

Suvi Nivakoski

**KATSAUS NOLLAENERGIA- JA LÄHES NOLLAENERGIA-
RAKENNUSTEN TILANTEeseen SUOMESSA**

KATSAUS NOLLAENERGIA- JA LÄHES NOLLAENERGIA- RAKENNUSTEN TILANTEeseen SUOMESSA

Suvi Nivakoski
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, talonrakennustekniikka

Tekijä: Suvi Nivakoski

Opinnäytetyön nimi: Katsaus nollaenergia- ja lähes nollaenergiarakennusten tilanteeseen Suomessa

Työn ohjaajat: Kimmo Illikainen ja Anu Sirviö

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015 Sivumäärä: 50 + 1 liite

Rakennusten energiatehokkuuteen on alettu kiinnittää huomiota yhä enemmän, koska Suomen ilmasto- ja energiastrategiassa on asetettu merkittäviä energi-ansäästötavoitteita. Rakennusten energiatehokkuutta pyritään parantamaan, jotta päästäisiin mahdollisimman alhaiseen energiankulutukseen.

Opinnäytetyön aiheena oli nollaenergiarakennusten ja lähes nollaenergiarakennusten tilanne Suomessa. Tarkoituksena oli selvittää nollaenergiarakennusten käyttäjien kokemuksia ja parannusehdotuksia. Tavoitteena oli myös tutkia, kuinka paljon uusia rakennuksia on tehty ja vanhoja rakennuksia remontoitu lähes nollaenergiatasolle. Opinnäytetyön taustalla oli Sustainable Buildings for the High North –hanke.

Työssä perehdyttiin lähes nollaenergiarakennusten suunnittelu- ja rakennusohjeisiin. Nollaenergiarakennusten sekä lähes nollaenergiarakennusten käyttäjille laadittiin kysely, jossa selvitettiin käyttäjien kokemuksia sekä parannusehdotuksia. Kysely lähetettiin pientalojen, kerrostalojen sekä julkisten rakennusten käyttäjille. Kyselylomakkeessa oli sekä monivalintakysymyksiä että avoimia kysymyksiä. Rakennusvalvontavirastoista ympäri Suomen kyseltiin tietoja jo rakennetuista nollaenergiataloista.

Kyselyn kohteita oli erittäin vaikea löytää, sillä nollaenergiarakennuksia ja lähes nollaenergiarakennuksia on rakennettu Suomeen hyvin vähän. Kyselyyn vastanneet olivat tyytyväisiä asumisratkaisuihin. Vastauksista ilmeni, että rakennusten automatiikan hienosäädöllä ja pienillä parannuksilla on suuri merkitys talon energiatehokkuuteen. Suunnittelu- ja rakennusvaiheessa on vielä kehitettävää, sillä nollaenergiarakentaminen on melko uusi asia rakennusalalla. Tästä työstä saatuja tuloksia voidaan hyödyntää tulevaisuudessa lähes nollaenergiatalojen suunnittelussa ja toteutuksessa. Työn aihe on erittäin ajankohtainen ja tärkeä, sillä muutaman vuoden kuluttua EU-direktiivin astuessa voimaan melkein kaikkien rakentajien täytyy perehtyä lähes nollaenergiatalon suunnittelu- ja rakennusohjeisiin.

Asiasanat: rakennusten energiatehokkuus, SBHN, lähes nollaenergiarakennus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, Option of House Building

Author: Suvi Nivakoski

Title of thesis: The review of net zero energy and nearly zero energy buildings in Finland

Supervisors: Kimmo Illikainen and Anu Sirviö

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2015 Pages: 50 + 1 appendices

Nowadays, energy efficiency of buildings is important. The design of energy efficiency in buildings has been improved in order to achieve the lowest possible energy consumption.

The subject of this thesis is to investigate the situation of net zero energy buildings and nearly zero energy buildings in Finland. The aim was to find out experiences and suggestions for improvement of the users of zero energy building. The aim was also to find out, how many new buildings have been made and how many old buildings have been renovated to nearly zero energy level. Sustainable Buildings for the High North –project was the background of this thesis.

At first nearly zero energy building design and building instruction were explored. A survey was made to the users of zero energy buildings and nearly zero energy buildings. User experiences and improvement suggestions were investigated in the survey. The survey was sent to the users of single-family houses and public buildings. The questionnaire included choice questions and open questions. Building and construction departments around Finland were asked information about already build zero energy buildings.

Sites of the survey were very hard to find, as so few zero energy buildings and nearly zero-energy buildings have been built in Finland. The respondents were satisfied with living solutions. The study showed that with fine adjustment of building automation and small improvements have great importance to energy efficiency of the house. A lot of improvement has to be made in the design- and construction phase because zero energy construction is nearly new matter in the construction area. The results of this work can be used in the future to nearly zero buildings in the planning and implementation. This subject of thesis is very present and important as in a few years time, when new EU-directive come into effect, almost every builder has to become familiar with design- and constructions instructions of zero energy building.

Keywords: energy efficiency of buildings, SBHN, Nearly Zero Energy Building

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| TIIVISTELMÄ | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| SISÄLLYS | 5 |
| SANASTO | 6 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 ENERGIATEHOKKUUS RAKENTAMISESSA | 9 |
| 2.1 Lainsäädäntö | 9 |
| 2.1.1 Energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset | 11 |
| 2.1.2 Energiatehokkuustodistukset | 12 |
| 2.1.3 Määräaikaistarkastukset | 13 |
| 2.2 E-luku | 14 |
| 2.3 Nollaenergiarakennus | 16 |
| 2.4 Lähes nollaenergiarakennus | 17 |
| 3 SUUNNITTELUOHJEET LÄHES NOLLAENERGIATALOLLE | 19 |
| 3.1 Arkkitehtuurin suunnitteluohjeet | 19 |
| 3.2 Rakennetekniset suunnitteluohjeet | 22 |
| 3.3 Talotekniikan suunnitteluohjeet | 24 |
| 3.4 Valaistuksen suunnitteluohjeet | 25 |
| 3.5 Lähes nollaenergiarakennusten haasteita | 26 |
| 4 LÄHES NOLLAENERGIARAKENNUKSET SUOMESSA | 30 |
| 4.1 Pientalot | 30 |
| 4.2 Kerrostalot | 33 |
| 4.3 Julkiset rakennukset | 34 |
| 5 KYSELYTUTKIMUS | 37 |
| 5.1 Vastaajien käyttökokemuksia ja parannusehdotuksia | 37 |
| 5.2 Johtopäätökset | 41 |
| 6 YHTEENVETO | 44 |
| LÄHTEET | 46 |
| LIITTEET | 51 |
| Liite 1 Kyselytutkimus | 51 |

SANASTO

| | |
|-------|--|
| ARA | Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus |
| EED | Energiatehokkuusdirektiivi |
| EPBD | Energy Performance of Building Directive |
| IEA5 | International Energy Agency |
| IJI | Innovatiivisuutta julkisiin investointeihin |
| nZEB | Nearly Zero Energy Building |
| RES | Uusiutuvan energian käytön edistämisdirektiivi |
| SBHN | Sustainable Buildings for the High North |
| Sitra | Suomen itsenäisyyden juhlarahasto |
| Tekes | Innovaatorahoituskeskus |
| VTT | Teknologian tutkimuskeskus |
| ZEB | Net Zero Energy Building |

1 JOHDANTO

Suomen ilmasto- ja energiastrategiassa on asetettu merkittäviä energiansäästö-tavoitteita ja kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteita. Myös kuluttajat ovat kiinnostuneita energiatehokkaasta rakentamisesta ja pohtivat jokapäiväisiä valintoja ja niiden vaikutuksia ympäristöön. Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on yksi merkittävä keino vähentää energiankulutusta. Tämä onkin rakennusalaalla tulevaisuuden suuri haaste.

Lainsäädännön muuttuessa vuodesta 2019 ja 2021 lähtien kaikkien uusien asuinrakennusten ja uusien kunnallisten rakennusten täytyy olla energiankulukseltaan lähes nollaenergiatasoisia. Tämä lainsäädäntö tulee voimaan kaikissa Euroopan jäsenmaissa. Lainsäädännön astuessa voimaan lähes kaikkien rakentajien täytyy perehtyä lähes nollaenergiatalon suunnittelu- ja rakennusohjeisiin.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia nollaenergiatalojen ja lähes nollaenergiatalojen tilanne Suomessa. Tavoitteena on selvittää nollaenergiarakennusten käyttäjien kokemuksia ja parannusehdotuksia. Muutamille nollaenergiarakennusten käyttäjille ja julkisten rakennusten edustajille laaditaan kysely, jossa selvitetään käyttäjien kokemuksia ja parannusehdotuksia. Tavoitteena on myös määrittää, kuinka paljon uusia rakennuksia on tehty tai vanhoja rakennuksia remontoitu lähes nollaenergiatasolle.

