

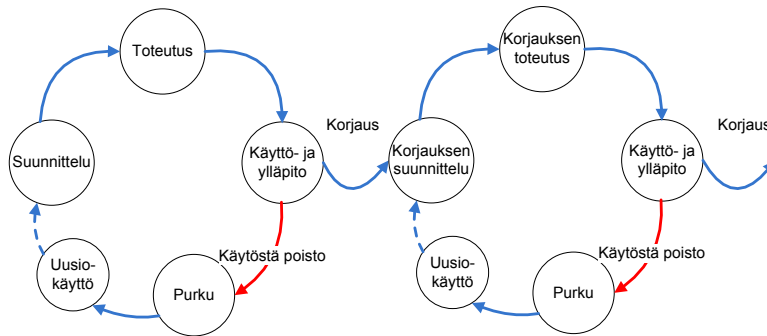
LUT Scientific and Expertise Publications

Tutkimusraportit – Research Reports

26

Mihail Vinokurov, Simo Hammo, Mari Hupponen,
Mika Luoranen

Energiatehokkuuden huomioiminen julkisissa rakennushankkeissa





Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology



LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
LAPPEENRANTA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Teknillinen tiedekunta
LUT Energia

Faculty of Technology
LUT Energy

LUT Scientific and Expertise Publications
Tutkimusraportit – Research Reports 26

Mihail Vinokurov, Simo Hammo, Mari Hupponen, Mika Luoranen

Energiatohokkuuden huomioiminen julkisissa rakennushankkeissa

ISBN 978-952-265-616-2 (PDF)

ISSN-L 2243-3376

ISSN 2243-3376

Lappeenranta 2014



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

TIIVISTELMÄ

Mihail Vinokurov, Simo Hammo, Mari Hupponen, Mika Luoranen
Energiatehokkuuden huomioiminen julkisissa rakennushankkeissa
Lappeenranta 2014

66 sivua, 20 kuvaa, 23 taulukkoa, 1 liite

Tutkimusraportti 26

ISBN 978-952-265-616-2 (PDF)

ISSN-L 2243-3376

ISSN 2243-3376

Hanke tähtää Lappeenrannan julkisen rakennuskannan energiatehokkuuden ja kokonaistaloudellisuuden parantamiseen. Energiatehokkuutta ja kokonaistaloudellisuutta kunnallisessa rakentamisessa kannustavat mm. kansainvälisten ja kansallisten sopimusten energiansäästötavoitteet, sekä kuntien tiukka budjettitilanne. Hankkeen yhteydessä on laadittu arviointikriteeristö rakennusinvestoinneista vastaavien viranomaisten käyttöön, mikä helpottaa tunnistamaan energiatehokkaita, kokonaistaloudellisia sekä laadukasta sisäilmastoa tukevia rakennusinvestointien toteutuskäytäntöjä. Kriteeristö on suunniteltu erityisesti kasvatus- ja opetustarkoituksiin suunnattuja rakennuksia varten.

Jotta kokonaistaloudellisuustavoitteet täyttyisivät, työssä käytettiin hyväksi elinkaariajattelutapaa. Kriteerit laadittiin rakennuksen kolmelle tavoitteiden toteutumisen kannalta merkittävälle elinkaaren vaiheelle, eli suunnittelu-, toteutus- ja käyttövaiheelle. Kriteeristö on laadittu kirjallisuuden ja ammattilaisten haastattelujen tarjoaman tiedon pohjalta.

Laadittua kriteeristöä koekäytettiin Myllymäen päiväkotihankkeen yhteydessä, jotta voitaisiin tunnistaa kriteeristön kehitystarpeita. Koekäytön yhteydessä toteutettiin myös mielipidekysely, jonka avulla kerättiin kriteeristön kehitysehdotuksia rakennushankkeen eri osapuolilta. Koekäytön tarjoaman tiedon nojalla kriteeristöä jatkokehitettiin vastaamaan paremmin käytännön tarpeita. Koekäyttö kohdistui kohteen suunnitteluvaiheeseen.

Hankkeessa saavutettiin asetetut tavoitteet. Voidaan kuitenkin todeta, että kriteeristön jatkokehittämistä on syytä jatkaa. Koekäytön ulottaminen toteutus- ja käyttövaiheeseen on tärkeää. Kriteeristön käsittelyalueen laajentamiselle korjausrakentamiseen sekä alueellisen tarkastelutavan käyttöönotolle olisi myös tarvetta.

Hakusanat: Energiatehokkuus, Elinkaaritaloudellisuus, Matalaenergiarakentaminen, Kiinteistöt, Julkinen investointihanke

ABSTRACT

Mihail Vinokurov, Simo Hammo, Mari Hupponen, Mika Luoranen
Implementation of Energy Efficiency in Public Building Procurement Projects
Lappeenranta 2014
66 pages, 20 figures, 23 tables, 1 appendix
Research report 26
ISBN 978-952-265-616-2 (PDF)
ISSN-L 2243-3376
ISSN 2243-3376

The aim of this project is the creation of a tool to improve the energy efficiency, overall economy and indoor climate quality in the public building stock of Lappeenranta. The motivation to improve the energy and cost efficiency in public buildings related to inter alia the energy saving targets set by international and national agreements and the economic challenges of municipalities. In the frames of this project, a set of evaluation criteria was created to help the officials responsible for building investments to identify methods for the implementation of new construction projects that promote energy and cost efficiency as well as indoor climate quality. The primary targets of the criteria are educational buildings.

Life-cycle approach was used in this work in terms to ensure overall economy targets. The criteria were created for three phases of buildings' life-cycle that were identified to be important from the perspective of the set targets. These phases were the design phase, construction phase and operational phase. The creation of criteria was based on the information gained from literature, interviews of professionals and the trial phase of criteria.

In terms to identify the functionality of criteria, they were exposed for trial at the building project of Myllymäki kindergarten in Lappeenranta. The trial focused on the design phase of the object. In addition, the survey was conducted in terms to receive feedback and development proposals on the criteria from different parties of the building project. By using the new experience gained from the trial phase, the criteria were further developed.

The targets set for this projects were met. However, it should be mentioned that there is a need to continue the further development of the criteria in the future. In addition to the design phase, it is important to extend the trial to the construction and operational phases. The extension of the scope of criteria to renovation projects and the implementation of a regional approach would also be important development steps.

Keywords: Energy efficiency, Life-cycle economy, Low energy building, Real estate, Public investment project

ALKUSANAT

Raportti on laadittu Innovatiivisuutta julkisiin investointeihin (IJI) -hankkeen (projektikoodi A32168) osaprojektissa Elinkaaritehokkaat investoinnit. Tutkimuksen teko on aloitettu vuonna 2012 ja hanke päättyy kesällä 2014. Osaprojektin vastuullisena johtajana on toiminut professori Lassi Linnanen. Osaprojekti on jakautunut kolmeen osa-alueeseen, joista Lappeenrannan julkisten rakennusten energiatehokkuutta koskevan osa-alueen tutkimuksen ohjauksesta on vastannut tutkijaopettaja Mika Luoranen, laboratorioinsinööri Simo Hammo ja tutkija Mari Hupponen. Tutkimuksen tekemisestä on vastannut tutkija Mihail Vinokurov.

Rakennusten energiatehokkuuden osa-alueen työryhmään ovat kuuluneet:

- Aki Fihlman, Lappeenrannan kaupunki, Etelä-Karjalan hankintapalvelut
- Ilpo Koponen, Lappeenrannan kaupunki, Tilakeskus
- Erkki Suuronen, Lappeenrannan kaupunki, Tilakeskus
- Ilkka Räsänen, Lappeenrannan kaupunki, Lappeenrannan seudun ympäristötoimi
- Krista Huovila, Lappeenrannan kaupunki, Kehittämisyksikkö
- Markku Heinonen, Lappeenrannan kaupunki, Kehittämisyksikkö
- Seppo Kylliäinen, Lappeenrannan kaupunki, Tilakeskus
- Ville Reinikainen, Lappeenrannan kaupunki, Lappeenrannan seudun ympäristötoimi
- Simo Hammo, Lappeenrannan teknillinen yliopisto
- Mika Luoranen, Lappeenrannan teknillinen yliopisto
- Mihail Vinokurov, Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Kiitos osaprojektin rahoittajille: Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR), Lappeenrannan kaupunki ja Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy. Haluan myös kiittää työryhmämme kaikkia edustajia tehokkaasta ja tuloksellisesta yhteistyöstä. Erityisesti haluaisin kiittää Tilakeskuksen Ilpo Kosta ja Erkki Suurosta merkittävästä panoksesta kriteeristön kehittämisessä. Kiitos myös kaikki muut kaupungin edustajat, jotka tarjosivat tutkimuksen etenemisen kannalta tärkeää tietoa. Erittäin suuri kiitos myös Porvoon toimitilajohdolle hyvin opettavaisesta ekskursiosta.

Lappeenranta 25.6.2014

Mihail Vinokurov

Sisällysluettelo

| | |
|--|----|
| Käytetyt lyhenteet, yksiköt ja termit..... | 3 |
| 1. Johdanto | 4 |
| 1.1 Elinkaaritehokkaat investoinnit -hanke..... | 4 |
| 1.2 Tausta ja tavoitteet | 4 |
| 1.3 Rajaukset..... | 7 |
| 1.4 Hankkeen toteutus..... | 8 |
| 1.5 Raportin sisältö lyhyesti..... | 11 |
| 2. Energia- ja elinkaaritehokkuuskriteeristön laadinnassa käytetyt menetelmät | 12 |
| 2.1 Kriteeristön toimintamallin tunnistaminen | 12 |
| 2.2 Tavoitteiden toteutumisen kannalta merkittävien näkökohtien tunnistaminen | 15 |
| 2.2.1 Energiatehokkuuteen vaikuttavia näkökohtia | 16 |
| 2.2.2 Sisäilmaston laatuun vaikuttavia näkökohtia..... | 18 |
| 2.2.3 Kustannustehokkuuden huomioiminen..... | 20 |
| 3. Kriteerien koekäyttö Myllymäen päiväkodin suunnittelussa..... | 24 |
| 3.1 Myllymäen päiväkotiki -hanke | 24 |
| 3.2 Koekäytön toteutusperiaate..... | 26 |
| 3.3 Koekäytön merkittäviä havaintoja | 27 |
| 3.4 Vierailu Lappeenrannan uusiin päiväkodeihin | 31 |
| 3.4.1 Kohteisiin liittyvät havainnot..... | 32 |
| 3.5 Vierailu Porvoon energiaterhokkaissa elinkaaripäiväkodeissa..... | 33 |
| 3.5.1 Vierailun toteutus | 33 |
| 3.5.2 Kohteiden tekniikkaan liittyvät havainnot | 34 |
| 3.5.3 Elinkaari -hankintamallin käyttöön liittyvät havainnot | 36 |
| 3.5.4 Yhteenveto vierailusta | 37 |
| 3.6 Mielipidekysely liittyen energia- ja elinkaaritehokkuuskriteeristöön..... | 38 |
| 3.6.1 Kyselyn tulokset..... | 39 |
| 4. Kriteerit energia- ja elinkaaritehokkuuden parantamiseksi Lappeenrannan julkisissa uudisrakennuksissa | 48 |
| 4.1 Energia- ja elinkaaritehokkuuskriteeristö | 49 |
| 4.1.1 Suunnitteluvaiheen kriteerit | 51 |

| | | |
|-------|---------------------------------|----|
| 4.1.2 | Toteutusvaiheen kriteerit | 57 |
| 4.1.3 | Käyttövaiheen kriteerit..... | 58 |
| 5. | Johtopäätökset..... | 62 |
| 6. | Yhteenveto | 65 |
| | Lähteet..... | 67 |

LIIKTEET

Liite I. Mieliidekysely

Käytetyt lyhenteet, yksiköt ja termit

Lyhenteet

| | |
|------|---|
| IV- | Ilmanvaihto |
| LUT | Lappeenranta University of Technology (Lappeenrannan teknillinen yliopisto) |
| LVIS | Lämpö-, vesi-, ilmanvaihto- ja sähköjärjestelmät |
| PAH | Polysykliset aromaattiset hiilivedyt |
| RAK- | Rakenne-, esim. rakennesuunnittelu |
| VOC | Volatile organic compound (Haihtuvat orgaaniset yhdisteet) |

Yksiköt

| | |
|------------------|------------------------|
| brm ² | Rakennuksen bruttoala |
| hym ² | Rakennustilan hyötyala |
| kWh | Kilowattitunti |

Yleiset termit

| | |
|-----------------------|--|
| Energiatehokkuus | Suure, joka kuvaa yhtenä lukuna rakennuksen energiatehokkuutta. Esitysmuotona voi olla esim. laskettu energiantarve tai todettu energiankulutus pinta-alayksikköä kohti. |
| Energiamuoto | Aine tai ilmiö, jota voidaan käyttää tuottamaan mekaanista työtä tai lämpöä tai ylläpitämään kemiallista tai fysikaalista prosessia [ISO 13600:1997] |
| Matalaenergiarakennus | Tässä työssä termiä käytetään matalaenergiatalon ja passiivitalon yhteisnimityksenä. |
| Uusiutuva energia | Energiaa, joka on peräisin ehtymättömistä lähteistä, kuten aurinkoenergia, tuuli- ja vesivoima. |

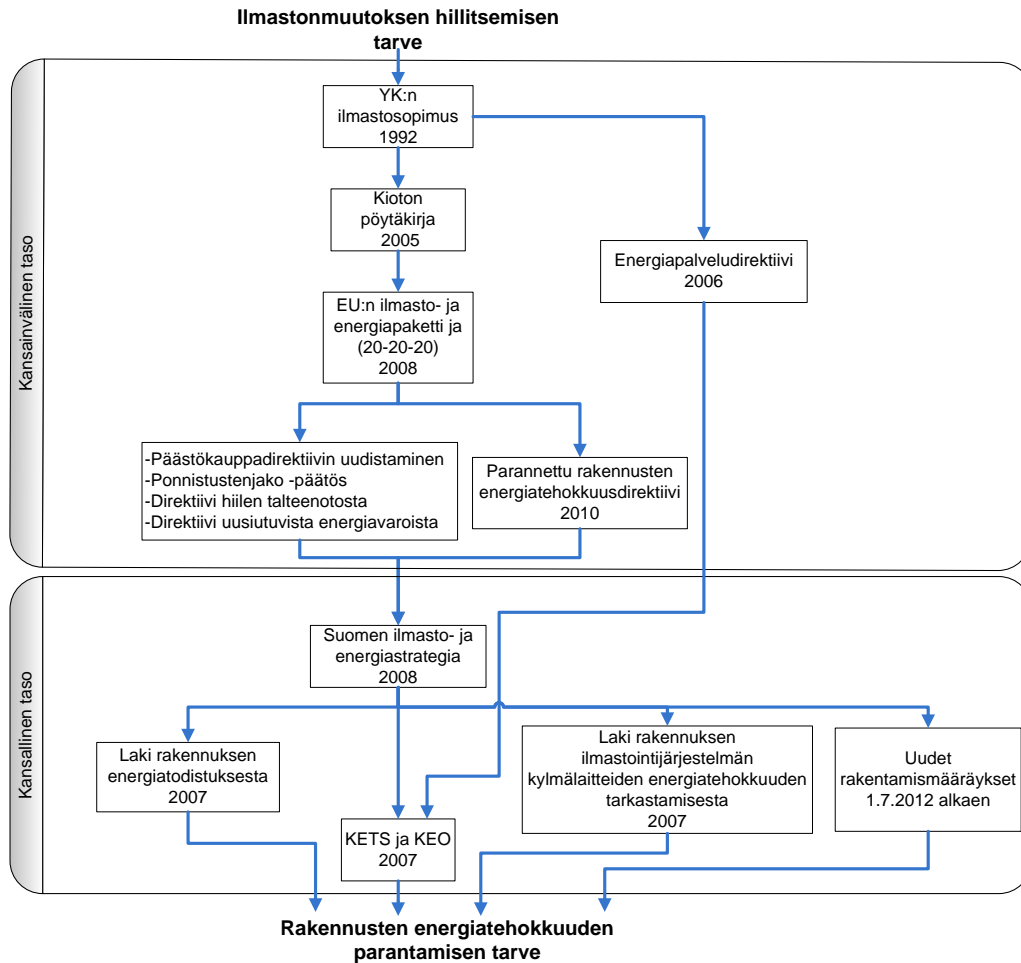
1. Johdanto

1.1 Elinkaaritehokkaat investoinnit -hanke

'Elinkaaritehokkaat investoinnit' on 'Innovatiivisuutta julkisiin investointeihin' -projektin osahanke, jonka tavoitteena on luoda uusia elinkaaritaloudellisia investointimalleja Lappeenrannan kaupungin julkisiin investointeihin. 'Elinkaaritehokkaat investoinnit' -hanke on puolestaan jaettu kolmeen eri osioon aihepiirin mukaan. Tämä raportti koskee 'Elinkaaritehokkaat investoinnit' -hankkeen Lappeenrannan kaupungin julkisia rakennusinvestointeja käsittelevää osiota.

1.2 Tausta ja tavoitteet

Energiatehokkuuden parantaminen on tällä hetkellä merkittävä tavoite ja haaste kunnilla. Tarve energiatehokkuuden parantamiseen julkisella sektorilla juontaa juurensa kansainvälisistä ilmastonmuutoksen hillitsemiseen tähtäävistä sopimuksista, jotka puolestaan säätelevät kansallisella tasolla laadittavia strategioita ja lainsäädäntöä. Rakennusten energiankulutuksen pienentämistä edellyttävät lait ja sopimukset ovat esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Rakennusten energiansäästötarpeen lainsäädännöllinen tausta

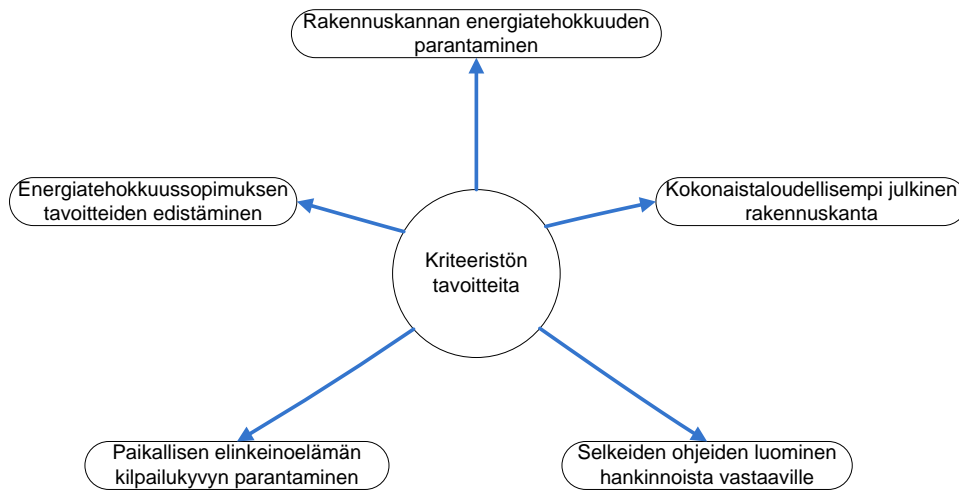
Euroopan unioni on vuonna 2008 hyväksynyt ilmasto- ja energiapaketin, joka asettaa sitovia tavoitteita kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi Kioton sopimuksen jälkeen. Paketti mm. asettaa jäsenmaille velvoittavia tavoitteita parantaa energiatehokkuutta 20 prosentilla perusuran mukaisen kehitykseen verrattuna vuoteen 2020 mennessä. Haastavien kansainvälisten vaatimusten toteuttamiseksi on valtioneuvosto hyväksynyt vuonna 2008 pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian, joka tähtää energian loppukulutuksen pienentämiseen. Energiatehokkuutta tukevat julkiset hankintapäätökset ovat tavoitteen saavuttamisessa hyvin merkittävässä asemassa, sillä julkisen sektorin tekemät hankinnat muodostavat merkittävän osan kaikista tehtävistä hankinnoista. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2008.) EU:n energiapalveludirektiivi velvoittaa julkista sektoria ottamaan energiatehokkuutta huomioon hankintapäätöksiä tukevassa kilpailutuksessa (Energiapalveludirektiivi 2012).

Työ- ja elinkeinoministeriön ja kuntien välillä solmittavat energiatehokkuussopimukset ovat pääasiallinen työkalu kansallisen ilmasto- ja energiastrategian, sekä energiapalveludirektiivin asettamien vaatimusten toteuttamisessa. Sopimusten tavoitteina on kunnan energiakulutuksen leikkaaminen, sekä energiatehokkuusnäkökohtien sisällyttäminen osaksi kunnan hankintaohjeistusta. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014)

Kuntien rajallinen budjetti hidastaa kuitenkin matalaenergiaratkaisujen toteutumista julkisessa rakentamisessa. Energiatehokkuusratkaisut voivat kasvattaa investointikustannuksia ja hankintapäätöksen tekoa ohjaa usein halvin investointihinta. Lisäinvestointi rakennuksen energiatehokkuuteen on kuitenkin usein kannattavaa, sillä tämä voi tuoda merkittäviä energiakustannussäästöjä käyttövaiheessa ja maksaa itsensä takaisin. Lisäinvestointi siis kannattaa, mikäli sen voidaan osoittaa maksavan itsensä takaisin (Saari 2000). Investointihintalähtöisen päätöksenteon sijasta onkin syytä edistää elinkaarilähtöistä kokonaistaloudellisuuden tavoittelua.

Lappeenrannan kaupunki on tunnistanut julkisen rakennuskannan merkittävimmiksi tulevaisuuden haasteiksi energiatehokkuuden ja kokonaistaloudellisuuden parantaminen sekä terveellisten sisäilmasto-olosuhteiden turvaamisen. Rakennuksen kokonaistaloudellisuutta voidaan parantaa energiatehokkailla rakenne- ja taloteknisillä ratkaisuilla. Lisäinvestointi energiatehokkuuteen mahdollistaa merkittäviä säästöjä rakennuksen käyttövaiheessa pienentyneen energiankulutuksen ansiosta. Toimivan matalaenergiarakennuksen hankinta edellyttää kuitenkin systemaattista lähestymistapaa hankintakäytäntöihin, suunnitteluun, toteutukseen ja käyttöön. Lappeenrannan teknillinen yliopisto on Elinkaaritehokkaat investoinnit -hankkeen puitteissa kehittänyt julkisen päätöksenteon tueksi apuvälineen, jolla pystytään systemaattisesti vastaamaan kaupungin tunnistettuihin haasteisiin. Apuvälineenä toimii elinkaariajatteluun pohjautuva arviointikriteeristö, jonka avulla voidaan tunnistaa uudisrakennushankkeen parhaat toteutustavat energia- ja kustannustehokkuuden sekä sisäilmaston laadun kannalta. Elinkaarilähestymistavassa tarkastellaan rakennuksen eri toteutusvaihtoehtojen kustannukset ja vaikutukset energiankulutukseen rakennuksen koko elinkaaren ajalta. Elinkaarilähestymistapa antaa laajemman kuvan hankkeen kokonaistaloudellisuudesta verrattuna investointikustannusten vertailuun. Arviointikriteeristön soveltamisella on tarkoitus edistää energiatehokkuussopimuksen asettamien tavoitteiden toteutumista sekä parantaa julkisen rakennuskannan

kokonaistaloudellisuutta, samalla parantaen kaupungin taloudellista tilannetta. Lisäksi arviointikriteeristön tavoitteena on edistää paikallisen elinkeinoelämän kilpailukykyä. Kriteeristön tavoitteita on esitetty kuvassa 2. Kriteerit laadittiin rakennuksen kolmelle energiatehokkuustavoitteiden kannalta merkittävälle elinkaaren vaiheelle, jotka ovat suunnittelu, toteutus sekä käyttövaihe.



Kuva 2. Arviointikriteeristön tavoitteita

1.3 Rajaukset

Kriteerit ovat laadittu erityisesti koulujen rakennushankkeiden käyttöön. Näin tehtiin, koska uusien koulu- ja muiden opetuskäyttöön tarkoitettujen tilojen rakentaminen on Lappeenrannassa ajankohtaista. Kriteerien laadinnassa on keskitytty kolmeen matalaenergiarakentamisen onnistumisen kannalta tärkeään vaiheeseen, jotka ovat suunnittelu-, toteutus-, sekä käyttö- ja ylläpitovaiheet. Rakennuksen käytöstäpoistovaiheeseen liittyviä näkökohtia ei käsitelty, johtuen kyseisen vaiheen verrattain vähäisestä vaikutuksesta rakennuksen elinkaarenaikaiseen energiankulutukseen (Winistorfer et al. 2005, 134 - 138). Kriteerit ovat laadittu käytettäväksi ensisijaisesti vain uudisrakennuskohteissa. Vaikka energiatehokkuusnäkökohtien huomioiminen saneeraushankkeessa onkin erittäin tärkeää tavoiteltaessa kunnallisen rakennuskannan energiansäästöjä, on tämä aihealue kuitenkin päätetty rajata pois käsittelystä, johtuen tämän laajuudesta ja spesifisestä lähestymistavasta.

