

Robin Berlin

# LEED-sertifikaatin asettamat vaatimukset hankekehitys- ja suunnitteluvaiheessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

23.4.2013

Tekijä Otsikko	Robin Berlin LEED-sertifikaatin asettamat vaatimukset hankekehitys- ja suunnitteluvaiheessa
Sivumäärä Aika	36 sivua + 2 liitettä 23.4.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaajat	Suunnittelupäällikkö Ossi Inkilä, SRV Rakennus Oy Rakennusinsinööri Maaria Laukkanen, Metropolia AMK
<p>Tämä insinöörityö tehtiin SRV Rakennus Oy:n toimeksiannosta. Työn tarkoituksena oli tarkastella LEED-sertifikaatin asettamia vaatimuksia hankekehitys- ja suunnitteluvaiheessa sekä kerätä hyväksi todettuja, ympäristöluokitusjärjestelmän vaatimukset täyttäviä suunnitteluratkaisuja SRV:n toteuttamista LEED-kohteista. Projektinjohtorakentamista käsiteltiin tässä työssä yleisellä tasolla, koska SRV:n toiminta perustuu pääosin projektinjohtotoimintaan ja siitä sovellettuun omanlaiseensa toimintamalliin.</p> <p>LEED (<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>) on yhdysvaltalainen kiinteistöjen ympäristöluokitusjärjestelmä, jonka avulla rakennusten ympäristökuormitusta pyritään vähentämään. Järjestelmän on kehittänyt ja sitä ylläpitää ja koordinoi U.S. Green Building Council (<i>USGBC</i>). LEED-järjestelmä tarjoaa kolmannen osapuolen arvion rakennuksen ympäristövaikutuksista yksinkertaisten kriteerien avulla.</p> <p>Työssä tarkasteltiin kahden SRV:n kohteen, Derby Business Parkin ja HOTT / KOy Vantaan Tietotie 11:n, LEED-prosessia New Construction ja Core &amp; Shell -luokissa ja selvitettiin, mitä jonkin tietyn LEED-pisteen ansaitsemisen eteen on tehty ja todennettu. Lopputuloksena syntyi ohje, johon on kerätty LEED:n suunnitteluvaiheen pisteiden vaatimukset sekä kahden edellä mainitun kohteen suunnittelussa huomioituja ja tehtyjä toimenpiteitä. Ohjeen tarkoituksena on olla SRV:n tulevien LEED-kohteiden suunnittelua ohjaavien henkilöiden käytössä ja helpottamassa koko LEED-prosessin kokonaisuuden hallitsemisessa. Lopputuloksena syntynyt ohje ei ole julkinen, vaan tulee ainoastaan SRV:n sisäiseen käyttöön.</p> <p>Tehty työ ja saavutettu lopputulos tulee olemaan yritykselle tärkeä työkalu energiatehokkuuden kehittämisen kannalta. LEED-ympäristöluokitusjärjestelmä on yleistymässä toimitilarakentamisessa koko ajan. Tämän takia on ensiarvoisen tärkeää, että kyseinen järjestelmä tunnetaan mahdollisimman hyvin, jotta siitä saadaan tulevaisuudessa maksimaalinen hyöty irti.</p>	
Avainsanat	LEED, ympäristöluokitus, kestävä kehitys, energiatehokkuus

Author Title	Robin Berlin Requirements for LEED Certification During Project Development and Project Planning Stages
Number of Pages Date	36 pages + 2 appendices 23 April 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructors	Ossi Inkilä, Planning Manager, SRV Rakennus Oy Maaria Laukkanen, Civil Engineer Metropolia UAS
<p>This study was written on assignment of SRV Rakennus Oy. The purpose of the study was to view the LEED requirements during project development and project planning stages and also to gather planning solutions from projects built by SRV that are proven to be good and fulfill the requirements of LEED. Construction project management was viewed in this study, because SRV mainly functions in the field of construction project management.</p> <p>LEED (<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>) is an American rating system for green buildings. LEED is developed and maintained by USGBC (<i>U.S. Green Building Council</i>). LEED provides a third party verification of the building's environmental impacts according to simple criteria.</p> <p>In the study, the LEED certification process of two of SRV's projects, Derby Business Park and HOTT / KOy Vantaan Tietotie 11, is analysed. Derby Business Park applies for LEED certification in the Core &amp; Shell rating system and HOTT / KOy Vantaan Tietotie 11 in the New Construction rating system. The objective of this analysis was to determine, what had been done in these two projects to fulfill the requirements of each credit. The end result was a guide, in which the requirements of each design phase credit is briefly explained as well as the aspects paid attention to in the design of the two earlier mentioned projects. The purpose of the guide is to make the LEED process easier in future projects, and it will be used by the person at SRV that oversees the planning. The guide is not public.</p> <p>This study and end result will be an important tool for improving energy efficiency at SRV. LEED becomes more common in commercial production all the time. Because of this, it is very important, that the rating system is as familiar as possible, so that it can be used to full extent in the future.</p>	
Keywords	LEED, environment, sustainable, energy efficiency

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	LEED	2
2.1	Yleistä	2
2.2	Luokitus	3
2.3	Sertifiointin osa-alueet	4
2.4	Prosessin kulku	10
2.5	Sertifiointin hyödyt	12
2.6	Sertifiointin haasteet	13
3	Projektinjohtorakentaminen	15
3.1	Rakennushankkeen vaiheet	15
3.2	Projektinjohtorakentamisen käsite ja erityispiirteet	16
3.3	Projektinjohtorakentamisen muodot	17
3.4	Projektinjohtototeutus SRV:n mallilla	18
3.5	Projektinjohtototeutus ja LEED	18
4	Tutkimuskohteet	19
4.1	Tutkimuksen tausta	19
4.1.1	Derby Business Park	20
4.1.2	HOTT / KOy Vantaan Tietotie 11	21
4.2	Tutkimusmenetelmät	21
5	Tulokset ja niiden tarkastelu	23

5.1	Lopputulos	23
5.2	Ohjeen sisältö ja sen tarkastelu	23
5.3	Kritiikki ja tulosten vertaaminen teoriaan	32
6	Yhteenveto	33
	Lähteet	35
	Liitteet	
	Liite 1. LEED Core & Shell -pistekortti	
	Liite 2. LEED New Construction -pistekortti	

## Lyhenteet

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.
BREEAM	Building Research Establishment's Environmental Assessment Method.
brm <sup>2</sup>	Bruttoneliometriä.
CFC	Chlorine-Fluorine-Carbon.
CO <sub>2</sub>	Hiilidioksidin kemiallinen merkintä.
GBCI	Green Building Certification Institute.
IPMVP	International Performance Measurement and Verification Protocol.
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design.
LVISA	Lämpö, Vesi, Ilma, Sähkö, Automaatio.
SRI	Solar Reflectance Index.
USGBC	Unites States Green Building Council.
VOC	Volatile Organic Compound.

## 1 Johdanto

Rakentaminen ja rakennusmateriaalien valmistus kuluttavat valtavasti raaka-aineita ja energiaa. Suomen energian loppukäytöstä kuluu yli neljäsosa pelkästään rakennusten lämmittämiseen ja maailmalla arviolta puolet luonnonvarojen kulutuksesta liittyy rakentamiseen. Tämä mielessä pitäen on erityisen tärkeää, että keskitytään yksittäisen rakennuksen energiatehokkuuden lisäksi myös rakennetun ympäristön energiatehokkuuden kehittämiseen kokonaisuutena.

Erilaiset rakennusten ympäristöluokitusjärjestelmät ovat yleistyneet merkittävästi viime vuosina. Yleisesti ottaen rakennukset luokitellaan energiatehokkuuden ja ekologisen kestävyuden mukaan sekä arvioidaan rakennuksen vaikutusta ympäristöön koko elinkaarensa ajalta. Kun rakennukselle on myönnetty jokin tietty ympäristöluokitus, se mahdollistaa sen, että siihen on helpommin löydettävissä käyttäjät, rakennuksen käyttöaste on mahdollista saada paremmaksi ja vuokratulot sekä myyntiarvo on mahdollista maksimoida. [1.]

Rakennusten ympäristöluokitusjärjestelmiä on maailmalla monia. Suomessa suurimassa suosiossa olevat järjestelmät ovat yhdysvaltalainen LEED, brittiläinen BREEAM sekä suomalainen PromisE. Perimmäisenä tarkoituksena kaikissa ympäristöluokitusjärjestelmissä on tavoite vähentää rakentamisesta ja rakennuksen käytöstä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia ympäristöön. Kiinteistösijoittajien mielenkiinto kohdistuu entistä enemmän ympäristöluokiteltuihin kohteisiin ja LEED-luokituksesta katsotaan tällä hetkellä saatavan suurimman hyödyn kansainvälisillä markkinoilla, jonka ansiosta useat sijoittajat suosivat sitä. [2.]

Tämä insinöörityö tehdään SRV Rakennus Oy:n toimeksiannosta. SRV Rakennus Oy on SRV Yhtiöt Oyj:n tytäryhtiö ja on yksi Suomen johtavista rakennusliikkeistä. Yrityksen toiminta perustuu pääosin projektinjohtotoimintaan ja siitä sovellettuun, omanlaisensa toimintamalliin.

Tässä työssä tarkastellaan LEED-ympäristöluokitusjärjestelmää ja sen asettamia vaatimuksia hankekehitykseen ja suunnitteluun. Työn tavoitteena on tutkia ja kerätä hyväksi todettuja, ympäristöluokitusjärjestelmän vaatimukset täyttäviä suunnitteluratkaisuja ja SRV:n toteuttamista LEED-kohteista, joita kohteen suunnittelunohjauksesta vastaa-

va henkilö voi hyödyntää työssään. Tässä työssä tarkastellaan erityisesti LEED:n Core & Shell sekä New Construction -luokkia uudisrakentamisen kannalta, koska ne ovat yleisimmin käytössä SRV:n kohteissa. LEED:n kiinteästi rakennustuotantoon vaikuttavia asioita ei tässä työssä käsitellä.

## 2 LEED

### 2.1 Yleistä

LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) on yhdysvaltalainen kiinteistöjen ympäristöluokitusjärjestelmä, jonka avulla kiinteistöjen rakentamisen ja käytön aikaista ympäristökuormitusta pyritään vähentämään. Järjestelmän on kehittänyt ja sitä ylläpitää ja koordinoi U.S. Green Building Council (*USGBC*). Kuvassa 1 on esitetty USGBC:n logo. LEED-järjestelmä tarjoaa kolmannen osapuolen arvion rakennuksen ympäristövaikutuksista yksinkertaisten kriteerien avulla. [3.]

LEED pyrkii ohjaamaan rakennushanketta siten, että rakennuksen haitalliset ympäristövaikutukset pyritään vähentämään koko sen elinkaaren ajalta. Tämä ulottuu aina rakennusmateriaalien ja rakennusosien valmistuksesta rakennuksen käyttöön ja käytöstä poistamiseen. LEED-järjestelmä muuttaa suunnittelun, rakentamisen ja käytön menetelytapoja ympäristöystävällisempään suuntaan. Järjestelmä tarjoaa rakennuksen omistajalle tarvittavat työkalut, joiden avulla rakennuksen ympäristötehokkuus saadaan optimaaliselle tasolle, samalla tarjoten terveellisen sisäympäristön rakennuksen käyttäjille. Tällä hetkellä käytössä on LEED 2009 -versio ja lähitulevaisuudessa järjestelmästä on tulossa uusi versio, LEED v4. [3.]





Kuva 1. USGBC:n logo [3.]

## 2.2 Luokitus

LEED-järjestelmässä ansaitaan pisteitä (*Credit*) toteutuneiden kriteerien perusteella ja pistemäärä puolestaan ratkaisee rakennuksen saaman luokitusaston. Pisteiden ansaitsemisen lisäksi rakennuksen tulee täyttää kaikki lähtötietovaatimukset (*Prerequisite*), joista ei saa pisteitä. Jos rakennus ei täytä kaikkia lähtötietovaatimuksia, ei sertifiointia ole mahdollista saada. LEED-järjestelmässä on neljä eri luokitusastoa, jotka paremmuusjärjestyksessä ovat platina, kulta, hopea ja sertifioitu. Tällä hetkellä käytössä olevat luokitusastot sekä niiden saavuttamiseen vaadittavat pistemäärät on esitetty kuvassa 2. [4.]



Kuva 2. LEED-luokitusastot ja vaaditut pistemäärät [5.]

LEED-järjestelmässä on yhdeksän eri rakennuksille tarkoitettua luokkaa:

- *New Construction* (Uudisrakentaminen)
- *Existing Buildings: Operations and Maintenance* (Kiinteistöjen käyttö ja ylläpito)
- *Core & Shell* (Rakenteet ja ulkovaippa)
- *Commercial Interiors* (Kaupalliset sisätilat)
- *Retail* (Vähittäiskauppa)
- *Homes* (Asunnot)
- *Neighborhood Development* (Lähiympäristön kehittäminen)
- *Schools* (Koulut)
- *Healthcare* (Terveystenhoito). [4.]

Tässä työssä tarkastellaan New Construction ja Core & Shell -luokkia, koska ne ovat tällä hetkellä ajankohtaisimpia SRV:n kohteissa ja tässä työssä tutkittavissa projekteissa käytössä.

### 2.3 Sertifiointin osa-alueet

Jokainen luokka on jaettu pienempiin pistekategorioihin, joissa on mahdollista saavuttaa pisteitä:

- *Sustainable Sites* (Kestävä maankäyttö ja lähiympäristö)
- *Water Efficiency* (Vedenkäytön tehokkuus)
- *Energy and Atmosphere* (Energian käyttö)
- *Materials and Resources* (Materiaalien valinta ja kierrätys)
- *Indoor Environmental Quality* (Sisäilmaston laatu)
- *Innovations in Design* (Innovaatiot suunnittelussa). [4.]

Kaikista edellä mainituista pistekategorioista ansaitut pisteet lasketaan yhteen, josta saavutettu kokonaispistemäärä lopulta muodostuu. Taulukosta 1 käy ilmi Core & Shell

sekä New Construction -luokkien eri pistekategorioiden maksimipistemäärät. Tämän työn liitteet 1 ja 2 ovat Core & Shell sekä New Construction -luokkien yksityiskohtaiset pistekortit, joista on nähtävissä jokaisen yksittäisen Creditin tuomat pistemäärät.

