

Markus Lagerström

LEED-sertifiointi – Case Kiinteistö Oy Kathy

Tekijät Otsikko	Markus Lagerström LEED-sertifiointi – Case Kiinteistö Oy Kathy
Sivumäärä Aika	33 sivua + 4 liitettä 3.5.2011
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	tuotantopainotteinen LVI-tekniikka
Ohjaajat	suunnittelupäällikkö Pellervo Matilainen lehtori Hanna Sulamäki
<p>Insinööriytyön tavoitteena oli tutkia ja selvittää LEED-sertifiointi (Leadership in Energy and Environmental Design), sertifiointin eri osa-alueet ja se, mihin LEED-sertifiointi pyrkii vaikuttamaan rakentamisessa. Työssä tarkasteltiin myös Koy Kathyn LEED-sertifiointiprosessi, sertifiointin tuomat hyödyt kohteeseen ja käytetyt menetelmät kyseisessä kohteessa. Osana työtä oli myös Koy Kathyn ilmanvaihtojärjestelmän läpikäynti sekä ilmanvaihtokoneiden elinkaarikustannusten laskeminen ja tarkastelu.</p> <p>Tutkimusmenetelminä insinööriytyössä käytettiin kirjallisuustutkimuksia, case-kohdetta, haastatteluja ja laskennallista tarkastelua. Insinööriytyön erityisenä tarkastelukohteena oli LEED-sertifiointi ja kuusi pääkohtaa, joihin se keskittyy: kestävä maankäyttö, vedenkäytön tehokkuus, energian käyttö, materiaalien valinta ja kierrätys, sisäilman laatu sekä innovaatiot suunnitteluprosessissa.</p> <p>Insinööriytyön tuloksena selvisi, että tarkastelemalla ilmanvaihtokoneiden elinkaarikustannuksia pystyttiin saamaan käsitys siitä, mihin koneiden valinnassa kannattaa kiinnittää huomiota. Insinööriytyössä on suomen kielellä tiivistettynä amerikkalaisen sertifiointin pääkohdat ja siitä saa nopeasti selville, mihin LEED-sertifiointiprosessi ottaa kantaa. Ilmanvaihtokoneiden energijakaumat antoivat myös tietoa koneiden kulutuksista. Kiinteistö Oy Kathyn ilmanvaihtokoneiden elinkaarikustannukset vaihtelivat 49 760 eurosta 246 441 euroon 25 vuoden tarkastelujaksolla. Yhtenä osana insinööriytyötä oli tarkastella LEED-sertifiointin haasteita. Sertifiointiprosessin tuloksena Koy Kathyille haetaan LEED-sertifiointia ja korkeinta platina-luokitusta.</p> <p>Kaiken kaikkiaan LEED-sertifiointi on rakennusyhtiölle positiivinen asia; saadaan konkreettinen tavoite, johon pyritään, tavoitellen esim. energiankulutuksen vähentämistä, päästöjen pienentämistä ja sisäilman laadun parantamista. Insinööriytyötä ja työn tuloksia tullaan käyttämään ja hyödyntämään tulevissa projekteissa.</p>	
Avainsanat	LEED, elinkaarikustannukset, sertifiointi

Authors Title	Markus Lagerström LEED certification – Case Kathy real estate company
Number of Pages Date	33 pages + 4 appendices 3 May 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Production Oriented
Instructors	Pellervo Matilainen, Design Manager Hanna Sulamäki, Senior Lecturer
<p>The aim of this Bachelor´s thesis was, firstly, to study the LEED certification (Leadership in Energy and Environmental Design) and its general focus. Secondly, the aim was to go over the LEED certification process in a real estate company, Kathy, and identify the benefits of the certificate to the company. The third aim was to examine the ventilation system in the studied real estate company and calculate the life-cycle costs of the air handling units. In the studied real estate company, the life-cycle costs of the air handling units vary from 49,760 Euros to 246,441 Euros.</p> <p>The methods used in the final year project were literature research, a case study, interviews and computational analysis. The object to be analyzed was the LEED certification with its six main focal aspects: sustainable sites, water efficiency, energy and atmosphere, materials and resources, indoor environmental quality and innovation in design.</p> <p>The final year project showed that the study of the life-cycle costs of air handling units can provide understanding of what is important when selecting air handling units. The Bachelor´s thesis gives the main points of the American certification in Finnish to provide a quick reference on what the certification covers.</p> <p>All in all, LEED certification was shown to be a positive thing for construction companies; they are given a concrete objective, such as reduction of energy consumption or emissions, or improvement of indoor air quality. The Bachelor´s thesis and the results of the final year project will be used in future projects.</p>	
Keywords	LEED, life-cycle costs, certification

Sisällys

1	Johdanto	1
2	LEED-sertifiointi	2
2.1	U.S. Green Building Council	2
2.2	LEED-sertifioinnin eri osa-alueet	3
2.2.1	Kestävä maankäyttö	5
2.2.2	Tehokas vedenkäyttö	6
2.2.3	Energian käyttö	7
2.2.4	Materiaalien valinta ja kierrätys	8
2.2.5	Sisäilman laatu	9
2.2.6	Innovaatiot suunnitteluprosessissa	9
2.3	Pisteytysjärjestelmät	10
2.4	Prosessin eteneminen	11
2.5	LEED-sertifioinnin hyödyt	12
3	LEED-sertifiointi Kiinteistö Oy Kathyssa	14
3.1	Yleistä	14
3.2	Kiinteistön talotekniikkajärjestelmät	17
3.3	LEED-prosessin eteneminen case-kohteessa	19
3.4	Sertifioinnin kustannukset ja saavutetut hyödyt	20
4	LEED-sertifioinnin haasteet	21
4.1	Yleistä	21
4.2	Käytössä olevat muut tunnetut sertifioinnit	22
4.2.1	BREEAM	22
4.2.2	PromisE	23
4.2.3	WWF Green Office	24
4.3	LEED-rakentaminen verrattuna Suomen rakentamismääräyskokoelmiin	25
5	Ilmanvaihtokoneiden elinkaarikustannukset	26
5.1	Ilmanvaihtojärjestelmä	26
5.2	Valitut IV-koneet ja elinkaarikustannukset	27
6	Yhteenveto	31
	Lähteet	32

Liitteet

Liite 1. LEEDin pistejakaumat

Liite 2. IV-koneiden elinkaarikustannukset Koy Kathyssa

Liite 3. IV-koneasennukset Koy Kathyyn yleisaikataulussa

Liite 4. Koy Kathyyn ilmanvaihtokoneen TK/PK301 energijakaumat

1 Johdanto

Ympäristöasiat tulevat lähes ensimmäisenä esille nykyajan rakentamisessa, jolloin kestävä kehitys korostuu kiinteistö- ja rakennusalalla yhä enemmän. Rakennusala elää vahvojen muutosten aikakautta, kun energiatarvitteet nousevat yhä olennaisemmaksi osaksi rakentamisen ketjua. Energiämääräykset tiukentuvat, ja rakennuksista halutaan entistä energiatehokkaampia. Tämän vuoksi on rakennusta suunniteltaessa erittäin tärkeää ottaa huomioon energiatehokkaat ratkaisut ja toimintatavat.

Yksi mittari energiatehokkaalle rakentamiselle on LEED-ympäristöluokitus ja -sertifiointimenetelmä. LEED-sertifiointi (Leadership in Energy and Environmental Design) on kansainvälisesti vertailukelpoinen vihreiden kiinteistöjen sertifiointijärjestelmä. U.S. Green Building Councilin myöntämä rakennuksen LEED-sertifiointi perustuu riippumattoman osapuolen tekemään arviointiin rakennuksen, rakennushankkeen tai sisäpuolisten tilojen ympäristöominaisuuksista. [1]

Työn tavoitteena on tutkia ja selvittää Skanska Talonrakennus Oy:lle LEED-sertifiointi sekä sertifiointin osa-alueet ja tavoitteet rakentamisessa. Sertifiointin eri osa-alueet on pitkälti käännetty suomen kielelle englanninkielisistä lähdeaineistoista. Työssä tarkastellaan LEED-sertifiointin tuomia hyötyjä Skanskan uudessa pääkonttorissa, Kiinteistö Oy Kathyssa, ja selvitetään sertifiointin haasteita. Ilmanvaihtokoneiden elinkaarikustannuksia ei osata vielä riittävästi huomioida rakentamisen alkuvaiheessa, koska kilpailu on kovaa ja rakennetaan mahdollisimman halvalla. Työn loppupuolella tarkastellaan case-kohteen ilmanvaihtojärjestelmää sekä lasketaan ilmanvaihtokoneiden elinkaarikustannukset.

Tutkimusmenetelminä käytetään kirjallisuustutkimuksia, case-kohdetta, haastatteluja ja laskennallista tarkastelua. Kirjallisuustutkimuksessa selvitetään LEED-sertifiointin eri osa-alueet ja pohditaan sertifiointin haasteita. Kirjallisuustutkimuksen tueksi haastatellaan talotekniikka-alan asiantuntijoita. Insinööriyön yhtenä tarkastelukohteenä on LEED-sertifiointin kuusi pääkohtaa: kestävä maankäyttö, vedenkäytön tehokkuus, energian käyttö, materiaalien valinta ja kierrätys, sisäilman laatu sekä innovaatiot suunnitteluprosessissa.

2 LEED-sertifiointi

2.1 U.S. Green Building Council

USGBC (U.S. Green Building Council) on Washington DC:ssä toimiva voittoa tavoittelematon ammatillinen neuvosto. USGBC edistää energia- ja kustannustehokkuutta ympäristöystävällisten rakennusten avulla. USGBC:n tavoitteena on myös edistää rakennusten suunnittelua, rakentamista ja käyttöä. Neuvoston jäsenet kehittävät yhdessä alan standardeja sekä suunnittelun ohjausta ja työkaluja. Neuvosto kehittää myös koulutukseen soveltuvia työkaluja, jotka tukevat kestäväää suunnittelua. Parhaiten USGBC tunnetaan LEED-sertifioinnin kehittamisestä. Vuoden 2010 alkupuolella USGBC:llä oli yli 18 000 jäsenjärjestöä jokaiselta rakentamisen sektorilta. USGBC:n jäseninä on yrityksiä, urakoitsijoita, julkisyhteisöjä, yliopistoja ja muita yleishyödyllisiä yhteisöjä. [2]

Green Building Councilin yhtenä tavoitteena on edistää maailmalla hyväksi havaittuja käytäntöjä ja levittää niitä ympäri maailmaa. USGBC:n tavoitteena on tukea rakennuksia, jotka ovat ympäristön kannalta vastuullisia, tuottavia ja terveellisiä elinympäristöltään. Tehokkaan energiankäytön lisäksi pyritään panostamaan myös viihtyvyyteen rakennuksissa ja niiden lähiympäristössä. Tämä toteutetaan esim. puiden, nurmikoiden ja muiden viheralueiden istuttamisella. Neuvoston tehtävänä on ympäristövastuullisen rakentamisen lisääminen sekä tuoda tietoa alalla oleville toimijoille. LEED Green Building Rating System -järjestelmä toimii apuna kyseisessä toiminnassa. [3, s. 11.] Kuvassa 1 on esitetty U.S. Green Building Councilin logo.



Kuva 1. USGBC:n logo [3, s. 13].

Yhdysvalloissa toimiva USGBC on muiden Green Building Councilien ns. emo-organisaatio, josta muut Green Building Councilit hakevat LEED-sertifikaatin. USGBC:n tavoitteena on muuttaa tapaa, jolla rakennukset on suunniteltu, rakennettu ja toiminnassa, mahdollistaen terveen ja hyvinvoivan ympäristön.