Nollaenergiarakennuksia ja lähes nollaenergiarakennuksia on rakennettu tähän mennessä hyvin vähän. Näiden rakennusten tietojen ja käyttäjien parannusehdotusten kerääminen on kuitenkin erittäin tärkeää tulevaisuutta ajatellen, jotta tästä asumismuodosta saadaan mahdollisimman paljon tietoa ja sitä voidaan kehittää parempaan suuntaan.

Energiatehokkaita rakennuksia on monenlaisia, mutta tässä työssä keskitytään ainoastaan nollaenergia- ja lähes nollaenergiarakennuksiin. Työssä perehdytään lähes nollaenergiarakennusten suunnitteluohjeisiin sekä rakentamisen haasteisiin. E-luvun määrittäminen kuuluu myös olennaisesti energiatehokkai-

den rakennusten konseptiin, joten E-luvun määrittelyyn ja energiatehokkuusluokkiin perehdytään myös.

Opinnäytetyön taustalla on SBHN-hanke (Sustainable Buildings for the High North). Hankkeen tavoitteena on edistää kaupankäyntiä skandinaavisten maiden ja Venäjän välillä. Hanke pyrkii vähentämään rakennusalasta johtuvaa energiankulutusta ja hiilidioksidipäästöjä, etenkin vanhojen kerrostalojen energiatehokkaissa korjauksissa. Korjausrakentamiseen ja asumiseen pyritään hankkeen avulla saamaan ympäristöystävällisiä ja kustannustehokkaita vaihtoehtoja. Näissä onnistutaan hyödyntämällä energiatehokkaita teknologisia ratkaisuja ja uusiutuvia energianlähteitä.

Kylmä ilmasto luo haasteita rakennusten energiatehokkuuden parantamiseen. Hanke pyrkii helpottamaan tätä tilannetta yhdenmukaistamalla säädöksiä, jolla pyritään myös edistämään maiden välisen liiketoiminnan kasvua. Hankkeen on tarkoitus edistää rakennustekniikan, innovatiivisen tutkimuksen ja koulutuksen välistä yhteistyötä. Hankkeen päärahoittajia ovat Euroopan Unioni, Kolarctic, Narvikin ammattikorkeakoulu, Nordlandin yliopisto, Umeån yliopisto, Murmanskin tekninen yliopisto, Oulun ammattikorkeakoulu ja Lapin alueellinen säätiö.

2 ENERGIATEHOKKUUS RAKENTAMISESSA

Energiatehokas rakennus käsittää matalaenergiatalot, passiivitalot, nollaenergiatalot, plusenergiatalot sekä lähes nollaenergiatalot. Jokaiselle rakennusmuodolle on omat vaatimuksensa. Nykypäivänä useilla talotehtailla on valmiina energiatehokkaita ratkaisuja. (Matalaenergiatalo. 2013.)

Energiatehokas talo kuluttaa vain noin puolet siitä energiamäärästä kuin tavallinen talo kuluttaa. Energiatehokkaan talon asumis- ja huoltokustannukset ovat pienemmät kuin tavallisessa talossa ja näin ollen energiatehokkaan talon rakentaminen on taloudellisesti kannattavaa. Energiatehokas talo saadaan nykypäivänä yleisesti käytössä olevilla ratkaisuilla suunniteltua, eikä talon rakentaminen vaadi erikoisratkaisuja. Energiatehokkuuteen pyrittäessä sisäilman laadusta ja kosteusteknisesti toimivista rakenteista ei tingitä. (Millainen on energiatehokas pientalo?. 2015.)

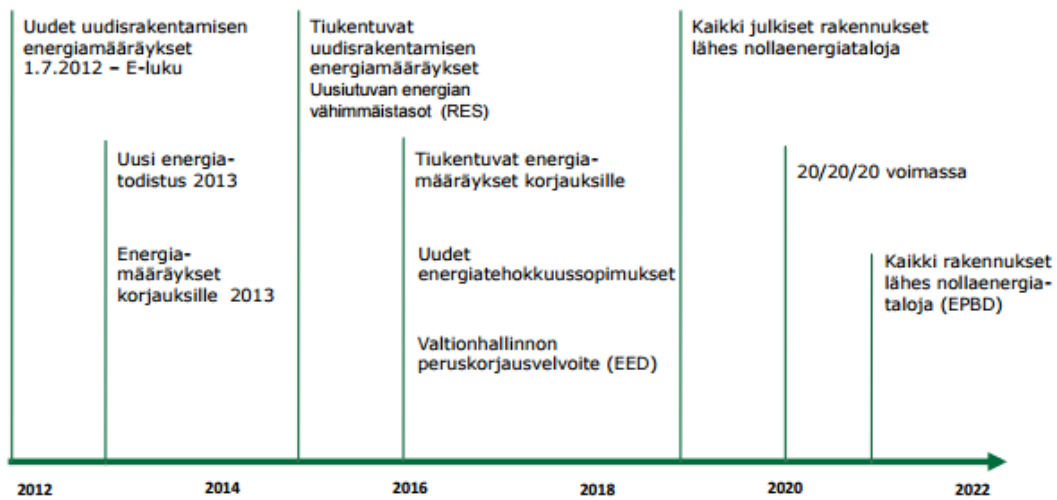
2.1 Lainsäädäntö

Vuodesta 2019 ja 2021 lähtien uusien rakennusten lainsäädäntö muuttuu. Voimaan astuu rakennusten energiatehokkuusdirektiivi Energy Performance of Building Directive (EPBD 2010/31/EU), joka määrää uudet asuinrakennukset ja uudet kunnalliset rakennukset energiankulutukseltaan lähes nollaenergiatasoisiksi (nZEB, $>0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$) kaikissa Euroopan jäsenmaissa. Vuoden 2019 alusta lähtien kaikkien uusien rakennusten, jotka ovat viranomaisten käytössä ja ohjauksessa, tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia. Vuoden 2021 alusta lähtien kaikkien uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia. (Tausta ja tavoitteet. 2014.)

Kuitenkin jo 1.1.2015 voimaan astui Uusiutuvan energian käytön edistämisdirektiivi (RES), jonka vaatimuksena on uusissa ja perusteellisesti korjattavissa rakennuksissa uusiutuvista energianlähteistä peräisin olevan energian vähimmäistaso. Tällöin voimaan tuli myös suosituksina lähes nollaenergiarakentamista koskevat tekniset kuvaukset. (FInZEB-hanke. 2014.)

Energiankulutus kasvaa koko ajan, mikä vaikuttaa kasvihuonepäästöihin. Direktiivin tavoitteena on vähentää hiilidioksidipäästöjä ja tähän päästään parantamalla rakennusten energiatehokkuutta. Rakennuksissa eniten energiaa kuluttavat valaistus, lämmitys, lämmin vesi ja jäähdytys. Euroopan unionissa rakennusten osuus energiankulutuksesta on jo 40 % ja se vain kasvaa koko ajan. Euroopan unionin jäsenmaat ovat jo aiemmin sitoutuneet Kioton sopimukseen, jonka mukaan kasvihuonepäästöjä pyritään vähentämään kahdeksan prosenttia vuoden 1990 tasosta vuosiin 2008–2012 mennessä. Suomessa tavoitteeksi asetettiin rajoittaa päästöjä enintään vuoden 1990 tasolle. (Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi. 2014.)

Vuonna 2009 EU:n ilmasto- ja energiapolitiikasta annettiin niin kutsuttu 20-20-20-tavoite, jonka mukaan vuoteen 2020 mennessä EU:n energiankulutuksesta tulisi 20 % saada uusiutuvista lähteistä, kasvihuonepäästöjä tulisi vähentää 20 %:lla ja energiatehokkuutta tulisi lisätä 20 %. Suomi sai uusiutuvan energian käytön tavoitteekseen 38 % vuoteen 2020 mennessä. (EU:n energiayhteistyö. 2015.) Kuvassa 1 on kuvattu edellä mainittujen direktiivien aikatauluja.



KUVA 1. Energiatehokkuuden parantamisen aikataulu (Uusiutuvien energiamuotojen hyödyntämisestä kiinteistöissä. 2014, 4)

Euroopan jäsenmaiden tulee itse määrittää lähes nollaenergiataso, sillä rakennusten energiatehokkuusdirektiivi ei määritä lukuarvoa (esim. kWh/m²a) lähes nollaenergiatalolle. Näin on päätetty, koska ilmasto, kansalliset rakentamiskäytännöt kustannuksineen ja uusiutuvien energianlähteiden saatavuus paikallisesti vaihtelevat merkittävästi eri jäsenmaissa. (Sepponen – Nieminen – Tuominen – Kouhia – Shemeikka – Viikari – Hemmilä – Nykänen 2013, 8.)