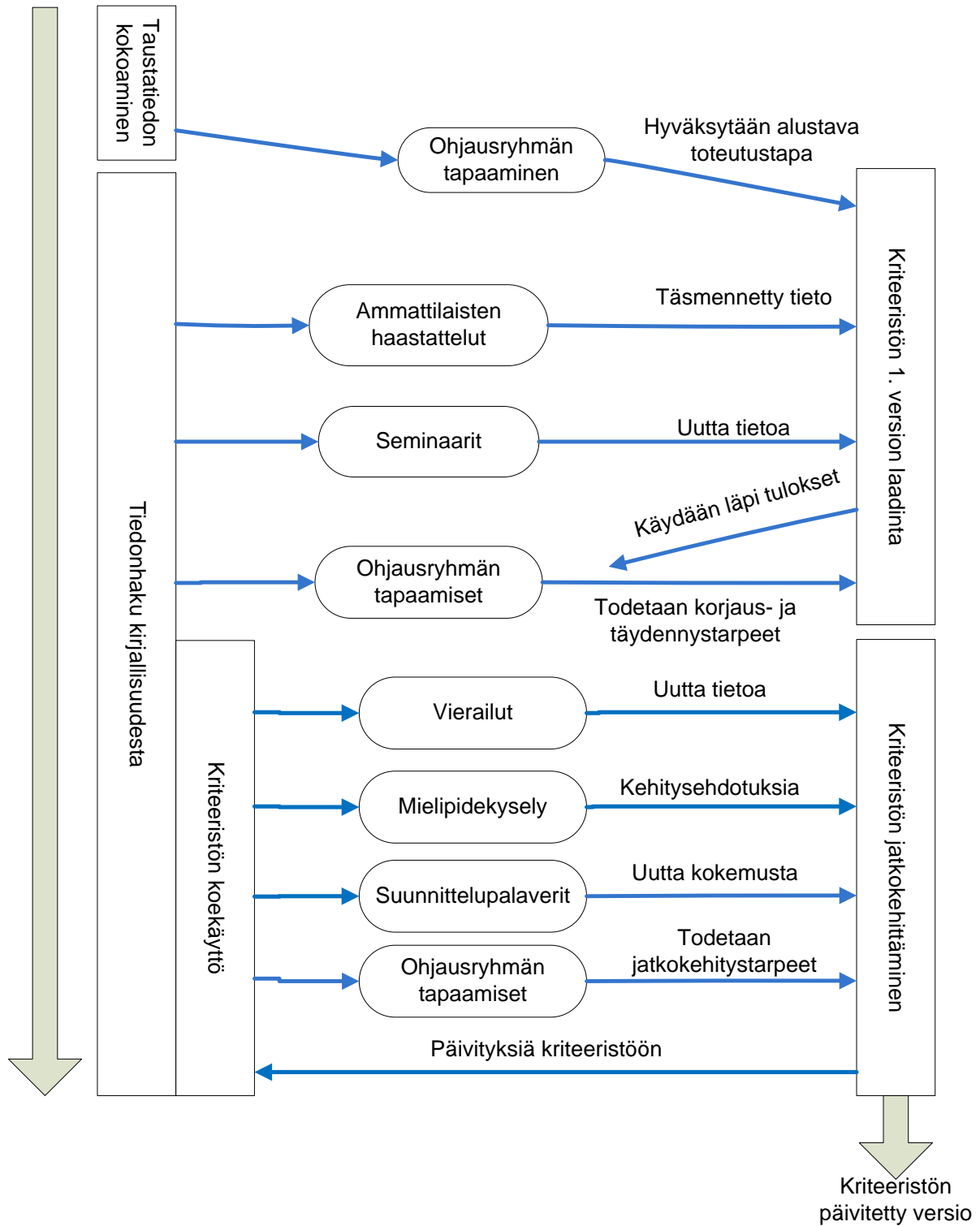
1.4 Hankkeen toteutus

Hanke toteutettiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa laadittiin energia- ja elinkaari tehokkuuskriteeristön ensimmäinen versio. Laaja taustatiedon kokoamisvaihe toteutettiin tämän työn alkuvaiheessa, ennen varsinaisen kriteeristön laadinnan aloittamista. Taustatiedon kokoamisvaiheessa perehdyttiin työn tavoitteiden kannalta oleellisiin aihealueisiin, kuten kunnallisen sektorin energiansäästötarvetta sääntelevät lakikokonaisuudet, rakennuksen energiatase, matalaenergiarakentamisen yleiset periaatteet, kunnalliset hankintamenettelyt, ym. Hankitun tiedon nojalla luotiin alustava malli työn toteutustavasta ja sen sisällöstä, joka hyväksyttiin hankkeen ohjausryhmän kokouksessa. Kokouksessa esitettiin niin ikään korjaus- ja lisäysehdotuksia työn sisältöön ja toteutustapaan. Ohjausryhmän kokoukseen osallistuivat edustajia Lappeenrannan kaupungin Tilakeskuksesta, Hankintapalveluista, Lappeenrannan seudun ympäristötoimesta sekä Lappeenrannan teknillisestä yliopistosta.

Työtä jatkettiin aloittamalla varsinaisen arviointikriteeristön laatiminen valitun toteutustavan ja ohjausryhmältä saatujen kommenttien mukaisesti. Kriteeristön laadinnassa tarvittavan tiedon hankinnassa käytettiin aihealueeseen liittyvää kirjallisuutta, Internet-lähteitä, sekä aihealueeseen liittyvien ammattilaisten haastatteluja. Julkisen palvelurakennuksen rakennuttamiskäytäntöjen selvittämiseksi haastateltiin Lappeenrannan tilakeskuksen rakennuttajapäällikköä. Lisäksi haastateltiin Lappeenrannan hankintapalvelujen edustajaa, jotta saataisiin selville kunnalliset hankintakäytännöt. Saadakseen tietoa nykyaikaisimmista julkisessa rakentamisessa käytettävistä innovaatioista ja toimintatavoista tämän työn tekijä osallistui useisiin aiheita koskeviin seminaareihin. Tiedonhaku toteutettiin jatkuvasti kriteeristön laadinnan yhteydessä, jolloin laadittavia kriteereitä muokattiin ja päivitettiin saadun uusimman informaation perusteella.

Hankkeen ohjausryhmän kokouksia järjestettiin säännöllisesti hankkeen aikana. Kokousten yhteydessä tarkasteltiin työn saavutuksia ja koordinoitiin työn etenemistä. Kriteeristön ensimmäinen versio valmistui vuoden 2012 joulukuussa.

Hankkeen toisessa vaiheessa toteutettiin laaditun kriteeristön koekäyttö yhdessä Lappeenrannan kaupungin edustajien kanssa valitussa case -kohteessa. Case -kohteena toimi Myllymäen päiväkodin rakennushanke Lappeenrannassa. Koekäyttövaiheen tarkoituksena oli tunnistaa kriteeristön onnistuneet ja jatkokehittämistä vaativat käytännöt, sekä koekäyttövaiheessa saadun kokemuksen nojalla kehittää kriteeristöä palvelemaan paremmin julkisen rakennushankintaprosessin käytännön tarpeita. Koekäyttövaihe alkoi vuoden 2013 keväällä, kun Myllymäen päiväkodin suunnittelukonsultin kilpailutusprosessi käynnistyi. Kriteeristön suunnitteluvaihetta koskeva osio liitettiin tällöin sellaisenaan tarjouspyynnön liitteeksi. Suunnittelukonsultin valinnan jälkeen koekäyttöä jatkettiin varsinaisessa suunnitteluvaiheessa aina kesäkuuhun 2014 saakka. Koekäytön yhteydessä LUT:n edustajat olivat mukana kohteen suunnittelukokouksissa, joissa Myllymäen päiväkotihankkeen eri tahojen kriteeristöön liittyvät kommentit kuultiin. Saatujen kommenttien mukaisesti kriteeristöä kehitettiin jatkuvasti läpi koko koekäyttövaiheen vastaamaan paremmin sille asetettuja tavoitteita. Koekäyttövaiheen yhteydessä toteutettiin myös kriteeristön toimivuutta koskeva mielipidekysely, jonka avulla kartoitettiin päiväkotihankkeen eri osapuolten kommentit liittyen kriteeristön toimivuuteen sekä kerättiin jatkokehitysehdotuksia. Lisäksi päiväkotihankkeen osapuolille järjestettiin tutustumisvierailut Porvoon energiatehokkaiisiin Päiväkoteihin, jotta voitiin kerätä kokemuksia matalaenergiarakentamisesta myös muualta Suomessa. Johtuen taloudellisista syistä on Lappeenrannan kaupunki joutunut lykkäämään Myllymäen päiväkodin rakentamista vuodelle 2015, joten kriteeristön toteutus- ja käyttövaiheen kriteereitä ei päästy koekäyttämään kyseisessä kohteessa. Kriteeristön laadintaprosessin periaate on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3: Kriteeristön laadinnan periaate

1.5 Raportin sisältö lyhyesti

Kappale 1: Johdantokappale jossa esitetään hankkeen taustaa, tavoitteita, käytettyjä rajoituksia ja hankkeen toteutustapaa.

Kappale 2: Kappaleessa esitetään kriteereiden laadinnassa sovellettua yleistä menetelmää. Ensiksi esitetään julkisen rakentamisen tunnistettuihin haasteisiin ja tavoitteisiin perustuva energia- ja elinkaari tehokkuuskriteeristön toimintamalli. Tämän jälkeen esitetään yleisellä tasolla kuinka tunnistettiin tavoitteiden toteutumisen kannalta merkittävät näkökohdat, joita on myöhemmin käytetty pohjana kriteereiden luomisessa.

Kappale 3: Kappaleessa käydään läpi kriteeristön koekäytön toteutuskäytäntöjä. Lisäksi esitetään koekäytön yhteydessä tehtyjä havaintoja ja uuden kokemuksen nojalla tehtyjä johtopäätöksiä. Kappaleessa käydään läpi Myllymäen päiväkotihankkeen eri osapuolille suunnatun, kriteeristöön liittyvän mielipidekyselyn tuloksia. Lisäksi esitetään havaintoja liittyen hankkeen aikana tehtyihin tutustumisvierailuihin Porvoon ja Lappeenrannan päiväkoteihin.

Kappale 4: Kappaleessa esitetään hankkeen yhteydessä laadittua kriteeristöä, jonka päätavoitteena on edistää energiatehokkuutta, kustannustehokkuutta ja turvallista sisäilman laatua Lappeenrannan julkisissa rakennuksissa. Kriteerit esitetään rakennuksen elinkaarivaiheittain.

Kappale 5: Kappaleessa esitetään hankkeen lopulliset tulokset, sekä tehtyjä havaintoja ja jatkotoimenpidehdotuksia.

Kappale 6: Kappaleessa esitetään tutkimuksen yhteenveto.

2. Energia- ja elinkaaritehokkuuskriteeristön laadinnassa käytetyt menetelmät

Tässä kappaleessa esitetään kriteereiden laadinnassa sovellettua yleistä menetelmää. Ensiksi esitetään julkisen rakentamisen haasteisiin ja tavoitteisiin perustuva energia- ja elinkaaritehokkuuskriteeristön toimintamalli. Tämän jälkeen esitetään yleisellä tasolla kuinka tunnistettiin tavoitteiden toteutumisen kannalta merkittävät näkökohdat, joita on myöhemmin käytetty pohjana kriteereiden luomisessa. Tunnistettujen näkökohtien yksityiskohtaiset kuvaukset ja perustelut ovat esitetty tämän hankkeen esiselvitysraportissa (Vinokurov 2012).

2.1 Kriteeristön toimintamallin tunnistaminen

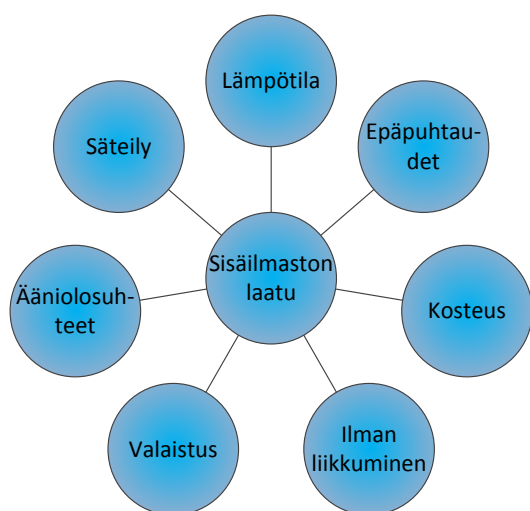
Ennen kriteereiden laadintaa kartoitettiin kriteeristön yleinen toimintamalli. Malli määrittelee kriteeristön roolin tunnistettuihin julkisen rakentamisen merkittävimpien haasteisiin liittyvien tavoitteiden toteutumisessa. Kartoitus aloitettiin tunnistamalla merkittävimmät haasteet, jotka vallitsevat julkisessa rakentamisessa. Lisäksi tunnistettiin tavoitetilä, johon julkisen rakentamisen olisi syytä pyrkiä ja esitettiin ratkaisuja, joilla haasteisiin pystyttäisiin vastaamaan saavuttaakseen tavoitetilan.

Merkittävimmiksi haasteiksi tunnistettiin tarve vastata kansainvälisen ja kansallisen lainsäädännön ja sopimusten edellyttämiin yhä kiristyviin energiansäästöavoitteisiin, jotka kartoitettiin tämän hankkeen yhteydessä. Tehokas ratkaisu energiansäästöavoitteiden toteutumiseen on rakennusten energiatehokkuuden järjestelmällinen parantaminen. Energiatehokkaampi rakennuskanta edistää myös alueen energiaomavaraisuutta.

Oleellisiksi tunnistettiin myös julkisen rakentamisen vallitsevat taloudelliset haasteet. Jokaisessa rakennushankkeessa on syytä tavoitella kokonaistaloudellisuutta. Julkisissa rakennushankkeissa kokonaistaloudellisuuteen patistavat myös vallitsevat

hankintamääräykset (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014). Rakennushankkeen kokonaistaloudellisuuden kannalta on oleellista ottaa huomioon rakennuksen käyttövaiheessa aiheutuvat kustannukset, sillä rakennuksen käyttövaihe on pitkä. Rakennuksen käyttövaiheen kustannukset koostuvat ylläpitokustannuksista ja energiakustannuksista. Kokonaistaloudellisuuteen pyrkivällä hankkeen toteutuksella voidaan tehokkaasti vaikuttaa rakennuksen käyttövaiheen energiankulutukseen ja täten käyttökustannuksiin, joita rakennuksen vuosikymmeniä kestävä käyttövaiheen aikana voi kerääntyä merkittävästi. Näin ollen energiatehokkuuteen tähtääviin ratkaisuihin lisäsiioittaminen on kannattavaa, mikäli lisäsiioituksen voidaan osoittaa maksavan itsensä takaisin käyttövaiheen energiakustannussäästöillä. (Saari 2000.) Tällä hetkellä julkisissa rakennushankkeissa vallitsee kuitenkin tilanne, jolloin investointihinnalla on merkittävin rooli rakennushankkeen eri toteutusvaihtoehtojen kilpailuttamisessa. Investointihintalähtöinen suunnittelu voi johtaa paitsi kohonneisiin käyttövaiheen kustannuksiin energiakustannusten muodossa, myös suurempiin huoltokustannuksiin, sillä halvempien ratkaisujen laatu ja kestävyys ovat huonommat. Energiatehokkuuteen, kokonaistaloudellisuuteen ja laatuun tähtäävät toteutusratkaisut voivat puolestaan johtaa kustannustehokkaampaan julkiseen rakennuskantaan vuosikymmeniksi eteenpäin, mikä toisi merkittävää helpotusta julkiseen talouteen

Kolmanneksi merkittäväksi haasteeksi tunnistettiin rakennuksen turvallisten ja viihtyisien sisäilmasto-olosuhteiden luominen. Sisäilmayhdistys esittää keskeisimpiä sisäilmastoon vaikuttavia tekijöitä, joita on esillä kuvassa 4.

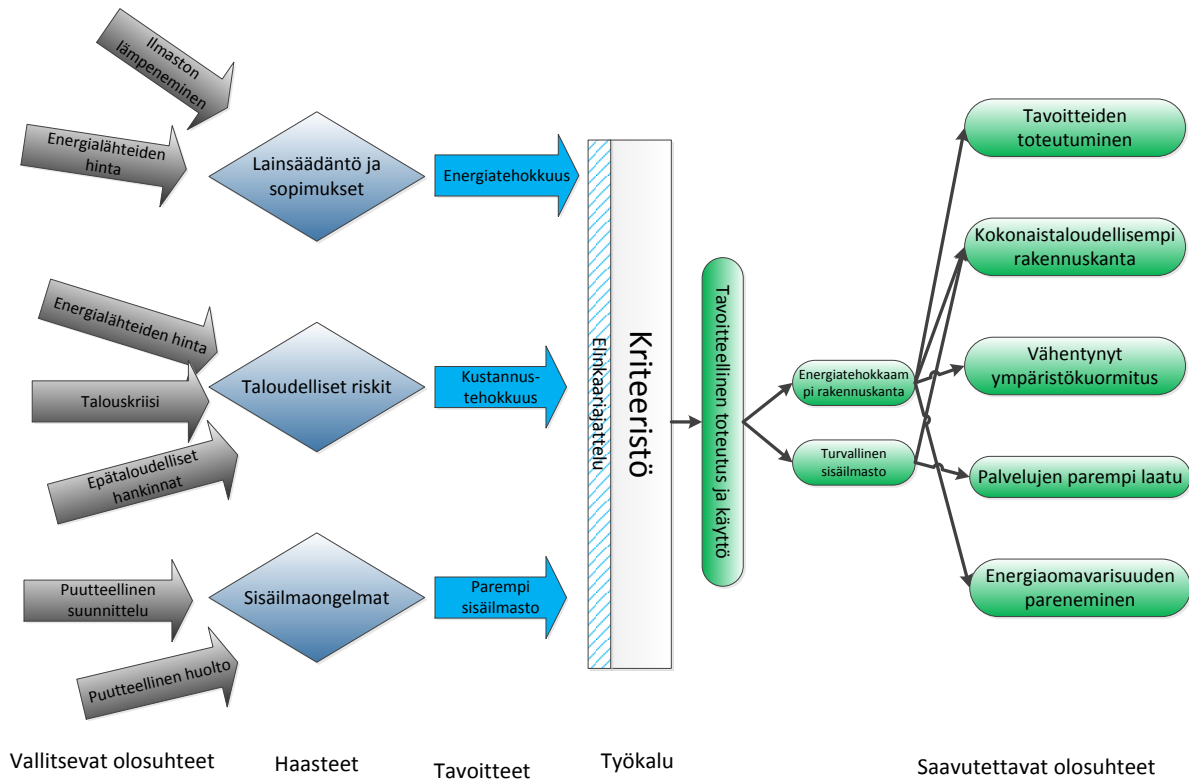


Kuva 4. Sisäilmaston laatutekijöitä (Sisäilmayhdistyksen tietoja mukailien 2008)

Kuten kuvasta voidaan nähdä, sisäilman laatuun vaikuttaa moni tekijä. Kosteus- ja homevaurioista johtuvat ongelmat ovat tällä hetkellä erityisen ajankohtainen aihe, sillä eriasteisia homevaurioihin liittyviä ongelmia on todettu yhä useammassa julkisessa rakennuksessa eri Suomen kaupungeissa. Kosteus- ja homevauriot aiheuttavat eriasteista oireilua tilojen käyttäjille, mikä johtaa sairauspoissaoloihin ja työkyvyn heikentymiseen. Työterveyslaitoksen tekemän tutkimuksen perusteella on tarkastusvaliokunta tehnyt lausunnon, jonka mukaan kosteus- ja homevaurioita esiintyy laajasti koko rakennuskannassa. (Tarkastusvaliokunta 2013.) Eniten julkisuutta ovat saaneet koulurakennusten homeongelmat. Tarkastusvaliokunta arvioi, että Suomessa päivittäin kosteus- ja homevaurioille altistuu 62 000 – 94 000 peruskoululaista ja 12 000 – 18 000 lukiolaista (Tarkastusvaliokunta 2013). Homeongelmien vuoksi kasvatus- ja opetusrakennuksia on jouduttu sulkemaan oppilaiden ja henkilökunnan oireilujen vuoksi siirtäen oppilaat muihin kouluihin tai väliaikaisiin parakkeihin odottamaan vaurioiden korjaamiseen suunnattuja budjettivaroja.

Turvallisen ja viihtyisän sisäilmaston luominen edellyttää rakenne- ja talotekniikan tavoitteellista suunnittelua, asianmukaista toteutusta sekä asiantuntevaa huoltoa. Useat tekniset ratkaisut, kuten rakenne- ja talotekniikka vaikuttavat sekä sisäilmasto-, että energiatehokkuustavoitteiden toteutumiseen. Näin ollen kyseisen tekniikan suunnitteluratkaisuja on optimoitava sekä energiatehokkuus-, että sisäilmastotavoitteiden suhteen.

Edellä kuvatulla periaatteella onnistuttiin kartoittamaan tärkeitä julkisessa rakentamisessa vallitsevia haasteita, sekä tunnistamaan tavoitteelliset olosuhteet joihin tulee pyrkiä. Energia- ja elinkaaritehokkuuskriteeristön tarkoituksena on toimia työkaluna, joka mahdollistaa järjestelmällisen tavan vastaamaan keskitetysti esitettyihin haasteisiin ja saavuttamaan tavoitteelliset olosuhteet. Hankitun tiedon nojalla voitiin laatia kriteeristön yleinen toimintamalli, joka on esitetty kuvassa 5.



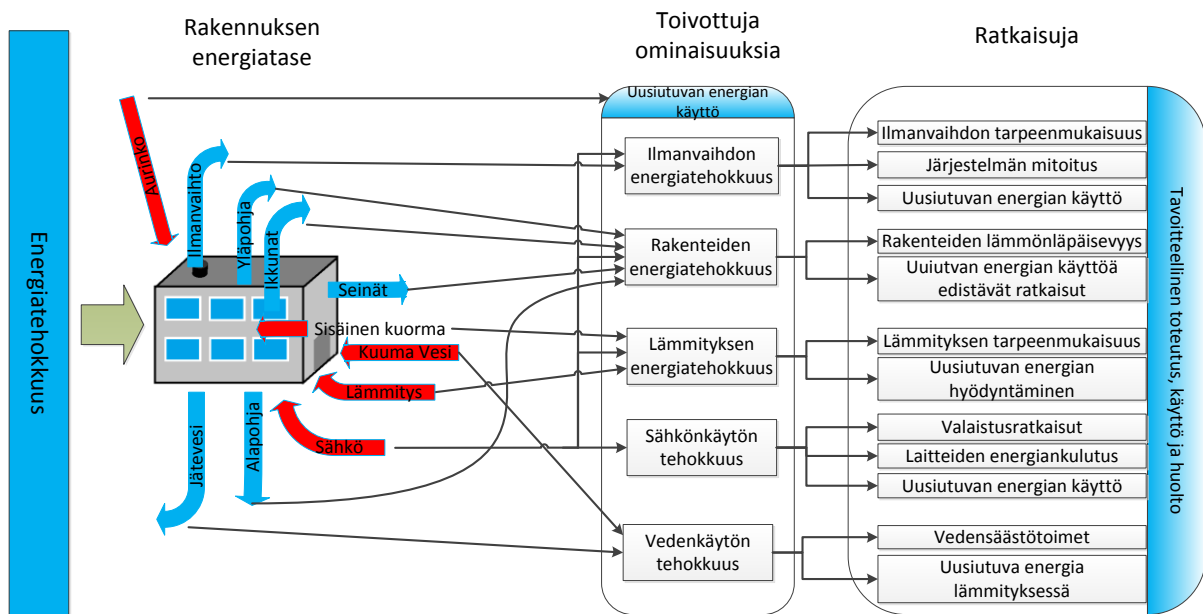
Kuva 5. Kriteeristön toimintamalli

2.2 Tavoitteiden toteutumisen kannalta merkittävien näkökohtien tunnistaminen

Rakennuksen energia- ja kustannustehokkuuteen sekä sisäilmastoon vaikuttaa useita eri tekijöitä rakennuksen eri elinkaaren vaiheissa. Näitä ovat mm. hankkeen toteutustapa, käytetyt suunnitteluratkaisut, rakennustyömaalla vallitsevat käytännöt ja rakennuksen käyttötapa. Julkisen rakentamisen haasteiden ja tavoitteiden tunnistamisen jälkeen käynnistettiin tiedonhakuvaihe, jonka tarkoituksena oli tunnistaa ne tekijät ja mekanismit, joilla voidaan vaikuttaa asetettujen energia- ja kustannustehokkuus-, sekä sisäilmastotavoitteiden toteutumiseen julkisessa uudisrakennushankkeessa. Näin kriteerit voitiin kohdistaa koskemaan juuri sellaisia tekijöitä, joilla on merkittävä vaikutus asetettujen tavoitteiden toteutumisen kannalta. Merkittäviä näkökohtia ja näiden toteutumiseen vaikuttavia mekanismeja kartoitettiin jokaiselle eri tunnistetulle tavoitteelle. Lisäksi tunnistettiin mekanismeja, joilla on vaikutusta usean eri haasteen tarpeeseen.

2.2.1 Energiatase ja energiatehokkuuden vaikuttavia näkökohtia

Energiataseen tähtävien ratkaisujen käyttö rakennuksissa valittiin pääasialliseksi työkaluksi vastaamaan kansallisen ja kansainvälisen lainsäädännön ja sopimusten asettamien energiansäästöhaasteisiin. Energiataseen toteutumiseen vaikuttavien merkittävien näkökohtien tunnistamisessa käytettiin lähestymistapana rakennuksen energiataseta. Tunnistetut energiatehokkuutta koskevat näkökohdat sekä tunnistamisessa käytetty menetelmä on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Energiataseen mukainen ratkaisujen tunnistaminen (Energiatase mukailten: Taloyhtiö 2012)

Kuten kuvasta voidaan todeta, rakennuksen energiantarve koostuu tilojen lämmitystarpeesta, käyttöveden lämmitystarpeesta, sähköenergian tarpeesta sekä jäähdytystarpeesta. Energiantarve katetaan tuomalla rakennukseen lämpöenergiaa, sähköenergiaa ja jäähdytysenergiaa. Lisäksi aina esiintyy myös muita lämpökuormia, kuten ihmisten luovuttama lämpö, auringon säteilyenergia sekä muita lämmönlähteitä, kuten esimerkiksi sähkölaitteet. (D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007.) Rakennuksen energiantarpeeseen vaikuttavat myös erilaiset lämpöhäviöt, näitä ovat ulkovaipan läpi tapahtuvat johtumishäviöt, ilmanvaihdon lämpöhäviöt sekä jäteveden mukana tapahtuvat lämpöhäviöt (Matalaenergiarakentaminen 2009, s. 24 - 27).

