

Emma Suokas

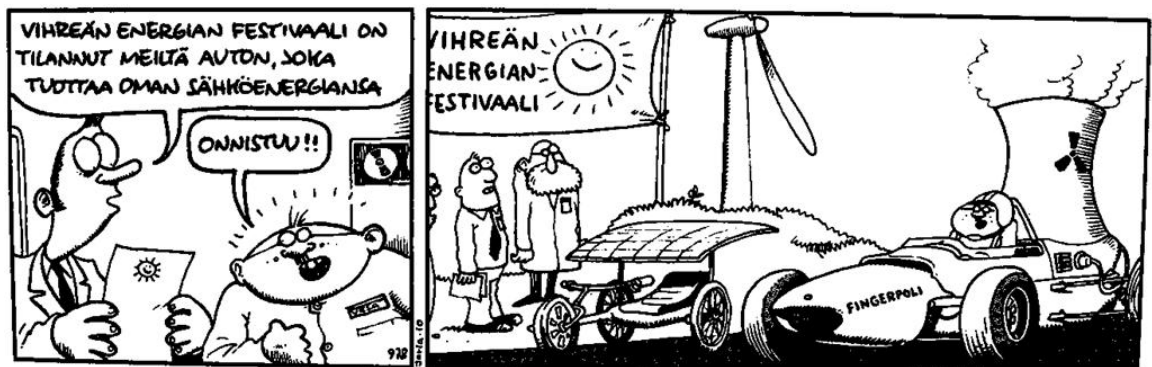
Hiilivapaan kerrostaloalueen hankesuunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri AMK
Rakennustekniikka
Opinnäytetyö
1.4.2011

ALKULAUSE

Tämä insinööri työ on tehty NCC Rakennus Oy:n toimeksiannosta. Haluan kiittää projektissa mukana olleita työn ohjaajia Iikka Leskelää NCC Rakennus Oy:ltä ja lehtori Eric Pollockia Metropolia Ammattikorkeakoulusta sekä haastattelemani henkilöitä NCC:ltä, Optiplanilta, Espoon kaupungilta, Fortumilta ja Kuopion Opiskelija-asunnot Oy:ltä. Iso kiitos myös kotiväelle tuesta!

Vaikka yksi insinööri työ ei pelasta maailmaa, toivottavasti energiatehokkaampi rakentamisen tulevaisuus ei kuitenkaan näytä tältä:



(Kuva: Jarla, Pertti. *Fingerpöri 4*. Porvoo. Arktinen Banaani. 2011.)

Helsingissä 1.4.2011

Emma Suokas

Tekijä Otsikko	Emma Suokas Hiilivapaan kerrostaloalueen hankesuunnittelu
Sivumäärä Aika	70 sivua + 2 liitettä 1.4.2011
Tutkinto	Insinööri AMK
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaajat	Rakennuspäällikkö Iikka Leskelä NCC Lehtori Eric Pollock
<p>Energiämääräysten kiristyminen luo rakentamiselle tulevaisuudessa uusia haasteita. EU pyrkii vähentämään energiankulutustaan 20 % vuoden 1990 tasosta ja Suomi on asettanut tavoitteeksi juhluvuoden 2017. Tämä tarkoittaa, että uusilta rakennuksilta vaaditaan tulevaisuudessa nollaenergiatasoa eli niiden tulee tuottaa yhtä paljon energiaa kuin ne kuluttavat. Myös kunnat ovat lähteneet tavoittelemaan hiilivapaita alueita. Nollaenergiatasolle pääseminen vaatii rakennuksiin entistä energiatehokkaampia ratkaisuja sekä uusiutuvan energiatuotannon huomioon ottamista.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka NCC:ssä käytetty hankeprosessi soveltuu hiilivapaan hankkeen ja nollaenergiahankkeen läpivientiin ja missä mittakaavassa nollaenergiataso on mahdollinen.</p> <p>Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuuslähteitä, Internetiä ja haastatteluita sekä tehtiin vierailu valmistuneeseen nollaenergiakohteeseen. Tutkimuksen tuloksena luotiin 3-vaiheinen toimintamalli hiilivapaille aluehankkeille ja nollaenergiarakennushankkeille. Toimintamallissa keskityttiin kaavoituksen, hankekehityksen ja suunnittelun vaikutukseen sekä nostettiin esille jokaisen vaiheen pääkohdat näissä hankkeissa. Hiilivapaata aluehanketta testattiin teoriassa uudelle asemakaavoittamattomalle Finnoon asuinalueelle, jolle Espoon kaupunki on asettanut hiilivapaan tavoitteen. Testauksessa tutkittiin alueen mahdollista energiankulutusta ja sen jakautumista.</p> <p>Testaus osoitti, että hiilivapaan alueen rakentaminen on vielä mahdotonta, mutta yhden nollaenergiarakennuksen ei. Oleellista olisikin määritellä, mitä hiilivapaa-alue tulee tulevaisuudessa sisältämään. Nollaenergiahankkeessa selvitystyön määrä kasvaa, asiantuntijayhteistyötä tarvitaan enemmän ja kaavoituksen painoarvo lisääntyy. Haasteita tulee myös tuotetun energian myymisen ja varastoimisen suhteen. Rakennusliikkeelle oleellista olisikin päästä mukaan uusien alueiden kaavoitusvaiheeseen, jolloin luotaisiin edellytyksiä rakentaa kokonaisia alueita hiilivapaaseen tasoon. Nollaenergia tulee vaatimaan laajempaa yhteistyötä eri alojen asiantuntijoiden kanssa sekä tuotekehityksen lisäämistä. Rakennusliikkeen tulisikin pyrkiä mukaan tähän kehitykseen.</p>	
Avainsanat	Nollaenergia, hiilivapaa, hankekehitys, kaavoitus.

Author Title	Emma Suokas Designing Process of a Zero-Carbon Housing Area
Number of Pages Date	70 pages + 2 appendices 1 April 2011
Degree	Bachelor of Civil Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructors	Ilkka Leskelä, Construction Manager, NCC Eric Pollock, Lecturer
<p>The new energy regulations laid out by the EU are setting a new challenge for the construction industry. The EU has set the goal of lowering its energy consumption of 1990 by 20 per cent by the year 2020. Because of the anniversary year in 2017, Finland is aiming to lower the energy consumption by then. This means that we are planning to build zero-carbon buildings, which means that they consume as much energy as they produce. Also the cities are setting up new carbon free goals for new living areas. All this means more energy efficiency in buildings and creating possibilities to use renewable energy. The idea of this thesis was to examine the NCC Constructions project design process and find out how it would fit to a zero-carbon or carbon free project. It was also important to find out to what extent we could build zero-carbon areas.</p> <p>Literature, Internet and interviews were used as research methods in this thesis. Also a visit was paid to a recently built zero-carbon block of flats. As a result a three-phase project method was created. It consists of the main topics of town planning, project management and designing. Using as an example the new living area Finnoo, was examined the magnitude of a possible carbon free area. Finnoo's possible energy consumption was calculated and different ways to produce the needed energy were examined.</p> <p>The example showed that building a carbon free area is impossible at the moment, but building a zero-carbon block of flats is possible. The main problem is that there is no definition for a carbon free area. In a zero-carbon construction project the amount of research grows, more co-operation between specialists is needed and the importance of town planning expands. Also the problem of selling produced energy back to the distribution network and the problem of storing energy has to be recognized. In the mean time it would be crucial for construction companies to be involved in zero-carbon projects for block of flats. It is the only way to get ready to build entire carbon free areas. Active co-operation with specialists has to be increased and all these aspects have to be recognized, because we have, metaphorically, a train to catch.</p>	
Keywords	Zero-carbon, carbon free, project management, town planning.

Sisällys

Alkulause

Tiivistelmä

Abstract

alkulause	2
1 Johdanto	1
1.1 Tausta	1
1.2 Tavoitteet	2
1.3 Rajaus	3
2 Nollaenergiakerrostalon hankesuunnittelu	3
2.1 Energiamääräysten muutokset	3
2.1.1 Energiaselvitys	6
2.2 Nollaenergiatalon ja hiilivapaan alueen määrittäminen	10
2.3 Kaavoitus	14
2.4 Hankekehitys	18
2.5 Toteutunut hanke: Kuopion nollaenergiatalo	20
2.6 Yhteenveto	26
3 Hankesuunnittelu NCC Rakennus Oy:ssä	27
3.1 Alue - Kaavoitus	29
3.2 Hanke - Hankekehitys	33
3.3 Hanke - Suunnittelu	38
3.4 Kiinteistöjohtaminen	40
3.5 Haastattelut	41
3.5.1 Kaavoitus	41
3.5.2 Energiayhtiön näkökulma	42
3.5.3 Minkä kokoinen hanke on kannattava?	43
3.6 Yhteenveto	45
4 Testaus	46
4.1 Finnoon alueen esittely	46

4.1.1	Kaavoitusilanne	48
4.2	Finnoon alueen ja rakennusten energiankulutus	49
4.2.1	Rakennusten energiankulutus	50
4.2.2	Sähköautojen energiankulutus	55
4.2.3	Yhdyskuntarakenteen energiankulutus	56
4.2.4	Kulutusten jakautuminen sektoreittain	57
4.3	Energiamuodon valinta	58
4.4	Testauksen yhteenveto	62
5	Työn tulos	63
5.1	Jatkotutkimukset	65
	Viitteet ja haastattelut	68

Liitteet:

Liite 1. Ote Espoon eteläosien yleiskaavasta

Liite 2. Energianlaskentatyökalu Excel

1 Johdanto

1.1 Tausta

Opinnäytetyö tehdään NCC Rakennus Oy:lle. Työ liittyy NCC:n Green Living -kehitysohjelmaan, joka tähtää energiatehokkaiden rakennusten rakentamiseen. Kehitysohjelman kautta syntyy uusia energiansäästöratkaisuja erityisesti uusien asuintalojen käytönaikaiseen energiankulutukseen.

Suomi on sitoutunut lisäämään uusiutuvan energian määrää ja parantamaan energiatehokkuuttaan osana EU:n energiansäästöstrategiaa. Vuoteen 2020 mennessä on tarkoitus siirtyä melkein kokonaan nollaenergiataloihin, mikä tarkoittaa, että rakennukset tuottavat saman verran energiaa kuin kuluttavat. Uudistukset, koskien erityisesti uudisrakennusten energiatehokkuutta, ovat osittain jo astuneet voimaan ja niihin siirrytään tulevaisuudessa vähitellen. [11.]

Energiatehokkuusajattelun tulisi olla osana rakennusprosessia jo kaavoitusvaiheessa ennen hankkeen todellista aloitusta. Kaavoituksen tulisi olla vuorovaikutuksellinen prosessi viranomaisten ja yksilöiden välillä. Käytännössä yksilön osallistuminen kaavoitukseen ja siihen vaikuttaminen on melko vähäistä eli tarkoittaa pääasiassa äänestämistä kunnallisvaaleissa. Kuntien ja rakennusliikkeiden välinen yhteistyö kaavoituksessa on myös rajoittunutta. Tämän lisääminen voisi olla mahdollisuus ja ratkaisu energiatehokkaampien ja asukasystävällisten asuin ympäristöjen rakentamiseen. [16, s. 9 - 16.]

Kunnat ovat käynnistämässä energiatehokkuutta huomioon ottavia aluehankkeita. Espoon kaupunki on laatimassa osayleiskaavaa uudelle Finnoon alueelle. Alueesta on tarkoitus nousta uusi energiatehokas asuinalue, jossa rakennusten energiankäyttöön kiinnitetään huomiota samalla, kun pyritään löytämään vaihtoehtoisia tapoja tuottaa alueen tarvitsemaa energiaa. Hankeen kaavoitusvaihe on vielä kesken ja rakennusliikkeet, kuten NCC, ovat kiinnostuneita alueen kehittämisestä. [23.]

Entistä energiatehokkaampien rakennusten rakentaminen luo rakennusliikkeelle uusia haasteita. Rakennushankkeiden toteutukseen täytyy kehittää uusia toimintatapoja, jotta kehityksessä pysytään mukana ja kilpailukyky säilyy. Muutoksia tulee niin rakennusten rakenteisiin kuin tekniikkaan, mutta ensin täytyy luoda toimintamalli, joka vastaa uusiin haasteisiin ja ehkäisee mahdollisten virheiden syntymisen.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön lähtökohtana on NCC Rakennus Oy:n hankeprosessin tutkiminen. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka NCC:llä käytetty hankeprosessi soveltuu mahdollisiin nollaenergiaprojekteihin ja hiilivapaisiin projekteihin. Samalla selvitetään, missä laajuudessa nämä projektit voisivat olla mahdollisia, mihin projektien vaiheisiin tulisi kiinnittää erityistä huomiota ja millaisilla muutoksilla voitaisiin päästä haluttuihin lopputuloksiin.

Yhtä vakiintunutta määritelmää käsitteille hiilivapaa ja nollaenergia, ei ole vielä muodostunut. Määritelmien selkeyttämiseksi tässä tutkimuksessa käsiteltä nollaenergia käytetään, kun tarkoitetaan rakennusta tai rakennuksia ja käsiteltä hiilivapaa, kun puhutaan kokonaisista alueista. Nollaenergia on helpompi käsitellä yhtenä energiaa kuluttavana ja tuottavana kokonaisuutena. Hiilivapaa on käsitteenä laajempi ja saattaa sisältää useita eri energiaa tarvitseviä ja käytettäviä kokonaisuuksia, rakennusten lisäksi esimerkiksi liikenne ja yhdyskuntatekniikka voivat kuulua siihen.

Työn tarkoituksena on tutkia yleiskaavatasolla olevaa Finnoon asuinalueita ja sen rakennusten energiatarpeita. Finnoon alue toimii tutkimuksessa esimerkkikohteena, josta saatuja tuloksia voidaan soveltaa tuleviin projekteihin. Tavoitteena on myös haastatella Finnoon alueen kehittämisessä mukana olevia tahoja, esitellä jo toteutunut nollaenergiatalo sekä selvittää kaavoituksen merkitystä tulevissa nollaenergiaprojekteissa ja hiilivapaisissa projekteissa.

Tutkimuksen Finnoon alueeseen liittyvä lähtötilanne on, että alueen asemakaavoitusta ei ole vielä tehty ja alueen suunnittelussa tähdätään hiilineutraaliin tasoon. Tutkimuksen kautta pyritään selvittämään, millaisia energiantuotantomahdollisuuksia

tällä alueella on, millaisina yksikköinä alueen rakennuskantaa pitäisi tutkia ja onko hiilivapaa-alue edes realistinen.

1.3 Rajaus

Opinnäytetyön tuloksia voidaan soveltaa tuleviin energiatehokkaisiin hankkeisiin, kuten hiilivapaisiin hankkeisiin. Saatavia tuloksia ei ole rajattu koskemaan yhtä hanketta, vaan ne on tarkoitettu työkaluiksi tulevia hankkeita varten. Tutkimuksessa ei ole tarkoitus ottaa kantaa rakenneteknisiin ratkaisuihin tai esittää yhtä oikeaa ratkaisua nollaenergiatasoon pääsemiseksi. Myös laskelmat ja esitetyt energiantuotantotavat on yksinkertaistettu niin, että niistä pystytään suoraan näkemään, minkälaisista suuruusluokista puhutaan.

Näkökulma tutkimuksessa on NCC Rakennus Oy:n hankekehityksessä. Tutkimuksessa otetaan pääosin kantaa vain hankekehitystä edeltävään ja sitä seuraavaan vaiheeseen. Tutkimus rajataan koskemaan vapaarahoitteista NCC:n omaa uudisrakentamista, näkökulmana ovat asuinkerrostalot ja kerrostaloalueet.

2 Nollaenergiakerrostalon hankesuunnittelu

2.1 Energiamääräysten muutokset

Ympäristöministeriö on asettanut tavoitteeksi kiristää energiamääräyksiä vuoteen 2020 mennessä puolella vuoden 1990 tasosta. Seuraavan kerran määräyksiä kiristetään vuonna 2012, jolloin energiatodistukset muuttavat muotoaan ja määräyksiä kiristetään noin 20 % vuoden 1990 tasosta. Tämä tarkoittaa rakentamismääräyskokoelman uudistamista ja yhdistämistä. Yksityiskohtaiset energiatehokkuuden määräykset ja ohjeet sekä niihin liittyvät määrittelyt ja laskentaohjeet on esitelty rakentamismääräyskokoelman osissa C3, C4, D2, D3 ja D5. [2; 4, s. 22.]

Näiden muutosten avulla ympäristöministeriö tavoittelee kokonaisenergiakulutuksen huomioon ottavia säännöksiä primäärienergiakulutuksessa ja päästöissä energiamuodon valinnan vaikutuksen huomioimista. Primäärienergialla tarkoitetaan jalostamatonta luonnosta saatua energiaa esimerkiksi tuulta, auringon säteilyä, hiiltä ja öljyä. Primäärienergiasta jalostettua energiaa, kuten sähköä ja kaukolämpöä, kutsutaan sekundaarienergiaksi. [2; 14, s. 12.]

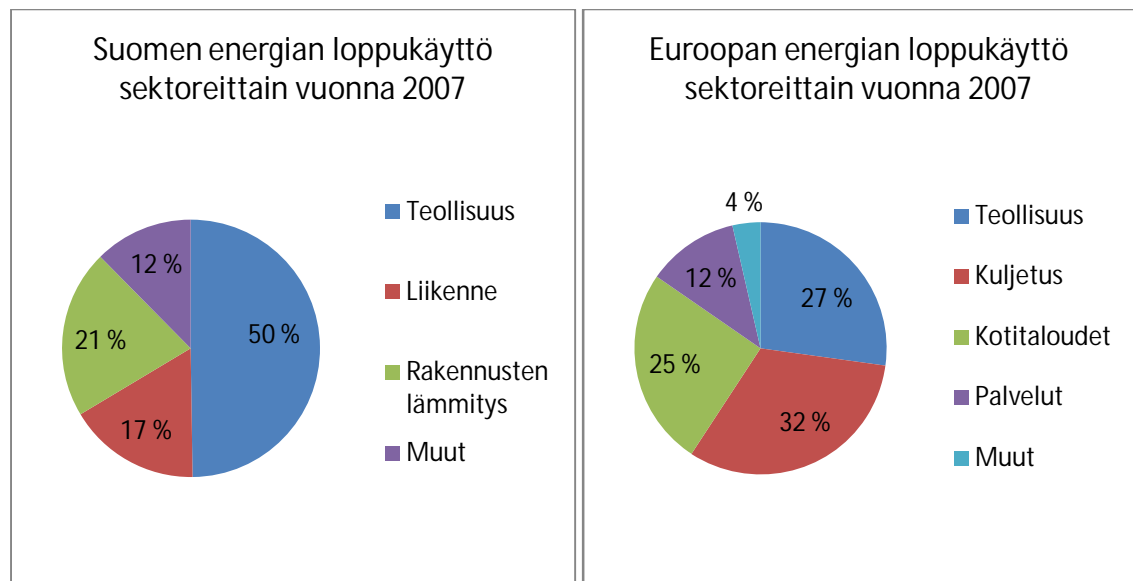
Säännöksiä kiristetään, mutta samalla on tarkoitus säilyttää energiatehokkaan rakennuksen laatutason reunaehdot, muun muassa tasauslaskelma, joka tarkoittaa lämpöhäviöiden tasaamista koko rakennukselle yhden rakenteen sijaan. Suomen energianormien muutosaikataulu on esitetty taulukossa 1. [2.]

Taulukko 1. Suomi on asettanut tavoitteet energianormien kiristämiseksi vuoteen 2020 mennessä vuoden 1990 lukemista. Juhlavuonna 2017 Suomi haluaisi olla Euroopan esimerkkimaa rakennusten energiakulutuksessa [24].

Suomen energianormien aikataulu	
Vuosi	Tavoite
2009	Energiatodistus
2010	Energiatehokkuusmääräykset -30 %
2012	Energiatodistus päästölähtöiseksi Energiatehokkuusmääräykset -20 %
2015	Passiivienergiataso?
2017	Suomi 100 vuotta, kiristykset sähkön käyttöön?
2020	Nolla- ja plusenergiatalo?

Näiden muutosten takana on EU:n asettama tavoite vähentää päästöjä 20 % vuoden 2020 loppuun mennessä. Näillä muutoksilla toivotaan olevan hidastava vaikutus ilmaston keskilämpötilan nousuun, jolle on asetettu maksimi tavoitteeksi 2 °C. Rakennusten energiankulutus vastaa noin 40 % koko Euroopan ja Suomen energiankulutuksesta. Keskittyminen rakennusten energiatehokkuuteen on kustannustehokkain tapa säästää energiaa. [14, s. 10 - 11; 24.]

Tilastokeskus on tilastoinut energian loppukäyttöä ja jakanut loppukäyttäjät sektoreihin teollisuus, liikenne, rakennusten lämmitys ja muut. Kuviossa 1 on nähtävissä, että näillä sektoreilla laskettuna rakennusten osuus on vain 21 % energian loppukäytön kulutuksesta, mutta voidaan arvioida, että muut-osio sisältää muun muassa rakennusten sähkön kulutuksen. Tällöin arvio siitä, että rakennusten osuus olisi 40 %, vaikuttaisi realistiselta. Myös koko Eurooppaa tarkasteltaessa voidaan tulla samaan johtopäätökseen. [26; 27.]

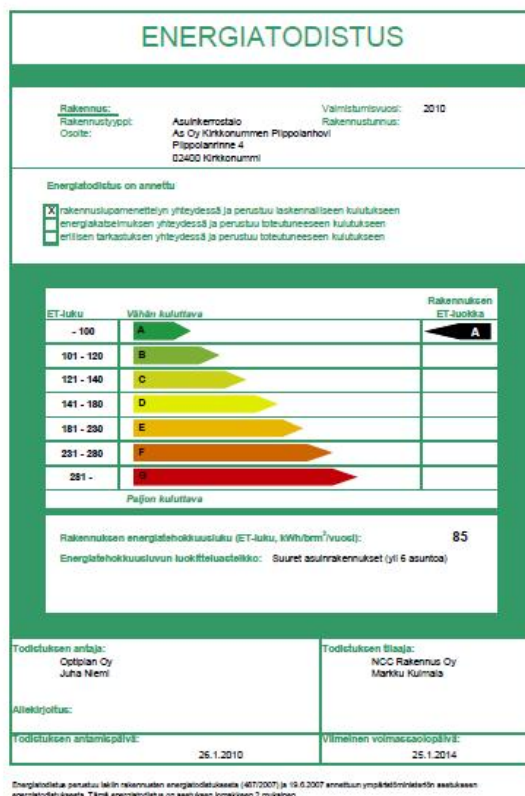


Kuvio 1. Kaavioissa on esitelty Suomen ja Euroopan energian loppukäyttö vuonna 2007. Suomessa suurin osuus on teollisuudella ja koko Euroopan tasolla kuljetuksiin menee suurin osa energiankulutuksesta. Kuitenkin koko Euroopan tasollakin kotitalouksien osuus energiankulutuksesta on huomattava. [26; 27, s. 49.]