Käytännössä direktiivin määräajat koskevat rakennuksen käyttöönottoa. Näin ollen aikataulu on hyvin tiukka. (Tausta ja tavoitteet. 2014.) Kun rakennuslupa on saatu, rakennustyöt on aloitettava kolmen vuoden kuluessa ja rakennuksen on oltava valmis viiden vuoden kuluessa (Rakennusvalvonta. 2015). Tämä tarkoittaa sitä, että nyt aloitettavien rakennusprojektien rakennukset otetaan käyttöön juuri kun EU-direktiivi astuu voimaan. Toisin sanoen jo nyt rakennuslupaa hakevien täytyy ottaa direktiivin määräämät vaatimukset huomioon.

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi koostuu kolmesta pääaiheesta: energiatehokkuuden vähimmäisvaatimusten asettamisesta, energiatehokkuustodistusten käyttöönotosta ja määräaikaistarkastusten käyttöönotosta (Energiatehokkuusdirektiivi tuo uusia vaatimuksia rakentamiselle).

2.1.1 Energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset

Direktiivi määrää EU:n jäsenmaat asettamaan vähimmäistason energiatehokkuudelle uusissa, vanhoissa ja korjatuissa rakennuksissa. Rakennusten energiatehokkuuden laskentamenetelmän avulla EU:n jäsenmaiden on vahvistettava energiatehokkuutta koskevat vähimmäisvaatimukset, joiden avulla saavutetaan kustannusoptimaaliset tasot. Näiden vaatimusten taso tarkistetaan viiden vuoden välein. (Ideal EPBD.)

Direktiivi ei anna valmista laskentamenetelmää, vaan luettelee näkökohdat, jotka laskentaan on sisällytettävä. Tässä menetelmässä rakennusten energiatehokkuutta tarkastellaan kokonaisuutena, jossa otetaan huomioon vaipan lämmöneristys, lämmityslaitteet, ilmanvaihto, sisäilman laatu, lämpimän veden valmistus ja jakelu, valaistus, rakennuksen sijainti ja suuntaus. (Energiatehokkuusdirektiivi tuo uusia vaatimuksia rakentamiselle.)

Nykyiset rakentamismääräykset koskevat lähinnä uudisrakentamista, mutta korjausrakentamista vain soveltuvin osin. Uusi direktiivi kuitenkin tuo määräyksiä korjausrakentamiseen, mikä on täysin uutta Suomessa. Kun rakennuksen pinta-ala ylittää 1 000 m² ja siihen tehdään laajamittaisia korjauksia, on noudatettava kansallisia energiatehokkuuden vähimmäisvaatimuksia. Direktiivin mukaan tällaisia korjauksia ovat korjaukset, joissa korjataan yli 25 % rakennuksen ulkovaipasta tai sellaiset, joissa ulkovaippaan ja/tai energiatalouteen liittyvien järjestelmien korjauskustannukset ovat yli 25 % rakennuksen arvosta. Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen on toiminnallista, teknisesti tai taloudellisesti perusteltua, korjaustilanteessa noudatetaan vähimmäisvaatimuksia, jotka voidaan asettaa koko rakennukselle tai vain korjattaville rakennusosille. (Energiatehokkuusdirektiivi tuo uusia vaatimuksia rakentamiselle.)

Kaikille rakennustyypeille energiatehokkuuden vähimmäisvaatimuksia ei kuitenkaan aseteta. Uudisrakennuksille asetetut vaatimukset eivät koske asuinrakennuksia, joita käytetään alle neljä kuukautta vuodessa, teollisuusrakennuksia, uskonnon harjoittamiseen tarkoitettuja tiloja, väliaikaisia rakennuksia ja alle 50 m²:n rakennuksia. (Energiatehokkuusdirektiivi tuo uusia vaatimuksia rakentamiselle.)

2.1.2 Energiatehokkuustodistukset

Direktiivi velvoittaa myös jokaisen jäsenmaan ottamaan käyttöön energiatehokkuustodistukset, joiden tarkoituksena on parantaa rakennusten energiatehokkuutta. Tämä todistus sisältää energiatehokkuusluokituksen sekä useimmissa jäsenmaissa myös suosituksia kustannustehokkaista energiansäästötoimista. Todistuksessa ehdotetut tehokkuusparannukset eivät kuitenkaan ole määräyksiä, vaan suosituksia. Direktiivin mukaan energiatehokkuustodistus täytyy esittää asunnon seuraavalla omistajalle tai vuokralaiselle, jos asunnon omistaja tai vuokralainen vaihtuu. Energiatehokkuustodistuksen voimassaoloaika on enintään kymmenen vuotta. (Ideal EPBD.)

Energiatehokkuustodistus on asetettava esille näkyvälle paikalle, jos yli 500 m² rakennuksen kokonaispinta-alasta on viranomaisten käytössä tai yleisön toistu-

vien käyntien kohteena. Tämä vähimmäismäärä kuitenkin alennetaan 250 m²:iin 9.7.2015. (Rakennusten energiatehokkuus. 2010.)

Suomessa laki rakennusten energiatodistuksesta tuli voimaan 1.1.2008. Tämä laki koskee kaikkia uusia rakennuksia. Kun rakennus tai sen osa otetaan käyttöön, myydään tai vuokrataan, on rakennuksen omistajan hankittava energiatodistus. Todistuksessa ilmoitetaan se energiamäärä, joka tarvitaan rakennuksen tarkoitustaan vastaavaan käyttöön. Ennen lain voimaantuloa valmistuneisiin rakennuksiin lakia sovelletaan vuoden 2009 alusta lähtien. Ennen lain voimaantuloa valmistuneelle omakotitalolle energiatodistuksen hankkiminen on kuitenkin vapaaehtoista. (Ideal EPBD.)

Energiatodistuksen laatii aina sellainen henkilö, joka on merkitty Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA:n energiatodistusten laatijoista ylläpitämään rekisteriin ja jolla on tehtävän vaatima pätevyys. Tällä henkilöllä täytyy olla voimassaoleva pätevyys, jonka rakennushankkeen tilaajan tulee tarkistaa. (Energiatodistusten laatijat. 2014.)

2.1.3 Määräaikaistarkastukset

Direktiivi edellyttää, että lämmityskattilat sekä ilmastointikoneet on tarkastettava säännöllisesti. Säännölliset tarkastukset koskevat lämmityskattiloissa yli 20 kW:n kattiloita, joissa käytetään polttoaineena uusiutumaton nestemäistä tai kiinteää polttoainetta. Suomessa tämä tarkoittaa lähinnä öljykattiloita. Yli 100 kW:n kattilat suositellaan tarkistettavaksi joka toinen vuosi ja isot kaasukattilat tulisi tarkistaa joka neljäs vuosi. Koko lämmitysjärjestelmä on syytä tarkistaa, kun lämmityskattila on yli 15 vuotta vanha. Tarkastusten tavoitteena on varmistaa laitteiden oikea toiminta ja välttää laitteiden ylimitoitusta. (Energiatehokkuusdirektiivi tuo uusia vaatimuksia rakentamiselle.)

Ilmastointilaitteiden säännöllisiä tarkastuksia tehdään ilmastointikoneille, joiden jäähdytysteho on yli 12 kW. Tarkastuksessa arvioidaan ilmastointijärjestelmän tehokkuutta ja mitoitus koko rakennuksen jäähdytysvaatimukseen nähden. Tämän lisäksi rakennuksen käyttäjille tarjotaan asianmukaista neuvontaa ilmas-

tointijärjestelmän mahdollista parantamista varten sekä vaihtoehtoisia ratkaisuja. (Energiatehokkuusdirektiivi tuo uusia vaatimuksia rakentamiselle.)

2.2 E-luku

E-luku kertoo rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen ja se esitetään rakennuksen energiatodistuksessa. Kokonaisenergiankulutuksen laskennassa otetaan huomioon kaikki rakennuksessa tapahtuva energiankulutus. Näitä ovat lämmitys, ilmanvaihto, valaistus ja käyttöveden lämmitys. Energiatodistuksen avulla voidaan vertailla uuden ja vanhan rakennuksen energiatehokkuutta. (Rakentajan ABC tiedottaa. 2012.)

