktiivin 2009/28/EC vaatimukset.
POL 04 Impact of refrigerants	Rakennuksen kylmäaineiden ilmasto-vaikutukset GWP –arvon perusteella: <ul style="list-style-type: none"> <li>- GWP ≤ 10 → 2 p</li> <li>- GWP ≤ 1 → 4 p</li> <li>- ei kylmäaineita → 4p</li> </ul>	Mikäli esimerkiksi rakennus on liitetty kaukokylmäverkkoon, eikä tämän johdosta rakennuksessa ole yli 5 kg kylmäainetta sisältäviä laitteita, saavutetaan 4 pistettä. Tämä vastaa noin 2,5 % luokituksen painotetusta kokonaispistemäärästä.
POL 05 Leak detection system	Kylmäainevuotojen aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen minimointi	Mikäli esimerkiksi rakennus on liitetty kaukokylmäverkkoon, eikä tämän johdosta rakennuksessa ole yli 5 kg kylmäainetta sisältäviä laitteita, saavutetaan 4 pistettä. Tämä vastaa noin 2,5 % luokituksen painotetusta kokonaispistemäärästä.
POL 06 NOx emissions	Tontilla lämmöntuotannosta aiheutuvat NOx päästöt: <ul style="list-style-type: none"> <li>- tontilla ei NOx-päästöjä aiheuttavaa lämmöntuotantoa → 4 pistettä</li> <li>- tontilla NOx-päästöjä aiheuttavaa lämmöntuotantoa → 0 pistettä</li> </ul>	Mikäli rakennus on liitetty kaukolämpöverkkoon, ei tontilla tavanomaisesti tällöin synny NOx –päästöjä. Tällöin saavutetaan 4 pistettä, joka vastaa noin 2,5 % luokituksen painotetusta kokonaisarvosanasta.

Esimerkkirakennus varustettuna maalämpöjärjestelmällä saavutti BREEM energialaskurin avulla tehdyn tarkastelun osalta noin 5 % paremman painotetun kokonaispistemäärän verrattuna kaukoenergiajärjestelmään liitettyyn rakennukseen, jonka tuotannossa käytetään fossiilisia polttoaineita. Uusiutuvilla polttoaineilla tuotetun kaukoenergian vaikutus painotettuun kokonaispistemäärään on enintään noin 1,5 %, jolloin siis ero maalämpöjärjestelmän ja uusiutuvilla polttoaineilla tuotetun kaukoenergiajärjestelmän välillä olisi noin 3,5 %. Kaukolämmön tuotannon hyötysuhteella todettiin olevan hyvin pieni vaikutus painotettuun kokonaispistemäärään.

Huomioitavaa on, että kaukokylmäjärjestelmään liitetty rakennus voi saavuttaa merkittävää hyötyä luokituksessa, mikäli tämän johdosta rakennuksessa ei ole laitteita, joissa on yli 5 kg kylmäaineita. Tämän vaikutus luokituksen painotettuun kokonaispistemäärään on 5 %.



#### 4.2.2 Ympäristöluokituksen osa-alue 2 (Building Management)

Luokituksen osa-alueen 2 energiakategorian pisteistä osa määräytyy BREEAM energialaskurin (Energy Calculator) perusteella. Taulukkoon 23 on koottu yhteenveto energian tuotannosta tarvittavista tiedoista, joilla on vaikutusta pistemäärään ja jotka syötetään sertifiointivaiheessa BREEAM energialaskuriin. Rakennuksen energiankäytön CO<sub>2</sub> päästöihin liittyvä pistemäärä, jonka painoarvo on 21 % luokituksen painotetusta kokonaisarvosanasta, määräytyy lineaarisen arviointiasteikon mukaisesti ja siihen vaikuttavat seuraavat tekijät:

- rakennuksen toteutunut energian kulutus (kWh/m<sup>2</sup>)
- BRE:n määrittämä sähköenergian kansallinen CO<sub>2</sub> ominaispäästö
- joko BRE:n määrittämät muiden polttoaineiden CO<sub>2</sub> ominaispäästöt TAI energian tuottajan CO<sub>2</sub> ominaispäästöt

Taulukko 23: BREEAM In-Use sertifiointin osan 2 energiakategorian pisteet, joissa energiantuottajalla on vaikutusmahollisuus

BREEAM kriiteeri	Arvioinnin sisältö	Laskuriin syötettävä tieto
ENE42 Carbon intensity district heating	Kaukolämmön hiilidioksidipäästöt	Kaukolämmön CO <sub>2</sub> -päästöt (kg CO <sub>2</sub> /kWh)
ENE44 Carbon intensity district cooling	Kaukokylmän hiilidioksidipäästöt	Kaukokylmän CO <sub>2</sub> -päästöt (kg CO <sub>2</sub> /kWh)

Lämpöenergian ja jäähdytysenergian kulutuksen päämittauksen avulla saavutetaan yhteensä 2 pistettä, joka vastaa noin 1 % luokituksen painotetusta kokonaispistemäärästä.

Esimerkkirakennus saavutti BREEAM energialaskurin avulla tehdyn tarkastelun osalta kaikilla eri kaukoenergian tuotantomuodoilla sekä maalämpöratkaisulla erittäin korkeat pisteet. Tulos oli hyvin samansuuruinen eri tuotantovaihtoehtojen kesken. Painotettu kokonaispistemäärävaihtelu oli alle 1 %. Rakennuksen energiankäytön CO<sub>2</sub> -päästöihin liittyvä arviointiasteikko on suomalaisen energiatehokkuustasoon ja energian tuotannon tyypillisiin päästöihin nähden melko vaatimaton.

#### 4.3 Rakennusten elinkaarimittarit

Rakennusten elinkaarimittareissa on neljä mittaria olemassa olevien kiinteistöjen toiminnan arvioimiseen. Näistä mittareista energiantuotantoon liittyy käytönaikainen hiilijalanjälki, jossa tarkastellaan rakennuksen käytöstä syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä Greenhouse Gas Protocolan mukaisesti. Minimissään tarkasteluun on sisällytettävä rakennuksen energian- ja polttoaineiden kulutuksesta syntyvät päästöt. Energiatuotannon vaikutus muodostuu siten kaukoenergian sekä sähkön tuotannon päästöistä. Mitä tarkempia päästötietoja laskentaa varten on käytettävissä, sen tarkempaa tietoa kiinteistön omistajat ja käyttäjät saavat kiinteistön ja omien käyttötapojen päästöistä. Käytönaikaisen energiankulutuksen tai pohjateho mittarin tuloksessa energiantuotantoa ei huomioida.

## 5. ALUEELLISET JÄRJESTELMÄT ENERGIATUOTTAJAN NÄKÖKULMASTA

### 5.1 LEED Neighborhood Development v4

LEED Neighborhood Development (LEED ND) on LEED-järjestelmän aluetason luokitusjärjestelmä. Pohjoismaissa ei ole sertifioituja LEED ND-hankkeita. Järjestelmän arviointikategoriat, niiden sisältö tiivistetysti sekä mahdollinen pistemäärä on esitetty taulukossa 24.