Energiatasetarkastelun pohjalta asetettiin kriteeristön energiatehokkuustavoitteiksi ilmanvaihdon energiatehokkuutta, rakenteiden energiatehokasta toimintaa, lämmityksen energiatehokkuutta, tehokasta sähkökäyttöä sekä säästävää vedenkäyttöä. Tiedonhaun nojalla voitiin tunnistaa, että tärkeimpiä keinoja edistää lämmityksen energiatehokkuutta ovat tarpeenmukaisuuteen tähtäävät tekniset ratkaisut, kuten sisäisiä ja ulkoisia lämpökuormia sekä tilojen käyttöastetta huomioon ottava taloautomaatio.

Merkittävin lämpöhäviöiden aiheuttaja on ilmanvaihto, sillä poistoilman mukana poistuu noin 35 % rakennuksen lämpöhäviöistä (Kodin energiasäästöohjeita 2013). Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmästä aiheutuu myös sähkönkulutusta johtuen sen sähköllä toimivien komponenttien, kuten puhaltimien toiminnasta. Arvioiden mukaan ilmanvaihtokoneisto kuluttaa keskimäärin 25 % sähkön kokonaiskulutuksesta tavanomaisessa suomalaisessa koulurakennuksessa. (Reinikainen 2009.) Ilmanvaihdon sähkönkulutukseen voidaan vaikuttaa mm. laitteistojen ja kanaviston mitoituksella (Kalema 2012). Suurempi kanavakoko vaatii puhaltimelta vähemmän energiaa. Myös järjestelmän tarpeenmukaisella toiminnalla on vaikutusta sähköenergian kulutukseen ja lämpöhäviöihin (Säteri 2014).

Rakennuksen ulkovaipan lämpöhäviöiden osuus vaihtelee rakennuksen tyypistä ja koosta riippuen. Pientalon osalta ulkovaipan häviöiden arvioidaan olevan noin 50 % (Kodin energiasäästöohjeita 2013). Ulkovaipan kautta tapahtuvien lämpöhäviöiden minimointi vähentää lämmitysenergian tarvetta. Vaipan lämpöhäviöihin voidaan vaikuttaa käyttämällä eri lämmönläpäisyominaisuuksia omaavia eristeitä. Eristevalinnat kannattaa tehdä kuitenkin harkiten, sillä liiallinen tiiveys voi lisääntyneeseen jäähdytystarpeeseen kesällä sekä kosteus- ja homevaurioiden syntyyn. Homevauriot puolestaan aiheuttavat vakavia sisäilmaongelmia ja ovat hankalia ja kalliita korjata (Heikkilä 2012). Lämmönläpäisevyys kannattaakin valita pohjautuen eri tavoitteiden kokainsoptimointiin.

Tarpeenmukaisuuteen kannattaa myös pyrkiä sähkönkäytön osalta. Etenkin valaistuksen energiankulutusta voidaan pienentää käyttäen taloautomaatiota, mikä säättää valaistusta todellisen valaistustarpeen mukaan (Säteri 2014). Tilan valaistustarve määräytyy mm. tilan käyttötarpeen, käyttöasteen ja luonnonvalon saatavuuden mukaan. (Valaistusta on uusittava 2012.) Sähkönkulutukseen voidaan vaikuttaa myös käytettävien sähkölaitteiden

energiatehokkuudella. Sähkölaitteisiin kuuluvat sekä talotekniset järjestelmät, että erilaiset kodinkoneet ja it-laitteet.

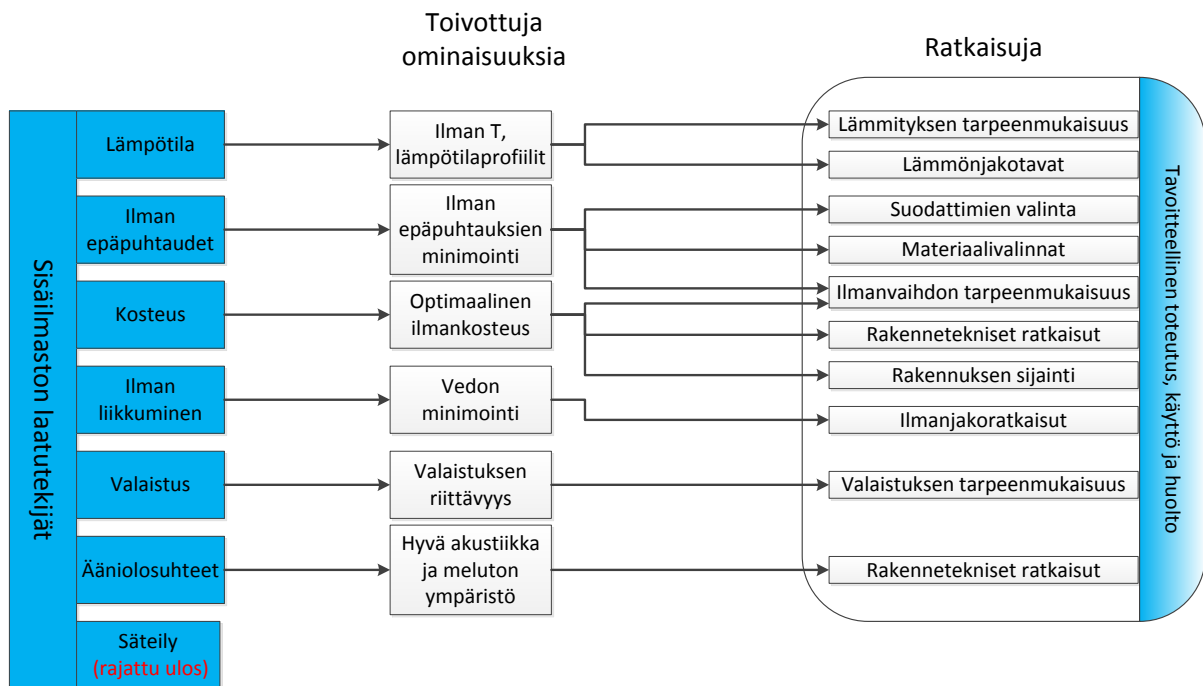
Tuntuva määrä lämpöenergiaa, noin 15 % rakennuksen lämpöhäviöistä menetetään myös jäteveden mukana (Kodin energiasäästöohjeita 2013). Jäteveden lämpöhäviöitä voidaan pienentää mm. vettä säästävillä toimenpiteillä, putkistojen lämpöhäviöiden pienentämisellä ja erilaisilla lämmöntalteenottoratkaisuilla.

On myös todettu, että aurinkoenergian käytöllä voidaan korvata merkittävän osuuden ostoenergiasta. Aurinkoenergiaa on mahdollista käyttää sekä veden lämmitykseen, että sähkötuotantoon. Aurinkoenergian hyödyntämistä voidaan tukea suunnitteluvaiheessa erilaisilla rakenneteknisillä ratkaisuilla ja rakennuksen sijainnin valinnalla.

On syytä huomioida, että useat eri rakenne- ja talotekniset tekijät muodostavat voimakkaan yhteisvaikutuksen tulevan rakennuksen energiatehokkuuteen, rakennuskustannuksiin sekä elinkaarikustannuksiin. Matalaenergiarakennus koostuu suuresta määrästä erilaisia rakenne- ja taloteknisistä ratkaisuista, jotka kaikki toimivat yhtenä kokonaisuutena keskinäisessä vuorovaikutuksessa. Jokaisen rakenteen, tai laitteen suunnittelussa on siis otettava huomioon, miten kyseinen komponentti tulee toimimaan osana suurempaa kokonaisuutta ja miten komponentin suunnittelussa voitaisiin edistää asetettuja energiatehokkuustavoitteita. (Matalaenergiarakentaminen 2009, s. 20.) On tärkeää aloittaa rakennuksen eri komponenttien optimointi toimivaksi energiatehokkaaksi kokonaisuudeksi riittävän aikaisin suunnitteluvaiheessa. Optimointi onnistuu parhaiten, kun kaikki hankkeeseen osallistuvat suunnittelijat, mukaan lukien arkkitehti, LVIS-, RAK-, ym. suunnittelijat toimivat tehokkaassa yhteistyössä heti luonnossuunnittelusta lähtien.

2.2.2 Sisäilmaston laatuun vaikuttavia näkökohtia

Sisäilmaston laatuun vaikuttavien tekijöiden ja ratkaisujen tunnistamista lähestyttiin käyttäen apuna Sisäilmayhdistyksen määrittämiä sisäilman laatutekijöitä (Sisäilmayhdistys 2008). Jokaiselle laatutekijälle tunnistettiin tavoitteelliset tilat ja kartoitettiin oleellisia rakenne- ja taloteknisiä ratkaisuja tavoitteellisen tilan saavuttamiseksi. Tunnistettuja sisäilmalaatuun vaikuttavia ratkaisuja on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Sisäilmaston laatua tukevien ratkaisujen tunnistaminen

Kuten kuviosta voidaan todeta, sisäilman laatuun voidaan vaikuttaa monesti samoilla ratkaisuilla kuin energiatehokkuuteenkin. Yleisesti ottaen rakennuksen sisäilman laatuun vaikuttaa rakennuksen rakenne- ja talotekniset ratkaisut, sijainti, käytetyt rakennusmateriaalit sekä rakennuksen ja sen järjestelmien käyttötavat (Sisäilmayhdistys 2008). Tarpeenmukaisuuteen tähtäävillä ratkaisuilla voidaan taata juuri sellaiset lämmitys-, tuuletus- ja valaistusolosuhteet, jotka tilan käyttötilanne vaatii kyseisellä hetkellä. Lämmityksen osalta on tärkeää saavuttaa turvallisuuden ja viihtyvyyden kannalta optimaalisen sisäilman lämpötilan. Lisäksi lämpötilaprofiilin on syytä olla mahdollisimman tasainen sekä pysty-, että vaakatasossa. Näihin olosuhteisiin voidaan vaikuttaa lämmityksen tarpeenmukaisen automaation lisäksi myös käytettävillä lämmönjakotavoilla. Myös vedon tunteella on vaikutusta lämpömuukavuuteen. Vedon tunteeseen vaikuttaa käytetyt ilmanjakoratkaisut, eli tulo- ja poistoilmaelimiä tyyppi ja sijoittelu.

Ilman epäpuhtauspitoisuutta voidaan vähentää tehokkaalla ilmanvaihdolla. Ulkoilmasta tuloilman mukana kulkeutuvien epäpuhtauksien määrään vaikutetaan tuloilmasuodattimen ominaisuuksilla. Suodattimien tiiveyden lisääminen kasvattaa energian kulutusta, joten suodattimien valinta on syytä toteuttaa optimoimalla sisäilman laatu- ja energiatehokkuustavoitteet. Myös erilaisista rakennusmateriaaleista, kuten pinnoitteista, voi

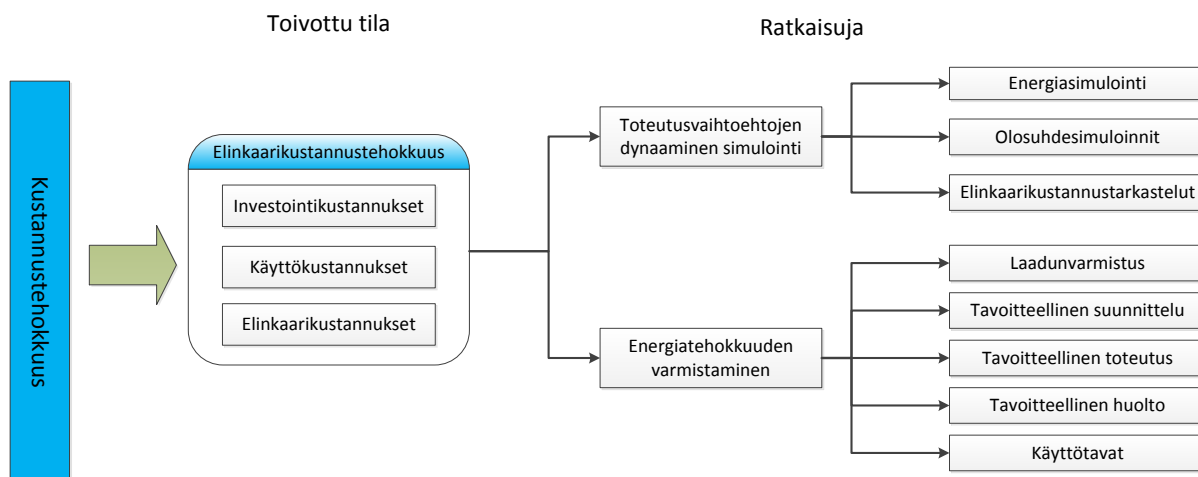
vapautua sisäilmaan haitallisia yhdisteitä, kuten VOC- ja PAH -yhdisteitä (Sisäilmayhdistys 2008). Materiaalivalinnoilla voidaan siis niin ikään vaikuttaa sisäilman haitta-aine pitoisuuteen. Myös sisäilman kosteuspitoisuuteen voidaan vaikuttaa ilmanvaihdon tehokkuudella. Ilman kosteus on erityisen tärkeä, koska liiallinen kosteus aiheuttaa mikrobi- ja homekasvustoa rakenteissa, mikä on merkittävä terveysriskitekijä (Sisäilmayhdistys 2008). Ilman ja rakenteiden kosteuteen vaikuttaa lisäksi rakennuksen sijainti ja rakenteiden kosteustekninen toimivuus.

Edellä mainittujen lisäksi, myös tilojen ääniolosuhteet ovat oleellinen viihtyvyystekijä. Etenkin opetustiloissa on tärkeää minimoida tilan ulkopuolelta kantautuvia haittaääniä, kuten taustameteli ja koneiden melu. Opettajan ääntä on puolestaan syytä korostaa. (Paroc 2012.) Tilan ääniolosuhteisiin voidaan vaikuttaa erilaisilla rakenneteknisillä ratkaisulla, kuten ääntä synnyttävien laitteiden sijoittelulla, äänieristyksillä ja akustiikkaa parantavilla pinnoitteilla.

Asetettujen tavoitteiden kannalta on tärkeää toteuttaa rakennuksen suunnittelu tavoitteellisesti. Talon rakenne- ja talotekniikan suunnittelussa on muistettava näiden olevan tiiviissä vuorovaikutuksessa keskenään. Esimerkiksi ilmanvaihdon tehon lisääminen parantaa ilman laatua, mutta sillä on energiankulutusta lisäävä vaikutus. Niin ikään tapahtuu myös tuloilman suodatustason lisäämisessä. (Sisäilmayhdistys 2004.) Kaikki suunnittelussa tehtävät valinnat on siis optimoitava kaikkien asetettujen tavoitteiden kannalta.

2.2.3 Kustannustehokkuuden huomioiminen

Julkisen rakennushankkeen kokonaistaloudellisuuteen vaikuttavien tekijöiden tunnistamisessa käytettiin elinkaarilähestymistapaa, jonka avulla pyritään elinkaarikustannustehokkuuteen. Tällöin pyrittiin tunnistamaan ne tekijät, joiden avulla voidaan edistää rakennushankkeen kokonaistaloudellisuutta ottaen huomioon rakennuksen eri elinkaaren vaiheet. Tunnistettuja tekijöitä on esitetty kuvassa 8.

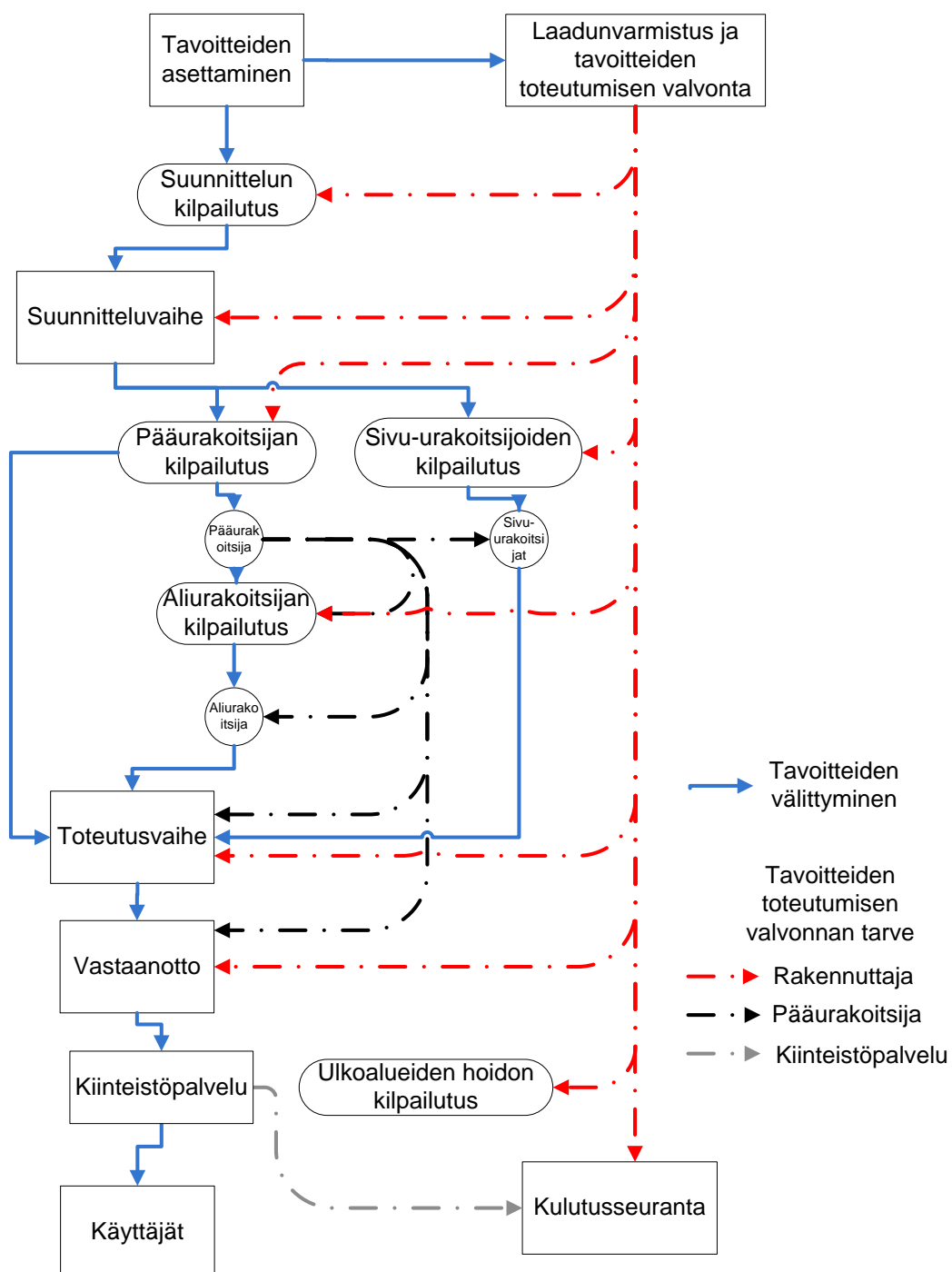


Kuva 8. Rakennushankkeen kustannustehokkuutta tukevia ratkaisuja

Jokaisessa rakennushankkeessa on syytä tavoitella kokonaistaloudellisuutta. Julkisissa rakennushankkeissa kokonaistaloudellisuuteen patistavat myös vallitsevat hankintamääräykset (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014). Tällä hetkellä julkisissa hankinnoissa vallitsee käytäntö, jolloin investointikustannuksilla on merkittävin painoarvo kilpailutuksissa. Rakennushankkeen kokonaistaloudellisuuden kannalta on oleellista ottaa huomioon rakennuksen käyttövaiheessa aiheutuvat kustannukset, sillä rakennuksen käyttövaihe on pitkä. Rakennuksen käyttövaiheen kustannukset koostuvat ylläpitokustannuksista ja energiakustannuksista. Kokonaistaloudellisuuteen pyrkivällä hankkeen toteutuksella voidaan tehokkaasti vaikuttaa rakennuksen käyttövaiheen energiankulutukseen ja täten käyttökustannuksiin, joita rakennuksen vuosikymmeniä kestävä käyttövaiheen aikana voi kerääntyä merkittävästi. Näin ollen energiatehokkuuteen tähtääviin ratkaisuihin lisäsjoitaminen on kannattavaa, mikäli lisäsjoituksen voidaan osoittaa maksavan itsensä takaisin käyttövaiheen energiakustannussäästöillä. (Saari 2000.)

Elinkaarikustannustehokkuuden varmistaminen edellyttää sitoutumista asetettuihin kustannus- ja energiatehokkuustavoitteisiin rakennushankkeen kaikissa elinkaaren vaiheissa. Julkisen rakennushankkeen eri vaiheissa on mukana useita eri toimijoita. Tavoitteiden välittymisen varmistaminen hankkeen eri toimijoille ja näiden sitouttaminen tavoitteisiin on haastavaa, mutta hyvin tärkeää elinkaaritehokkuuden toteutumisessa. Julkisen rakennushankkeen etenemistä selvitettiin yhdessä Lappeenrannan Tilakeskuksen edustajien kanssa. Hankintamanettely Lappeenrannassa on esitetty kuvassa 9. Kuvasta voidaan nähdä, että toimijoita on useita ja samalla laadunvarmistustarvetta on merkittävästi. Julkisen

rakennushankkeen eteneminen, mukana olevat toimijat sekä vastuut on esitetty yksityiskohtaisesti tämän hankkeen esiselvitysraportissa (Vinokurov 2012).



Kuva 9. Julkisen rakennushankkeen toimijat Lappeenrannassa ja tavoitteellisuuden varmistustarve

Tavoitteellinen kokonaisvaltainen suunnittelu mahdollistaa sen, että rakennuksen muoto, sijoittelu, tilat, rakenne- ja talotekniikka, ym. optimoidaan toimivaksi energiatehokkaaksi kokonaisuudeksi. (Matalaenergiarakentaminen 2009, s. 20.) Myös laadukas ja

ammattimainen toteutus on erittäin tärkeää hankkeen energiatehokkuustavoitteiden toteutumisen kannalta. Hyvin suunniteltu rakennus ei yksinään pysty takaamaan energiansäästöjen toteutumista, mikäli suunnitelmia ei ole asianmukaisesti toteutettu rakennusvaiheessa, sillä pienetkin virheet toteutuksessa voivat pilata kokonaisuuden (Matalaenergiarakentaminen 2009, s. 166). Toteutusvaiheen hyvään lopputulokseen vaikuttaa mm. urakoitsijoiden kokemus matalaenergiarakentamisesta sekä miten hyvin urakoitsijat omaksuvat toiminnassaan hankkeen energiatehokkuustavoitteet. Tavoitteiden toteutumista edistää lisäksi suunnittelun ja urakoitsijoiden välinen yhteistyö ja tiedonvaihto, sekä erilaiset laadunvarmistustoimenpiteet.

Rakennuksen elinkaaren aikaiseen energiataloudellisuuteen vaikuttaa merkittävästi, miten rakennusta ja sen laitteita käytetään ja huolletaan. Hyvin suunnitellun tekniikan tarjoama energiansäästöpotentiaali ei toteudu, jos sitä käytetään väärin. Käyttövaiheen energiankulutukseen vaikuttaa huoltotoiminnan asiantunteva toiminta. On tärkeää, että matalaenergiarakennuksen talotekniikkaa käytetään ja huolletaan asianmukaisesti. Rakennuksen tilojen käyttäjien käyttötottumuksilla on merkittävä vaikutus rakennuksen energiankulutukseen (Matalaenergiarakentaminen 2009, s. 18). Käyttötottumusten seuranta ja käyttäjien energian säästöön tähtäävä opastustoiminta on tällöin tärkeässä asemassa.

Eri toteutusvaihtoehtojen valinnassa on syytä ottaa huomioon kuinka asetetut tavoitteet toteutuvat eri vaihtoehtojen osalta. Tähän tarkoitukseen voidaan käyttää erilaisia elinkaarikustannustarkasteluja sekä tieto- ja olosuhdemallinnustyökaluja. Mallinnuksia käyttämällä voidaan vertailla erilaisten vaihtoehtoisten rakenne- ja taloteknisten toteutusratkaisujen vaikutusta mm. rakennuksen energiankulutukseen ja sisäilmasto-olosuhteisiin. Elinkaarikustannustarkasteluilla voidaan puolestaan tunnistaa toteutusvaihtoehtojen vaikutus kohteen kokonaistaloudellisuuteen. Tällöin mallinnukset ja elinkaarikustannustarkastelut auttavat tunnistamaan asetettujen tavoitteiden kannalta optimaalisimman ja elinkaaritaloudellisimman toteutuskonseptin.

3. Kriteerien koekäyttö Myllymäen päiväkodin suunnittelussa

Hankkeen yhteydessä laadittavan kriteeristön 1 versio valmistui vuoden 2012 joulukussa. Jotta kriteeristöä voitaisiin jatkokehittää palvelemaan paremmin kaupungin käytännön tarpeita, toteutettiin kriteeristön koekäyttö valitussa case -kohteessa. Case -kohteeksi valittiin yhdessä Lappeenrannan kaupungin edustajien kanssa Myllymäen päiväkodin rakennushanke. Tässä kappaleessa esitetään koekäytön toteutusperiaatteet sekä koekäytön aikana tehdyt olennaiset havainnot. Kappaleen alussa esitetään myös Myllymäen päiväkotihankkeen perustietoja, kuten tulevan rakennuksen mitoistustietoja ja hankkeen toteutuskäytäntöjä.