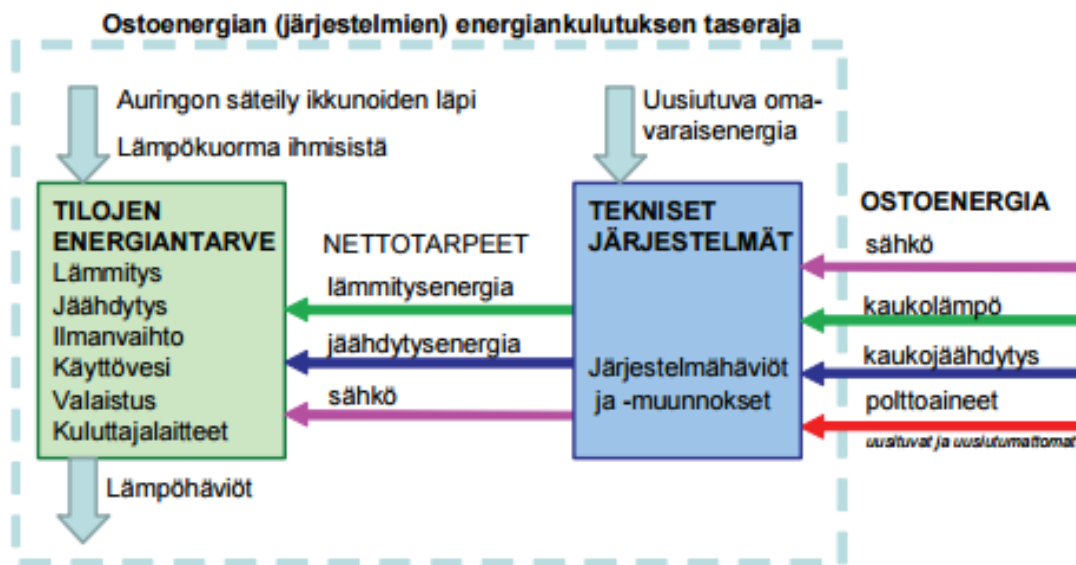
Rakennuksen energiatehokkuusluokka määräytyy rakennuksen tai sen osan käyttötarkoituksen ja lasketun kokonaisenergiankulutuksen eli E-luvun mukaan. Tähän käytetään energiatehokkuuden luokitteluasteikkoa. Tätä energiatehokkuusluokkaa kuvataan tunnuksilla A-G. Energiatehokkaimmat rakennukset kuuluvat luokkaan A. Rakennukset jaetaan niiden käyttötarkoituksen mukaan ryhmiin, joilla on kullakin oma luokitteluasteikkonsa. Esimerkiksi alle 120 m² pientalon energiatehokkuustaulukon mukaan E-luvun jäädessä alle 94 rakennus kuuluu energiatehokkuusluokkaan A (taulukko 1). (Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (E-luvun) määrittäminen. 2013.)

TAULUKKO 1. Alle 120 m² pientalon energiatehokkuustaulukko (Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (E-luvun) määrittäminen. 2013)

Anetto < 120 m²

| Energiatehokkuusluokka | Kokonaisenergiankulutus, E-luku (kWhE/m ² vuosi) |
|------------------------|---|
| A | E-luku ≤ 94 |
| B | 95 ≤ E-luku ≤ 164 |
| C | 165 ≤ E-luku ≤ 204 |
| D | 205 ≤ E-luku ≤ 284 |
| E | 285 ≤ E-luku ≤ 414 |
| F | 415 ≤ E-luku ≤ 484 |
| G | 485 ≤ E-luku |

Laskemalla yhteen laskennallisen vuotuisen ostoenergian ja energiamuotojen kertoimien tulot energiamuodoittain lämmitettyä nettoalaa kohden saadaan tuloksena rakennuksen tai sen osan E-luku ($\text{kWh}_E / (\text{m}^2\text{vuosi})$). Ostoenergialla tarkoitetaan esimerkiksi sähköverkosta tai kaukolämpöverkosta rakennukseen hankittua energiaa. Ostoenergian energiankulutuksen taserajan havainnollistava kaavio (kuva 2). (Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (E-luvun) määrittäminen. 2013.)



KUVA 2. Ostoenergian energiankulutuksen taseraja (Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (E-luvun) määrittäminen. 2013)

Maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetussa valtioneuvoston asetuksessa on määrätty rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista määrättyjä energiamuotojen kertoimia (taulukko 2). Uusiutuva omavaraisenergia on rakennuksessa tuotettua uusiutuvaa energiaa, joka pienentää ostoenergian tarvetta, joten sillä ei ole kertoimia. Esimerkiksi aurinkopaneeleista ja -keräimistä tuotettu energia, paikallinen tuulienergia ja lämpöpumpun lämmönlähteestä ottama energia ovat uusiutuvaa omavaraisenergiaa. E-luvun laskennassa otetaan kuitenkin huomioon vain se uusiutuva energia, joka käytetään rakennuksessa hyödyksi. Uusiutuvat polttoaineet eivät kuulu uusiutuvaan energiaan. (Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (E-luvun) määrittäminen. 2013.)

TAULUKKO 2. E-luvun laskennassa käytettävät kertoimet (Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (E-luvun) määrittäminen. 2013)

| | |
|---|-----|
| sähkö | 1,7 |
| kaukolämpö | 0,7 |
| kaukojäähdytys | 0,4 |
| fossiiliset polttoaineet | 1 |
| rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet | 0,5 |

E-luvun laskennassa lähtöarvoihin tarvitaan myös rakennuksen rakennusosien ja teknisten järjestelmien arvoja. Tarvittavia arvoja ovat lämmitetty nettoala, rakennusosien pinta-alat, rakenteet, ilmanvaihto, vuotoilma, lämmin käyttövesi, lämmitysjärjestelmä, sähkö ja jäähdytys. Näiden kaikkien edellä mainittujen arvojen avulla saadaan laskettua rakennuksen E-luku, joka pyöristetään ylöspäin kokonaisluvuksi ja se lasketaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D3 ohjeiden mukaisesti. (Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (E-luvun) määrittäminen. 2013.)

2.3 Nollaenergiarakennus

Net Zero Energy Building (ZEB) eli nettonollaenergiarakennus on rakennus, joka tuottaa paikan päällä uusiutuvaa energiaa verkkoon yhtä paljon kuin sitä verkosta kuluttaa, tai rakennus, joka ei käytä ollenkaan energiaa. Vuositason kulutuksesta ja tuotannosta lasketaan nettoenergiatase. Nollaenergiarakennuksen edellytyksenä on kaiken energiankäytön minimointi. Käytännössä tämä tarkoittaa sähkönkulutuksen, tilojen ja käyttöveden lämmityksen minimointia. (Sepponen ym. 2013, 8.)

Nollaenergiatalossa tuotettavia uusiutuvia energianlähteitä ovat aurinkoenergia, tuulivoima ja maalämpö. Polttopuu on myös uusiutuvan energian lähde, mutta nollaenergiatalossa se on ostettava polttoaine. Jos rakennukseen hankitaan ostoenergiaa, esimerkiksi verkosta ostettua sähköä, on sen vastaava määrä energiaa tuotettava uusiutuvana energiana nollaenergiatalossa. Energian tuotanto tapahtuu eri aikaan kuin sen käyttö, joten rakennukseen tarvitaan joko energiavarastoja tai energian syöttömahdollisuus takaisin verkostoihin. Aurinkolämpö voidaan varastoida, mutta sähköntuotannossa energian syöttäminen

muihin verkostoihin on otettava ratkaisuihin huomioon. Ihannetilanteessa nollaenergiarakennus ei tarvitse ulkopuolista energiaa. (Nollaenergiarakentaminen, hypeä vai totta?. 2013.)

Ulkovaipan hyvä lämmöneristystaso ja ilmanpitävyys sekä ikkunoiden ominaisuudet ja varjostus pienentävät nollaenergiatalon tilojen lämmittämiseen ja jäähdyttämiseen tarvittavan energian määrää. Ikkunoiden oikean koon ja suuntauksen sekä rakennuksen sisäisten kuormien, esimerkiksi tulisijojen ja sähkölaitteiden sijainnin hallinnan avulla rakennuksen jäähdytystarvetta saadaan pienennettyä. Kesäaikana auringon aiheuttamaa lämpökuormaa pienennetään riittävällä ikkunoiden varjostuksella. Nollaenergiarakennuksessa on ilmanvaihtona suositeltavaa käyttää koneellista tulo-poistoilmanvaihtoa, jossa on poistoilman lämmön talteenotto. Jotta ilmanvaihtokone olisi mahdollisimman energiatehokas, se kannattaa sijoittaa kokonaisuudessaan ulkovaipan ilmansulkukerroksen ja lämmöneristysten sisäpuolelle. (Nollaenergiarakentaminen, hypeä vai totta?. 2013.)