Green Building Council toimii eri puolilla maailmaa omalla nimellään, kuten GBC Suomi. Yksi tärkeimmistä GBC Suomen tehtävistä on luoda Suomeen rakennusten ympäristöjohtamismenettely sekä edistää eri työkalujen käyttöä osana ympäristöjohtamisprosessia. GBC Suomi on päättänyt, että se ei ota mitään yksittäistä ympäristöluokitustyökalua käyttöön kaikissa sektoreissa, vaan antaa markkinoiden käyttöä segmenttiin parhaiten soveltuvaa työkalua (mm. BREEAM, Promise, LEED, WWF Green Office, Sisäilmastoluokitus, EU Green Building, Rakentajan ekolaskuri). [1]

2.2 LEED-sertifiointin eri osa-alueet

LEED-arviointiluokitus uudisrakentamiseen ja suuriin peruskorjaushankkeisiin pyrkii saavuttamaan terveellisiä, kestäviä, edullisia ja ympäristöä säästäviä ratkaisuja suunnittelussa ja rakentamisessa. LEED-arvioinnissa noudatetaan seuraavia parametrejä, joilla saadaan arviointi tasapuoliseksi eri arviointiluokkien kesken:

- Kaikki LEED-pisteet ovat vähintään yhden pisteen arvoisia.
- Kaikki LEED-pisteet ovat positiivisia kokonaislukuja.
- Kaikki LEED-pisteet saavat yhdenmukaisen painotuksen eri arviointiluokissa, ei ole siis yksilöityjä tuloskortteja.
- Kaikilla LEED-arviointiluokilla on mahdollisuus saavuttaa 100 pistettä; innovaatiot suunnitteluprosessissa mahdollistavat vielä 10 lisäpistettä. [4, s. vii.]

LEED-sertifiointin otetaan tarkastelun alle seuraavat kuusi eri kohtaa: kestävä maankäyttö, tehokas vedenkäyttö, energian käyttö, materiaalien valinta ja kierrätys, sisäilman laatu sekä innovaatiot suunnitteluprosessissa. Kuvassa 2 on esitetty LEED-sertifikaatin osa-alueet ja maksimipisteet tarkastellen versiota LEED for Core & Shell Development 2009.



Kuva 2. LEEDin osa-alueet ja maksimipisteet.

LEED-sertifikaatteja on mahdollista saada neljältä eri tasolta, riippuen siitä, kuinka paljon on tehty työtä ympäristötehokkuuden hyväksi rakentamisessa ja suunnittelussa. LEED-sertifikaatteja on olemassa erilaisille uudisrakennus- ja peruskorjaushankkeille sekä olemassa oleville kiinteistöille. LEED-luokituksen tasot ovat

- LEED Platinum (platina, vähintään 80 pistettä)
- LEED Gold (kulta, vähintään 60 pistettä)
- LEED Silver (hopea, vähintään 50 pistettä)
- LEED Certified (perustaso, vähintään 40 pistettä) [5, s. vi–vii.]

Seuraavilla viidellä sivulla käsitellään LEED-sertifikaatin kuutta eri osa-aluetta tarkastellen LEED for Core and Shell Developmentin versiota 2009.

2.2.1 Kestävä maankäyttö

Kestävän maankäytön tavoitteena on vähentää saasteita rakennustoiminnasta kontrolloiden maaperän eroosiota, veden aiheuttamaa maa-aineksen painautumaa ja pölyn muodostumista ilmassa. Pyritään välttämään kehitykseen soveltumattomia sijainteja rakennuksille ja vähentämään ympäristövaikutuksia rakennuksen sijaintia hyödyntäen. Kestävässä maankäytössä pyritään kehittämään kaupunkialueita olemassa olevan infrastruktuurin avulla, suojellaan viheralueita sekä säilytetään elinympäristöjä ja luonnonvaroja. Rakennuksen sijaintia tarkastellaan mm. seuraavin kriteerein: jalankulkyhteys rakennuksen ja palveluiden välillä käytettävissä sekä rakennus on alle 800 m päässä vähintään kymmenestä peruspalvelusta (esim. posti, pankki, ravintola, kirjasto, puisto, teatteri ja kauppa). [4, s. 1–20.]

Vaihtoehtoiset kulkuyhteydet ovat tärkeä osa kestävän maankäytön tarkastelua. Pyritään siihen, että käyttäjät kulkevat jollakin muulla kuin henkilöautolla töihin. Näin saadaan vähennettyä ilmansaasteita ja auton käytöstä johtuvia maankäytön haittoja. Myös polkupyörille on oltava saatavilla lukitut säilytyspaikat ja henkilökunnalle tarjolla peseytymistilat ja pukuhuoneet. Autojen pysäköintitiloissa huomioidaan vähäpäästöiset ja vähän kuluttavat autot esim. järjestämällä niille suunnattuja paikkoja vähintään 5 % autopaikkojen kokonaismäärästä. Lisäksi kestävän maankäytön osa-alueessa arvioidaan rakennuksen aiheuttaman valosaasteen määrää ja pyritään vähentämään sitä eri ratkaisuin. [5, s. 1–20.]

Muita tarkasteltavia osa-alueita kestävän maankäytön piirissä ovat elinympäristön suojaaminen tai palauttaminen, avoimen tilan maksimointi ympäristössä sekä sade- ja sulamisvesien kontrollointi. Kaikilla näillä edellä mainituilla keinoilla tehostetaan maankäyttöä, minimoidaan rakentamisesta aiheutuvaa haittaa ympäristölle ja maaperälle sekä edistetään ja kannustetaan ympäristöystävällistä rakentamista. Liitteessä 1 on esitetty kaikki tarkasteltavat kriteerit, jotka kuuluvat kestävän maankäytön osa-alueeseen ja koko LEEDIin. Myös maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että tarjotaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, sosiaalisesti, talodellisesti ja kulttuurisesti kestävää kehitystä. [6]

2.2.2 Tehokas vedenkäyttö

Vesi on yksi tärkeimmistä luonnonvaroistamme. Pitkäaikaiset ja lyhytkestoiset veden saatavuuden katkokset voivat lisääntyä tulevaisuudessa ilmastonmuutosten myötä. Pitkäkestoiset kuivat jaksot ovat yleistyneet jo Suomenkin kesissä, eivätkä talvien kuivat ja kylmät kaudet myöskään helpota maaperän vesivarantojen tilaa. On siis jo korkea aika pienentää veden käytön määräämme.

Tehokkaan vedenkäytön osa-alueessa panostetaan strategioihin, joilla saadaan veden käyttöä pienennettyä vähintään 20 % verrattuna normaaliin rakentamiseen. Tämä onnistuu hyvin helposti esim. elektronisilla hanoilla, innovatiivisilla jäte-/hulevesiratkaisuilla sekä viheralueiden kastelulla muulla kuin juomavedellä. Veden käytön mittaaminen, kulutustottumusten seuraaminen ja veden käytön vähentäminen kuuluvat olennaisena osana tehokkaan vedenkäytön osa-alueeseen. Mitä enemmän saa pienennettyä veden käyttöä verrattuna normaaliin tapaan rakentaa, sitä enemmän saa pisteitä LEED-sertifikaattiin. Taulukossa 1 näemme vedenkäytön vähentämisen tuomat pisteet, kun verrataan vedenkäyttöä perustason arvioituihin laskelmiin.

Taulukko 1. Vedenkäytön vähentämisen tuomat pisteet [5, s. 28].

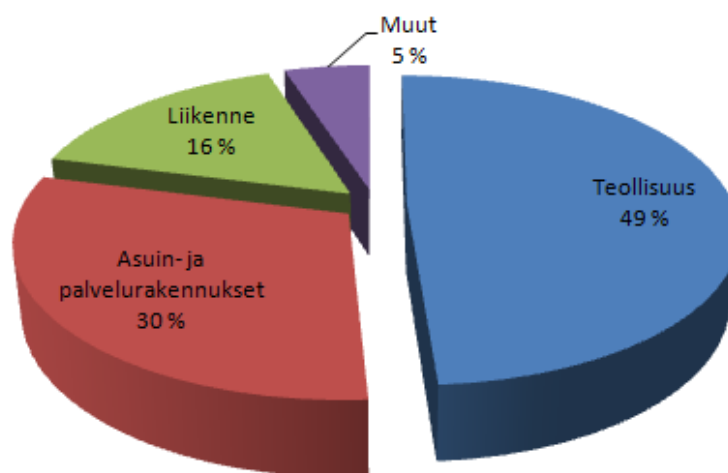
Vedenkäytön vähentäminen %	Pisteet
30 %	2
35 %	3
40 %	4

Sadeveden keräysjärjestelmällä (esim. säiliöt, maanalaiset tankit, altaat) voidaan vähentää merkittävästi tai kokonaan juomaveden määrää kastelussa. Tällä hetkellä tehokkain strategia välttää kasvavia vedenkäytön kastelukustannuksia on suunnitella maisemointi siten, että se soveltuu paikalliseen ilmastoon parhaiten. Sadevettä voidaan kerätä katoilta, aukioilta ja tasoitetuilta alueilta ja tämän jälkeen mahdollisesti suodattaa vesi kasteluun soveltuvaksi. Metall- tai betonipohjaiset materiaalit ovat hyviä materiaaleja kattoalueilla sadeveden keruuseen, kun taas asfaltti- ja lyijypohjaiset materiaalit pilaavat veden laatua. Innovaatoratkaisuja voisi olla sadevesien käyttö wc-istuinten ja urinaalien huuhtelussa tai vedettömien urinaalien käyttö. [5, s. 23–28.]

2.2.3 Energian käyttö

Energian käytön osa-alueen tarkoituksena on varmistaa, että energiaa kuluttavat järjestelmät on asennettu, tarkastettu ja otettu käyttöön suunnitelmien mukaisesti, ja ne ovat projektin vaatimusten mukaisia. Pää tavoitteena tällä osa-alueella on vähentää energian käyttöä laitevalintojen ja teknisten ratkaisujen avulla. Energian käyttö on suurin tarkasteltava osa-alue myös pisteiden valossa LEED-sertifioinnissa. Pisteitä voi saada maksimissaan tästä osa-alueesta 37. Energiasimulointi on tämän osa-alueen suurin tarkasteltava kohde, ja laskennan tulos on erittäin tärkeä kokonaispistemäärän kannalta.

Järjestelmät, joita rakennuksen tulee vähintään ottaa käyttöön, ovat lämmitys, ilmanvaihto, ilmastointi, jäähdytys, näiden automaatio sekä valaistuksen ja päivänvalon kontrollointi. Myös lämpimän käyttöveden järjestelmät sekä uusiutuvia energiamuotoja hyödyntävät järjestelmät (esim. tuuli, aurinko) tulee ottaa käyttöön rakennuksessa. Tässä osa-alueessa voidaan tehdä merkittäviä toimenpiteitä, joilla on pitkälle kantava vaikutus tulevaisuudessa. Kuvassa 3 nähdään, kuinka rakennusten energiankulutus on lähes kolmannes koko energiankulutuksesta Suomessa vuonna 2005.

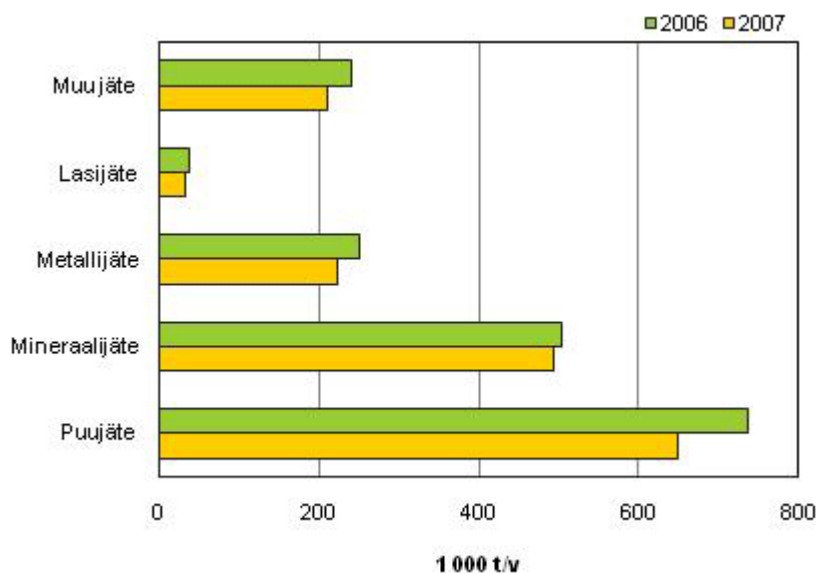


Kuva 3. Energiankulutuksen jakauma Suomessa vuonna 2005.

Energiatehokkuutta optimoitaessa pyritään vähentämään ympäristöllisiä ja taloudellisia vaikutuksia, jotka johtuvat liiallisesta energiankulutuksesta. Rakennusten energiankulutuksesta n. 66 % kohdistuu lämmitykseen ja jäähdytykseen, joten näihin järjestelmiin on syytä kiinnittää huomiota ja löytää innovatiivisia ratkaisuja. [7.]