Energiamääräysten kiristymisen myötä painopiste rakennusten suunnittelussa siirtyy kokonaisuuden ja hyvän suorituskyvyn suunnitteluun. Suunnittelussa siirrytään käyttämään laskennallisista arvoista toteutuneita ja käytön kautta havaittuja kulutusarvoja. Kokonaisenergiatarkastelu tuo myös lisää vapauksia toteuttaa rakennus kustannustehokkaasti sekä luo mahdollisuuksia uusille innovatiivisille ratkaisuille. Tämän myötä myös kilpailu energiatehokkaiden ratkaisujen välillä lisääntyy samalla, kun toteuttamiseen tarvittavan osaamisen on kehityttävä. Uusiutuvien energialähteiden huomioon ottaminen tulee osaksi toteutusta. Tosin on hyvin vaikea arvioida, kuinka nopeasti esimerkiksi tuotekehitys ja teollisuus ottavat tämän uuden haasteen vastaan. [2.]

2.1.1 Energiaselvitys

Rakennuslupaa haettaessa on uudesta rakennuksesta esitettävä energiaselvitys ja sen yhteydessä energiatodistus, joista ilmenee muun muassa rakennuksen arvioitu energiankulutus vuodessa. Tässä tutkimuksessa käytetään apuna As Oy Kirkkonummen Piippolanhoiviin tehtyä energiaselvitystä, koska kyseessä on NCC:n ainoa meneillään oleva passiivikohde ja rakennuksessa on haettu passiivitalolle tyypillisiä ratkaisuja. Energiatodistuksesta on säädetty laki rakennuksen energiatodistuksesta. Uusien energiamääräysten myötä energiatodistus tulee vuonna 2012 muuttumaan. [2; 17.]



Kuvio 2. As Oy Kirkkonummen Piippolanhoivin energiatodistus. Rakennus on luokiteltu ET-luvun mukaan A-energialuokkaan ja on luokitukseltaan passiivikerrostalo [6.]

Tällä hetkellä rakennuksen energiaselvitys pitää sisällään laskelmat rakennuksen energiankulutuksesta, lämpöhäviöiden määräystenmukaisuuden osoittamisesta, ilmanvaihtojärjestelmän ominaistehosta ja rakennuksen lämmitystekhosta sekä tarvittaessa arvion kesäajan huonelämpötilasta ja jäädytystehosta. Energiaselvityksessä ei oteta vielä huomioon energiantuotantotapaa. Määräysten

kiristyessä energiaselvityksessä otetaan huomioon myös rakennuksen tiiveys, energiantuotantotapa ja asukassähkö. [14, s. 48 - 49.]

Ympäristöministeriön energiatodistuksissa käytetty energiatehokkuusluku (ET-luku) korvattaneen lähivuosina E-luvulla. ET-luku (kWh/brm²/a) huomioi lämmönkulutuksen, kiinteistösähkön sekä pientaloissa käyttösähkön jaettuna bruttoneliöllä. ET-luvun laskeminen on esitetty kaavassa 1. [2.]

$$ET - luku = \frac{\text{rakennuksen vuotuinen kokonaisenergia}}{(\text{brm}^2 - \text{kylmien tilojen m}^2)}$$

(1)

Vuotuinen energiamäärä kaavassa 1 lasketaan rakennuksen tarvitseman vuotuisen lämpö- ja jäähdytysenergiämäärän sekä kiinteistösähkön tai pientaloissa taloussähkön vakioidun kulutuksen summana [4, s. 31 - 33].

Energiaselvityksessä kiinteistösähkö pitää sisällään esimerkiksi seuraavien laitteiden ja tilakokonaisuuksien sähkön kulutuksen:

- lämmitysverkoston pumppu
- LKV -kierron pumppu
- IV-verkoston pumpput
- IV-patteripumpput
- ilmanvaihdon puhaltimet
- automatiikkalaitteet
- kiinteistösauna
- talopesula
- hissit
- autopaikat
- kiinteistösähköön kuuluva sisävalaistus
- pihavalistus.

Näillä kiinteistösähköön sisällytettävillä sähkönkulutuksilla voidaan saada aikaiseksi hyvinkin vaihtelevia arvoja. Energiatodistusta laadittaessa kerrostaloissa ei vielä oteta huomioon asukkaan käyttämää energiaa. Tässä tutkimuksessa käsitellään kuitenkin

koko Finnoon alueen käyttämää energiamäärää, jolloin myös käyttö sähkö eli asukkaiden oma sähkönkulutus arvioidaan. [6.]

Otetaan esimerkiksi rakennus, jossa ei ole talosaunaa vaan huoneistokohtaiset saunat. Huoneistokohtaisen saunan energiankulutus kuuluu asukkaan omaan sähkönkulutukseen. Näin ollen kohteissa, joissa ei ole talosaunaa on saunojen energiankulutus voitu jättää kokonaan pois energiaselvityksen laskuista, jolloin kiinteistösähkön osuus on pienentynyt. Tulee kuitenkin huomata, että esimerkiksi talosaunan rakentamista suositellaan kaikkiin kiinteistöihin. Talosauna lasketaan kiinteistön yhteistiloihin ja samalla myös vapaa-ajan tiloihin. Kiinteistöön, jossa on vähintään 20 asuntoa, suositellaan rakennettavaksi vapaa-ajan tiloja. Tämä tarkoittaa samalla, että jokaista 20 saunatonta asuntoa kohden tulisi rakentaa saunaosasto. Näillä pienillä muutoksilla on voitu saada aikaiseksi merkittäviä muutoksia rakennuksen energiatehokkuuslukuun ja samalla sen energialuokkaan. [7.]

Energiatodistukseen halutaan tulevaisuudessa lisätä myös laitesähkön osuus, jota tähän mennessä ei ole huomioitu kuin mahdollisina lämpökuormina. Näiden taloudellista ja energiankulutuksellista merkitystä ei ole otettu huomioon [2].

E-luku on Euroopan Unionin määrittämä energiatehokkuutta kuvaava arvo, joka on netto-ostoenergian kulutus painotettuna energiakertoimilla. E-luku kertoo rakennusten kokonaisenergiakulutuksen. Yksikkö on kWh/m²/vuosi, jossa pinta-ala on rakennusten seinien sisäpintojen rajaama alue eli nettopinta-ala. Puolilämpimien tilojen energiakulutus otetaan huomioon, mutta ei niiden pinta-alaa. E-luku lasketaan käyttötarkoituksen mukaan. Jos rakennuksella on useita käyttötarkoituksia, esimerkiksi asuintiloja ja toimistotiloja, se jaetaan osiin. [2.]

ET-luku ja E-luku eivät ole vertailukelpoisia, koska E-luku lasketaan standardiarvoilla, jotka voivat olla poikkeavia suunnitteluarvoista ja laskutoimituksen jakajana toimii nettoala toisin kuin ET-luvulla. Vaikka energiatodistusten ET-luvut tullaan muuttamaan E-luvuiksi, tässä tutkimuksessa käytetään vielä ET-lukuja. Taulukoissa 2 ja 3 on esitelty laskuesimerkkejä, joissa on verrattu E- ja ET-luvun eroja. E-luvun laskentamenetelmä ja käyttöönotto varmistuvat vuoden 2011 aikana. [2.]

Taulukko 2. ET-luvun ja E-luvun laskennallinen ero. E-luvun laskemisessa on otettu huomioon lämpöenergiaa laskettaessa ilmanvaihdon sähköinen jälkilämmitys ja märkätiloissa sähköinen mukavuuslämmitys, joka on pienentänyt lämpöenergian osuutta ja toisaalta kasvattanut sähköenergian osuutta. Myös asukassähkö on otettu E-luvussa huomioon. [2].

	ET-luku kWh/brm ² ,vuosi	E-luku kWh/m ² ,vuosi
Lämpöenergia	77,0	$63,1 * 0,7 = 44,2$ (ilmanvaihdossa sähköinen jälkilämmitys, märkätiloissa sähköinen mukavuuslämmitys)
Sähköenergia • kiinteistösähkö • asukassähkö	21,4 - -	$30,4 * 2 = 60,8$ (ilmanvaihdossa sähköinen jälkilämmitys, märkätiloissa sähköinen mukavuuslämmitys) $30,7 * 2 = 61,3$ (asukkaiden valaistus- ja laitesähkö)
Yhteensä	99	166

Taulukko 3. ET-luvun ja E-luvun laskennallinen ero. E-luvun lämpöenergia on pienempi kuin ET-luvun, koska tässä esimerkissä ilmanvaihdon ja märkätilojen lämmitys on vesikiertoinen. Tämä ei lisää laskennallista sähkön määrää. [2].

	ET-luku kWh/brm ² ,vuosi	E-luku kWh/m ² ,vuosi
Lämpöenergia	77,0	$84,8 * 0,7 = 59,3$ (ilmanvaihdon ja märkätilojen lämmitys vesikiertoisena)
Sähköenergia • kiinteistösähkö • asukassähkö	21,4 - -	$8,8 * 2 = 17,5$ $30,7 * 2 = 61,3$ (asukkaiden valaistus- ja laitesähkö)
Yhteensä	99	138

E-luvulle on tässä vaiheessa asetettu vaatimuksia kohdetyypeittäin. Asuinkerrostalojen E-luvun tulee olla alle 140 kWh/m²/vuosi, toimistorakennuksen alle 190 kWh/m²/vuosi ja liikerakennuksen alle 270 kWh/m²/vuosi. Kertoimiksi on valittu esimerkiksi sähkölle 2, kaukolämmölle 0,7 ja uusiutuville polttoaineille 0,5. [2.]

Energiamääräysten kiristyminen tarkoittaa myös, että huomiota on kiinnitettävä rakennusten kesäaikaiselle lämpenemiselle sekä rakennusten ilmanpitävyyteen. Yliämpenemistä tulisikin estää rakenteellisin ja passiivisin keinoin sekä öisin tehostetulla ilmanvaihdolla. [2.]

Muutoksia ei tule lämmöneristyksen ja lämpöhäviöiden vertailuarvoihin. Uusiutuvien energialähteiden osuus tilojen ja ilmanvaihdon energiankulutuksesta tulee olla 25 %, mutta tämä ei koske kaukolämpöön liitettyjä rakennuksia. Energiankäytön mittauksissa vaaditaan jatkossa esimerkiksi asuinkerrostaloissa pääsähkön, lämmitysenergian, lämpimän käyttöveden, ilmanvaihtojärjestelmän sähkön ja jäähdytysjärjestelmän sähkön mittaamista. [2.]

Energiaselvitys lasketaan Jyväskylän säätiedoilla, koska tällöin eri paikkakunnilla sijaitsevia rakennuksia pystytään vertailemaan. Tämä tarkoittaa, että Etelä-Suomessa sijaitseva kerrostalo kuluttaa vähemmän ja Sodankylässä sijaitseva rakennus enemmän kuin sama kerrostalo Jyväskylässä. [2.]

2.2 Nollaenergiatalon ja hiilivapaan alueen määrittäminen

Käsitteet nollaenergia, hiilivapaa ja hiilineutraali tarkoittavat ja liittyvät samaan asiaan, energiankulutukseen ja -käyttöön. Kuitenkaan yhtä vakiintunutta käsitettä tai määrittystä ei ole vielä olemassa ja niitä yhdistellään vapaasti. Tutkimuksessa on rajattu käsite nollaenergia koskemaan rakennuksia. Nollaenergiatalo kuuluu osaksi matalaenergiarakennuksia matalaenergia- ja passiivitalon kanssa. Hiilivapaa ja hiilineutraali määrittelevät alueiden energiankulutusta. [4, s. 17.]

Tässä tutkimuksessa nollaenergiatalolla tarkoitetaan kokonaisuutta tai rakennusta, jonka energiatarve on 0 kWh/brm²/vuosi eli rakennus tuottaa energiaa vuoden aikana yhtä paljon kuin se kuluttaa. Esimerkiksi Motiva Oy määrittelee nollaenergiatalon taloksi, joka kuluttaa uusiutumaton energiaa yhtä paljon kuin se tuottaa uusiutuvaa energiaa [8; 9].

RIL 249-2009 Matalaenergiarakentaminen, asuinrakennukset (2009) liittää käsitteen nollaenergiatalo rakennuksen ostoenergian mukaiseen luokitteluun yhdessä plusenergiatalon kanssa. Nollaenergiatalossa tuotetun uusiutuvan sähkön ja lämmön eli talon omaenergian määrä vastaa kiinteistön kokonaisenergian kulutusta, jolloin ostoenergian tarve on 0 kWh/brm²/vuosi. Plusenergiatalo taas tuottaa energiaa yli oman vuosittaisen tarpeen, jolloin kiinteistö voi myydä energiaa. [4, s. 28 - 30.]

Nollaenergiatalossa ei ole otettu huomioon materiaalien tuottamiseen tai kuljetukseen kulunutta energiaa eikä rakentamisessa käytettyä energiaa. Nollaenergiatalolla tarkoitetaan siis valmiin rakennuksen kuluttamaa energiaa esimerkiksi lämmitykseen tai sähköön. Rakennetun alueen energiankulutusta ja nollaenergiatasoa tutkittaessa voidaan ottaa vielä rakennusten lisäksi huomioon muita energiaa käyttäviä kokonaisuuksia kuten liikenne tai katujen valaistus, tämän takia pyritään käyttämään alueista käsitettä hiilivapaa. Kuitenkin hiilivapaan alueen määrittäminen on vielä hankalaa ja mitä se tulee sisältämään, täytyy määritellä hankekohtaisesti.

Verrattuna matalaenergiataloon, jonka tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen nettoenergian tarve on 26-50 kWh/(m²a) ja passiivitaloon, jonka nettoenergian tarve on 25 kWh/(m²a), on nollaenergiatalolle asetettu tavoite haastava, eikä näitä arvoja välttämättä kannata edes pyrkiä saamaan paremmaksi. Haasteeksi nollaenergiatalossa voi nimittäin muodostua sen suuri jäähdytystarve, joka kasvaa, jos rakenteissa pyritään entistä parempiin arvoihin. Tilojen nettoenergian tarpeella tarkoitetaan tilojen lämmitykseen tarvittavaa lämpö määrää, joka ylläpitää tilaan suunnitellut lämpöolot tietyn ajanjakson ajan. [4, s. 24, 28.]

Matalaenergiarakennusten energiatehokkuus perustuu kokonaisvaltaiseen rakennuskonseptiin, jossa pyritään muun muassa arkkitehtuurin ja teknisten valintojen avulla löytämään mahdollisimman optimaalinen energia- ja kustannustehokkuus.

Teknisiä avaintekijöitä ovat rakennuksen vaipan tiiviys, ulkovaipan lämmöneristävyys, kylmäsiltojen poistaminen sekä tehokkaalla lämmön talteenotolla varustettu koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä. Arkkitehtuurisia keinoja ovat rakennuksen muoto, tilan käyttö, ikkunoiden koko ja suuntaaminen, lasituksen laatu ja ominaisuudet, tuuletusikkunat, materiaalivalinnat sekä aurinkosuojaus kuten lipat ja parvekkeet. [4, s. 17 - 18, 51.]

Taulukko 4. Matalaenergia- ja passiivikerrostalojen rakenteiden ja ilmanvaihdon ominaisuuksien ohjeelliset arvot Jyväskylän ilmastotiedoilla. Lopulliset arvot määritellään tapauskohtaisilla energiankulutuslaskelmilla. Vertailutalona on käytetty rakentamismääräyskokoelman vuoden 2010 normitaloa. [4, s. 34.]

Tekninen tekijä	Normitalo, RakMK C3-määräys, 2010	Matalaenergiatalo M-50	Passiivitalo P-25
U-arvot, W/m ² K			
- alapohja maanvastainen	0,16	0,12	0,10
- alapohja ryömintätilaan	0,17	0,10	0,10
- alapohja ulkoilmaan	0,09	0,09	0,08
- ulkoseinä	0,17	0,14	0,12
- yläpohja	0,09	0,08	0,08
- ikkunat	1,0	0,9	0,8
- ovet	1,0	0,6	0,5
Vaipan ilmanvuotoluku N ₅₀ , 1/h	< 2,0	< 0,8	< 0,6
Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde %	> 45	> 65	> 75
Ilmanvaihdon ominais- sähköteho, kW/m ³ /s	< 2,5	< 2,0	< 1,5

Taulukossa 4 on esitelty *RIL 249-2009 Matalaenergiarakentaminen, asuinrakennukset (2009)* tehty kooste kerrostalojen rakenteiden ja ilmanvaihdon ohjeellisista arvoista Jyväskylän ilmastotiedoilla. Taulukossa on esitelty rakentamismääräyskokoelman normitaloon verraten matalaenergia- ja passiivitalon arvoja. Taulukosta on nähtävissä

muun muassa, että rakenteiden U-arvot eli lämmönläpäisykertoimet kiristyvät huomattavasti passiivitaloon tultaessa. Myös lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen tulee olla 30 % parempi kuin normitalossa. [4, s. 34.]

Jos peilataan taulukossa 4 esitettyihin arvoihin nollaenergiataloa, voidaan päätellä, että esimerkiksi ikkunoissa ja ovissa voisi olla vielä mahdollista kiristää arvoja ja myös lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde voisi olla vielä parempi. Kuitenkin nollaenergiatalojen kohdalla tulee pohtia sitä, ovatko rakenteelliset muutokset enää kannattavia. Näkökulmaa tulisikin ehkä muuttaa siihen suuntaan, että tulevat nollaenergiatalot olisivat passiivitaso taloja, joissa olisi paneuduttu enemmän energiantuottamiseen ja sen varastointiin liittyvään tekniikkaan unohtamatta paikan omia lähtökohtia ja laadukasta rakentamista.

Tällä hetkellä Suomessa on rakennettu ja rakenteilla passiivitaloja sekä matalaenergiataloja, mikä viittaa siihen, että tekniikka alkaa olla jo hallussa. Myös Suomen ensimmäinen nollaenergiatalo -pioneerihanke on valmistunut Kuopiossa ja toinen hanke valmistuu kevään 2011 aikana Järvenpäässä. Nollaenergiatalossa on kuitenkin vielä paljon kehittämistä vaativia osa-alueita, kuten energiantuottamiseen liittyvä tekniikka sekä se, pystytäänkö kokonaisia alueita rakentamaan hiilineutraaliin tasoon. [32.]

Nollaenergiatalo sekä energiaa yli oman tarpeen tuottava plusenergiatalo herättävät myös keskustelua siitä, pitäisikö talon tuottama uusiutuva energia saada myytyä sähköverkkoon. Tämä tarkoittaisi siirtymistä perinteisestä keskitetystä energiatuotannosta hajautettuun energiantuotantoon. Käytännössä tämä voisi tarkoittaa asuinalueen omaa energiaverkkoa, jossa hyödynnettäisiin esimerkiksi aurinko-, tuuli- ja vesienergiaa. Finnoon alueella voitaisiin miettiä myös meren suurta kapasiteettia varastoida energiaa ja sen hyödyntämistä alueen energiatarpeisiin.

Niin sanotussa nollaenergiatalossa kantaa pitäisi ottaa myös mahdollisiin sähkön syöttötariffeihin ja niiden tarpeellisuuteen. Valtioneuvosto käsitteli syyskuussa 2010 lakiesitystä uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta eli syöttötariffeista. Työ- ja elinkeinoministeriö uutisoi lakiesitystä siten, että valtio tukisi tuulivoimaan, biokaasuun ja puupolttoaineeseen perustuvaa sähköntuotantoa. Tämä

saattaisi olla uusille asuinalueille, kuten Finnoon alueelle, kannuste tuottaa uusiutuvaa energiaa laajemmassa mittakaavassa, jos tämä olisi teknisesti mahdollinen vaihtoehto. [10.]

2.3 Kaavoitus

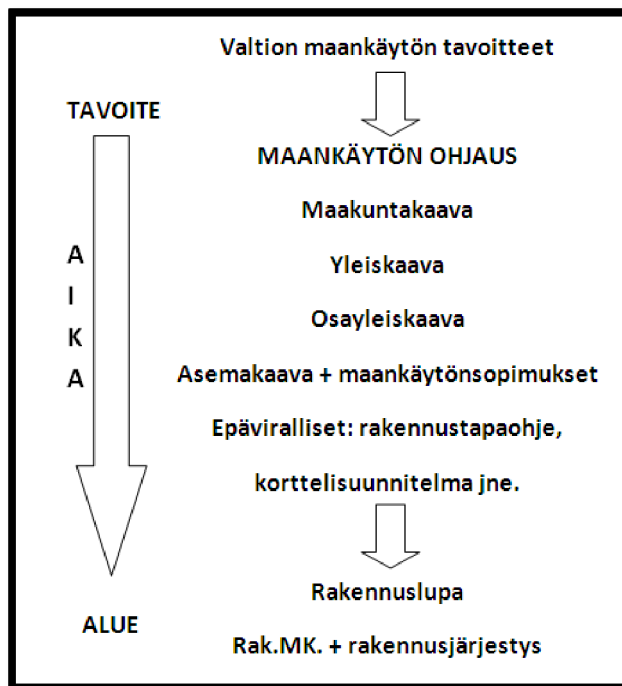
Perustuslaissa on määritelty kansalaisten oikeusturva, jossa on kerrottu muun muassa, mitä kaavavalmisteluun ja päätöksenteon tulee kuntalaisille tarjota. Tähän oikeusturvaan kuuluvat myös vaikuttamismahdollisuudet, joita on täsmennetty maankäyttö- ja rakennuslaissa osallistumista ja vuorovaikutusta koskevilla säännöksillä. Kaavoituksen tulisi siis olla vuorovaikutuksellista kuntalaisten ja kaavoituksen asiantuntijoiden välillä. Tämä tarkoittaa yleensä kuntalaisen mahdollisuutta vaikuttaa kaavoitukseen välillisesti esimerkiksi kunnallisvaaleissa tai välittömästi kaavan valmisteluun. [16, s. 9 - 16.]



Kuvio 3. Espoon kaupungin asemaakaavoituksen käsittelyvaiheet. Päätöksentekoon voi pyrkiä vaikuttamaan kohdissa 1, 3 ja 5 [28].