3.1 Myllymäen päiväkotihanke

Päiväkotihankkeen tarkoituksena on rakentaa tarvittavat tilat kuudelle päivähoitoryhmälle ja avoimelle päiväkodille sekä neljälle perusopetusryhmälle. Rakennushankkeen yhteydessä tehdään myös muutostöitä olemassa olevaan koulurakennukseen. Koulun keittiö esimerkiksi muutetaan ja korjataan vastaamaan muuttuneita tarpeita. Uudisrakennuksen laajuus on noin 1650 m², sekä kylmiä varastoja ym. noin 150 m². Nykyisessä koulussa muutettavia tiloja on keittiössä noin 70 m², sekä ruokasalissa tehtäviä muutoksia n. 50 - 80 m². Uudisrakennettavan päiväkotikoulun henkilömäärät ovat:

Henkilöstö:

| | |
|------------------|-------------|
| Päiväkotihanke | 30 henkilöä |
| Koulu | 6 henkilöä |
| Ruoka ja puhtaus | 3 henkilöä |

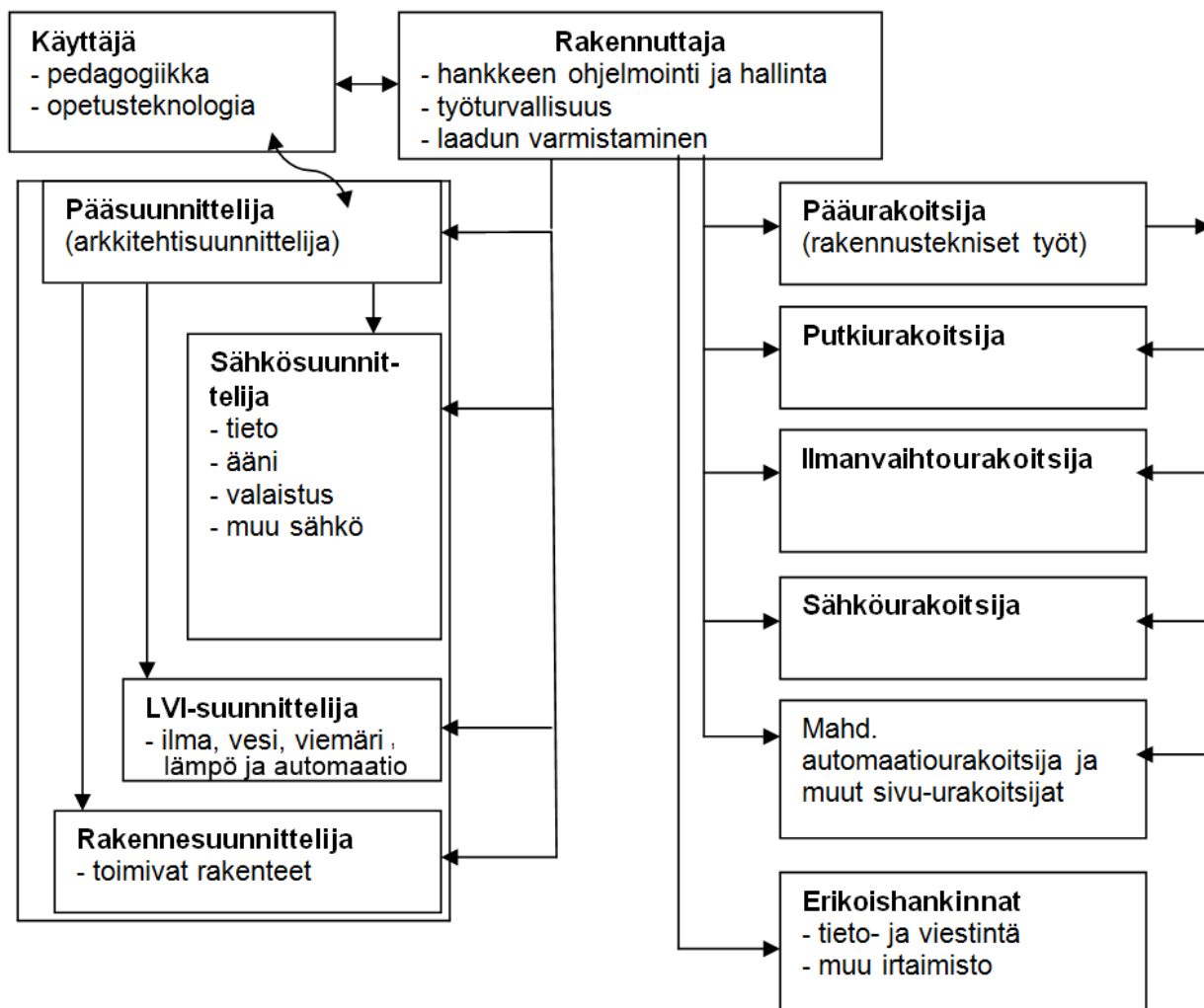
Lapsi- ja oppilasmäärät:

| | |
|----------------------|---------------|
| Päiväkotihanke | 126 lasta |
| Avoin päiväkotihanke | 21 lasta |
| Koulu | 100 oppilasta |

(Lappeenrannan kaupunki 2013.)

Rakennushankkeessa tutkitaan ja ratkaistaan koulun ja päiväkodin tontin liikenne- ja paikoitusjärjestelyt toimiviksi ja turvallisiksi käyttäen niin lapsille kuin alueen muillekin käyttäjille. (Lappeenrannan kaupunki 2013.) Hankkeen erityistavoitteina ovat kestävän kehityksen periaatteet, kuten energiatehokkuus, turvallisuus ja terveellisyys sekä kokonaistaloudellisuus. Kohde toteutetaan matalaenergiaratkaisuna. Rakennushankkeen eri vaiheissa sovelletaan Elinkaaritehokkaat investoinnit -hankkeen yhteydessä laadittuja kriteereitä. Suunnittelun yhteydessä sovelletaan tietomallintamista. Suunnitteluratkaisussa ja toteutuksessa tavoitellaan kaikilta osilta (erityisesti sisäilmaolosuhteet) kestävästi tervettä ja turvallista kokonaisuutta. Erityistä huomiota on kiinnitettävä rakennuksen vaipan ja piha-alueiden tekniseen toimivuuteen, kestävyteen ja hoidettavuuteen, rakenteiden kosteustekniseen toimivuuteen, ilmanvaihdon toimivuuteen ja hoidettavuuteen sekä materiaalien sisäilmapäästöihin. (Lappeenrannan kaupunki 2013.)

Rakennushanke toteutetaan kokonaishintaisena jaettuna urakkana. Rakennuttaja on suoraan sopimussuhteessa arkkitehti-, rakenne- sekä talotekniikan suunnittelijoihin ja rakentamisvaiheessa rakennus-, putki-, ilmanvaihto-, sähkö- ja automaatiourakoitsijoihin. Tarvittaessa rakennuttaja tekee sopimuksen myös erikoisurakoitsijoiden kanssa (keittiö, purunpoisto, paloturva ym.). Hankkeessa käytettävä projektiorganisaatiokaavio on esitetty kuvassa 10. (Lappeenrannan kaupunki 2013.)



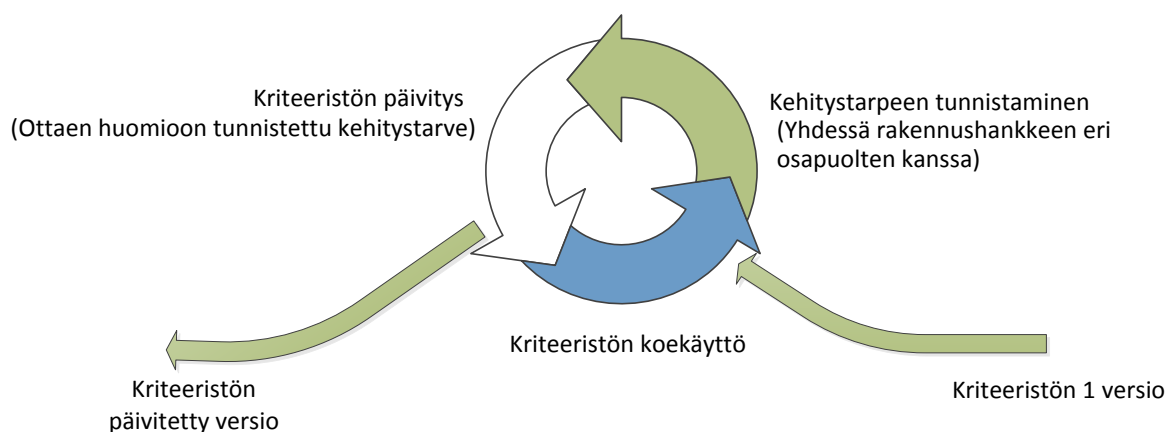
Kuva 10. Projektioorganisaatiokaavio (Lappeenrannan kaupunki 2013).

Arkkitehtisuunnittelija toimii hankkeen pääsuunnittelijana ja koordinoi muuta suunnittelutyötä sekä yhteensovittaa keskinäiset suunnittelu-aikataulut. Rakennusteknisten töiden suorittaja on hankkeen pääurakoitsija, jolle kuuluvat urakka-asiakirjoissa ja yleisissä asiakirjoissa osoitetut pääurakoitsijan vastuut. Tällaisia vastuuta ovat mm. työmaan aikatauluvastuu, muiden urakkasuoritusten koordinointi, työmaan kustannusseuranta, käyttökatkoksista sopiminen rakennuttajan ja käyttäjän kanssa sekä työmaan työturvallisuusvastuut. (Lappeenrannan kaupunki 2013.)

3.2 Koekäytön toteutusperiaate

Koekäyttö voitiin aloittaa vuoden 2013 keväällä, suunnittelutoimiston kilpailutusvaiheella. Tällöin kriteeristön suunnitteluosio liitettiin sellaisenaan tarjouspyyntöön. LUT:n edustajat

olivat myös mukana kilpailutuksen haastatteluissa. Suunnittelutoimiston valinnan jälkeen koekäyttöä jatkettiin varsinaisessa kohteen suunnittelussa. Koekäytön avulla pystyttiin tunnistamaan kriteereiden onnistuneet ja puutteelliset käytännöt, sekä jatkokehittämään kriteeristöä saadun uuden kokemuksen nojalla. Kriteeristön koekäyttö ja päivittäminen toteutettiin tiiviissä yhteistyössä LUT:n, Lappeenrannan kaupungin, sekä suunnittelutoimiston edustajien kanssa. Rakennushankkeen eri osapuolet kokoontuivat säännöllisesti, jolloin eri osapuolten kommentit kuultiin ja huomioitiin kriteereiden jatkokehityksessä. Kriteeristön koekäytön ja jatkokehityksen iteratiivinen toteutusperiaate on esitetty kuvassa 11. Kriteeristön jatkokehitystarpeita kartoitettiin myös mielipidekyselyn avulla, joka oli suunnattu Myllymäen päiväkotihankkeen eri toimijoille. Päiväkotihankkeen eri tahoille järjestettiin myös tutustumisvierailuja Lappeenrannan uusiin päiväkoteihin sekä Porvoon energiatehokkaisiin päiväkoteihin.



Kuva 11. Kriteeristön koekäyttö ja jatkokehitys

3.3 Koekäytön merkittäviä havaintoja

Ennen kriteeristön soveltamista case -kohteen suunnittelutoimiston kilpailutusprosessissa tunnistettiin tarve muokata kriteeristöä vastaamaan paremmin kilpailutusprosessin tarpeita. Kehitystarpeet tunnistettiin yhdessä Lappeenrannan kaupungin edustajien kanssa.

Kriteereihin katsottiin tarpeelliseksi lisätä vastuulliset tahot, jotka kantavat päävastuun kriteerikohtaisten edellytysten täyttymisestä hankkeessa. Selkeä vastuunjako nähtiin tarpeelliseksi tavoitteiden toteutumisen kannalta, etenkin sellaisessa hankkeessa, johon osallistuvien eri toimijoiden määrä on suuri ja vastuiden osoittaminen tietyille konkreettiselle

toimijalle on muuten hankalaa. Vastuulliset tahot lisättiin jokaiselle kriteerille erikseen ja ovat esillä kriteeristön vasemmanpuoleisessa sarakkeessa. Vastuullisten tahojen valinta toteutettiin yhteistyönä Lappeenrannan kaupungin edustajien kanssa. Käyttäen kaupungin edustajien asiantuntemusta julkisen rakennushankkeen etenemisestä pystyttiin luotettavasti määrittelemään ne toimijat joilla on suurin potentiaali vaikuttaa kulloisenkin kriteerin toteutumiseen hankkeen aikana.

Prosessin aikana huomattiin, että suunnitteluvaiheessa määräytyy useimpien kriteereiden päävastuulliseksi tahoksi pääsuunnittelija. Usein pääsuunnittelija jalkauttaa kuitenkin osan tehtävistä muille eri suunnittelualoista vastaaville suunnittelijoille, kuten sähkö-, rakenne- ja LVI -suunnittelijat. Täten päätimme lisätä kriteeristöön päävastuullisten tahojen lisäksi myös ne tahot, joille vastuut kyseisen kriteerin toteutumisesta mahdollisesti jalkautetaan. Kyseiset tahot ovat kriteeristössä esillä päävastuullisen tahon alla nuolella osoitettuina. Vastuulliset tahot määriteltiin kaikkia elinkaaren vaiheita koskeviin kriteereihin.

Koekäytön yhteydessä todettiin, että tiettyjen kriteereiden selkeydessä ja yksiselitteisyydessä oli puutteita. Tiettyjen kriteereiden muoto mahdollisti kriteerin täyttymisen ilman vaaditun ominaisuuden, tai toiminnan toteutumista halutussa laajuudessa. Näitä puutteita pyrittiin korjaamaan tehokkaasti koko koekäyttövaiheen ajan mm. selkeyttämällä kriteereiden esitysmuotoa ja parantamalla näiden yksiselitteisyyttä.

Toteutussuunnittelusta vastaavan suunnittelutoimiston kilpailutuksen yhteydessä voitiin todeta, että suunnittelutarjouksen tehneet yritykset omaavat riittävät tiedot ja kokemuksen suunnittelutyön toteuttamiseksi kriteeristön suositeltavalla tavalla. Suunnittelutoimistot mm. omasivat kokemuksen ja tarvittavat työvälineet energiasimulointien ja olosuhdemallinnuksien toteuttamiseen. Voitiin olettaa, etteivät suunnittelutoimistot kokeneet kriteeristön esittämien menettelyjen toteuttamisen aiheuttamaa lisärasitusta merkittävän suurena. Näin voitiin päätellä, koska kaupungin saamien tarjouksien lukumäärä ei juuri poikennut tavanomaisen hankkeen vastaavasta. Suunnittelutoimistojen edustajat esittivät myös positiivista suhtautumista kriteeristön tavoitteisiin näiden kanssa käytyjen tapaamisten yhteydessä.

Toteutussuunnittelun kilpailutuksen yhteydessä arvioitiin kriteeristön soveltamisen vaikutusta suunnittelun kustannuksiin. Tarjousten mukaisten kustannuksien perusteella pystyttiin

arvioimaan, että kriteeristön käyttö nostaisi suunnittelun kustannuksia noin 20 % kustannusluokan ollessa noin 100 000€. Tämä on varsin pieni kustannuslisä, mikäli mietitään koko rakennushankkeen kustannuksia. Myllymäen päiväkotia saa maksaa enintään 4 milj. euroa. Suunnittelukustannusten kasvun merkittävyys pienenee entisestään, jos näitä peilataan kohteen elinkaarikustannuksiin.

Koekäytön yhteydessä tunnistettiin tarve joidenkin uusien kriteerien lisäämiseen suunnitteluvaiheen kriteereihin. Tässä esitetään lisättyjä kriteerejä ja lisäämisen perusteluita:

- **'Yleiset suunnittelussa huomioon otettavat näkökohdat'** -osioon lisättiin Pyöräilyn edistämistä koskeva kriteeri. Kriteeristön ensimmäisessä versiossa on pyöräilyn edistämistä tuotu esille muiden kriteereiden huomioitavissa näkökohdissa. Lappeenrannan kaupungin ja LUT:n edustajat toteisivat asian olevan kuitenkin niin tärkeä, että se vaatii oman kriteerinsä.
- **'Tilojen muuntojoustavuus'** -kriteeri siirrettiin osiosta 'Yleiset suunnittelussa huomioon otettavat näkökohdat', osioon 'Rakenteet'. Näin tehtiin, koska kyseisen kriteerin täyttäminen edellyttää nimenomaan rakenneteknisiä ratkaisuja. Lisäksi kriteeriin lisättiin näkökohta, joka edellyttää suunnittelijaa tekemään esityksen siitä, kuinka tiloja olisi mahdollista käyttää muuhun kuin alkuperäiseen tarkoitukseen. Tällöin muuntojoustavuusratkaisut otetaan tehokkaammin huomioon suunnittelun yhteydessä.
- **'Rakenteet'** -osion kriteereiden sisältöä on muokattu. Rakenteiden lämmönläpäisy ja energiataloudellisuus -kriteerissä luovuttiin rakennekomponenttikohtaisesta lämmönläpäisyarkastelusta. Yksittäisten rakennusvaipan komponenttien u-kertoimien avulla on hankalaa osoittaa rakennuksen energiatehokkuus. Liiallinen eristäminen voi johtaa lisääntyneeseen viilennystarpeeseen kesällä, jolloin hyöty energiankulutuksen kannalta heikkenee. Lisäksi eristysten tehostaminen voi tietyissä tapauksissa johtaa kosteusvaurioiden syntymiseen. (Vinha 2012.) Tämän voi estää suunnitteluvaiheessa optimoimalla rakenne- ja talotekniset järjestelmät samanaikaisesti energiatehokkuus-, sisäilma- ja kosteusteknisten tavoitteiden välillä. Kriteeriä muokattiinkin niin, että sen täyttäminen edellyttää nyt kokonaisvaltaista energiasimulointipohjaista optimointia rakennekomponenttien lämmönläpäisyominaisuuksista päätettäessä.

- Lappeenrannan kaupunki pitää erittäin tärkeänä kosteusvaurioiden syntymisen ehkäisyä. **'Kosteustekninen hallinta'** -kriteeriä laajennettiin uusilla huomioitavilla näkökohdilla, kuten rakenteiden vedeneristys, tuuletus, kylmäsiltojen minimointi ja rakennuksen sijainnin olosuhteiden huomioiminen ulkovaipan suunnittelussa.
- **'Rakenteet'** -osioon lisättiin myös uusi kriteeri, joka edellyttää rakenteilta vaadittujen ominaisuuksien ja laadunvarmistustoimenpiteiden dokumentointia mm. suunnitelmissa, piirustuksissa ja sopimuksissa. Tämänkaltainen menettely voi parantaa tiedonkulkua hankkeen eri toimijoiden välillä ja sitouttaa nämä toimimaan alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Tämä on erityisen tärkeää toteutusvaiheessa, sillä poikkeaminen alkuperäisestä toteutussuunnitelmasta rakenteiden lämmöneristävyyden suhteen voi johtaa energiansäästöavoitteiden toteutumatta jäämiseen.
- **'Lämmitys'** -osioon lisättiin uusi kriteeri, joka tukee uusiutuvan energian käyttöä rakennuksen lämmityksessä. Kriteeristön ensimmäisessä versiossa uusiutuvan energian hyödyntämistä on käsitelty lähinnä rakennuksen sijoittelun ja käyttöveden lämmityksen kannalta. Koekäyttövaiheessa nähtiin tarpeelliseksi tuoda uusiutuvan energian käyttöä selkeämmin esille rakennuksen lämmitys- ja sähköjärjestelmien suunnittelussa.
- **Simulointien toteutuksia koskeva kriteeri** päätettiin poistaa, koska simulointeja koskevat asiat käsitellään kriteeristön päivitettyssä versiossa keskitetysti osiossa 'Simulointien toteutus'.
- **'Sähkönkulutus'** -osioon lisättiin uusi kriteeri, joka tukee sähkön omatuotantoa rakennuksessa käyttäen uusiutuvia energialähteitä. Kriteeristön ensimmäisessä versiossa uusiutuvan energian hyödyntämistä on käsitelty lähinnä rakennuksen sijoittelun ja käyttöveden lämmityksen kannalta. Koekäyttövaiheessa nähtiin tarpeelliseksi tuoda uusiutuvan energian käyttöä selkeämmin esille rakennuksen lämmitys- ja sähköjärjestelmien suunnittelussa.

- **Valaisimien energiatehokkuutta, valaistuksen tarpeenmukaisuutta ja luonnonvalon käyttöä koskevat kriteerit** nähtiin tarpeelliseksi yhdistää saman 'Valaistuksen energiatehokkuus' -kriteerin alle. Näin tehtiin, koska suunnitteluvaiheessa kyseiset näkökohdat kuuluisi käsitellä yhdessä, optimoiden nämä keskenään, jotta tavoitteiden kannalta paras toteutusratkaisu voitaisiin saavuttaa.
- **'Sisäilmaston laatutekijät'** -osion kriteereitä päätettiin selkeyttää. Ilmanjaon suunnittelu -kriteeriin määriteltiin vetoisuutta, ilmanvaihdon riittävyttä ja tarpeenmukaisuutta koskevat huomioitavat näkökohdat. Lisäksi osioon lisättiin kalusteiden ja valaisimien siivottavuutta koskevat kriteerit. Case -kohteen suunnittelupalaverin yhteydessä järjestetyn päiväkotikierroksen yhteydessä, todettiin, että useassa uudessa Lappeenrantalaisessa päiväkodissa on käytetty pölyä helposti kerääviä ja siivottavuudeltaan hankalia valaisinmalleja. Pölyn kerääntyminen kalusteisiin ja valaisimiin voi vaikuttaa negatiivisesti sisäilmanlaatuun ja aiheuttaa palovaaraa (Työturvallisuuskeskus 2014). Näin ollen siivottavuuskriteerien lisäys nähtiin tarpeelliseksi.
- Lisättiin kokonaan uusi, **'Mallinnuksien toteutus'** -osio. Tämä nähtiin tarpeelliseksi, koska mallinnuksien käyttöä optimaalisen toteutusratkaisun tunnistamiseksi korostetaan kriteeristössä tärkeäksi. Kuitenkin kriteeristön ensimmäinen versio ei määrittele yksityiskohtaisesti suositeltavien mallinnuksien sisältöjä ja toteutustapaa. Mallinnuksien toteutus -osio sisältää kriteereitä liittyen energiasimulointiin sisällytettäviin näkökohtiin. Energiasimuloinnin lisäksi osiossa määritellään muita simuloitavia asioita, kuten uusiutuvan energian saatavuus, valaistus, vedenkulutus, ilmataseen pysyvyys ja akustiset olosuhteet. Lisäksi pyydetään esittämään elinkaarikustannustarkastelu 40 vuoden ajaksi vähintään kolmelle eri toteutusvaihtoehdolle.

3.4 Vierailu Lappeenrannan uusiin päiväkoteihin

Hankkeen yhteydessä toteutui 6.9.2013 Myllymäen päiväkotihankkeen eri osapuolille tarkoitettu tutustumisvierailu Lappeenrannan uusiin päiväkotirakennuksiin. Vierailulle osallistui Lappeenrannan kaupungin, kohteen suunnittelusta vastaavan toimiston, sekä LUT:n

edustajia. Vierailun tarkoituksena oli tutustuttaa suunnittelijat Lappeenantalaiseen päiväkotien rakennustyyliin, sekä kartoittaa onnistuneita ja huonoja kokemuksia päiväkotien suunnittelusta Lappeenrannassa. Vierailujen kohteina olivat Kesämäen, Lappeen ja Lauritslan päiväkodit.

3.4.1 Kohteisiin liittyvät havainnot

Sisäilman laatu kohteissa oli pääasiassa aistinvaraisesti hyvä. Lappeen kompleksin tapauksessa ilma oli hieman kuumempi ja tunkkaisempi verrattuna muuhun rakennukseen. Yleisesti ottaen rakennusten uusien siipien ilmanlaatu oli aistinvaraisesti vanhempia siipiä parempi.

Ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmaelimet ovat monissa kohteissa sijoitettu kattoon. Hiilidioksidipitoisuuden perusteella toimivaa ilmanvaihtoa ohjaavaa automatiikka ei havaittu kohteissa. Tietyissä tiloissa ilmanvaihtolaitteistot aiheuttavat pienimuotoista huminaa. Lepohuoneissa ei huminaa kuitenkaan esiintynyt. Lappeen päiväkoti on rakenteeltaan pitkä ja matala, mikä saattaa hankaloittaa ilmanvaihdon tasapainotusta. Kyseisessä päiväkodissa on myös käytetty useita erilaisia kattorakenteita. Tietyissä osissa kattoa on havaittu jääpuikkojen muodostumista.

Kaikissa kohteissa oli käytössä lattialämmitys. Ainoastaan Lauritsalan päiväkodin toisessa kerroksessa oli sovellettu patterilämmitystä. Käyttäjien mielestä lämpötilaolosuhteet ovat kohteissa olleet hyvät. Hellepäivinä sisäilman on tosin todettu lämpenevän, etenkin tiloissa joiden ikkunat on suunnattu etelään.

Kohteissa on varsin yleisesti käytetty pölyä kerääviä ja siivottavuudeltaan hankalia valaisimia. Kesämäen päiväkodissa portaiden valaisimet ovat sijoitettu niin korkealle, että pölyn siivoaminen edellyttäisi erikoisjärjestelyjä. Valaisimien päällä oli havaittavissa tuntuvasti pölyä.

Osassa kohteita on käytössä tilojen muuntojoustavuutta edistäviä ratkaisuja, kuten tilojen väliaikaista jakamista mahdollistavat siirrettävät seinämät. Seinämiä on käytössä

opetustiloissa ja monitoimialissa. Kohteiden henkilökunta koki käytössä olevat muuntojoustavuuksratkaisut hyödyllisiksi.