Taulukko 1. LEED:n Core & Shell sekä New Construction -luokkien pisteiden kertyminen pistekategorioiden. [6. s. xix-xxii.]

LEED	Luokat	
Pistekategoriat	Core & Shell	New Construction
Kestävä maankäyttö ja lähiympäristö	28	26
Vedenkäytön tehokkuus	10	10
Energian käyttö	37	35
Materiaalien valinta ja kierrätys	13	14
Sisäilmaston laatu	12	15
Innovaatiot suunnittelussa	10	10

Seuraavassa osiossa esitellään edellä mainitut pistekategoriat sekä selostetaan niiden perimmäiset tarkoitukset ja miksi ne ovat LEED:n kannalta olennaisia.

#### *Kestävä maankäyttö ja lähiympäristö*

Rakentaminen vaikuttaa ympäristöön monella tavalla. Viheralueelle tai aiemmin rakentamattomalle alueelle rakentaminen vähentää luonnonmukaista ympäristöä. Rakennuksen ympäristökuormitusta voidaan pienentää merkittävästi rakentamalla valitseamalla aiemmin rakennetun tontin rakennusta varten. Rakennuksia koskevat ympäristövaikutukset ulottuvat aina ajoneuvojen käyttöön ja siihen liittyvään infrastruktuuriin, koska rakennuksen käyttäjien on kuljettava alueelle ja sieltä pois jollain tapaa. Erilaiset päätöt ympäristöön vaikuttavat ilmastomuutokseen, savusumuun, happosateisiin ja muihin merkittäviin ilmanlaatuongelmiin. Rakennuksen sijoittamisella asuinalueen läheisyyteen, lukittavien polkupyöräpaikkojen tarjoaminen, henkilökunnan pukeutumis- ja peseytymistilat, mahdollisuus joukkoliikenteen käyttöön ja vaihtoehtoisten polttoaineiden tankkauspaikkojen läheisyys kannustavat vaihtoehtoisen kulkutavan käyttöön. [6. s. 1.]

Kestävän maankäytön tavoitteena on vähentää rakennustoiminnasta maaperään syntyviä ongelmia hallitsemalla eroosiota, veden aiheuttamaa maa-aineksen painumaa ja pölyn muodostumista. Lisäksi tehokkaalla hulevesien hallinnalla voidaan hallita ja vähentää erilaisten saasteiden imeytymistä maaperään. Suojelemalla viheralueita, sekä eläinten että kasvien elinympäristöjä on mahdollista säilyttää. [6. s. 1-2.]

Tummien ja heijastamattomien pintojen käyttö pysäköintialueilla, katoilla, jalkakäytävillä ja muilla pinnoilla edistää lämpösaarekeilmiötä. Tummat ja heijastamattomat pinnat absorboivat auringon säteilyä tehokkaasti lämmittäen pintaa. Ilmiö on erityisen tavallinen kaupunkialueilla ja sen seurauksena kaupunkialueiden lämpötilat ovat usein ympäristöään korkeammat. Lämpösaarekeilmiö nostaa rakennuksen sisä- ja ulkolämpötiloja, mikä johtaa lisääntyneeseen jäähdytyksen tarpeeseen. Jäähdytystarvetta voidaan merkittävästi pienentää käyttämällä heijastavia materiaaleja ja suojaavaa kasvillisuutta. Haitallista valosaastetta pyritään myös minimoimaan. [6. s. 2.]

### *Vedenkäytön tehokkuus*

Vedenkäytön tehokkuus -osa-alueella pyritään ohjaamaan ratkaisuihin, joiden avulla veden kulutusta saadaan pienennettyä merkittävästi tavalliseen rakentamiseen verrattuna. Vedenkäytön pienentäminen onnistuu esimerkiksi elektronisilla hanoilla, kompostikäymälöiden avulla, erityisillä jäte- ja hulevesijärjestelmillä. Viheralueiden kastelu on myös mahdollista toteuttaa muulla kuin juomakelpoisella vedellä. Pelkästään julkisten rakennusten wc-istuinten huuhteluveden määrän vähentämisellä voi olla merkittävä energiaa säästävä vaikutus. [6. s. 162.]

Tehokkaalla vedenkäytöllä voidaan energiakuluja pienentää vähentämällä käsiteltävän, lämmitettävän, jäähdytettävän ja jaettavan veden määrää. Kaikki edellä mainitut toimenpiteet kuluttavat valtavasti energiaa. Lämpimän veden tehokas käyttö on erityisen tärkeää, koska siitä aiheutuvat suurimmat kulut. Vedenkäytön mittaaminen ja vähentäminen sekä käyttötottumusten kehittäminen ovat erityisen tärkeitä asioita tehokkaassa vedenkäytössä. [6. s. 162.]

### *Energian käyttö*

Lämmön ja sähkön tuottaminen fossiilisilla polttoaineilla vaikuttaa negatiivisesti ympäristöön jokaisessa sen tuottamisen ja käytön vaiheessa. Fossiilisten polttoaineiden

käyttö aiheuttaa hiilidioksidi- ja muita kasvihuonekaasupäästöjä, jotka edistävät ilmastomuutosta. Kivihiilen poltto päästää ilmaan suuria määriä saasteita, kuten hiilidioksidia, rikkidioksidia, typen oksideja sekä erilaisia pienhiukkasia. Jokaisesta kivihiilellä tuotetusta megawatista sähköä ilmakehään pääsee noin 1000 kg hiilidioksidia. [6. s. 213.]

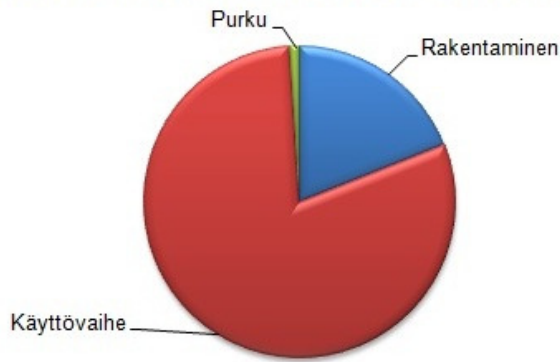
Ympäristöystävälliset rakennukset vaikuttavat päästöongelmiin kahdella tavalla. Ne pienentävät rakennuksen käytössä tarvittavaa energian määrää sekä hyödyntävät ympäristömyönteisiä energiamuotoja. Mitä energiatehokkaampi rakennus on, sitä vähemmän se kuluttaa energiaa. Tämän ansiosta rakennuksen tarvitseman energian tuotannosta aiheutuu pienempi määrä kasvihuonekaasuja. Rakennuksen energiatehokkuus riippuu suurimmalta osin sen suunnittelusta. Rakennuksen suuntaus, käytettävät materiaalit, rakennustapa, vaippa, vedenkäytön tehokkuus, lämmitys, ilmanvaihto ja valaistus yhdessä määrittelevät kuinka energiatehokas rakennus on. [6. s. 213-214.]

#### *Materiaalien valinta ja kierrätys*

Materiaalien valinnalla on mahdollista vaikuttaa rakennuksen ympäristöystävällisyyteen koko sen elinkaaren aikana. Materiaalien tuotannolla, käytöllä ja hävityksellä on suuri vaikutus ympäristöön saastuttamisen ja luonnonvarojen kulutuksen kannalta. Käyttämällä ympäristöystävällisiä materiaaleja, voidaan tehokkaasti vaikuttaa moneen asiaan. Esimerkiksi käyttämällä materiaaleja, joiden valmistuksessa on käytetty kierrätettyjä raaka-aineita, voidaan raaka-aineiden alkutuotannon haitallisia vaikutuksia ympäristöön vähentää sekä pienentää kaatopaikoille joutuvan jätteen määrää. Paikallisista lähteistä peräisin olevia materiaaleja käytettäessä tuetaan lähialueen toimijoita ja yrityksiä samalla kuin vähennetään kuljetuksista johtuvaa ympäristökuormaa. [6. s. 335.]

Rakennuksen elinkaarta tarkasteltaessa kaikkein suurimmat päästöt syntyvät rakennuksen käytön aikana, kuten kuvasta 3 nähdään. Erilaisten elinkaaritarkasteluiden avulla voidaan varmistaa, että jotkin erityiset valinnat rakennuksen tietyssä elinkaarivaiheessa eivät kasvata päästöjä muissa vaiheissa. Joissain tapauksissa voi olla perusteltua kasvattaa rakentamisvaiheen päästöjä, jos käyttövaiheen päästöjä voidaan merkittävästi vähentää. Esimerkiksi voi olla järkevää käyttää sellaisia rakennusmateriaaleja, joiden valmistuksesta on aiheutunut suuret päästöt, mutta joiden avulla rakennuksen elinkaaripäästöt voidaan minimoida. [7.]

## Elinkaaripäästöjen toteutuminen



Kuva 3. Päästöjen jakautuminen rakennuksen elinkaaren aikana. [7.]

Tarkalla materiaalien valinnalla voidaan vaikuttaa vähentävästi rakennusjätteiden syntyyn. Pienentyneellä jätteiden määrällä sekä tehokkaalla jätteiden lajittelulla ja kierrätyksellä vähennetään kaatopaikkaläjityksestä ja jätteiden poltosta aiheutuvaa ympäristökuormitusta. Rakennusten uusiokäyttö on yksi tehokkaimmista keinoista ympäristöhaittojen vähentämisessä. Olemassa olevan rakennuksen käyttö aiheuttaa vähemmän rakentamisen aikaista häiriötä ympäristölle ja uuden infrastruktuurin rakentamisen tarve on yleensä pienempi kuin uudisrakennuskohteissa. Jos olemassa olevien rakennusosien uusiokäyttö on mahdollista, voidaan jätteiden määrää sen avulla pienentää sekä suunnata muualle kuin kaatopaikoille. [6. s. 335.]

### *Sisäilmaston laatu*

Sisäilmaston suojeleminen epäpuhtauksilta on hyvin tärkeää ylläpidettäessä terveellistä ympäristöä rakennuksen käyttäjille. Sisäilmasto muodostuu sisäilmasta ja siihen vaikuttavista fysikaalisista tekijöistä, kuten kaasumaisista yhdisteistä, hiukkasmaisista epäpuhtauksista, lämpötilasta, kosteudesta, ilman liikkeestä, säteilystä, valaistuksesta sekä melusta. Sisäilmalla puolestaan tarkoitetaan ainoastaan sisätiloissa hengitettävää ilmaa, joka koostuu ilman perusosien lisäksi mahdollisista eri lähteistä peräisin olevista kaasumaisista ja hiukkasmaisista epäpuhtauksista. [8.]

Sisäilma koetaan hyväksi, jos rakennuksen käyttäjät eivät koe johonkin erityiseen rakennukseen liittyviä oireita. Koska ihminen viettää noin 90 % ajasta sisätiloissa ja hengittää päivittäin jopa 40 m<sup>3</sup> ilmaa, on sisäilman laadun huomioiminen erityisen tärkeää terveellistä sisäympäristöä luodessa. Sisäilma vaikuttaa oleellisesti tilojen käyttäjien viihtyvyyteen, terveyteen ja työtehoon. [8.]

Tehokas ilmanvaihto on tärkeimpiä keinoja mahdollistaa hyvä sisäilman laatu. Tehokkaaseen ilmanvaihtoon saattaa kulua normaalia enemmän energiaa, mutta kulutusta voidaan pienentää esimerkiksi lämmön talteenotolla ja erilaisilla aikaohjelmilla, jolloin ilmanvaihto toimii pienemmällä teholla silloin, kun tiloja ei käytetä. [6. s. 402.]

Tupakansavu on erityisen haitallista terveelliselle työympäristölle, koska tupakansavu sisältää tuhansia eri kemikaaleja, joista yli 50 on karsinogeenisia eli syöväälle altistavia aineita. Myös passiivisella altistumisella tupakansavulle on todettu olevan yhteys kasvaneeseen riskiin sairastua keuhkosityöpään tai sydän- ja verisuonitauteihin. Tämän takia tupakointi tulisi kieltää sisätiloissa sekä rajoittaa tietyille alueille ulkotiloissa. [6. s. 402.]

Korkeat hiilidioksidiarvot sisätiloissa ovat haitallisia hyvän sisäilmaston kannalta. Korkeilla hiilidioksidin arvoilla ei ole todettu aiheuttavan vakavia terveysongelmia, mutta johtaa työntekijöiden väsymyksen tunteeseen ja sitä kautta vaikuttaa alentavasti työtehoon. Eri lähteistä peräisin olevat ilman sisältämät hiukkaset heikentävät myös sisäilman laatua. [6. s. 402.]

Sisäilmaston laatuun voidaan myös vaikuttaa käytettävillä materiaaleilla. Materiaalit, jotka eivät päästä haitallisia yhdisteitä sisäilmaan ovat terveellisempiä ja turvallisempia käyttäjän kannalta. Erityisesti tarkastellaan liimoja, mattomateriaaleja, maaleja sekä muita pintamateriaaleja ja niiden päästöjä. [6. s. 402-403.]

Rakennuksen käyttäjien maksimaalinen työteho ja viihtyvyys voidaan mahdollistaa tarjoamalla yksilölliset valaistuksen ja lämpötilan säätömahdollisuudet. Luonnonvalon tehokas hyödyntäminen lisää viihtyvyyttä ja samalla vähentää valaistukseen tarvittavan energian määrää. [6. s. 402-403.]

### *Innovaatiot suunnittelussa*

Innovaatiot suunnittelussa -kategoriassa ansaitaan pisteitä ratkaisusta tai toimintatavoista, jotka merkittävästi säästävät ympäristöä. Uutta tekniikkaa tulee markkinoille koko ajan ja uudet ajantasaiset tutkimustiedot voivat olla hyödyksi rakennusta tai sen toimintaa suunniteltaessa. Innovaatiopisteitä voidaan saavuttaa esimerkiksi ylittämällä jonkin aiemman pisteen vaatimukset merkittävästi, keksimällä uusia ympäristöä sääs-

täviä toimintatapoja tai käyttämällä LEED-akkreditoitua henkilöä osana projektia. [6. s. 591.]