Nollaenergiatalossa korostuvat taloautomaatiojärjestelmän älykkyys ja sen oikea käyttö, jotta vältetään esimerkiksi samanaikaista lämmitystä ja jäähdytystä. Koska nollaenergiatalo on todella tiivis, sen sisäolosuhteet ulkoilman lämpötilan mukaan muuttuvat hitaammin kuin tavallisessa talossa. Jotta nollaenergiataso voidaan saavuttaa, täytyy koko rakennuksen suunnittelu, rakennusvaihe, seuranta ja huolto toteuttaa oikealla ja asianmukaisella tavalla ottaen koko rakennus huomioon. (Nollaenergiarakentaminen, hypeä vai totta?. 2013.)

2.4 Lähes nollaenergiarakennus

Lähes nollaenergiatalolla tarkoitetaan rakennusta, jonka energiantarpeesta merkittävä osa katetaan rakennuksessa tai sen lähistöllä tuotetulla uusiutuvalla energialla. Kuten nollaenergiarakennuksessa, myös lähes nollaenergiarakennuksessa täytyy minimoida kaikki energiankäyttö. (Sepponen ym. 2013, 8.)

Lähes nollaenergiarakennuksen energiankäytön minimiä ei ole vielä määritetty. EU:n direktiivin asettama lähes nollaenergiataso jättää melko suuren tulkintavaran kansalliseen määrittelyyn. Direktiivin mukaan rakennuksella tulee olla erit-

täin korkea energiatehokkuus. Myös lähes olematon tai erittäin vähäinen energiamäärä olisi hyvin laajalti katettavissa uusiutuvista lähteistä olevalla energialla, mukaan lukien paikan päällä tai rakennuksen lähellä tuotettava uusiutuvista lähteistä peräisin oleva energia. Lähes nollaenergiatasoa määrittäessä täytyy ottaa myös huomioon uusiutuvan energian käytön edistämisdirektiivi (RES) ja energiatehokkuusdirektiivi (EED). (Tausta ja tavoitteet. 2014.)

Uusiutuvan energian käytön edistämisdirektiivin mukaan EU:n jäsenvaltioiden on rakennussäädöksissä ja –määräyksissä edellytettävä uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian vähimmäistasoa uusissa ja perusteellisesti korjatuissa rakennuksissa 31.12.2014 mennessä. Kaukolämmön ja –jäähdytyksen käyttö vähimmäistasojen saavuttamista varten on sallittua, jos ne tuotetaan käyttämällä merkittävää uusiutuvien energianlähteiden määrää. (Tausta ja tavoitteet. 2014.)

Energiatehokkuusdirektiivi edellyttää pitkän aikavälin strategiaa rakennusten energiatehokkuuden parantamiseen koskien erityisesti rakennusten peruskorjausta. Direktiivi vaikuttaa myös uudisrakentamisessa julkisten hankintojen tekemiseen, kun on kyse julkisen rakennuksen korjaamisesta, energiakulutuksen mittaamisesta, energiatehokkuuden tiedottamisesta ja rakennusten energiakatselmuksista. (Tausta ja tavoitteet. 2014.)

3 SUUNNITTELUOHJEET LÄHES NOLLAENERGIATALOLLE

Energiatehokasta rakennusta toteuttaessa koko rakennusprojektin ajan täytyy tiedostaa määritetyt tavoitteet. Rakennuksen energiankulutus päätetään jo suunnitteluvaiheessa, joten se on rakennuksen kriittisin vaihe. Koko rakennusprojektin kustannustehokkaimpia investointeja voivat olla suunnitteluprosessissa tehtävät lisäpanostukset selvityksiin ja huolelliseen suunnitteluun. Lähes nollaenergiataloa suunniteltaessa koko kokonaisuuden tulee olla hallinnassa, jolloin pääsuunnittelun ja erikoissuunnittelun tulee toimia moitteettomasti. (Sepponen ym. 2013, 11.)

E-luvun perusteella voidaan rakennukselle asettaa uusiutuvan energian minimi-tuotantotavoite. Uusiutuvina energianlähteinä voidaan käyttää esimerkiksi aurinkoenergiaa, tuulivoimaa tai maalämpöä. Myös kaukolämpö lasketaan uusiutuvaksi energianlähteeksi, jos se tuotetaan ainoastaan uusiutuvilla energianlähteillä. Lisäksi energiaa voidaan ottaa talteen erilaisista lähteistä, esimerkiksi viemärivereden lämmöstä tai tulisijasta. Jotta rakennuksen tehokas energiantuotanto ja energiankulutus pysyvät suunnitellulla tasolla, on erittäin tärkeää huomioida rakennuksen ja sen järjestelmien osaava käyttö ja ylläpito. Näiden vaikutus rakennuksen koko energiatehokkuuteen on merkittävä. (Sepponen ym. 2013, 13 - 14.)

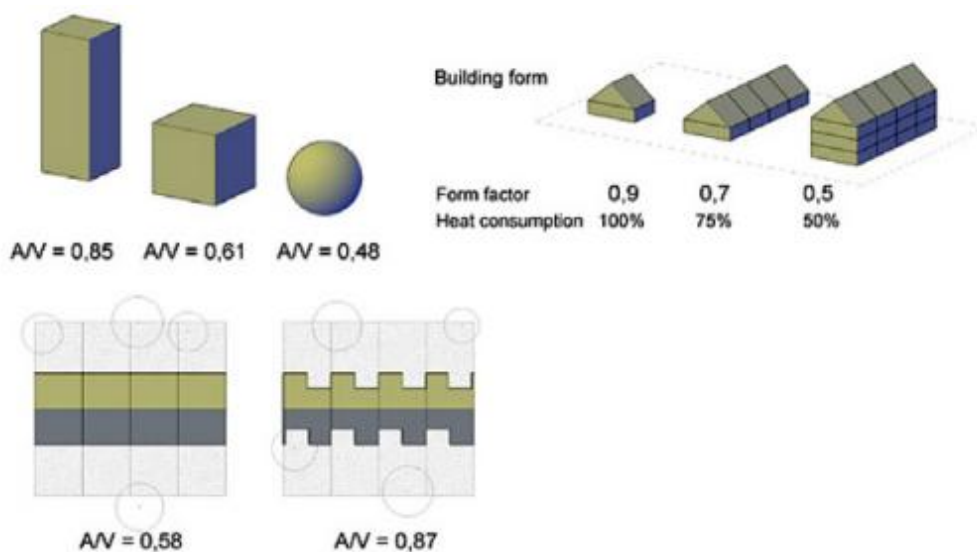
3.1 Arkkitehtuurin suunnitteluohjeet

Arkkitehtuurisessa suunnittelussa päätetään talon asema, mitat ja muoto. Monimuotoisia rakennuksia ja suuria ikkunapinta-aloja vältetään, jotta päästään mahdollisimman alhaiseen energiankulutukseen. Uusiutuvan energian tuotanto kuuluu lähes nollaenergiatalon konseptiin. Aurinkoa voidaan käyttää energianlähteenä aurinkopaneelien avulla. Jotta aurinkoenergian tuotantopotentiaali olisi optimaalinen, arkkitehtuurissa täytyy ottaa huomioon rakennuksen ulkopintaan asennettavien aktiivisen aurinkoenergian tuotannon tilavaraukset, suuntaus ja esteettinen sijoittelu. Näin ollen aurinkopaneelit tulee sijoittaa etelän suuntaan ja kattokulman tulisi olla kohteen maantieteellisen sijainnin mukainen, esi-

merkiksi Keski-Suomesta Pohjois-Suomeen kattokulman optimaalinen kaltevuus on 45–49 astetta. (Sepponen ym. 2013, 16.)

Lähes nollaenergiataloa rakennettaessa tontin muoto, mahdollisten etelään päin olevien rinteiden suosiminen ja olemassa olevan puuston huomioon ottaminen parantavat energiatehokkuutta. Rakennuksen sijoittelulla pyritään luomaan edullinen pienilmasto ulko-oleskelualueille. Passiivista aurinkoenergiaa pyritään hyödyntämään energiatehokkuuden parantamiseksi. (Sepponen ym. 2013, 16.)

Merkittävin energiantarpeeseen vaikuttava suunnitteluratkaisu on rakennuksen muoto. Mitä suurempi vaipan pinta-ala on ja mitä monimuotoisempi rakennus on, sitä heikompi on sen energiatehokkuus. Tiettyyn pisteeseen asti kuitenkin rakennuksen monimuotoisuuden aiheuttamat lämpöhäviöt voidaan kompensoida muilla suunnitteluratkaisuilla. Lähes nollaenergiarakennuksen täytyy olla riittävän suuri, jotta sen muotokerroin olisi mahdollisimman pieni. Muotokerroin A/V saadaan ulkovaipan lämmöneristekerroksen ulkopinta-alan ja lämmitettävän tilavuuden suhdelukuna. Esimerkiksi pallo ja kuutio kuvaavat pienen muotokertoimen omaavia kappaleita. (Kuva 3.) Lähes nollaenergiatalolle pieni koko on haitta, sillä silloin lämpöhäviötä aiheuttavaa ulkovaippaa on paljon verrattuna lämmitettävään tilavuuteen. Rakennuksen kompaktius koskee kuitenkin vain lämmitettäviä tiloja eikä julkisivuun liittyviä rakenteita, esimerkiksi parvekkeita ja katoksia. (Sepponen ym. 2013, 17.)