3.5 Vierailu Porvoon energiatehokkaissa elinkaaripäiväkodeissa

Hankkeen puitteissa järjestettiin tutustumiskierros Porvoon energiatehokkaisiin elinkaarihankkeena toteutettuihin päiväkoteihin. Vierailuun osallistuivat useat Myllymäen päiväkotihankkeessa mukana olevat tahot. Vierailun tarkoituksena oli tutustua matalaenergiarakentamiseen muualla Suomessa sekä saada konkreettista kokemusta elinkaarihankkeena toteutetusta julkisesta rakentamisesta. Saatua kokemusta voitaisiin näin hyödyntää mm. Myllymäen päiväkotihankkeessa. Porvoossa on vuosina 2011 – 2012 valmistunut kolme uutta päiväkotirakennusta, jotka ovat Omenatarhan, Ylä-Haikkoon ja Hinthaaran päiväkodit. Kaikkien päiväkotien suunnittelussa ja toteutuksessa on tavoiteltu matalaenergiarakentamista. Kaikki kohteet on toteutettu elinkaarihankkeina, jolloin palveluntuottaja suunnittelee, rakentaa sekä ylläpitää rakennusta. Päiväkotihankkeiden tavoitteina oli toteuttaa innovatiivisia ekotehokkaita ratkaisuja sisältäviä päiväkoteja elinkaarimallilla, kiinteistöleasing -periaatteella. Porvoon päiväkotien tapauksessa palveluntuottaja omistaa rakennukset ja liisaa nämä Porvoon kaupungille. Palveluntarjoaja kantaa myös vastuun rakennuksen energiankulutuksesta. Hanke oli kokeiluluontoinen ja tarkoituksena olikin testata elinkaarimallin sopivuutta Porvoon tilantarpeiden ratkaisemiseksi. Päiväkotihanke oli ainutlaatuinen, koska päiväkoteja ei aikaisemmin ole toteutettu elinkaarihankkeena muualla Suomessa. (Lökfors 2013.)

3.5.1 Vierailun toteutus

Vierailu Porvoon energiatehokkaisiin päiväkoteihin toteutettiin perjantaina 1.11.2013. Vierailun aikana päästiin tutustumaan kahteen Porvoossa vastikään valmistuneesta kolmesta päiväkodista. Kierroksen kohteina olivat Hinthaaran ja Ylä-Haikkoon päiväkoti. Vierailuun osallistuivat viisi Lappeenrannan Tilakeskuksen edustajaa, kaksi Lappeenrannan Kasvatus- ja opetustoimen edustajaa, kaksi LUT:n edustajaa sekä neljä hankkeemme case -kohteen suunnittelutoimiston edustajaa. Lisäksi kierroksella olivat mukana Porvoon toimitilajohdon

edustaja sekä kolme edustajaa elinkaaripalvelua tarjoavasta yrityksestä, jotka vastasivat myös kohteiden suunnittelusta.

Ennen kierrosta kokoonnuttiin Porvoon toimitilajohdon tiloissa, jolloin Porvoon kaupungin edustaja kertoi päiväkotihankkeen toteutustavasta ja kertyneistä kokemuksista. Lisäksi kuultiin myös elinkaaripalvelutarjoajan kommentit. Alkuesittelyn jälkeen vierailtiin päiväkodeissa. Päätettiin olla vierailematta Omenatarhan päiväkodissa, koska kaikki kolme kohdetta ovat toteutettu hyvin samankaltaisella periaatteella. Kierroksen aikana käveltiin läpi sekä rakennuksen sisätilat, että piha-alueet. Kierroksella oli mahdollista haastatella kohteiden suunnittelijoita käytetyistä teknisistä ratkaisuista. Päiväkotien henkilökunnan edustajat kertoivat puolestaan rakennuksiin liittyvistä käyttökokemuksistaan.

3.5.2 Kohteiden tekniikkaan liittyvät havainnot

Molemmat päiväkodit on toteutettu käyttäen melko samankaltaista teknologiaa. Kohteiden lämmitys on toteutettu lattialämmityksellä. Lämmityksen ja käyttöveden tarvitsema energia tuotetaan maa- ja aurinkolämmön yhdistetyllä järjestelmällä. Maalämpökaivot ovat sijoitettu tontilla muovisten Molok- tyylisten suojakupujen alle, kuva 12. Käytetty sijoittelu- ja suojaamistapa mahdollistavat helpon pääsyn maalämpökaivon tekniikkaan käsiksi ja edistävät järjestelmän huollettavuutta. Lisäksi järjestelmien sijoittaminen piha-alueelle säästää neliöitä sisätiloissa.



Kuva 12. Maalämpökaivon suojus.

Aurinkolämpökeräimet sijaitsevat rakennusten katolla, kuva 13. Aurinkokeräimet ja maalämpöjärjestelmä ovat yhdistetty toisiinsa tuottamaan lämpöä käyttöveden ja lämmityksen tarpeisiin. Todettiin, että aurinkokeräimet ovat mitaltaan melko pieniä rakennuksen kokoon nähden. Aurinkokeräimien määrää olisi luultavasti mahdollista lisätä.



Kuva 13. Aurinkokeräimet veden lämmitykseen.

Kohteiden ilmanvaihdon tehoa ohjataan CO₂ -anturien avulla, mikä edistää ilmanvaihdon tarpeenmukaista käyttöä. Ilmanvaihtolaitteistot ovat sijoitettu oleskelutilan ja katon väliseen tilaan. Kohteen suunnittelusta vastaavan yrityksen tietojen mukaan ilmanvaihtokanavistossa ei esiinny ylimitoituksia. Vierailun aikana sisäilmanlaatu kohteissa tuntui aistinvaraisesti olevan hyvä. Myöskään eri tilojen välillä ei ollut havaittavissa eroavaisuuksia sisäilmanlaadussa. Haastateltu henkilökunta oli niin ikään tyytyväinen ilmanlaatuun, eikä sisäilmaan liittyviä valituksia ole tietävästi tullut lasten huoltajiltakaan. Täytyy kuitenkin huomioida, että kohteet ovat olleet käytössä vain verrattain lyhyen ajan, eikä tämän perusteella voida tehdä kovin luotettavia johtopäätöksiä liittyen rakennusten kosteustekniseen toimivuuteen. Kosteus- ja homevaurioiden kehittymiseen voi kulua useitakin vuosia.

Myös valaistuksen tehoa säädetään tarpeenmukaisesti kattoon asennettujen läsnäoloantureiden avulla (Kuva 14). Tällöin automaatiojärjestelmä vähentää valaistuksen tehokkuutta, mikäli tiloissa ei ole käyttäjiä. Valaistuksen energiatehokkuutta tukevat myös

käytetyt LED -valaisimet. Kohteiden valaistustaso vaikutti vierailu aikana olevan riittävän tehokas.



Kuva 14. Valaistuksen läsnäoloanturit.

Lisäksi kohteissa on lasten käyttämissä wc- ja peseytymistiloissa käytetty automaattihanoja veden säästämiseksi. Tämä ratkaisu vaikutti sopivan hyvin lastentarhan käyttöön. Automaattihanat estävät veden hukkaamista sillä lapset eivät voi unohtaa hanan auki.

Kaiken kaikkiaan kohteissa käytetyt tekniset ratkaisut vaikuttivat yksinkertaisilta ja toimivilta. Kaikki kohteissa paljastuneet tekniset ja rakenteelliset viat raportoidaan elinkaaripalveluntarjoajan käyttötukipalveluun, joka toimii ympäri vuorokauden kaikkina viikonpäivinä. Henkilökunnalta saatujen kommenttien mukaisesti huollon toimivuus on ollut hyvä ja raportoidut viat on korjattu nopeasti.

3.5.3 Elinkaari -hankintamallin käyttöön liittyvät havainnot

Päiväkotihankkeiden esittelyn aikana Porvoon kaupungin edustaja ja päiväkotihankkeen projektipäällikkö Tony Lökfors kertoi kokemuksista hankkeesta. Esityksen perusteella

Porvoon kaupunki on elinkaarihankkeen osalta tunnistanut positiiviseksi pidennetyin takuuajan, ja kiinteistösijoituksen riskin hajottamisen. Kaupunki on myös tunnistanut elinkaarihankkeen uudeksi potentiaaliseksi vaihtoehdoksi tilahankintaansa. Toisaalta itse hankintaprosessi on elinkaarihankkeen osalta koettu varsin raskaaksi ja kalliiksi sekä tilaajalle, että urakoitsijalle. Lökfors onkin maininnut, että raskautensa vuoksi elinkaarihanke soveltuisi paremmin suuremman kokoluokan hankkeisiin. Lökfors ei suosittele elinkaarihankkeen soveltamista pienemmissä, päiväkotit -kokoisissa rakennushankkeissa. Kustannusten osalta elinkaarihankkeena toteutetut päiväkodit eivät Porvoon kokemuksen mukaan merkittävästi eroa perinteisestä hankintamenettelystä. Lökfors vertailee esityksessään uusien elinkaarihankkeen toteutettujen päiväkotien kokonaisvuosikustannuksia 2 087 €/hp/a, perinteisellä mallilla toteutetun Hornahattulan päiväkodin kustannuksiin 2 405 €/hp/a. (Lökfors 2013.)

Mielenkiintoisena havaintona oli elinkaaripalveluntuottajan vastuu kohteiden energiankulutuksesta. Vastuu kohteiden energiankulutuksesta sisältyy elinkaarisopimukseen ajalla 2012-2032. Jo tarjouspyynnössä määriteltiin, että vuotuisen kokonaisenergiankulutuksen tulee olla alle 110 kWh/bmr². Tarjoajat ovat tarjousissaan ilmoittaneet energiankulutuksen tasot, joihin kyseisen tarjoajan toteutuskonseptilla tultaisiin pääsemään. Tarjoaja on myös sidottu ilmoittamaansa ostoenergiämäärään ja on velvollinen kustantamaan tätä ylittävän osuuden. Tavoitetason alituksesta syntyvät säästöt jaetaan puolestaan tilaajan ja tarjoajan kesken tasan. (Lökfors 2013.) Tämänkaltaisen menettelyn käyttöönotolla voisi olla mahdollista sitouttaa palveluntarjoajat hankkeen energiatehokkuustavoitteisiin ja edistää suunnittelun ja toteutuksen tavoitteellisuutta ja laatua, mikä on yleensä merkittävä haaste myös Lappeenrannassa. Valitettavasti konkreettisia kokemuksia menettelystä ei voitu saada, koska vertailukelpoista energiankulutusdataa ei vierailun ajankohtana ollut vielä saatavilla.

3.5.4 Yhteenveto vierailusta

Kaiken kaikkiaan vierailu Porvoon uusiin päiväkoteihin oli hyvin antoisa. Vierailuun osallistuneet henkilöt pitivät kierrosta kaikin puolin hyvin opettavaisena ja hyödyllisenä. Vierailu tarjosi konkreettista kokemusta elinkaarihankkeena toteutetusta julkisesta rakennuksesta. Lappeenrannassa uusien opetusrakennuksien hankinta on tällä hetkellä

ajankohtainen, joten kokemukset päiväkotihankkeesta olivat erityisen kiinnostavia. Vaikkakin päiväkotihanke ei ollut täysin ongelmaton ja hankintaprosessi osoittautui melko raskaaksi ja kalliiksi, antoi tämä hanke merkittävästi arvokasta kokemusta elinkaarihankkeen toteutuksesta. Tässä vaiheessa näyttäisi myös siltä, että käytetyt tekniset ratkaisut toimivat hyvin ja niin ikään myös elinkaarisopimukseen kuuluvat palvelut. Käyttäjien kokemukset kohteista olivat pääasiassa positiivisia. Uudet rakennukset ovat myös saaneet positiivista palautetta lasten vanhemmilta. Hanke on ollut ensimmäinen laatuaan ja kokeiluluontoinen. Myöhemmissä hankkeissa on mahdollista hyödyntää jo saatua kokemusta ja optimoida tulevat prosessit vähemmän kuormittaviksi. Jatkossa olisi myös erittäin hyödyllistä saada Porvoosta uusia kokemuksia elinkaarihankkeen etenemisestä, energiankulutustavoitteiden toteutumisesta sekä rakennusten rakenne-, kosteus- ja taloteknisestä toimivuudesta pidemmältä aikaväliltä.

3.6 Mielipidekysely liittyen energia- ja elinkaaritehokkuuskriteeristöön

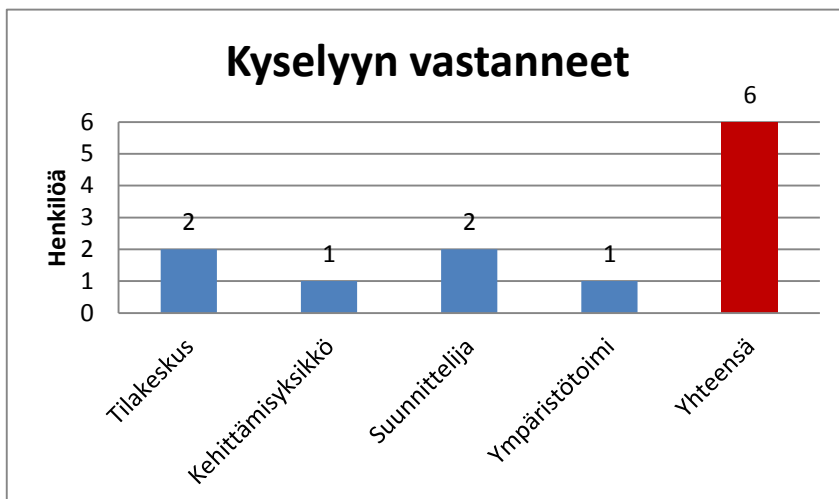
Kriteeristön jatkokehittämisen kannalta on erityisen tärkeää saada asiantuntevia kommentteja ja kehitysehdotuksia kriteeristöön liittyen. Jotta voitaisiin kerätä energia- ja elinkaaritehokkuuskriteeristöön liittyvää palautetta mahdollisimman systemaattisesti ja kattavasti hankkeen eri osapuolilta, päätettiin toteuttaa tarkoitukseen laadittu mielipidekysely. Kyselyn tarkoituksena oli kerätä palautetta kriteeristön hyödyllisyydestä sekä mahdollisia kehitysehdotuksia. Kysely oli suunnattu eri Myllymäen päiväkotihankkeeseen osallistuville tahoille, jotka olivat Lappeenrannan kaupungin kehittämissyksikkö, Lappeenrannan kaupungin Tilakeskus, Lappeenrannan Ympäristötoimi, Etelä-Karjalan Hankintapalvelut, Lappeenrannan kaupungin kasvatustoimi sekä kohteen suunnittelusta vastaava yritys Amhold AS. Kysely osoitettiin ensisijaisesti sellaisille henkilöille, jotka olivat tekemisissä kriteeristön kanssa ja ovat siihen riittävän perehtyneitä. Kysely lähetettiin yhteensä 18 eri henkilölle. Tarkoituksena oli saada näkökulmia usealta eri julkiseen rakennushankkeeseen osallistuvilta taholta, jotta kriteeristöä voisi jatkossa kehittää palvelemaan paremmin sille asetettuja tavoitteita ottaen huomioon eri organisaatioiden yksilölliset tarpeet. Koska koekäyttö on kohdistunut kriteeristön suunnitteluvaiheeseen, koskee kysely vain suunnitteluvaiheen kriteerejä.

Kyselyn laadinta aloitettiin vuoden 2013 joulukuussa. Kysely koostui kolmesta osa-alueesta, jotka ovat: 'Kriteeristön ajankohtaisuus', 'kriteeristön toimivuus' sekä 'kriteeristön kehittämistarve'. Ajankohtaisuus -osiossa selvitettiin vastaajan mielipide elinkaari- ja energiatehokkuusajattelun hyödyllisyydestä ja kriteeristön kaltaisten apuvälineiden tarpeesta yleisesti ottaen. Toimivuus -osiossa tiedusteltiin mielipiteitä kriteeristön tämänhetkisen version toimivuudesta, tällöin pyydettiin arvioimaan kriteeristön rakennetta, yksiselitteisyyttä, kriteeristön käytöstä aiheutuvaa lisätyötä sekä kriteeristön käytöllä saavutettavaa hyötyä. Kyselyn viimeisessä osiossa kartoitettiin kehitysehdotuksia, joilla kriteeristöä voitaisiin jatkokehittää palvelemaan paremmin tavoitteitaan ja vähentämään sen käytön aiheuttamaa lisätyökuormaa. Kysely kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 1.

Ennen kyselyn lähettämistä toteutettiin soittokierros Myllymäen päiväkotihankkeeseen osallistuviin organisaatioihin, näin voitiin selvittää mahdollisimman kattavasti kaikki ne henkilöt, jotka ovat riittävän perehtyneitä kriteeristöön pystyäkseen pätevästi vastaamaan kyselyyn. Lisäksi kuultiin Lappeenrannan kaupungin edustajien kommentit kyselyn rakenteeseen liittyen ja kyselyä kehitettiin näiden pohjalta. Kysely toteutettiin helmikuussa 2014. Kysely luotiin käyttäen Webropol -alustaa. Valitulle vastaajajoukolle toimitettiin linkki kyselyyn sähköpostitse.

3.6.1 Kyselyn tulokset

Kyselyyn vastanneet edustivat Lappeenrannan kaupungin Tilakeskusta, Kehittämisyksikköä, Ympäristötoimea sekä case -kohteen suunnittelusta vastaavaa suunnittelutoimistoa, kuten on nähtävissä kuvassa 15. Kyselyyn vastanneet henkilöt edustavat melko kattavasti eri Myllymäen päiväkotihankkeeseen osallistuvia tahoja. Kaikki vastanneet tahot ovat olleet tiiviisti tekemisissä energia- ja elinkaari tehokkuuskriteeristön kanssa.



Kuva 15. Kyselyn vastaajat

Kysymyksillä 2 – 4 yritettiin selvittää vastaajien suhtautumista elinkaari tehokkuusajatteluun yleisesti sekä mielipidettä kriteeristön kaltaisten apuvälineiden ajankohtaisuudesta julkisessa rakennushankkeessa.

Kyselyn 2 kysymyksessä tiedusteltiin vastaajien suhtautumista elinkaari tehokkuusajatteluun julkisessa rakentamisessa yleisesti ottaen. Vastaajat pyydettiin arvioimaan suhtautumistaan elinkaari tehokkuusajatteluun asteikolla 1 – 5 (1 - ei ole hyötyä, 3 - jossain määrin hyötyä, 5 - hyvin hyödyllinen). Kaikki vastaajat ovat kokeneet elinkaari tehokkuusajattelun olevan hyvin hyödyllinen.

Kysymyksessä 3 tiedusteltiin puolestaan tarvitaanko vastaajien mielestä kriteeristön kaltaisia apuvälineitä edistämään julkisten rakennushankkeiden kustannus- ja energiatehokkuutta? Tarkoituksena oli selvittää kuinka vastaajat suhtautuvat juuri kriteeristön kaltaisiin apuvälineisiin, kun tähdätään julkisten rakennusten elinkaari tehokkuuteen. Vastaajat ovat arvioineet suhtautumistaan kriteeristönkaltaisten apuvälineiden tarpeeseen asteikolla 1 – 5 (1 - ei tarvita, 5 - merkittävä tarve). Ympäristötoimen vastausta lukuun ottamatta kaikkien tahojen edustajat ovat arvioineet tämänkaltaisilla apuvälineillä olevan merkittävä tarve. Ympäristötoimen edustaja on valinnut vastausvaihtoehdon 3, joka on 1 (ei tarvita) ja 5 (merkittävä tarve) välillä. Kaikkien vastausten keskiarvo oli kuitenkin 4,67, joka on hyvin lähellä vaihtoehtoa 5 (merkittävä tarve).

Kysymyksessä 4 vastaajien oli arvioitava mikä rakennuksen elinkaaren vaihe on heidän mielestä tärkein elinkaarikustannus- ja energiatehokkuuden toteutumisen kannalta. Vaihtoehtoisina elinkaaren vaiheina oli esitetty suunnittelu-, toteutus- ja käyttövaihe. Kysymykseen vastasi yhteensä viisi henkilöä. Kaikki vastanneet ovat valinneet tärkeimmäksi suunnitteluvaiheen.

Kysymyksillä 5 – 8 tiedusteltiin vastaajien mielipidettä vastaushetkellä kriteeristön uusimman version toimivuudesta mm. jaottelun, yksiselitteisyyden, kriteeristön soveltamisesta aiheutuvien lisätöiden määrän ja hyödyllisyyden kannalta.

Kysymyksessä 5 vastaajia pyydettiin arvioimaan kriteeristön rakenteen (jaottelu, muoto, jne.) toimivuutta asteikolla 1 – 5 (1 - huonosti toimiva, 3 - ei suurempia ongelmia, 5 - erittäin hyvin toimiva). Vastaukset jakautuvat eri vastaajatahojen kesken siten, että Tilakeskuksen, Kehittämisyksikön ja Ympäristötoimen vastauksien pohjalta kriteeristön rakenne on toimiva tai erittäin hyvin toimiva. Suunnittelijoiden mielestä rakenne ei sisällä suurempia ongelmia. Kriteeristön rakenteessa ei siis vastausten perusteella tunnistettu merkittäviä ongelmia. Vastaajat ovat kuitenkin tunnistaneet tietynkaltaisia vähemmän merkittäviä epäkohtia kriteeristön rakenteessa. Kriteeristön rakennetta on näin ollen syytä jatkokehittää toimivammaksi ottaen huomioon eri osapuolten kommentit. Kysymyksen 5 vastaukset ovat esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Vastaukset kysymykseen 5: Onko kriteeristön rakenne (jaottelu, muoto, jne.) mielestäsi toimiva?

| Vastaajataho | Vastauksia | k.a. |
|-------------------|------------|------|
| Tilakeskus | 2 | 4,5 |
| Kehittämisyksikkö | 1 | 4 |
| Suunnittelija | 2 | 3 |
| Ympäristötoimi | 1 | 4 |
| Kaikki vastaajat | 6 | 3,83 |

Kysymyksessä 6 tiedusteltiin vastaajien mielipidettä kriteeristön yksiselitteisyydestä. Yksiselitteisyyttä pyydettiin arvioimaan asteikolla 1 – 5 (1 - merkittäviä ongelmia, 3 - osittain ongelmia, 5 - erittäin yksiselitteinen). Vastaukset jakautuvat eri vastaajatahojen kesken siten, että Tilakeskuksen, Kehittämisyksikön ja Ympäristötoimen edustajat kokivat kriteeristön olevan yksiselitteinen, tai erittäin yksiselitteinen. Suunnittelijat ovat puolestaan kokeneet

yksiselitteisyydessä olevan osittain ongelmia. Vaikka merkittäviä ongelmia ei yksiselitteisyyden osalta ole havaittu, on siinä tunnistettu olevan tietynlaisia vähäpätöisempiä puutteita. Näin ollen kriteeristön yksiselitteisyyttä on vielä kehitettävä. Kysymyksen 6 vastaukset ovat esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Vastaukset kysymykseen 6: Mitä mieltä olet kriteeristön yksiselitteisyydestä?

| Vastaajataho | Vastauksia | k.a. |
|-------------------|------------|------|
| Tilakeskus | 2 | 4,5 |
| Kehittämisyksikkö | 1 | 4 |
| Suunnittelija | 2 | 3 |
| Ympäristötoimi | 1 | 4 |
| Kaikki vastaajat | 6 | 3,83 |

Kysymyksessä 7 vastaajia pyydettiin arvioimaan, missä määrin kriteeristön soveltaminen julkisen rakennushankinnan yhteydessä aiheuttaa lisätöitä. Arviointi toteutettiin asteikolla 1 – 5 (1 - merkittävästi lisätöitä, 3 - hieman lisätöitä, 5 - ei lisätöitä). Eniten lisätöitä arvioivat aiheutuvan kriteeristöstä suunnittelijat, joiden vastausten keskiarvo oli 1,5, mikä on lähellä arvoa 1 (merkittävästi lisätöitä). Tilakeskuksen ja Kehittämisyksikön edustajat arvioivat kriteeristön aiheuttavan hieman lisätöitä. Ympäristötoimi arvioi lisätöiden määrää arvolla 4, mikä on arvon 3 (hieman lisätöitä) ja 5 (ei lisätöitä) välillä. Kysymyksen 7 vastaukset ovat esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Vastaukset kysymykseen 7: Aiheuttaako mielestäsi kriteeristön soveltaminen julkisen rakennushankinnan yhteydessä lisätöitä?

| Vastaajataho | Vastauksia | k.a. |
|-------------------|------------|------|
| Tilakeskus | 2 | 3 |
| Kehittämisyksikkö | 1 | 3 |
| Suunnittelija | 2 | 1,5 |
| Ympäristötoimi | 1 | 4 |
| Kaikki vastaajat | 6 | 2,67 |

Kysymyksessä 8 vastaajat pyydettiin puolestaan arvioimaan missä määrin kriteeristön soveltamisesta aiheutuvasta lisätyöstä syntyy hyötyä rakennushankkeen kannalta. Arviointi tapahtui asteikolla 1 – 5 (1 - enemmän haittaa kuin hyötyä, 3 - ei haittaa, mutta ei juuri hyötyäkään, 5 - merkittävästi hyötyä). Kehittämisyksikkö ja Ympäristötoimi arvioivat lisätyödyn olevan merkittävä. Tilakeskuksen arvio lähenteli niin ikään merkittävä

lisähyötyä. Myös suunnittelijat arvioivat kriteeristön käytön olevan hyödyllistä hankkeen kannalta. Kaiken kaikkiaan vastaajien mielestä kriteeristön tuomat hyödyt olivat siis tuntuvia, vaikka kokivatkin sen lisäävän lisätöitä. Kysymyksen 8 vastaukset ovat esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Vastaukset kysymykseen 8: Onko mielestäsi kriteeristön soveltamisesta aiheutuvasta lisätyöstä hyötyä hankkeen kannalta?

| Vastaajataho | Vastauksia | k.a. |
|--------------------|------------|------|
| Tilakeskus | 2 | 4,5 |
| Kehittämissyksikkö | 1 | 5 |
| Suunnittelija | 2 | 4 |
| Ympäristötoimi | 1 | 5 |
| Kaikki vastaajat | 6 | 4,5 |

Kysymyksillä 9 – 13 pyrittiin selvittämään vastaajien mielipiteet ja toiveet koskien kriteeristön jatkokehittämistarvetta. Vastausten toivottiin helpottamaan jatkokehitystoimenpiteiden kohdistamisessa juuri sellaisiin kriteeristön näkökohtiin, jotka sitä eniten vaativat ja joilla kriteeristö saataisiin palvelemaan tehokkaammin asetettuja tavoitteita ottaen huomioon hankkeen eri osapuolten tarpeet.