Ihanne olisikin vuorovaikutuksellinen ja osallistuva kaavoitusprosessi, jossa kaavoittaja saisi käyttöönsä erilaiset asiaan liittyvät mielipiteet, näkökulmat ja vaihtoehdot. Erityisesti energiatehokkuuteen liittyvät haasteet ja innovaatiot vaativat laaja-alaista asiantuntijayhteistyötä sekä kuntalaisten toiveiden kuuntelemista. Kuitenkin kaavoitusprosessia leimaa myös tutkimuksissa todettu kaavoittajien negatiivinen suhtautuminen muihin osallisiin kuten kuntalaisiin tai yrityksiin. On myös tutkittu, että varhainen osallistuminen kaavoitusprosessiin vähentäisi kaavavalituksia, mutta silti kaavoitusprosessi toteutuu usein "Päätä, Julista, Puolusta" -linjalla. [16, s. 201 - 202, 209 - 210.]

Energiatehokkuuden ja uusien energiamuotojen tuominen osaksi uutta asuinalueita on haastavaa ja vaatii useiden eri ammattilaisten yhteistyötä. Finnoon alueen tapauksessa yhdyskuntasuunnittelussa tulisi kuulla sekä mahdollisia alueen rakentajia että energiantuottajia. Tähän selvitystyöhön Espoon kaupunki on lähtemässä kevään 2011 aikana energiayhtiö Fortumin kanssa. Yhteistyöstä on tehty toimijoiden välillä aiesopimus, jonka tarkoituksena on alustavasti tutkia alueen kehittymismahdollisuuksia ja lähtökohtia. [29, s. 1 - 2.]



Kuvio 4. Valtion maankäytön tavoitteet johtavat maankäytön ohjaukseen, joka tunnetaan paremmin käsitteenä kaavoitus. Tavoitteesta oikean alueen syntymiseen ja sen rakentamiseen kuluu määrittelemätön määrä aikaa [33].

Ennen kuin päästään tekemään yhteistyötä aluetasolla eri tahojen kanssa, Espoon kaupungilta muistutetaan, että energiatehokkaiden aluehankkeiden tulisi lähteä myös kaavoitusprosessissa jo valtion maankäytön tavoitteista liikkeelle. Valtion maankäytön tavoitteiden kulkua on kuvattu kuviossa 4. Mitä aikaisemmassa vaiheessa toimitaan ja tehdään asiantuntijoiden kanssa yhteistyötä sitä paremmin tavoitteisiin päästään. Kaupungin näkökulmasta energiatehokkaita tavoitteita tulee asettaa ja niitä asetetaankin, mutta alueen koko ratkaisee lopulta, mihin suuntaan lähdetään. Kaavoituksen tarkoituksena on ohjata rakentajaa energiatehokkaampiin valintoihin, mutta ei kuitenkaan sulkea mitään vaihtoehtoja pois. [33.]

Yhdyskuntasuunnittelu ohjaa energiankulutusta, joka tarkoittaa rakentamisvaiheessa erilaisia investointeja. Vaikuttamismahdollisuudet ovat sitä suuremmat, mitä aikaisemmassa vaiheessa energiataloudellisia suunnitteluvalintoja ja päätöksiä tehdään. Jopa yli puolet tulevista kustannuksista on sidottu, kun yleispiirteinen suunnittelu päättyy. [14, s. 103.]

Esimerkiksi Finnoon alueen energiatehokas aluerakenne koostuu asutuksen, palveluiden, tuotantoalueiden ja vapaa-ajan alueiden sekä niitä yhdistävän liikenneverkon toimivasta kokonaisuudesta. Alueen energiakulutuksen määrittää sen rakenne ja energiahuoltojärjestelmät. Noin puoleen alueen energiankulutuksesta voidaan vaikuttaa yhdyskuntasuunnittelulla ja parhaat edellytykset yhdyskuntasuunnittelulla on vaikuttaa lämmitykseen ja liikenteeseen. [14, s. 103.]

Kaavoituksen avulla voitaisiin ottaa huomioon myös kaupunki-ilmastoa ja korttelirakennetta esimerkiksi ilmavirtausten huomioon ottaminen parantaisi kaupungin ilmasto-olosuhteita. Aurinkoenergian hyödyntäminen onnistuisi tehokkaammin, kun rakennusten suuntaaminen olisi toteutettu tätä ajatellen. Kaavoituksen kautta luotaisiin parhaat mahdolliset edellytykset hyödyntää uusiutuvaa energiaa. Kaavoituksessa ei voida kuitenkaan ottaa kantaa siihen, millainen energiaverkon tulisi olla, jotta siihen pystyttäisiin syöttämään tuotettua energiaa takaisin. Tämä vaatisi jo lakimuutoksen, mutta kaavoitus loisi verkkoon syötettävälle energialle edellytykset valmiiksi. [14, s. 104; 15, s. 10; 28; 29.]

Energia- ja ekologiakäsikirja (2010) listaa ekotehokkaan aluerakenteen periaatteet [14, s. 103 - 104]:

- Tehokas maankäyttö
- Tiivis rakentaminen
- Joukkoliikennejärjestelmien tehokkuus
- Työpaikkojen ja asumisen sekoittaminen
- Suurten kauppakeskusten rakentaminen lähelle asuinalueita
- Energiajärjestelmän valitseminen paikallisista lähtökohdista.

Yhdyskuntarakentamisen yksi suurimmista ongelmista on kaupunki- ja kuntarakenteen hajanaisuus, jonka seurauksena ovat esimerkiksi suuret kustannukset liikkumisen ja liikenteen järjestämisen takia. Huomiota tulisi energiatehokkuuden kannalta kiinnittää rakennuksissa talotyyppiin, rakennusoikeuteen, korkeuteen, muotoon, suuntaukseen ja sijaintiin suhteessa muuhun ympäristöön. Finnoon alueen kaavoittaminen on lähtenyt liikkeelle juuri ajatuksesta tiivistää kuntarakennetta. [25, s. 15; 14, s. 106; 31.]

Teknisessä verkostossa tulisi kiinnittää huomiota verkkorakenteeseen ja sen suhteelliseen pituuteen, tehokkuuslukuun ja kaukolämmön tuotantolaitosten sijaintiin. Myös liikenteen suhteen tulisi huomioida työpaikkojen sijainti, palvelujen saavutettavuus sekä talotyyppien jakautuminen. Viheralueissa tulisi ottaa huomioon niiden laatutaso sekä kenttien ja pihojen määrä. [14, s. 106.]

Asukastakaan ei saisi kaavoituksessa unohtaa. Alueen energiatehokkuus on myös pitkälti kiinni asukkaan kiinnostuksesta ja käyttötottumuksista. Hiilivapaa-alue voi tarkoittaa, että asukkaalta vaaditaan yhä enemmän mielenkiintoa ja muutoksia energian käyttötottumuksiin. Asukas on samalla myös asiakas, jolloin asiakkaan tietoisuuden kasvattaminen lisää myös energiatehokkaiden ratkaisujen tilausta. Kaikkien näiden tekijöiden huomioiminen loisi ikään kuin kaavoitukselle kolmikantaisen yhteistyön yksilön, rakennusliikkeen ja kunnan välillä. [25, s. 15.]

Kaavoituksen vaikutusta onnistuneen energiatehokkaan alueen syntymiseen ei voida aliarvioida. Espoon kaupungilla tehdyn haastattelun perusteella on aistittavissa, että myös kunnissa on lähdetty tekemään asiantuntijayhteistyötä ja pyritty saamaan riittävästi tietoa ennen virallisia päätöksiä. Vaikuttamismahdollisuudet ovat vielä rajalliset ja lopullinen valta on aina kunnalla, mutta myös siellä on huomattu, että informaatiota kaavoituksesta on jaettava eteenpäin. [33.]

2.4 Hankekehitys

Hankekehitys on rakennusliikkeen kannalta rakennushankkeen ensimmäinen vaihe. Siihen sisältyy tarveselvitys ja hankesuunnittelu, joiden aikana tutkitaan riippuen, onko kyseessä oma tuotanto vai toimitaanko rakennuttajana, tilaajan tai yrityksen omat tarpeet, tonttihankinta ja oma tonttivaranto. Jos kyseessä on urakkakohde, tilaaja on luultavasti tehnyt tarveselvityksen etukäteen eli selvittänyt syyt, miksi rakennushankkeeseen on ryhdyttävä ja millaiset kustannusvaikutukset sillä on. Tarveselvityksen päätteeksi on tehty päätös ryhtyä hankkeeseen. [30, s. 9 - 14.]

Tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan NCC:n omaa tuotantoa, jonka hankekehitys on esitelty NCC:n Projectia-toimintajärjestelmässä kuviossa 5. Hankekehitykseen kuuluu erilaisia menettelyitä, muun muassa kaavasunnittelu, maa-alueen hankinta ja tutkiminen, markkinoiden ja asiakassegmentin selvitys sekä investointiesityksen ja -päättöksen tekeminen. Kyseessä on siis rakennuttajatyypin urakan tarveselvitysvaihe. Hankekehityksen avulla päästään luomaan hankesuunnitelma, joka pohjautuu hankekehityksessä koottuihin tietoihin.



Kuvio 5. Kuvakaappaus Projectia-toimintajärjestelmän Tähtikoti-hankkeen kulusta. Hanke jaetaan hankekehitykseen, suunnitteluun, tuotantoon sekä käyttöön ja ylläpitoon. Näiden pääkohtien alta löytyvät kunkin vaiheen kuvaukset sekä prosessin eteneminen.

Hankekehityksen sisältävät vaiheet toimintajärjestelmä Projection mukaan:

- Kaavasuunnittelu
- Pilaantuneen kiinteistön tunnistaminen, tutkimus ja kunnostus
- Maa-alueen pohja- ja ympäristöolosuhteet sekä pohjatutkimus
- Alustava markkinaselvitys
- Asiakassegmentin alustava määrittely
- Kannattavuuslaskelma
- Investointiesityksen tekeminen
- Investointipäätös
- Tonttihankinta
- Markkinaselvitys
- Asiakassegmentin määrittely
- Suunnittelun kelpuutus
- Suunnittelun kustannusohjaus
- Suunnittelun lähtötiedot hankekehitysvaiheessa.

Hankekehityksen vaiheet eivät ole tässä lueteltuna ajallisesti oikeassa järjestyksessä, koska ne limittyvät keskenään ja osa vaiheista kulkee rinnan useampien vaiheiden kanssa. Esimerkiksi alustava maa-alueen pohja- ja ympäristöolosuhteiden tutkiminen tehdään ennen tontin hankintaa ja lopullinen pohjatutkimus tehdään, kun maa-alue on hankittu. Hankekehityksen jälkeen tulisi rakennusliikkeellä olla selkeä käsitys hankkeen kannattavuudesta mahdollisimman monelta taholta.

NCC:n hankekehitykseen on pyritty tuomaan muutoksia kiristyneiden energiamääräysten takia. Aluehankkeissa tehdään ensimmäisenä energiatehokkuusanalyysi, jossa pyritään selvittämään alueen lähtökohdat ja potentiaali. Hankesuunnittelussa lyödään jo lukkoon energiatehokkuuteen liittyviä tavoitteita, mikä on uusi askel NCC:n rakennushankkeiden etenemisessä. Pyritään siis jo yritystasolla mahdollisimman aikaisin sopimaan tavoitteista, jotta niihin lähdetään etsimään ratkaisuja. [35.]

Hankekehitysvaiheessa on siis parhaat mahdollisuudet lähteä toteuttamaan energiatehokasta rakennusta asemakaavan pohjalta, oli sitten kysymys mistä tahansa matalaenergiarakennuksesta. Jos kyseessä on aluehankkeen hankekehitysvaihe,

Projectiassa kuvatun prosessin tuloksena syntyy aluetta koskeva yleissuunnitelma. Aluetasolla hankekehitys lähtee yleensä liikkeelle asiantuntijayhteistyöstä kaupungin kanssa, eikä välttämättä johda alueen rakentamiseen.

2.5 Toteutunut hanke: Kuopion nollaenergiatalo

Insinööriyötä varten tehtiin vierailu Kuopioon, jossa KUOPAS eli Kuopion Opiskelija-asunnot Oy on toteuttanut Järvenpään Mestariasuntojen kanssa nollaenergiakerrostalon. Hankkeessa on yhteistyökumppaneina myös Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA, Suomen itsenäisyyden juhlarahasto SITRA, Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus TEKES ja VTT. Kyseessä on ARA-tuotantoa varten tehty kehittämisprojekti.

Helmikuussa 2011 valmistunut kerrostalo on 5-kerroksinen ja siinä on lämmitettävää pinta-alaa 2124 brm². Rakennus on pistetalo eli se on muodoltaan mahdollisimman yksinkertainen esimerkiksi neliö ja se koostuu vain yhdestä rapusta, joka sijaitsee yleensä rakennuksen keskellä. Arkkitehtuurissa ja suunnittelussa on otettu tarkasti huomioon energiatehokkuuteen liittyviä passiivisia keinoja ja rakennuksen tilajako on suunniteltu mahdollisimman tehokkaaksi. Kaikki asunnot sijaitsevat ulkoseinillä, jolloin rakennuksen keskelle jää rappukäytävä. Myös detaljeihin on kiinnitetty paljon huomiota ja muun muassa läpivienteihin on panostettu, eikä ulkoseinäpinnoille ole sijoitettu pistorasioita.



Kuvio 6. KUOPAS, nollaenergiatalo. Rakennuksen seinille on asennettu aurinkopaneeleita, jotka tuottavat sähköä rakennuksen autohallin tarpeisiin. Kerrostalo on muodoltaan pistetalo ja sen suunnittelussa on pyritty ottamaan myös huomioon ikkunoiden riittävä määrä. Kuva: Emma Suokas.

Rakennuksesta tekee nollaenergiatalon se, että sen vuositavoite nettoenergiankulutukselle on 0 kWh/brm^2 tai sen alle ja tämän se kattaa tuottamalla energiaa ja myymällä itse tuotettua uusiutuvaa energiaa. Rakennuksen lämmitystarve bruttoalaa kohden on $11,2 \text{ kWh/brm}^2$, kun esimerkiksi passiivitalon on $20\text{-}30 \text{ kWh/brm}^2$. Rakennuksen katolla on lämmöntuotantoa varten 36 kpl tyhjiöputkiaurinkokeräimiä ja sähköntuotantoa varten katolle sekä kahdelle seinälle on sijoitettu 84 kpl aurinkopaneeleita.



Kuvio 7. Lämpöenergiaa tuottavat tyhjiöputkikeräimet sijaitsevat rakennuksen katolla. Kuva: Emma Suokas.

Kesäaikaisen jäädytyksen ja talvella lämmöntalteenottojärjestelmän esilämmityspattereiden lämmityksen hoitaa glykolikiertoinen maalämpökaivo, joka toimii myös lämmitysvesijärjestelmistä tutulla kiertovesipumpulla. Rakennus on yhdistetty kaukolämpö- ja sähköverkkoon mahdollisia kulutuspiikkejä varten, joita voi ilmetä esimerkiksi kovilla pakkasilla. Kaukolämmön osuudeksi talvella on arvioitu noin 10 %. Rakennuksen energiankäytön laskelmissa, kuten myös energiaselvityksessä, on otettu huomioon hissien jarrutusenergia sekä ilmaisenergia eli esimerkiksi kodinkoneiden ja valaistuksen toiminnasta tuleva lämpö.

Kun otetaan huomioon nollaenergiatalon kulutus, suurimman osan siitä laskelmien mukaan vie ilmanvaihto, jonka osuus on 34 %. Loppukulutus jakaantuu johtumis- ja vuotoilmanvaihdon ja lämpimän veden energiankulutukseen sekä pumppujen ja puhaltimien pesulakulutukseen. Tuotetusta energiasta eniten saadaan tuotettua aurinkolämpöä 39 %. Energian tuotannosta 80 % tulee maalämmöstä, aurinkolämmöstä ja -sähköstä sekä ilmaislämmöstä kuten ihmisistä, kodinkoneista ja auringosta. Ostettavan energian osuudeksi jää tällöin 20 %.

Myös rakennuksen rakenteiden osalta on päästy todella energiatehokkaisiin lukemiin. Yhteistyötä ja tuotekehitystä hankkeessa ovat olleet mukana tekemässä Luja Betoni sekä Skaala. Muun muassa ulkoseinissä käytetyissä Sandwich-elementeissä on 300 mm paksuinen polyuretaanikerros ja ikkunat ovat nelilasiset. Rakennuksen U-arvot ovat passiivitasolla:

- Alapohja 0,1 W/m²K
- Ulkoseinä 0,08 W/m²K
- Yläpohja 0,07 W/m²K
- Ikkunat 0,68 W/m²K
- Ovet 0,74 W/m²K
- Ilman vuotoluku n50 on 0,4 1/h
- Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde 75 %.

Laskelmissa ei ole tarvinnut huomioida alakerrassa sijaitsevaa puolilämmintä autohallia, koska se on erotettu erilliseksi yhtiökseen.

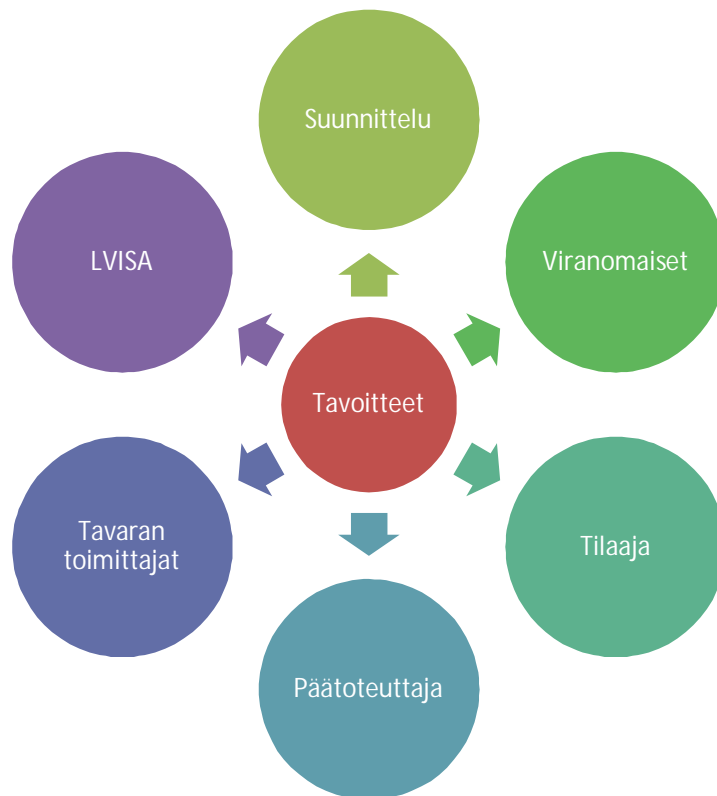


Kuvio 8. Ikkunoiden pielissä on nähtävissä ulkoseinän normaalia suurempi paksuus. Ulkoseinien Sandwich-elementit on suunniteltu yhdessä Luja Betonin kanssa. Ikkunat ovat nelilasiset ja ne ovat kohteeseen suunnitellut Skaala. Kuva: Emma Suokas.

Kuopion nollaenergiatalo suunniteltiin KUOPAK:sen omalle tontille valmiille ruutuasemakaavalle. Tontilla sijaitsi aikaisemmin 1970-luvulla rakennettu opiskelijakerrostalo, joka purettiin ARA:n purkutuen avulla. KUOPAK:sen toimitusjohtajan mielestä valmis asemakaava asetti hankkeelle riittävät rajat, jotta hanke saatiin aloitettua nopeasti. Liialliset kaavalliset vapaudet eivät olisi palvelleet tämän hankkeen kulkua.

Ongelmaksi rakennuksen tuottaman ylimääräisen energian myymisessä muodosti rakennuksen leimaantumisen tuotantolaitokseksi. Energiayhtiö olisi sallinut energian myynnin verkkoon, mutta rakennuksen olisi pitänyt täyttää tuotantolaitokselle asetetut vaatimukset. Ratkaisuksi keksittiin jakaa rakennuksessa oleva puolilämmin autohalli omaksi yhtiökseen, jolloin sille pystytään myymään rakennuksen tuottamaa energiaa, eikä erillistä yhtiötä tarvitse näin ollen myöskään ottaa huomioon rakennuksen energiatodistusta laskettaessa. Samanaikaisesti KUOPAK:sen hankkeen kanssa eteni myös Järvenpään mestariasuntojen nollaenergiatalo Järvenpäässä. Järvenpään kohteessa energiatuotanto-ongelma oli ratkaistu niin, että yksi rakennus tuottaa energiaa ja myy sitä saman yhtiön muille rakennuksille.

Vierailun ja KUOPAK:sen toimitusjohtaja Tuula Vartiaisen haastattelun pohjalta nousi esille erilaisia haasteita, joita hankkeen aikana oli ilmennyt sekä myös tärkeitä avaintekijöitä, jotka auttoivat hankkeen etenemisessä. Erityisesti korostui asiantuntijoiden yhteistyön ja selvitystyön merkitys, jonka määrä oli normaalia rakennushanketta suurempi. Myös yhteistyö teollisen tuotannon kanssa oli tärkeää oikeiden ratkaisujen löytämiseksi. Vaatimukset suunnittelijoille ja heidän ammattitaidolleen määräytyivät oikeastaan vasta hankkeen edetessä, jolloin jouduttiin vaihtamaan pätevämpiin suunnittelijoihin.



Kuvio 9. Kuopion nollaenergiaprojektissa oli käytetty vastaavanlaista yhteistyökaaviota. Kaaviossa on nähtävissä keskellä asetetut energiatehokkuustavoitteet, jotka määrittelevät nollaenergiaprojektin oleelliset osapuolet. Projektin tavoitteiden saavuttamiseksi vaaditaan kaikilta osapuolilta yhteistyötä.

Hankkeen kulku on verrattavissa normaaliin rakennushankkeeseen, mutta selvitystyön määrä on ollut ennen hankkeen hankesuunnitteluvaihetta ja sen aikana suuri. Koska kyseessä on kehitysohjelma, hankkeen kehitystyö rahoitettiin valtion tukemana ja kehitysvaiheen tiedot siirrettiin eteenpäin osaksi hankesuunnitelmaa. Kohteesta suunniteltiin alun perin vuonna 2007 passiivirakennusta, mutta vuoden 2008 aikana hankkeen tavoitteeksi asetettiin nollaenergiataso. Hanketta on tehty samanaikaisesti ja yhteistyössä Järvenpään nollaenergiatalon kanssa. Näin ollen hankkeiden suunnittelu on voitu yhdistää. Kuopion hankkeen rakennusvaihe päästiin kuitenkin aloittamaan aikaisemmin, jolloin hankkeen rakennusaikana ilmenneet ongelmat on pyritty poistamaan Järvenpään hankkeesta.