Taulukko 24: LEED Neighborhood Development arviointikategoriat ja maksimipistemäärä

Arviointikategoria	Sisältö lyhyesti	Maksimipistemäärä
Smart Location & Linkages	Liikenneyhteydet, biodiversiteetti ja ekosysteemit, hulevedet	28
Neighborhood Pattern & Design	Tiiveys, käveltävyys, yhteiskäyttötilat ja virkistysalueet, lähiruoka, saavutettavuus, asumisen monimuotoisuus ja hintataso	41
Green Infrastructure & Buildings	Rakennusten energiatehokkuus ja ympäristösertifiointit, vesitehokkuus, jätteiden hallinta, valosaaste, materiaaltehokkuus	31
Innovation	Suunnittelun innovaatiot	6
Regional Priority		4
Yhteensä		110

Green Infrastructure & Buildings –kategorian arviointikriteeri GIBc12 ‘District heating and cooling’ on kahden pisteen arvoinen. Sen saavuttaa, mikäli arvioitavalla alueella vähintään kaksi rakennusta on liitetty paikalliseen kaukolämpö- ja/tai –kylmäverkkoon siten, että ainakin 80 % vuotuisesta lämmitys- ja/tai jäähdytystarpeesta katetaan kaukoenergiaverkon avulla.

Energiajärjestelmän kaikkien komponenttien (, jotka standardi kattaa) tulee olla 10 % tehokkaampia kuin standardin ASHRAE 90.1-2010 vähimmäisvaatimukset. Lisäksi kaukoenergiaverkossa energiansiirtoon vuosittain käytetty energiankulutus, joka ylittää 2,5% kaukoenergialaitoksen lämmön- tai kylmäntuotosta, täytyy kompensoida ylittämällä 10%:n vähimmäisvaatimus. Jos kaukoenergia tuotetaan yhteistuotannolla, tulee osoittaa, että yhteistuotannolla saavutettu energiansäästö on vähintään yhtä suuri kuin erillistuotannossa olisi säästetty ylittämällä ASHRAE standardin minimivaatimukset 10 %:lla. Arvioinnissa tulee huomioida energian siirtoon kuuluva energia.

LEED ND-järjestelmässä uusiutuvasta energiasta voi kriteerissä GIBc11 ‘Renewable energy production’ saada enimmillään 3 pistettä ainoastaan, jos se on tuotettu arvioitavalla alueella. Yhden pisteen saavuttaminen vaatii uusiutuvilla tuotettavan osuuden ylittävän 5 % alueen kokonaisenergiankulutuksesta kustannusten mukaan arvioituna. Kolme pistettä voi saada, mikäli osuus ylittää 20 %.

### 5.2 BREEAM Communities 2012

BREEAM Communities on BREEAM-järjestelmän aluetason luokitusjärjestelmä. Se soveltuu sellaisenaan käytettäväksi Iso-Britanniassa. Muissa maissa, kuten Suomessa, sovelletaan Bespoke –menettelyä. Viimeisin versiopäivitys on julkaistu vuonna 2012. Suomessa ei tällä hetkellä ole yhtään sertifioitua BREEAM Communities –aluetta. Tukholmassa on yksi sertifioitu BREEAM Communities –asuinalue. Sertifiointiprosessiin tarvitaan aina arvioinnin suorittava puolueeton BREEAM Communities Assessor eli arvioitsija.

BREEAM Communities – järjestelmällä voidaan sertifioida aluehankkeita, joilla on vaikutusta mm:

- julkisen liikenteen palveluihin ja tarpeeseen
- liikennepalveluihin (esim. teiden kuormitus)
- demografiaan, työpaikkoihin
- palveluihin ja niiden tarpeeseen
- kunnallistekniikkaan (energia, vesi, jätteet)

BREEAM Communities –järjestelmän arviointikategoriat ja niiden painoarvot eroavat rakennusten New Construction ja In-Use –järjestelmien vastaavista (ks. Taulukko 25).

Taulukko 25: BREEAM Communities arviointikategoriat

Arviointikategoria	Sisältö lyhyesti	Painoarvo (%)
Governance (GO)	Osallistava suunnittelu- ja rakennusprosessi	9,3 %
Social and Economic wellbeing (SE)	Paikallinen talous Sosiaalinen hyvinvointi Ympäristön olosuhteet	14,8 % 17,1 % 10,8 %
Resources and Energy (RE)	Resurssitehokkuus ja CO <sub>2</sub> -päästöt	21,6 %
Land use and Ecology (LE)	Kestävä maankäyttö ja biodiversiteetti	12,6 %
Transport and Movement (TM)	Liikenne ja liikkuminen	13,8 %
Innovation (Inn)	Suunnittelun innovaatiot liittyen talouteen, ympäristöön tai ihmisten hyvinvointiin	

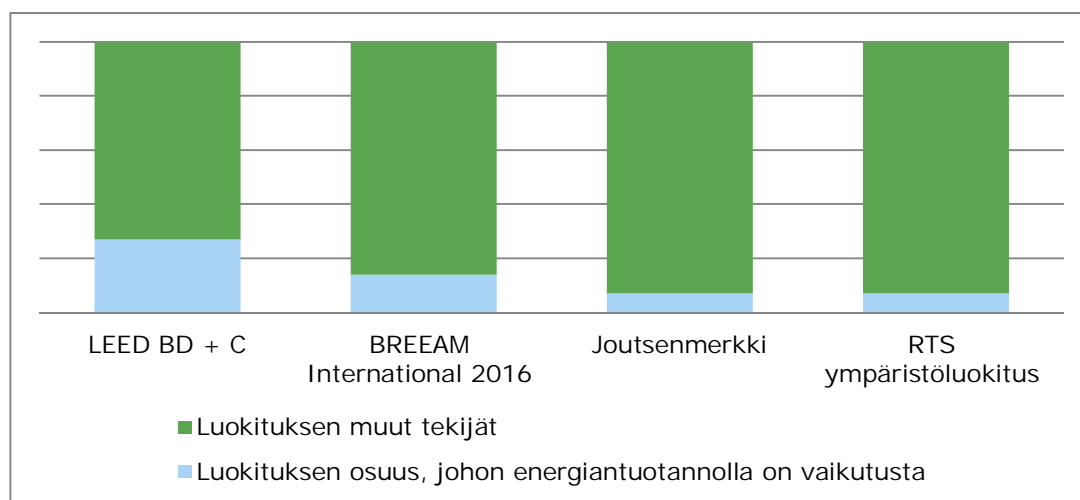
Järjestelmässä energiaa arvioidaan ainoastaan Resources and Energy –kategorian kriteerissä RE01 – Energy strategy, josta on mahdollista saavuttaa enintään 11 pistettä. Kriteerissä energia-asiantuntija laatii alueen energias strategian ja toimenpide-ehdotuksia energiankulutuksesta aiheutuvien CO<sub>2</sub>-päästöjen pienentämiseksi. Baseline –vertailutapaukseen nähden saavutetut CO<sub>2</sub>-päästösäästöt määräävät saavutetun pistemäärän. 3,6 %:n vähennys oikeuttaa yhteen pisteeseen ja 100 %:n vähennys 10 pisteeseen. Vielä yhden lisäpisteen voi saada energian suhteen hiilineutraaliuden saavuttava alue, jossa sitoudutaan toteuttamaan energia-asiantuntijan toimenpide-ehdotukset hiilinegatiivisuuden saavuttamiseksi.