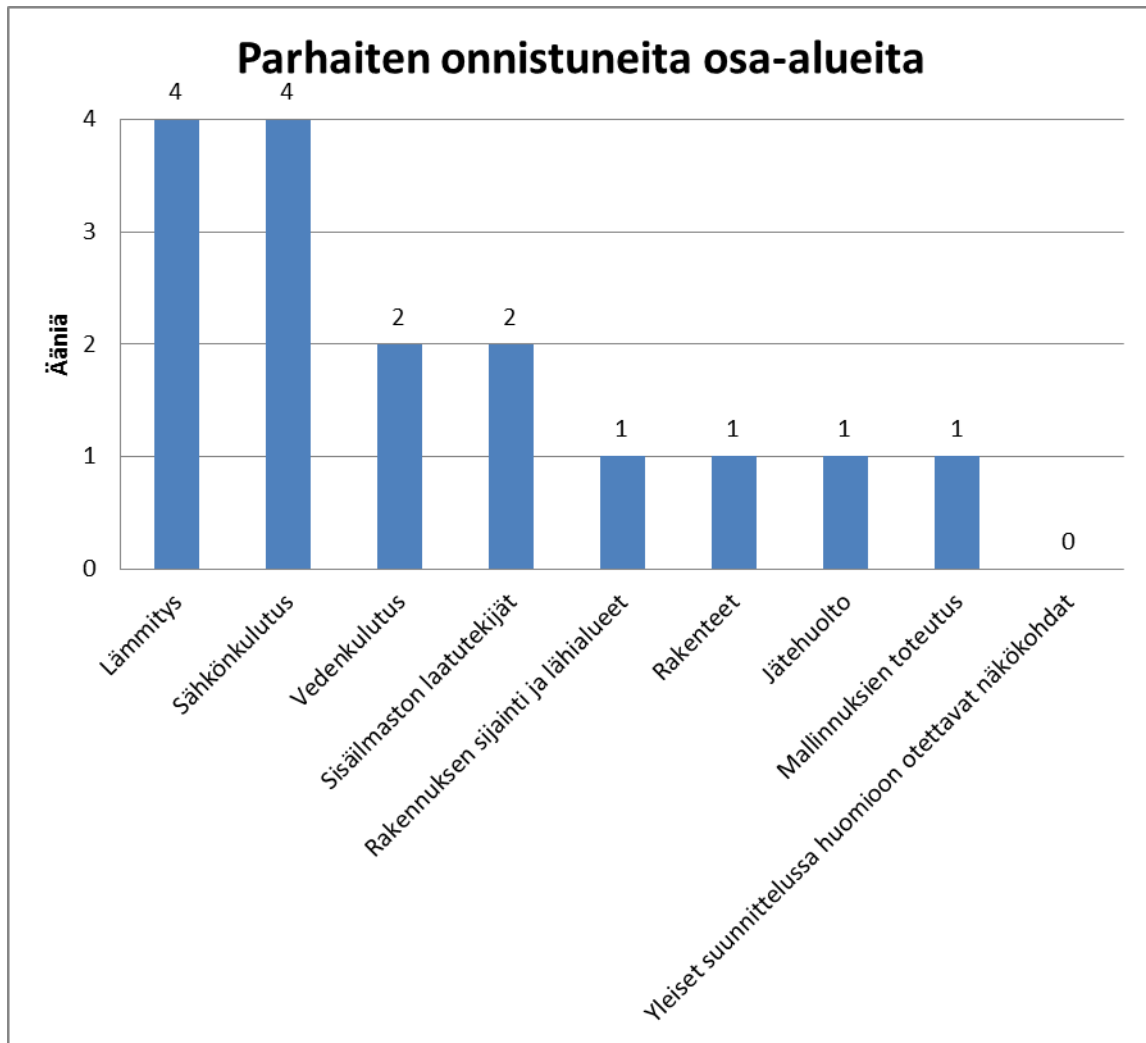
Kysymyksessä 9 vastaajat pyydettiin määrittelemään, mitkä kriteeristön osa-alueet ovat heidän mielestä erityisen tärkeitä elinkaari- ja energiatehokkuustavoitteiden toteutumisen kannalta. Osa-alueet järjesteltiin vastaajan mieleiseen tärkeysjärjestykseen arvosta 1 (tärkein) arvoon 9 (vähiten tärkeä). Kaikki vastaukset ovat koottu taulukon 5 matriisiin. Taulukon oikeassa reunassa esitetään myös vastausten keskiarvot jokaisen osa-alueen osalta. Koska arvo 1 on tärkeysjärjestyksessä merkinnyt tärkeintä osa-aluetta, kasvaa keskiarvojen tärkeysmentäessä kohti pienempää arvoa. Elinkaari- ja energiatehokkuustavoitteiden kannalta tärkeimmiksi kriteeristön osa-alueiksi on mielletty yleisesti ottaen lämmitystä, rakenteita ja sähkönkulutusta koskevia osa-alueita. Myös sisäilmaston laatutekijöitä käsittelevää osiota pidettiin tärkeänä. Tulokset voitaisiin selittää rakenne- ja talotekniikan merkittävällä vaikutuksella rakennuksen energiankulutukseen. Myös sisäilmaston laadun varmistaminen on erittäin tärkeä haaste. Näitä asioita onkin syytä painottaa kriteeristön jatkokehittämisessä.

Taulukko 5. Vastaukset kysymykseen 9: Mitkä kriteeristön osa-alueet ovat mielestäsi erityisen tärkeitä elinkaari- ja energiatehokkuustavoitteiden toteutumisen kannalta?

| Kriteeristön osa-alueita | Tärkeysjärjestys | | | | | | | | | Keskiarvo |
|--|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Lämmitys | 2 | 1 | 2 | 1 | | | | | | 2,33 |
| Rakenteet | 1 | 2 | | 2 | 1 | | | | | 3 |
| Sähkönkulutus | 1 | 2 | | 2 | 1 | | | | | 3 |
| Sisäilmaston laatutekijät | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | | | 4,17 |
| Yleiset suunnittelussa huomioon otettavat näkökohdat | 2 | | | | | 2 | 2 | | | 4,67 |
| Vedenkulutus | | | 1 | 1 | 2 | | 1 | 1 | | 5,33 |
| Rakennuksen sijainti ja lähialueet | | | 1 | | | 1 | 2 | 2 | | 6,5 |
| Mallinnuksien toteutus | | | | | 1 | | 1 | 1 | 3 | 7,83 |
| Jätehuolto | | | | | | 1 | | 2 | 3 | 8,17 |

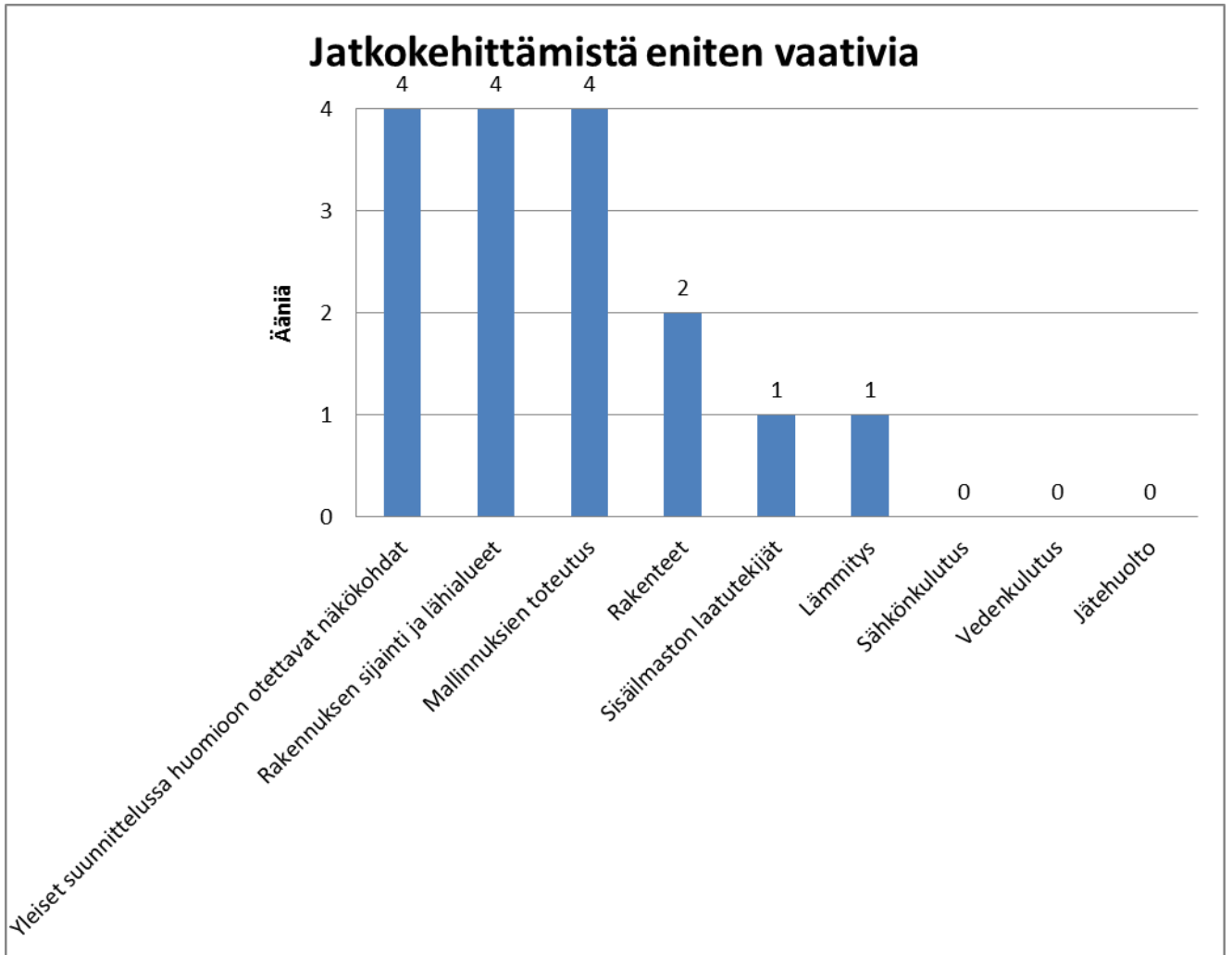
Kysymyksessä vastaajia 10 pyydettiin esittämään näkemyksensä tarpeesta lisätä joitakin muita osa-alueita kriteeristöön, sen toimivuuden parantamiseksi. Kysymyksessä oli vapaa kenttä, jossa oli mahdollista esittää ehdotuksia lisättävistä osa-alueista. Kysymykseen ei tullut vastauksia.

Kysymyksen 11 tarkoitus oli selvittää, mitkä kriteeristön osa-alueet olivat vastaajien mielestä erityisen hyvin onnistuneita. Vastaajalla oli mahdollisuus valita kaikista kriteeristön osa-alueista 3 omasta mielestään parhaiten onnistunutta. Parhaiten onnistuneiksi osa-alueiksi äänestettiin lämmitystä ja sähkönkulutusta koskevia osioita. Myös vedenkulutusta ja sisäilmaston laatutekijöitä koskevat osiot saivat merkittävästi ääniä. Näitä osioita on pidetty hyvin keskeisinä kriteeristön laadinnassa ja niihin on panostettu merkittävästi. Tästä huolimatta myös näihin osioihin on panostettava jatkokehittämisessä johtuen niiden merkittävydestä hankkeen tavoitteiden kannalta. Kysymyksen 11 vastaukset ovat esitetty kuvassa 17.



Kuva 17. Vastaukset kysymykseen 11: Mitkä kriteeristön osa-alueet ovat mielestäsi erityisen hyvin onnistuneita?

Kysymyksessä 12 vastaajilta kysyttiin mitkä kriteeristön osa-alueet tarvitsevat mielestäsi eniten jatkokehittämistä. Vastaajalla oli mahdollisuus valita 3 eniten jatkokehittämistä vaativaa osa-aluetta kaikista kriteeristön osa-alueista. Kriteeristön eri osa-alueiden toimivuutta arvioitiin niin, että eniten jatkokehittämistä vaativiksi osioiksi äänestettiin Yleiset suunnittelussa huomioon otettavat näkökohdat, Rakennuksen sijainti ja lähialueet, Mallinnuksien toteutus ja Rakenteet. Näiden osioiden toimivuuden parantamiseen on syytä panostaa eniten kriteeristön jatkokehittämisessä. Kehitysprosessi kannattaa toteuttaa yhteistyönä muiden hankkeen osapuolten kanssa, jotta näiden kommentit tulisivat huomioiduksi mahdollisimman tehokkaasti. Kysymyksen 12 vastaukset ovat esitetty kuvassa 18.



Kuva 18. Vastauksen kysymykseen 12: Mikä kriteeristön osa-alueet tarvitsevat mielestäsi eniten jatkokehittämistä?

Kysymyksessä 13 vastaajat pyydettiin ottamaan kantaa, onko kriteeristön käyttöä syytä jatkaa Lappeenrannan kaupungin julkisissa rakennushankkeissa. Kaikki vastaukset puolsivat kriteeristön käyttöä. Tämä koettiin erittäin positiivisena palautteena.

Kysymyksessä 14 vastaajille annettiin mahdollisuus esittää vapaasti kuinka kriteeristöä tulisi kehittää (sisältö, rakenne, selkeys, yksiselitteisyys, jne.), jotta tämä täyttäisi sille asetetut tavoitteet. Vastauksille oli varattu vapaa kenttä. Kehittämisyksikön edustaja toivoi rakennuskohtaisten kriteerien rinnalle myös laajempaa kokonaiskehystarkastelua. Tämä on syytä ottaa huomioon kriteeristön jatkokehitysprosessissa. Kriteeristön laajentaminen rakennuskohtaisesta lähestymistavasta alueelliseen tarkasteluun olisi merkittävä ja hyödyllinen kehityssaskel. Kriteeristön laajentaminen koskemaan uudisrakentamisen lisäksi

myös korjausrakentamista on myös tärkeää, sillä merkittävin energiatehokkuuden parantamisen potentiaali piilee nimenomaan olemassa olevassa rakennuskannassa.

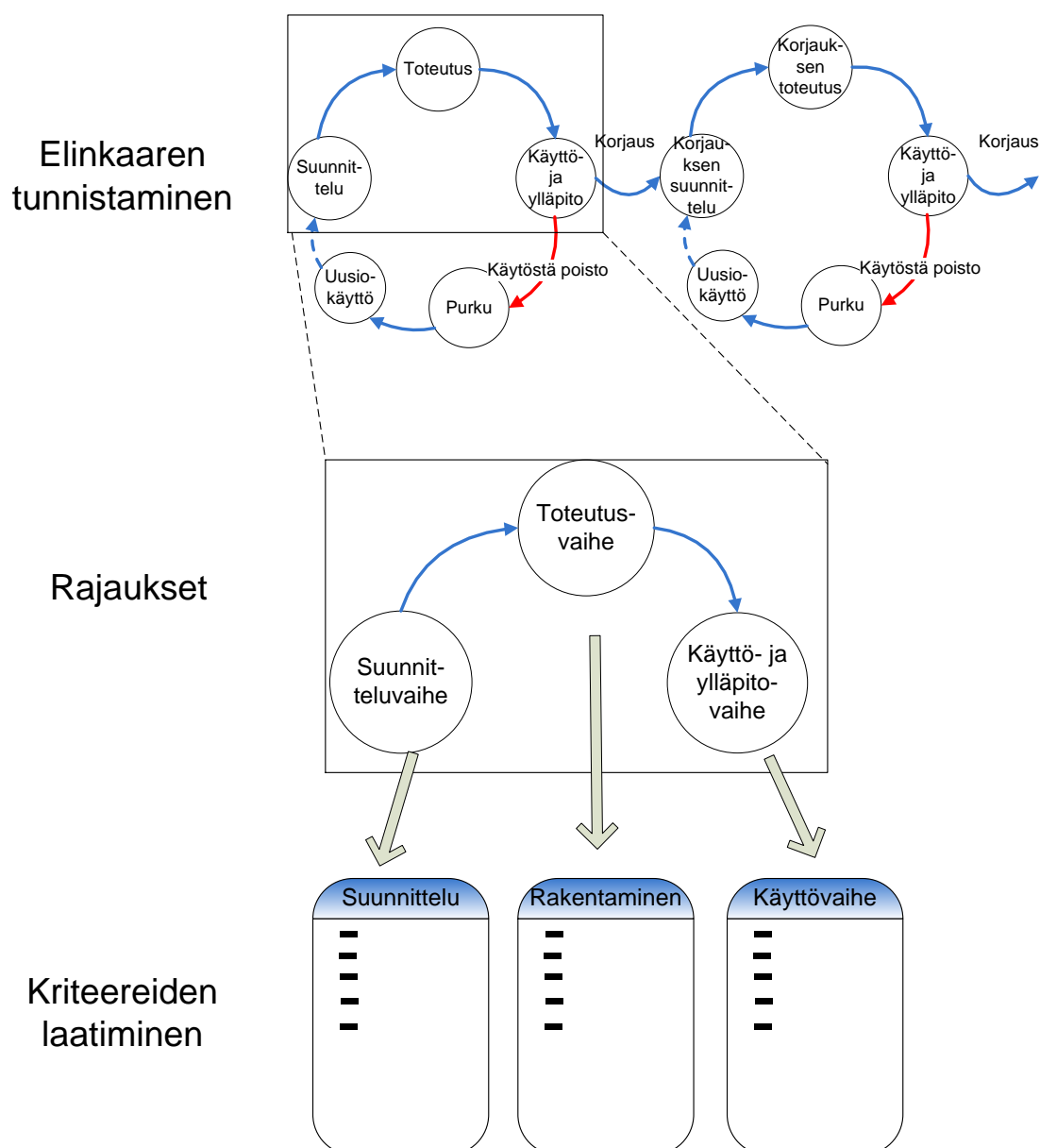
Tilakeskuksen edustaja esitti puolestaan toivomuksen, että Lappeenrannan teknillinen yliopisto olisi jatkossakin mukana Lappeenrannan kaupungin hankkeissa.

4. Kriteerit energia- ja elinkaarihokkuuden parantamiseksi Lappeenrannan julkisissa uudisrakennuksissa

Julkisten rakennusinvestointihankkeen eri vaiheissa joutuvat päättäjät tekemään useita valintoja, joilla on vaikutusta kohteen lopulliseen energiatehokkuuteen ja kokonaistaloudellisuuteen. Osahankkeessa laadittu kriteeristö on tarkoitettu toimimaan eritasoisten päättäjien apuvälineenä helpottaen tunnistamaan energiatehokkuus-, kokonaistaloudellisuus- ja sisäilmatavoitteiden kannalta parhaita hankkeen toteutusvaihtoehtoja. Kriteeristö suunniteltiin käytettäväksi julkisten uudisrakennushankkeiden yhteydessä hankkeen eri tasoilla. Mahdollisia sovelluskohteita ovat tällöin tarve- ja hankesuunnittelu, suunnittelun kilpailutus, toteutussuunnittelu, pääurakoitsijan kilpailutus, isännöinnin ja kiinteistönhoidon kilpailutus sekä kaikissa hankkeen vaiheissa tapahtuva laadunvarmistus.

Kriteeristön laadinta perustui tiedonhakuvaiheessa tunnistettuihin hankkeen tavoitteiden kannalta merkittäviin näkökohtiin. Kriteeristössä sovellettiin elinkaariajattelua, jolloin pyrittiin huomioimaan mahdollisimman laajasti rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa energiatehokkuuteen vaikuttavia merkittäviä näkökohtia.

Hankitun tiedon perusteella voitiin päätellä, että rakennuksen purkuvaiheen toteutustavan vaikutus elinkaaren aikaiseen energiankulutukseen on vähäinen suhteessa muihin elinkaaren vaiheisiin (Winistorfer et al. 2005, 134-138). Purkuvaiheen energiatehokkuusnäkökohtia ei täten tarkasteltu kriteeristön laadinnassa. Korjausrakentamisen energiatehokkuusnäkökohdat vaativat puolestaan täysin omanlaisensa lähestymistavan uudisrakentamiseen nähden. Korjausrakentamisen energiatehokkuutta edistäviä näkökohtia päätettiin siten olla käsittelemättä tämän työn kriteeristön laadinnassa. Tässä työssä käsiteltäviä rakennuksen elinkaaren vaiheita ovat siis suunnittelu-, toteutus- sekä käyttövaihe. Rakennuksen elinkaari ja tehdyt rajaukset on esitetty kuvassa 19.



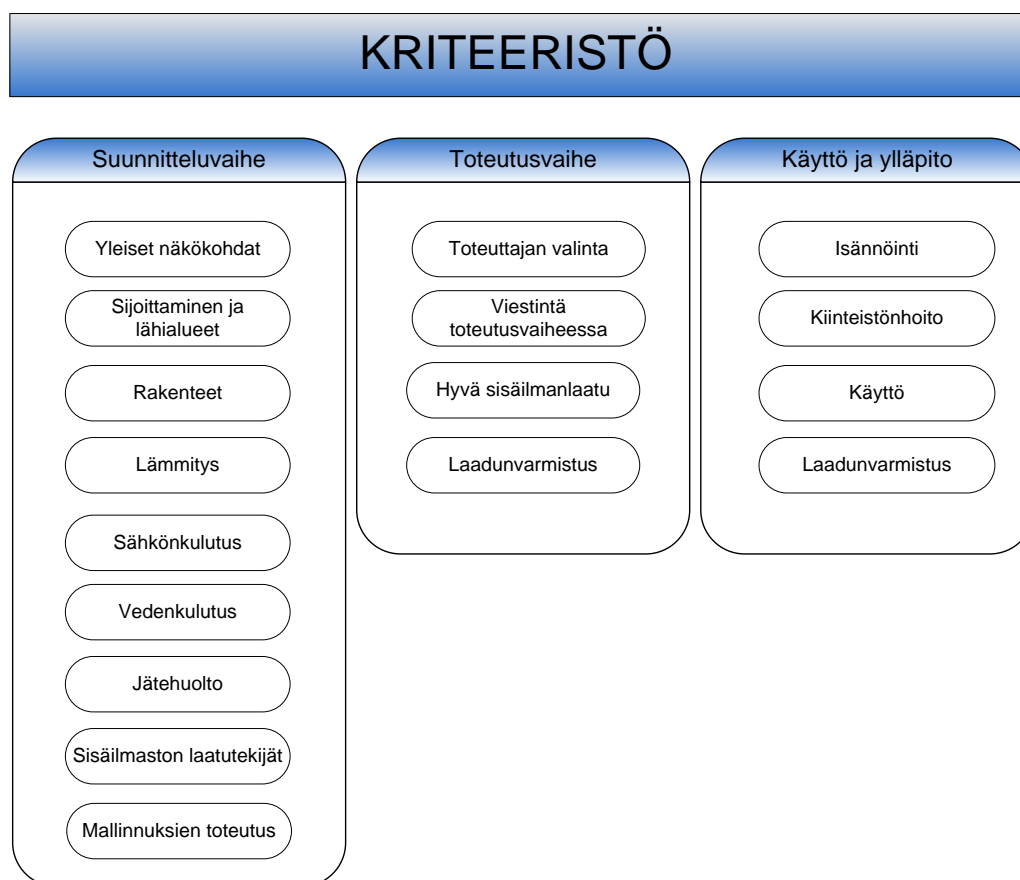
Kuva 19. Elinkaarivaiheiden rajaus

4.1 Energia- ja elinkaaritehokkuuskriteeristö

Tässä kappaleessa esitetään hankkeessa toteutettua, julkisessa uudisrakennushankkeessa käytettäväksi tarkoitettua energia- ja elinkaaritehokkuuskriteeristöä, jossa on huomioitu koekäytön yhteydessä tunnistetut kehitystarpeet.

Kriteerit jaoteltiin elinkaaren vaiheittain kolmeen eri osioon, eli suunnitteluvaiheen kriteerit, toteutusvaiheen kriteerit sekä käyttövaiheen kriteerit. Kriteeristön käytön selkeyttämiseksi

jokaisen elinkaarivaiheen kriteerit jaoteltiin lisäksi ryhmiin keskeisten sovellusaiheiden mukaisesti. Näin saatiin muodostettua kriteeristön runko, joka on esitetty kuvassa 20.



Kuva 20. Kriteeristön runko

Varsinainen kriteeristö, joka on esitetty taulukoissa 6 – 23, koostuu kolmesta vierekkäisestä sarakkeesta. Itse kriteerit ovat esitetty keskellä olevassa sarakkeessa. Oikeanpuoleiseen sarakkeeseen sijoitettiin kriteerikohtaiset näkökohdat, joihin pohjautuen toteutetaan kyseisen kriteerin toteutumistason arviointi. Vasemmanpuoleisessa sarakkeessa esitetään vastuulliset tahot jokaisen kriteerin toteutumisen kannalta. Jokaisen kriteerin toteutumiselle on esitetty päävastuullinen taho, sekä mahdolliset muut tahot joille vastuu kriteerin määrittämien ominaisuuksien toteutumisesta saatetaan jalkauttaa. Kyseiset tahot ovat esillä päävastuullisen tahon alla nuolella osoitettuina. Kriteereiden tarkemmat kuvaukset ja kriteerikohtaiset ohjeet niiden soveltamiseen ovat esitetty tämän hankkeen esiselvitysraportissa, joka valmistui joulukuussa 2012 (Vinokurov 2012).

4.1.1 Suunnitteluvaiheen kriteerit

Tässä kappaleessa on esitetty julkisen rakennuksen suunnitteluvaiheen yhteydessä käytettävät kriteerit, taulukot 6 - 15. Kriteerit on järjestelty kronologiseen järjestyksen rakennushankkeen etenemisen kannalta. Ensimmäisenä on esitetty tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheen yhteydessä käytettäväksi tarkoitetut kriteerit. Myöhemmin esitetään toteutussuunnittelussa käytettävät kriteerit.