## 2.4 Prosessin kulku

Kun päätös LEED-sertifikaatin hakemisesta on tehty, aloitetaan koko prosessi rekisteröimällä projekti GBCI:n (*Green Building Certification Institute*) järjestelmään. Rekisteröinnin yhteydessä saadaan käyttöoikeus työkaluihin ja resursseihin, joita sertifiointissa tarvitaan. LEED Online on pääasiallinen toimintaympäristö LEED-dokumentoinnin hallitsemiseen. LEED Onlinessa projektiryhmän jäsenet voivat hallita projektin tietoja, tarkastella dokumentointivaatimuksia pisteille ja lähtötietovaatimuksille, jättää aineistoa tarkasteltavaksi ja saada palautetta mahdollisten lisäselvennysten suhteen sekä lopuksi saada sertifikaatti. [6. s. xvi.]

Rekisteröinnin jälkeen LEED-projektiryhmä tekee ennako-arvioinnin, jossa selvitetään mitkä pisteet ovat helposti tai kohtuullisin ponnistuksin saavutettavissa ja mitkä pisteet vaativat merkittäviä toimenpiteitä tai eivät ole saavutettavissa. Ennakoarvioinnin perusteella päätetään, mitä luokitusastoa lähdetään hakemaan ja sen perusteella luodaan edellytykset suunnittelulle. [9.]

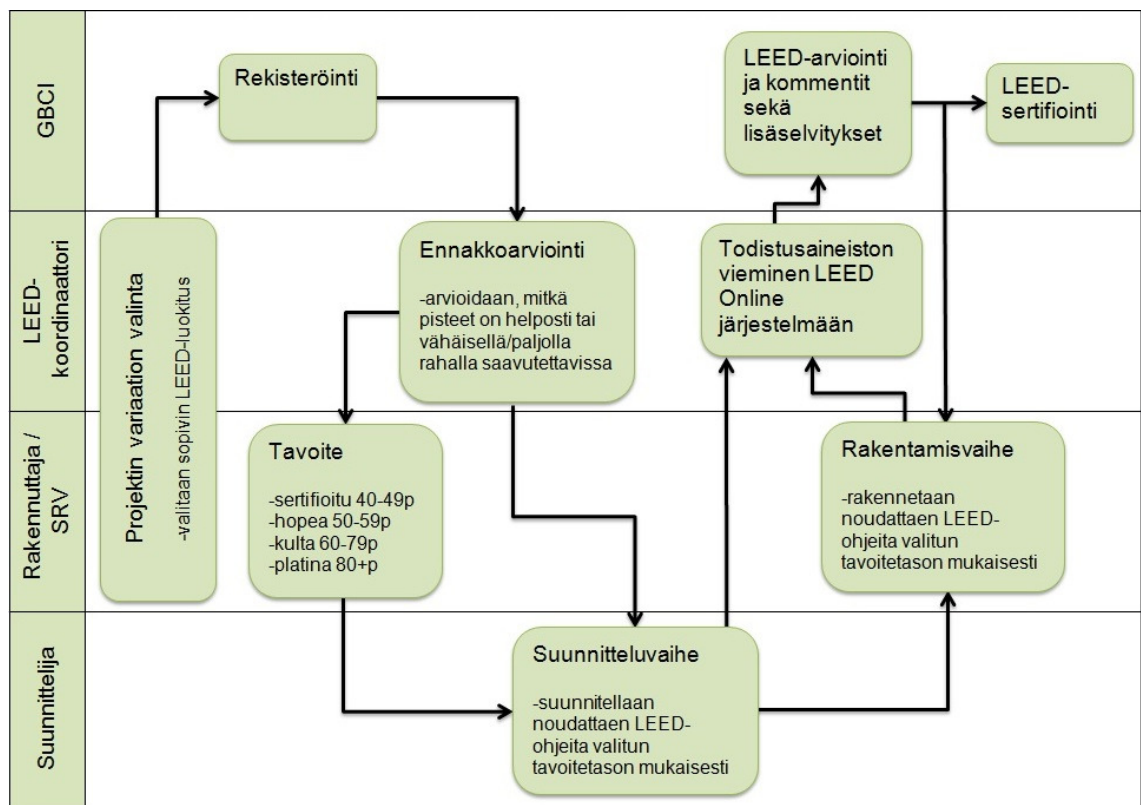
Suunnitteluvaiheessa rakennus suunnitellaan LEED-ohjeita noudattaen ja valitun tavoitetaso mukaisesti. Suurin osa LEED-pisteistä liittyy suunnitteluun ja erilaisiin suunnitteluratkaisuihin, joten on syytä huomioida ympäristöluokitusjärjestelmän asettamat vaatimukset jo hankkeen alkumetreillä. Suunnitteluvaiheen pisteiden ansaitsemiseksi vaadittavat dokumentit viedään LEED Online -järjestelmään suunnitteluvaiheen päätyttyä. Vaatimukset todistusaineiston suhteen vaihtelee pistekohtaisesti. Yleisimmät toimitettavat dokumentit ovat erilaiset arkkitehtiirustukset ja LVISA-suunnitelmat (*Lämpö, Vesi, Ilma, Sähkö, Automaatio*). Suunnitteluvaiheen pisteiksi lasketaan tässä työssä olevan ne, jotka ovat LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction -käsikirjassa [6.] merkitty D-kirjaimella. D-kirjaimella osoitetaan, että piste kuuluu suunnitteluvaiheeseen. Kun suunnitteluvaiheen pisteiden aineisto on tarkastettu GBCI:n toimesta, saadaan tieto saavutettujen pisteiden määrästä ja tämän perusteella voidaan luokitusastotavoitetta tarvittaessa muuttaa. Esimerkiksi jos pisteitä on kertymässä odotettua enemmän, voidaan tehdä päätös korkeamman luokitusaston hakemisesta. Tähän asiaan kuitenkin vaikuttaa suuresti rakennuttajan tai rakennuksen omista-



jan halukkuus ja kiinnostus asiaa kohtaan, koska korkeamman tason saavuttaminen vaatii yleensä suuremman rahallisen investoinnin. [9.]

Rakentamisvaiheessa on myös suuri määrä asioita, joita on otettava huomioon työmaan päivittäisessä toiminnassa. Rakentamisvaiheen jälkeen viedään viimeiset dokumentit LEED Online -järjestelmään arviointia ja kommentointia varten. Rakentamisvaiheen pisteiksi lasketaan tässä työssä olevan ne, jotka ovat LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction -käsikirjassa [6.] merkitty C-kirjaimella. C-kirjaimella osoitetaan, että piste kuuluu rakentamisvaiheeseen.

Jos jokin dokumentti koetaan puutteelliseksi, on kyseiseen asiaan mahdollista antaa lisäselvityksiä tarpeen mukaan. Kaiken aineiston jättämisen ja tarkastelun jälkeen seuraa varsinainen sertifiointi, josta saadaan todistus. Kuvassa 4 on havainnollistettu LEED-prosessin kulku sekä toimenpiteet osapuolittain. [9.]



Kuva 4. LEED-prosessin kulku, muokattu alkuperäisestä. [9.]

Aiemmin mainittuun LEED-projektiryhmään oletetaan kuuluvaksi kaikki ne osapuolet, joilla on vaikutusta tavoiteltavien pisteiden saavuttamiseen. Suunnittelijoista suurimmat

vaikutusmahdollisuudet liittyen LEED:iin ovat arkkitehdillä sekä LVISA-suunnittelijoilla. Työmaan hankintoja tekevien henkilöiden tulee olla tietoisia siitä, mitä heidän tulee hankintoja tehdessään ottaa huomioon. Rakennuttaja on tärkeä osa LEED-projektiryhmää, koska tämä yleensä määrittelee esimerkiksi tavoitteet, jotka projekti-ryhmään kuuluvat suunnittelunohjauksesta vastaava henkilö ja LEED-koordinaattori on otettava huomioon työssään. [10.]

LEED-projektiryhmää ohjaa yleensä rakennusliikkeestä riippumaton taho, LEED-koordinaattori, jonka johdolla LEED:iin liittyvät asiat viedään läpi. Koordinaattorin avulla suunnittelua ohjataan LEED-vatimusten mukaiseksi sekä ohjataan työmaahenkilöstön toimintaa erilaisten tarkastusten ja tehtävien vaatimusten mukaiseen hoitamiseen. LEED-koordinaattori on myös se, joka kirjaa kaikki asiat LEED Online -järjestelmään.

## 2.5 Sertifiointin hyödyt

Rakennusalalla kulutetaan eniten luonnonvaroja koko maailmassa. Kestävän kehityksen mukainen rakentaminen, johon voidaan vaikuttaa suunnittelun, rakentamisen ja käytön aikana, vähentää merkittävästi rakennuksen haitallisia vaikutuksia ympäristöön. Lisäksi rakennuksen arvo on korkeampi, rakennusta käyttävien työntekijöiden työteho on suurempi sekä huonosta sisäilman laadusta käyttäjälle aiheutuvat ongelmat ovat pienemmät. [6. s. xi.]

Ympäristöystävällisellä rakentamisella on lisäksi mahdollista saavuttaa muun muassa seuraavia asioita:

- pienemmät käyttö- ja ylläpitokulut
- vähentynyt kaatopaikkajätteen määrä
- energian ja veden pienempi kulutus
- parempi sisäilman laatu
- pienemmät kasvihuonekaasupäästöt. [3.]

Rakennuksen ympäristöluokitus luo rakennusta käyttävästä yrityksestä ympäristömyönteisen kuvan, mikä nykyään on erittäin vahva imagoetu. Pelkästään rakennuksen sijoituksella voidaan vaikuttaa moneen asiaan. Lyhyet etäisyydet palveluihin ja asuin-

alueisiin voi loppukäyttäjän kannalta olla merkittävä kulutuksen ja päästöjen vähentämiseen vaikuttava tekijä. Hyvät julkiset kulkuyhteydet puolestaan kannustaa rakennuksen käyttäjää valitsemaan jonkin muun kulkutavan kuin oman henkilöauton. [11.]

Kestävän kehityksen mukaisesta rakentamisesta on myös konkreettista rahallista hyötyä. Energiatehokas rakentaminen lisää rakennuskustannuksia, mutta siitä saatavat hyödyt ja säästöt ovat kuitenkin suurempia rakennuksen omistajan kannalta. Kuten taulukosta 2 huomataan, voivat LEED:stä johtuvat rahalliset vaikutukset olla Pöyryn toteuttaman tutkimuksen mukaan hyvinkin merkittäviä. [2.]

Taulukko 2. LEED:stä johtuvia rahallisia vaikutuksia. [2.]

Rahallinen hyöty	Vaikutusprosentti
Pienentyneet käyttö- ja ylläpitokulut	8-9%
Rakennuksen suurempi arvo	7,5%
Sijoitetun pääoman parantunut tuotto	6,6%
Suuremmat vuokratulot	3%

## 2.6 Sertifiointin haasteet

LEED-vaatimusten ja eri maiden omien rakentamista koskevien määräysten yhteensovittaminen on joissain tapauksissa hankalaa. Koska Suomessa on käytössä melko tiukat rakentamismääräykset, on LEED-sertifiointi mahdollista saavuttaa melko pienellä lisätyöllä. Suomen määräysten mukaan rakennettu rakennus saavuttaa hopeatason suhteellisen helposti ja jos rakennuksen sijainti on hyvä, ei kultatasokaan ole vaikea saavuttaa. Koska rakennuksen sijainnilla on LEED:n kannalta hyvin suuri merkitys, voi kaksi samanlaista rakennusta saavuttaa eri määrän pisteitä riippuen siitä, onko rakennus hyvällä vai huonolla paikalla. Sijainnin suuri merkitys luo suuren paineen rakentaa taajama-alueille entistä enemmän, koska rakentamisalueen tiheys ja julkisen liikenteen yhteydet otetaan huomioon. Suuren ihmismassan ja teollisuuden keskittäminen pienelle alueelle voi pahimmassa tapauksessa johtaa erittäin vaikeisiin ilmanlaatuongelmiin. [2; 12.]

Rakennuksen LEED-sertifiointi lisää yleensä rakentamisen kustannuksia. Tämä johtaa juurensa siihen, että tavanomaiseen rakentamiseen verrattuna joudutaan joissain tapauksissa turvautumaan kalliimpiin suunnitteluratkaisuihin tavoitteen saavuttamiseksi. Taulukossa 3 on esitetty tutkimuspohjaiset arviot siitä, kuinka suuren lisäinvestoinnin tiettyyn LEED-luokkaan pääsemiseksi vaatii. Taulukon lukemat ovat viitteellisiä Yhdysvaltojen markkinoilla, mutta ovat Suomessakin suuntaa antavia. Sertifiointi itsessään maksaa tietyn summan, mikä on riippuvainen kohteen laajuudesta. [9.]

Taulukko 3. Eri LEED-luokkiin pääsemiseen vaadittavat lisäinvestoinnit. [9.]

LEED-luokka	Vaikutusprosentti
Platina	6,8%
Kulta	2,2%
Hopea	1,9%
Sertifioitu	0,66%

Koska LEED on amerikkalainen järjestelmä, voi joissain tapauksissa olla hankala saada luotettavaa ja ymmärrettävää tietoa koskien vaadittavaa dokumentointia. LEED:ssä viitataan hyvin monessa kohtaa erilaisiin amerikkalaisiin standardeihin, joiden vaatimukset on täytettävä tiettyjen pisteiden saavuttamiseksi. Tämän takia on lähes välttämätöntä, että projektiin osallistuu LEED:n hyvin tunteva henkilö, jonka johdolla hanketta ohjataan asetetun tavoitteen suuntaan sekä vastaa luokituksen hakemisesta vaatimusten mukaisella tavalla. Myös se, että LEED:iä varten käsiteltävä aineisto on englanniksi, asettaa omat haasteensa kielitaidon ja luetun ymmärtämisen suhteen.

Saman aiemmin mainitun Pöyryn toteuttaman tutkimuksen mukaan yksi vihreän rakentamisen suurimpina haasteina on saada sijoittajat uskomaan, että lisäinvestoinneille on mahdollista saada riittävä tuotto. Osaamisen puute ja asiakkaiden melko vähäinen kiinnostus vihreää rakentamista kohtaan nähdään myös ongelmana. [2.]