2.2.4 Materiaalien valinta ja kierrätys

Talonrakennustoiminnasta, mukaan lukien rakennusten purkaminen ja korjausrakentaminen, syntyy paljon jätettä. Vuonna 2007 rakennustoiminnan jätteen määrä oli n. 1,6 miljoonaa tonnia. Tästä määrästä 57 % syntyi korjausrakentamisessa, 27 % purkutyömailla ja 16 % uudisrakennustyömailla. Verrattaessa vuoteen 2006 on jätteen määrä pudonnut lievästi kaikilla osa-alueilla (puu-, mineraali-, metalli-, lasi- ja muu jäte) paitsi ongelmajätteen osalta. Ongelmajätteen määrä on noussut vuodessa yli 50 %, vaikka ongelmajätteen kokonaisuus oli n. 1 %. Kuvassa 4 on esitetty vuosien 2006 ja 2007 talonrakentamisen jätteiden jakauma.



Kuva 4. Talonrakentamisen jätteiden jakauma vuosina 2006 ja 2007 [8].

Materiaalien valinta ja kierrätys osa-alueena pyrkii lisäämään ja kannustamaan kierrätystä, tavaroiden ja rakennuksen käyttämistä uudelleen sekä paikallisten materiaalien käyttöä. Esim. rakennusvaiheessa syntyvän jätteen kierrätys on suhteellisen helppo organisoida ja lajitella materiaalit erikseen. Toisaalta olemassa olevien rakenteiden käytöstä on mahdoton saada pisteitä, jos sellaisia rakenteita ei ole. Puumateriaalien käytössä tavoitellaan 50 %:n olevan FSC-sertifioitua puuta (laatutakuu luonnon ja ihmisen huomioon ottavasta metsänhoidosta). [5, s. 55.]

2.2.5 Sisäilman laatu

On tärkeää, että tiloissa, joissa asumme, vietämme aikaa ja työskentelemme, on puhdas ilma. Ihminen viettää ajastaan n. 90–95 % sisätiloissa ja hengittää vuorokaudessa jopa 40 m³ ilmaa. Sisäilmassa olevat epäpuhtaudet saattavat aiheuttaa tai pahentaa allergioireita ja keuhkosairauksia.

Rakennuksen sisäilmaan vaikuttavat monet tekijät. Suurimmaksi osaksi on kiinnitettävä huomiota rakennuksen ilmanvaihtoratkaisuihin, jotta saadaan kaikkia palveleva ja hyvä ilmanvaihto. Iso rooli on myös rakennuksen sijainnilla; vilkkaasti liikennöidyn tien varrella tai voimalaitoksen vieressä ilmassa olevien epäpuhtauksien määrä on merkittävä. Rakennustavalla, rakennusmateriaaleilla, sääoloilla sekä erityisesti käyttö- ja huoltotoimenpiteillä voidaan joko pitää yllä hyvin suunniteltua järjestelmää tai pilata sen ominaisuudet täysin. Tämän osa-alueen tavoitteena on parantaa rakennuksen sisäilman laatua ja käyttäjien terveyttä. [9.]

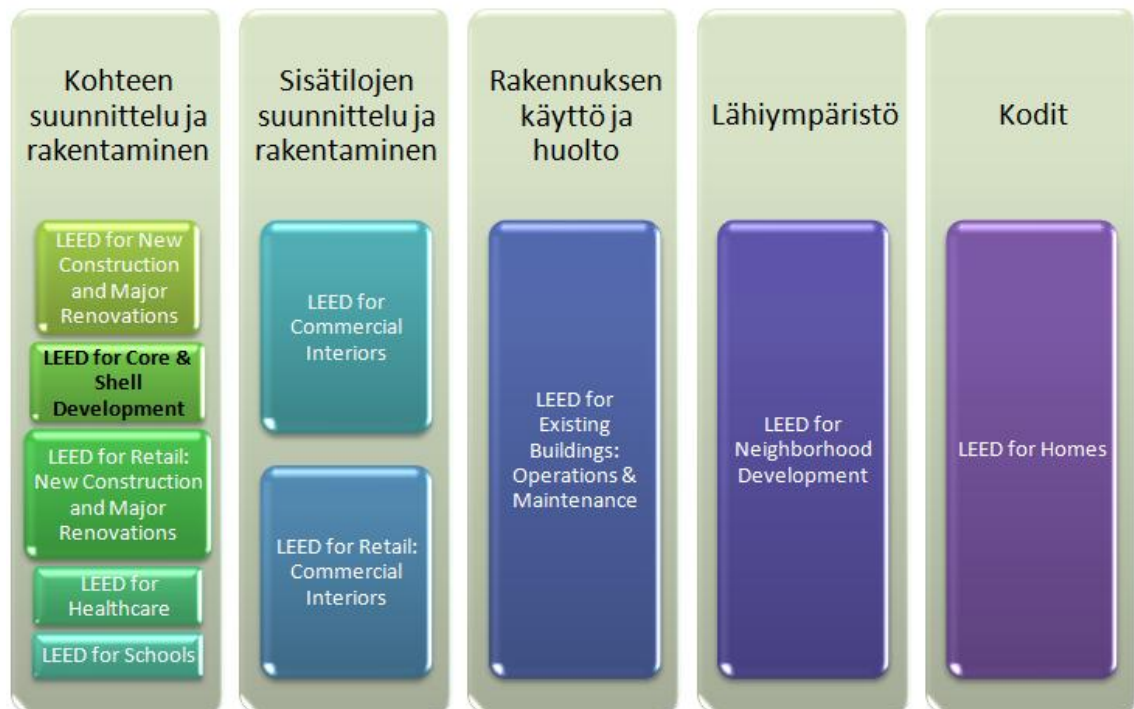
Edellytyksinä sisäilman laadun osa-alueessa on vähintään minimitason laatuinen sisäilman tuottaminen sekä tupakansavun hallintaan tehtävät järjestelmät. Jokaisesta annetusta sisäilman laatua parantavasta toimenpiteestä voi saada yhden pisteen. Tällaisia toimenpiteitä ovat esim. tehostettu ilmanvaihto, rakentamisen aikainen puhtaudenhallinta, vähäpäästöisten materiaalien käyttäminen sekä päivänvalon saanti rakennuksessa (vähintään 75 % tiloissa) ja näkymä ulos rakennuksesta (vähintään 90 % tiloissa). [5, s. 57–77.]

2.2.6 Innovaatiot suunnitteluprosessissa

Tässä osa-alueessa on tarkoituksena tarjota suunnittelijoille ja projektin ohjauksesta vastaaville tahoille mahdollisuus saavuttaa jotain poikkeuksellisia ratkaisuja, joita ei LEED-sertifiointin pisteityksissä ole otettu huomioon. Pisteitä saa, jos on ottanut rakennuksessa käyttöön jotain merkittäviä ja mitattavia toimintoja, jotka säästävät ympäristöä tavalla tai toisella. Vihreän sähkön käyttäminen tuovat sertifiointiin yhden lisäpisteen samoin kuin LEED-akkreditoitu henkilö projektissa. Tällainen henkilö on LEED-prosessin ja toimintatapojen asiantuntija sekä suorittanut hyväksytysti USGBC:n järjestämän tentin. [5, s. 79–80.]

2.3 Pisteytysjärjestelmät

USGBC:n perustamisesta lähtien, vuodesta 1998, on pyritty kehittämään sertifiointijärjestelmää koko ajan paremmaksi mittariksi. Edellä käsitellyt LEEDin osa-alueet oli kuvailtu tarkastellen LEED for Core & Shell Development -kategoriaa, jota käytetään myös Kiinteistö Oy Kathyssä. Tällä hetkellä LEEDillä on kymmenen eri pisteytysjärjestelmää käytössä. LEEDin pisteytysjärjestelmät on kehitetty LEED-toimikuntien johtamien prosessien kautta, jotka ovat avoimia ja yksimielisesti hyväksytyjä. Jokaiseen toimikuntaan kuuluu vapaaehtoisia rakennusalan harjoittajia ja asiantuntijoita. Toimikuntien ansiosta on taattua, että rehellinen ja avoin valitus- ja muutoksenhakuprosessi on mahdollista. Kuvassa 5 on esitetty LEEDin eri pisteytysjärjestelmät.



Kuva 5. LEEDin pisteytysjärjestelmät.

Suunnitteilla on muutamia pisteytysjärjestelmiä lisää, kuten esim. varastoille, data- ja jakelukeskuksille. Uudet ideat tulevat USGBC:n pitämistä kyselyistä, joissa osakkaat kehittävät innovatiivisia ratkaisuja ja kategorioita LEED-sertifiointijärjestelmään. [10.]

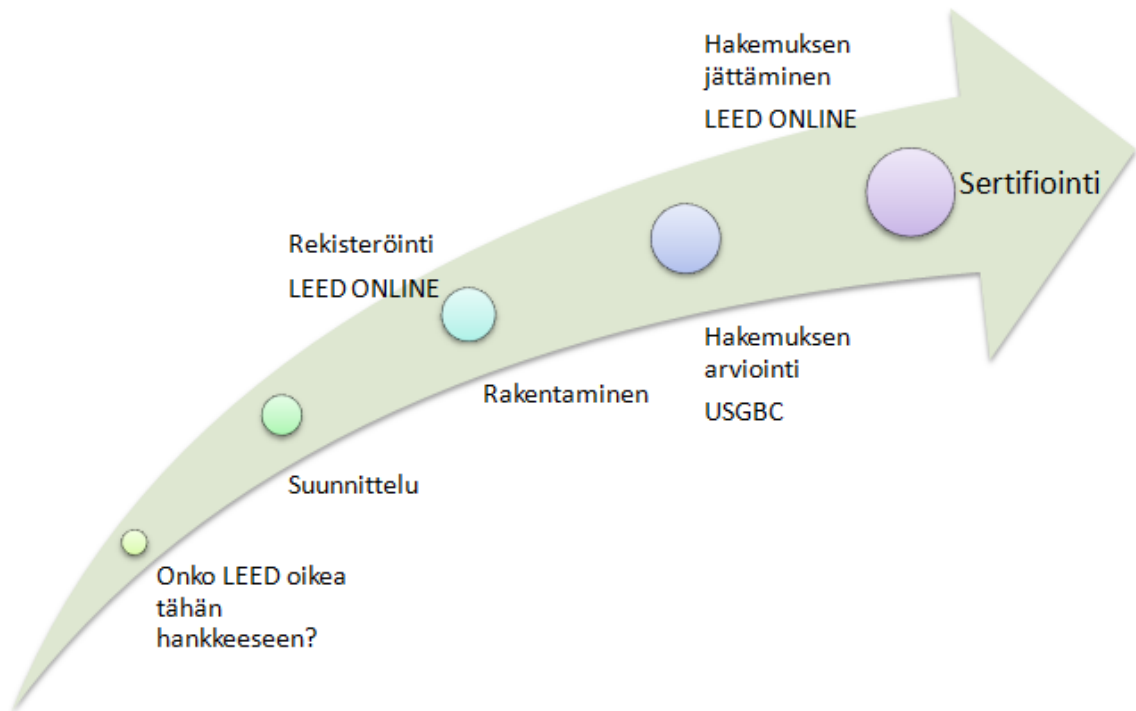
2.4 Prosessin eteneminen

Ensimmäisessä vaiheessa tarkastellaan LEEDin sopivuutta kyseiseen hankkeeseen ja selvitetään, mikä on omistajan ja koko projektin tavoite. Tärkeää on myös selvittää, mikä luokitusjärjestelmä on hankkeeseen sopivin, sekä arvioida, tuleeko kustannuksista liian isot, jos tavoitellaan esim. platina-tasoa. Hankkeesta tehdään myös yksityiskohtainen toimintasuunnitelma. Jos LEED päätetään ottaa käyttöön projektissa, niin projekti rekisteröidään, jolloin projektiryhmä saa oikeudet LEED online -järjestelmään. LEED-prosessia hallinnoidaan ja tallennetaan järjestelmään.

Toisessa vaiheessa suunnitellaan koko LEED-prosessi, siten että se on saman tien toteutettavissa, kun varsinainen rakennustyö lähtee käyntiin. Tässä vaiheessa myös arvioidaan LEED-pisteiden kustannukset sekä suunnitelmissa esitetään LEED-vaatimukset. Projektiin otetaan mukaan asiantuntija, joka arvioi tuotantoon liittyviä asiakirjoja ja tuo lisäarvoa hankkeeseen. Projektiryhmä esittää USGBC:lle pisteiden tulkintaan liittyviä kysymyksiä.