Hankkeiden kulussa on ollut oleellista erottaa suunnitteluvaiheessa suunnittelijoiden ja asiantuntijoiden tehtävät toisistaan. Suunnittelijat ovat työskennelleet yhteistyössä asiantuntijoiden kanssa, jolloin on pyritty saamaan aikaisiksi mahdollisimman korkea osaamistaso. Koko hankkeen kulun aikana on ollut oleellista nähdä asioiden merkitys

osana kokonaisuutta ja tämä näkyi selvästi kohteen rakentamisen valvonnassa. Kuopion hankkeessa oli toiminut samanaikaisesti kaksi valvojaa, toinen huolehtien kokonaiskuvasta ja toinen rakentamisen toteutuksesta työmaalla.

Kuopion nollaenergiatalon hanke on pitkän aikavälin hanke, koska sen toimintaa tullaan seuraamaan tulevina vuosina. VTT kirjaa jatkossa ylös mittaustuloksia muun muassa aurinkokeräimien toiminnasta ja tuottavuudesta sekä rakenteiden toimivuudesta. Muutoin hanke on edennyt kehittämis- ja hankesuunnitteluvaiheessa melko normaalilla aikataululla. Hankkeen ideointi lähti käyntiin vuonna 2007 ja vuosien 2008 ja 2009 aikana tehtiin hankkeen suunnitelmat sekä siihen liittyvät tutkimukset. Hanketta päästiin rakentamaan 2010 ja se valmistui helmikuussa 2011.

Aikataulullisesti ei siis vaadittu juurikaan normaalihanketta enempää aikaa, mutta oleellista oli selvitystyön kasvanut määrä sekä osaavat tekijät. Osaamista vaadittiin myös työmaatasolla, jossa jouduttiin opettelemaan uusia työmenetelmiä sekä vaadittiin vastaavan työnjohtajan ammattitaitoa ja kokemusta toteuttaa teknisesti normaalihankkeesta poikkeava kohde.

[32.]

2.6 Yhteenveto

Nollaenergiahankkeeseen tai hiilivapaaseen hankkeeseen ryhtymisen taustalla ovat kiristyvät energiamääräykset ja sitä kautta myös muuttuvat energiaselvitykset. Määräysten myötä energiaselvitys muuttaa muotoaan ja rakennusten käyttämän energian tuotantomuodon painoarvo kasvaa. Määräykset astuvat voimaan vähitellen, mutta vuonna 2020 olisi tarkoitus saavuttaa rakennusten nollaenergiataso EU tasolla ja Suomi on asettanut omat tavoitteensa vuodelle 2017. Pioneerihanke Kuopiossa osoittaa, että nollaenergia on saavutettavissa jo nyt, mutta se vaatii osapuolilta normaalihanketta enemmän yhteistyötä.

Rakennusliikkeen kannalta kaavoituksen ja hankekehityksen painoarvo kasvaa. Nollaenergiatasolle pääseminen vaatii muutoksia myös kaupungin taholta. Yhteistyötä tulisi lisätä kaavoituksessa ja siitä pitäisi muokata entistä enemmän

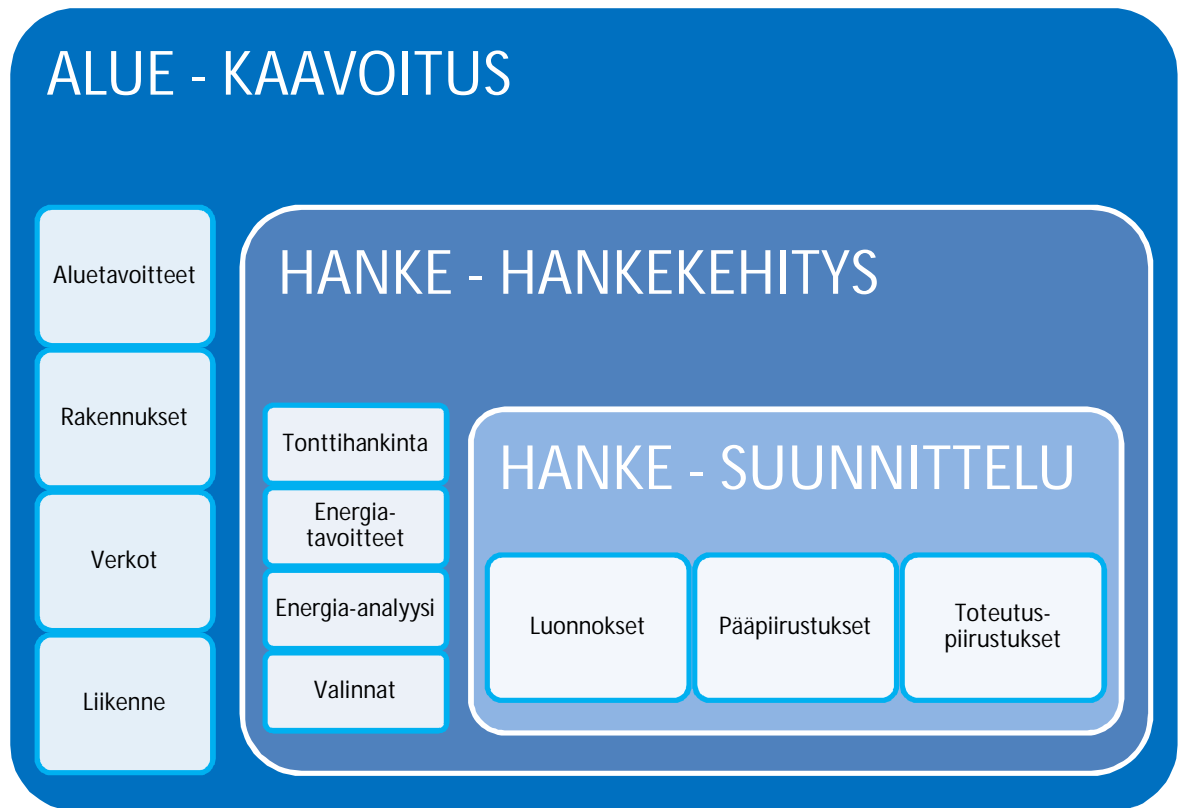
energiatehokkuuteen ohjaavampi työkalu. Hankekehityksessä on pyrittävä tekemään energiatehokkuuteen liittyvät päätökset mahdollisimman aikaisessa vaiheessa sekä kiinnitettävä enemmän huomiota hankkeen huolelliseen läpivientiin.

3 Hankesuunnittelu NCC Rakennus Oy:ssä

NCC Rakennus Oy rakentaa uusia asuintaloja muun muassa Tähtikoti-nimellä. Nämä hankkeet ovat NCC:n omia vapaarahoitteisia hankkeita. Näiden rakennushankkeiden kulku on kuvattu NCC:n Projectia-toimintajärjestelmässä kuvion 5 sivu 18 osoittamalla tavalla. Rakennushankkeen kulku on jaettu neljään osaan: hankekehitykseen, suunnitteluun, tuotantoon sekä käyttöön ja ylläpitoon. Toimintamallin päätehtävät on pilkottu vielä pienempiin osiin, joiden alta löytyy tehtävien kuvaukset ja eteneminen.

Hiilivapaan alueen sekä nollaenergiatalon hankesuunnittelu etenee samanlaista polkua pitkin kuin normaalin Tähtikoti-hankkeen suunnittelukin. Näissä hankkeissa prosessin aikana korostuvat tosin hieman erilaiset tekijät ja myös tehtyjen valintojen yhteys hankkeen onnistumiseen näkyy selvemmin kuin tavallisessa rakennushankkeessa.

Kuviossa 10 on kuvattu punaisilla ja sinisillä nuolilla normaalin Tähtikoti-hankkeen eteneminen. Kuvioon on lisätty kaavoitusvaiheelle oma nuoli, koska kaavoituksen vaikutus hiilivapaan alueen tai energiatehokkaan alueen luomiseen on huomattavassa roolissa. Samassa kuviossa on esitelty myös jokaisessa vaiheessa energiatehokkaan suunnittelun kannalta oleellisin osa-alue sekä sen avaintekijät.



Kuvio 10. Nollaenergiatalon tai hiilivapaan alueen hankesuunnittelun pääkohdat Tähtikotihankkeessa. Nollaenergiahankkeissa ja hiilivapaissa hankkeissa hankekehityksen ja suunnittelun tärkeys korostuvat. Huomiota tulisi erityisesti kiinnittää alueen kaavoitukseen, hankkeiden hankekehitykseen ja yksittäisen hankkeen suunnitteluun.

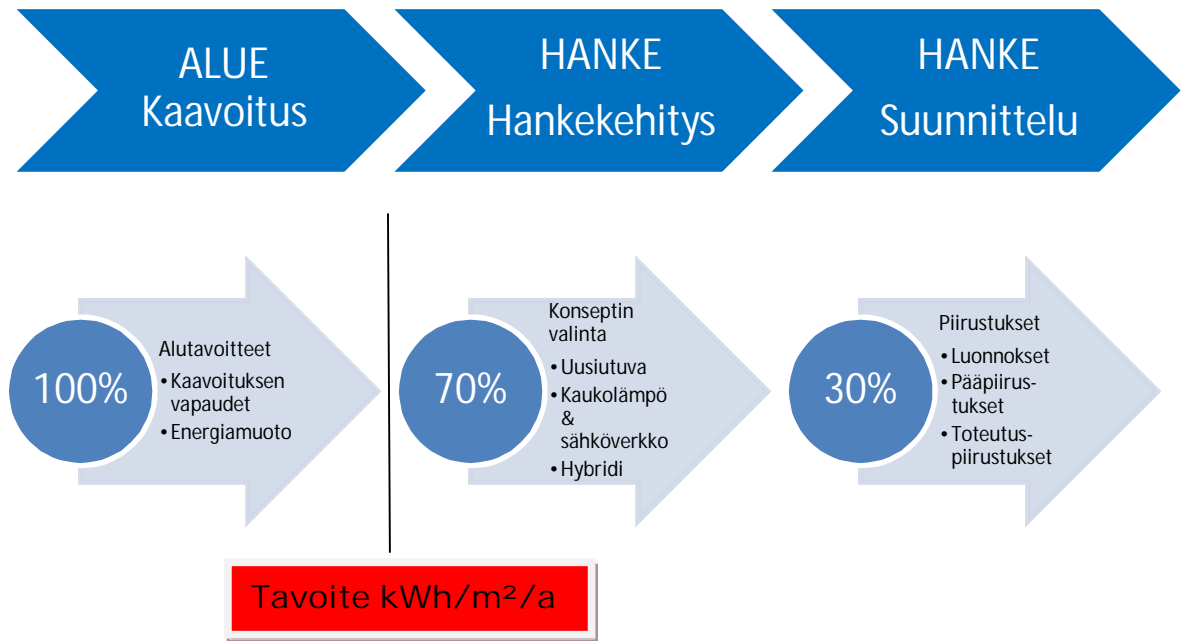
Nollaenergiahankkeen tai hiilivapaan hankkeen kulkua ei tässä tutkimuksessa kuvata todellisen käynnistyvän tai käynnissä olevan hankkeen avulla. Kuviossa 10 esitelty toimintamalli käydään seuraavaksi läpi, hahmotellen mahdollisten tulevien yksittäis- ja aluehankkeiden kulku.

3.1 Alue - Kaavoitus

Kaavoitusvaihe ja sen merkitys koskee erityisesti aluetasoa eli hiilivapaita aluehankkeita. Sillä on toki vaikutusta yhden nollaenergiatalon onnistumiseen, mutta vaikutukset ovat näkyvämmät silloin, kun suunnitellaan alueita tai usean kerrostalon kokonaisuuksia. Kuviossa 10 lähdetään liikkeelle aluetasosta ja kaavoituksesta ja edetään yhteen hankkeeseen vaikuttaviin osa-alueisiin eli hankekehitykseen ja suunnitteluun.

Kaavoitusvaihe tapahtuu yleensä kunnan sisällä ja siihen vaikuttaminen ennen rakennushankkeen alkamista on harvoin mahdollista. Asemakaava on yleensä tehty jo ennen hankkeen alkua, jolloin siitä puuttuvat hiilivapaalle alueelle oleelliset kaavalliset vapaudet. Valmiissa asemakaavassa alueen tehokkuuteen, rakennusten muotoon ja suuntaukseen sekä energiamuodon valintaan on enää jäljellä rajatut mahdollisuudet. Mahdollista on hakea asemakaavaan muutosta, mutta tämä on yleensä aikaa vievä prosessi ja haettavien muutosten tasosta riippuen vaikeaa.

Kaavoituksen merkityksen tärkeyttä erityisesti aluehankkeissa voidaan kuvata osallistuvalla toimintamallilla, joka on esitelty kuviossa 11. Toimintamallissa on otettu huomioon, kuinka suuret prosentuaaliset mahdollisuudet hankkeen eri vaiheissa on saavuttaa nollahiilitaso. Jos aluehanke aloitetaan yhteistyöllä kaavoitusvaiheessa, ovat onnistumismahdollisuudet huomattavasti suuremmat kuin, jos aluehanketta tai vaikkapa useamman kerrostalon hanketta suunnitellaan ilman osallistumista kaavoitukseen.



Kuvio 11. Osallistuva toimintamalli. Hiilivapaan hankkeen tai nollaenergiaprojektin eteneminen osallistuvan toimintamallin mukaan, jossa rakennusliike on mukana kaavoitusvaiheessa. Hankkeen tavoitteet on asetettu yhdessä kaavoitusvaiheen päätteeksi, jolloin hankkeella on ollut kaavoitusvaiheen alussa 100 % kaikista vaihtoehdoista käytettävänä. Näin ollen hankkeella on myös paremmat mahdollisuudet saavuttaa asetetut energiatavoitteet.

Aluetavoitteet

Aluetavoitteiden asettaminen kuuluu osaksi valtion maankäytön suunnittelua ja tätä kautta osaksi kaavoitusta ja kaupunkisuunnittelua. Aluetavoitteet asettaa siis ensikädessä valtio, joita kunnat tarkentavat omien tarpeidensa ja tavoitteidensa mukaan. Myös alueen muilla toimijoilla on mahdollisuus vaikuttaa alueen kehittämiseen ja sanoa mielipiteensä. Viimekädessä lopullisen päätöksen tekee kuitenkin aina kunta. [33.]

Hiilivapaan alueen aluetavoitteet tulisi rajata tarkoin. Kaavoituksen kautta aluetavoitteista tulisi tehdä ohjaavia, ei rajoittavia. Tärkeää olisi, että annetut aluetavoitteet jättäisivät valinnanvaraa ja mahdollisuuksia esimerkiksi rakennusliikkeelle täydentää sitä omien tavoitteidensa näköiseksi. Kuten myös haastatteluissa on tullut ilmi, on hyvä, jos kaupunki luo alueelle tavoitteet itsenäisesti ja mielellään asiantuntijoita kuullen ja yhteistyötä unohtamatta, jotta saadaan heti alkuun käsitys siitä, mitkä ratkaisut ovat realistisia kyseessä olevalla alueella. [33; 35.]

Aluetavoitteita laadittaessa luodaan siis ensimmäiset energiankäyttöön liittyvät tavoitteet ja linjaukset. Alueelle luodaan visio, joka asemakaavan valmistuttua siirretään rakentavien tahojen vastuulle toteuttaa. Kaavoitusprosessin lopullisena tuloksena on siis yleensä tonttiehtoihin kirjattavat esimerkiksi kWh/m² -tavoitteet. Keinot, miten tähän päästään, jäävät rakennusliikkeen hankekehityksen pohdittavaksi.

Rakennukset

Asemakaava määrittää esimerkiksi rakennuksen kerrosten lukumäärän, tehokkuuden, rakennusoikeuden, yhteistilojen määrän, julkisivumateriaalin tai sen värin, harjan suunnan, istutukset ja kulkutiet. Tonttiehdot voivat olla yhden rakennuksen osalta hyvin tarkkaan määritellyt jo rakennetussa ympäristössä, koska tarkoituksena on yleensä säilyttää tasapainoinen kaupunkikuva [33].

Energiatehokkuusmielessä mielenkiintoista on se, että asemakaavassa voidaan esimerkiksi ottaa kantaa julkisivumateriaaleihin ja määrätä, että alueella käytetään vain puuta julkisivumateriaaleissa. Vielä käsite nollaenergiarakennus ei sisällä sen rakentamiseen käytettävien materiaalien sitomaa hiilidioksidikuormaa, mutta tulevaisuudessa varmasti myös materiaaleihin kiinnitetään entistä enemmän huomiota ja määritelmä saattaa muuttua.

Kaavoituksessa tulisi siis ottaa huomioon alueen lähtökohdista katsottuna rakennusten suuntaaminen sekä muodot. Näin kaavoituksen kautta mietittäisiin jo rakennusten mahdollisimman suuri potentiaali hyödyntää passiivista energiaa ja uusiutuvia energiamuotoja. Jos asemakaavassa jätettäisiin nämä asiat mahdollisimman auki ja tulevien rakentajien päätettäväksi, voitaisiin asemakaavassa kuitenkin määrätä rakennusoikeuteen sidottu energiatehokkuustavoite, joka ohjaisi energiatehokkaiden rakennusten suunnitteluun jättäen kuitenkin rakentajille mahdollisimman vapaat kädet.

Verkot

Alueen sijainnista riippuen kaavoituksessa huomioidaan yleensä yleisesti käytössä oleva energiaverkko. Pääkaupunkiseudulla tämä tarkoittaa yleensä kaukolämmön huomioimista myös uusien alueiden kaavoituksessa, koska runkolinjat sijaitsevat lähellä [34].

Energiaverkon suunnittelunkin pitäisi lähteä liikkeelle alueen suomista lähtökohdista, jolloin voitaisiin löytää myös uusia ratkaisuja vanhojen tilalle esimerkiksi tukemalla uusiutuvan energian lähtökohtia. Tätä suunniteltaessa tulisikin kaupunkirakenteessa ottaa huomioon esimerkiksi tuulen ohjaaminen ja auringonenergian hyödyntäminen, jolloin myös kaupunki-ilmastoa pysyisi hyvänä [14, s. 104].

Fortumin haastattelussa kävi ilmi, että kaavoitusvaiheessa on liian aikaista sulkea pois joitakin energiaverkkoon liittyviä vaihtoehtoja. Näin ollen paras tapa ohjata rakentamista olisikin sitoa energian käyttäminen rakennusoikeuteen. Myös Espoon kaupungille tehdyssä haastattelussa tuli ilmi, että vaihtoehtojen poissulkeminen ei aja kaupungin etua, päinvastoin sillä voi olla negatiivisia vaikutuksia tulevaisuudessa. [33; 34.]

Liikenne

Aluetavoitteet muokkaavat yleensä myös alueen liikenteen. Hiilivapaan alueen suunnittelussa lähtökohtana tulisi olla toimiva ja tehokas julkinen liikenne, kuten metro tai juna. Lähtökohtaisesti voidaan myös ajatella, että jos pääkaupunkiseudulle suunnitellaan uutta asuinalueita, sitä ei voi, eikä kannata lähteä kaavoittamaan kuitenkaan autottomaksi. Todellisuudessa suurin osa tulevista aluehankkeista sijaitsee kuntarajoilla, jolloin esimerkiksi työmatkaetäisyydet kasvavat. Myös autoille ja niiden pysäköinnille on siis löydettävä ratkaisuja hiilivapaassakin asuinympäristössä. Autottomuus ei ole alueen avain hiilivapautteen.

Liikenne ja sen sujuvuus on osa yhdyskuntarakennetta. Hiilivapaan alueen kaavoituksessa ei voida sulkea liikennettä pois, mutta sen kautta tulisikin miettiä työpaikkojen sijaintia ja palveluiden saavutettavuutta uudesta näkökulmasta. Lyhyemmät välimatkat saattaisivat lisätä julkisen liikenteen käyttöä auton sijaan, mutta kaupunkirakenteen tulisi olla riittävän tiheä, jotta tämä olisi kannattavaa. Liikenteen suunnittelu tulee olemaan suuri haaste hiilivapaalle alueelle. [14, s. 106.]

3.2 Hanke - Hankekehitys

Kaavoituksen jälkeen seuraa hankekehitys, jossa rakennusliike tontin reunaehdoja mukaillen pyrkii suunnittelemaan omiin tavoitteisiinsa sopivan hankkeen. Hankekehityksessä energiatehokkuuden ja nollaenergiatavoitteen näkökulmasta korostuu tonttihankinta, energiatavoitteet, energia-analyysi ja näihin liittyvien valintojen vahvistaminen.

Tonttihankinta

Hankekehitysvaiheessa nollaenergiatavoitteen kannalta korostuu rakennusliikkeen osalta tontin valinta ja hankinta. Asemakaava määrää pitkälti sen, millainen potentiaali tietyllä tontilla on luoda nollaenergiarakentamisen edellytykset. Myös se on oleellista huomata, ollaanko kehittämässä aluetta, jolla on yhteinen tavoite vai rakennetaanko yhtä rakennusta, jolle rakennusliike itse asettaa rakentamisen reunaehdot. Tässä

joudutaan pohtimaan myös hankkeen kannattavuutta eri näkökulmista ja sitä, onko edellytyksiä nollaenergiarakennukselle.

Energiatavoitteet

Energiatavoitteet asetetaan NCC:n hankkeissa jo hankekehitysvaiheessa, kuten luvussa 2.4 Hankekehitys on kerrottu. On tärkeää asettaa energiankäytön tavoitteet liittyen rakennuksen energialuokkaan ja sen käyttämään energiamuotoon jo hankekehityksessä, jotta pystytään tutkimaan erilaisia vaihtoehtoja toteuttaa ne. Toisin sanoen valitaan rakennukselle energiakonsepti.

Voidaan olettaa, että tämän hetkiselä tekniikalla energiakonsepti tulisi muodostumaan sekä yhden rakennuksen että kokonaisen alueen hankkeissa yhdestä pääenergiatuottomuodosta, jonka rinnalle joudutaan valitsemaan täydentävä energialähde tarvepiikkejä varten. Hiilivapaan aluehankkeen energiatavoitteiden täyttäminen on suurempi haaste ja tämän takia olisikin oleellista, että nämä ratkaisut tehtäisiin kuviossa 11 sivu 30 esitetyn osallistuvan toimintamallin tuloksena eli osana kaavoitusta.