### 3 Projektinjohtorakentaminen

Tässä luvussa käsitellään projektinjohtorakentamista yleisesti, koska SRV:n toiminta perustuu pääosin projektinjohtotoimintaan ja siitä sovellettuun, omanlaiseensa toimintamalliin. Rakennushankkeen vaiheita käsitellään myös lyhyesti ja yleisellä tasolla kokonaiskuvan luomiseksi.

#### 3.1 Rakennushankkeen vaiheet

Talonrakennushankkeen tarkoitus on luoda käyttäjälle tiettyä toimintaa palveleva, tarpeet täyttävä tila. Talonrakennushanke kattaa kaikki ne toimenpiteet, jotka ovat tarpeen kyseisen tilan toteuttamisessa. Rakennushanke katsotaan alkaneeksi, kun tila on päätetty hankkia rakentamalla ja päättyneeksi kun rakennettu tila on otettu käyttöön. [13.]

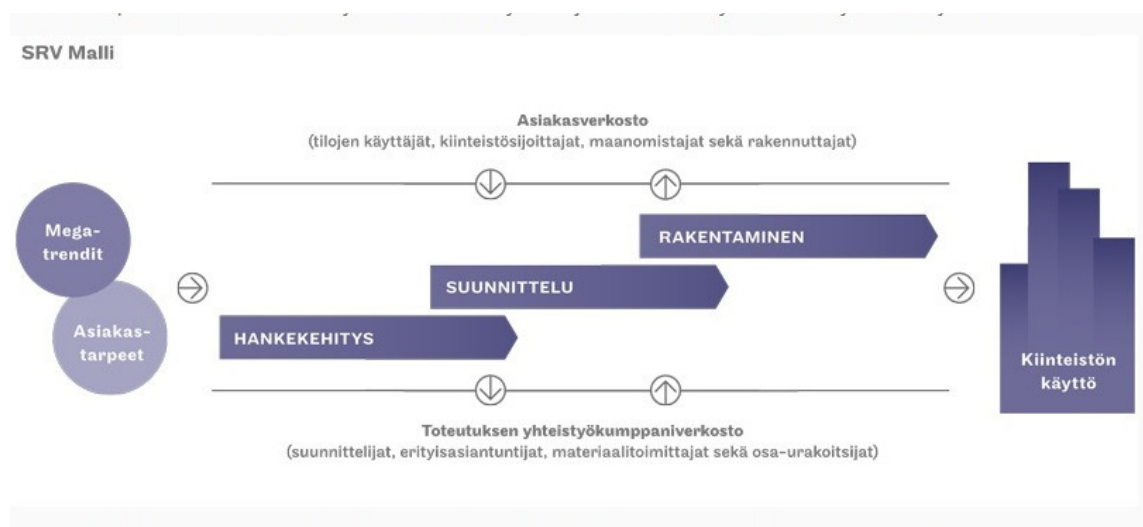
Rakennushanke jaetaan yleisesti ottaen seuraavasti:

- tarveselvitys
- hankesuunnittelu
- rakennussuunnittelu
- rakentaminen
- käyttöönotto. [13.]

Tarveselvitysvaiheen tarkoituksena on selvittää ja arvioida hankkeeseen ryhtymisen tarpeellisuutta, edellytyksiä ja mahdollisuuksia. Tulosten perusteella tehdään tarveselvitys, jonka perusteella hankkeen perusolemus määritellään. Hankesuunnitteluvaiheessa selvitetään ja arvioidaan tarkasti hankkeen toteuttamistarpeet, toteuttamismahdollisuudet ja vaihtoehtoiset toteuttamistavat. Selvityksen perusteella tehdään hankesuunnitelma, jossa asetetaan laajuus-, laatu-, aika- ja kustannustavoitteet. Rakennussuunnitteluvaiheessa arkkitehtoninen ratkaisu, tekniset järjestelmät ja toteuttamistapa päätetään hankesuunnitelman perusteella. Kun tuotesuunnittelu on viety riittävän pitkälle, voidaan valita urakointitapa, valmistella rakennusurakat, tehdä rakentamispäätös ja solmia urakkasopimukset. Hankkeen suunnitellun lopputuotteen varsinainen toteutus tapahtuu rakentamismuutoksissa. Rakentamismuutos alkaa kun urakkasopimus rakentami-

sesta on solmittu ja päättynyt vastaanottopäätökseen. Käyttöönoton aikana käyttäjät perehdytetään rakennuksen käyttöön ja käynnistetään rakennukseen aiottu toiminta. [13.]

SRV:n toimintamallin mukaisessa hankkeessa on ominaista hankekehitys-, suunnittelu- ja toteutusvaiheiden vahva limittäminen, jolloin tehtävien ja vastuiden epäjatkuvuuskoh- tia ei synny projektin edetessä. Tässä kohtaa suunnittelun tarkoituksena on luoda ra- kennuslupa-aineisto ja rakennustuotannolle toteuttamiskelpoiset suunnitelmat. Käytän- nössä limittäminen tarkoittaa sitä, että suunnittelu jatkuu myös itse tuotannon aikana, jolloin suunnitteluratkaisut viedään entistä tarkemmalle tasolle. Kuvasta 5 on esitetty rakennushankkeen kulku SRV:n toimintamallilla. [14.]



Kuva 5. Rakennushankkeen kulku SRV:n toimintamallilla. [15.]

### 3.2 Projektinjohtorakentamisen käsite ja erityispiirteet

Projektinjohtorakentamisella tarkoitetaan sellaista hankkeen järjestämismuotoa, jossa ammattimainen projektinjohtototeuttaja johtaa hanketta läheisessä yhteistoiminnassa tilaajan kanssa. Projektinjohtorakentamisessa toteutussuunnittelu, hankinnat ja raken- taminen limitetään jakamalla rakennustyö lukuisiin hankintoihin, jotka kilpailutetaan suunnittelun etenemisen myötä. Tämä mahdollistaa suunnittelun, hankinnan ja raken- tamisen yhdistämisen sekä ajallisen limityksen. [16. s. 30.]

Projektinjohtototeutuksen avulla pyritään lyhentämään hankkeen kokonaiskestoa, pa- rantamaan suunnitelmien kehittämisen joustavuutta, ohjaamaan ja pienentämään kus-

tannuksia sekä mahdollistamaan hankintojen hinta- ja laatuvalinnat. Projektinjohtorakentamisessa lopullinen päätösvalta suunnittelun ja hankintojen suhteen on aina tilaajalla, jolloin tämän ohjausmahdollisuudet eri suunnitteluratkaisuihin ja kustannuksiin säilyvät myös toteutusvaiheessa. Koska rakennustyö teetetään lukuisina hankintoina, jotka kilpailutetaan suunnittelun edetessä, voidaan työt aloittaa alustavilla suunnitelmillä ja samalla suunnittelun ja hankinnan on mahdollista jatkaa koko rakentamisen ajan. Projektinjohtomallia hyödynnetään erityisesti tilanteissa, joissa tilojen tuleva käyttäjä ei ole rakentamisen alkaessa tiedossa tai käyttäjän suunnitteluvaatimukset eivät ole vielä täsmennettävissä. [17. s. 11.]

### 3.3 Projektinjohtorakentamisen muodot

Projektinjohtorakentamista on mahdollista suorittaa monessa eri muodossa ja muodot jaotellaan projektinjohtototeuttajan pääasiallisten tehtävien perusteella seuraavasti:

- Projektinjohtorakennuttaminen
- Projektinjohtopalvelu
- Projektinjohtourakointi. [16. s. 31.]

Projektinjohtorakennuttamisessa rakennuttajakonsultti suorittaa kohteen projektinjohtotehtäviä. Tässä muodossa työmaan johtovelvollisuuksista vastaa erillinen organisaatio tai ne kuuluvat rakennusteknisten töiden osaurakkaan. Hankintasopimukset tehdään tilaajan nimiin ja rakennustöiden valvonta kuuluu yleensä konsultin tehtäviin. [17. s. 17.]

Projektinjohtopalvelussa projektinjohtototeuttaja vastaa rakennuttamistehtävien lisäksi työmaan johtovelvollisuuksista. Projektinjohtototeuttaja asettaa työmaalle työnjohdon ja hoitaa kohteen päätoteuttajan tehtävät, vaikka hankintasopimukset tehdään tilaajan nimiin. [17. s. 17.]

Projektinjohtourakoinnissa projektinjohtourakoitsija vastaa rakennuttajan tehtävien ja työmaan johtamisen lisäksi myös varsinaisesta rakennustyöstä tekemällä hankintasopimukset omiin nimiinsä. Projektinjohtourakointi eroaa perinteisestä urakoinnista siten, että tilaajalla on lopullinen päätösvalta hankintoihin, joihin rakennustyöt tehdään. Tilaa

myös hyväksyy suunnitelmat. Projektinjohtourakassa ulkopuolinen taho hoitaa rakennustöiden valvontaa. [17. s. 17.]

#### 3.4 Projektinjohtototeutus SRV:n mallilla

SRV:n käytössä oleva toimintamalli perustuu avoimeen yhteistyöhön, palveluhenkiseen ja asiakkaiden tarpeista lähtevään toteutukseen. Toimintamalli kattaa koko ketjun tontin ja rahoituksen etsimisestä kiinteistön huoltoon ja ylläpitoon. [18. s. 36.]

SRV toteuttaa rakentamisen yleensä projektinjohtourakointina. SRV:n toimintamallissa projektinjohtourakoitsijalla on usein myös vastuu rakennuksen suunnittelusta ja teknisistä ratkaisuksista, mikä eroaa muiden rakennusliikkeiden projektinjohtomalleista. Rakentaminen toteutetaan projektinjohtourakoinnissa jakamalla rakennustyö kattavasti aliurakoihin. Koska SRV:llä on laajat yhteistyöverkostot eri alojen osaajien kanssa, on verkostosta mahdollista valikoida jokaiseen aliurakkaan siihen parhaiten soveltuvat aliurakoitsijat, joilta urakkatarjoukset pyydetään. Tämän yhteistyöverkoston avulla voidaan olla varmoja siitä, että urakoitsija kykenee tuottamaan tarvittavaa laatua vaadittavassa aikataulussa. Urakoitsijat kilpailutetaan, jotta voidaan varmistua siitä, että aliurakan hinta on mahdollisimman edullinen. Aliurakan toteutus käydään läpi urakkaneuvotteluissa edullisimmin tarjonneiden urakoitsijoiden kanssa. Urakkakilpailun ja urakkaneuvottelujen perusteella valitaan parhaaksi katsottu urakoitsija, joka ei välttämättä aina ole hinnaltaan halvin. Aliurakoitsijoiden erityistä ammattitaitoa hyödynnetään toteutusta suunniteltaessa mahdollisimman monipuolisesti ja aliurakoitsijat voivat tehdä muutosehdotuksia suunnitelmiin esimerkiksi aiempien kokemusten perusteella. Tämä mahdollistaa toiminnan tehostamisen sekä ajallisesti että rahallisesti. [18. s. 36-37.]

#### 3.5 Projektinjohtototeutus ja LEED

Projektinjohtorakentaminen mahdollistaa joustavan ja monipuolisen toimintamallin LEED-sertifikaattia haettaessa. Erityisesti SRV:n toimintamallin mukaisella rakentamisvaiheiden limityksellä on mahdollista saada ympäristöluokitusjärjestelmästä mahdollisimman paljon irti. Rakentamisvaiheiden limityksellä aikaansaadaan hankkeen lyhyempi kokonaiskesto, mutta samalla koko LEED-prosessi mahdollistetaan ajallisesti mahdollisimman pitkäksi ilman ylimääräisiä keskeytyksiä. Tämä tarkoittaa sitä, että



vielä rakentamisvaiheessa on mahdollista vaikuttaa parantavasti suunnitteluvaiheen pisteisiin ja suunnitteluvaiheen pisteet puolestaan luovat pohjan sille, mitä rakentamisvaiheen pisteitä tavoitellaan ja mitä ollaan valmiita panostamaan niiden saavuttamiseksi. Tässä kohtaa tilaajan kiinnostus LEED-järjestelmää kohden korostuu entisestään ja tämän valintojen tai linjauksen perusteella päätetään mitä lopuksi tavoitellaan.

## 4 Tutkimuskohteet

### 4.1 Tutkimuksen tausta

Energiatehokkuuden kehittäminen on yksi keskeinen alue SRV:n strategian mukaisessa kehittämisohjelmassa. Tähän liittyen on syntynyt tarve kerätä ja analysoida tiedot ja kokemukset SRV:n aiemmista LEED-kohteista. Työn tavoitteena on myös määrittää periaatteet SRV:n omien toimitilakohteiden LEED-sertifiointin osalta.

SRV:lle on aiemmin tehty projektityö LEED:n asettamista vaatimuksista rakennustuotantovaiheessa, joten luontevana jatkona on selvittää sertifikaatin asettamat vaatimukset myös hankekehitys- ja suunnitteluvaiheessa. Tähän liittyen SRV:llä on tarve ohjeelle, josta käy ilmi LEED:iä varten tehtävät toimenpiteet juuri näissä kahdessa rakentamisen vaiheessa. Lisäksi tässä työssä on tarkoituksena kerätä hyviksi todettuja suunnitteluratkaisuja, jotka täyttävät LEED:n asettamat vaatimukset.

LEED-sertifikaattia haettaessa SRV voi lähinnä vaikuttaa siihen, että sertifioitava kiinteistö täyttää vaadittavat kriteerit ja että sertifikaatin saaminen on ylipäättänsä mahdollista. Hankkeissa, joissa SRV:llä on vastuu suunnittelusta, on suunnittelun ohjaus LEED:n vaatimukset huomioon ottaen erityisen tärkeää, koska suurin osa LEED-pisteistä ansaitaan juuri suunnitteluvaiheessa tehtyjen ratkaisujen perusteella. [14.]

Tässä työssä tarkastellaan kahta SRV:n työmaata, joissa haetaan LEED-sertifikaattia. Derby Business Parkissa haetaan sertifikaattia Core & Shell -luokkaan ja HOTT / KOy Vantaan Tietotie 11:ssä New Construction -luokkaan. Seuraavissa kohdissa esitellään tutkitut kohteet lyhyesti.