KUVA 3. Rakennusten muotokertoimia (Sepponen ym. 2013, 17)

Rakennuksen pohjaratkaisun täytyy olla toimiva ja sisältää vain sellaisia tiloja, joille löytyy käyttötarkoitus. Esimerkiksi varastotiloja ei ole suositeltavaa lämmitellä. Lämmityksen kannalta edullista on, että sauna, keittiölaitteet ja muut lämmönlähteet sijoitetaan talon keskiosaan. Näin sisäisen lämpökuorman avulla katetaan osa talon lämmöntarpeesta. Auringon energiaa sekä asukkaista ja laitteista syntyvää lämpöä auttaa säilyttämään rakennuksen termisen massa. Termisen massan määrä ei kuitenkaan tarvitse olla kovin suuri, esimerkiksi rakennuksen lattia kattaa tämän tarpeen. (Sepponen ym. 2013, 18.)

Termisellä massalla on suuri merkitys energiatehokkaassa rakentamisessa. Materiaalit, jotka varastoivat hyvin lämpöä ja luovuttavat sitä tarvittaessa, mahdollistavat huoneen lämpötilan nopean säädön. Teräs, kivi ja vesi omaavat pienen termisen massan, joten ne ovat erittäin hyviä varastoimaan lämpöä. Sen sijaan esimerkiksi puu ja muovi omaavat suuren termisen massan, joten ne varastoivat lämpöä huonosti. (Energiansäästö ja radiaattorit. 2010.)

Kerrosalasta noin 15 - 20 % soveltuu tavallisesti ikkunapinta-alaksi. Kaikki ikkunat ovat heikompia lämmöneristävyydeltään kuin seinärakenne. Tämän vuoksi ikkunoiden koko ja määrä tulisi pitää kohtuullisena. Termisen viihtyvyyden ja ilmanpitävyyden varmistamiseksi ikkunat eivät saa myöskään olla liian korkeita, sillä tämä aiheuttaa vedon tunnetta. Ikkunat tulisi suunnata aurinkoiseen ilmansuuntaan asumisviihtyvyyden lisäämiseksi. Lisäksi ikkunat voidaan varjostaa tarvittaessa kesää varten, jolloin rakennuksen jäähtymiseen tarvittava energian määrä saadaan vähennettyä. (Sepponen ym. 2013, 18.)

Talotekniikan reititykseen soveltuvat parhaiten alas lasketut katot niin eteistiloissa, vaatehuoneissa, kylpyhuoneissa ja kodinhoito- ja tekniikkatiloissa. Jotta korkean virtausnopeuden aiheuttamilta ääniongelmilta vältytään ja jotta puhallinteho voidaan pitää alhaisena, asennustilan täytyy olla riittävän suuri. Ilmatiiheyden saavuttamiseksi ulkovaipan läpivientien määrä minimoidaan. Ilmanvaihtojärjestelmä kannattaa sijoittaa höyrynsulun lämpimälle puolelle, jotta se olisi mahdollisimman energiatehokas. Äänenvaimennukseen ja teknisen tilan ääneneristykseen tulee kiinnittää huomiota, koska lähes nollaenergiatalo on ääni-

olosuhteiltaan erittäin hiljainen tiiviin ja hyvin eristetyn ulkovaipan ansiosta.
(Sepponen ym. 2013, 19.)

3.2 Rakennetekniset suunnitteluohjeet

Lähes nollaenergiarakennuksen kokonaisuuden energiatehokkuus on otettava huomioon rakenneratkaisuissa, vaikka rakenneratkaisut ovat hyvin tavanomaisia. Tämä kuitenkin helpottaa kohteen toteuttamista huomattavasti. (Sepponen ym. 2013, 21.)

Nykypäivän energiansäästötavoitteet johtavat paksuihin lämmöneristyskerroksiin. Lämmöneristekerroksen paksuuden määrittämisessä on kuitenkin syytä olla maltillinen, sillä lämmöneristävyys ei kasva lineaarisesti lämmöneristekerroksen paksuuden kanssa. Rakenneperiaatteesta ja materiaaleista riippuen seinän rakennepaksuus voi olla 300 - 600 mm. Yläpohjissa eristyspaksuus voi olla jopa 700 mm ja tuulettuvan alapohjan eristepaksuus 500 mm. Maanvaraisen lattian eristyspaksuus voi olla 200 - 300 mm, riippuen täysin kohteen sijainnista ja maaperän laadusta. Rakennuksen perustukset voivat jäättyä helposti, sillä lattian lämpöhäviöt ovat hyvin pieniä. Tämän vuoksi routasuojaus tulee toteuttaa kohteen vaatimalla tavalla. Rakennuksen nurkat ovat erityisen hankalia paikkoja eristyksen kannalta. Rakennesuunnitteluun kannattaa käyttää tarpeeksi aikaa, jotta ongelmakohtiin saadaan suunniteltua hyvät ja kestävät ratkaisut. (Sepponen ym. 2013, 21.)

Lähes nollaenergiatalon rakenteet ovat hyvin eristettyjä, joten niiden lämmönläpäisykertoimet ja lämpöhäviöt ovat hyvin pieniä. Lämmönläpäisykertoimet eli U-arvot suunnitellaan aina tapauskohtaisesti. Jotta tämä olisi helpompaa, arvojen määrittelyä varten on annettu suositusarvoja (taulukko 3). (Sepponen ym. 2013, 22.) Vertailuna tavallisen lämpimän rakennuksen U-arvoja (taulukko 4). (C3 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. 2008.) Taulukoista näkee, että lähes nollaenergiatalon suositellut arvot ovat pienemmät kuin tavallisen talon arvot.

TAULUKKO 3. Suositellut U-arvot lähes nollaenergiatalolle (Sepponen ym. 2013, 22)

| Rakenne | U-arvo (W/m ² K) |
|----------------|-----------------------------|
| ulkoseinä | 0,08-0,14 |
| alapohja | 0,10-0,15 |
| yläpohja | 0,06-0,09 |
| ikkuna | 0,7-0,9 |
| kiinteä ikkuna | 0,6-0,8 |
| ulko-ovi | 0,6-0,8 |

TAULUKKO 4. Lämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rakennusosien U-arvoja (C3. 2010. 2008, 7)

| Rakenne | U-arvo (W/m ² K) |
|---|-----------------------------|
| seinä | 0,17 |
| hirsiseinä (hirsirakenteen keskimääräinen paksuus vähintään 180 mm) | 0,40 |
| yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja | 0,09 |
| ryömintätilaan rajoittuva alapohja (tuuletusaukkojen määrä enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta) | 0,17 |
| maata vasten oleva rakennusosa | 0,16 |
| ikkuna, kattoikkuna, ovi | 1,00 |

Lämmönläpäisykerroin eli U-arvo ilmaisee lämmön siirtymän rakennusosan neliömetrin kokoisen alueen läpi jaettuna rakennusosan sisä- ja ulkopuolen lämpötilaerolla. Ilma pyrkii aina siirtymään lämpimästä kylmään, kunnes terminen tasapainotila on saavutettu. Jos lämpötila on molemmin puolin sama, lämpöä ei siirry. Lämpöä voi siirtyä johtumisen, konvektion tai säteilyn avulla. (Lämmönläpäisykerroin. 2015.)

Kylmäsiltojen merkitys korostuu näin hyvin eristetyssä rakennuksessa. Kylmäsiltoja voidaan jakaa kolmeen luokkaan: rakenteellisiin, geometrisiin ja näiden kahden yhdistelmään. Rakenteellinen kylmäsilta on esimerkiksi lämmöneristekerroksen läpi menevä runkotolppa, jonka lämmönjohtavuus on suurempi kuin lämmöneristeen. Geometrinen kylmäsilta muodostuu esimerkiksi rakennuksen ulkonurkkiin. (Sepponen ym. 2013, 22.)