Energia-analyysi

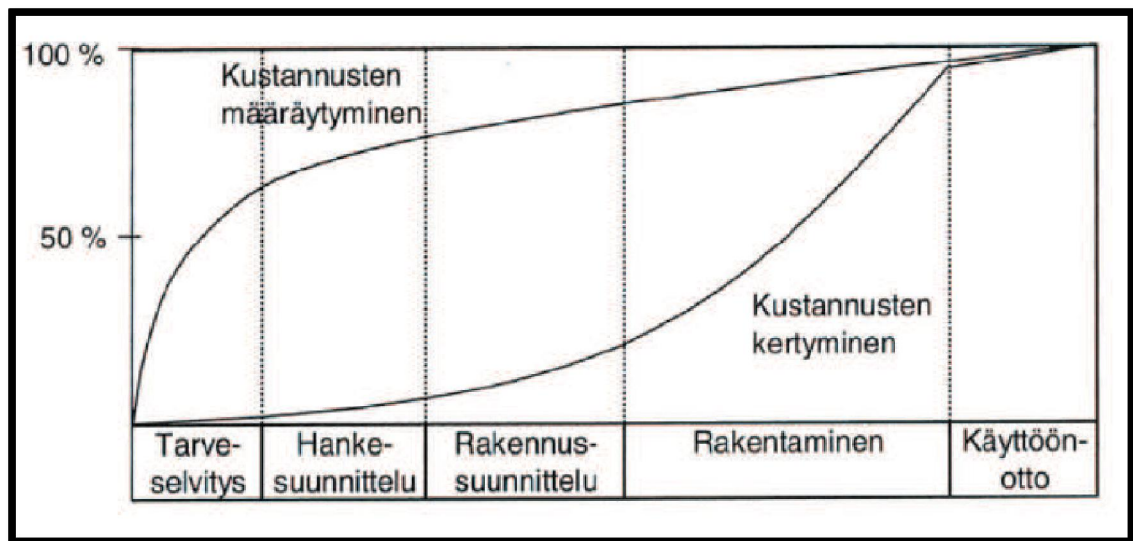
Aluehankkeille tehdään NCC:llä poikkeuksetta energia-analyysi, jossa kartoitetaan alueen rakennusten kuluttama energia ja pohditaan erilaisia vaihtoehtoja kattaa se. Tässä olisi mahdollista käyttää apuna myös laskentatyökalua, jossa voitaisiin karkeasti arvioida alueen rakennetun ympäristön energiankulutus. Tätä tutkimusta varten tehty energianlaskentatyökalu on liitteenä 2.

Energia-analyysin tulisi olla lähtökohta myös yksittäisissä hankkeissa, jotka käsittävät esimerkiksi useamman kerrostalon kokonaisuuksia. Yleensä energia-analyysi tehdään osana luonnossuunnittelua. Konsultointiapuna tämän tekemisessä erityisesti aluetasolla joudutaan käyttämään eri alojen asiantuntijoita. Luultavasti energiayhtiö on kiinnostunut isoista aluehankkeista ja tarjoaa omia tuotteitaan niihin, kun taas pienemmillä uusiutuvan energian maahantuojoilla saattaa olla innovatiivisempia vaihtoehtoja, mutta ei kuitenkaan riittävästi resursseja.

Valinnat

Hankekehitysvaiheessa tulee lyödä lukkoon hankkeen suunnittelun tueksi raja-arvot ja tavoitteet. Tehtyjen valintojen merkitys hankekehitysvaiheessa näkyy niin kustannuskuin energiansäästötasolla. Mitä aikaisemmin päätökset hiilivapaasta hankkeesta tai nollaenergiahankkeesta tehdään, sitä näkyvämmät ovat tulokset ja sitä helpommin löytyvät myös tarpeelliset yhteistyökumppanit.

Rakennushankkeen kustannukset kertyvät kuvion 12 osoittaman tavan mukaan. Kustannuksista noin 60 % määräytyy jo tarveselvitysvaiheessa. Hanke- ja rakennussuunnitteluvaiheessa kustannuksista määräytyy enää noin 30 % ja loput rakentamisen ja käyttöönoton aikana. Kustannusten määräytymisen rakennushankkeen aikana voisi rinnastaa hiilivapaan hankkeen tai nollaenergiahankkeen päätöstentekomahdollisuuteen hankkeen eri vaiheissa. Myös mahdollisuus vaikuttaa näiden hankkeiden onnistumiseen, pienenee edettäessä kaavoituksesta kohti käyttöönottoa. [30, s. 41 - 43.]



Kuvio 12. Kustannusten määräytyminen ja kertyminen rakennushankkeessa. Kuvasta on nähtävissä, että noin 80 % hankkeen kustannuksista määräytyy tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheessa. Rakentamisen kustannukset alkavat kertyä oikeastaan vasta rakennussuunnittelun jälkeen itse rakentamisvaiheessa. [30, s. 42.]

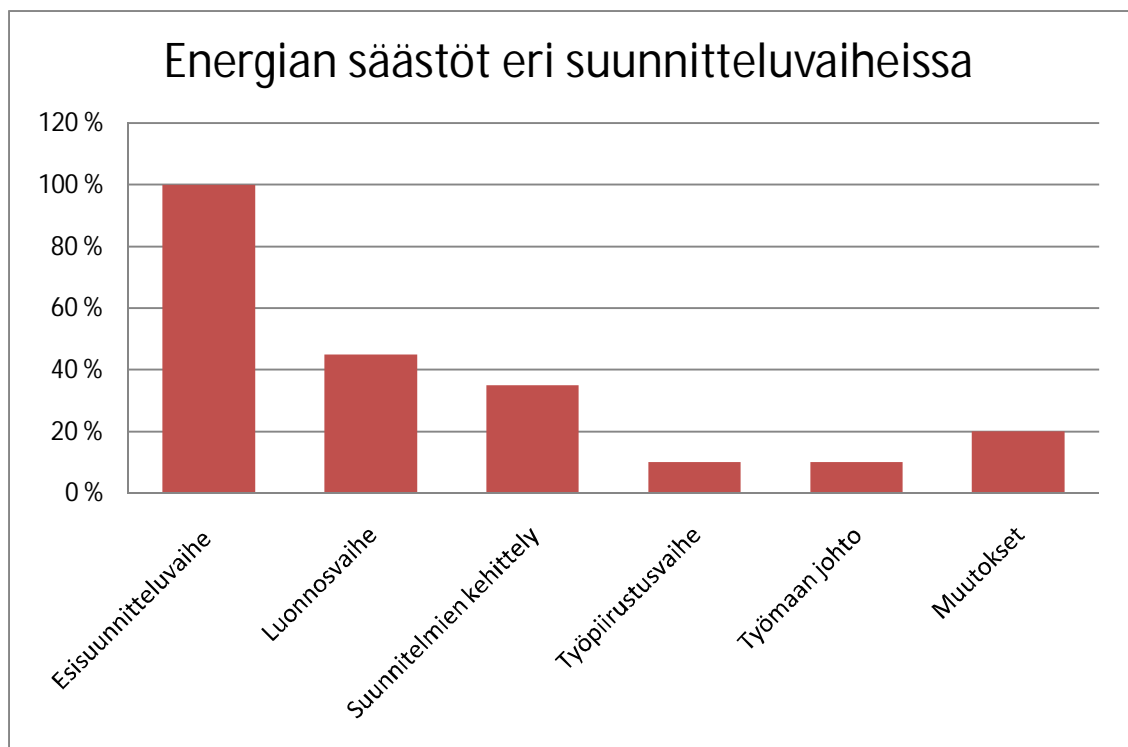
Hiilivapauteen ja nollaenergiaan tähtäävien hankkeiden päätöksenteossa jo ennen tarveselvitysvaihetta on mahdollista vaikuttaa hankkeen onnistumiseen ja samalla

myös kustannusten määräytymiseen. Näissä hankkeissa kustannukset rupeavat määräytymään jo kaavoitusvaiheessa, jos hankkeissa on mahdollisuus vaikuttaa päätöksentekoon tässä vaiheessa [14, s. 8 - 9].

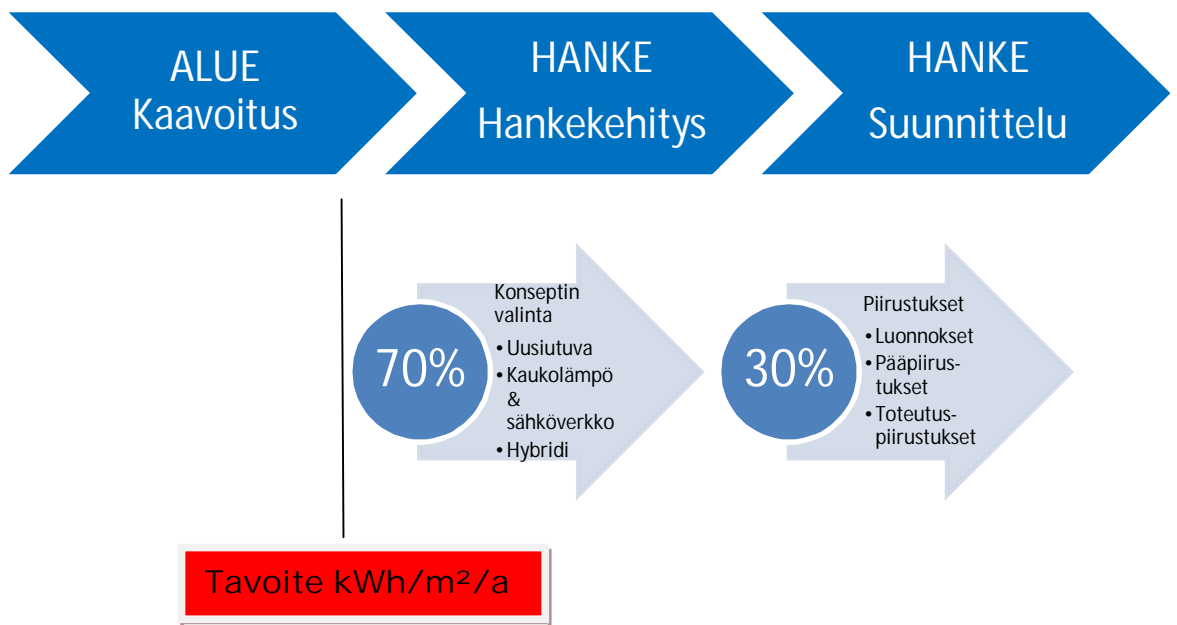
Kustannusten määräytyessä, hankkeen kulkuun puuttuminen tai sen tavoitteiden muuttaminen ei ole enää mahdollista, vaikutusmahdollisuudet loppuvat. Erityisesti kaavoituksen, hankekehityksen ja suunnittelun aikana pystytään vaikuttamaan esimerkiksi nollaenergiaprojektin onnistumiseen [14, s. 8 - 9].

Kuvio 12 ja taulukko 5 kuvaavat osittain samoja asioita. Taulukossa 5 on esitelty, missä hankkeen vaiheissa on mahdollista saada eniten energian säästöä valmiiseen rakennukseen. Verrattaessa kuviota 12 ja taulukkoa 5 voidaan huomata, että kustannukset määräytyvät hankkeen alkuvaiheessa ja myös energian säästö on suurimmillaan hankkeen alussa, esisuunnitteluvaiheessa. Kustannusten määräytymisellä on siis selkeä yhteys päätöksentekoon. [14, s. 8.]

Taulukko 5. Energian säästöt eri suunnitteluvaiheissa. Suurin säästö voidaan saada aikaiseksi asettamalla energian säästöön liittyvät tavoitteet hankkeen esisuunnitteluvaiheessa. Mitä pidemmälle hanke etenee sitä vähemmän on myös mahdollista vaikuttaa valmiin rakennuksen energiansäästöratkaisuihin. [14, s. 8.]



Perinteinen rakennushanke, esimerkiksi yhden kerrostalon kohde, etenee yleensä mukaillen kuviossa 13 esitettyä perinteistä toimintamallia. Aikaisemmin kuviossa 11 sivu 30 on esitelty osallistuva toimintamalli. Perinteisessä toimintamallissa voidaan olettaa, että mahdollisuudet saavuttaa nollaenergiataso pienenevät prosentuaalisesti noin 30 %, koska kaavoitukseen ei voida enää vaikuttaa. Kaavoituksessa on asetettu alueen energiatehokkuustavoitteet, joihin on mahdollista löytää ratkaisuja hankekehityksen ja suunnittelun avulla.



Kuvio 13. Perinteinen toimintamalli. Nollaenergiaprojektin eteneminen perinteisen toimintamallin mukaan, jossa rakennusliikkeellä ei ole vaikutusta kaavoitusvaiheeseen. Hankkeen tavoitteet on asetettu jo ennen hankekehityksen alkua, mikä tarkoittaa, että hankkeella ei ole lähtötilanteessa käytössään 100 % vaihtoehdoista saavuttaa nollaenergiataso. Voidaan olettaa, että vaihtoehdoista on jäljellä noin 70 %, joista vain 30 % voidaan hoitaa suunnittelullisilla ratkaisuilla.

Esimerkiksi nollaenergiakerrostalohankkeen hankekehitysvaiheessa on tärkeää tehdä myös yhteistyökumppaneihin ja tuotetoimittajiin liittyviä valintoja. Yhteistyön tärkeys oli nähtävissä myös Kuopion nollaenergiatalossa. Nollaenergiatasoon rakentaminen vaatii uuden tekniikan ja uusien ratkaisujen kehittämistä, joten yhteistyön aloittaminen hankekehitysvaiheessa voi poikia innovatiivisia ratkaisuja. [32.]

3.3 Hanke - Suunnittelu

Hankkeen edetessä suunnitteluvaiheeseen on hankkeen kuvaus jo tehty. Nollaenergiahankkeen kannalta suunnittelun tuloksena syntyy hankekehityksessä kuvatus hankkeen toteutustapa. Hankekehityksessä on saatettu tilata arkkitehdin suunnitelmat kohteesta tai ainakin tehty jo luonnossuunnitelmia ja ehdotuksia, jolloin hanke vaatii toteutuakseen vielä rakennetekniset ja muut tekniset ratkaisut toimiakseen nollaenergiatalona.

Suunnittelu kulkee siis koko hankkeen alkuvaiheen läpi. Se liittyy niin kaavoituksen kuin hankekehityksenkin kanssa riippuen pitkälti siitä, millaisesta hankkeesta on kysymys. Tässä tutkimuksessa keskitytään NCC:n Tähtikoti-tyyppiseen vapaarahoitteiseen rakennushankkeeseen, jossa suunnittelu on osittain liittynyt jo hankekehitysvaiheen kanssa.

Suunnitteluvaiheen merkitys nollaenergiahankkeen onnistumisessa riippuu myös siitä, tehdäänkö suunnitelmat rakennusliikkeen sisällä vai ovatko suunnitelmat jo valmiit ennen hankkeen alkamista. Rakennusliikkeellä voi siis olla suurikin merkitys tuottaa nollaenergiatalon suunnitelmat, jos suunnittelu tehdään talon sisällä tai tiiviinä yhteistyönä suunnittelutoimiston kanssa. Myös se vaikuttaa suunnitteluvaiheen tärkeyteen, onko hanke tehty osallistuvalla vai perinteisellä toimintamallilla. Perinteisellä mallilla tehdyssä hankkeessa suunnitteluvaiheen ratkaisuilla voi olla todella suuri vaikutus nollaenergiaratkaisujen löytämiseen. Kuopion nollaenergiatalo oli suunniteltu juuri perinteisellä toimintamallilla ja tämän takia tuotekehityksellä ja suunnittelulla oli hankkeen onnistumisen kannalta suuri merkitys.

Suunnitteluvaiheessa arkkitehtuurin avulla vaikutetaan alueen passiivisiin energiaratkaisuihin esimerkiksi talojen suuntaamisella, muodolla ja varjostamisella suoralta auringolta. Samalla päätetään myös rakennuksen mahdollisesta automaatiosta, jolla voidaan seurata ja säädellä rakennusten energiankulutusta. Vasta suunnitteluvaiheessa alueelle tai rakennukselle rajattua energiantuotantomallia lähdetään suunnittelemaan tarkemmin. Tällä etukäteen tehdyllä valinnalla voi olla todella suuri vaikutus siihen, miten myös koko alueella onnistutaan pääsemään hiilivapaalle tasolle.

Luonnokset

Ehdotusten kautta tehdään luonnossuunnitelmat kohteesta, jotka toimivat myös arkkitehtipiirustusten pohjana. Nollaenergiահankkeessa luonnospiirustuksia tehtäessä on oleellista tulkita kaava mahdollisimman huolellisesti ja ottaa huomioon myös muita alueen ominaisuuksia. Luonnospiirustusten avulla tuodaan esille nollaenergiarakennuksen yleisratkaisut, joita täydennetään suunnittelun edetessä.

Luonnossuunnitelmissa osoitetaan tarkemmin rakennuksen sijoittuminen tontille ja liittyminen ympäristöön sekä esitetään arkkitehtoninen, toiminnallinen ja tekninen yleisratkaisu. Myös rakenne- ja LVISA-suunnittelijat esittävät ehdotuksensa rakennuksen toteuttamisesta, joka on nollaenergiarakennuksen toteuttamiseksi tehtävä riittävän ajoissa ja osana koko suunnitteluprosessia [30, s. 37 - 39].

Hankekehitysvaiheessa aluehankkeista tehdään energia-analyysi ja luonnossuunnittelussa analyysia tarkennetaan tekemällä se rakennuksesta.

Pääpiirustukset

Luonnossuunnittelu päättyy lupakuvien laatimiseen eli pääpiirustusten tekemiseen. Rakennuslupahakemukseen täytyy liittää mukaan rakennuksen energiaselvitys, jossa on eritelty rakennuksen energiankulutuksen jakautuminen. Pääpiirustusten myötä tarkentuvat rakenne- ja talotekniset ratkaisut sekä varmistetaan, että valittu energiatehokkuusluokka saavutetaan. [30, s. 38.]

Toteutuspiirustukset

Toteutuspiirustukset ovat niin sanotut leimatut kuvat, jotka rakennusvalvonta on hyväksynyt. Niihin on tehty mahdolliset tarkennukset ja pyydyt muutokset. Niiden pohjalta päästään rakentamaan. Nollaenergiatalon kohdalla tarkentavat toteutuskuvat, kuten elementtien asennuskuvat, ovat tärkeitä tiiviin lopputuloksen saamiseksi. Valmiiden toteutuskuvien taustalla on nollaenergiահankkeessa myös yhteistyö tuotetoimittajien ja -valmistajien kanssa. Toteutuskuvien avulla lopullisena

tarkoituksena on taata nollaenergiarakennuksen onnistuminen ja tavoitteiden saavuttaminen. [6, s. 43.]

3.4 Kiinteistöjohtaminen

Nollaenergiarakennus on kokonaisuus, jossa on kysymys myös rakennuksen elinkaarenaikaisesta toiminnasta ja sen pysymisestä nollaenergiatasolla. Se vaatii siis kaavoituksen, hankekehityksen ja suunnittelun jälkeen myös huolellista rakentamista sekä osaavaa käyttöä ja ylläpitoa eli kiinteistöjohtamista.

Kuten passiivi- ja matalaenergiataloissa myös nollaenergiataloissa huolellisuus on rakentamisvaiheen avaintekijä. Jos tekijät eivät ole tietoisia esimerkiksi rakennuksen tiivyyden tärkeydestä energiatehokkuuden takaamiseksi, tulee varmistaa, että heidät koulutetaan. Nollaenergiatasoon pääseminen vaatii monien tekijöiden yhteensovittamista. Rakentamisvaiheessa ei kannata tehdä virheitä itse rakentamisessa, koska sen onnistuminen takaa pohjan nollaenergiarakennuksen koko elinkaarelle.

Rakentamisvaiheen jälkeen ei tule unohtaa rakennusten viimeistely- ja käyttöönottovaihetta. Erityisesti asukkaan kouluttaminen käyttämään rakennusta oikein on tärkeää. Jos asukas ei saa ohjeita ja neuvoja, kuinka ja minkälaisilla valinnoilla hän itse voi vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen, rakennus saattaa menettää energiatehokkuutensa. NCC Rakennus Oy järjestää asukkaille Asumisenkoulutuksen, jossa käydään läpi järjestelmien toiminta ja muita asumisen energiatehokkuuteen liittyviä asioita.

Myös käyttö- ja huoltovaiheeseen liittyvä huoltoyhtiön opastaminen ja heille annettava rakennuksen huoltokirja pyrkivät takaamaan rakennuksen energiatehokkaan käytön. Myös rakennuksen ja energiantuottamiseen tarkoitettujen laitteiden huoltaminen ja korjaaminen tulee olla huoltoyhtiölle selvitetty eli kehen otetaan yhteyttä ja kuka vastaa korjauksista.

3.5 Haastattelut

Tutkimusta varten haastateltiin Espoon kaupungilta projektipäällikkö Robert Erikssonia, energiainsinööri Tiina Sekkiä ja projektinjohtaja Torsti Hokkasta, Fortumilta investointijohtaja Dan Blomsteria ja kaukolämmön myyntipäällikköä Ville Miettistä, NCC Rakennus Oy:lta projektipäällikkö Markku Kulmalaa ja hankekehitysjohtaja Ilkka Alvoittua sekä Kuopion Opiskelija-asunnot Oy:n toimitusjohtajaa Tuula Vartiaista [31 - 35].

Haastattelut kohdistettiin Finnook alueen kehittämisessä mahdollisesti mukana oleviin tahoihin. Haastattelut koskivat kaavoituksen ja yhteistyön merkitystä energiatehokkaissa aluehankkeissa. Haastatteluiden avulla pyrittiin myös saamaan selville, millaisia haasteita kaavoitus ja myös energiamarkkinat kohtaavat tulevaisuudessa sekä kysyttiin, koetaanko hiilivapaa-alue tai nollaenergiatalo mahdolliseksi. Näkökulmaa hankekehitykseen antoivat haastattelut NCC:llä ja oikean hankkeen toteutukseen KUOPAK:sen toimitusjohtaja Tuula Vartiainen.

3.5.1 Kaavoitus

Espoon kaupungin kaupunkiviraston Robert Erikssonin ja Tiina Sekin haastattelussa kävi ilmi, että nollahiilitavoitteiden asettamisessa tulisi olla tarkkana, millaisista kokonaisuuksista puhutaan. Alueen koolla on merkitystä, jotta tällaisesta hankkeesta on hyötyä. Tulee keskittyä suuriin alueisiin ja lähteä pohtimaan aluetasolta kyseisen alueen potentiaalia. Yhden rakennuksen merkitys aluekokonaisuudessa kuten Espoon kaupungin intresseissä on melko pieni, vaikkakaan sen painoarvoa pioneerihankkeena ei voida kieltää.

Huomattavaa kuitenkin on, että energiatehokkuustavoitteiden tulisi kulkea läpi koko maankäytön ohjauksen vaiheet. Sen tulisi olla ajatuksena valtion maankäytön tavoitteissa aina epävirallisiin korttelisuunnitelmiin asti. Kaavoituksen merkitys nollaenergiahankkeissa tai energiatehokkaissa hankkeissa on ohjaava, se ei rajaa tai poista vaihtoehtoja. Kaava voi ohjata esimerkiksi tonttiehdoissa rakentamaan passiivitaso rakennuksia, mutta se ei voi esimerkiksi pakottaa käyttämään tuulienergiaa. Tämä ei ole kaupungin kaavoituksen intressi, koska rajaamalla pois

vaihtoehtoja ei voida tietää, mitkä niiden vaikutukset tulevat olemaan pitkällä aikavälillä.