Kolmannessa, eli rakentamisen vaiheessa tehdään lopullinen arviointi LEED-pisteiden kustannuksista. Teknisiin asiakirjoihin sisällytetään LEED-vaatimuksia, jolloin varmistetaan tuotantoa. Tässä vaiheessa otetaan mahdollisesti käyttöön lisää asiantuntijapalveluita esim. energiaa säästävissä toimenpiteissä. Talotekniikan näkökulmasta analysoidaan LEEDin vaikutuksia ja tehdään mahdollisia pieniä muutoksia.

Hakemuksen valmistelu- ja jättämisvaiheessa kerätään tarvittavat tiedot USGBC:lle sekä tehdään tarvittavat laskelmat. Tiedot tallennetaan LEED online -järjestelmään, jossa jokaiselle pisteelle tehdään oma osio. Hakemus jätetään LEED online -järjestelmään joko kaiken suunnittelu- ja rakentamisvaiheen jälkeen tai kun kohde on valmistunut. Asiaankuuluvat sertifiointimaksut on maksettava tässä vaiheessa. Kuvassa 6 nähdään LEED-prosessin eteneminen vaiheittain.



Kuva 6. Sertifiointiprosessin eteneminen.

Ennen sertifiointia USGBC arvioi hakemuksen käyttäen ulkopuolisia asiantuntijoita, joten sertifiointi on kolmannen osapuolen tekemä. Hakijalla on mahdollisuus valittaa päätöksistä määrätyn ajan sisällä. Tämän jälkeen USGBC käsittelee lopullisesti hakemuksen ja sertifioi rakennuksen.

2.5 LEED-sertifiointin hyödyt

Rakentamisen toimialalla käytetään luonnonvaroja eniten maailmassa. Kestävä rakentaminen on parempi ratkaisu kuin tavanomainen rakentaminen, kun verrataan luonnonvarojen kulutusta ja ympäristövaikutuksia. Kestävällä rakentamisella vähennetään kasvihuonepäästöjä tehokkaasti ja taloudellisesti. Rakennusten sijoittamisella ja maankäytön suunnittelulla tiivistetään yhdyskuntarakennetta ja vähennetään liikenteestä syntyviä päästöjä.

LEED-sertifiointista on seuraavia hyötyjä:

- jätteiden määrän vähentäminen
- ilman ja veden laadun parantaminen
- luonnonvarojen kulutuksen vähentäminen

- luonnon suojelun edistäminen
- tavaroiden ja jätteiden tehokkaampi kierrättäminen
- paremman arvon ja tuoton tuominen rakennukselle
- pitkän käyttöiän ja jälleenmyyntiarvon tarjoaminen
- yhdyskuntarakenteen tiivistäminen
- rakennuksen elinkaaren optimointi taloudellisesti
- energiankulutuksen vähentäminen
- edulliset hankinta-, huolto- ja ylläpitokustannukset
- julkisten kulkuyhteyksien parempi tarjoaminen
- positiivisen imagon tuominen yritykselle
- innovatiivisten ratkaisujen käyttäminen
- kasvihuonepäästöjen vähentäminen.

Kun LEED otetaan käyttöön organisaatiossa, koko yrityksen näkökulmat laajentuvat ympäristömyönteisiksi. Enää ei keskitytä vain tehokkaaseen energian käyttöön vaan ryhdytään miettimään laajemmin esim. materiaalien valintaan ja kierrätykseen liittyviä kysymyksiä. Myös rakennettavan kohteen etäisyyksiä palveluihin ryhdytään tarkastelemaan uudesta näkökulmasta. Näin saadaan pienennettyä päästöjä ja kulutusta kaikkien työntekijöiden ja loppukäyttäjien osalta.

LEEDin vahvuus verrattuna muihin sertifiointeihin on kansainvälistyminen Yhdysvaltojen johdolla. LEED on otettu käyttöön vuonna 2000 ja on nyt jo yli 150 maassa luokitustyökaluna, joten tietoa erilaisista kohteista on saatavilla. LEEDistä on yhä enemmän muodostunut työkalu kansainvälisille kiinteistösijoittajille ympäri maailmaa. [10.]

3 LEED-sertifiointi Kiinteistö Oy Kathyssa

3.1 Yleistä

Kiinteistö Oy Kathy on Skanskan Suomen uusi pääkonttori, jonka arvioitu valmistumisajankohta on tammikuussa 2012. Liitteessä 3 on esitetty kohteen yleisaikataulu. Konttori nousee vilkkaasti liikennöityyn risteykseen Helsinkiin Ruskeasuolle, Mannerheimintien ja Hakamäentien risteykseen (kuva 7).



Kuva 7. Kiinteistö Oy Kathy [11].

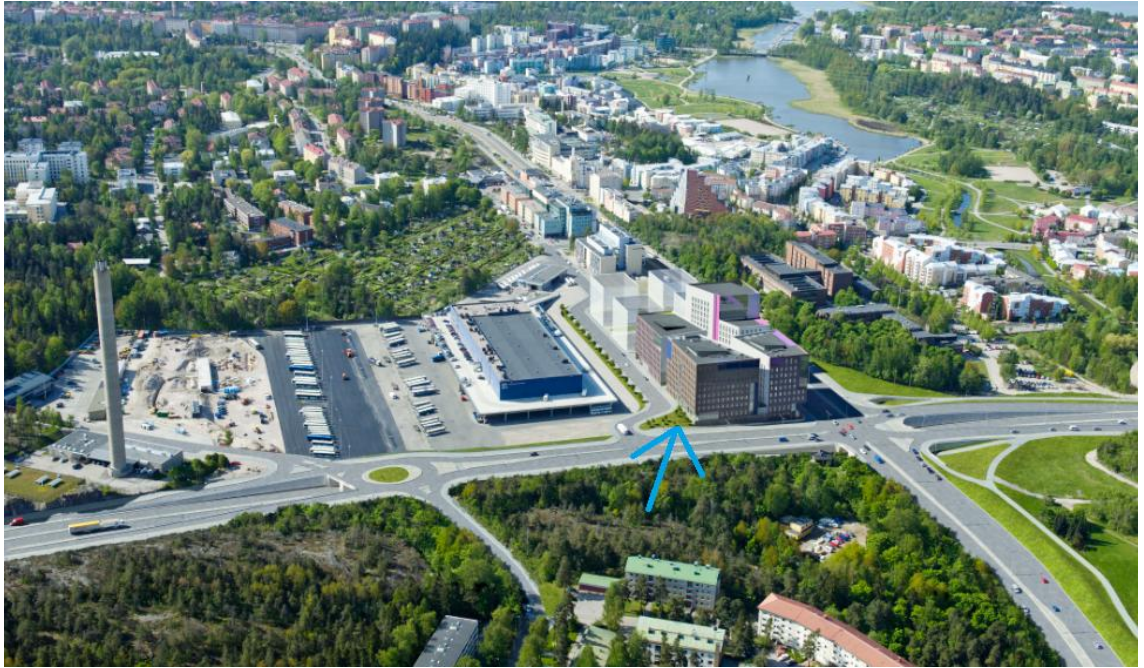
Koy Kathy on 8-kerroksinen toimistorakennus, josta 1. ja 2. kerros sisältävät aula-, asiakas-, edustus-, neuvottelu- ja ruokailutiloja. Kerrokset 3–7 sisältävät toimistotyöskentelykerroksia ja 8. kerros sauna-, neuvottelu- ja johtoporrastiloja. Pysäköintitilat on järjestetty kiinteistön alapuolelle, kolmeen tasoon. Rakennuksen kokonaispinta-ala on n. 15 400 brm². Työtilat ovat avoimia mutta rajattuja työpisteiden ryhmittymiä, joissa kenelläkään ei ole omaa työhuonetta, ei edes johdolla. Kuvissa 8, 9, 10 ja 11 on esitetty Kiinteistö Oy Kathy eri kuvakulmista.



Kuva 8. Näkymä aulasta [11].



Kuva 9. Valoisat avokonttoritilat [11].



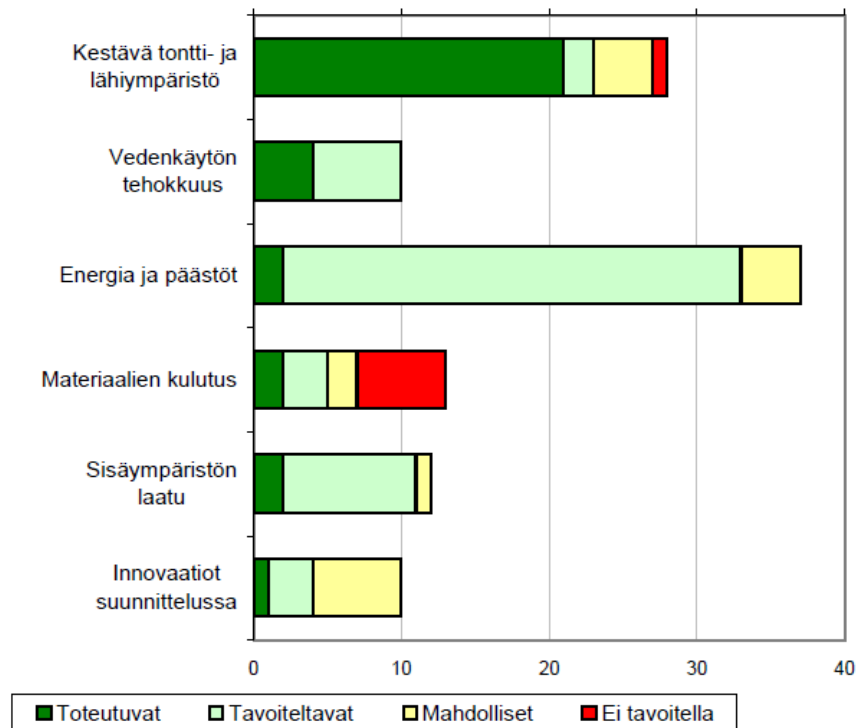
Kuva 10. Ruskeasuon toimistokeskittymä. Koy Kathy on merkitty nuolella. [11]



Kuva 11. Näkymä sisäpihalta. Koy Kathy saa sinivalkoisen ilmeen. [11]

3.2 Kiinteistön talotekniikkajärjestelmät

Kiinteistö Oy Kathy tavoittelee LEED-sertifiointiluokituksen korkeinta eli platina-arvosanaa. Tavoitteeksi on asetettu 86/110 pistettä, joten pelivaraa on kuuden pisteen verran platinatason luokituksen saavuttamiseksi projektista (kuva 12). Aikaisemmin Skanska on saavuttanut platinatason toimistorakentamisessa vuonna 2009 Helsingin Sörnäistenrannassa olevasta Kiinteistö Oy Lintulahdenvuoresta.



Kuva 12. Projektin pistejakauman arviointi [12].

Ilmanvaihtojärjestelmä on toteutettu 8-kerroksisessa toimistotalossa hyödyntäen talotekniikan vaaka-asennusmoduuleja. Asennusmoduuleilla tarkoitetaan esivalmistettuja rakenneosia, joista voidaan muodostaa laajempi kokonaisuus. Moduulien käytössä on monia hyötyjä kuten työsuorituksen yksinkertaistaminen ja tuotannon joustavuuden lisääminen. Vaaka-asennusmoduuleja on yhteensä 60 kpl Kiinteistö Oy Kathyssa sijoittuen kerrokseen 3–7, jolloin kerroksessa on 12 kpl moduuleja.

Rakennus liitetään Helsingin Energia Oy:n kaukolämpö- ja kaukojäähdytysverkkoon rakennukseen sijoitettavan lämmönsiirtimen välityksellä. Paikoitus- ja toimistotiloja varten asennetaan lämmönjakohuoneeseen uudet lämmönjakokeskukset, jossa on

lämmönsiirtimet toimisto-osan lämpimän käyttöveden valmistukselle, patteriverkostolle ja ilmanvaihdon lämmitysverkostolle sekä sulanapitoverkostolle. Vesi- ja viemärijärjestelmä asennetaan palvelemaan rakennuksen keittiö-, tauko-, sosiaali- ja peseytymistiloja sekä kiinteistön huoltoon ja teknisiin tiloihin liittyviä vesi- ja viemärintipisteitä. Vesijohto- ja viemärijärjestelmät mitoitetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaisesti. Rakennus liitetään vesilaitoksen vesijohto- ja viemäriverkostoihin.