#### 4.1.1 Derby Business Park

Derby Business Park on SRV Rakennus Oy:n Espoon Perkkaalle toteuttama kolmen toimistotalon ja yhden pysäköintitalon hanke. Koko kohteen laajuus on noin 38000 brm<sup>2</sup>. Derby Business Parkin rakennustyöt aloitettiin huhtikuussa vuonna 2011 ja kohde valmistuu kahdessa vaiheessa. Elokuussa 2012 otettiin käyttöön pysäköintitalo sekä ensimmäinen toimistotalo, jossa sijaitsee muun muassa SRV:n oma pääkonttori. Kohteen toinen vaihe on määrä valmistua elokuussa 2013, jolloin muun muassa toinen pääkäyttäjä, Siemens, ottaa uudet tilat käyttöön. [15.]

Derby Business Parkiin haetaan LEED-sertifikaattia Core & Shell -luokassa. Kohteen suunnittelussa ja toteutuksessa on tavoitteena ollut päästä kultatasoon. Tavoitetaso saavutettiin pelkästään suunnitteluvaiheen pisteiden perusteella, joten projektissa päätettiin lähteä tavoittelemaan korkeinta platinatasoa. Lopullinen pistemäärä tarkentuu vasta rakennusten valmistuttua. Derby Business Park valittiin vuoden parhaaksi tietomallinnuskohteeksi kansainvälisessä Tekla Global BIM Awards 2012 -mallikilpailussa. [15.]



Kuva 6. Havainnekuva Derby Business Parkista. [15.]

#### 4.1.2 HOTT / KOy Vantaan Tietotie 11

HOTT (*House of Travel and Transportation*) / KOy Vantaan Tietotie 11 on Keskinäisen Eläkevakuutusyhtiön Ilmarisen rakennuttama ja SRV:n toteuttama hanke. Kohde sijaitsee Helsinki-Vantaan lentokentän alueella ja se koostuu toimistorakennuksesta ja pysäköintitalosta. Kohteen laajuus on noin 67000 brm<sup>2</sup>. Rakennustyöt aloitettiin kesäkuussa vuonna 2011 ja kohteen on määrä valmistua kesäkuussa 2013. Rakennuksen pääkäyttäjä tulee olemaan Finnair. [19.]

Kohteeseen haetaan LEED-sertifikaattia New Construction -luokassa ja tavoitteena on kultataso, joka tullaan ongelmitta saavuttamaan. Lopullinen pistemäärä tarkentuu vasta rakennuksen valmistuttua. Kohteen suunnittelua on tehty mallintaen ja tietomalleja on hyödynnetty toteutuksen aikana työmaalla muun muassa töiden suunnittelussa ja seurannassa. [19.]



Kuva 7. Havainnekuva HOTT / KOy Vantaan Tietotie 11:stä. [15.]

#### 4.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimustyö aloitettiin tarkastelemalla erilaisia aiheeseen liittyviä julkaisuja ja kirjallisuutta, joiden avulla tutustuttiin tarkasti LEED-järjestelmään ja siihen liittyviin asioihin. Tärkeänä osa-alueena työn aikana oli myös se, että tutustuttiin projektinjohtorakentamisen yleispiirteisiin sekä SRV:n omaan toimintamalliin. Työtä varten tutkittavilta työmailta saatiin LEED-konsulttien ylläpitämät ajantasaiset pistetilanneraportit, joista kävi

ilmi mitä pisteitä kohteessa tavoitellaan ja mitä ei. Näiden tietojen perusteella pystyttiin yksilöimään juuri ne pisteet, joiden dokumentoinnista oli saatavilla hyödynnettävää tietoa.

LEED Online -järjestelmä oli käytännössä kaikkein tärkein hyödynnetty työkalu, koska sieltä oli saatavilla juuri ne dokumentit ja tiedot, jotka järjestelmään oli syötetty tietyn pisteen saavuttamiseksi. Tämän mahdollisti se, että suunnitteluvaiheen pisteiden dokumentit oli syötetty järjestelmään ja sitä kautta tarkasteltavissa. Jokaisen pisteen dokumentointiin kuuluu valmiit pistelomakkeet (*Credit Form*), joihin täytetään varsinaiset pisteeseen kuuluvat tiedot.

Pistelomakkeiden yhteyteen on liitetty kyseisen pisteen vaatimusten mukaan erilaisia liitetiedostoja, joiden tarkoituksena on selventää tai todentaa pisteiden vaatimusten täyttyminen. Nämä eri pisteiden dokumentaatiota varten tuotetut liitetiedostot muodostuivatkin työn kannalta kaikkein tärkeimmiksi tutkimuskohteiksi, koska tiettyjen pisteiden vaatimukset on mahdollista täyttää erilaisin menetelmin. Derbyn ja HOTT:n todistusaineistoa verrattaessa oli mielenkiintoista huomata, kuinka vaihtelevat vaatimukset todistusaineiston suhteen olivat. Kun jommassakummassa kohteessa oli ladattu pitkä lista liitetiedostoja, toisessa kohteessa saattoi olla niin, ettei aineistoa ollut ladattu ollenkaan. Vaihtelevuus voi osittain johtua siitä, että kohteissa on käytössä eri LEED-luokat. Mielenkiintoista oli myös huomata, että järjestelmästä oli oikeasti tullut pyyntöjä joidenkin pisteiden dokumentaation tarkentamisen tai lisäselvitysten suhteen.

Tärkeänä tutkimusmenetelmänä tässä työssä oli myös osallistuminen toimintaympäristöön ja työmaan LEED-prosessiin, jonka kautta ongelmia päästiin tarkastelemaan käytännössä. Derby Business Parkin rakentamisvaiheen pisteiden todistusaineiston kerääminen oli tämän työn tekemisen aikana käynnissä. Vahva osallistuminen tämän aineiston tuottamiseen loi hyvin kokonaisvaltaisen kuvan koko LEED-prosessista ja sen vaikutuksista koko rakennushankkeeseen.

## 5 Tulokset ja niiden tarkastelu

### 5.1 Lopputulos

Työn lopputuloksena on ohje, joka käsittelee LEED:n New Construction ja Core & Shell -luokkien suunnitteluvaiheen pisteitä (*Credit*). Suunnitteluvaiheen pisteiksi lasketaan tässä työssä ne pisteet, jotka ovat LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction -käsikirjassa merkitty D-kirjaimella. Rakentamisvaiheen pisteitä, jotka samassa käsikirjassa on merkitty C-kirjaimella, ei tässä ohjeessa käsitellä. Rakentamisvaiheeseen kuuluviksi merkittyjä järjestelmän lähtötietovaatimuksia (*Prerequisite*) kuitenkin käsitellään, koska lähtötietovaatimukset pakko täyttää sertifikaatin saavuttamiseksi ja siten ne on otettava huomioon jo hyvin aikaisessa vaiheessa projektia.

Ohjeen tarkoituksena on olla sellainen teos, josta tarvittaessa voidaan tarkastaa mitä Derby Business Parkin tai HOTT / KOy Vantaan Tietotie 11:n kohdalla jonkin tietyn pisteen saavuttamiseksi on tehty ja dokumentoitu. Ohjeen tarkoituksena ei ole olla kokonaispätevä teos, vaan ohjeellinen kerätty tieto, jonka pohjalta voidaan uudessa LEED-kohteessa saada ideoita oman työn hallitsemiseen.

Kohderyhmä tälle ohjeelle, eli taho jonka käyttöön tämä tulee, on kohteen suunnittelua ohjaava henkilö SRV:n puolelta. Tämä henkilö kulkee yleensä nimikkeellä suunnittelu-päällikkö ja hänen toimenkuvaansa kuuluu ohjata kohteen suunnittelua niin, että saavutetaan mahdollisimman edullinen lopputulos, joka täyttää kaikki asiakkaan vaatimukset. Tarvittaessa ohje on luovutettavissa käyttöön kenelle tahansa SRV:n toimihenkilöistä, joka voi sitä työssään hyödyntää.

### 5.2 Ohjeen sisältö ja sen tarkastelu

Ohjeen perusrakenne muotoutui pikkuhiljaa työn edetessä. Lopullisessa muodossaan ohje on jaettu pääotsikoihin, jotka ovat LEED-järjestelmän eri pistekategoriat. Jokaisen otsikon alla on esitetty tutkittujen lähtötietovaatimusten ja pisteiden nimet sekä lyhyesti esitetty niiden vaatimukset. Vaatimuksista on tehty lyhyt tiivistelmä siksi, että ohjeen lukijalle muodostuu jonkinlainen pieni mielikuva siitä, mitä vaaditaan. Pistekohtaiset täydelliset vaatimukset ei koettu asianmukaiseksi kirjata ohjeeseen, koska ne ovat kuitenkin luettavissa LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction -

käsikirjassa, joka olisi tärkeä olla LEED-työmaalla käytettävissä. Koska samassa ohjeessa käsitellään New Construction ja Core & Shell -luokkia, saattaa joidenkin pisteiden vaatimukset erota toisistaan. Niiden pisteiden kohdalla, joissa vaatimukset eroavat toisistaan, on eroavaisuudet esitetty luokkakohtaisesti. Ohjeen kohdissa ”Derby” ja ”HOTT” on esitetty, mitä kummassakin kohteessa on tehty ja todennettu kyseisen pisteen saavuttamiseksi. Mikäli jotain tiettyä pistettä ei haeta jommassakummassa kohteessa tai jokin tietty piste ei ole haettavissa ollenkaan jommassakummassa luokassa, on kyseinen asia myös esitetty. Derby Business Parkin ja HOTT / KOy Vantaan Tietotie 11:n lopulliset LEED-pistemäärät tarkentuvat vasta projektien päätyttyä, eivätkä täten ole tiedossa tämän työn tekemisen aikana.

Seuraavassa on lyhyesti esitetty pistekategoriottain ohjeen tuottamisen aikana havaittuja asioita, joita on LEED:n suunnitteluvaiheen pisteitä varten tehty sekä mihin asioihin on kiinnitettävä huomiota jo hyvin aikaisessa vaiheessa rakennusprojektia LEED-sertifikaatin tavoittelemisen kannalta. Tarkat määritelmät ja toimenpiteet ovat kirjattu aiemmin mainitussa ohjeessa.

#### *Kestävä maankäyttö ja lähiympäristö*

Tähän pistekategoriaan kuuluvat pisteet keskittyvät pääsääntöisesti tontin käytön optimointiin ja lähiympäristön suojelemiseen. Rakennusprojektin hyvin aikaisessa vaiheessa on valittava rakennuspaikka, jota lähdetään kehittämään.

Hyvin tärkeä kriteeri tontin valinnassa on sen suotuisa sijainti. Tonttia ja sen sijaintia ei yleensä valita LEED-kriteerien perusteella, vaan tärkeämmäksi koetaan se, että se soveltuu suunnitellun rakennuksen käyttöön ja toimintaan yhteensopivaksi mahdollisimman hyvin. LEED:n mukaan on suositeltavaa valita tontti, joka on aiemmin kehitetty ja sijaitsee niin sanotusti lähellä ihmisiä. Tämä asia on otettu huomioon sillä, että painotetaan läheisyyttä julkisiin palveluihin ja asuinalueisiin sekä hyviä kulkuyhteyksiä, niin julkisille kuin omatoimisillekin kulkuvälineille, kuten polkupyörille. Sekä Derbyssä että HOTT:ssa vaatimukset julkisten kulkuyhteyksien suhteen täyttyvät ja kulkureitit rakennusten pääovesta bussipysäkille on esitetty todistusaineistona olevissa piirustuksissa. Lisäksi HOTT sijaitsee tontilla, joka on aiemmin rakennettu ja siten täyttää LEED:n asettamat vaatimukset rakennuspaikan suhteen.

Kun suositaan oman polkupyörän käyttöä, LEED vaatii että lukittavia polkupyöräpaikkoja ja suihkutiloja on rakennuksen käyttäjämäärä huomioon ottaen tietyn verran. Polkupyöräpaikkoja tulee New Construction -luokassa olla 5 % ja vastaavasti Core & Shell -luokassa 3 % rakennuksen käyttäjämäärästä. Suihkuja tulee molemmissa luokissa olla 0,5 %:lle käyttäjistä. Tätä asiaa tulee kuitenkin huomioida rakennuksen suunnittelussa, sillä Suomessa tulee pysyvillä työpaikoilla olla pukeutumis-, pesu-, wc- ja ruokailutilat käytettävissä. Molemmissa tutkituissa kohteissa vaatimukset on täytetty suunnitelmalla riittävät suihkutilat ja polkupyöräpaikat, joiden sijainnit ja pinta-alat on selkeästi esitetty asema- ja pohjapiirustuksissa.

Pysäköintimahdollisuuksia tarkasteltaessa kaavavaatimukset on otettava huomioon ja rakennettavasta alueesta riippuen vaaditaan tietyn verran parkkipaikkoja. Myös LEED antaa ohjeita pysäköintiin ja siihen, minkälaiseksi pysäköinti tulisi suunnitella ja tässä kohtaa järjestelmä ottaa myös huomioon paikalliset kaavavaatimukset. LEED pyrkii myös osittain vaikuttamaan pysäköintipaikkojen lukumäärään. Pysäköintipaikkoja tulisi olla korkeintaan sen verran, kuin kaava vaatii, tai uusia pysäköintipaikkoja ei tulisi tehdä ollenkaan. Kummassakaan kohteessa tätä pistettä ei tavoitella, koska molempiin kohteisiin on suunniteltu runsaasti enemmän pysäköintipaikkoja, kuin mitä LEED:n mukaan sallitaan. Kun pysäköintipaikkoja kohteissa kuitenkin on, niin LEED:n vaatimuksena on, että vähintään 5 % pysäköintipaikoista on varattu vähäpäästöisille ajoneuvoille tai että vaihtoehtoisten polttoaineiden tankkauspisteitä on vähintään 3 % pysäköintipaikkojen kokonaislukumäärästä. Tätä asiaa on lähestytty Derbyssä siten, että on suunniteltu tarvittava määrä sähköautojen latauspisteitä ja HOTT:ssa puolestaan parhaimmat pysäköintipaikat on varattu vähäpäästöisille ajoneuvoille. Nämä erikseen varatut pysäköintipaikat ja niiden lukumäärät on molemmissa kohteissa esitetty todistusaineistona olevissa piirustuksissa.