Asemakaavassa voi tulevaisuudessa olla tarjolla lisää rakennusoikeutta, jos rakennettava rakennus täyttää tietyt energiatehokkuusvaatimukset. Kaupunkisuunnitteluviraston pelkona on kuitenkin se, säilyykö kaupunkikuva tällöin tarpeeksi monipuolisena ja arkkitehtonisesti hyvänä. Haasteeksi tulee myös määrittää tietyt % -osuudet, jonka mukaan lisäoikeutta saadaan. Myös ehdot tulisi määrittää niin yksiselitteisiksi, että niitä ei voida kiertää tai jättää huomioimatta saadakseen lisäoikeutta.

[33.]

3.5.2 Energiayhtiön näkökulma

Energiayhtiön näkökantaa tutkimuksessa saatiin haastattelemalla Fortumin investointijohtajaa Dan Blomsteria ja kaukolämmön myyntipäällikköä Ville Miettistä. Tässäkin haastattelussa nousi esiin asiantuntijoiden yhteistyön tarve, mutta myös innovatiivisten hankkeiden tarpeeksi pitkä aikataulu. Myös hankkeen koolla on energiayhtiölle suuri merkitys. Kuopion nollaenergiatalon kaltainen yksittäinen kerrostalohanke ei ole suurelle energiayhtiölle tarpeeksi suuren volyymin kohde. Jos kyseessä olisi Finnoon kaltainen aluehanke, myös energiayhtiöllä olisi intressejä lähtea kehittämään aluetta.

Finnoon tapauksessa Fortumilla on alueella sijaitsevan voimalaitoksen takia velvoite ja myös mahdollisuus osallistua alueen suunnitteluun ja kehittämiseen jo aikaisessa vaiheessa. Finnoon kohdalla Fortum on solminut Espoon kaupungin kanssa aiesopimuksen alueen kehittämisestä. Tosin aluetavoitteet keväällä 2011 olivat vielä Espoon kaupungin ja Fortumin välillä tarkentamatta. Vaikkakin Espoon kaupunki oli tiedottanut jo vuoden 2010 aikana, että alueesta tulee ilmastonmuutoksen torjunnan esimerkkikohde ja myös hiilivapaa-alue, suhtautui Fortum näihin tavoitteisiin varauksellisesti.

Energiayhtiön toiminnassa korostuivat haastattelun myötä investointien ja muutosten mahdollisimman hyvä ennustettavuus ja pitkäikäisyys. Yhtiönä Fortum pyrkii tulevaisuudessa täysin päästöttömään energiantuotantoon ja kehitystä tähän suuntaan on havaittavissa. Yhtiön on siirtynyt esimerkiksi Suomenojan voimalaitoksessa vähäpäästöisempään maakaasuun hiilen sijaan. Myös erilaisia uusia energiantuottotapoja oli pohdittu Finnoon alueelle. Pelkona on kuitenkin näiden ratkaisujen elinikä. Energiayhtiö pyrkii mahdollisimman vakaisiin ja pitkäkantaisiin tuotantomuotoihin.

Finnoon alueen kehittäminen on vasta alkuvaiheessa, mutta realistisinta Fortumin mielestä olisi liittää alue jo valmiiksi laajaan kaukolämpöverkkoon, koska alueen läpi kulkevat kaukolämpölinjat. Yhtiö oli kuitenkin myös ottanut huomioon ja pohtinut, mitä vähemmän energiaa kuluttavat rakennukset tulevaisuudessa tarkoittavat kaukolämmön kannattavuuden suhteen. Energiayhtiön mielestä siirtyminen energiatehokkaampaan rakennuskantaa tapahtuu vielä sen verran pienellä volyymilla, että sen vaikutus esimerkiksi kaukolämmön saatavuuteen tai tuotantoon ei ole vaarassa. Haastattelusta kävi kuitenkin ilmi, että tähän on varauduttava ja uusia tuotekokonaisuuksia on kehitettävä. Yksi tällainen olisi esimerkiksi tarjota passiivitaloille mahdollisuus liittyä kaukolämmön ostajaksi kulutuspiikkien aikana.

Energiayhtiön suhtautuminen hiilivapaaseen alueeseen oli varovainen, mutta alueen potentiaali ja sen tuomat muutokset oli myönnetty. Kuitenkin haastattelusta jäi sellainen kuva, että Fortum odottaa, että energiamääräysten kiristyksen perutaan. Vanhalla teknologialla on menty tähänkin asti, joten myös tästä eteenpäin, jos mitään pakotteita ei tule.

[31; 34.]

3.5.3 Minkä kokoinen hanke on kannattava?

Pienissä hankkeissa yhteistyökumppaneiden ja resurssien löytäminen on helpompaa kuin isoissa hankkeissa ja yhteistyö voi poikia innovatiivisempia ratkaisuja. Kuopion nollaenergiatalo on pilottihanke, jonka tarkoituksena on ollut löytää uusia ratkaisuja ja myös osoittaa, mitä on tulevaisuudessa tehtävä toisin. Muutos lähtee pienistä hankkeista, vaikka energiayhtiön kannalta niissä ei ole kannattavuutta, vielä. [31; 34.]

Kuten Kuopion nollaenergiatalo osoitti, hankkeessa oli jouduttu pohtimaan erilaisia tapoja saavuttaa nollaenergiataso. Kohteessa oli valittu rakennukselle yksinkertainen muoto ja lähdetty sekä passiivisin että teknisin keinoin hakemaan nollaenergiatasoa. Yhteistyötä oli tehty sekä laitetoimittajien että teollisuuden kanssa. Yhteistyöllä oli pyritty tuottamaan uusia innovatiivisia ratkaisuja, joiden kehittäminen jatkuu vielä Kuopion kohteen valmistumisen jälkeen. [31.]

Kuopion nollaenergiahankkeen aikana oli myös tehty mielenkiintoinen havainto liittyen energiantuottamiseen ja myymiseen eli rakennuksen leimaantuminen tuotantolaitokseksi. Tämä ongelma pystyttiin kuitenkin kiertämään määrittelemällä hankkeen yhtiöiden rajat uusiksi ja myymään energiaa yhtiöltä toiselle. Järvenpäässä tuotetun energian myynti tapahtui samassa taloyhtiössä oleville kiinteistöille. Nämä kaksi erillistä toimintamallia voisivat olla avaintekijä nollaenergia- ja tulevan plusenergiatalon ylimääräisen energian myyntiin. Tällöin ongelman ratkaisua ei tarvitsisi lähteä etsimään kaavoituksesta tai energiayhtiön haluttomuudesta joutua keskelle energiakilpailua. [31.]

Myös Finnoon alue voisi muodostua taloyhtiöistä, joiden rakennukset olisivat passiivitasoa ja yksi tai kaksi rakennuksista tuottaisi energiaa yhtiön muille rakennuksille. Taloyhtiöt olisivat kuitenkin kiinni kunnallisessa verkossa, jolloin voitaisiin taata energiansaanti myös kulutuspiikkien aikana. Tässä mallissa voitaisiin myös harkita energiantuotantovälineiden leasing-toimintaa, joka tarkoittaisi, että esimerkiksi lämpöä ja sähköä tuottavat aurinkokeräimet olisivat osaomisteisia, jolloin laitteiden huoltotoimenpiteet jäisivät laitteita vuokraavalle yritykselle.

3.6 Yhteenveto

Hillivapaahanke lähtee liikkeelle aluetasolta ja kehittyy tätä kautta yhdeksi hankkeeksi, joka voi olla esimerkiksi nollaenergiakerrostalo. Kaavoituksen jälkeen oleellista on kiinnittää huomiota hankekehitykseen ja suunnitteluun. Jokaisessa vaiheessa korostuvat hankkeen kannalta tärkeimmät pääkohdat, joihin on kiinnitettävä erityistä huomiota. Kaavoitus, hankekehitys ja suunnittelu leimaavat, onnistuuko nollaenergiahankkeen toteuttaminen. Tehtyjen haastatteluiden pohjalta pyrittiin saamaan näihin vaiheisiin lisää näkökulmia.

Haastatteluissa nousseet pääkohdat ovat hyvin samanlaisia. Yhteistyön merkitys asiantuntijoiden välillä koettiin oleelliseksi kaikissa hankkeen vaiheissa ja myös tarpeeksi pitkällä aikataululla on merkitystä. Haastatteluissa oli nähtävissä myös, että nollaenergiahankkeissa selvitystyön määrä tulee kasvamaan ja KUOPAK:sen toteutuneessa hankkeessa tähän saatiin vahvistus.

Kaavoituksen merkitys aluehankkeissa nähtiin suurena, mutta kuten Espoon kaupungin haastatteluissa tuli ilmi, osallistuvilta tahoilta puuttuu usein ymmärrys siitä, miten kaavoitus etenee ja miten siihen voidaan vaikuttaa. Myös kaavoituksen vapautta peräänkuulutettiin, mutta toisaalta siitä halutaan tulevaisuudessa ohjaustekijä entistä energiatehokkaampaan rakentamiseen.

4 Testaus

4.1 Finnoon alueen esittely

Tutkimuksessa keskitytään Espoon kaupungin suunnitteilla olevaan Finnoon uuteen asuinalueeseen. Alueesta ja sen vieressä sijaitsevasta Kaitaan alueesta on suunnitteilla osayleiskaava, jota varten Espoon kaupunki on kerännyt mielipiteitä ja tietoa alueen asukkailta ja muilta toimijoilta vuoden 2010 aikana. Vuoden 2011 alkupuolella alueita on tarkoitus lähteä visioimaan energiayhtiö Fortumin kanssa sekä Espoon kaupungin omin voimin. Alueiden rakentaminen tulee ajankohtaiseksi luultavasti vuosina 2017-2020. [1, s. 1 - 9; 31.]

Suunniteltava Finnoon alue on pinta-alaltaan noin 300 ha ja siitä noin 25 ha on asemakaavoittamatonta aluetta. Finnoon alue sijaitsee Espoonlahden ja Matinkylän kaupunkikeskusten välissä. Alueen rajaa pohjoisessa Länsiväylä ja etelässä meri. Alue on pääosin Espoon kaupungin omistuksessa lukuun ottamatta alueella sijaitsevia yhdyskuntateknisiä laitoksia. [1, s. 3.]



Kuvio 14. Espoon kaupungin kaupunkimittausosaston määrittämä Finnoon uutta osayleiskaavaa koskeva alue. Alue on rajattu punaisella viivalla karttaan [1, s. 1].

Suunnitteilla olevan osayleiskaavan takana on valtuuston päätös (12.10.2009) siirtää alueella sijaitseva Espoon jätevedenpuhdistamo Suomenojalta Blominmäkeen. Alue sijaitsee metrolinjauksen varrella, mutta vielä on epäselvää, kuinka linja jatkuu Matinkylästä länteen. Tällä hetkellä Finnoon asuinalue on suunniteltu metrolinjan varrelle. [1, s. 1 - 3.]

Alueen rajaa Matinkylästä Suomenojanlaakso, jossa sijaitsee Suomenojan allasalue. Allas pengerrettiin vuonna 1964 erilleen merestä jätevedenpuhdistamon saostusaltaaksi ja nykyään se toimii puhdistamon ylivuotoaltaana. Se on linnustollisesti tärkeä ja kuuluu sekä Suomessa että kansainvälisesti tärkeisiin lintualueisiin. Koska alue ei ole luontaisesti syntynyt kosteikko, se ei kuulu lintujensuojeluohjelmaan eikä NATURA 2000 -verkostoon. [1, s. 3.]

Alueella on myös Fortum Power and Heat Oy:n lämpövoimalaitos sekä yksi Espoon vilkkaimmista venesatamista, jossa on noin 1000 venepaikkaa ja 1300 talvisäilytyspaikkaa. Länsiosassa aluetta sijaitsee pääosin rakentamaton noin 25 ha asemakaavoittamaton alue, jolla sijaitsee kulttuurihistoriallisesti tärkeä Mårtensbyn keskiaikainen kylämäki [1, s. 3].

Tavoitteeksi valtioneuvosto on asettanut kaikille uusille alueille muun muassa alueiden käytön energiakysymykset sekä sopeutumisen ilmastonmuutokseen. Nämä ovat myös Finnoon alueen tulevia haasteita. Espoon kaupunki on asettanut alueelle myös omat osayleiskaavaan liittyvät tavoitteet, jotka kaupunginhallitus on hyväksynyt. Tavoitteena on luoda ilmastonmuutoksen torjunnan esimerkkialue, jossa haetaan hiilineutraalia tasoa. [23; 31.]

Espoon kaupungin edustajille tehdyissä haastatteluissa selvisi, että hiilineutraali taso tulee olemaan haaste, mutta kaupunki pyrkii etsimään keinoja tämän tason saavuttamiseksi. Hiilineutraalin alueen määritelmä puuttuu vielä, joten ei ole varmaa, mitä kaikkea tavoite koskee. Tarkoituksena onkin lähteä nyt miettimään, millä keinoin Finnoon alueella voitaisiin päästä hiilineutraalille tasolle ja mitä alue käsittää. Kyseessä on kuitenkin vain tavoite, ei lupaus hiilineutraalista alueesta. [31.]

4.1.1 Kaavoitustilanne

Uudenmaan maakuntakaavassa Finnoon alueen osayleiskaava on esitetty osaksi virkistysalueena ja osaksi taajama-asutuksen alueena. Espoon kaupunki on esittänyt Uudenmaan liitolle erillisen maakuntakaavan laatimista, jossa näkyisi puhdistamon suunniteltu uusi paikka ja Finnoonlahden puhdistamon paikka poistuvana paikkana, jolloin puhdistamomerkintä ei häiritse alueen tulevaa kaavoittamista. Liitteestä 1 on nähtävissä ote Espoon eteläosien yleiskaavasta. [1, s. 4.]

Espoon kaupungin julkistama Finnoonlahden alustava aikataulu [1, s. 12]:

- osayleiskaavaluonnos 2011
- osayleiskaavaehdotus 2012.

Uudenmaanliitto ei kuitenkaan pysty antamaan päätöstä erillismaakuntakaavasta ennen kuin ympäristöministeriö on tehnyt 1. vaihemaakuntakaavaa koskevan vahvistamispäätöksen [1, s. 4 - 5].

Finnoon alue sijaitsee Espoon eteläosien yleiskaavan alueella. Pääosa Finnoon osayleiskaavan alueesta on merkitty yleiskaavaan selvitysalueeksi ja Suomenojanlaakson ympäristö virkistysalueeksi. Tavoitteena onkin saada osayleiskaavaan maankäyttömerkinnät, jotka turvaavat alueen virkistys- ja suojeluarvot sekä luonnon monimuotoisuuden. [1, s. 4 - 7.]

Alueen mitoitustavoitteet [31]:

- ~ 20 000 asukasta
- 3000–4000 työpaikkaa.

Alueen mitoitustavoitteita ei ole vahvistettu. Espoon kaupungin antamassa tiedotteessa asukastavoitteeksi on asetettu 8000-10000 henkeä, mutta Espoon kaupungin haastattelujen kautta selvisi, että todellisempi lukema on noin 20 000 henkeä. Todennäköisesti tämä asukasmäärä tullaan jakamaan Finnoon ja Kaitaan alueen kesken, mutta tässä tutkimuksessa käytetään Finnoon alueella 20 000 asukkaan tavoitetta [31].

Myös työpaikkatavoitetta on jo kuulemma muutettu ylöspäin. Vuoden 2011 aikana tulee hankkeeseen vielä lisää tarkennuksia. Tarkoituksena on, että alueesta tulisi työpaikkaomavarainen eli alue tarjoaisi kaikkien asukkaidensa tarpeisiin tarpeeksi työpaikkoja. Finnoon alueen kaavoituksen tarkoituksena on ollut tiivistää Espoon kaupunkirakennetta. Myös metrolla tulee olemaan tähän suuri vaikutus. Pysäköinnistä tulee luultavasti keskitettyä ja tehokkaalla julkisella liikenteellä pyritään vähentämään autojen käyttöä. [31.]

4.2 Finnoon alueen ja rakennusten energiankulutus

NCC Rakennus Oy:llä on tällä hetkellä käynnissä yksi passiivitalohanke, mutta lähitulevaisuudessa on tiedossa myös muita hankkeita. Ruotsissa passiivitalohankkeita NCC:llä on useampia ja kokemusta on karttunut passiivitalorakentamisesta jo pidemmältä ajalta.

Finnoon alueen energiankulutusta arvioidaan NCC:n kerrostalohankkeen As Oy Kirkkonummen Piippolanhovin passiivikerrostalolle arvioitujen kulutuksien pohjalta. Arvoja verrataan myös Kuopion nollanenergiatalon kulutukseen. Alueen energiankulutusta varten on suoritettu yksinkertaiset laskutoimenpiteet ja näiden tulosten pohjalta on pohdittu, mitkä voisivat olla alueen energiantuotantomuodot. Tutkimuksen tueksi on tehty myös yksinkertainen Excel-laskentatyökalu, jonka arvoja muuttamalla saadaan karkeita arvioita erikokoisten alueiden energiankulutuksesta. Esimerkki laskentatyökalusta löytyy liitteestä 2.

4.2.1 Rakennusten energiankulutus

Finnoon alueen tyyppitaloa kutsutaan tässä tutkimuksessa As Oy Finnooksi. Sovitaan, että Finnoon alueen tyypillisin asuintalo As Oy Finnoo on samanlainen kuin As Oy Kirkkonummen Piippolanhoivi, mutta siinä on yksi kerros enemmän. Kyseessä on A -energialuokan passiivikerrostalo. Taulukossa 6 on ilmoitettu laskelmien lähtötiedot.

Taulukko 6. As Oy Piippolanhovin ja As Oy Finnoon taulukoidut lähtötiedot. As Oy Finnoossa on 5 kerrosta ja sen lähtötiedot on laskettu lisäämällä As Oy Piippolanhovin tietoihin kerros lisää [6].

Lähtötiedot	As Oy Piippolanhoivi	As Oy Finnoo
ET-luku, kWh/m ² /vuosi	85	85
Kerroslukku	4	5
Bruttoala, brm ²	2145	2685
Kerrosbruttoala, brm ²	537	537
Esimerkkiasunto, m ²	57	57
Asuntoja yhteensä	24	30
Henkilöä/kerros	12	12
Henkilöitä/talo	48	60

Seuraavissa laskelmissa viitataan taulukossa 6 esitettyihin tietoihin ja As Oy Kirkkonummen Piippolanhovin energiaselvitykseen [6]. Valitaan mitoitus varten, että alueen asukasmäärätavoite on maksimitavoitearvo 20 000 henkeä. Laskelmissa käsitellään asemakaavoittamatonta 25 ha aluetta, joka on neliömetreinä 250 000 m².

Taulukko 7. Finnoin alueen 25 ha laskennalliset tavoitteet, laskelmat ja niiden tulokset. Tulokset ovat vain karkeita arvioita. Lähtötiedoissa ei ollut annettu As Oy Piippolanhovin kerrossalaa, joten laskuissa käytetään bruttoneliöiden avulla laskettua bruttokerrossalaa.

Finnoin aluetavoitteet			
Tavoite	Laskelma	Tulos	Kaava nro
Talojen lukumäärä	$\frac{20000 \text{ henkeä}}{60 \frac{\text{henkeä}}{\text{talo}}}$	333 kpl	(2)
Bruttoneliöt yhteensä	$333 \text{ taloa} \times 2685 \text{ brm}^2$	894105 brm ²	(3)
Yhteenlaskettu bruttokerrossala, brm ²	$537 \text{ brm}^2 \times 333 \text{ taloa}$	178821 brm ²	(4)
Asuntoja yhteensä	$30 \frac{\text{asuntoa}}{\text{talo}} \times 333 \text{ taloa}$	9990 kpl	(5)
Alueen tehokkuus e_a (kaava 7)	$\frac{178\,821 \text{ brm}^2}{250\,000 \text{ m}^2}$	0,7	(6)

Alueen tehokkuuden kaava:

$$e_a = \frac{\text{rakennuksen kerrossala}}{\text{alueen pinta-ala}} \quad (7)$$

Alueen tehokkuutta voidaan myös kutsua alueen volyymiksi. Normaalin asuinalueen tehokkuus on kerrostaloilla luokkaa 0,4, joten Finnoin alueen tehokkuus on huomattavasti korkeampi. Täytyy ottaa huomioon, että tässä tutkimuksessa on huomioitu vain yhdentyypisiä ja -kokoisia rakennuksia.

Taulukko 8. Energian kulutuksen vuotuinen jakautuminen As Oy Kirkkonummen Piippolanhovissa [6].

Kulutus vuodessa MWh	
Lämmitysenergia *	152,2
Sähköenergia **	29,4
Jäähdytysenergia	0,0
Yhteensä	181,7

**Lämmitysenergiatarve Jyväskylän säätiedoilla, rakennuspaikkakunnalla 144 MWh/a.*

Rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus-rakennuspaikkakunnalla 174 MWh.

***Vain kiinteistösähkö.*

As Oy Piippolanhovin energiaselvityksessä on laskettu, että rakennus kuluttaa energiaa vuodessa Jyväskylän korkeudella taulukossa 8 esitetyllä tavalla. Lämmitysenergia koostuu yhteenlasketuista lämpöhäviöistä ja lämmitysjärjestelmien lämpöhäviöistä, josta on vähennetty hyödynnettävä energia lämpökuormista kaavan 8 osoittamalla tavalla. Kaavassa 8 käytetyt lämmitysenergian määrät on saatu As Oy Piippolanhovin energiaselvityksestä. [6.]

$$\text{Lämmitysenergia} = \text{Lämpöhäviöt} + \text{Lämmitysjärj.lämpöhäviöt} - \text{Lämpökuormat}$$

$$221\,396\text{kWh/a} + 60\,060\text{kWh/a} - 129\,223\text{kWh/a} = 152\,233 \approx 152\,200\text{kWh/a} \quad (8)$$

As Oy Finnoon energiankulutus jakautuu samalla tavalla, kerroksia on vain yksi enemmän. Kasvatetaan samassa suhteessa rakennuksen energiankulutusta yhden kerroksen verran, jolloin saadaan 5-kerroksista taloa kuvaavat arvot. Arvot on esitelty taulukossa 9.

Taulukko 9. Energian kulutuksen vuotuinen jakautuminen As Oy Finnoossa [6].