Toimistotilojen sähkönjakelu toteutetaan yläjakeluperiaatteella, jossa työpisteiden sähköpistorasiat asennetaan joko jäädytyspalkin päälle tai kattopintaan sekä käytäväalueiden alakattojen yläpuolelle. Sähkönjakelu toteutetaan kiskojakeluna ja käytäville varataan yksi kaapelihylly yleiskaapelointia varten. Valaisinripustuskiskoja käytetään tarvittaessa tilan sisustuksen mukaisesti pintakäsiteltyinä. Johtokanavat neuvotteluhuoneiden seinillä ovat alumiinirakenteisia, valkoiseksi maalattuja muotoprofiileja. Valaistuksen ohjaus tapahtuu läsnäolo- ja päivänvalo-ohjauksella energiaa säästäen. Energiatehokkuus otetaan myös huomioon valaisimissa käyttäen hyvän energiatehokkuuden omaavia valaisimia.

Lämmitys-, jäädytys- ja ilmanvaihtojärjestelmät suunnitellaan määräysten, ohjeiden, mitoitusarvojen ja -laskelmien mukaisesti siten, että sisäilmaluokaksi saadaan S2 -luokan tavoitearvot. Rakennus varustetaan koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdoilla. Ilmanvaihtojärjestelmä on varustettu lämmityksellä ja jäädytyksellä sekä lämmöntalteenottolaitteilla määräysten mukaisesti. Asennustöissä noudatetaan Sisäilmastoluokitus 2008 -julkaisun puhtausluokitusta P2. Ilmastointikoneisiin asennetaan jäädytyspatterit ja huonetiloihin tarpeen mukainen jäädytyslaite, kuten jäädytyspalkki, kattosäteilijä tai puhallinkonvektori. Rakennuksen lämmitys toteutetaan pääosin vesikiertoisella radiaattorilämmitysjärjestelmällä. Paikoitustiloissa on ilmalämmitys, ajoluiskan yläpäässä luiskalämmitys sekä tuulikaapeissa kierrätysilmalämmitys. Rakennus varustetaan jäädytetyn veden järjestelmällä. Jäädytysvesiverkostot jaetaan kahteen erilliseen verkostoon tuloilmakoneita ja jäädytyspalkkeja varten. Järjestelmään sisällytetään lämmönvaihdin, joka mahdollistaa palkki- tai kattosäteilijäverkoston vapaajäähdytyskäytön ulkoilman avulla.

3.3 LEED-prosessin eteneminen case-kohteessa

Kiinteistö Oy Kathryn LEED-prosessi kulkee seuraavien kohtien 1.–7. mukaan. LEED-prosessi kulkee lähes samalla tavalla joka kerta, riippumatta projektista. Varsinainen prosessi lähtee liikkeelle kohteen LEED-aloituskokouksesta ja suunnittelun aloituksesta. Tässä vaiheessa tehdään maankäytön suunnitelma, ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus, tiheyslaskelmat, maaperänpuhdistusraportti ja merkitään asemapiirrokseseen LEED-alue. Vaiheeseen kuuluu myös julkisten yhteyksien tarkastelu, pysäköinnin ja pyöräpaikkojen suunnittelu, hulevesien hallintasuunnitelma sekä viheraluelaskelmat.

1. Tavoitteen asettaminen

- LEED-pisteytyksen läpikäyminen tilaajan kanssa ja haettavien pisteiden valinta.
- Lopputuloksena dokumentti haettavine pisteineen, tarvittavat toimenpiteet sekä arvioitu kustannusvaikutus.
- Suunnittelijoiden ohjeistus.

2. Kohteen rekisteröinti

- Kohde rekisteröidään U.S. Green Building Councilin tietokantaan.

3. Tiedon keräys ja dokumentaation luominen

- Asemakaavaan merkinnät, joista näkyvät läheiset palvelut. Läheisten rakennusten ja tonttien alojen selvittäminen.
- Suunnittelun ohjaus LEED-periaatteiden mukaan.
- Katselmuksia projektiryhmän kanssa.
- Vastuutaulukon luominen.

4. Energia- ja valaistussimulointi

- Kohteen mallinnus ja simulointi IDA Indoor Climate and Energy -ohjelmistolla.
- Kohteen energiatehokkuuden vertailu USA:n standardeihin.
- Mahdolliset parannusehdotukset energiatehokkuuteen.
- Tarvittavan dokumentoinnin luonti.

5. Toiminnan varmistus

- Ohjeet toiminnan varmistamiseksi.

6. Kohteen sertifiointi

- Tarvittavan sertifiointimateriaalin toimittaminen U.S. Green Building Councilille.

7. Työmaan sertifiointidokumentointi

- Työmaan materiaalihankintojen ohjaus ja tiedonkeräys.
- Puhtauden ja ympäristön hallintasuunnitelman laatiminen, valvonta ja siihen liittyvä dokumentointi.

Prosessi etenee tavoitteen mukaisesti ja vastuutaulukkoa noudattaen. Vastuutaulukkoon on kirjattu tavoiteltavat pisteet, niiden eteen tehtävät työt, vastuuhenkilöt ja deadline-päivämäärät.

3.4 Sertifiointin kustannukset ja saavutetut hyödyt

LEED-sertifiointin rekisteröintimaksu itsessään maksaa n. 400 euroa, jolla siis saa pelkän sertifikaatin, riippumattoman, kolmannen osapuolen tekemänä ja tarkastelemana. Kiinteistö Oy Kathyssä ei tehdä mitään ainoastaan sen vuoksi, että saataisiin LEED-pisteitä, joten on hankalaa arvioida rakennuskustannusten erotusta rakennettaessa sertifiointiin tähtäävää rakennusta tai ilman sertifiointia. Vihreät rakennukset ovat ympäristömyönteisiä ja terveellisiä paikkoja elää ja työskennellä. LEEDin myötä tehdään mittavia energiansäästöjä, tuodaan yritykselle myönteistä imagoa, saadaan korkeampaa vuokratuottoa sekä sitoutuneet vuokralaiset, jotka haluavat elää ympäristöystävällisesti. [13, s. 2–5.]

LEED-prosessi vaatii paljon työtä, jotta saadaan kaikki pisteet mitä tavoitellaan ja mihin pyritään. On arvioitu, että pelkästään työhön sertifikaatin saavuttamiseksi kuluu n. 10-12 tuntia jokaista LEED-pistettä kohden. Näin ollen, kun Kiinteistö Oy Kathyssa tavoitellaan pistemäärää 86, kuluu tunteja n. 860–1030. Jos tuntihinnoittelussa käytetään esim. 85 €/h, tulee LEEDin työn kustannuksiksi n. 73 000–87 500 €. Erinäisten laskelmien mukaan LEEDin perustason luokitus vaatii 0,66 prosentin, hopea-1,9:n, kultataso 2,2:n ja platinataso 6,8 prosentin lisäinvestoinnit. Keskimäärin vihreä rakentaminen lisää rakennuskustannuksia n. 2–5 %, joten ajan myötä kustannukset maksavat itsensä nopeasti takaisin. Energiatehokas rakentaminen pienentää käyttökustannuksia 8–9 %, rakennuksen arvo kasvaa 7,5 %, rakennuksen käyttöaste kasvaa 3,5 %, vuokratulot kasvavat 3 % ja sijoitetun pääoman tuotto kasvaa 6,6 %. [13, s. 3; 14.]

4 LEED-sertifiointin haasteet

4.1 Yleistä

LEEDiä on kritisoitu siitä, että se on pohjimmiltaan amerikkalaiselle toimistotalolle tehty luokitus, eikä sitä voi ottaa käyttöön kaikenlaisissa rakennuksissa, kun taas joku toinen on joustava ja se voidaan toteuttaa kaikenlaisissa kohteissa. LEEDissä on myös suhteellisen helppo saavuttaa hopeataso uudisrakentamisessa, eikä kultaakaan ole erityisen vaikea saavuttaa. Seuraavassa on esitetty muutamia LEED-sertifiointin haasteita.

LEED-sertifiointin haasteita ovat

- paine rakentaa taajama-alueille
- korkeammat rakentamisen investointikustannukset
- ammattitaitoisten henkilöiden saanti projektiin
- määräysten muuttuminen ja tiukentuminen
- hajanaiset markkinat
- muut sertifiointit
- vanhoja käyttäytymismalleja on vaikea muuttaa
- maiden välillä paljon erilaisia määräyksiä ja ohjeita
- luotettavan ja ymmärrettävän tiedon puute
- standardi ei mittaa energiatehokkuutta
- sertifiointin kustannukset verrattuna muihin sertifiointeihin.

Rakennusala on suhteellisen hajanainen, ja alan kestävyttä on haastavaa kehittää. Maiden välillä on käytössä paljon erilaisia rakennussäädöksiä, jotka poikkeavat toisistaan paljon. Kokonaisvaltaisia ratkaisuja, jotka ovat kansainvälisiä, on toistaiseksi käytössä rajallisesti. Tuote- ja laitekohtaisia energiatehokkuuden säädöksiä on käytössä paljon, ja monet toimijat tarjoavat ainoastaan yksittäisiä laitteita tai tuotteita. Yhtenä haasteena voidaan nähdä myös vuokranantajan haluttomuus sitoa pääomaa ympäristömyönteisiin investointeihin. [14.]

4.2 Käytössä olevat muut tunnetut sertifiointit

Haasteita LEEDille tuo se, että markkinoille on myös monia muita pyrkijöitä. LEEDin lisäksi muita tunnettuja sertifiointeja ovat esim. BREEAM, Promise, WWF Green Office, Casbee ja EU Green Building. Seuraavissa luvuissa on käsitelty kolmea suhteellisen tunnettua sertifiointia: BREEAM, PromisE ja WWF Green Office.

4.2.1 BREEAM

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) on ympäristöluokistusjärjestelmä ja työkalu, jolla pystytään arvioimaan rakennuksen ympäristövaikutuksia. Vertailu on mahdollista myös eri maiden välillä. BREEAM on kehitetty Iso-Britanniassa, jossa oli vuonna 2009 yli 100 000 BREEAM-sertifioitua rakennusta. Kuvassa 13 on esitetty BREEAM:n setrifikaatti.



Kuva 13. BREEAM-sertifikaatti [15].

BREEAM pyrkii vaikuttamaan seuraaviin asioihin:

- kiinteistön johtaminen
- terveys ja hyvinvointi
- energian käyttö
- kuljetus ja liikenne
- vedenkäytön tehokkuus
- materiaalit
- jäte
- maankäyttö ja ekologia
- saasteet. [16.]

BREEAM eroaa LEEDistä hyvin vähän. LEED on toistaiseksi tunnetumpi järjestelmä, mutta BREEAM on jatkuvasti nousussa. BREEAMissa arvioijan pätevytyminen on pakollinen, ja varmentajan tulee olla BREEAM-koulutettu. LEEDissä tämä ei ole pakollista, mutta rakennus saa yhden lisäpisteen, jos varmentaja on LEED-koulutettu. BREEAM on myös LEEDiä halvempi suurten rakennusten osalta, ellei rakennukselle tehdä räätälöityä luokitusta. [14.]

4.2.2 PromisE

PromisE on suomalainen ympäristöluokituksessa käytettävä työkalu kiinteistöjen ja hankkeiden markkinointiin ja kehittämiseen. Kiinteistö-Promisella laaditaan olemassa olevien kiinteistöjen ympäristöluokitus. Hanke-PromisE on tarkoitettu uudisrakennushankkeiden ympäristö- ja elinkaarinäkökohtien ohjauksen työkaluksi. Promisen perusideana on arvioida kiinteistön suurimpia ympäristövaikutuksia yksinkertaisten mittareiden avulla.

Rakennus arvioidaan pisteiden perusteella A, B, C, D tai E-luokkaan. Paras arvosana on A, johon yltää Suomessa vain pari prosenttia. A- ja B-luokkaan yhteensä kuuluu noin 10–15 % uusista kiinteistöistä. E-luokka vastaa nykyisen rakentamisen normaalia tasoa.

PromisE on jaettu neljään pääluokkaan, jotka koostuvat eri kategorioista:

- Ekologiset vaikutukset (päästöt ilmakehään, kiinteät jätteet, tonttiympäristön monimuotoisuus, viemäritävät jätteet ja liikenne)
- Käyttäjien terveys (sisäilmaston hallinta, sisäilman laatu ja kosteuden hallinta)
- Luonnonvarojen kulutus (energia, vesi, maankäyttö, materiaalit ja käyttöikä)
- Ympäristön riskit (tontti, rakennus ja rakennustyömaa). [17.]

PromisE eroaa LEEDistä huomattavasti. PromisE on ympäristöluokituksen työkalu, joka on käytössä vain Suomessa. Se olisi hyvä työkalu kotimaisilla markkinoilla, mutta monet hankkeet ottavat LEEDin käyttöön kansainvälisiä kiinteistösijoittajia tavoitellakseen.