BREEAM Communities Baseline –vertailutapauksen energiankulutuksen määrittää energia-asiantuntija. Vertailutaso määräytyy paikallisen määrätason vähimmäisvaatimusten perusteella. Kuten rakennuksia arvioivissa BREEAM-järjestelmissä, myös aluetasolla kaukolämpö ja –kylmä voidaan laskea vähähiilliseksi teknologiaksi, mikäli ne ovat direktiivin EN 2009/28/Ey mukaisia. Jätteenpolttolaitoksesta saatava energia hyväksytään vain, jos muut LZC-teknologiat on arvioitu soveltumattomiksi kohteelle ja polttolaitoksen alueelliset jätteen kierrätyksen hyötykäyttötavoitteet on saavutettu. Jätteenpolttolaitoksen soveltuvuus arvioidaan tapauskohtaisesti erikseen ja asia on varmistettava BREEAM Assessorilta.

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Energiayhtiöiden palvelujen ja tuotteiden painoarvo vaihtelee suuresti eri luokitusjärjestelmien välillä. LEED ja BREEAM luokitusjärjestelmissä kaukoenergia voi vaikuttaa usean eri arviointikriteerin kokonaistulokseen. Sen sijaan Joutsenmerkissä sekä kansallisissa RTS ympäristöluokituksessa ja Rakennusten elinkaarimittareissa energiayhtiön tuotteiden vaikutus jää hyvin vähäiseksi.

Alla olevassa kuvassa 10 on esitetty niiden arviointikriteerien ja minimivaatimusten painoarvo, joiden täyttymiseen tai kokonaistulokseen energiantuotannon eri tuotteilla on vaikutusta uudisrakennuksien ympäristöluokitusjärjestelmissä. Rakennusten elinkaarimittareissa ei ole vaatimustasoja tai minimivaatimuksia, minkä johdosta sitä ei kuvassa huomioida.



Kuva 10: Taulukossa on esitetty energiantuotannon vaikutusmahdollisuus eri luokitusjärjestelmissä

Selvityksen perusteella voidaan todeta, että luokitukset huomioivat energiantuotannon vaikutukset monesta eri näkökulmasta. Arviointikriteerit koostuvat aina kuitenkin useasta eri osavaatimuksesta, joiden kaikkien on täytyttävä, jotta pisteet saavutetaan. Näin ollen pelkän energiantuotannon suoraa vaikutusta saavutettavaan pistemäärään luokitusjärjestelmissä on mahdotonta osoittaa yleispätevästi. Voidaan kuitenkin tunnistaa energiantuotantoon liittyvät tekijät, joilla tuloista voidaan parantaa tai joiden täytyminen on välttämätöntä.

Elinkaarikustannusten tarkastelu on arviointikriteerinä BREEAM International New Construction, RTS ympäristöluokituksessa sekä Rakennusten elinkaarimittareissa. Pisteitä voi ansaita elinkaarikustannusvertailujen laatimisesta riittävässä laajuudessa. Kustannuksille ei ole asetettu minimi- tai vertailutasoja, mutta kriteereissä voidaan palkita kannattavimman ratkaisun valinnasta. Energiamuodon valinta vaikuttaa elinkaarikustannusten suuruuteen järjestelmien investointikustannusten, energian hinnan ja polttoainemaksujen kautta. Kustannusten suuruus ei siis kuitenkaan vaikuta pisteisiin tai luokituksen tasoon, vaan vaikuttava tekijä on tarkastelun laajuus. Kaukoenergian tuotannolla ei siten ole suoraa vaikutusta näiden arviointikriteerien saavuttamiseen, eikä niitä siksi ole käsitelty tässä selvityksessä.

Seuraavassa on esitetty keskeiset johtopäätökset luokitusjärjestelmittäin.

### LEED

Energiantuottajan palvelujen kokonaisvaikutus voi olla merkittävä LEED luokitusasteen kannalta.

Sekä uudisrakennuksille ja olemassa oleville rakennuksille suunnatuissa LEED luokitusjärjestelmissä energiantuotantoon liittyvät samantyyppiset vaatimukset.

Molemmissa järjestelmissä kaukoenergiassa käytetystä uusiutuvasta energiasta voi olla merkittävää hyötyä riippuen uusiutuvan energian määrästä tuotannossa sekä kaukoenergian osuudesta

rakennuksen energiankulutuksesta. Energiamuodon soveltuvuus kannattaa aina tarkistaa USGBC:ltä sillä LEED ei luokittele mm. lämpöpumpuilla tuotettua lämpöä tai useita tyypillisiä puupohjaisia biopolttoaineita uusiutuvaksi energiaksi.

Samoin kaukoenergian tuotannossa käytetty vihreä sähkö, vihreän sähkön sertifikaatit sekä päästöjen kompensoinnit edesauttavat pisteiden saamista. Sähkönmyyjät voivat myös tarjota rakennukselle vihreää sähköä tai vihreän sähkön sertifikaatteja, joilla pisteet voidaan ansaita. Vihreän sähkön ja sertifikaattien tulee olla Green -e tai EKOenergian mukaisia. Myös Guarantees of Origin alkuperätakuut täyttävät vaatimukset tietyin edellytyksin, kun sähkö on Green -e tai Ekoenergian mukaista.

Niin uudisrakennusten kuin olemassa olevien rakennusten LEED luokituksissa kylmäaineiden vaikutus tulee huomioida aina, kun kohde liittyy kaukojäähdytysjärjestelmään. Kohteissa, joissa kaukojäähdytys on ainoa kylmäainetta sisältävä järjestelmä, riippuu minimivaatimuksen ja arviointikriteerin täyttyminen yksistään kaukojäähdytyksen tuotannossa käytettyjen kylmäaineiden ympäristövaikutuksista. Kaukoenergian kylmäainetiedot on siten välttämätön tieto luokitusta haettaessa.

Sen sijaan energiatehokkuustarkasteluissa kaukoenergian painoarvo on selkeästi suurempi uudisrakennusten kuin olemassa olevien rakennusten luokituksissa. Selvityksessä esitetyissä esimerkkitarkasteluissa ei olemassa olevien rakennusten luokituksessa eri vaihtoehtojen välille muodostunut merkittäviä eroja. LEED BD+C järjestelmissä, joissa energiatarkastelut perustuvat pääsääntöisesti energiakustannuksiin, kaukoenergian tuotanto voidaan huomioida energialaskennan yhteydessä. Kaukoenergian tuotannon tarkastelutapa arvottaa sähkön ja lämmön yhteistuotantoa, sillä rakennuksen käyttämä lämmitysenergian osuutta vastaava määrä tuotettua sähköä käsitellään ilmaisena energiana. Tällöin energiakustannuksiin perustuvassa laskennassa hyöty voi olla olennainen. Esimerkkirakennuksen tarkastelussa energiatuotannon vaikutus korostui rakennuksen energiankulutuksen kasvaessa. Vertailtaessa kaukoenergiavaihtoehtoja maalämpöratkaisuun, sähkön ja lämmön yhteistuotannon mallintamisen kautta esimerkkikohde saavutti yhtä hyvän tai lähes yhtä hyvän tuloksen, mutta erillistuotannon mallinnuksella tulos on 5 pistettä maalämpöratkaisua pienempi. Toisaalta vaihtamalla tarkastelutapa mallintamisesta ostoenergiatarkasteluksi kohde sai 16 pistettä eli 2 pistettä maalämpöä vähemmän. Luokitusarvosanan kannalta erot vaihtoehtojen välillä jäivät siis hyvin pieniksi.