Kulutus vuodessa MWh	
Lämmitysenergia	190,3
Sähköenergia	36,8
Jäähdytysenergia	0,0
Yhteensä	227,1

Tarkka yhteenlaskettu kulutus on 227 094 kWh/vuosi. Tämän tuloksena saadaan energiatehokkuusluku 85 kWh/m²/vuosi, joka lasketaan kaavassa 9, ET-luvun kaava on estelty sivulla 7 kaavassa 1.

$$ET - luku = \frac{227\,094\text{kWh}/\text{vuosi}}{2685\text{brm}^2} = 85\text{kWh}/\text{m}^2/\text{vuosi} \quad (9)$$

Vertailuna taulukossa 10 ovat Kuopion nollaenergiatalon Asuntola Puusepän kulutusarvot lämmitysenergialle ja sähkölle. Kyseessä on bruttoneliöltään noin As Oy Piippolanhovin kokoinen kerrostalo. Taulukoituja arvoja verrattaessa voidaan huomata, että As Oy Piippolanhovin arvot ovat noin puolet huonommat kuin Asuntola Puusepän kulutusarvot. Voidaan siis todeta, että nollaenergiatalon ja passiivitalonkin välillä on selkeä ero. ET-luku Asuntola Puusepälle olisi noin 50 kWh/m²/vuosi ja tähän on As Oy Piippolanhovissa vielä matkaa.

Taulukko 10. Energian kulutuksen vuotuinen jakautuminen Asuntola Puuseppä, Kuopio [12].

Kulutus vuodessa MWh	
Lämmitysenergia	94,6
Sähköenergia	12,5
Jäähdytysenergia	0,0
Yhteensä	107,1

Energiatarkastelussa ei yleensä huomioida asukkaan henkilökohtaista sähkön kulutusta eli taloussähköä. Tässä tutkimuksessa taloussähkö on huomioitu yhtenä osana rakennuksen energiankulutusta. Yhdessä talossa se jakaantuu kaavan 10 mukaisesti käyttäen kulutusarvioita 20 kWh/brm² [11]:

$$\text{Käyttösähkön osuus} = 2685 \text{brm}^2 * 20 \text{kWh/brm}^2 = 53\,700 \text{ kWh} \quad (10).$$

Taulukko 11. Finnoon alueen rakennusten vuotuisen energiankulutuksen jakautuminen. Energiankulutus on jaettu lämmitysenergiaan, sähkөөn ja käyttösähkөөn.

Finnoon alueen rakennusten vuotuinen energiankulutus MWh		
Lämmitysenergia	$190,3 \text{MWh} \times 333$	63 426
Sähköenergia	$36,8 \text{MWh} \times 333$	12 268
Käyttösähkö	$53,7 \text{MWh} \times 333$	17 900
Yhteensä		93 594 ~ 94 000

Finnoonlahden energian kulutus on eriteltyä taulukossa 11. Yhteensä alueen noin 300 kerrostaloa kuluttaa noin 94 000 MWh, johon sisältyy lämmitys, kiinteistösähkö ja asukkaiden käyttösähkö.

4.2.2 Sähköautojen energiankulutus

Liikenteen osuutta Finnoon alueella käsitellään tässä tutkimuksessa hyvin karkeilla arvioilla. Tutkimuksessa keskitytään vain alueella tarvittavaan energiaan ja liikenteen osuus rajataan sähköautoihin.

Tilastollisesti reilusti yli puolella väestöstä on auto käytössään. Henkilöliikennetutkimus 04-05 on listannut suomalaisten liikenteen käyttöä kuvaavia arvoja ja määriä. Tilastollisesti väestöstä 51,6 % omistaa yhden auton ja 16,5 % ei omista yhtään autoa. Alueella yksityisautoilua pienentävä tekijä esimerkiksi Finnoon alueella olisi tehokas joukkoliikenne, kuten alueelle kaavailtu metro. [18; 19.]

Oletetaan, että Finnoon alueen kaikki asukkaat kuuluvat 83 % väestöstä, jotka omistavat auton eli 100 % omistaa auton. Sovitaan tehokkaan joukkoliikenteen tiputtavan tätä 30 % eli arvioidaan, että tehokas yhteys metrolle pienentää henkilöautoilun 70 %. Myös yhteisauton käyttö laskee tätä lukemaa vielä 10 % eli noin 60 % omistaisi Finnoon alueella auton. Valitaan autolukua kuvaamaan autopaikkojen määrä. Sovitaan, että autopaikkoja on yksi per asunto. Näin ollen autopaikkaluku pienenee 0,6 paikkaa/asunto, koska 60 % on auto. Näistä autopaikoista puolet on sähköautojen paikkoja.

Paikkojen määrä on laskettu kaavassa 11 ja sähköautojen paikat kaavassa 12.

$$\text{Paikkojen määrä} = 9\,990 \text{ asuntoa} \times 0,6 \frac{\text{paikkaa}}{\text{asunto}} = 5\,994 \text{ paikkaa} \quad (11)$$

$$\text{Sähköautojen paikkoja} = 5\,949 \text{ paikkaa} \div 2 = 2\,974 \text{ sähköautopaikkaa} \quad (12)$$

Sähköautoja Finnoon alueella on noin 3000 kappaletta.

Otetaan seuraavissa energiankulutuslaskelmissa huomioon vain sähköautojen kulutus yhden latauksen aikana. Katsotaan, mikä on niiden vuotuinen energiankulutus. Tämän hetkiset sähköautot kulkevat yhdellä latauksella noin 100–200 km. Uudet litium-akut voivat tuplata sähköautojen käyttöasteen. Oletetaan, että tässä tutkimuksessa sähköauton käyttöaste on 200 km ja se kuluttaa energiaa 0,2 kWh/km. [22.]

Lasketaan kaavoista 13 ja 14 käyttöasteen vaatima energiankulutus yhdelle autolle ja kaikille alueen autoille.

$$\text{Sähköauton energian kulutus} = 200\text{km} \times \frac{0,2\text{kWh}}{\text{km}} = 40\text{kWh} \quad (13)$$

$$\text{Alueen kaikki sähköautot} = 40\text{kWh} \times 3000 = 120\,000\text{ kWh} \quad (14)$$

Keskimääräinen matka henkilöautolla vuorokaudessa on 37,7 km [21]. Tästä saadaan laskettua lataustarve vuodessa, joka on eriteltyinä taulukossa 12.

Taulukko 12. Finnoon alueen sähköautojen energiankulutus vuodessa.

Finnoon alueen sähköautojen energian kulutus vuodessa		
Päivämatkojen määrä yhdellä latauksella	$200\text{km} \div 37,7\text{km}$	5
Latausten määrä vuodessa/auto	$365\text{päivää} \div 5\text{päivää}$	73
Sähköautojen kulutus vuodessa yhteensä, kWh	$73 \times 120\,000\text{ kWh}$	8 760 000

Kaikkien alueen sähköautojen kulutus vuodessa on yhteensä noin 9000 MWh.

4.2.3 Yhdyskuntarakenteen energiankulutus

Tässä tutkimuksessa mahdollinen Fortumin lämpövoimalaitos sekä yhdyskuntarakenteen energian kulutus on otettu huomioon samassa energiankulutuskokonaisuudessa. Yhdyskuntarakenteen energiankulutus on noin 1500 kWh/asukas. Se koostuu muun muassa:

- Ulkovalaistuksesta (350-900 kWh/as)
- Katujen ja teknisen huollon verkkojen käytöstä ja kunnossapidosta (150-300 kWh/as)
- Laitosten (pumppaamot ym.) toiminnasta ja kunnossapidosta
- Aurauksesta ja puhtaanapidosta (150-200 kWh/as).

Finnoonlahden alueella tavoitteena on 20 000 asukkaan alue, joten koko alueen yhdyskuntarakenteen energian kulutus on 30 000 MWh, kuten kaavassa 15 on laskettu.

$$1500 \text{ kWh/asukas} \times 20000 \text{ asukasta} = 30\,000\,000 \text{ kWh} = 30\,000 \text{ MWh} \quad (15)$$

[14, s. 153.]

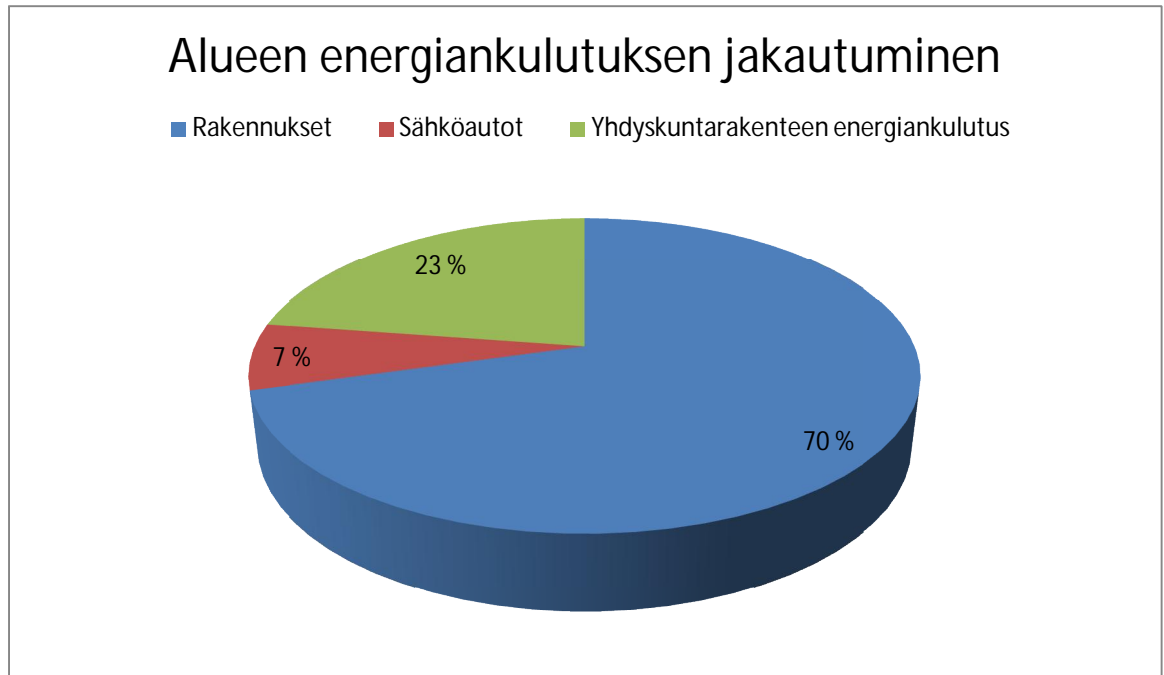
4.2.4 Kulutusten jakautuminen sektoreittain

Tehtyjen laskelmien pohjalta voidaan todeta, että Finnoon alueen energiankulutus jakautuu myös koko Suomen kokonaiskulutukseen verrattuna tyypillisesti. Rakennuksien osuus energiankulutuksesta on kaikkein suurin. Tulokset on esitelty taulukossa 13.

Taulukko 13. Finnoon alueen suurimmat energiankulutussektorit. Yhteenlaskettu energiankulutus on noin 132 600 MWh.

Finnoon alueen suurimmat energiankulutussektorit	
Rakennukset	93 600 MWh
Sähköautot	9 000 MWh
Yhdyskuntarakenne	30 000 MWh
Yhteensä	132 600 MWh

Taulukosta 13 saadut arvot on esitetty kuviossa 15 piirakkakaaviolla, josta on helppo hahmottaa rakennusten ylivoimaisesti suurin osuus koko Finnoon alueen energiankulutuksesta. On myös hyvä huomioida, että laskuissa on käytetty vähemmän energiaa kuluttavan passiivitalon arvoja ja silti rakennusten energiankulutus on suurin.



Kuvio 15. Finnoon alueen energiankulutuksen jakautuminen. Alueen kulutus on jaettu kolmen suurimman kesken. Rakennusten osuus energiankulutuksesta on suurin, toisena on yhdyskuntarakenteen energiankulutus ja viimeisenä sähköautojen.

4.3 Energiamuodon valinta

Finnoon alueen energianmuodon valintaa ja mahdollisuuksia pohdittiin edellä esitettyjen laskelmien pohjalta yhteistyössä Optiplan-suunnittelutoimiston kanssa. Tässä luvussa esiteltyjä vaihtoehtoja on tarkasteltu projekti-insinööri Teemu Salosen kanssa [36].

Finnoon alue luo mahdollisuuksia uusiutuvan energian käyttöön erilaisilla kokonaisuuksilla. Haasteita ja mahdollisuuksia alueella riittää riippuen eri tahojen yhteistyöstä ja taidoista. Tällä hetkellä suurin haaste on uusiutuvien energiamuotojen rajalliset energiantuottomäärät, korkeat kustannukset ja teknologian puutteet. Myös halpa sähkönhinta ja kattava kaukolämpö- ja sähköverkosto ovat tehneet energiansaannin ja -valinnan tähän mennessä helpoksi. [36.]

Kaukolämpö on Suomessa yksi kerrostalon tyypillisimmistä lämmön hankintamuodoista. Suurin osa kaukolämmön jakelualueilla olevista kerrostaloista lämpenee kaukolämmöllä, joka tuotetaan lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksissa. Se on

Finnoon alueenkin kohdalla yksi lämmönhankintavaihtoehdoista ja matalaenergiatasolla kilpailukykyinen. On kuitenkin oleellista tarkastella myös muita mahdollisia vaihtoehtoja. [14, s. 107; 4, s. 170 - 172.]

Koska uusiutuvan energian käyttäminen rakentamisessa vaatisi sen huomioon ottamista jo kaavoitusvaiheessa, olisikin nyt juuri oikea aika vaikuttaa kaavoitukseen. Kaavoituksessa voitaisiin määritellä esimerkiksi rakennusten suuntaus, sijoittelu ja muoto sekä luoda edellytyksiä paikallisten energialähteiden käytölle. Myös lämmöntuotantomuotoon voitaisiin tehdä linjauksia. [13.]

Espoon kaupunki on päättänyt, että alueelle haetaan nollahiiliratkaisuja. Tämä tarkoittaa kaikki rakennusten tekniset ratkaisut huomioon ottaen muun muassa rakennusten lämmitystarpeen pienentämistä. Tällöin kaukolämpö ei ole alueen paras mahdollinen lämmönjakelutapa, vaikka varmasti ennakoitavin. Alueen energiaratkaisujen pohtimisessa voitaisiin lähteä liikkeelle esimerkiksi jakamalla alue kahteen vyöhykkeeseen kuvion 16 osoittamalla tavalla. Kummallakin alueella olisivat erilaiset energiantuottotavat. [23.]



Kuvio 16. Finnoon alueen jakaminen vyöhykkeeseen 1 ja vyöhykkeeseen 2, joissa voitaisiin hyödyntää erilaisia energiantuottomenetelmiä.

Alueelle on vaikea tehdä yhtä järjestelmää käyttävää energiantuotantoratkaisua. Se tulisi koostumaan pää- ja sivutuotantomuodosta. Alueen energiatarpeen kattaminen tullaankin luultavasti hoitamaan useiden menetelmien yhdistelmänä, hybridinä. Vyöhykkeellä 1 voitaisiin käyttää hyödyksi esimerkiksi aurinko- ja tuulivoimaa ja vyöhykkeellä 2 maa- ja merilämpöä. Nämä eivät ole kuitenkaan täysin yksiselitteisiä ratkaisuja hiilivapaan tavoitteen suhteen.

Energiankulutus on tässä tutkimuksessa jaettu lämpöön ja sähkөөn. Jäähdytyksen osuus tulee olemaan tulevaisuudessa kasvava matalaenergiataloissa, mutta tässä sen suhteen ei ole tehty laskelmia. Myös energiantuotantomuotoa valittaessa tulee tarkastella erikseen lämmön ja sähkön tuotannon osuutta. Sähkö tulee olemaan ongelmallisempi tuottaa kuin lämpö. Myös suurin osa lämpöä tuottavista uusiutuvista energiamuodoista tarvitsee toimiakseen sähköä. Alueen yhtenä ratkaisuna voisikin olla yhteistuotantolaitos esim. CHP-laitos, jossa sähkö tuotettaisiin uusiutuvalla polttoaineella ja lämpö esimerkiksi maa- ja merilämmöllä. [36.]

Myös alueen rajaaminen yhdeksi tuotanto- ja käyttöalueeksi on vaikeaa ja luultavasti tuotettavaa energiaa jaettaisiinkin lähiympäristöön. Energiayhtiön kannalta tuotannon rajaaminen vain yhdelle alueelle ei ole kannattavaa. Tämä tietenkin riippuu hyvin pitkälti siitä, millaisia valintoja alueelle tehdään ja kuinka innovatiivisia ratkaisuja alueella toimiva Espoon kaupungin yhteistyökumppani Fortum on valmis tekemään. Tähän liittyen täytyy myös päättää, tarkastellaanko alueen rakennuksia yksittäisinä energiantuottajina kuten esim. taloyhtiöinä vai yhtenä isona kokonaisuutena. Tämä vaikuttaa luonnollisesti myös siihen, minkä kokoisia tuotantoyksiköitä alue tarvitsisi ja kuinka monta niitä tulisi olla. [36.]

Taulukko 14. Finnoon alueen sähkötuotantovaihtoehtoja voisivat olla teollinen tuulivoima ja aurinkopaneelit. Näiden vaihtoehtojen lukumäärät ja verranto on esitetty taulukossa [36].

Sähköntuotanto	Lukumäärä	Verranto
Teollinen tuulivoima (3MW)	6000 MWh/a	
Normaali	9 kpl	
Maalämpö	12 kpl	
Aurinkopaneelit		
Normaali	330 000 m ²	1000 m ² /talo
Maalämpö	470 000 m ²	m ² /talo

Saaduista arvoista nähdään, että kyseessä on tämän kokoiselle alueelle melkoinen haaste. Aurinkopaneelien määrä on käytännössä sama kuin koko alueen pinta-ala eli puhutaan satojen hehtaarien peittämisestä aurinkopaneelilla. Myös tuulivoima vaatisi käyttöönsä suuren alueen, jotta sen kapasiteetti olisi riittävä. Taulukossa 14 maalämmön osuus tarkoittaa sitä, kuinka paljon sähköntuotantoa tulisi lisätä, jos alueella lämmöntuotanto hoidettaisiin maalämmöllä. Mitä enemmän alueella tuotetaan lämpöä esim. maalämmöllä, sitä enemmän tarvitaan myös kompressoreja, jotka tarvitsevat sähköä. [36.]

Jos alueella käytettäisiin maa- ja merilämpöä, tulisi myös pohtia, onko alueella omia voimalaitoksia vai jokaisessa talossa oma lämpöpumppu. Tämäkin asettaa lisää haasteita sähkön tuotannolle [36].

Taulukko 15. Finnoon alueen lämmöntuotanto voitaisiin kattaa pelleteillä tai maalämmöllä. Taulukossa on kuvattu, millaisella kapasiteetilla tämä olisi valituilla tuotantomuodoilla mahdollista [36].

Lämmöntuotanto	Kapasiteetti ja lukumäärä
Lämmitysteho	20 MW
Pelletti	438 kuormaa/a
Maalämpö	200 kaivoa
	6 kaivoa/talo

Lämmöntuotantoon otettiin jo kantaa edellä sen suhteen, paljonko uusiutuva energia vaatii sähköä toimiakseen. Muitakin haasteita lämmöntuotannossa on. Kuten taulukossa 15 nähdään, esimerkiksi maalämpö vaatisi suuren määrän porakaivoja, jos alueen lämmön tarve katettaisiin pelkästään maalämmöllä. Lukua saataisiin pienemmäksi merilämpöä käyttämällä, mutta tämä vaatisi joko jokaiseen taloon oman lämpöpumppujärjestelmän tai erilliset voimalaitokset. [36.]

Taulukossa oleva lämmitystehon 20 MW kapasiteetti vastaa normaalin pienemmän energiavoimalan tehoa, jota käytetään yleensä sähköpiikkien aikana [36].

Yhteisvoimalan polttoaineen valinnassakin tulisi olla tarkkana. Jos alueella esimerkiksi lähdettäisiin tuottamaan energiaa uusiutuvalla energiamuodolla, kuten pelletillä, hakkeella ja bioöljyllä, merkitsisi se rekkaliikennettä alueen tuotantolaitokseen, mikä osaltaan lisäisi alueen hiilipäästöjä. [36.]

Kokonaisen Finnoon alueen energiatarpeen kattaminen uusiutuvalla energialla ja sen saaminen hiilivapaaseen tasoon vaikuttaa mahdottomalta. Myös se, mitä hiilivapaaseen alueeseen sisällytetään, vaatii tarkentamista ennen kuin vastaavia alueita voidaan ruveta rakentamaan. Yhden rakennuksen rakentaminen ei ole mahdottomuus kuten Kuopion esimerkki osoittaa. Herääkin kysymys, onko hiilineutraalin alueen tavoittelemisen järkevää vielä tällä hetkellä.

4.4 Testauksen yhteenveto

Tutkimuksen testauksessa päätettiin, että hiilineutraali Finnoon alue käsittää rakennusten, sähköautojen ja yhdyskuntarakenteen energiankulutuksen. Tutkimuksen testauksessa laskettiin A-energialuokan passiivikerrostalon avulla Finnoon alueen rakennusten mahdollinen energiankulutus eli sähkön ja lämmön määrä. Liikenteen osuutta arvioitiin sähköautojen lataustarpeen kautta ja yhdyskuntarakenteen energiantarvetta karkealla laskenta-arvolla asukasta kohden. Yhteenlaskettu energiankulutus koko alueen noin 300 kerrostalolle, 3000 sähköautolle ja 20 000 asukkaalle on 132 600 MWh/vuosi.

Rakennusten energiantarve on alueella ylivoimaisesti suurin, yhdyskuntarakenteen seuraavaksi ja liikenteen osuus pienin. Saatujen kulutusarvojen avulla arvioitiin mahdollisia uusiutuvia sähkön- ja lämmöntuotantovaihtoehtoja. Todettiin, että pelkän uusiutuvan energian käyttäminen lisää sähkön tarvetta huomattavasti. Tämän hetkinen tekniikka ei myöskään riitä alueen energiantarpeen kattamiseen.

5 Työn tulos

Tutkimuksen tavoitteena oli luoda NCC:llä käytettävän hankeprosessin avulla hiilivapaata aluehanketta ja nollaenergiarakennushanketta tukeva toimintamalli sekä selvittää, millaisia haasteita näiden hankkeiden toteuttamisessa on. Mahdollisia ratkaisuja etsittiin kirjallisuuden ja Internetin avulla sekä haastatteleamalla mahdollisen hiilivapaan hankkeen osapuolia ja tekemällä vierailu valmistuneeseen nollaenergiakohteeseen.