TARVESELVITYS- JA HANKESUUNNITTELUVAIHEEN YHTEYDESSÄ KÄYTETTÄVÄT KRITTEERIT

Taulukko 6. Yleiset suunnittelun toteutusta koskevat kriteerit

| Yleiset suunnittelussa huomioon otettavat näkökohdat | | |
|---|---|--|
| <i>Vastuullinen taho</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Palvelun mahdollinen siirtäminen uuteen rakennukseen | <input type="checkbox"/> Kokonaisenergiataloudellisuus |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Suunnitteluperiaatteet | <input type="checkbox"/> Suunnittelijoiden yhteistyö ja tiedonvaihto kaikissa suunnittelun vaiheissa <input type="checkbox"/> Matalaenergiasuunnittelun asiantuntija nimetty vastuuhenkilöksi koordinoimaan suunnittelijoiden tehokkaan yhteistyön toteutumista <input type="checkbox"/> Kaikille osapuolille yhteiset palaverit ja workshop -tilaisuudet <input type="checkbox"/> Kaikkia suunnittelijoita koskeva sähköpostirinki <input type="checkbox"/> Matalaenergiarakentamisen erityisasiantuntija suunnittelutiimissä <input type="checkbox"/> Budjettirajoitteet eivät muodostu kokonaistaloudellisempien vaihtoehtojen toteutumisen esteeksi |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Elinkaaren huomioiminen hankkeessa | <input type="checkbox"/> Suunnittelupalvelun takuuehdot <input type="checkbox"/> Huollettavuuden huomioiminen <input type="checkbox"/> Asiantuntija koordinoi palvelusopimuksen laatimista niin, että tämä tukee asetettuja tavoitteita. |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Tilojen mitoitus | <input type="checkbox"/> Tilojen käyttäjä-/kävijämäärien arvioiminen <input type="checkbox"/> Ei ylimitoituksia <input type="checkbox"/> Mahdollinen tulevaisuuden laajennustarve huomioitu |

Taulukko 7. Kriteerit koskien rakennuksen sijoittamista ja lähialueita

| Rakennuksen sijoittaminen ja lähialueet | | |
|--|--|---|
| <i>Vastuullinen taho</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Palvelujen helppo tavoiteltavuus käyttäen eri liikennemuotoja | <input type="checkbox"/> Suurin osa arvioidusta oppilasmäärästä asuu bussilinjojen, tai pyörämatkan tavoiteltavissa koulusta <input type="checkbox"/> Pyörätie lähellä rakennusta <input type="checkbox"/> Bussipysäkkien läheisyys |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Muiden palvelujen läheisyys | <input type="checkbox"/> Käytettävien palvelujen määrä 500m säteellä kohteesta |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Olemassa olevan yhdyskuntarakenteen läheisyys | <input type="checkbox"/> Liikenneväylien lisärakentamisen tarve vähäinen <input type="checkbox"/> Ulkovaistuksen lisärakentamisen tarve vähäinen <input type="checkbox"/> Kaukolämpöverkon liittymisrakentaminen vähäinen. |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Uusiutuvan energian käytön mahdollisuus tontilla | <input type="checkbox"/> Tontti valitaan mahdollisuuksien mukaan niin, että uusiutuvan energian käyttö on mahdollista |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Muutostöiden tarve tontilla | <input type="checkbox"/> Tarvittava maansiirto (m ³) <input type="checkbox"/> Tarvittava kiviaineksen siirto (m ³) <input type="checkbox"/> Tontti ei vaadi maaperän kunnostusta |

TOTEUTUSSUUNNITTELUVAIHEESSA KÄYTETTÄVÄT KRITTEERIT

Taulukko 8. Yleiset suunnittelun toteutusta koskevat kriteerit

| Yleiset suunnittelussa huomioon otettavat näkökohdat | | |
|---|--|--|
| <i>Vastuullinen taho</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Kiinteistön tilojen käyttöaste | <input type="checkbox"/> Useat eri palvelut samassa rakennuksessa/tiloissa <input type="checkbox"/> Koulun tiloissa kerho-, harrastus-, kokous- ja ym. toimintaa iltapäivisin ja viikonloppuisin |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Koulukeittiön energiatehokkuutta edistävä suunnittelu | <input type="checkbox"/> Keittiön käyttöasteen maksimointi <input type="checkbox"/> Toteutusmallin valinnassa käytetään eri skenaarioiden vertailua <input type="checkbox"/> Tilojen ja laitteiden mitoitus arvioitujen tuotantomäärien mukaan <input type="checkbox"/> Laitteiden energiatehokas sijoittelu <input type="checkbox"/> Poistoilman lämmöntalteenotto <input type="checkbox"/> Prosessivesien lämmöntalteenotto |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Pyöräilyn edistäminen | <input type="checkbox"/> Turvallinen pyörävarasto lukitusmahdollisuudella <input type="checkbox"/> Suihkutilat lähellä sisäänkäyntiä <input type="checkbox"/> Saattoliikenteen huomioiminen pyörävaraston ja pyöräilyreittien sijainnin suunnittelussa piha-alueella |

Taulukko 9. Rakenteita koskevat kriteerit

| Rakenteet | | |
|--------------------------|---|---|
| <i>Vastuullinen taho</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Rakenteiden lämmönläpäisy ja energiataloudellisuus | <input type="checkbox"/> Rakenteiden lämmönläpäisyominaisuudet optimoidaan energiasimulointien perusteella |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Kosteustekninen hallinta | <input type="checkbox"/> Rakenteet edistävät veden johtamista ulos rakennuksesta <input type="checkbox"/> Tuuletusaukkojen sijainnin ja määrän optimointi <input type="checkbox"/> Ala- ja yläpohjan riittävä tuulettuminen <input type="checkbox"/> Kylmäsiltojen minimointi <input type="checkbox"/> Sijainnin olosuhteiden huomioiminen ulkovaipan suunnittelussa |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Rakenteiden vaadittujen ominaisuuksien ja laadunvarmistustoimien dokumentointi | <input type="checkbox"/> Rakenne ja talotekniikan suunnitelmassa ja piirustuksissa <input type="checkbox"/> Tilaa ja rakennusliikkeen sopimuksissa |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Tilojen muuntojoustavuus | <input type="checkbox"/> Laajat avoimet tilat <input type="checkbox"/> Pystyrakenteet minimoitu mahdollisuuksien mukaan <input type="checkbox"/> Siirrettävät seinämät toimistoissa <input type="checkbox"/> Siirrettävät ulostulot sähkö- ja IT-kaapeleille <input type="checkbox"/> Helposti siirrettävät kalusteet opetus-/kerhotiloissa <input type="checkbox"/> Luokkahuoneiden koko muunnettavissa siirrettävin seinämin <input type="checkbox"/> Kouluajan ulkopuolella käytettäviin tiloihin on sisäänkäynnit myös ulkoa <input type="checkbox"/> Suunnittelija esittää miten tiloja olisi mahdollista käyttää muuten kuin alkuperäiseen tarkoitukseen |

Taulukko 10. Lämmitystä koskevat kriteerit

| Lämmitys | | |
|--|--|---|
| <i>Vastuullinen taho (→Taho, jolle tehtävä jalkautetaan)</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Pääsuunnittelija (→LVI-suunnittelija) | <input type="checkbox"/> Lämmityksen ja ilmanvaihdon tarpeenmukaisuus | <input type="checkbox"/> Lämmitystehoa säädetään rakennuksen käyttöaikojen mukaan <input type="checkbox"/> Lämmitystehon ohjauksessa huomioidaan sisäiset ja ulkoiset lämpökuormat <input type="checkbox"/> Lämmitystehon automaattinen tilakohtainen säätö mahdollista <input type="checkbox"/> Eri tilojen lämmitystarve otettu huomioon |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Uusiutuvan energian hyödyntäminen lämmityksessä | <input type="checkbox"/> Uusiutuvaa energiaa hyödynnetään rakennuksen lämmityksessä |

Taulukko 11. Sähkönkulutusta koskevat kriteerit

| Sähkönkulutus | | |
|--|--|--|
| <i>Vastuullinen taho (→Taho, jolle tehtävä jalkautetaan)</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Valaistuksen energiatehokkuus | <input type="checkbox"/> Energiaa säästävien valaisimien käyttö <input type="checkbox"/> Sisävalaistuksessa esim. LED-, energiasäästölamppuja ja nykyaikaisia elektronisella liitäntälaitteella varustettuja loisteputkivalaisimia <input type="checkbox"/> Ulkovalaistuksessa nykyaikaiset monimetallivalaisimet, suurpainenatriumlamput sekä LED -valaisimet <input type="checkbox"/> Valaistustason tarpeenmukainen säädettävyys <input type="checkbox"/> Liiketunnistimien käyttö <input type="checkbox"/> Ohjausautomaatiikka <input type="checkbox"/> Himmennettävä valaistus <input type="checkbox"/> Valaistustehoa ohjataan luonnonvalon saatavuuden mukaan <input type="checkbox"/> Luonnonvalon käyttö <input type="checkbox"/> Luonnonvalon käytön optimointi <input type="checkbox"/> Luonnonvaloa heijastavat valohyllyt <input type="checkbox"/> Valoa heijastava sisätilojen väriä <input type="checkbox"/> Auringonsuojaus tarvittaessa |
| Pääsuunnittelija (→LVI -suunnittelija) | <input type="checkbox"/> Ilmanvaihdon energiatehokkuus | <input type="checkbox"/> Ilmanvaihdon sähkölaitteiden hyötysuhde <input type="checkbox"/> Ilmanvaihtokanavat riittävän väljät <input type="checkbox"/> Ilmanvaihtoa ja sähkölämmitystä ohjaava automaatiikka <input type="checkbox"/> Ilmanvaihtokoneen käyntiaikataulun optimointi vastaamaan käyttötarvetta <input type="checkbox"/> Huonekalut sijoitetaan niin, etteivät nämä häiritse ilmanvaihdon tehokkuutta |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Uusiutuvien energialähteiden käyttö | <input type="checkbox"/> Osa rakennuksessa käytettävästä sähköenergiasta tuotetaan uusiutuville energialähteillä omatuotantona |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Laitteiden energiatehokkuus | <input type="checkbox"/> Kaikki hankittavat laitteet ovat -kulutusluokan laitteita. (Sillä hetkellä parhaimpia luokkia) |
| Pääsuunnittelija (→Sähkösuunnittelija) | <input type="checkbox"/> Kulutusseuranta | <input type="checkbox"/> Kulutustietoja mahdollista eritellä eri käyttäjille, laitoksen yksiköille tai luokkahuoneille <input type="checkbox"/> Tiedot energiankulutuksesta reaaliaikaisesti esillä |

Taulukko 12. Vedenkulutusta koskevat kriteerit

| Vedenkulutus <i>Jatkuu...</i> | | |
|--|---|--|
| <i>Vastuullinen taho (→Taho, jolle tehtävä jalkautetaan)</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Pääsuunnittelija (→LVI -suunnittelija) | <input type="checkbox"/> Käyttöveden lämmitys | <input type="checkbox"/> Lämmitys käyttäen uusiutuvaa energiaa |

| | | |
|---|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aurinkokeräimien hyödyntäminen veden lämmityksessä <input type="checkbox"/> Putkiston reitittämisessä käytetään mahdollisimman lyhyitä siirtojohtoja <input type="checkbox"/> Vettä säästävien laitteiden valinta <input type="checkbox"/> Lämpimän käyttöveden lämpötila rajattu vaaditun minimiarvon mukaan |
| Pääsuunnittelija (→LVI -suunnittelija) | <input type="checkbox"/> Kulutusseuranta | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Reaaliaikainen vedenkulutuksen seuranta <input type="checkbox"/> Tiedot vedenkulutuksesta reaaliaikaisesti esillä |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Kasteluvien käyttö | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Suositaan puilla ja penssilla peitetyjä alueita nurmikoiden sijaan <input type="checkbox"/> Käytetään paikallisiin olosuhteisiin soveltuvia kasveja, jotka eivät vaadi kastelua <input type="checkbox"/> Sadeveden käyttö piha-alueiden kasvillisuuden kasteluun |

Taulukko 13. Jätehuoltoa koskevat kriteerit

| Jätehuolto | | |
|--------------------------|--|--|
| <i>Vastuullinen taho</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Rakennusten jätehuollon järjestäminen kestävän kehityksen periaatteella | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Jätteen hyötykäyttöaste <input type="checkbox"/> Katoksessa riittävästi tilaa useille eriliskeräysastioille <input type="checkbox"/> Katos sijoitettu niin, että tyhjennyskaluston liikkuminen on helppoa ja turvallista <input type="checkbox"/> Katoksen sijainnin, koon ja rakenteen suunnittelussa otetaan huomioon potentiaaliset jätehuoltokäytäntöjen uudistukset |

Taulukko 14. Sisäilmaston laatutekijöitä koskevat kriteerit

| Sisäilmaston laatutekijät Jatkuu... | | |
|---|---|---|
| <i>Vastuullinen taho</i> (→Taho, jolle tehtävä jalkautetaan) | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Pääsuunnittelija (→LVI -suunnittelija) | <input type="checkbox"/> Sisäilmanlaatu | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Valitun laatuluokan huomioiminen suunnittelussa <input type="checkbox"/> Ilmanjaon suunnittelu <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ilmanvaihto riittävän tehokasta kaikissa rakennuksen tiloissa ja tilojen osissa <input type="checkbox"/> Tarpeenmukainen ilmanvaihdon ja ilmanjaon hallinta <input type="checkbox"/> Opetustiloissa minimoidaan ilmanjaon aiheuttama vedon tunne pulpettien lähellä <input type="checkbox"/> Suodattimen valinta optimoidaan valitun laatuluokan ja energiankulutuksen mukaan <input type="checkbox"/> Tarpeenmukaisuuden huomioiminen painesuhteiden säädössä <input type="checkbox"/> Vähäpäästöiset materiaalivalinnat |

| | | |
|---|---|--|
| Pääsuunnittelija (→Sähkösuunnittelija) | <input type="checkbox"/> Siivottavuus | <input type="checkbox"/> Helposti siivottavat kalusteet <input type="checkbox"/> Helposti siivottavat ja mahdollisimman vähän pölyä keräävät valaisimet |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Tilojen ääniolosuhteet | <input type="checkbox"/> Opetustiloissa tarvittaessa ääntä eristäviä pinnoitteita <input type="checkbox"/> Jälkikaiunta estetään tarvittaessa vaimentavin pinnoittein <input type="checkbox"/> Ääntä synnyttävät tilat ja laitteet eivät sijaitse opetustilojen välittömässä läheisyydessä |

Taulukko 15. Simulointien toteutusta koskevat kriteerit

| Mallinnuksien toteutus (Teknistaloudellinen tarkastelu) | | |
|--|--|---|
| <i>Vastuullinen taho</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Rakennuksen sijoittelu tontilla uusiutuvan energian käytettävyyden näkökulmasta | <input type="checkbox"/> Uusiutuvan energian käytettävyys eri sijoitteluvaihtoehdoissa |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Energiasimulointi | <input type="checkbox"/> E -lukuvertailu: Normiratkaisu, matalaenergiaratkaisu, nollaenergiaratkaisu <input type="checkbox"/> Energiankulutus kuukausitasolla (lämmitys, sähkö, ilmanvaihto ja käyttövesi) <input type="checkbox"/> Sähkö- ja kaukolämpöliittymän mitoituskoko <input type="checkbox"/> IV -järjestelmän suodattimien valinta energiatehokkuuden perusteella ja suodattimen likaantumisen vaikutus sähkönkulutukseen |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Valaistus | <input type="checkbox"/> Valaistustaso eri käyttötilanteissa <input type="checkbox"/> Luonnonvalon hyödyntäminen <input type="checkbox"/> Edistykselliset valaistusratkaisut |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Vedenkulutus | <input type="checkbox"/> Vedenkäytön mallinnus |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Rakennuksen ilmatase | <input type="checkbox"/> Ilmataseen pysyvyys eri käyttötilanteissa |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Akustiset olosuhteet | <input type="checkbox"/> Melutasot eri olosuhteissa |
| Pääsuunnittelija | <input type="checkbox"/> Elinkaarikustannustarkastelu | <input type="checkbox"/> Tarkastelu kolmelle esitetylle toteutusvaihtoehdolle <input type="checkbox"/> Tarkastelu 40 vuoden ajalle |

4.1.2 Toteutusvaiheen kriteerit

Tässä kappaleessa on esitetty julkisen rakennuksen toteutusvaiheen yhteydessä käytettävät kriteerit, taulukot 16 - 19.

Taulukko 16. Toteuttajan valintaa koskevat kriteerit

| Toteuttajan valinta | | |
|----------------------------|--|---|
| <i>Vastuullinen taho</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Tarjouspyyntöä laativien viranomaisten erikoisasiantuntemus | <input type="checkbox"/> Hyvä tuntemus markkinoiden palvelutarjonnasta (BAT) |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Toteuttajan osaaminen ja paikallistuntemus | <input type="checkbox"/> Yrityksen kokemus matalaenergiarakentamisessa <input type="checkbox"/> Henkilöstön kouluttaminen matalaenergiarakentamisesta <input type="checkbox"/> Yrityksen tarjoamien innovatiivisten ratkaisujen edistyksellisyys <input type="checkbox"/> Kokemus hankkeen sijaintialueella ja paikallistuntemus |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Pääurakoitsijan henkilöstöresurssit | <input type="checkbox"/> Henkilöstöresurssien monialaisuus ja kattavuus <input type="checkbox"/> Aliurakoinnin tarpeen määrä |

Taulukko 17. Viestintää koskevat kriteerit

| Viestintä toteutusvaiheessa | | |
|--|--|---|
| <i>Vastuullinen taho (→Taho, jolle tehtävä jalkautetaan)</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Energiatehokkuustavoitteiden ja laadunvarmistustoimenpiteiden dokumentointi | <input type="checkbox"/> Energiatehokkuustavoitteet ja laadunvarmistustoimenpiteet sisällytetty tarjouspyyntöihin ja sopimukseen |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Yhteistyö urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden välillä | <input type="checkbox"/> Tapaamiset <input type="checkbox"/> Suunnittelutiimi valvoo edistymistä ja antaa urakoitsijalle palautetta <input type="checkbox"/> Suunnittelutiimin edustajat konsultoivat toteuttajaa aina tarvittaessa |
| Kaupunki/kunta (→Pääurakoitsija) | <input type="checkbox"/> Energiatehokkuustavoitteiden välittyminen sivu- ja aliurakoitsijoille | <input type="checkbox"/> Asetetut tavoitteet huomioidaan myös aliurakoitsijoiden kilpailuttamisessa <input type="checkbox"/> Tavoitteet kirjattu sopimukseen <input type="checkbox"/> Tiedotustilaisuudet |

Taulukko 18. Hyvän sisäilmanlaadun varmistamista koskevat kriteerit

| Hyvän sisäilmanlaadun varmistaminen Jatkuu... | | |
|--|---|---|
| <i>Vastuullinen taho (→Taho, jolle tehtävä jalkautetaan)</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Pääurakoitsija (→ LVI -urakoitsija) | <input type="checkbox"/> Ilmanvaihdon asianmukainen säätö | <input type="checkbox"/> Ilmanvaihtoverkoston tasapainotuksessa otetaan huomioon kesän ja |

| | | |
|--|---|--|
| | | talven painesuhteiden erot kanavistossa |
| Pääurakoitsija (→ LVI -urakoitsija) | <input type="checkbox"/> Epäpuhtauksien pääsyn estäminen ilmanvaihtojärjestelmään rakennusvaiheessa | <input type="checkbox"/> Ilmanvaihtojärjestelmän aukotukset tiivistetään <input type="checkbox"/> Kanaviston puhtaus varmistetaan ennen sen käyttöönottoa <input type="checkbox"/> Ilmanvaihtojärjestelmä käytössä ainakin 2 viikkoa ennen rakennuksen käyttöönottoa |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Kosteudenhallintaan liittyvien toimenpiteiden vaatiminen | <input type="checkbox"/> Kosteudenhallintaan liittyvät koulutukset urakoitsijoiden henkilöstölle <input type="checkbox"/> Realistinen aikataulus <input type="checkbox"/> Energiataloudellisuus betonirakenteita lämmitettäessä <input type="checkbox"/> Sääsuojauksen käyttö |

Taulukko 19. Laadunvarmistusta koskevat kriteerit

| Laadunvarmistus | | |
|--------------------------|---|--|
| <i>Vastuullinen taho</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Sopimukset, suunnitelmat ja piirustukset | <input type="checkbox"/> Laadunvarmistustoimenpiteet määritelty tilaajan ja rakennusliikkeen sopimuksissa, sekä suunnitelmissa ja piirustuksissa |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Rakennusvaipan tiiviyn varmistaminen tiiviysmittauksen avulla | <input type="checkbox"/> Tiiviysmittauksien toteuttaminen rakentamisen päätteeksi <input type="checkbox"/> Mittauksien laajuus ja edustavuus |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Vuotokohtien ja kylmäsiltojen paikantaminen lämpökamerakuvauksin | <input type="checkbox"/> Toteutettavien lämpökamerakuvauksien laajuus |
| Pääurakoitsija | <input type="checkbox"/> Ilmanvaihdon toimivuuden varmistaminen | <input type="checkbox"/> Ilmavirtamittaukset suoritetaan täysimääräisenä eri käyttötilanteissa <input type="checkbox"/> Mittauksista tehdään ilmavirtamittauspöytäkirjojen lisäksi ilmatasepöytäkirja |

4.1.3 Käyttövaiheen kriteerit

Tässä kappaleessa on esitetty julkisen rakennuksen käyttövaiheen yhteydessä käytettävät kriteerit, taulukot 20 - 23.

Taulukko 20. Isännöintiä koskevat kriteerit

| Isännöinti <i>Jatkuu...</i> | | |
|------------------------------------|--|--|
| <i>Vastuullinen taho</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Tavoitteellisen isännöinnin varmistaminen | <input type="checkbox"/> Energiatavoitteiden sisällyttäminen palvelusopimukseen |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Isännöintiorganisaation kokemus ja | <input type="checkbox"/> Kaupungin isännöinnistä vastaavan organisaation henkilöstölle |

| | | |
|------------------------|--|--|
| | erityisasiantuntemus | koulutusta koskien matalaenergiarakennuksen hoitoa <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Kilpailutettavalla yrityksellä kokemusta matalaenergiarakennusten parissa toimimisesta <input type="checkbox"/> Kilpailutettavan yrityksen henkilöstö saa koulutusta matalaenergiarakennusten isännöinnistä |
| Isännöintiorganisaatio | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Viestintä isännöinnin ja käyttäjien välillä | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sähköiset viestintäportaalit käytössä <input type="checkbox"/> Isännöinnin henkilöstön ja rakennuksen käyttäjien opastaminen portaalin käytössä |

Taulukko 21. Kiinteistöhoitoa koskevat kriteerit

| Kiinteistöhoito | | |
|--------------------------|---|--|
| <i>Vastuullinen taho</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Kaupunki/kunta | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Huoltoyrityksen kokemus ja erityisosaaminen | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Kiinteistöpalveluyksikön henkilöstölle koulutusta koskien matalaenergiarakennuksen hoitoa <input type="checkbox"/> Kilpailutettavalla yrityksellä kokemusta matalaenergiarakennusten talotekniikan käsittelystä <input type="checkbox"/> Kilpailutettavan yrityksen henkilöstö saa koulutusta matalaenergiarakennusten kiinteistöhoidosta |
| Huolto-organisaatio | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Huoltoyrityksen toimintaperiaatteet | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Toiminnassa noudatetaan huoltokirjan vaatimuksia <input type="checkbox"/> Talotekniikan ja rakenteiden määräaikaistarkastukset ja huollot suoritetaan huoltokirjan vaatimusten mukaisesti <input type="checkbox"/> Kiinteistöhoitoon laadunvalvontaa toteutetaan |
| Huolto-organisaatio | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ilmanvaihdon säätö ja säätöjen mittaukset | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Painesuhteiden säätö käyttötilanteen vaatimien ilmamäärien mukaisesti <input type="checkbox"/> Suodattimien vaihto |
| Huolto-organisaatio | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Valaistusjärjestelmän huolto | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Lamppujen uusiminen säännöllisesti <input type="checkbox"/> Valaisimien likaantumisen estäminen <input type="checkbox"/> Valoa heijastavien pintojen likaantumisen estäminen <input type="checkbox"/> Hämäräkytkimien likaantumisen estäminen ja toimivuuden varmistus |
| Huolto-organisaatio | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Järjestelmävikojen ja energiavuotojen tunnistaminen ja korjaustoimenpiteisiin varautuminen | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Seurataan kulutuspoikkeamia <input type="checkbox"/> Hälytysilmoitukset automaattisesti huoltohenkilöstölle poikkeamien satuessa <input type="checkbox"/> Vuodon paikantamiseen ryhtyminen järjestelmällisesti <input type="checkbox"/> Korjaustoimenpiteisiin välitön ryhtyminen ongelmakohdan paikantamisen jälkeen |
| Huolto-organisaatio | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Energiakorjaukset | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Korjausohjelman laatiminen <input type="checkbox"/> Energiakorjaukset pyritään toteuttamaan muihin korjauksiin liitettynä |