LEED luokitusjärjestelmässä on useita vaihtoehtoisia tapoja tarkastella kaukoenergian tuotantoa, mutta sopivin vaihtoehto riippuu kaukoenergian tuotantotavasta. Siksi kaukoenergian mallintaminen ympäristöluokitushankkeissa on suositeltavaa tehdä aina, jotta tuotannon vaikutus saadaan selville. Lisäksi kaukoenergian mallintaminen on ehtona muissa kriteereissä, joista kaukoenergia voi tuoda rakennukselle hyötyä, kuten uusiutuvaa energiaa tai vihreää sähköä käsittelevissä kriteereissä.

Uudisrakennuksille suunnatun LEED luokituksen energiatehokkuuden tarkastelussa pääperiaatteena on tutkia energiakustannusten suuruutta suhteessa vertailutapaukseen. Ostoenergiavertailussa kaukoenergian osalta käytetään kustannusta, joka rakennukselle tulisi normaalissa käyttötilanteessa. Kustannus sisältää siten myös kaukoenergian tuotantojärjestelmän sekä verkoston ylläpitokustannukset. Ylläpitokustannuksia ei huomioida tontilla sijaitsevalle järjestelmälle, vaan pelkästään polttoainekustannukset. Mikäli kustannuksena voitaisiin käyttää pelkästään energianhintaa ilman ylläpidon osuutta, olisi vertailu eri vaihtoehtojen välillä tasa-arvoisempaa.

Vaikka kaukoenergian vaikutukset huomioidaan LEED järjestelmissä laajemmin kuin useissa muissa järjestelmissä, voisi tarkastelua vieläkin laajentaa. Toistaiseksi ostamalla alkuperämerkityjä sähkön sertifikaatteja on mahdollista saavuttaa pisteitä, mutta käytännön voisi laajentaa koskemaan myös kaukoenergiaa. Samoin kysyntäjousto-ohjelman vaatimukseen voisi sisällyttää mahdollisuuden kaukoenergian kysyntäjousto.

PEER (Performance Excellence in Electricity Renewal) on USGBC:n sekä Green Business Certification järjestön kehittämä luokitusjärjestelmä energiantuotannon sekä energiaverkkojen sertifiointiin. LEED ja PEER luokitusta kehitetään yhteistyössä tavoitteena yksinkertaistaa LEED luokituksen edellyttämän energiatarkastelun prosessia. Laskentatapaa pystyy jo pilotoimaan Alternative Compliance path: District energy -menetelmää käyttäen (liite 4). Periaatteena on, että LEED sertifiointia hakeva rakennus saisi pisteitä perustuen kaukoenergian saavuttamaan PEER arvosaan. Tämän käytännön on tarkoitus helpottaa merkittävästi kaukoenergian huomiointia osana energiatarkasteluja.

Luokituksen kannalta olennaisinta on saada riittävät tiedot kaukoenergian tuotannosta. Selvityksen liitteessä 1 on listattuna tarvittavat lähtötiedot energiayhtiöltä.

#### BREEAM

BREEAM luokitusjärjestelmät huomioivat kaukoenergian osalta käytetyt kylmäaineet sekä energiantuotannon päästöt, uusiutuvan energian käyttö tuotannossa sekä lämmityksen NOx päästöt. BREEAM luokituksissa lämmityksen aiheuttamille NOx päästöille asettamia raja-arvoja on kaukoenergian avulla kuitenkin haastava saavuttaa, jolloin pisteet jäävät tyypillisesti saavuttamatta.

Uudisrakennuksille suunnatussa BREEAM International järjestelmässä energiatehokkuustarkastelu on mahdollista toteuttaa kahdella tavalla, joko E-lukutarkasteluna tai ASHRAE menetelmää käyttäen. Kaukoenergian tuotannon CO<sub>2</sub> päästöt voidaan ottaa huomioon siinä tapauksessa, että energiatehokkuustarkastelu tehdään ns. ASHRAE menetelmää käyttäen. Tällöin tuotannon pienet CO<sub>2</sub> päästöt tuovat tarkastelussa lisäetua. Esimerkkikohteelle tehtyjen tarkastelujen perusteella CO<sub>2</sub> päästöiltään pienimmällä kaukoenergiantuotannolla saatiin korkeimmat pisteet käytettäessä ASHRAE menetelmää. CO<sub>2</sub> päästötietona käytetään energiayhtiön ilmoittamaa lukua.

Siinä tapauksessa, että uudisrakennus saavuttaa energiatehokkuudesta maksimipistemäärän (15 pistettä) voi rakennus saada merkittävää lisähyötyä vähähiilisestä tai uusiutuvilla energiamuodoilla tuotetusta kaukoenergiasta myös innovaatiopisteiden kautta. Tuotannon tulee olla direktiivin EN 2009 /28/EY (uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä) mukaista.

Mikäli rakennus liitetään kaukojäähdytysjärjestelmään, tulee myös kaukojäähdytyksen tuotannossa käytettyjen kylmäaineiden ympäristövaikutukset huomioida osana sertifiointia. Kylmäaineiden ympäristövaikutukset arvioidaan suhteessa järjestelmän jäähdytyskapasiteettiin nähden.

Selvityksessä käytetyillä energiatuotannon CO<sub>2</sub> päästöillä on varsin pieni vaikutus saavutettavaan pistemäärään vertailutasosta johtuen. Esimerkkitarkasteluissa saavutettiin kaikilla vaihtoehdoilla lähes täydet pisteet. Verrattuna kaukoenergiaratkaisuja maalämpöön, saavutettiin maalämpöratkaisulla etua BREEAM In use osa-alue 1 luokituksessa. Kaukojäähdytykseen liitetty saavuttaa merkittävää etua, jos rakennuksessa ei ole muita kylmäaineita (<5kg) sisältäviä laitteita tämän johdosta.

Jousenmerkki, RTS ympäristösertifiointi sekä Rakennusten elinkaarimittarit  
Energiayhtiöiden palvelujen ja tuotteiden merkitys jää vähäiseksi kaikissa kolmessa järjestelmässä. Arviointikriteeristöt ja mittarit keskittyvät rakennuksen ominaisuuksiin ja energiantuotannon rooli on hyvin vähäinen. Kaikissa järjestelmissä energiatehokkuutta arvioidaan E-luvun perustuen, jolloin kaukoenergian tuotantotavoilla ei ole vaikutusta, mutta tontilla tuotettu uusiutuva energia ja siten myös maalämmöstä saatava hyöty edesauttaa pienemmän E-luvun saavuttamista. RTS ympäristöluokitus on näistä ainut järjestelmä, jossa energiatehokkuudesta myönnetään pisteitä. Verrattaessa kaukoenergiaratkaisuja vaihtoehtoiseen maalämmön ja vedenjäähdytyskoneen ratkaisuun, jäivät piste-erot eri ratkaisujen välillä hyvin pieniksi ja luokituksen tason näkökulmasta merkityksettömäksi.