Tutkimuksessa nostettiin esille myös mahdollinen Finnook aluehanke ja tutkittiin sen avulla mahdollisia hiilivapaan alueen energiankulutusmääriä. Finnook esimerkin avulla tutkimuksessa pyrittiin tuomaan esille, mikä on rakentamisen nykytilanne ja millaisen haasteen edessä tullaan vuonna 2020 olemaan. Tutkimuksessa ei ole haettu yhtä ratkaisumallia, vaan pyritty nostamaan esille tulevaisuuden suurimmat haasteet sekä ne osa-alueet, joihin tulisi keskittyä.

Tutkimuksen tuloksena kehitettiin 3-vaiheinen toimintamalli, jossa otetaan kantaa hankkeen etenemiseen aluetasolta hanketasolle. Toimintamallissa keskitytään aluetasolla kaavoitukseen ja hanketasolla hankekehitykseen ja suunnitteluun.

Kaavoitustasolla esiin nostettiin aluetavoitteiden asettaminen sekä rakennusten, verkostojen ja liikenteen suunnitteleminen alueen ominaisuudet huomioon ottaen. Toimintamallissa korostettiin myös kaavoituksen osalta asiantuntijayhteistyön merkitystä ja kaavoituksen tärkeyttä energiatehokkuuteen ohjaavana tekijänä, ei rajoittavana. Kaavoituksen tulisi olla hiilivapaassa hankkeessa osa NCC:n hankeprosessia, varsinkin kun kyseessä on aluehanke.

Hanketasolla hankekehityksellä on merkittävä rooli. Hankekehityksen aikana tulisi kaavoitus huomioon ottaen asettaa hiilivapaan hankkeen tai nollaenergiahankkeen tavoitteet eli tässä vaiheessa tulisi päättää, pyritäänkö hankkeessa hiilineutraaliin tasoon. Hankekehityksen aikana tonttihankintaan tulee kiinnittää huomiota, koska se määrittää pitkälti hankkeen reunaehdot. Energiatavoitteet tulee valita eli pohtia, millaiselle konseptille hanketta ruvetaan rakentamaan, pyritäänkö hyödyntämään uusiutuvaa energiaa ja millä tavalla.

Energia-analyysi on myös osa kaavoitusta, mutta se on myös osa yksittäisen rakennuksen suunnittelua. Sen avulla pyritään määrittämään mahdollisia teknisiä ominaisuuksia ja rakenteellisia vaihtoehtoja sekä etsimään myös mahdollisia yhteistyökumppaneita, joiden avulla tavoitteeseen päästään.

Hankekehitysvaiheessa tulee tehdä valintoja hiilivapaan aluehankkeen sekä nollaenergiatalon hankkeen etenemiseksi. Kun kustannuksia hankkeelle vasta määritellään, on myös rakennuksesta mahdollista saada energiaa säästävämpi. On siis huomattava, että mitä aikaisemmassa vaiheessa valinnat tehdään, sitä suuremmat ovat vaikutusmahdollisuudet hankkeen onnistumiseksi.

Suunnittelulla voidaan luoda vielä viimeisetkin ratkaisut nollaenergiarakennukselle. Erityisen tärkeää on luonnosten tekeminen, pääpiirustukset ja niiden myötä tehtävä energiaselvitys, sekä toteutuskuvat, joiden avulla pyritään vielä saamaan työvaiheista kaikki hyöty irti.

Vaikka tässä tutkimuksessa ei juurikaan otettu kantaa, mitä nollaenergiahankkeessa tapahtuu suunnitteluvaiheen jälkeen, ei suunnittelua seuraavia vaiheita saa unohtaa. On oleellista ymmärtää, että toimiakseen nollaenergiatalo tarvitsee myös osaavat rakentajat ja käyttäjät. Nollaenergiatalo pysyy nollaenergiatasolla koko sen elinkaaren ajan, jos tämä on tavoite kaikissa vaiheissa myös hankkeen valmistuttua.

Tutkimuksen testauksessa laskettiin asemakaavoittamattomalle Finnoon alueelle mahdollisia energiankulutusarvoja käyttämällä passiivitalon lähtötietoja. Saatuja arvoja tutkittiin yhdessä Optiplan-suunnittelutoimiston kanssa ja tuloksena saatiin erilaisia

energiatuotantovaihtoehtoja esimerkkialueelle. Testauksessa pyrittiin etsimään keinoja korvata kaukolämpö ja uusiutumattomalla energialla tuotettu sähkö.

Testauksen kautta todettiin, että tämän hetkiselä uusiutuvaa energiaa käyttävällä tekniikalla vaadittavat kapasiteetit Finnoon alueelle ovat vielä liian suuria ja erityisesti ongelmia saattaa ilmetä kulutuspiikkien kanssa. Koko alueen saaminen omavaraiseksi energiantuotannon suhteen vaikuttaa näiden laskelmien pohjalta mahdottomalta. Kuopion esimerkki kuitenkin osoitti, että keinoja yhden nollaenergiatalon tai taloyhtiön rakentamiseksi on. Vaihtoehtona olisi rakentaa passiivitasen kerrostaloja ja muodostaa asuntoyhtiöiden sisällä toimivia energiaverkkoja.

Testauksen kautta todettiin myös, että suurin haaste uusiutuvan energian tuottamisessa on sähkön tuottaminen. Lämmöntuotanto ei ole yhtä haasteellista ja mitä energiatehokkaampia rakennuksia tulevaisuudessa tehdään, sitä vähemmän rakennukset tarvitsevat lämmittämistä. Sähkön tarve kuitenkin kasvaa, kun käytetään lämmön tuottamiseen uusiutuvaa energiaa, koska suurin osa tämän hetkisistä uusiutuvista lämmöntuotantotavoista tarvitsee toimiakseen sähköä.

5.1 Jatkotutkimukset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli käsitellä laajasti ja hyvin yleisellä tasolla hiilivapaata rakentamista ja nollaenergiarakentamista. Tutkimuksen pohjalta on noussut useita osa-alueita, jotka kaipaivat jatkotutkimista nyt ja tulevaisuudessa. Jatkotutkimusta vaativat osa-alueet on eritelty taulukossa 16.

Lyhyellä aikavälillä olisi oleellista, että NCC pääsisi osaksi nollaenergiահanketta, jolloin pystyttäisiin nostamaan esiin mahdollisia rakenteeseen liittyviä kehitysideoita sekä kehittämään uusia tuotteita. Myös esiteltyä toimintamallia päästäisiin kehittämään todellista hanketta vastaavaksi.

Oleellista olisi saada käyttöön mahdollisimman nopeasti vakiintuneet termit ja käsitteet koskien hiilivapaata rakentamista. Määritelmien käyttäminen ristiin ja virallisten käsitteiden puuttuminen tekevät aiheesta hankalan ymmärtää. Nollaenergia- ja hiilivapaakäsite tarvitsisivat yhden kattotermin, joka käsittäisi molemmat määritelmät.

Lyhyellä aikavälillä olisi myös tärkeää selvittää mahdollisen nollaenergiatalon asiakaskunta sekä, mitkä asiat askarruttavat mahdollisia asiakkaita. Myös arkkitehtuurin säilyttäminen monipuolisena ja kiinnostavana luo oman haasteensa nollaenergiarakentamiseen. Kaupunkikuva on aikaisemmin luotu asemakaavan avulla, mutta ehkä myös monipuolinen kaupunkikuva säilyisi, jos arkkitehtuuri leikkittelisi energiatehokkuudella ja kaavoituksessa keskittyttäisiinkin siihen, millaisia muutoksia siihen olisi tuotava, jotta se ottaisi huomioon kiristyvät energiamääräykset.

Nollaenergia tulee olemaan haaste ja keskitetylle asiantuntijatoiminnalle olisi kysyntää. Pelkästään nollaenergiasuunnitteluun keskittyneet toimistot ja suunnittelijat vastaisivat suureen asiantuntijapulaan, joka alalla tällä hetkellä vallitsee. Tuotekehityksen ja tutkimisen määrää tulee myös lisätä tulevaisuudessa yhteistyössä tuotetoimittajien kanssa, jotta pystytään ennaltaehkäisemään suuret korjaustarpeet ja esimerkiksi sisäilmaongelmat nollaenergiarakennuksissa.

Oleellista olisi myös pyrkiä avoimesti kehittämään nollaenergiataloa ja hiilivapaata aluetta tuotteena. Tämä vaatisi vastaavissa hankkeissa enemmän myös julkisen toiminnan tukemista ja siihen mukaan lähtemistä. Yksi näkymä saattaisi olla, että nollaenergiatuotteita lähdetäisiin kehittämään yhdessä esimerkiksi kaupungin kanssa. Tämä tarkoittaisi, että kaupunki lähtisi esimerkiksi ulkoistamaan alueiden nollaenergiasuunnittelua yrityksille.

Nollaenergiahanke on hyvin potentiaalinen elinkaarihanke, sen toimivuus, huolto ja asiakastyytyväisyys ovat varmasti kiinnostavia tutkimusaiheita, kun niiden rakentaminen todella käynnistyy. Nollaenergiarakennuksen tekniikan tulee olla kunnossa, ennen kuin hiilivapaita aluehankkeita voidaan käynnistää. Vaikka alue kattaa myös rakennusten lisäksi muita energiaa kuluttavia sektoreita, huomattiin tutkimuksenkin aikana, että rakennusten energiankulutus on sektoreista huomattavin.

Taulukko 16. Jatkotutkimusaiheet lyhyellä, keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä.

Lyhyt aikaväli	Keskipitkä aikaväli	Pitkä aikaväli
<ul style="list-style-type: none"> • Käsitteiden määrittely • Nollaenergiaprojektin ryhtyminen • Asiakaskunnan määrittely • Arkkitehtuurin monipuolisuus • Tuotekehitys 	<ul style="list-style-type: none"> • Kaavoituksen tarkoituksenmukaistaminen • Keskitetty asiantuntijatoiminta 	<ul style="list-style-type: none"> • Hiilivapaa-alue • Lakimuutokset • Kuntatason tehtävien ulkoistaminen

Energiatehokkuus on koko rakennusalaan koskeva haaste. Tällä hetkellä ratkaisuja energiatehokkuustavoitteiden saavuttamiseksi puuhailevat niin viranomaiset, rakennusliikkeet kuin teollisuuskin. Tavoitteet ja aikataulu vaikuttavat haasteellisilta, mutta ne ovat saavutettavissa.

Kehityksen suuntaan pitäisi kuitenkin pysähtyä miettimään. Olisiko ratkaisu kenties yhteistyön ja toimijoiden tasavertaisuuden lisäämisessä? Kuopion nollaenergiatalo on hanke, jonka ratkaisut ovat kaikkien nähtävillä ja käytettävissä. Kokonaisen hiilivapaan alueen toteuttaminen vaatii julkista yhteistyötä ja toimijoiden asettamista samalle lähtöviivalle. Kaupungin resurssit eivät tule riittämään haasteen saavuttamiseen yksin, mutta toisaalta, onko järkevää pyrkiä tavoitteisiin, joihin ei ole löydetty vielä selkeitä ratkaisuja ja joiden ratkaiseminen jätetään rakentajien ongelmaksi. Myös energian tuottamisen ja myymisen konseptin pitäisi laajentua, jotta innovaatioille olisi enemmän mahdollisuuksia.

Viitteet ja haastattelut

Viitteet

- [1] Suntio, Seppo. *Finnoo osayleiskaava, Osallistumis- ja arviointisuunnitelma* [PDF-dokumentti]. Espoon kaupunki. 21.5.2010 [viitattu 14.10.2010]. Saatavissa: www.espoo.fi/binary.asp?path=125643&field=FileAttachment.
- [2] Liljeström, Kimmo. Optiplan. NCC, Green -seminaari, 18.10.2010.
- [3] Nyman, Mikko – Ojanen, Tuomo – Kukkonen, Petri – Saari, Mikko. *Tasauslaskentaopas 2010* [PDF-dokumentti]. Ympäristöministeriö. 6.5.2010 [viitattu 4.11.2010]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=120826&lan=fi>.
- [4] Sarja, Asko. *RIL 249-2009 Matalaenergiarakentaminen, asuinrakennukset*. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2009.
- [5] Kalliomäki, Pekka. *D3, Rakennusten energiatehokkuus, Määräykset ja ohjeet 2012*. [PDF-dokumentti]. Ympäristöministeriö. 28.9.2010 [viitattu 4.11.2010]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=121170&lan=fi>.
- [6] Törnblom, Tomas. *As Oy Kirkkonummen Piippolanhoivi, Rakennusluvan energiaselvitys*. Optiplan Oy, 26.1.2010.
- [7] RT 93-10957. *Asuntosuunnittelu, Yhteistilat*. Toukokuu 2009.
- [8] Motiva Oy. *Matalaenergiatalon määritelmiä* [verkkosivu]. 11.8.2010 [viitattu 21.10.2010]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/millainen_on_energiatehokas_pientalo/mat_alaenergiatalon_maaritelmia.
- [9] Hellsten, Johanna. *Määritelmäviidakko* [verkkosivu]. Rakennuslehti. 2.10.2008 [viitattu 21.10.2010]. Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/14524.html>.
- [10] Liukko, Anja. *Hallitukselta esitys uusiutuvan energian syöttötariffeista* [tiedote]. Työ- ja elinkeinoministeriö. 16.9.2010 [viitattu 21.10.2010]. Saatavissa: http://www.tem.fi/?89519_m=100414&s=2471.
- [11] Tuomaala, Pekka. VTT. NCC, Green seminaari 18.10.2010
- [12] www.nollaenergia.fi. *Asuntola puuseppä* [PDF-dokumentti]. 28.7.2010 [viitattu 9.3.2011]. Saatavissa: <http://www.nollaenergia.fi/dokumentit/kuopio/taulukot.pdf>.
- [13] Optiplan Oy. *Tampereen Hannulan alue, Energiatehokkuusselvitys*. 2.9.2010.
- [14] Lappalainen, Marko. *Energia- ja ekologiakäsikirja, suunnittelu ja rakentaminen*. Helsinki. Rakennustieto Oy. 2010.

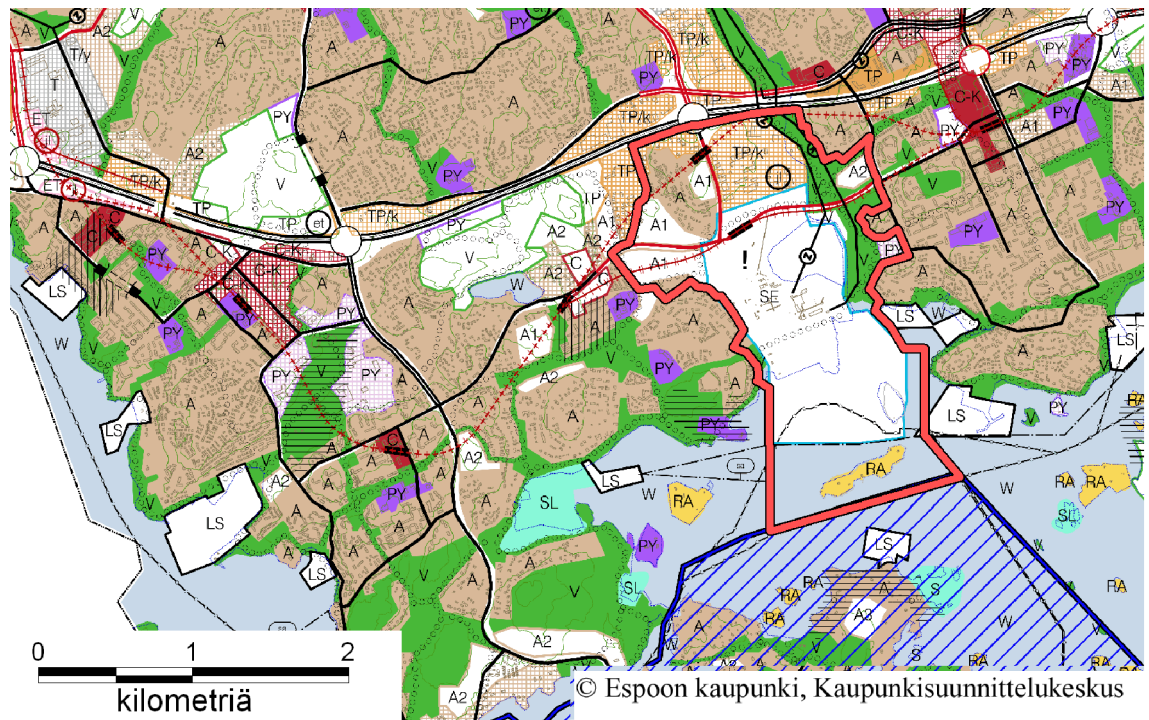
- [15] Motiva Oy, Aurinkoteknillinen yhdistys Ry. *Auringosta lämpöä ja sähköä* [verkkolehti]. 13.11.2010 [viitattu 13.11.2010]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/2220/AurinkoEnergia_www.pdf.
- [16] Syrjänen, Olavi, *Osallistuminen, Vuorovaikutus, Muutoksenhaku Kaavoituksessa*. Helsinki: Rakennustieto Oy. 2005
- [17] Finlex. *Laki rakennusten energiatodistuksesta* [verkkosivut]. 13.4.2007 [viitattu 12.11.2010]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070487>.
- [18] Henkilöliikennetutkimus 04-05. *Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus 04-05*. [Viitattu 18.11.2010]. Saatavissa: <http://www.hlt.fi/index.htm>.
- [19] Henkilöliikennetutkimus 04-05. *Kotimaassa tehdyt päivittäiset matkat matkan tarkoituksen mukaan ja kotitalouden autonomistus 6_52_tark.xls*. [Viitattu 18.11.2010]. Saatavissa: http://www.hlt.fi/tulokset/matkojen_tarkoitus.htm.
- [20] Sähköautot –Nyt! *Energiaihme*. [Viitattu 26.11.2010]. Saatavissa: <http://www.sahkoautot.fi/miksi:energiaihme>.
- [21] Henkilöliikennetutkimus 04-05. *Kotimaassa ja ulkomailla tehtyjen päivittäisten matkojen matkaluvut, keskipituudet ja suoritteet pääasiallisen kulkutavan mukaan jaoteltuina 6_11_tapa.xls*. [Viitattu 18.11.2010]. Saatavissa: <http://www.hlt.fi/tulokset/kulkutavat.htm>.
- [22] Chefurka, Paul. *How much CO2 Do Electric Cars Produce?* [verkkosivu]. [Viitattu 30.11.2010]. Saatavissa: <http://www.paulchefurka.ca/Electric%20Cars%20and%20CO2.html>.
- [23] Rakennuslehti. *Espoon Finnoosta kaavaillaan ilmastonmuutoksen esimerkkialuetta* [verkkouutinen]. 30.11.2010 [viitattu 3.12.2010]. Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/energiatehokkuus/23345.html>.
- [24] Laukkanen, Maaria. *Kertauskalvot*. Luentomoniste. Helsinki: Metropolia AMK. 2010.
- [25] Noponen, Jukka. *Energiatehokkuus alkaa kaavoituksesta* [PDF-dokumentti]. 1/2009 [viitattu 27.12.2010]. Saatavissa: http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk109/mk109_1227_noponen.pdf.
- [26] Tilastokeskus. *Energian loppukäyttö sektoreittain* [PX-Web-tietokanta]. 1.10.2009 [viitattu 21.2.2011]. Saatavissa: http://pxweb2.stat.fi/Database/StatFin/ene/ekul/ekul_fi.asp.
- [27] European Comission, Eurostat Pocketbooks. *Energy, transport and environment indicators* [PDF-dokumentti]. 3.2.2011 [viitattu 21.2.2011]. Saatavissa: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-DK-10-001/EN/KS-DK-10-001-EN.PDF.
- [28] Espoon kaupunki. *Kaavoitus, Kaavan käsittelyvaiheet ja vaikuttaminen* [verkkosivu]. [Viitattu 22.2.2011.] Saatavissa: <http://www.espoo.fi/hankkeet/?path=1;28;29;1047;1098;46351;4805>.

- [29] Espoon kaupunki. *Kaupunginhallitus, LISTAN ASIANRO 20, 20 §, Aiesopimus.pdf* [PDF-dokumentti]. 29.11.2010 [viitattu 22.2.2011]. Saatavissa: http://www.espoo.fi/asiakirja.asp?path=1;31;37423;37424;37425&id=ABB966AE8A29B275C22577F90042B78F&kanta=kunnari\intrakun_e.nsf.
- [30] Kankainen, Jouko – Junnonen, Juha-Matti. *Rakennuttaminen*. Helsinki. Rakennustieto Oy. 2004.

Haastattelut

- [31] Projektinjohtaja Torsti Hokkasen haastattelu. 11.2.2011. Espoon kaupunki.
- [32] Toimitusjohtaja Tuula Vartiaisen haastattelu. 2.2.2011. KUOPAS, Kuopion opiskelija asunnot Oy.
- [33] Projektipäällikkö Robert Erikssonin ja energiainsinööri Tiina Sekin haastattelu. 17.2.2010. Espoon kaupunki.
- [34] Investointijohtaja Dan Blomsterin ja myyntipäällikkö Ville Miettisen haastattelu. 26.1.2011. Fortum Oyj.
- [35] Projektipäällikkö Markku Kulmalan ja hankekehitysjohtaja Iikka Alvoitun haastattelu. 25.1.2011. NCC Rakennus Oy.
- [36] Projekti-insinööri Teemu Salosen haastattelu. 2.12.2011. Optiplan Oy.

Ote Espoon eteläosien yleiskaavasta



- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | Nykyisellään säilyvät alueet |  | PY Julkisten palvelujen ja hallinnon alue |
|  | Kehitettävät alueet |  | TP Työpaikka-alue |
|  | Uudet ja olennaisesti muuttuvat alueet |  | /k Alueella sallitaan paljon tilaa vaativan erikoistavaran kaupan sijoittuminen |
|  | Terveyshaitan poistamistarve |  | V Virkistysalue |
|  | A Asuntoalue |  | RA Loma-asuntoalue |
| | A1 Kaupunkimainen asuntoalue |  | LS Satama-alue |
| | A2 Tiivis ja matala -asuntoalue |  | W Vesialue |
| | A3 Pientaloalue |  | SE Selvitysalue |
|  | C-K Keskustatoimintojen alue |  | sa Rannikko- ja saaristovyöhyke |
|  | C Keskustatoimintojen ja lähipalvelujen alue | | |
|  | Moottoritie | | |
|  | Yksiajoratainen päätie, päätie tai alueellinen kokooajakatu | | |
|  | Eritasoliittymä | | |
|  | Raide asemineen | | |
|  | Maanalainen raide | | |
|  | Joukkoliikenteen varikkoalue | | |
|  | Virkistysyhteys | | |
|  | Laivaväylä | | |
|  | Veneväylä | | |
|  | Päävoimansiirtolinja | | |
|  | Maakaasulinja | | |