Paikalliset kaavamääräykset saattavat myös asettaa vaatimuksia tontin viheralueille. Ympäristöluokitusjärjestelmän vaatimuksen mukaan viheralueen pinta-ala pitää olla tietyn kokoinen. Jos tontille on asetettu vaatimuksia viheralueille, tulee kaavamääräykset ylittää 25 %:lla. Jos tontilla on kaava, mutta viheralueille ei ole vaatimuksia, tulee 20 % projektialueesta olla viheraluetta. Jos kaavamääräystä ei ole ollenkaan, tulee viheralueen koko olla vähintään rakennuksen pohjan kokoinen. Tästä asiasta esitetään laskelmat sekä asemapiirustukset, joista käyvät ilmi vaadittavat asiat. Derbyssä on paikalliset kaavavaatimukset ylitetty vähintään 25 %:lla ja HOTT:ssa yli 20 % projektialueesta on viheraluetta.

Tontin käytön suunnittelussa on myös otettava huomioon hulevesien hallinta. Riippuen siitä, kuinka paljon vettä läpäisemätöntä aluetta tontilla on, voidaan tätä asiaa lähestyä eri tavoin. Yleisesti ottaen hulevesien hallinta on suunniteltava ja todennettava tietyllä tapaa. Vaatimusten täyttyminen esitetään laskelmin, joista käy ilmi se, että hulevesien laskennallinen määrä ei ole lisääntynyt verrattuna tilanteeseen ennen rakentamista tai että huleveden määrää on saatu vähennettyä 25 % sadeveden valunnan tilavuudesta. Nämä asiat on Derbyssä esitetty laskelmien lisäksi piirustuksin, joista käy ilmi pihan sadevesikaivojen, kunnan sadevesiviemärien liittymispisteiden ja vesikatolla sijaitsevien kaivojen sijainnit ja tyypit.

Tähän pistekategoriaan liittyy myös varsinaisen rakennuksen suunnittelua koskevia asioita, joiden avulla rakennuksen haitallisia vaikutuksia lähiympäristöönsä voidaan vähentää. Lämpösaarekeilmiön vähentämiseksi on olemassa erilaisia hyödynnettävissä olevia toimintatapoja. Esimerkiksi käyttämällä katemateriaaleja, jotka täyttävät LEED:n SRI-arvovaatimukset (*Solar Reflectance Index*), voidaan rakennuksen jäähdytystarvetta pienentää. SRI-arvolla tarkoitetaan katon kykyä vastustaa auringon lämmitävää vaikutusta, mikä lopulta esiintyy pinnan matalampana lämpötilana. Toinen vaihtoehto on toteuttaa 50 % kattopinta-alasta viherkattona, joka käytännössä tarkoittaa rakennuksen katon peittämistä elävillä kasveilla. Derby Business Parkissa on asiaa lähestytty vaihtoehtoisella tavalla. Kohteen vesikatot ovat osittain SRI-arvovaatimukset täyttävää materiaalia ja osittain viherkattoa. Tähän kohtaan liittyen on betonin SRI-arvosta viitattu tutkimukseen, jonka mukaan betoni täyttää tietyllä tavalla suhteutettuna asetetut vaatimukset. Katoille tulevat aurinkopaneelit vaikuttavat LEED:n mukaan parantavasti tämän pisteen saavuttamiseksi.

Valosaaste on myös merkittävä ympäristön pilaaja. LEED ottaa tämän asian huomioon, koska Yhdysvalloissa on valosaasteen hallintaan liittyviä vaatimuksia, tosin Suomessa vastaavaa ei ole. Iso osa haitallisesta valaistuksesta on peräisin rakennuksen sisätiloista. Tähän liittyen LEED pyrkii vähentämään rakennuksen aukoista ulos pääsevää valoa. Ulkovalaistusta koskien pitäisi pyrkiä valaisemaan ainoastaan viihtyvyyden ja turvallisuuden kannalta tarvittavat ulkoalueet ja tässä kohtaa tulee myös täyttää ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*) 90.1-2007 (*Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*) -standardin vaatimukset. Tämän standardin tulkinnessa ja laskelmissa on otettava huomioon rakennuspaikka ja siihen liittyvät kaupungin tai kunnan asettamat vaatimukset. Sisätilojen



valaistusta koskien vaatimus on Derbyssä täytetty valaisimia ohjaavilla läsnäolotunnistimilla. HOTT:ssa tätä pistettä ei ollut vielä käsitelty tämän työn tekemisen aikana.

### *Vedenkäytön tehokkuus*

Tehokkaasta vedenkäytöstä johtuen on mahdollista saavuttaa hyvinkin suuri energiansäästö pienentyneestä tarpeesta lämmittää vettä. Lähtötietovaatimuksena on, että rakennuksen vedenkulutuksen tulee olla vähintään 20 % pienempi kuin mitä LEED:n määritelmien mukaisessa laskennallisen perustason mukaisessa rakennuksessa olisi. Tästä pienemmistä vesimääristä on porrastetusti saavutettavissa enemmän pisteitä ja nämä ovat saavutettavissa esimerkiksi käyttämällä vähän vettä kuluttavia vesikalusteita, kuten molemmissa kohteissa on tehty. HOTT:ssa erikoisuutena on se, että osittain on käytetty vedettömiä urinaaleja.

Vedenkäytön tehokkuus -pistekategoriassa ei keskitytä pelkästään rakennuksen sisällä oleviin vesikalusteisiin ja niiden vedenkulutukseen, vaan vedenkäyttö voidaan ottaa huomioon koko tonttia ja sen ympäristöä suunniteltaessa. LEED:n mukaan erityisesti kiinteitä kastelujärjestelmiä ei tulisi suosia. Tontin viheralueet voidaan suunnitella ja toteuttaa siten, että se ei vaadi kastelua lainkaan. Tämä on molemmissa kohteissa ratkaistu siten, että viheralueille asennetaan pelkästään sellaista kasvillisuutta, joka selviää ilman erillistä kastelua.

### *Energian käyttö*

Nykyajan rakentamisessa energiatehokkuus on noussut entistä suurempaan rooliin rakennuksen suunnittelussa ja tämän takia tästä pistekategoriasta on saatavissa kaikkein suurimmat pistemäärät. Yhtenä lähtötietovaatimuksena on osoittaa, että rakennus kuluttaa vähintään 10 % vähemmän energiaa kuin ASHRAE 90.1-2007 (*Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*) -standardin mukainen vertailurakennus kuluttaisi. Juuri tähän energiankulutuksen vähentämiseen liittyen on mahdollista saavuttaa suurin yksittäinen pistemäärä koko LEED-järjestelmässä. Rakennuksen omistaja on sekä Derbyssä että HOTT:ssa nimittänyt LEED-vastaanotonvalvojan, joka johtaa, tarkistaa ja valvoo, että vastaanoton vaatimukset on täytetty. Tähän asiaan liittyen on molemmissa kohteissa laadittu dokumentit omistajan projektivaatimuksista ja suunnitteluperusteista, joiden mukaan toiminnanvarmistus suoritetaan.

Käytettävien kylmäaineiden suhteen on LEED:n suunnalta myös asetettu vaatimuksia. Järjestelmä kieltää CFC-kylmäaineiden (*Chlorine-Fluorine-Carbon*) käytön kokonaan. Tämä vaatimus on Suomessa erittäin helposti täytettävissä, sillä nykyilmsäädäntö kieltää otsonihaitallisten kylmäaineiden käytön kokonaan. Kylmäaineita voidaan joko olla kokonaan käyttämättä tai kylmäaineet ja -laitteet valitaan siten, että otsonikatoa ja ilmastomuutosta aiheuttavien aineiden vaikutukset saadaan vähennettyä tai poistettua kokonaan. Vaatimus on Derbyssä ja HOTT:ssa täytetty siten, että sopimukseen on kirjattu, että vuokralainen sitoutuu noudattamaan tätä vaatimusta tiloissaan sekä esittämällä kylmäaineiden tyypit ja niiden vaikutus ilmastoon laskennallisesti.

Energian käytöstä puhuttaessa keskitytään tänä päivänä entistä enemmän huomiota uusiutuvaan energiaan. LEED huomioi tämän asian sillä, että pisteitä on mahdollista ansaita jos jokin tietty osuus vuosittaisesta lasketusta energiakustannuksesta korvataan paikallisella energiantuotannolla. New Construction -luokassa vaaditaan 1-13 %:n vähennys, josta vähentyneen määrän perusteella saadaan pisteitä porrastetusti. Core & Shell -luokassa vaadittu osuus on 1 %. Esimerkiksi aurinkopaneelilla tuotettu sähkö tarpeeksi hyvin mitoitettuna oikeuttaa pisteen saamiseen. Tässä kohtaa vaatimuksen täytyminen esitetään laskemalla paikallisesti tuotettu energiamäärä sekä sen tuoma rahallinen säästö. Derbyyn on tulossa aurinkopaneelit, joiden suunnittelu oli tämän työn tekemisen aikana käynnissä. Sekä Derbyssä että HOTT:ssa hyödynnetään maalämpöä, mutta LEED ei laske sitä uusiutuvaksi energiaksi.

Pisteet, jotka liittyvät energian käyttöön, eivät rajoitu ainoastaan suunnitelmiin ja arviointeihin, vaan myös mittaukseen ja varmennukseen. Tätä koskien tehdään mittaus- ja toiminnanvarmistussuunnitelma IPMVP-standardin (*International Performance Measurement and Verification Protocol*) vaihtoehtojen Option B (*Retrofit Isolation: All Parameter Measurement*) tai Option D (*Calibrated Simulation*) mukaan. Toiminnanvarmistussuunnitelma, joka on molemmissa kohteissa liitetty todistusaineistoksi, sisältää muun muassa varmennusmittauksen vuoden sisällä rakennuksen käyttöönotosta sekä varmennuksen siitä, että havaitut puutteet korjataan. Jos rakennuksessa on enemmän kuin yksi käyttäjä, voidaan energianmittausjärjestelmä toteuttaa siten, että vuokralaisten erillinen energiankäytön mittaus on tulevaisuudessa mahdollista. Todistusaineistoiksi on tähän kohtaan myös toimitettu kohteiden mittariluettelot sekä piirustukset, joista käy ilmi mittareiden sijainnit ja tyypit. Derby on myös liitetty Energy Star -järjestelmään, johon syötetään kohteen energiankulutustietoja. Tämä lähestymistapa kelpaa dokumentoinniksi pisteen saavuttamisen edistämiseksi.

### *Materiaalien valinta ja kierrätys*

Materiaalien valinta ja kierrätys -pistekategoriassa on ainoastaan yksi lähtötietovaatimus, joka oletetaan tämän työn sisällön rajauksen perusteella kuuluvan suunnitteluvaiheeseen. Tässä kohtaa vaatimuksena on, että toteutetaan helppokulkuiset, koko rakennusta palvelevat tilat, joissa kerätään kierrätettävät materiaalit. Näissä tiloissa tulee olla kierrätysmahdollisuudet vähintään paperille, aaltopahville, lasille, muoville ja metallille. Jättila on yleisesti ottaen sijoitettava siten, että sekä kierrätettävän materiaalin sinne vieminen että jäteastioiden tyhjentäminen on kaikille osapuolille mahdollisimman helppoa. Tämän kohdan vaatimukset on sekä Derbyssä että HOTT:ssa täytetty suunnittelemalla vaatimukset täyttävät jätetilat, jossa on edellä mainitut kierrätysmahdollisuudet. Lisäselvennyksinä on myös selostettu miten kierrätys on käytännössä hoidettu sekä esitetty eri materiaaleja varten varattujen jäteastioiden koot ja niiden arvioidut tyhjennysvälit. Jättilan sijainti ja pinta-ala tulee myös selkeästi esittää suunnitelmissa.

Vaikka tässä työssä ei käsitelty muita kuin yksi suunnitteluvaiheeseen kuuluva materiaaleihin liittyvä piste, tulee tämän pistekategorian rakentamisvaiheen asioita kuitenkin käsitellä jollain tasolla jo melko aikaisessa vaiheessa rakennushanketta. Esimerkiksi koko työmaan toimintaan vaikuttava rakennusjätteen hallinta on alusta asti suunniteltava huolellisesti, jotta asetettuihin tavoitteisiin voidaan päästä. Materiaalien valinta ja kierrätys -osa-alueeseen kuuluu luonnollisena ja tärkeänä osana myös materiaalien hankinta. Jo hankintavaiheessa kannattaa ottaa huomioon esimerkiksi käytettävien materiaalien paikallisuusasteet ja kierrätysmateriaalipitoisuudet. Tärkeä huomioitava asia tässä kohtaa on myös materiaalien päästöarvot. Osasta materiaaleista on selvitettävä ureaformaldehydi- ja VOC (Volatile Organic Compound) -päästöarvot. Suomessa käytössä oleva M1-luokitus ei ole näiden asioiden selventämiseksi riittävä.

### *Sisäilmaston laatu*

Sisäilmaston laatu -pistekategoriassa käsitellään erityisen laajasti ilmanvaihtoa ja sen asianmukaisuutta. Jotta LEED-sertifikaattia on mahdollista hakea, on ilmanvaihdon täytettävä ASHRAE 62.1-2007 (*Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*) -standardin vähimmäisvaatimukset. Yksinkertaistettuna ilmanvaihto tulee mitoittaa oletetun tulevan vuokralaismäärän tarpeiden mukaisesti. Tässä kohtaa tulee kuitenkin ottaa huomioon Suomen rakentamismääräyskokoelman ilmanvaihtovaatimukset, jotka yleisesti ottaen ovat tiukemmat kuin LEED:n asettamat vaatimukset. Tämä vaatimus

täyttyi helposti molemmissa kohteissa ja todistusaineistona on laskelmat tilakohtaisista tuloilmamääristä.