Hiilijalanjäljen osalta kaukoenergian tuotannon päästöt vaikuttavat hiilijalanjäljen suuruuteen RTS ympäristöluokituksessa sekä Rakennusten elinkaarimittareissa. Rakennusten elinkaarimittareissa kaukoenergian päästöt huomioidaan osana elinkaaren hiilijalanjälkeä. RTS ympäristöluokituksessa energian päästökerroin arvioitavalle kohteelle ja vertailutasolle ovat samat, jolloin kohde ei välttämättä saa hyötyä keskiarvoa pienemmistä päästöistä.

## LIITE 1 LÄHTÖTIEDOT ENERGIAYHTIÖILTÄ

LEED New Construction & LEED Operation and Maintenance

Alla olevaan taulukkoon on listattu kaukoenergiasta tarvittavat lähtötiedot ympäristöluokitusta varten.

Minimum & Optimized energy performance		
Kaukoenergian tuotannossa tuotetun lämmön määrä		MWh
Yhteistuotannossa tuotetun sähkön määrä		MWh
Lista kaukoenergian tuotantoon käytetyistä polttoaineista polttoaineittain (Esim. kivihiili, turve, metsähake)		MWh
Kuinka suuri osuus tuotetusta lämmöstä käytetään kaukolämpöön (Muihin toimintoihin käytetty lämpö jätetään tarkastelusta pois)		MWh
Kuinka suuri osuus lämmöstä käytetään kylmän tuotantoon		MWh
Kaukojäähdytyksen tuotannossa käytetty sähkön määrä		MWh
Kaukokylmäverkosta talteenotettava lämmitysenergia		MWh
Kolmanteen energialähteeseen syötetty lämmitysenergia		MWh

Renewable energy & Green Power and Carbon Offset		
Kaukoenergiantuotannossa käytetty uusiutuva energia (energia-muodoittain) - Biopolttoaineiden osalta kuvaus, mitä biopolttoaineet sisältävät, jotta niiden soveltuvuus voidaan tarkistaa		MWh
Kaukoenergiantuotannon päästöjen korvaamiseen käytetyt kasvi-huonekaasupäästöjen kompensoinnit		kg CO <sub>2</sub>
Kaukoenergiantuotannossa käytetty vihreän sähkön sopimuksen tiedot (ostetun sähkön määrä, sopimuksen kesto, ostetun sähkön tyyppi)		
Kaukoenergiantuotannossa käytetyn vihreän sähkön sertifikaattien tyyppi (RECs, EKOenergia) ja määrä. Kun käytetään Guarantee of origin alkuperätakuita on merkittävä tuotannon sijainti ja ajankohta sekä ostetun energian tyyppi		

Fundamental & Enhanced refrigerant management		
Kylmäainejärjestelmä, valmistaja, laitetiedot esim. lämpöpumppu		
Kylmäainetyyppi esim. R134a		
Kylmäainemäärä		kg
Järjestelmän kylmäntuottokapasiteetti		MW



## BREEAM International 2016

ENE 01 Reduction of energy use and carbon emissions & ENE 04 Low carbon design		
Kaukolämmöntuotannon päästöt (Päästöjen laskentatapaa ei ole luokituksessa määrätty)		kgCO <sub>2</sub> /kWh
Kaukokylmäntuotannon päästöt (Päästöjen laskentatapaa ei ole luokituksessa määrätty)		kgCO <sub>2</sub> /kWh
Lista käytetyistä polttoaineista ja niiden käytöstä		MWh
Täyttääkö biopolttoaineet EN 2009 /28 /Ey direktiivin		
Kaukolämmön tuotannon primäärienergiakerroin (Primäärienergiakertoimen laskentatapaa ei ole luokituksessa määritetty)		
Biopolttoaineiden tarkempi kuvaus, jotta niiden hyväksyttävyyttä voidaan varmentaa BRE:ltä tapauskohtaisesti		

POL 01 Impact of refrigerants		
Kylmäainejärjestelmä		
Kylmäainetyyppi		
Kylmäainemäärä		kg
Järjestelmän kylmäntuotokapasiteetti		MW
Järjestelmän käyttöikä vuosina		a
Toimintakuvaus kylmäainevuodot havaitsevasta järjestelmästä sekä miten ja minne järjestelmä ohjaa jäljelle jääneen kylmäaineen vuototilanteessa.		

POL 02 NO <sub>x</sub> emissions		
Kaukolämmön ja -kylmän tuotannossa syntyvät NO <sub>x</sub> -päästöt (kuivissa olosuhteissa ja 0 %:ssa ylimääräistä happea)		mg/kWh

BREEAM In-use osa-alue 1		
Kaukolämmön tuotannon tehokkuus (esim. lämpöpumpputuotannon COP-arvo)		
Kaukolämmön tuotannon polttoainejakauma		
Kaukokylmän tuotannon polttoainejakauma/energijakauma		
Kaukokylmän tuotannon tehokkuus (EER-luku)		
Kuvaus kaukolämmön tuotannosta ja käytetyistä polttoaineista sekä niiden osuudesta. Täyttääkö uusiutuvat polttoaineet direktiivin EN 2009/28/Ey Biopolttoaineiden kohdalla tarkempi kuvaus, mitä biopolttoaineet sisältävät, jotta niiden hyväksyttävyyttä voidaan varmentaa BRE:ltä tapauskohtaisesti		

BREEAM In-use osa-alue 2		
Kaukolämmön CO <sub>2</sub> -päästökerroin		g CO <sub>2</sub> / kWh
Kaukokylmän CO <sub>2</sub> -päästökerroin		g CO <sub>2</sub> / kWh

## LIITE 2 UUSIUTUVA ENERGIA

Alla olevassa taulukossa on listattuna energiamuodot, jotka katsotaan luokitusjärjestelmässä uusiutuvaksi energiaksi. Lista perustuu luokitusjärjestelmien vaatimusteksteihin. Energiamuotojen soveltuvuus tulee tarkistaa sertifiointin myöntävältä taholta. RTS ympäristöluokituksessa sekä Rakennusten elinkaarimittareissa ei ole arviointikriteerejä koskien uusiutuvaa energiaa.