4.2.3 WWF Green Office

WWF Green Office on toimistoille tarkoitettu ympäristöpalvelu, jolla pyritään vähentämään ympäristökuormitusta, saada aikaan säästöjä sekä hidastamaan ilmastonmuutosta. WWF Green Office on kevyt ja käytännönläheinen ympäristöohjelma, jonka tavoitteena on kasvihuonepäästöjen vähentäminen ja ekologisen jalanjäljen pienentäminen. Kuvassa 14 on esitetty WWF Green Officen myöntämä merkki.



Kuva 14. WWF Green Office -merkki [18].

Green Office -merkin saamiseksi organisaation tulee

- valita Green Office -vastaava ja nimetä Green Office -tiimi
- vähentää kasvihuonepäästöjä energiaa säästämällä

- laatia käytännönläheinen ympäristöohjelma
- vähentää jätettä ja kierrättää jätteet
- huomioida hankinnoissa ympäristönäkökohdat
- kouluttaa ja tiedottaa henkilöstöä Green Office -toimintatavoista
- tähdätä ympäristöasioissa jatkuvaan parantamiseen
- valita indikaattorit, asettaa niille konkreettiset tavoitteet ja seurata tavoitteidensa toteutumista
- raportoida WWF:lle indikaattoritiedot vuosittain. [18.]

WWF Green Office on brändiltään tunnettu vihreiden arvojen puolesta puhuja, joten markkinoinnin pitäisi olla kunnossa. WWF Green Office on LEEDiin verrattuna kevyempi toteuttaa. WWF Green Office on käytössä noin 10 maassa.

4.3 LEED-rakentaminen verrattuna Suomen rakentamismääräyskokoelmiin

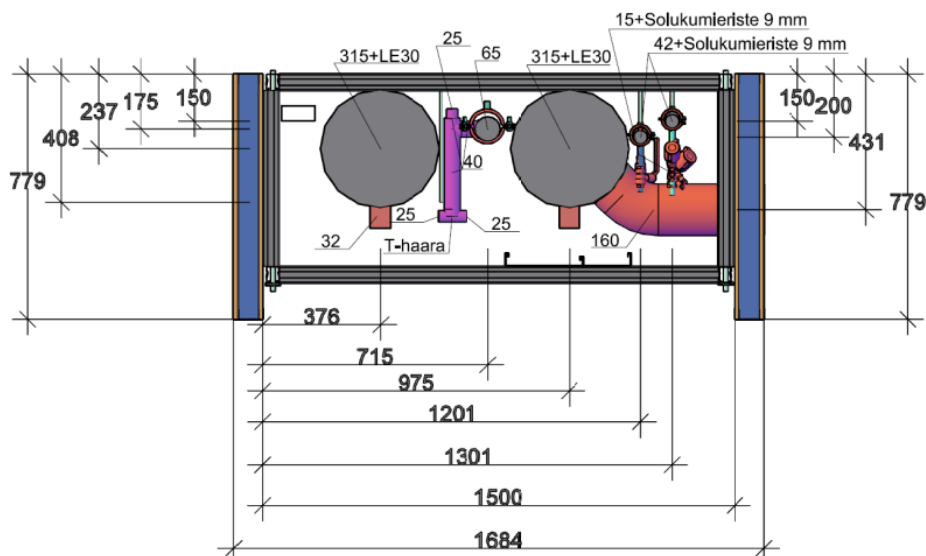
Suomen rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat velvoittavia mutta ohjeet eivät, joten muitakin ratkaisuja voi hyödyntää, kunhan rakentamiselle asetetut määräykset täyttyvät. Koy Kathy tulee täyttämään EU GreenBuilding -vaatimukset, joten sen energiankulutus on vähintään 25 % pienempi kuin tämänhetkiset rakentamismääräykset edellyttävät. LEED-rakentamisessa, kuten Suomen rakentamisessa yleensäkin noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmia.

Veden käytön osalta pyritään 20 %:n vähentämiseen verrattuna normaaliin rakentamiseen. Koy Kathyssa kaikkien tilojen allashanat tulevat olemaan kosketusvapaita, ja WC-istuimien huuhtelu tulee olemaan 4/2 litraa huuhtelua kohden (4 litraa iso huuhtelu, 2 litraa pieni huuhtelu), kun normaalisti se on n. 4–6/2,5 litraa huuhtelua kohden. Urinaaleja ei tule lainkaan kohteeseen, vaan miehet ja naiset käyttävät samoja wc-tiloja. Kohteessa pyritään sadeveden käsittelyyn ja käyttöön WC-kalusteissa, mikä toisi innovaatiopisteen ja saataisiin aikaan säästöjä veden käytössä. Suihkupäiksi valitaan vähäkulutukselliset, 6 l/min kuluttavat, keittiösekoittajiksi 9 l/min ja allassekoittajat ovat kosketusvapaita. Sähkön osalta on tehty sopimus vihreän sähkön käytöstä; vaatimus pisteen saavuttamiseksi on 5 % kaikesta sähköstä. [19]

5 Ilmanvaihtokoneiden elinkaarikustannukset

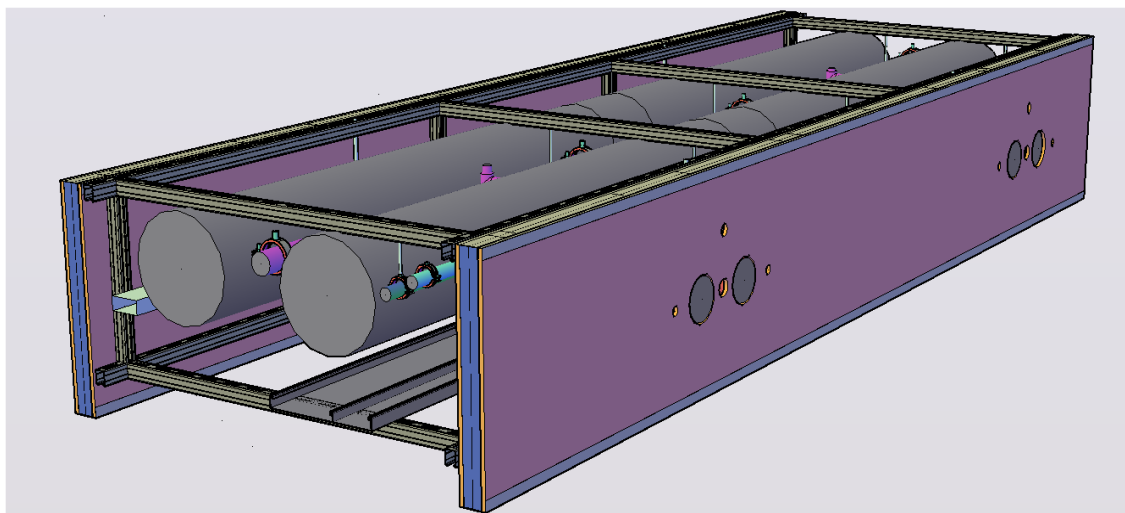
5.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Kiinteistö Oy Kathryn ilmanvaihtojärjestelmä toteutetaan keskikäytäväratkaisulla. Tulo- ja poistoilmakanavat asennetaan keskikäytävän alakaton yläpuolelle talotekniikan vaaka-asennusmoduuleilla. Toimistohuoneisiin tuloilmavirta tuodaan pääsääntöisesti aktiivipalkin kautta. Sisäilmaolosuhteet saavutetaan Sisäilmastoluokitus 2008:n luokan S2 (hyvä sisäilmasto lämpöolojen, ilman laadun ja akustisten olosuhteiden) tavoitearvojen mukaan. Jäähdytysenergia tuotetaan ilmalauhdutteisella vedenjäähdytyslaitteistolla. Neuvotteluhuoneisiin asennetaan puhallinkonvektorit, jotka on liitetty jäähdytysvesiverkkoon. Kuvassa 15 on esitetty tyypillisen asennusmoduulin leikkauskuva ja mittatiedot.



Kuva 15. Asennusmoduulin leikkauskuva [20].

Vaaka-asennusmoduulit sisältävät moduulirungon, otsarakenteet, jäähdytysvesiputket ja ilmanvaihtokanavat eristyksineen otsaan saakka, kaapelihyllyt sekä sprinkleriputkistot. Kohteen yläpuolelle sijoitetaan lämmöntalteenotolla varustetut tulo- ja poistoilmakoneet. Kuvassa 16 on esitetty havainnekuva tyypillisestä asennusmoduulista.



Kuva 16. Asennusmoduulin 3D-havainnekuva [20].

5.2 Valitut IV-koneet ja elinkaarikustannukset

Ilmanvaihtokoneita Koy Kathyssä on kaiken kaikkiaan 6 kappaletta. Koneet ovat suurista 7,5 m³/s puhaltavista IV-koneista pienempiin 1,5 m³/s saakka. Kokonaistaloudellisimmaksi laitetoimittajaksi valikoitui tarjouskilpailun perusteella Koja Oy. Koneet toimitetaan ja asennetaan kohteeseen liitteessä 3 olevan yleisaikataulun mukaisesti. Liitteessä 4 on esitetty TK/PK301:n energijakaumat.

Ilmanvaihtokone TK/PK301:llä on seuraavat lähtötiedot:

- Tulo- ja poistoilmakoneen ilmavirta on (molemmilla) 7,5 m³/s.
- Viikoittainen käyttöaika on 5 päivää viikossa.
- Vuorokautinen käyttöaika on 10 h/vrk.
- Kone pyörii käyttöaikana 70 %:n teholla ja muina aikoina 30 %:n teholla.
- Vuoden keskilämpötila on +5 °C.
- Tuloilman lämpötila on +21 °C.
- Pyörivän LTO:n vuosihyötysuhde on 76 %.
- LTO:n moottorin teho on 0,37 kW.
- IV-koneen hankintahinta on n. 42 434 €.
- Laskentakorko on 4 %.
- Kaukolämmityksen energian hinta on 53,34 €/MWh.
- Sähkön hinta on 7,0 c/kWh + siirto 3,63 c/kWh.
- IV-koneen vuotuiset huoltokustannukset ovat 2 % hankintahinnasta.

- IV-koneen laskennallinen käyttöikä on 25 vuotta.
- IV-koneen käytöstä poistamisen kustannukset ovat 5 % hankintahinnasta.

Seuraavissa laskelmissa on laskettu ensimmäiseksi vuotuiset lämmitysenergian kulutukset ja siitä syntyvät kulut. Sen jälkeen vuotuiset huoltokustannukset, jotka ovat arvion mukaan 2 % ilmanvaihtokoneen hankintahinnasta. Seuraavaksi on laskettu vuotuiset sähköenergian kulutukset ja siitä aiheutuvat kustannukset, samoin lämmöntalteenoton sähköenergian kulutukset ja kustannukset.