Jos ilmanvaihdosta lähdetään hakemaan enemmän pisteitä, on moni muukin asia käsiteltävä ja huomioitava. Laskelmien avulla voidaan esittää, että ilmanvaihto ylittää saman edellä mainitun ASHRAE:n standardin vaatimukset 30 %:lla. Mekaanisesti ilmastoiduissa tiloissa on myös huolehdittava tuloilman mittauksesta. Näihin tiloihin asetetaan hälytysrajat CO<sub>2</sub>-pitoisuuksille, joiden perusteella mittauslaitteisto antaa hälytyksen jos CO<sub>2</sub>-pitoisuus poikkeaa yli 10 % suunnitteluarvosta. Vaatimusten täytyminen on molemmissa kohteissa esitetty erilaisten piirustusten avulla, joista käy ilmi CO<sub>2</sub>-mittareiden sijainnit ja korkeudet lattiapinnasta sekä mittareiden ohjaus- ja kytkentäperiaatteet.

LEED:n mukaan sisäilman puhtaus tulisi huomioida jo epäpuhtauksien syntymiskohdassa ja niiden leviäminen sisätiloissa olisi pyrittävä minimoimaan. Sisäänkäyntien kohdalla pitää olla vähintään 10 jalkaa pitkät matot tai ritilät, joiden tarkoituksena on estää epäpuhtauksien kulkeutuminen ulkoa sisätiloihin. Pohjapiirustuksiin on yleisesti esitetty pääsisäänkäynnit ja niihin liittyvät mattojärjestelyt. Erityisesti toimistorakennuksissa saattaa olla sellaisia tiloja, joissa on kemikaaleja tai joissa voi syntyä päästöjä, kuten siivouskomoita ja kopiohuoneita. Näiden tilojen ilmanvaihdon suunnittelussa on otettava huomioon tietyn suuruinen alipaineisuus ympäröiviin tiloihin nähden. Näiden tilojen ovet on varustettava ovipumpuilla ja tiloja palvelevien tuloilmakoneiden suodattimien erotusluokka tulee olla vähintään EU7 tai paremmat. Nämä asiat on sekä Derbyssä että HOTT:ssa esitetty pohjapiirustuksissa, joista käy selkeästi ilmi nämä erityistarkastelussa olevat tilat.

Yksi LEED-järjestelmän lähtötietovaatimuksista käsittelee tupakointia. Tässä on vaatimuksena se, että tupakointi kielletään rakennuksen sisällä ja vähintään 25 jalan etäisyydellä sisäänkäynneistä, tuloilman sisäänotoista ja avattavista ikkunoista. Derbyssä sallitut tupakointipaikat on merkitty piirustuksiin ja samalla on esitetty tupakointikielto-merkkien sijainnit ja ulkonäöt. HOTT:ssa puolestaan on päädytty sellaiseen ratkaisuun, että tupakointi on kielletty alueella kokonaan. Vaihtoehtoisena ratkaisuna tässä kohtaa on tehdä tarkoituksenmukaiset tupakointihuoneet. Tämä vaihtoehtoinen ratkaisu on kuitenkin Suomessa harvinaisempi, koska Tupakkalaki rajoittaa tupakointia sisätiloissa tiettyyn tasoon.

Hyvään sisäilmaston laatuun voidaan vaikuttaa monella muullakin tavalla kuin pelkäs-  
tään hyvällä ilmanvaihdolla. LEED on huomionut tämänkin asian pyrkimällä vaikuttaa  
lämpötiloihin ja valaistukseen. Ihmisten mieltymykset eritasoisiiin lämpötiloihin ja valais-  
tusvoimakkuuksiin voidaan ottaa huomioon mahdollistamalla lämpötilan ja valaistuksen  
säätö jatkuvasti käytössä olevissa tiloissa. Näiden vaatimusten pohjana on ASHRAE  
55-2004 (*Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*) -standardi ja to-  
dennus tapahtuu olosuhdesimuloinnein ja laskelmin. Nykyaikaisessa rakentamisessa  
automaatio on entistä tärkeämmässä roolissa ja sen avulla eri säädöt on helppointa ja  
järkevintä toteuttaa. Toteutunut viihtyvyytaso tullaan HOTT:ssa varmistamaan suorit-  
tamalla käyttäjäkysely, jonka perusteella voidaan ryhtyä eri toimenpiteisiin viihtyvyyden  
parantamiseksi, jos tyytyväisyys ei ole riittävä. Tästä ei Derbyssä saada pisteitä, koska  
piste ei ole mahdollinen Core & Shell -luokassa.

Päivänvalo ja näkymät ulos ovat myös tärkeitä viihtyvyyteen vaikuttavia tekijöitä. LEED  
vaatii, että vähintään 75 % jatkuvasti käytetyistä tiloista täyttää asetetut päivänvalova-  
atimukset. Tämä voidaan todentaa simuloinnein, laskelmin tai mittauksella. Näkymien  
kohdalla vaaditaan, että vähintään 90 %:sta jatkuvasti käytetyistä tiloista on suora nä-  
kymä ulos. Näiden kahden asian todentaminen käy parhaiten esittämällä pohjapiirus-  
tuksissa ne alueet, joissa päivänvalo- ja näkymävaatimukset täyttyvät. Apuasiakirjana  
on käytetty rakennuksen leikkauskuvia, joista käy ilmi ikkunoiden korkeus ja sitä kautta  
valaistus- ja näkyvyysalueet.

#### *Innovaatiot suunnittelussa*

Molemmissa tutkituissa kohteissa on suurin osa innovaatiopisteistä saavutettu esimer-  
killisellä toiminnalla, eli ylittämällä jonkin aiemman pisteen vaatimukset merkittävästi.  
Esimerkiksi Derbyssä viheralueen koko ylittää kaavamääräykset suuresti ja rakennuk-  
sen energiankulutus on merkittävästi pienempi kuin ASHRAE 90.1-2007 -standardin  
mukaisessa vertailurakennuksessa. Tässä kohteessa on myös sitouduttu jakamaan  
energian- ja vedenkulutustiedot USGBC:n suuntaan. HOTT:ssa puolestaan on poikke-  
uksellisen hyvät julkiset liikenneyhteydet ja vedenkäytön tehokkuus puolestaan loista-  
valla tasolla. Molemmissa kohteissa on mukana LEED Accredited Professional, josta  
saadaan yksi innovaatiopiste. LEED Accredited Professional on henkilö, jonka LEED  
on sertifioinut.

Derby Business Parkissa saatiin yksi innovaatiopiste erityisen hyvästä tietomallin hyödyntämisestä. LEED:ä varten esitettiin kuinka tietomallia on työmaan toteutuksessa käytetty ympäristövaikutusten vähentämisen työkaluna. Tietomallien kiistattomana hyödynä on mahdollisuus tarkastella rakennusta kolmiulotteisesti, jolloin hukkamateriaalien ja virheiden määrää voidaan vähentää merkittävästi rakentamisen aikana. Tietomallin hyödyntäminen ulottuu paljon pidemmälle kuin pelkästään hukkamateriaalien vähentämiseen ja talotekniikan risteilytarkasteluihin. Tietomallia voidaan myös tehokkaasti hyödyntää eri laskelmiin ja simulointeihin erityisesti silloin, kun eri alojen suunnittelijat käyttävät samoja tietomuotoja tukevia ohjelmistoja suunnittelussaan. Oiva esimerkki tästä on se, että Derby Business Parkin tietomallia on innovatiivisesti hyödynnetty betonielementtien suunnittelussa, elementtiasennuksen suunnittelussa ja sen seurannassa.

### 5.3 Kritiikki ja tulosten vertaaminen teoriaan

Tämän työn lopputuloksesta ja sen hyödyllisyydestä voidaan olla montaa eri mieltä. Joidenkin osapuolten näkemysten perusteella tämänlaista ohjetta ei välttämättä tarvita, koska kaikki työmaat ovat keskenään hyvin erilaisia eikä kerättyä tietoa välttämättä ole hyödynnettävissä jokaisessa projektissa.

Toinen syy, jonka takia ohjeen tarpeellisuus pienenee, liittyy LEED-koordinaattorin toimintaan. Kun projektin alusta asti mukana on hyvä LEED-koordinaattori, joka tekee tarvittavat selvitykset ja toimittaa hyvät ohjeistukset projektiryhmälle, vähenee lisäohjeistuksen tarve. Tuotettu ohje on myös osittain puutteellinen, koska osaa LEED-pisteistä ei haettu kummassakaan tutkituista työmaista tai pisteiden aineistoa ei ollut vielä tuotettu. Koska LEED on Suomessa verrattain uusi tuttavuus, eikä sertifioituja kohteita Suomessa ole montaa, on tietoisuus dokumentointia kohtaan hyvin vähäistä ja melko vaihtelevaa.

Se, että LEED käsittelee suurimmalta osin suunnitelmien perusteella saatua tietoa, eikä juuri ollenkaan toteutumaa tai todellista tilannetta, on asia jota tulisi kehittää. Eri-tyisesti silloin, kun rakennus on suunniteltu tiettyyn energiatehokkuustasoon, eikä toteutuma vastaa laskelmia, tulisi tämä asia ottaa järjestelmässä paremmin huomioon. Joidenkin pisteiden kohdalla toteutumaa käsitellään kuitenkin jollain tasolla, mutta laajuus ei kuitenkaan ole riittävän suuri.

Kun LEED-sertifikaattia lähdetään hakemaan, tulisi ympäristöystävällinen rakentaminen mentaliteettina ulottaa pidemmälle kuin pelkästään ympäristöluokitusjärjestelmän ympärille. Ympäristöluokitusjärjestelmän yhtenä tarkoituksena on kuitenkin pyrkimys luoda mielikuva siitä, että ympäristöystävällinen rakentaminen ei ole mikään perätön asia. Tiettyjä asioita ei pitäisi tehdä ja toteuttaa pelkästään sen takia, että LEED sitä vaatii, vaan ympäristöä ajatellen. Ympäristöystävällisen ja energiatehokkaan rakentamisen seurauksena on luonnollisesti tietty rahallinen säästö pitkässä juoksussa. Jos kuitenkin ryhdytään siihen, että tehdään tiettyjä asioita pelkästään rahallisen hyödyn takia, häviää koko ympäristöystävällisen ajattelumallin tarkoitus olemattomiin.

Oma näkökantani koko LEED-prosessiin on muodostunut tätä työtä tehdessä. Pienenä yllätyksenä sain huomata kuinka työlästä jonkin tietyn pisteen vaadittavan todistusaineiston tuottaminen oikeastaan on. Pelkästään se, että LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction -käsikirjassa viitataan eri pisteiden kohdalla amerikkalaisiin standardeihin ja niiden tulkintoihin tuottaa ongelmia. Joidenkin pisteiden saavuttamiseksi on lähes välttämätöntä, että tutustutaan ja ymmärretään mitä vaatimuksia jokin tietty standardi asettaa.

Mielenkiintoista oli myös huomata, että kuinka vieras käsite LEED on työmaahenkilöstölle. Kyseinen ympäristöluokitusjärjestelmä kyllä tunnetaan nimeltä, mutta ei välttämättä ole sisäistetty mitä se käytännössä tarkoittaa. Tunnettuus lisääntyy kuitenkin koko ajan, jonka ansiosta yhteistyö samaa määränpäättä tavoiteltaessa varmasti helpottuu tulevaisuudessa.

## **6 Yhteenveto**

Tässä insinööriyössä tarkasteltiin LEED-ympäristöluokitusjärjestelmää ja sen asettamia vaatimuksia hankekehitys- ja suunnitteluvaiheissa. Työn aikana tutustuttiin tarkasti LEED-järjestelmään ja sen erityispiirteisiin sekä projektinjohtorakentamiseen yleisellä tasolla. Työssä perehdyttiin tarkasti koko LEED-prosessiin kokonaisuutena ja tutkittiin eri LEED:n pistekohtaisia vaatimuksia.

Työn tarkoituksena oli tarkastella, mitä kahdessa SRV:n toteuttamassa kohteessa, Derby Business Parkissa ja HOTT / KOy Vantaan Tietotie 11:ssä LEED-sertifikaattia varten huomioitu ja tehty juuri näissä kahdessa rakentamisen vaiheessa. Lopputulok-

sena syntyi ohje, jossa on esitetty pistekohtaisesti eri LEED-pisteiden vaatimukset ja niitä varten tehdyt toimenpiteet ja huomioitavat asiat suunnittelussa. Ohjeen tarkoituksena on olla hyödynnettävä työkalu tulevien LEED-kohteiden suunnittelunohjauksesta vastaavalle henkilölle SRV:n puolelta. Tämä henkilö voi tästä kyseisestä ohjeesta tarkastaa, mitä aikaisemmissa kohteissa on tehty saman pisteen saavuttamiseksi ja sitä kautta saada uusia ideoita ja näkökulmia eri asioihin, joiden avulla koko LEED-prosessi on helpommin hallittavissa uudessa kohteessaan.

Insinööriyön tekemisen aikana muodostui melko hyvä näkemys siitä, mitä LEED oikeasti on ja mitä se tarkoittaa käytännössä. Se tosiasia tuli myös huomattua, että LEED-järjestelmä on oikeastaan erittäin laaja kokonaisuus, joka on hallittava koko rakennusprojektin alusta loppuun. Ensiarvoisen tärkeää on se, että henkilöt, jotka ovat LEED:n kanssa tekemisissä, tietävät mitä heiltä oikeasti vaaditaan ja mitä heidän kuuluu sertifikaattia varten tehdä.

LEED-järjestelmästä on tulossa uusi versio lähiaikoina. Seuraavassa versiossa, LEED v4:ssä, sertifiointi mahdollistetaan entistä suuremmassa osassa erilaisista rakennuksista sekä keskitytään entistä enemmän erilaisiin teknisiin ratkaisuihin. Luvassa on päivityksiä eri pisteiden painotuksiin sekä uusia pistekategorioita, joissa tullaan esimerkiksi käsittelemään materiaalien elinkaarta entistä laajemmassa mittakaavassa. Järjestelmän muuttumisen takia on ohjedokumentin päivitys ja ylläpito erityisen tärkeää, jotta sitä voidaan käyttää myös tulevaisuudessa. [20.]