	LEED	BREEAM	Joutsenmerkki
Määritelmä	Aurinkosähkö Aurinkolämpö Tuulivoima Aalto- tai vuorovesivoima Vähävaikutuksellinen vesivoima Geoterminen energia (ilman lämpöpumpua tuotettuna) Tietyt biopolttoaineet (seuraavat polttoaineet eivät sovellut metsäpohjaiset biomassat , muut kuin tehdasjätteet, kiinteän jätteenpoltto, metsänhoidon korjuu- ja hakkuujäte, käsitelty puu)	Aurinkosähkö Aurinkolämpö Tuuli Biopolttoaineet (ei ensimmäisen sukupolven polttoaineet kuten biodiesel) Maalämpö	Aurinkosähkö Aurinkolämpö Jäteveden lämmöntalteenotto
Uusiutuvan energian tuotannon sijainnin merkitys	Tontilla tai verkosta	Tontilla tai verkosta	Tontilla

### LIITE 3 ENERGIATEHOKKUUDEN LASKENTAMENETELMÄT ERI LUOKITUSJÄRJESTELMISSÄ

Alla olevassa taulukossa on tiivistetty eri luokitusjärjestelmissä käytetyt energiatehokkuuden tarkastelutavat

	LEED	BREEAM	RTS / REM / Joutsenmerkki
Tarkastelumenetelmä	Suunnitteluratkaisun ja ASHRAE 90.1-2010 standardin mukainen vertailutapauksen vertailu.  Lisäksi Alternative compliance path menetelmät mahdollistavat vaihtoehtoisia tarkastelutapoja, joita ei tässä selvityksessä tarkasteltu	ASHRAE 90.1-2013 standardi TAI E-luku tarkastelu SRMK D3 mukaisesti	E-luku tarkastelu SRMK D3 mukaisesti
Laskentatapaukset	Suunnittelutapaus ASHRAE vertailutapaus	Suunnittelutapaus Vertailutapaus (kansalliset määräykset tai ASHRAE standardin mukainen) BREEAM best practise	Suunnittelutapaus
Verrattavat suure	Energiakustannukset	ASHRAE menetelmässä: energian tarve, primäärienergia, CO2 päästöt E-luku tarkastelussa: energiamuotokertoimilla painotettu energiankulutus	Energiamuotokertoimille painotettu energiankulutus [kWh]

## LIITE 4 KAUKOENERGIAN TARKASTELUTAVAT UUDI SRAKENNUKSILLE SUUN- NATUISSA LEED LUOKITUKSISSA

Seuraavassa on esitetty kaukoenergian tuotannon huomioivat laskentatapa 2, kun kaukoenergia tuotetaan sähkön ja lämmön yhteistuotantona. Lisäksi seuraavilla sivuilla on esitetty vaihtoehtoiset laskentatavat ns. Alternative Compliance menetelmät energiatehokkuustarkastelua varten.

### *Sähkön ja lämmön yhteistuotanto*

Kun rakennus on liitettykaukoenergiajärjestelmään, jossa tuotetaan sekä lämpöä, että sähköä voidaan tuotannon tehokkuus ottaa huomioon käyttämällä joko energiantuotannon todellisia hyötysuhteita tai USGBC määrittämiä oletuksia.

Yksinkertaisen yhteistuotannon mallintaminen<sup>22</sup>:

$$\text{CHP\_ELC}_{\text{BLDD}} = (X_{\text{HEAT}} * \text{BLDG}_{\text{HEAT}}) * \text{CHP\_ELEC}_{\text{TOTAL}}$$

Missä:

$\text{CHP\_ELEC}_{\text{BLDG}}$  = rakennukselle allokoitu yhteistuotannossa tuotettu sähkön määrä

$X_{\text{HEAT}}$  = sähköntuotannon hukkalämmön osuus, joka osoitettu suoraan kaukolämmöksi

$\text{BLDG}_{\text{HEAT}}$  = kokonaislämmöntuotannon osuus, joka osoitettu rakennukselle

$\text{CHP\_ELEC}_{\text{TOTAL}}$  = yhteistuotannossa tuotettu sähkönmäärä

Kun yhteistuotannossa osa lämmöstä käytetään kylmän tuotantoon tai kolmannen kaukoenergiajärjestelmän tuotantoon, käytetään kaavana:

$$\text{CHP\_ELE}_{\text{CBLDG}} = (X_{\text{HEAT}} * \text{BLDG}_{\text{HEAT}}) * (Y_{\text{CHW}} * \text{BLDG}_{\text{CHW}}) + (Z_{\text{SOURCE}} * \text{BLDG}_{\text{SOURCE}}) * \text{CHP\_ELEC}_{\text{TOTAL}}$$

Missä:

$\text{CHP\_ELEC}_{\text{BLDG}}$  = rakennukselle allokoitu yhteistuotannossa tuotettu sähkön määrä

$X_{\text{HEAT}}$  = sähköntuotannon hukkalämmön osuus, joka osoitettu suoraan kaukolämmöksi

$\text{BLDG}_{\text{HEAT}}$  = lämmöntuotannon osuus, joka on osoitettu rakennukselle

$\text{CHP\_ELEC}_{\text{TOTAL}}$  = yhteistuotannossa tuotettu sähkönmäärä

$Y_{\text{CHW}}$  = yhteistuotannossa syntyneen lämmön osuus, joka käytetään kaukokylmän tuotantoon

$\text{BLDG}_{\text{CHW}}$  = osuus kaukokylmästä, joka on osoitettu rakennukselle

$Z_{\text{SOURCE}}$  = yhteistuotannossa syntyneen lämmön osuus, joka osoitetaan kolmannelle kaukoenergian muodolle

$\text{BLDG}_{\text{SOURCE}}$  = kolmannen kaukoenergiamuodon osuus, joka on osoitettu rakennukselle

$\text{CHP\_ELEC}_{\text{TOTAL}}$  = yhteistuotannossa tuotettu sähkönmäärä

<sup>22</sup> Treatment of District Energy CHP Outputs in LEED® for Building Design and Construction: New Construction and Major Renovations  
September 1, 2016

#### Alternative Compliance Path: Energy Performance Metric

Edellä kuvattujen laskentamenetelmien lisäksi USGBC on esittänyt vaihtoehtoisen tavan laskea energiatehokkuudesta saatavan pistemäärän. Alternative compliance path menetelmän tarkoituksena on mahdollistaa energiatehokkuuden tarkastelu kustannusten lisäksi myös muilla mittareilla.

Menetelmässä määritetään rakennuksen energiakustannusten lisäksi kolme muuta parametria, joista kahden parhaimman tuloksen keskiarvon perusteella määritetään energiatehokkuudesta saatavat pisteet. Määritettävät parametrit ovat:

- energialähde
- kasvihuonekaasupäästöt sekä
- ajan perusteella arvotettu energiankulutus (time dependent valuation), jota veloitetaan kuitenkin vain Yhdysvalloissa Kaliforniassa sijaitsevilta kohteilta.

Arvot lasketaan sekä suunnittelutapaukselle, että ASHRAE standardin mukaiselle vertailutapaukselle käyttäen samoja kertoimia.

Energialähde tulee määrittää joillakin kolmesta USGBC määrittämästä menetelmästä:

- Energialähde lasketaan sekä vertailutapaukselle että suunnittelutapaukselle käyttäen Energy star Source Site Ratio arvoja.
- Primäärienergian kulutus lasketaan käyttäen standardin ISO 16346:2003 mukaisesti määritettyjä primäärienergiakertoimia.
- Primäärienergian kulutuksen arvo voidaan määrittää myös paikallisia käytäntöjä hyödyntäen. Paikallisten energiakertoimien soveltuvuus arvioidaan hankekohtaisesti, jolloin hankkeessa käytettävistä kertoimista tulee esittää, miten kertoimet huomioivat energiamuodon vaikutukset sen energialähteen keräämisestä tuotantoon ja käyttöön asti.