Lähes nollaenergiatalossa rakennuksen vaipan ilmatiiveys on tärkeää. Kun rakennuksen vaippa on ilmatiiveyden kannalta valmis, ilmatiiveys mitataan. Ilmanvuotoluvun n_{50} tavoiteluku on korkeintaan 0,4. Alapohjan ja seinärakenteen liitokseen, välipohjan liittymistä seinärakenteeseen sekä ovi- ja ikkunadetaljeihin on kiinnitettävä suunnitteluvaiheessa erityisesti huomiota. Nämä detaljit ovatkin rakennuksessa kaikista vaikeimpia tiivistettäviä. Ilmanpitävyyden parantamisessa avainasemassa ovat yksinkertaiset ja hyvin suunnitellut rakenteet ja rakennedetaljit. Juuri tällä huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella varmistetaan ilmansulkukerroksen yhtenäisyys. (Sepponen ym. 2013, 22.)

Lähes nollaenergiatalon suunnittelussa ja toteutuksessa täytyy pitää huolta perusasioista. Tämä pätee myös kaikenlaiseen rakentamiseen. Erilaiset kosteusvauriot ovat suuri ongelma rakennusalalla. Näiden ongelmien ehkäisy alkaa jo rakennusvaiheessa työmaalta. Rakennus tulee rakentaa suunnitelmien mukaisesti ja rakennuksessa käytettävät materiaalit ja tuotteet tulee suojata asianmukaisella tavalla, jotta niihin ei pääse kosteutta. Huolellisuus ja oikeanlaiset työtavat pitävät huolen, että rakennuksen laatuvaatimukset täyttyvät ja rakennuksesta tulee mahdollisimman energiatehokas. (Sepponen ym. 2013, 23.)

3.3 Talotekniikan suunnitteluohjeet

Lämmityksen valinnassa kannattaa pyrkiä yksinkertaisuuteen. Etenkin uudet pienehköt omakotitalot kuluttavat niin vähän lämmitysenergiaa, että kovin monimutkaisin ja samalla kalliiksi tuleviin järjestelmiin ei yleensä kannata investoida. Uusien pientalojen energiataloudellinen suunnittelu on painottunut entistä enemmän lämmityslaittepuolelle. Toimivan lämmityksen varmistavat hyvät käyttö- ja huolto-ohjeet. Nykypäivänä lämmitysjärjestelmien ollessa entistä monimutkaisempia laitetoimittajilta ja järjestelmien suunnittelijoilta vaaditaan selkeitä ohjeita. (RPT Docu Oy. 2015, 158.)

Hyvä, viihtyisä ja vedoton sisäilmasto on lähes nollaenergiatalon suunnittelun tavoite. Ilmanvaihdon lämmön talteenoton vuosihyötysuhteen tavoitearvo lähes nollaenergiarakentamisessa on vähintään 70 %. Lähes nollaenergiatalon lämpöhäviöt ovat hyvin pienet, jolloin lämmönjako voidaan hoitaa ilmanvaihtolämmityksellä, jolloin talossa ei tarvita perinteisiä lämmönjakojärjestelmiä, esimer-

kiksi radiaattoreita eli sähkö- tai vesipattereita. Kuitenkin myös näitä perinteisiä lämmönjakojärjestelmiä voidaan käyttää. Talotekniikan suunnittelu tulee toteuttaa koko rakennuksen kokonaisuus huomioon ottaen. (Sepponen ym. 2013, 24.)

Lähes nollaenergiatalo on ilmatiivis talo, joten se tarvitsee toimivan ja oikein mitoitetun ilmanvaihtojärjestelmän. Tämän tarkoituksena on välttää liian suuria ja tarpeettomia ilmanvaihtomääriä. Erityistä huomiota on kiinnitettävä ilmanvaihtokoneen energiatehokkuuteen, säädettävyyteen, automaatioon ja kanavamitoitukseen. Huoneen käyttötarkoitus määrää ilmanvaihdon tavoitetaso. Keskimäärin hieman yli 0,5 ilmanvaihtokertaa tunnissa pidetään minimi arvona. Lattialämmitystä on suositeltavaa käyttää ainakin kosteissa tiloissa, jotta lattia kuivuisi nopeammin. Lattian lämpötila tulee kuitenkin mitoittaa tavanomaista lattialämmitystä alemmaksi, jotta päästään mahdollisimman alhaiseen energiankulutukseen. (Sepponen ym. 2013, 25.)

Lähes nollaenergiatalon auttaa pitämään talvella lämpimänä samat energiatehokkaat ominaisuudet, jotka pitävät sen kesällä viileänä. Vaarana on kuitenkin, että kesäaikainen aurinkokuorma voi aiheuttaa taloon yllämpöä. Suunnittelijan ja arkkitehdin yhteistyöllä varmistetaan, että tällaista ongelmaa ei synny. Erilaisilla keinoilla pystytään tätä vaaratekijää vähentämään, esimerkiksi ikkunoiden varjostuksella, yöjäähdytyksellä ilmanvaihdon avulla ja päiväaikaisella ilmanvaihdon tehostamisella. (Sepponen ym. 2013, 26.)

Ilmanvaihtojärjestelmästä syntyy melua itse koneen käynnistä ja putkistoista. Talvella rakennuksen lämmitys edellyttää tavanomaista suurempia ilmamääriä, joten erillinen tekninen tila voi olla tarpeen. Avarilla putkilla voidaan ehkäistä putkistosta aiheutuvaa melua, sillä tällöin virtausnopeus on alhaisempi. Ihminen on herkkä melulle, joten näillä keinoilla rakennuksesta voidaan luoda viihtyisämpi paikka. (Sepponen ym. 2013, 26.)

3.4 Valaistuksen suunnitteluohjeet

Valaistus vaikuttaa rakennuksessa viihtyvyyteen, työskentelyyn ja turvallisuuteen. Koska valaistuksen vaatimukset ovat eri tiloissa erilaiset, kannattaa valais-

tus miettiä tilakohtaisesti. Valaistuksen laadusta tinkimättä valaistuksen kulutamaa energian määrää pyritään minimoimaan. Luonnonvaloa ja vaaleita pintoja kannattaa hyödyntää ja suunnitella sopiva valaistusjärjestelmä. Valaistuksen säädöllä, eli esimerkiksi himmennyksellä saadaan hyvin pienennettyä energiankulutusta. (Valaistus. 2013.)

Erittäin energiatehokkaan valaistuksen saa toteutettua LED-tekniikalla, jonka parhaita ominaisuuksia ovat myös pitkä käyttöikä, vähäinen huoltotarve ja näistä koostuvat kustannussäästöt. Hankittaessa LED-lamppuja on tärkeää valita laadukkaita lamppeja, katsoa valoteho ja värilämpötila. Tilan tunnelmaan vaikuttaa lampun värisävy eli värilämpötila. Mitä kylmempi ja sinertävämpi valo on, sitä suurempi kelvinarvo on. LED-lamppujen värilämpötila on 3 000 - 5 000 kelviniä, kun taas hehkulampulla tämä on 2 700 kelviniä. Valomäärää mitataan lumenin avulla. 800 lm:n LED-lamppu vastaa 60 W:n hehkulamppua. Nykyään valon määrää ei voi enää vertailla wattien perusteella, sillä watit kertovat vain lampun sähkönkulutuksen määrän. (Energiatehokas valaistus kotiin ledeillä. 2014.)

3.5 Lähes nollaenergiarakennusten haasteita

Nollaenergia- ja lähes nollaenergiarakennusten suurin haaste on se, että niitä on tähän mennessä rakennettu vain muutama. Silti EU-direktiivin astuessa voidaan lähes kaikkien uusien rakennusten täytyä täyttää direktiivin antamat vaatimukset. Lähes nollaenergiataloa suunniteltaessa täytyy koko rakennus huomioida kokonaisuutena, jolloin arkkitehtuuri, rakenne- ja talotekniikka toimivat saumattomasti yhteen. Suunnitteluvaiheessa päätetyistä ratkaisuista tulee pitää kiinni, jotta rakennuksen energiatehokkuus ei kärsi. (Lähes nollaenergiarakennus. 2013.)

Lähes nollaenergiatalon suunnittelussa arkkitehdin, LVI-, sähkö- ja rakenne-suunnittelijan tulee tehdä yhteistyötä jo projektin alusta lähtien. Perinteisesti nämä suunnittelun vaiheet tehdään peräkkäin. Alkuvaiheessa tulee tarkastella monia vaihtoehtoja, eikä mitään pidä heti lyödä lukkoon. Energiasuunnittelijan käyttö on myös kannattavaa, jotta suunnittelu yhteistyö sujuisi ja kaikki palaset saadaan kohdalleen ja kokonaisuudesta tulisi toimiva. Rakennuksen käyttötar-

koitus tulee pitää koko ajan mielessä. Tärkeää on välttää turhaa lämmittämistä ja jäähdyttämistä rakennuksessa. (Lähes nollaenergiarakennus vaatii hyvää suunnittelua. 2015.)