## Lähteet

1. Alueille ja rakennuksille ympäristöluokitukset. 2010. Verkkodokumentti. ERA17. <<http://era17.fi/kiinteistojen-kaytto-ja-omistus/alueille-ja-rakennuksille-ymparistoluokitukset/>>. Luettu 14.2.2013.
2. Hellsten, Johanna, Korhonen, Anne. 2010. Ympäristöluokitus yleistyy. Verkkodokumentti. <<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/20272.html>>. 21.1.2010. Luettu 1.2.2013.
3. LEED is an internationally recognized green building program. 2012. Verkkodokumentti. USGBC. <<https://new.usgbc.org/leed>>. Luettu 22.11.2012.
4. LEED Green Building Rating Systems. 2012. Verkkodokumentti. USGBC. <<https://new.usgbc.org/leed/rating-systems>>. Luettu 22.11.2012.
5. LEED. 2011. Verkkodokumentti. ERKE Tasarim <<http://erketasarim.com/en/leed.aspx>>. Luettu 22.11.2012.
6. U.S. Green Building Council. 2009. LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction 2009 Edition (Updated June 2010).
7. Suunnittelijoiden valinnat korostuvat ympäristötehokkaassa rakentamisessa. 2012. Betoni 4/2012, s. 50-53.
8. Perustietoa. 2008. Verkkodokumentti. Sisäilmayhdistys ry. <[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/sisailmasto/perustietoa/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/sisailmasto/perustietoa/)>. 20.2.2008. Luettu 17.1.2013.
9. SRV Rakennus Oy. Intranet. Rakennusten ympäristöluokitusjärjestelmät. 12.10.2010.
10. Tiainen, Anne. 2013. Ympäristöpäällikkö, SRV Rakennus Oy, Espoo. Sähköpostiviesti. 1.2.2013.
11. LEED is good for business. 2012. Verkkodokumentti. USGBC. <<http://new.usgbc.org/leed/applying-leed/leed-for-business>>. Luettu 10.1.2013.
12. Wallius, Anniina. 2013. Pekingin ilma tavallistakin saastuneempaa - ihmisiä kehoitetaan pysymään sisällä. 12.1.2013. Verkkodokumentti. <[http://yle.fi/uutiset/pekingin\\_ilma\\_tavallistakin\\_saastuneempaa\\_-\\_ihmisia\\_kehotetaan\\_pysymaan\\_sisalla/6448457](http://yle.fi/uutiset/pekingin_ilma_tavallistakin_saastuneempaa_-_ihmisia_kehotetaan_pysymaan_sisalla/6448457)>. 12.1.2013. Luettu 1.2.2013.
13. Rakennustieto Oy. 1989. Talonrakennushankkeen kulku. RT 10-10387.

14. Sillfors-Utriainen, Suvi. 2013. Tutkimus- ja kehitysjohtaja, SRV Rakennus Oy, Espoo. Sähköpostiviesti. 15.1.2013.
15. SRV Rakennus Oy. Verkkolevy. Kirjautuminen vaatii käyttäjätunnukset.
16. Kruus, Matti. 2007. Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektinjohtorakentamisessa. Rakennustieto Oy.
17. Kruus, M, Kiiras, J, Raveala, J, Saari, A, Salmikivi, T. 2006. Malli suunnittelun ohjaukseen projektinjohtohankkeissa. Rakennustieto Oy.
18. Inkilä, Ossi. 2008. Diplomityö. Tuotemallintaminen käyttäjäsuunnittelussa.
19. Kämppi, Vesa. 2013. Projekti-insinööri, SRV Rakennus Oy, Espoo. Sähköpostiviesti. 20.2.2013.
20. The next version of LEED. 2013. Verkkodokumentti. USGBC.  
<<http://new.usgbc.org/leed/developing-leed/future-versions>>. Luettu 17.1.2013.
21. U.S. Green Building Council. 2009. LEED 2009 for Core and Shell Development.
22. U.S. Green Building Council. 2009. LEED 2009 for New Construction and Major Renovations.

## LEED Core &amp; Shell -pistekortti [21. s. vi-vii.]

## LEED 2009 FOR CORE &amp; SHELL DEVELOPMENT PROJECT CHECKLIST

<b>Sustainable Sites</b>		<b>28 Possible Points</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 1 Construction Activity Pollution Prevention	Required
<input type="checkbox"/>	Credit 1 Site Selection	1
<input type="checkbox"/>	Credit 2 Development Density and Community Connectivity	5
<input type="checkbox"/>	Credit 3 Brownfield Redevelopment	1
<input type="checkbox"/>	Credit 4.1 Alternative Transportation—Public Transportation Access	6
<input type="checkbox"/>	Credit 4.2 Alternative Transportation—Bicycle Storage and Changing Rooms	2
<input type="checkbox"/>	Credit 4.3 Alternative Transportation—Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicles	3
<input type="checkbox"/>	Credit 4.4 Alternative Transportation—Parking Capacity	2
<input type="checkbox"/>	Credit 5.1 Site Development—Protect or Restore Habitat	1
<input type="checkbox"/>	Credit 5.2 Site Development—Maximize Open Space	1
<input type="checkbox"/>	Credit 6.1 Stormwater Design—Quantity Control	1
<input type="checkbox"/>	Credit 6.2 Stormwater Design—Quality Control	1
<input type="checkbox"/>	Credit 7.1 Heat Island Effect—Nonroof	1
<input type="checkbox"/>	Credit 7.2 Heat Island Effect—Roof	1
<input type="checkbox"/>	Credit 8 Light Pollution Reduction	1
<input type="checkbox"/>	Credit 9 Tenant Design and Construction Guidelines	1
<b>Water Efficiency</b>		<b>10 Possible Points</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 1 Water Use Reduction	Required
<input type="checkbox"/>	Credit 1 Water Efficient Landscaping	2-4
<input type="checkbox"/>	Credit 2 Innovative Wastewater Technologies	2
<input type="checkbox"/>	Credit 3 Water Use Reduction	2-4
<b>Energy and Atmosphere</b>		<b>37 Possible Points</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 1 Fundamental Commissioning of Building Energy Systems	Required
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 2 Minimum Energy Performance	Required
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 3 Fundamental Refrigerant Management	Required
<input type="checkbox"/>	Credit 1 Optimize Energy Performance	3-21
<input type="checkbox"/>	Credit 2 On-site Renewable Energy	4
<input type="checkbox"/>	Credit 3 Enhanced Commissioning	2
<input type="checkbox"/>	Credit 4 Enhanced Refrigerant Management	2
<input type="checkbox"/>	Credit 5.1 Measurement and Verification—Base Building	3
<input type="checkbox"/>	Credit 5.2 Measurement and Verification—Tenant Submetering	3
<input type="checkbox"/>	Credit 6 Green Power	2
<b>Materials and Resources</b>		<b>13 Possible Points</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 1 Storage and Collection of Recyclables	Required
<input type="checkbox"/>	Credit 1 Building Reuse—Maintain Existing Walls, Floors and Roof	1-5
<input type="checkbox"/>	Credit 2 Construction Waste Management	1-2
<input type="checkbox"/>	Credit 3 Materials Reuse	1
<input type="checkbox"/>	Credit 4 Recycled Content	1-2
<input type="checkbox"/>	Credit 5 Regional Materials	1-2
<input type="checkbox"/>	Credit 6 Certified Wood	1

LEED 2009 FOR CORE AND SHELL DEVELOPMENT RATING SYSTEM

<b>Indoor Environmental Quality</b>		<b>12 Possible Points</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 1 Minimum Indoor Air Quality Performance	Required
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 2 Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	Required
<input type="checkbox"/>	Credit 1 Outdoor Air Delivery Monitoring	1
<input type="checkbox"/>	Credit 2 Increased Ventilation	1
<input type="checkbox"/>	Credit 3 Construction Indoor Air Quality Management Plan—During Construction	1
<input type="checkbox"/>	Credit 4.1 Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants	1
<input type="checkbox"/>	Credit 4.2 Low-Emitting Materials—Paints and Coatings	1
<input type="checkbox"/>	Credit 4.3 Low-Emitting Materials—Flooring Systems	1
<input type="checkbox"/>	Credit 4.4 Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber Products	1
<input type="checkbox"/>	Credit 5 Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1
<input type="checkbox"/>	Credit 6 Controllability of Systems—Thermal Comfort	1
<input type="checkbox"/>	Credit 7 Thermal Comfort—Design	1
<input type="checkbox"/>	Credit 8.1 Daylight and Views—Daylight	1
<input type="checkbox"/>	Credit 8.2 Daylight and Views—Views	1
<b>Innovation in Design</b>		<b>6 Possible Points</b>
<input type="checkbox"/>	Credit 1 Innovation in Design	1-5
<input type="checkbox"/>	Credit 2 LEED Accredited Professional	1
<b>Regional Priority</b>		<b>4 Possible Points</b>
<input type="checkbox"/>	Credit 1 Regional Priority	1-4

---

#### **LEED 2009 for Core & Shell Development**

100 base points; 6 possible Innovation in Design and 4 Regional Priority points

Certified	40–49 points
Silver	50–59 points
Gold	60–79 points
Platinum	80 points and above

## LEED New Construction -pistekortti [22. s. vi-vii.]

LEED 2009 FOR NEW CONSTRUCTION AND MAJOR RENOVATIONS PROJECT  
CHECKLIST

<b>Sustainable Sites</b>		<b>26 Possible Points</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 1 Construction Activity Pollution Prevention	Required
<input type="checkbox"/>	Credit 1 Site Selection	1
<input type="checkbox"/>	Credit 2 Development Density and Community Connectivity	5
<input type="checkbox"/>	Credit 3 Brownfield Redevelopment	1
<input type="checkbox"/>	Credit 4.1 Alternative Transportation—Public Transportation Access	6
<input type="checkbox"/>	Credit 4.2 Alternative Transportation—Bicycle Storage and Changing Rooms	1
<input type="checkbox"/>	Credit 4.3 Alternative Transportation—Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicles	3
<input type="checkbox"/>	Credit 4.4 Alternative Transportation—Parking Capacity	2
<input type="checkbox"/>	Credit 5.1 Site Development—Protect or Restore Habitat	1
<input type="checkbox"/>	Credit 5.2 Site Development—Maximize Open Space	1
<input type="checkbox"/>	Credit 6.1 Stormwater Design—Quantity Control	1
<input type="checkbox"/>	Credit 6.2 Stormwater Design—Quality Control	1
<input type="checkbox"/>	Credit 7.1 Heat Island Effect—Nonroof	1
<input type="checkbox"/>	Credit 7.2 Heat Island Effect—Roof	1
<input type="checkbox"/>	Credit 8 Light Pollution Reduction	1
<b>Water Efficiency</b>		<b>10 Possible Points</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 1 Water Use Reduction	Required
<input type="checkbox"/>	Credit 1 Water Efficient Landscaping	2-4
<input type="checkbox"/>	Credit 2 Innovative Wastewater Technologies	2
<input type="checkbox"/>	Credit 3 Water Use Reduction	2-4
<b>Energy and Atmosphere</b>		<b>35 Possible Points</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 1 Fundamental Commissioning of Building Energy Systems	Required
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 2 Minimum Energy Performance	Required
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 3 Fundamental Refrigerant Management	Required
<input type="checkbox"/>	Credit 1 Optimize Energy Performance	1-19
<input type="checkbox"/>	Credit 2 On-site Renewable Energy	1-7
<input type="checkbox"/>	Credit 3 Enhanced Commissioning	2
<input type="checkbox"/>	Credit 4 Enhanced Refrigerant Management	2
<input type="checkbox"/>	Credit 5 Measurement and Verification	3
<input type="checkbox"/>	Credit 6 Green Power	2
<b>Materials and Resources</b>		<b>14 Possible Points</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 1 Storage and Collection of Recyclables	Required
<input type="checkbox"/>	Credit 1.1 Building Reuse—Maintain Existing Walls, Floors and Roof	1-3
<input type="checkbox"/>	Credit 1.2 Building Reuse—Maintain Existing Interior Nonstructural Elements	1
<input type="checkbox"/>	Credit 2 Construction Waste Management	1-2
<input type="checkbox"/>	Credit 3 Materials Reuse	1-2
<input type="checkbox"/>	Credit 4 Recycled Content	1-2

LEED 2009 FOR NEW CONSTRUCTION AND MAJOR RENOVATIONS

<input type="checkbox"/>	Credit 5	Regional Materials	1-2
<input type="checkbox"/>	Credit 6	Rapidly Renewable Materials	1
<input type="checkbox"/>	Credit 7	Certified Wood	1

**Indoor Environmental Quality** **15 Possible Points**

<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 1	Minimum Indoor Air Quality Performance	Required
<input checked="" type="checkbox"/>	Prerequisite 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	Required
<input type="checkbox"/>	Credit 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1
<input type="checkbox"/>	Credit 2	Increased Ventilation	1
<input type="checkbox"/>	Credit 3.1	Construction Indoor Air Quality Management Plan—During Construction	1
<input type="checkbox"/>	Credit 3.2	Construction Indoor Air Quality Management Plan—Before Occupancy	1
<input type="checkbox"/>	Credit 4.1	Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants	1
<input type="checkbox"/>	Credit 4.2	Low-Emitting Materials—Paints and Coatings	1
<input type="checkbox"/>	Credit 4.3	Low-Emitting Materials—Flooring Systems	1
<input type="checkbox"/>	Credit 4.4	Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber Products	1
<input type="checkbox"/>	Credit 5	Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1
<input type="checkbox"/>	Credit 6.1	Controllability of Systems—Lighting	1
<input type="checkbox"/>	Credit 6.2	Controllability of Systems—Thermal Comfort	1
<input type="checkbox"/>	Credit 7.1	Thermal Comfort—Design	1
<input type="checkbox"/>	Credit 7.2	Thermal Comfort—Verification	1
<input type="checkbox"/>	Credit 8.1	Daylight and Views—Daylight	1
<input type="checkbox"/>	Credit 8.2	Daylight and Views—Views	1

**Innovation in Design** **6 Possible Points**

<input type="checkbox"/>	Credit 1	Innovation in Design	1-5
<input type="checkbox"/>	Credit 2	LEED Accredited Professional	1

**Regional Priority** **4 Possible Points**

<input type="checkbox"/>	Credit 1	Regional Priority	1-4
--------------------------	----------	-------------------	-----

**LEED 2009 for New Construction and Major Renovations**

100 base points; 6 possible Innovation in Design and 4 Regional Priority points

Certified	40–49 points
Silver	50–59 points
Gold	60–79 points
Platinum	80 points and above