Kasvihuonekaasupäästöjen määrä tulee määrittää, joillakin seuraavista tavoista:

- Kasvihuonekaasupäästöt energiamuodoittain voidaan määrittää käyttäen ISO 16346:2013 standardia.
- Paikallisen päästökertoimien soveltuvuus arvioidaan aina erikseen tapauskohtaisesti. Osoitettava kuitenkin, miten kertoimet on määritelty sekä kolmansien osapuolten tekemät arvioinnit.

Lisäksi USGBC sallii laskentatapoja, jotka soveltuvat käytettäväksi vain Pohjois-Amerikassa.

Suomessa tarkastelutapa siis huomioi kustannusten lisäksi energianlähteelle ja kasvihuonekaasupäästöille määritetyt parametrit.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> <https://www.usgbc.org/credits/eapc95v4>

## Alternative Compliance Path: District Energy

Toinen vaihtoehtoinen tarkastelutapa on PEER (Performance Excellence in Electricity Renewal) luokituksessa käytetty arviointimenettely. Tällöin energiantuotannosta tulee toimittaa seuraavat tiedot täytettynä DES performance taulukkoon. Tietojen perusteella kaukoenergian tuottajalle määräytyy PEER tulos.

- Kaukoenergian SEI (source energy intensity)
- Kaukoenergian SEE (System energy efficiency)
- CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> päästöintensiteettien painotettu summa (Air emissions index)

Lisäksi tulee osoittaa joka mittaukseen tai laskutustietoihin perustuen:

- Vuosittainen toimitettu kaukoenergian (lämmitys, jäähdytys, sähkö)
- Vuosittainen kaukoenergiaan ostettu jäähdytysenergia, lämmitysenergia ja /tai sähkö
- Vuosittainen kaukoenergiaan ostettu uusiutumaton energia lämmityksen, jäähdytyksen tai sähkön tuotantoa varten
- Verkosta kaukoenergian tuotantoon ostetun sähköenergian tuotantoprofiilit

Rakennuksen kaukoenergiasta saatava lisähyöty määräytyy sen mukaan, kuinka hyvä on kaukoenergian PEER tulos sekä, kuinka suuresta osasta rakennuksen energiankulutusta kaukoenergialla katetaan.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> <https://www.usgbc.org/node/11020877>

## LIITE 5 KYLMÄAINEIDEN VAIKUTUSTEN LASKENTA LEED LUOKITUKSESSA

$$\frac{\sum(LCGWP + LCODP \times 10^5) \times Q_{unit}}{Q_{total}} \leq 13$$

, missä

$$LCODP = \frac{[ODPr \times (Lr \times Life + Mr) \times Rc]}{Life}$$

$$LCGWP = \frac{[GWPr \times (Lr \times Life + Mr) \times Rc]}{Life}$$

- LCODP: Elinkaaren Ozone Depletion Potential arvo (kg CFC 11/(kW/year))
- LCGWP: Elinkaaren Lifecycle Direct Global Warming Potential arvo (kg CO<sub>2</sub>/kW/year)
- GWPr: kylmäaineen Global Warming Potential -arvo (0 - 12000 kg CO<sub>2</sub>/kg r)
- ODPr: kylmäaineen Ozone Depletion Potential -arvo (0 - 0,2 kg CFC 11/kg r)
- Lr: Kylmäaineen vuotoaste (2.0%)
- Mr: Kylmäainevuoto käytöstä poistamisen yhteydessä (10%)
- Rc: Kylmäaineen täyttö (0,065 kun 0,65 kg kylmäainetta per kW)
- Life: Laitteen käyttöikä (10 years)
- Qunit = Laitteen jäähdytyskapasiteetti (kW)
- Qtotal = Laitteiden yhteenlaskettu jäähdytyskapasiteetti (kW)<sup>25</sup>

LEED sertifiointissa oletetaan, että kylmälaitteesta vuotaa 2% joka vuosi ja että laitteen käytöstä poistamisessa vuotaa 10% kylmäaineesta. Näihin oletettiin ei voida vaikuttaa. Sen sijaan laite- tai kaukokylmätoimittaja voi ilmoittaa kylmän tuotantoon käytettävien laitteiden käyttöiän.

Vaatimuksen täytyminen osoitetaan siis laskemalla rakennuksessa käytettyjen kylmäaineiden sekä kaukoenergiajärjestelmän tuotannon kylmäaineiden keskiarvo. Kaukoenergian osalta tarkastellaan kuitenkin vain sitä osuutta, joka palvelee sertifioitavaa rakennusta.

$$\frac{\text{Rakennuksen laskennallinen jäähdytystarve} * \text{Kaukoenergian kylmäaineen vaikutusarvo}}{\text{Rakennuksen laskennallinen jäähdytystarve}} + \left( \frac{\text{Rakennuksen laitteiden jäähdytyskapasiteetti} * \text{Rakennuksen laitteiden vaikutusarvo}}{\text{Rakennuksen laitteiden jäähdytyskapasiteetti}} \right)$$

<sup>25</sup> <https://www.usgbc.org/node/2613584?return=/credits>

## LIITE 6 KAUKOENERGIASSA KÄYTETYN UUSIUTUVAN ENERGIAN HUOMIOIMINEN LEED LUOKITUKSESSA

Kun osa kaukoenergiasta tuotetaan uusiutuvalla energialla, suhteutetaan tuotetun uusiutuvan energian arvo rakennuksen energiankulutukseen ja kaukoenergiajärjestelmän tuoton suhteeseen:

$$\text{Kaukoenergiasta saadun uusiutuvan energian arvo} = \frac{\text{Kaukoenergian tuotannossa käytetyn uusiutuvan energian kustannus}}{\text{Rakennuksen kuluttama osuus tuotetun kaukoenergian määrästä}} *$$

Kaukoenergiasta saadun uusiutuvan energian arvo jaetaan lopuksi rakennuksen vuotuisella laskennallisella energiankustannuksella, jolloin saadaan rakennuksen energiankustannuksia vastaava osuus (%).