Vuotuiset lämmitysenergian kulut ovat:

$$Q = 1,0 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 7,5 \text{ m}^3/\text{s} \times (21-5) \text{ } ^\circ\text{C} \times 5/7 \times 10/24 \times 8760 \text{ h/a} \times (1-0,76) = 90\,102,85 \text{ kWh/a} = 90,10 \text{ MWh/a}$$

$$\rightarrow 90,10 \text{ MWh/a} \times 53,34 \text{ €/MWh/a} = \underline{4806,1 \text{ €/a}}$$

$$\text{Huoltokustannukset ovat: } 0,02 \text{ 1/a} \times 42\,434 \text{ €} = \underline{848,7 \text{ €/a}}$$

Puhaltimien (tulo ja poisto) moottorien sähköenergian kulutukset ja kustannukset:

$$Q_{\text{ON}} = ((11+7,5) \text{ kW} \times 5/7 \times 10/24 \times 8760 \text{ h/a}) \times 0,7 = 33\,762,5 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{\text{OFF1}} = ((11+7,5) \text{ kW} \times 14 \text{ h/vrk} \times 5 \text{ vrk/vk} \times 52 \text{ vk/a}) \times 0,3 = 20\,202 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{\text{OFF2}} = ((11+7,5) \text{ kW} \times 24 \text{ h/vrk} \times 2 \text{ vrk/vk} \times 52 \text{ vk/a}) \times 0,3 = 13\,852,8 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{\text{YHT}} = Q_{\text{ON}} + Q_{\text{OFF1}} + Q_{\text{OFF2}} = 67\,817,3 \text{ kWh/a}$$

$$\rightarrow 67\,817,3 \text{ kWh/a} \times 0,1063 \text{ €/kWh} = \underline{7208,9 \text{ €/a}}$$

Lämmöntalteenoton energiankulutukset ja kustannukset:

$$Q_{\text{ON}} = (0,37 \text{ kW} \times 5/7 \times 10/24 \times 8760 \text{ h/a}) \times 0,7 = 675,25 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{\text{OFF1}} = (0,37 \text{ kW} \times 14 \text{ h/vrk} \times 5 \text{ vrk/vk} \times 52 \text{ vk/a}) \times 0,3 = 404,04 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{\text{OFF2}} = (0,37 \text{ kW} \times 24 \text{ h/vrk} \times 2 \text{ vrk/vk} \times 52 \text{ vk/a}) \times 0,3 = 277,06 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{\text{YHT}} = Q_{\text{ON}} + Q_{\text{OFF1}} + Q_{\text{OFF2}} = 1356,3 \text{ kWh/a}$$

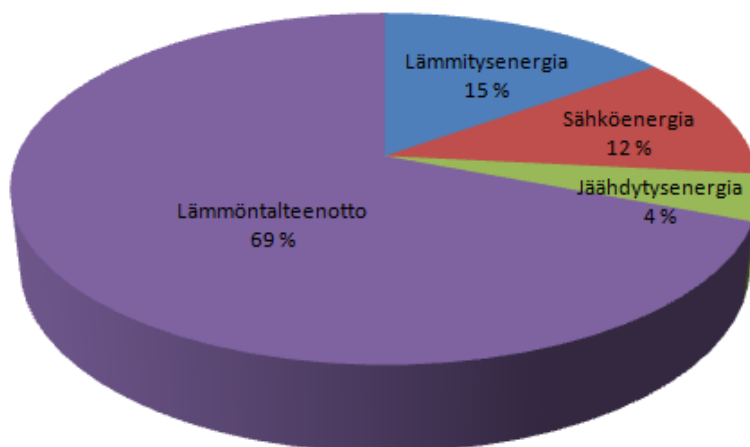
$$\rightarrow 1356,3 \text{ kWh/a} \times 0,1063 \text{ €/kWh} = \underline{144,18 \text{ €/a}}$$

Vuotuisten kustannusten nykyarvo ilman hankintahintaa ja jäännösarvoa:

$$\frac{(1,04)^{25} - 1}{0,04 * (1,04)^{25}} * (4806,1 + 848,7 + 7208,9 + 144,18) \text{ €} = 203211 \text{ €}$$

IV-koneen TK/PK301 vuotuisten kustannusten nykyarvoksi, ilman hankintahintaa ja jäännösarvoa, muodostuu neljän prosentin laskentakorolla sekä 25 vuoden käyttöiällä n. 203 000 € ilman hankintahintaa ja jäännösarvoa. Kun hankintahinta ja jäännösarvo lasketaan mukaan, muodostuu koneen nykyarvoksi 246 441 euroa. Liitteessä 2 on esitetty Koy Kathryn muiden ilmanvaihtokoneiden elinkaarikustannuslaskelmat.

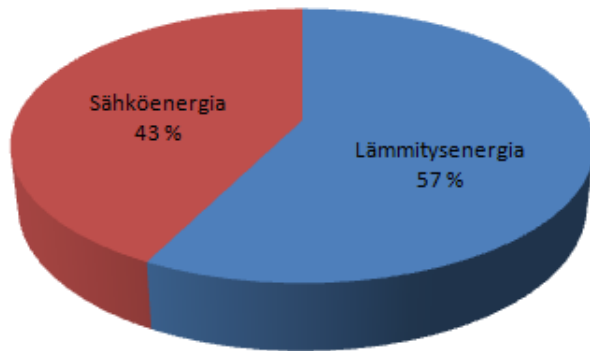
Kaikkien ilmanvaihtokoneiden lämmitys-/sähköenergian kulutukset jakautuvat suhteessa 57/43 (jätetty huomioimatta jäähdytys sekä jäähdytyksen- ja lämmöntalteenotto). Nykyisillä määräyksillä ei ole vielä otettu huomioon primäärienergiakertoimia, mutta vuoden 2012 määräyksissä ne ovat jo mukana. Primäärienergia on luonnossa esiintyvää energiaa, joka ei ole käynyt minkäänlaista muutosprosessia, esim. tuuli, aurinko, vesivoima, öljy, hiili, puu, maakaasu ja turve. Primäärienergiaa hyödynnetään jalostuksessa ja tuotannossa, joissa energia muutetaan käyttökelpoiseen muotoon. Lopulta energiaa kulutetaan esim. sähkönä ja lämpönä. Kuvassa 17 on esitetty, kuinka Koy Kathryn ilmanvaihtokoneiden energiankulutus jakautuu, kun lämmöntalteenotto on huomioitu. Arvot muodostuvat liitteessä 2 olevien energiankulutusten perusteella.



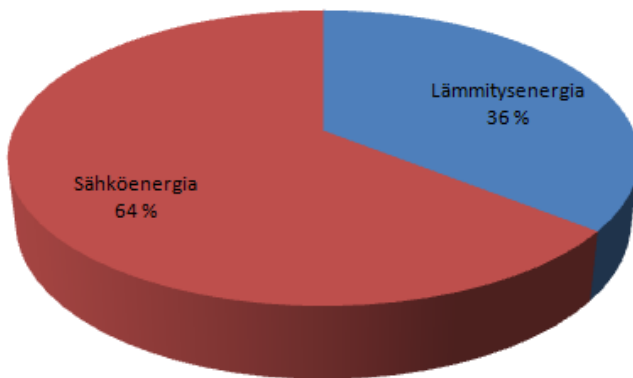
Kuva 17. Koy Kathryn ilmanvaihtokoneiden energiajakauma.

Primäärienergian käsite on viime aikoina noussut pinnalle, kun mietitään energiatehokkainta rakennusten lämmitystapaa. Kun primäärienergiakertoimet otetaan huomioon, muuttuu suhdeluku muotoon sähkö 68, lämmitys 32. Tämä tarkoittaa sitä, että täytyy saada mahdollisimman pieneksi niiden energiamuotojen kulutusta, joilla on suuri primäärienergiakerroin, ja suunnata käyttöä kohti primäärienergiaa hyvin hyödyntäviin ratkaisuihin. Kuvassa 18 on esitetty ilmanvaihtokoneiden lämmitys- ja

sähköenergian jakaumat ja kuvassa 19 on esitetty lämmitys- ja sähköenergian jakaumat, kun primäärienergiakertoimet on huomioitu.



Kuva 18. Ilmanvaihtokoneiden lämmitys- ja sähköenergian jakaumat.



Kuva 19. Ilmanvaihtokoneiden lämmitys- ja sähköenergiajakaumat primäärikertoimet huomioiden.

Primäärienergiakertoimien määrittäytavoilla on suuri vaikutus eri lämmitysmuotojen kilpailukykyyn. Tässä tarkastelussa käytettiin Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D3 (2012) kertoimia:

- Kaukojäähdytys 0,4
- Uusiutuvat polttoaineet 0,5
- Kaukolämpö 0,7
- Fossiiliset polttoaineet 1,0
- Sähkö 1,7.

Sähkön primäärienergiakertoimen muutos vaikuttaa huomattavasti sähköpohjaisiin lämmitystapoihin, varsinkin kerrointa nostettaessa. Kuitenkin samalla kaukolämmitettyjen rakennusten E-luku kasvaa johtuen rakennuksessa käytettävästä sähköenergiasta. [21, s. 4–9.]

6 Yhteenveto

Insinööriyössä käytiin yksityiskohtaisesti lävitse LEED-sertifiointi, sen eri osa-alueet ja se, mihin sertifiointi pyrkii vaikuttamaan rakentamisessa. Työssä tarkasteltiin myös Skanskan uuden pääkonttorin, Koy Kathryn LEED-sertifiointiprosessia, sertifioinnin tuomia hyötyjä ja käytettyjä menetelmiä kyseisessä kohteessa. Osana työtä oli myös Koy Kathryn ilmanvaihtojärjestelmän läpikäynti sekä ilmanvaihtokoneiden elinkaarikustannusten laskeminen ja tarkastelu.

Jotta ilmanvaihtokoneiden elinkaarikustannuksista olisi hyötyä, tulisi laskelmat tehdä jo ennen koneiden tilausta ja pyrkiä vakuuttamaan tilaaja siitä, että mahdollisesti kalliimmat koneet hankintakustannuksiltaan kannattaa hankkia elinkaarikustannusten jäädessä pienemmiksi. Insinööriyössä ei ehditty vertailla kaikkien konepakettitoimittajien koneiden elinkaarikustannuksia, koska tilaus ehdittiin tehdä muutama kuukausi ennen varsinaisia laskelmia.

Insinööriyön tuloksena syntyi suomenkielinen tiivistelmä LEED-sertifioinnista ja sen kuudesta eri osa-alueesta: kestävästä maankäytöstä, vedenkäytön tehokkuudesta, energian käytöstä, materiaalien valinnasta ja kierrätyksestä, sisäilman laadusta sekä innovaatioista suunnitteluprosessissa. Tuloksena syntyi myös Koy Kathryn ilmanvaihtokoneiden elinkaarikustannukset 25 vuoden tarkastelujaksona ja taulukko, jolla saadaan nopeasti laskettua elinkaarikustannukset mahdollisesti jo tarjouslaskentavaiheessa. Laskelmieni perusteella ilmanvaihtokoneiden elinkaarikustannukset vaihtelivat n. 25 000 eurosta 245 000 euroon.

Talotekniset ratkaisut muokkaavat paljon koko rakennuksen energiankulutusta sekä sisäilman laatua, jotka molemmat ovat ekologisesti kestävästä rakentamisen päälimmäisiä tavoitteita. LEED-sertifiointi on koko organisaatiolle erinomainen tapa saada työntekijät ja käyttäjät ajattelemaan ja toimimaan vihreiden arvojen puolesta. Ilmanvaihtokoneet näyttelevät suurta roolia rakennusten energiankulutuksesta, jolloin on myös hyvä tietää, kuinka paljon ilmanvaihtokoneet aiheuttavat kustannuksia elinkaarensa aikana. Insinööriyöstä kertyneitä tuloksia tullaan käyttämään ja hyödyntämään tulevissa projekteissa.

Lähteet

- 1 Green Building Council Finland. 2010. Verkkodokumentti. FIGBC. <<http://www.figbc.fi/ymparistoluokitukset/>>. 2010. Luettu 17.12.2010.
- 2 LEED-sertifikaatti. Verkkodokumentti. Skanska Oy. <<http://www.skanska.fi/fi/Tuotteet-ja-palvelut/Toimitilat/Ymparistotehokkaat-toimitilat/LEED---maailmanlaajuinen-rakennusten-ymparistosertifikaatti/>>. Luettu 4.1.2011.
- 3 U.S. Green Building Council. 2007. New Construction & Major Renovation Version 2.2 Reference Guide. 3rd ed. Washington DC: U.S. Green Building Council.
- 4 U.S. Green Building Council. 2009. LEED 2009 for New Construction and Major Renovations. Washington DC: U.S. Green Building Council.
- 5 U.S. Green Building Council. 2009. LEED for Core & Shell, version 2009. Washington DC: U.S. Green Building Council.
- 6 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 132/5.2.1999.
- 7 Heljo, Juhani. 2005. Rakennusten energiankulutus ja CO₂-ekv päästöt Suomessa. Rakennuskannan ekotehokkaampi energiankäyttö -projekti. Loppuraportti. Ympäristöklusterin tutkimusohjelma. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.
- 8 Valtion ympäristöhallinto. 2009. Verkkodokumentti. Suomen Ympäristökeskus. <<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=171851>>. Päivitetty 16.11.2009. Luettu 13.1.2011.
- 9 Perustietoa. 2008. Verkkodokumentti. Sisäilmayhdistys Ry. <http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/sisailmasto/perustietoa/>. Luettu 26.1.2011.
- 10 LEED Rating System Development. 2011. Verkkodokumentti. U.S. Green Building Council. <<http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=2360>>. Luettu 4.2.2011.
- 11 Manskun Rasti, Helsinki. Verkkodokumentti. Skanska Oy. <<http://skanska.fi/fi/Projektit/Nayta-projekti/?pid=719&lang=fi-fi>>. Luettu 25.3.2011.
- 12 Suur-Uski, Tuomas. 2010. LEED for Core & Shell Development. Project Summary Report / Skanskatalo. 13.12.2010.
- 13 Hagart, Gordon. 2008. The value of environmental and social issues to real estate investors. The Foundation for Strategic Environmental Research. Sweden: Mistra.
- 14 Hellsten, Johanna. 2010. Ympäristöluokitus yleistyy. Verkkodokumentti. Rakennuslehti. <<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/20272.html>>. Luettu 14.1.2011.