Taulukko 22. Rakennuksen käyttöä koskevat kriteerit

| Käyttö | | |
|--------------------------|---|--|
| <i>Vastuullinen taho</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Kaupunki/kunta | <ul style="list-style-type: none"> □ Rakennuksen käyttäjien ohjeistus energiatehokkuutta tukeviin käyttötapoihin | <ul style="list-style-type: none"> □ Käyttäjäsähkön kulutuksen tilannekat-sauksella tunnistetaan energiansäästö-potentiaali □ Käyttäjien opastus valaistuksen tarpeenmukaiseen käyttöön □ Käyttäjien opastus näiden käytettävissä olevien laitteiden tarpeenmukaiseen käyttöön □ Koulukeittiön henkilöstön perehdytys laitteiden energiataloudellisiin käyttötapoihin □ Oppilaiden valistus kestävästä elämäntavasta ja energiansäästötavoista □ Opastus huonekalujen sijoittamiseen niin, etteivät nämä häiritse ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa. |
| Kaupunki/kunta | <ul style="list-style-type: none"> □ Käyttötottumusten ja kulustietojen seuranta | <ul style="list-style-type: none"> □ Seuranta koskee sähkön-, lämmön- ja vedenkulutusta □ Seurantatietoja käytetään energiankulutuksen tavoitetason saavuttamisen arvioinnissa □ Kulutusseurannan avulla tunnistetaan energiavuodot ja järjestelmäviat □ Kulutusseurannan tiedot ja poikkeamat nähtävissä reaaliaikaisesti käyttäjille ja huoltohenkilöstölle □ Informaatiotilaisuudet käyttäjille, joissa palautetta ja opastusta seurantatietojen nojalla □ Kulustietoja seurataan käyttäjäkoh-taisesti, laitoksen yksikkökohtaisesti tai luokahuonekohtaisesti □ Oppilaiden palkitseminen saavutetuista energiansäästöistä esim. luokkien välisissä kilpailuissa |
| Hankintapalvelut | <ul style="list-style-type: none"> □ Hankittavien sähkölaitteiden energiatehokkuus | <ul style="list-style-type: none"> □ Takaisinmaksuaika □ Hankittavat laitteet vähintään energialuokan, tai merkinnän laitteita |
| Hankintapalvelut | <ul style="list-style-type: none"> □ Valaistujärjestelmän päivittäminen uudenaikaisemmaksi | <ul style="list-style-type: none"> □ Markkinoiden jatkuva seuraaminen □ Valaistusjärjestelmän uusimisen tarpeen arviointi joka 10. vuosi □ Elinkaarikustannuslaskenta tulevan valaistusjärjestelmän valinnassa |

Taulukko 23. Käytönaikaista laadunvarmistusta koskevat kriteerit

| Käytönaikainen laadunvarmistus <i>Jatkuu...</i> | | |
|--|--|--|
| <i>Vastuullinen taho</i> | <i>Kriteerit</i> | <i>Huomioitavat näkökohdat</i> |
| Kaupunki/kunta | <ul style="list-style-type: none"> □ Tiiviiden säilymisen varmistus | <ul style="list-style-type: none"> □ Toimenpiteiden määrittely kiinteistönpito-ohjelmassa □ Toimenpiteiden sisällyttäminen |

| | | |
|----------------|--|---|
| | | takuuehtoihin <input type="checkbox"/> Toimenpiteiden laajuus |
| Kaupunki/kunta | <input type="checkbox"/> Vuotokohtien ja kylmäsiltojen paikantaminen | <input type="checkbox"/> Toimenpiteiden määrittely kiinteistönpito-ohjelmassa <input type="checkbox"/> Toimenpiteiden sisällyttäminen takuuehtoihin <input type="checkbox"/> Toimenpiteiden laajuus |

Kappale 5

5. Johtopäätökset

Työn yhteydessä toteutetun tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että julkisen rakennuskannan kokonaistaloudellisuuden parantaminen energiatehokkuuden keinoin on tarpeellista ja kannattavaa monesta syystä. Tarve rakennuskannan energiatehokkuuden parantamiseen syntyy kansainvälisistä ja kansallisista ilmastopimuksista, joiden energiansäästötavoitteet tulevat jatkuvasti kiristymään. Myös kaupunkien taloudelliset haasteet luovat tarpeen kehittää julkisia rakennushankkeita kokonaistaloudellisempaan suuntaan. Tällä hetkellä kuntien rakennusinvestointipäätökset tehdään pääasiassa investointikustannusten nojalla, eikä kokonaistaloudellisuutta juuri oteta huomioon. Energiatehokkuuden kasvattamisella voidaan kuitenkin saavuttaa tuntuvia kustannussäästöjä rakennuksen koko elinkaaren aikana, parantaen rakennuksen kokonaistaloudellisuutta. Investoimalla rakennuksen energiatehokkuuteen voidaan saavuttaa merkittäviä energiansäästöjä rakennuksen käyttövaiheessa. Kokonaistaloudellisuuden toteutumiseksi vaatii rakennushanke tavoitteellista ja asiantuntevaa toteutusta. Asianmukaisesti toteutetun matalaenergiarakennushankkeen lisäinvestoinnit voivat maksaa itsensä takaisin rakennuksen käyttövaiheessa.

Useat energiatehokkuuteen vaikuttavat rakenne- ja talotekniset ratkaisut vaikuttavat merkittävästi myös rakennuksen sisäilmasto-olosuhteisiin. Turvallisten ja viihtyisien sisäilmasto-olosuhteiden varmistaminen on Lappeenrannassa tunnistettu merkittäväksi haasteeksi. Sisäilmasto tavoitteiden toteutuminen on niin ikään tärkeää ottaa huomioon rakennuksen suunnitteluvaiheessa.

Rakennuksen suunnitteluvaihe on asetettujen tavoitteiden kannalta merkittävin elinkaaren vaihe. Tämän puoltavat myös toteutetun mielipidekyselyn tulokset. Suunnitteluun laatuun ja tavoitteellisuuteen on siis panostettava. On huomioitava, että kaikki tehtävät suunnitteluratkaisut on optimoitava kaikkien asetettujen tavoitteiden kannalta toimivaksi

kokonaisuudeksi. Matalaenergiarakennus koostuu suuresta määrästä erilaisia rakenne- ja taloteknisistä ratkaisuista, jotka kaikki toimivat yhtenä kokonaisuutena keskinäisessä vuorovaikutuksessa. Jokaisen rakenteen, tai laitteen suunnittelussa on siis otettava huomioon, miten kyseinen komponentti tulee toimimaan osana suurempaa kokonaisuutta ja miten komponentin suunnittelussa voitaisiin edistää asetettuja tavoitteita. Tämä lähestymistapa on ollut hyvin keskeinen kriteeristön laadinnassa.

Koekäyttövaiheen aikana kriteeristön toimivuutta parannettiin perustuen koekäytöstä saatuun uuteen kokemukseen ja Myllymäen päiväkotihankkeen eri toimijoilta saatuihin kommentteihin. Koekäyttövaihe kohdistui päiväkodin suunnitteluvaiheeseen. Kriteeristön jatkokehittämisessä huomioitiin myös hankkeen yhteydessä toteutetun mielipidekyselyn tuloksia. Tehtyjä parannuksia kohdistettiin mm. kriteeristön yksiselitteisyyden ja rakenteen toimivuuden parantamiseen. Koekäytön yhteydessä saadun uuden kokemuksen nojalla nähtiin tarvetta myös joidenkin uusien kriteereiden lisäykselle.

Tässä raportissa esitetty kriteeristö edustaa sen uusinta versiota koekäyttövaiheen päättymisvaiheessa. Kriteeristön jatkokehittämistä ei kuitenkaan ole syytä pysäyttää, jotta siitä saatava hyöty olisi maksimaalinen. Uutta kokemusta tulee jatkuvasti lisää, uusia tavoitteita syntyy ja kriteeristöä on päivitettävä jatkuvasti vastaamaan kehittyvää tilannetta. Näin ollen kriteeristön jatkokehittämistä on syytä jatkaa myös tämän hankkeen jälkeen, jotta tämä pystyisi entistä tehokkaammin ja laajemmin vastaamaan kaupungin haasteisiin. Kehittämisen jatkamista puoltaa myös Lappeenrannan kaupungin edustajien halukkuus jatkaa kriteeristön käyttöä myös tulevaisuudessa kaupungin rakennushankkeissa, mikä näkyi mielipidekyselyn tuloksissa. Parannustoimenpiteitä olisi syytä kohdistaa kriteeristön sisällön ja yksiselitteisyyden parantamiseen etenkin seuraavien osioiden osalta: Yleiset suunnittelussa huomioitavat näkökohdat, Rakennuksen sijainti ja lähialueet, Mallinnuksien toteutus ja Rakenteet. Näissä osa-alueissa on mielipidekyselyn perusteella todettu eniten puutteita.

Myös kriteeristön käsittelyalueen laajentaminen olisi kannattavaa. Kriteeristön laajentaminen koskemaan uudisrakentamisen lisäksi myös korjausrakentamista on tärkeää, sillä merkittävin energiatehokkuuden parantamisen potentiaali piilee nimenomaan olemassa olevassa rakennuskannassa. Lappeenrannan olemassa oleva julkinen rakennuskanta on verrattain iäkäs ja energiatehokkuuden parantamisen varaa kyseisissä rakennuksissa on merkittävästi.

Huolella suunnitellut ja toteutetut energiakorjaukset voivat mahdollistaa merkittäviä energiasäästöjä. On arvioitu, että olemassa olevien rakennusten energiakorjaukset tarjoavat suurimman lämmitysenergian säästöpotentiaalin rakennuskannassa ennen vuotta 2020. (VTT 2009.) Kriteeristön tämänhetkinen versio soveltuu korjausrakentamishankkeisiin vain soveltuvien osien. Jotta kriteeristö palvelisi paremmin korjausrakentamista, on siihen lisättävä joitakin uusia osa-alueita, kuten kuntotarkastusten suoritus ja korjauksen suunnittelu. Kriteeristön laajentaminen rakennuskohtaisesta lähestymistavasta alueelliseen tarkasteluun olisi niin ikään merkittävä ja hyödyllinen kehitysaskel.

Kappale 6

6. Yhteenveto

Tässä hankkeessa on luotu arviointikriteeristö, joka helpottaa tunnistamaan energiatehokkuuden, kokonaistaloudellisuuden ja sisäilmaston laadun kannalta parhaimmat julkisen uudisrakennushankkeen toteutustavat. Kriteeristö on esitetty kappaleessa 4. Kriteeristö on laadittu Elinkaaritehokkaat investoinnit -hankkeen puitteissa. Kriteeristö palvelee kestävän kehityksen tavoitteita julkisessa rakennuskannassa. Kriteeristö on tarkoitettu Lappeenrannan kaupungin julkisen uudisrakentamisen hankinnasta vastaavien tahojen päätöksenteon tueksi. Kokonaistaloudellisuuden tavoittelun takia kriteeristön laadinnassa sovellettiin elinkaariajattelumallia. Arviointikriteeristön soveltamisella on tarkoitus edistää energiatehokkuussopimuksen asettamien tavoitteiden toteutumista sekä parantaa julkisen rakennuskannan kokonaistaloudellisuutta, samalla parantaen kaupungin taloudellista tilannetta. Kriteeristöä koekäytettiin Lappeenrantalaisen päiväkodin suunnitteluvaiheen yhteydessä. Näin voitiin tunnistaa kriteeristön onnistuneet ja kehitystä vaativat käytännöt. Koekäytön tuoman kokemuksen nojalla kriteeristöä kehitettiin edelleen vastaamaan paremmin käytännön tarpeita.

Tarve kriteeristön kaltaisten systemaattisen lähestymistavan mahdollistavien apuvälineiden kehittämiseksi ja käyttöönnotolle on selvästi olemassa. Energiatehokkuuteen ja elinkaaritaloudellisuuteen tähtäävillä ratkaisuilla voidaan myötävaikuttaa sekä yhä kiristyvien energiatehokkuustavoitteiden toteutumiseen, että rakennuskannan kokonaistaloudellisuuden paranemiseen. Järjestelmällinen tapa lähestyä turvallisen sisäilmaston turvaamista uudisrakentamisessa auttaa puolestaan pääsemään yli sisäilmahaasteista, jotka ovat yleistyneet Suomessa ja myös Lappeenrannassa. Energia- ja kustannustehokkuutta tukevien toteutusratkaisujen tunnistamista helpottavia apuvälineitä ei tällä hetkellä ole juuri käytössä julkisissa rakennushankintaprosesseissa Suomessa.

Tavoitteiden toteutumisen kannalta on tärkeää, että niihin sitoudutaan jo heti hankesuunnittelussa ja niistä pidetään kiinni kaikissa rakennuksen elinkaaren vaiheissa. Kaikkien hankkeen osapuolten asiantuntemus ja tehokas yhteistyö on tällöin merkittävässä asemassa.

Kaikki tehtävät suunnitteluratkaisut on optimoitava kaikkien asetettujen tavoitteiden kannalta toimivaksi kokonaisuudeksi. Elinkaarikustannuslaskenta, tietomallintaminen ja energiasimuloinnit tarjoavat tärkeää tietoa päätöksenteon tueksi vertailtaessa eri toteutusratkaisuja. Kyseiset työkalut helpottavat merkittävästi tavoitteiden kannalta optimaalisen ratkaisun tunnistamista.

Kriteeristön laadinnassa on käytetty tämänhetkistä tietoa siitä, miten rakennuksen energiataloudellisuutta voidaan edistää. Uusien teknologioiden kehittyessä ja kokemuksen kertyessä voi tulla tarpeeseen muokata kriteereitä vastaamaan paremmin uusia olosuhteita. Kriteeristön sisältöä onkin jatkossa mahdollista muokata ja täydentää tarpeiden mukaisesti. Jatkossa on myös syytä jatkokehittää kriteeristöä koskemaan korjausrakentamista, sillä olemassa olevassa rakennuskannassa piilee merkittävä energiansäästöpotentiaali. Kriteeristön lähestymistavan laajentaminen rakennuskohtaisesta alueelliseksi on niin ikään kannattavaa.

Lähdeluettelo

Lähteet

Heikkilä, Jari. 2012. Energiatehokas suunnittelu. [Terveys ja talous ry:n www-sivuilla]. [Viitattu 12.10.2012]. Saatavissa: <http://www.terveysjatalous.fi/docs/Jari%20Heikkil%C3%A4%20Terveytt%C3%A4%20ja%20oteknologiaa.pdf>

Kalema, Timo. Pientalon lämmitysjärjestelmät ja energiätehokkuus. Tampereen teknillinen yliopisto. [Viitattu 20.9.2012]. Saatavissa: <http://neuvoo.fi/LinkClick.aspx?fileticket=SQszbuJWUHK%3D&tabid=3372>

Kodin energiasäästöohjeita: lämmitys [Valkeakosken energian www-sivuilla]. [Viitattu 10.2.2014]. Saatavissa: <http://www.valkeakoskenenergia.fi/Vinkit/Kodinenergians%C3%A4%C3%A4st%C3%B6hjeita/L%C3%A4mmitys/tabid/2721/Default.aspx>

Lappeenrannan kaupunki. Tilakeskus, rakennuttaminen. 2013. Projektisuunnitelma. Päivitetty 7.2.2013.

Lökfors, Tony. 2013. Projektipäällikkö. Porvoon toimitilajohto. Porvoon kaupungin päiväkotien elinkaattitoteutus -esitys. Vierailu Porvoon energiätehokkaisiin päiväkoteihin. 1.11.2013.

Motiva. Energiapalveludirektiivi. [Motivan www-sivuilla]. [Päivitetty 29.3.2012]. [viitattu 11.6.2012]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/taustatietoa/ohjauskeinot/direktiivit/energiapalveludirektiivi/>

Motiva. 2009. Valaistusta on uusittava! [Motivan www-sivuilla]. [viitattu 6.7.2012]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/2096/Valaistusta_on_uusittava_Tarkeaa_tietoa_kuntien_paattajille.pdf

Paroc. Akustiikka. [Paroc Oy:n www-sivuilla]. [Päivitetty 2012]. [viitattu 19.7.2012]. Saatavissa: <http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/ratkaisut/Akustiikka>

Saari, Arto. 2000. Elinkaarikustannusten ja ympäristökuormitusten ohjaus rakennushankkeissa. Helsinki: Rakentajain kalenteri 2001, Rakennustieto Oy.

Sisäilmayhdistys. Ilmanvaihdon vaikutus. [Sisäilmayhdistyksen www-sivuilla]. [päivitetty 31.3.2004]. [viitattu 6.12.2012]. Saatavissa: http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/sisailmasto/ilmanvaihdon_vaikutus/

Sisäilmayhdistys. Kemialliset epäpuhtaudet. [Sisäilmayhdistyksen www-sivuilla]. [päivitetty 2008]. [viitattu 9.10.2012]. Saatavissa: http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/sisailmasto/kemialliset_epapuhtaudet/

Sisäilmayhdistys. 2008. Sisäilman tekijät. [Sisäilmayhdistyksen www-sivuilla]. [Päivitetty 2008]. [viitattu 10.11.2013]. Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/sisailmasto/sisailman-tekijat/>

Säteri, Jorma. 2014. Sisäilmasto ja energiatalous. Sisäilmayhdistys [Korjausrakentaminen 14-tapahtuman www-sivuilla]. [viitattu 25.3.2014]. Saatavissa: <http://www.korjausrakentaminen2014.fi/File/626/sisailmasto-ja-energiatalous-korjrak2014.pdf>

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. 2009. RIL 249-2009 Matalaenergiarakentaminen asuinrakennukset. 2. painos. Saarijärven Offset Oy: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 291 sivua. ISBN 978-951-758-517-0

Taloyhtiöt. [Wattinen www-sivuilla]. [viitattu 6.10.2012]. Saatavissa: <http://www.wattinen.fi/articles/851/>

Tarkastusvaliokunta. 2013. Tarkastusvaliokunnan mietintö 1/2013 vp. Rakennusten kosteus- ja homeongelmat. [Eduskunnan www-sivuilla]. [Päivitetty 2013]. [viitattu 19.3.2014]. Saatavissa: http://web.eduskunta.fi/dman/Document.phx/~public/Katsaukset/Tarkastusvaliokunta_mietinto?folderId=~public%2FKatsaukset&cmd=download

Työ- ja elinkeinoministeriö 2013. Energiatehokkuus julkisissa hankinnoissa. [Työ- ja elinkeinoministeriön www-sivuilla]. [viitattu 5.4.2013]. Saatavissa: <http://www.tem.fi/files/30410/Energiatehokkuus.pdf>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2014. Mitä julkiset hankinnat ovat? [Työ- ja elinkeinoministeriön www-sivuilla]. [Päivitetty 18.3.2014]. [viitattu 18.3.2014]. Saatavissa: http://www.tem.fi/kuluttajat_ja_markkinat/julkiset_hankinnat

Työ- ja elinkeinöministeriö. Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia 2008. [Työ- ja elinkeinoministeriön www-sivuilla]. [viitattu 27.7.2013]. Saatavissa: http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf

Työturvallisuuskeskus. 2014. Lämpöolot ja sisäilma. [Työturvallisuuskeskuksen www-sivuilla]. [viitattu 25.2.2014]. Saatavissa: http://www.tyoturva.fi/tyosuojelu/lampoolot_ja_sisailma

Vinha, Juha. 2012. Matalaenergiarakentamisen haasteet rakenteiden toimintaan. Energiaosaaminen työmaalla -työpaja, Motiva, Tampere 24.5.2012. [Motivan www-sivuilla]. [viitattu 25.10.2013]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/5978/Matalaenergiarakentamisen_haasteet_Juha_Vinha.pdf

Vinokurov, Mihail. 2012. Kriteeristö energiatehokkuuden toteutumiseksi kaupungin julkisissa rakennushankkeissa. [viitattu 25.1.2014]. Saatavissa: <http://www.doria.fi/handle/10024/96668>

VTT. 2009. Matalaenergiarakentamisen tulevaisuuden näkymät. [viitattu 25.7.2013].

VTT. 2010. Matalaenergiarakentaminen. Kuntien 5. Ilmastokonferenssi, Tampere 5.5.2010. [Suomen Kuntaliiton verkkopalvelun www-sivuilla]. [Päivitetty 2010]. [viitattu 25.7.2013]. Saatavissa: http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tapahtumat/aineisto/2010/viides-ilmastokonferenssi/Documents/1_Holopainen.pdf

Winistorfer, Paul. 2005. Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions Related to the Use, Maintenance and Disposal of a Residential Structure. [CORRIM www-sivuilla]. [viitattu 5.5.2012]. Saatavissa: <http://www.corrim.org/pubs/reports/2005/swst/128.pdf>

Ympäristöministeriö. 2007. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. [Finlex www-sivuilla]. [Annettu 19.6.2007]. [viitattu 10.2.2013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.p>

Liite I: Mielpidekysely

Mielpidekysely liittyen Myllymäen päiväkotihankkeessa käytettävään energiatehokkuuskriteeristöön

Kriteeristön ajankohtaisuus

1. Mitä tahoa edustat?

- Tilakeskus
- Hankintapalvelut
- Kehittämissyksikkö
- Kasvatustoimi
- Suunnittelija
- Muu, mikä?

2. Mitä mieltä olet elinkaarihokkuusajattelusta julkisissa rakennushankkeissa?

Arvioi asteikolla 1 - 5 (1 - ei ole hyötyä, 3 - jossain määrin hyötyä, 5 - hyvin hyödyllinen)

1 2 3 4 5

3. Tarvitaanko mielestäsi kriteeristön kaltaisia apuvälineitä edistämään julkisten rakennushankkeiden kustannus- ja energiatehokkuutta?

Arvioi asteikolla 1 - 5 (1 - ei tarvita, 5 - merkittävä tarve)

1 2 3 4 5

4. Mikä rakennuksen elinkaaren vaihe on mielestäsi tärkein elinkaarikustannus- ja energiatehokkuuden toteutumisen kannalta? (Valitse yksi)

- Suunnitteluvaihe
- Toteutusvaihe
- Käyttövaihe

Kriteeristön toimivuus

5. Onko kriteeristön rakenne (jaottelu, muoto, jne.) mielestäsi toimiva?

Arvioi asteikolla 1 - 5 (1 - huonosti toimiva, 3 - ei suurempia ongelmia, 5 - erittäin hyvin toimiva)

1 2 3 4 5

Liite I, 2

6. Mitä mieltä olet kriteeristön yksiselitteisyydestä?

Arvioi asteikolla 1 - 5 (1 - merkittäviä ongelmia, 3 - osittain ongelmia, 5 - erittäin yksiselitteinen)
yksiselitteinen) 1 2 3 4 5

7. Aiheuttaako mielestäsi kriteeristön soveltaminen julkisen rakennushankinnan yhteydessä lisätöitä?

Arvioi asteikolla 1 - 5 (1 - merkittävästi lisätöitä, 3 - hieman lisätöitä, 5 - ei lisätöitä) 1 2 3 4 5

8.

Onko mielestäsi kriteeristön soveltamisesta aiheutuvasta lisätyöstä hyötyä hankkeen kannalta?

Arvioi asteikolla 1 - 5 (1 - enemmän haittaa kuin hyötyä, 3 - ei haittaa, mutta ei juuri hyötyäkään, 5 - merkittävästi hyötyä) 1 2 3 4 5

Kriteeristön kehittämistarve

9. Mitkä kriteeristön osa-alueet ovat mielestäsi erityisen tärkeitä elinkaari- ja energiatehokkuustavoitteiden toteutumisen kannalta?

Järjestele eri osa-alueet tärkeysjärjestykseen painamalla valitsemasi osa-alueen kuvaketta oikeassa sarakkeessa ja siirtämällä tämä vasempaan sarakkeeseen mielesesi järjestyksen mukaisesti (1 - tärkein, 9 - vähiten tärkeä)

| | | |
|---|--------------------------|--|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Yleiset näkökohdat (Suunnitteluperiaatteet, jne.) |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Rakennuksen sijoittaminen ja lähialueet |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Rakenteet |
| 4 | <input type="checkbox"/> | Lämmitys |
| 5 | <input type="checkbox"/> | Sähkönkulutus |
| 6 | <input type="checkbox"/> | Vedenkulutus |

Liite I, 3

| | |
|---|------------------------------|
| 7 | Jätehuolto |
| 8 | Sisäilmaston laatutekijät |
| 9 | Mallinnuksien toteutus |
| | Resetoi kuvat |

10. Olisiko mielestäsi tarvetta lisätä joitakin muita osa-alueita kriteeristöön, sen toimivuuden parantamiseksi? Voit esittää ehdotuksia lisättävistä osa-alueista.

11. Mitkä kriteeristön osa-alueet ovat mielestäsi erityisen hyvin onnistuneita?

Valitse 3 osa-aluetta, jotka mielestäsi täyttävät kriteeristön tavoitteita parhaiten. Paina valitsemasi osa-alueen kuvaketta (sarake oikealla) ja siirrä tämä vasemmalla olevaan sarakkeeseen.

| | |
|---|---|
| 1 | Yleiset näkökohdat (Suunnitteluperiaat- teet, jne.) |
| 2 | Rakennuksen sijoittaminen ja lähialueet |
| 3 | Rakenteet |
| | Lämmitys |
| | Sähkönkulutus |
| | Vedenkulutus |

Liite I, 4

Jätehuolto

Sisäilmaston
laatutekijät

Mallinnuksien
toteutus

Resetoi kuvat

12. Mikä kriteeristön osa-alueet tarvitsevat mielestäsi eniten jatkokehittämistä?

Valitse 3 osa-aluetta, jotka mielestäsi tarvitsevat eniten jatkokehittämistä, jotta pystyisivät täyttämään kriteeristön tavoitteita. Paina valitsemasi osa-alueen kuvaketta (sarake oikealla) ja siirrä tämä vasemmalla olevaan sarakkeeseen.

1

2

3

Yleiset näkökohdat
(Suunnitteluperiaat-
teet, jne.)

Rakennuksen
sijoittaminen
ja lähialueet

Rakenteet

Lämmitys

Sähkönkulutus

Vedenkulutus

Jätehuolto

Sisäilmaston
laatutekijät

Mallinnuksien
toteutus

Resetoi kuvat

Liite I, 5

13. Onko mielestäsi kriteeristön käyttöä syytä jatkaa Lappeenrannan kaupungin julkisissa rakennushankkeissa?

- Kyllä
- Ei

14. Tässä voit vapaasti kertoa, kuinka kriteeristöä tulisi mielestäsi kehittää (sisältö, rakenne, selkeys, yksiselitteisyys, jne.), jotta tämä täyttäisi sille asetetut tavoitteet.




ISBN 978-952-265-616-2 (PDF)

ISSN-L 2243-3376

ISSN 2243-3376

Lappeenranta 2014


LUT
Lappeenranta
University of Technology