## LIITE 7 KAUKOENERGIASSA KÄYTETYN VIHREÄN SÄHKÖN HUOMIOIMINEN LEED LUOKITUKSESSA

Kaukolämmössä käytetyn vihreän sähkön, vihreän sähkön sertifikaattien sekä päästöjen kompensoitien rakennukselle tuoma hyöty määritetään kolmen laskentakaavan avulla seuraavasti:

*Kaukoenergian osuus i joka on tuotettu tai sen tuotanto on katettu vihreällä sähköllä, sertifikaateilla tai päästöjen kompensoinneilla (GS) =*

$$\frac{\frac{\text{Ostettujen vihreän sähkön tai vihreän sähkön sertifikaattinen määrä}}{\text{Energian i tuotantoon käytetty sähkön määrä}} + \frac{\text{Ostettujen päästökompensointien määrä}}{\text{Energian i tuotantoon tarvittavaa polttoaine määrää vastaava kasvihuonekaasujen määrä}}}{\text{Energian i tuottamiseen käytetty kokonaisenergiämäärä}}$$

Kaava 1: Vuosittainen kaukoenergiämäärä joka on tuotettu vihreällä energialla tai katettu vihreän sähkön sertifikaateilla tai kasvihuonekaasupäästöjen kompensoinneilla

*Kaukoenergian osuus rakennuksen kokonaisenergiankulutuksesta (BS) =*

$$\frac{\text{Rakennuksessa käytetty kaukoenergian i määrä}}{\text{Rakennuksen kokonaisenergiankulutus}}$$

Kaava 2: Kaukoenergian osuus rakennuksen vuosittaisesta energiankulutuksesta

*kaukoenergiantuotannossa käytetyn vihreän energian tai päästökompensointien tuoma hyöty =*

$$\sum GS(i) + BS(i)$$

Kaava 3: Kaukoenergian tuotannon osa joka voidaan laskea hyödyksi

## LIITE 8 KYLMÄAINEIDEN VAIKUTUSTEN LASKENTA BREEAM LEED LUOKITUK- SESSA

Jäähdytysjärjestelmän ja käytettyjen kylmäaineiden elinkaaren kasvihuonekaasupäästöt määritetään seuraavan kaavan perusteella:

$$DELCO_2 = \frac{(RLO + RLSR) \times GWP}{CC}$$

, jossa

- GWP: kylmäaineen Global Warming Potential - arvo
- CC: jäähdytyskapasiteetti (kW)
- RLO (Refrigerant Loss Operational) =  $(\text{Ref}_{\text{charge}} \times \text{Sys}_{\text{op-life}} \times (L1 + L2 + S1 + S2)) / 100$
- RLSR (Refrigerant Loss System Retirement) =  $\text{Ref}_{\text{charge}} \times (1 - \text{Ref}_{\text{RECEff}} / 100)$

, joissa

- o  $\text{Ref}_{\text{charge}}$  : kylmäainemäärä (kg)
- o  $\text{Sys}_{\text{op-life}}$  : järjestelmän käyttöikä vuosina
- o  $\text{Ref}_{\text{RECEff}}$  : kylmäaineen takaisinoton tehokkuus (recovery efficiency factor) (%)
- o L1 : vuotuinen vuotoaste (% kylmäainemäärästä)
- o L2: vuotuisen puhdistuksen kylmäaineen vuotoaste (% kylmäainemäärästä)
- o S1: vuotuisen huollon kylmäaineen vuotoaste (% kylmäainemäärästä)
- o S2: järjestelmän katastrofivian todennäköisyys (%)

Mikäli kaukokylmän tuottaja (tai järjestelmän valmistaja) ilmoittaa yläpuoliset arvot järjestelmälleen, voidaan käyttää todellisia arvoja. Muissa tapauksissa käytetään BREEAM:n antamia vakioita, jotka on esitetty alapuolisessa listassa. Kaukokylmän tuottajan on joka tapauksessa ilmoitettava käytetty kylmäainemäärä (kg) sekä jäähdytyskapasiteetti (kW).

- $\text{Ref}_{\text{charge}}$  : todellinen arvo
- $\text{Sys}_{\text{op-life}}$  : todellinen arvo TAI 10-20 vuotta riippuen järjestelmän tyypistä
- $\text{Ref}_{\text{RECEff}}$  : todellinen arvo TAI 95 %
- L1 : todellinen arvo TAI 3-19 % riippuen järjestelmän tyypistä
- L2: todellinen arvo TAI 0,5 tai 0, mikäli vuotuista puhdistusta ei tarvita
- S1: todellinen arvo TAI 0,25 tai 0, mikäli vuotuinen huolto ei vaadi järjestelmän avaamista
- S2: todellinen arvo TAI 1 %
- GWP: todellinen arvo
- ODP: todellinen arvo
- CC: todellinen arvo

## 7. LÄHDELUETTELO

BREEAM International New Construction 2016. SD 233 1.0. BRE

BREEAM In-use International Technical manual. 2016. SD 221 2.0. BRE

Green Building Council Finland – Rakennusten elinkaarimittarit 2013. [http://figbc.fi/wp-content/uploads/2013/01/Rakennusten\\_elinkaarimittarit\\_2013.pdf](http://figbc.fi/wp-content/uploads/2013/01/Rakennusten_elinkaarimittarit_2013.pdf). Viitattu 7.9.2017

LEED Reference Guide for Building design and Construction, v4. 2017. ISBN 978-1-932-444-19. US Green Building Council

[https://energia.fi/files/1184/Kaukolampotilasto\\_2015.pdf](https://energia.fi/files/1184/Kaukolampotilasto_2015.pdf). Viitattu 19.10.2017

<http://glt.rts.fi/etusivu/rts-ymparistoluokitus/luokituskriteerit/>. Viitattu 7.9.2017

<https://joutsenmerkki.fi/tuotteet-ja-palvelut/>. Viitattu 9.6.2017

<https://joutsenmerkki.fi/tietoa-meista/>. Viitattu 9.6.2017

<https://joutsenmerkki.fi/tuotteet-ja-palvelut/>. Viitattu 9.6.2017

<https://leeduser.buildinggreen.com/credit/NC-v4/EAc7#tab-credit-language>. Viitattu 7.9.2017

<http://www.dgnb-system.de/en/projects/>. Viitattu 9.6.2017

<http://www.ecolabel.dk/da/produkter>. Viitattu 9.6.2017

<http://www.greenbooklive.com>. Viitattu 9.6.2017

<http://www.svanemerket.no/produkter/>. Viitattu 9.6.2017

<http://www.svanen.se/en/Find-products/>. Viitattu 9.6.2017

<https://www.usgbc.org/articles/about-leed>. Viitattu 7.9.2017

<https://www.usgbc.org/projects>. Viitattu 9.6.2017

<https://www.usgbc.org/node/2613584?return=/credits>. Viitattu 17.10.2017

<https://www.usgbc.org/node/11020877>. Viitattu 17.10.2017

<https://www.usgbc.org/credits/eapc95v4>. Viitattu 17.10.2017

Joutsenmerkin kriteerit – Pientalot, kerrostalot, koulu- ja päiväkotirakennukset. Versio 3.3. 2017. Ympäristömerkintä

KTI Vastuullinen liiketoiminta 2016. KTI Kiinteistötieto. <https://kti.fi/wp-content/uploads/KTI-Vastuullinen-kiinteistoliiketoiminta-2016.pdf>

Sustainability in the Built Environment – Green Market Study 2017, Ramboll Finland Oy, 2017.

Tuontipolttoaineiden hinnat nousivat viimeisellä neljänneksellä 2016. Julkaisu 8.3.2017 Tilastokeskus. [http://www.stat.fi/til/ehi/2016/04/ehi\\_2016\\_04\\_2017-03-08\\_fi.pdf](http://www.stat.fi/til/ehi/2016/04/ehi_2016_04_2017-03-08_fi.pdf)

Treatment of District Energy CHP Outputs in LEED® for Building Design and Construction: New Construction and Major Renovations. September 1, 2016