- 15 Rogiet is highest BREEAM-rated school in Wales. 2009. Verkkodokumentti. White Design. <<http://white-design.com/news/rogiet-is-highest-breeam-rated-school-in-wales/>>. Päivitetty 3.12.2009. Luettu 26.3.2011. Kuvaa on muokattu.
- 16 BREEAM. 2011. Verkkodokumentti. BRE Global Ltd. <<http://www.breeam.org/>>. Luettu 16.2.2011.
- 17 Rakentaminen. 2011. Verkkodokumentti. Motiva Oy. <http://www.motiva.fi/rakentaminen/rakentamisen_projekteja/promise_rakennusten_ymparistoluokitus>. Päivitetty 11.1.2011. Luettu 6.3.2011.
- 18 WWF. 2011. Verkkodokumentti. WWF Suomi. <http://www.wwf.fi/yritykset/green_office/>. Muokattu 4.3.2011. Luettu 8.3.2011.
- 19 Suur-Uski, Tuomas. 2011. LEED for Core & Shell Development. Project Summary Report / Skanskatalo. 9.3.2011.
- 20 Skanska Talonrakennus Oy. Verkkolevyt. Kirjautuminen vaatii tunnukset.
- 21 Bröckl, Marika; Pesola, Aki; Vanhanen, Juha. 2010. Primäärienergia ja kaukolämmön kilpailukyky. Gaia Consulting Oy.

Haastattelut (kevät 2011)

Matilainen, Pellervo; suunnittelupäällikkö; Skanska Talonrakennus Oy

Partanen, Pekka; osastopäällikkö; Skanska Talonrakennus Oy

Pentikäinen, Timo; talotekniikka-asiantuntija; Skanska Talonrakennus Oy

Liite 1. LEEDin pistejakaumat

LEED 2009 FOR CORE & SHELL DEVELOPMENT PROJECT CHECKLIST

Sustainable Sites		28 Possible Points
<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
Water Efficiency		10 Possible Points
<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
Energy and Atmosphere		37 Possible Points
<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

Materials and Resources**13 Possible Points**

<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

Indoor Environmental Quality**12 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	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

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 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

Liite 2. IV-koneiden elinkaarikustannukset Koy Kathyssa

Kohde: Koy Helsingin Kathy
 Asiakas: Skanska Talonrakennus Oy
 Laatiija: Markus Lagerström
 Laskentaohjelma: Microsoft Excel
 Tarkasteltava asia: IV-koneiden elinkaarikustannukset Koy Kathyssa nykyarvomenetelmällä

SKANSKA

$$\text{Energiakustannuksen nykyarvo} = Q * q * \frac{1}{(i-p)} * \frac{[1+(i-p)]^n - 1}{[1+(i-p)]^n}$$

jossa Q = vuotuinen energian kulutus, MWh/a
 q = nykyinen energian hinta, EUR/MWh
 p = odotettavissa oleva energian vuotuinen hinnan nousu, % / 100
 i = reaalkorkokanta, % / 100
 n = laskentajakson pituus, a

IV-kone	TK/PK301	TK/PK302	TK/PK303	TK/PK304	TK/PK305	TK/PK306
Tuloilmamäärä [m ³ /s]	7,5	7,5	3	0,7	2,3	1,5
Poistoilmamäärä [m ³ /s]	7,5	7,5	1,5	0,6	1,1	1,5
Tuloilman moottorin teho [kW]	11,0	11,0	4,0	1,1	4,0	2,2
Poistoilman moottorin teho [kW]	7,5	7,5	2,2	1,1	1,5	1,5
Koneen hankintahinta [€]	42434	42434	16974	3961	13013	8487
Tuloilma [°C]	21	21	21	21	21	21
Vuoden keskilämpötila [°C]	5	5	5	5	5	5
Laskentakorko	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Viikottainen käyttöaika [pvä/vko]	5	5	5	5	5	5
Vuorokautinen käyttöaika [h]	10	10	10	10	10	10
LTO:n moottorin teho [kW]	0,37	0,37	0	0,045	0	0
LTO:n vuosihyötysuhde	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Kaukolämmitys [€/MWh]	53,34	53,34	53,34	53,34	53,34	53,34
Sähkö [€/kWh]	0,1063	0,1063	0,1063	0,1063	0,1063	0,1063
Huoltokustannukset [€/v]	848,6842105	848,6842105	339,4736842	79,21052632	260,2631579	169,7368421
IV-koneen käyttöikä [v]	25	25	25	25	25	26
Käytöstä poistamisen kustannukset [€]	2121,710526	2121,710526	848,6842105	198,0263158	650,6578947	424,3421053
Lämmitysenergian kulutus[kWh/a]	90102,85714	90102,85714	36041,14286	8409,6	27631,54286	18020,57143
Lämmitysenergian kulut [€]	4806,0864	4806,0864	1922,43456	448,568064	1473,866496	961,21728
Sähköenergian kulutus [kWh/a]	67817,3	67817,3	22727,96	8064,76	20161,9	13563,46
Sähköenergian kulut [€/a]	7208,97899	7208,97899	2415,982148	857,283988	2143,20997	1441,795798
LTO:n sähkön kulutus [kWh/a]	1356,346	1356,346	0	164,961	0	0
LTO:n sähkön hinta [€/a]	144,1795798	144,1795798	0	17,5353543	0	0
Vuotuisten kustannusten nykyarvo, ilman hankintahintaa ja jäännösarvoa [€]	203 211 €	203 211 €	73 078 €	21 911 €	60 572 €	41 120 €
Jäännösarvo [€]	795,8892679	795,8892679	318,3557072	74,28299834	244,0727088	153,0556285
IV-koneen nykyarvo [€]	246 441 €	246 441 €	90 370 €	25 946 €	73 829 €	49 760 €
IV-koneen hankintakustannukset elinkaarikustannuksista [%]	17,2 %	17,2 %	18,8 %	15,3 %	17,6 %	17,1 %

Jäännösarvokustannukset

Jäännösarvo on arvo, joka investoinnilla on pitoajan päätyttyessä.

Jäännösarvokustannukset ovat laitteen tai järjestelmän käytöstä poistamisesta syntyviä kuluja. Näitä ovat esimerkiksi pur-

ku-, hävitys-, kierrätys- ja kaatopaikkamaksut sekä mahdolliset jätteistä tai käytöstä poistetusta laitteesta saatavat myyntitulot. Jäännösarvon nykyarvo saadaan laskettua kuten edellä.

Sähköenergian kulutuksessa laskettu puhaltimien moottoreiden tehot 70%:ia maksimitehosta normaalina käyttöaikana, ja 30%:ia maksimitehosta muulloin kuin normaalina käyttöaikana.

$$\text{Jäännösarvokustannuksen nykyarvo} = J * \frac{1}{[1+i]^l}$$

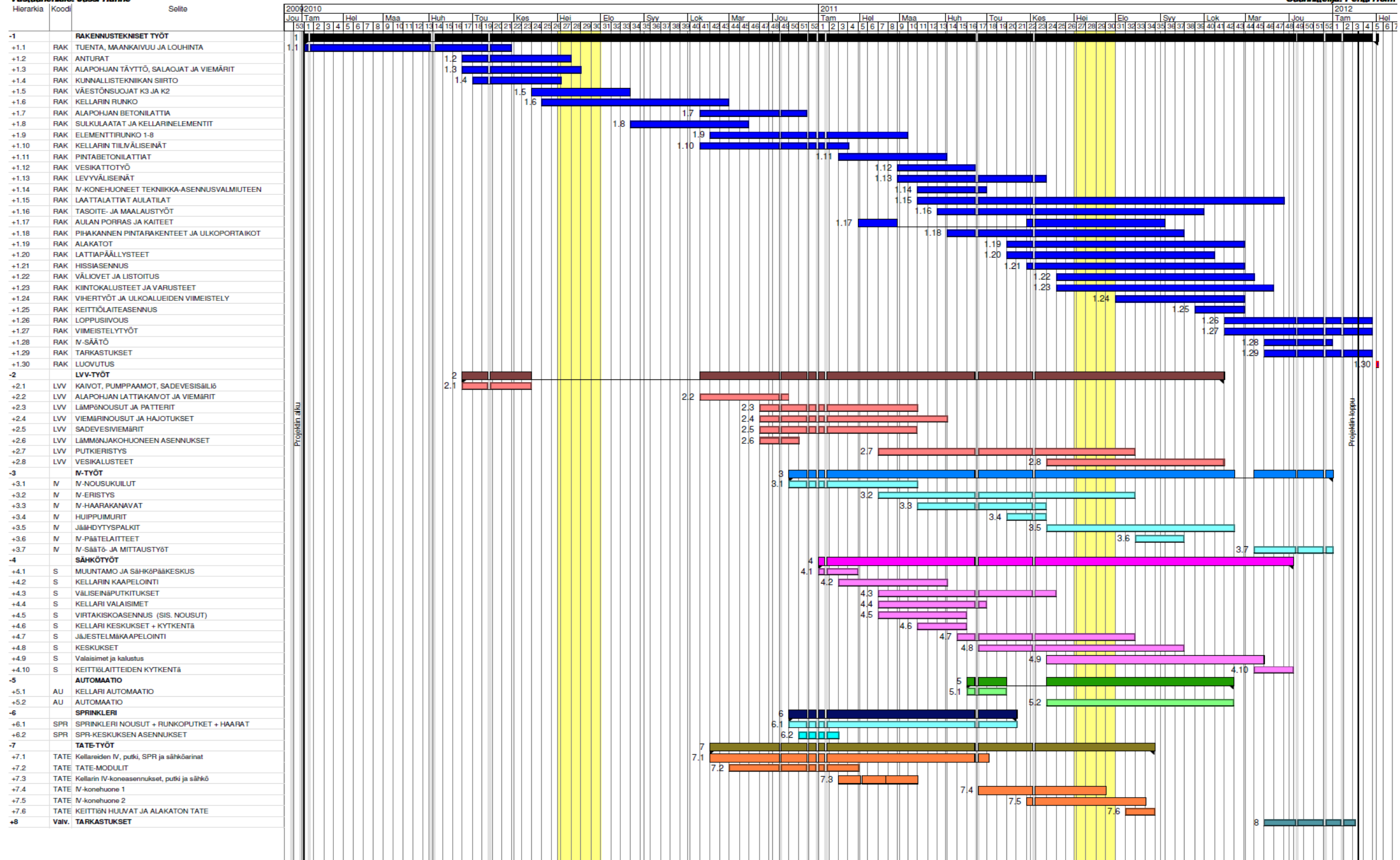
l = laitteen poisto-aika, a
 J = jäännösarvokustannus (tai tuotto), EUR
 i = reaalkorkokanta, % / 100

Liite 3. IV-koneasennukset Koy Kathryn yleisaikataulussa

Skanska Talonrakennus Oy
Vastuhenkilö: Jussi Ranne

YLEISAIKATAULU PäIVITETTY 9.9.2010

Skanskatalo 5116.7736
Suunnittelija: Pentti Holm



Liite 4. Koy Kathryn ilmanvaihtokoneen TK/PK301 energiajakaumat

Month	Heating	Cooling	AHU heat recovery	AHU cold recovery	Humidification	Fans
1	19623.0	0.0	60356.0	0.0	0.0	5640.0
2	16435.0	0.0	56311.0	0.0	0.0	5123.0
3	11060.0	0.0	54344.0	0.0	0.0	5657.0
4	3650.0	0.0	41817.0	0.0	0.0	5692.0
5	77.0	868.6	19098.0	1.7	0.0	5493.0
6	0.0	5127.0	6790.0	44.8	0.0	5792.0
7	0.0	13082.0	2485.0	390.9	0.0	6069.0
8	0.0	6217.0	2745.0	419.1	0.0	5540.0
9	294.5	157.8	19030.0	0.0	0.0	5757.0
10	3100.0	0.0	37547.0	0.0	0.0	5704.0
11	12883.0	0.0	51723.0	0.0	0.0	5400.0
12	16819.0	0.0	61220.0	0.0	0.0	5902.0
Total	83941.5	25452.4	413466.0	856.5	0.0	67769.0