Nykypäivänä tontin koko sanelee pitkälti rakennuksen muodon ja suunnan, joten talojen suuntaaminen etelään ei välttämättä aina onnistu. Nollaenergiahankkeissa käytetyistä rakenteista ei ole vielä laajaa kokemusta, varsinkaan Suomen oloissa. Rakenteiden homehtumisriski on suuri, sillä ilmasto on muuttumassa kostempaan suuntaan. Paksun eristekerroksen avulla saadaan talvella pienennettyä lämmityskustannuksia, mutta kesällä jäähdytyksen kuluttama energian määrä voi ylittää talven aikana tulleet energiansäästöt. Kesällä tuotetaan sähköä ja lämpöä yli omien tarpeiden, eikä tuotetulle aurinko- ja lämpöenergialle löydy välttämättä ostajia. (Ollaanko nollaenergiahuumassa jo liian pitkällä?. 2012.)

Energiatehokkaassa rakentamisessa tärkeään rooliin nousee ulkovaipan ja ilmanvaihtojärjestelmän keskinäinen toiminta. Kun rakennuksen vaipan ilmatiiveyttä parannetaan, täytyy ilmanvaihto säätää huolellisesti, jotta paine-erot vaipan yli eivät kasvaisi. Ilmanvaihto tulee monesti säätää tarpeen mukaan, esimerkiksi rakennuksen jäädessä tyhjilleen tai sisätiloissa oleskelevien henkilöiden lukumäärän kasvaessa. Tämä voitaisiin ratkaista automaattisesti säätävien ilmanvaihtojärjestelmien avulla, vaikka ne lisäävät hankintakustannusten lisäksi järjestelmien huoltoja ja ylläpitotarvetta. (Juha Vinha 2015.)

Lämmön talteenottolaitteiden puutteellinen asennus, säätäminen ja huolto voivat lisätä sisäilman kosteutta. Sisätilojen jäähdytys kesäaikaan voi nostaa sisäilman suhteellista kosteutta. Talvella lämmön talteenottolaitteet saattavat myös jäätyä, mikä heikentää laitteen hyötysuhdetta ja aiheuttaa sulatusjaksojen aikana alipaineita rakennuksen sisälle. (Juha Vinha 2015.)

Lähes nollaenergiarakennusten käytössä energiankulutus ja -tuotanto tapahtuvat eri aikaan, mikä on haastavaa. Kesäaikaan tuotettu energia täytyisi varastoida, mikä on toistaiseksi vielä kallista. Toinen vaihtoehto olisi syöttää tuotettu energia valtakunnan verkkoihin, mutta suuren joukon pientuotannon vaikutusta

energiaverkkoihin ei kuitenkaan vielä tunneta riittävän tarkasti tämän toteuttamiseksi. (Kohti nollaenergiataloja. 2011.)

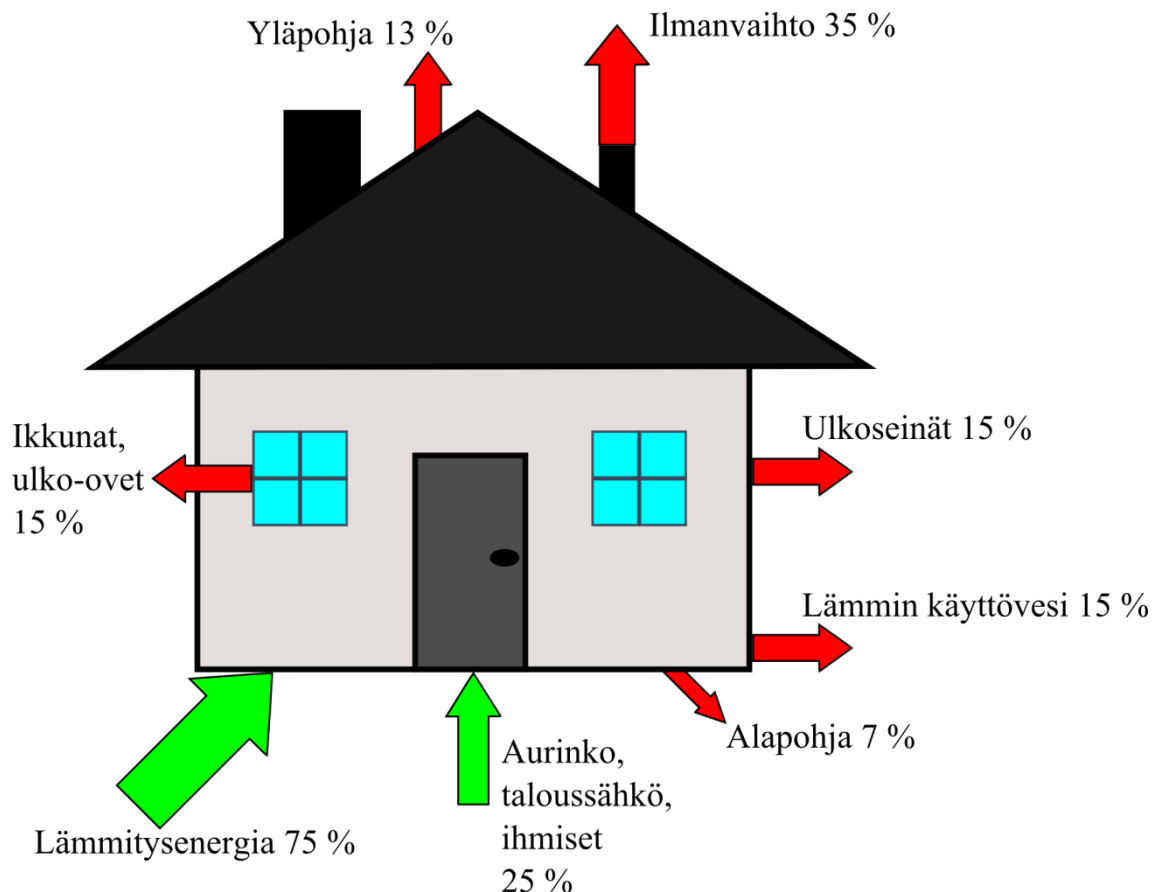
Lähes nollaenergiarakennukset käyttävät uusiutuvina energianlähteinä maalämpöä, aurinkosähköä ja –lämpöä sekä tuulivoimaa. Jotta saavutettaisiin mahdollisimman energiatehokas ratkaisu, näitä uusiutuvan energian ratkaisuja kannattaa käyttää useampaa samaan rakennukseen. Tällä keinolla rakennus ei olisi vain yhden ratkaisun varassa, vaan eri tilanteisiin voisi valita sopivimman vaihtoehdon. (Kohti nollaenergiataloja. 2011.)

Aurinkosähkön ja –lämmön haasteena ovat aurinkopaneelien asennuspaikkojen rajallinen määrä ja se, että muut lähellä sijaitsevat rakennukset voivat varjostaa rakennuksen julkisivuja. Aurinkopaneelit ovat myös vielä melko kallis ratkaisu ja Suomessa aurinkopaneelien käyttöä vaikeuttaa talvella lumi. (Kohti nollaenergiataloja. 2011.)

Maalämmön ja -kylmän haasteena ovat niiden yleistymisen. Mikäli vierekkäisillä tonteilla on maalämpökentät, ne voivat vaikuttaa toisiinsa ja yhteisvaikutuksia on vaikea arvioida, jos lämpökenttiä on paljon lähekkäin. Tämä muodostuu ongelmaksi etenkin pienillä tonteilla. Kaupungeissa kaivannot, kaapelit ja muut maanalaiset tilat aiheuttavat helposti ongelmia. Maalämpöjärjestelmät siirtävät helposti sähkönkulutuksen huipputehojaksoja samanaikaisiksi. Huipputehon tarve osuu talven kylmimpiin aikoihin, jolloin sähkölaitokset toimivat lähes täydellä teholla. (Kohti nollaenergiataloja. 2011.)

Pelkkää tuulivoimaa ei voi käyttää uusiutuvana energian lähteenä rakennuksessa, sillä pientuulivoimalat ovat pieniä eivätkä ne usein ole tarpeeksi tehokkaita. Tuulivoimalan täytyy olla riittävän suuria, että niistä saatava energia on kannattavaa. Omakotitaloissa kustannukset kohoavat suuriksi, eivätkä pientuulivoimalat ole tämän takia taloudellisesti järkeviä. Pientuulivoimalat lisäävät kuitenkin omavaraisuutta ja pienentävät sähkölaskua. Tuulivoimalat aiheuttavat myös melua, mutta se on kuitenkin parannettavissa ääniteknistä suunnittelua parantamalla. (Kohti nollaenergiataloja. 2011.)

Talven lämpöhäviöt ovat erittäin kriittisiä Suomen olosuhteissa, sillä suurin osa rakennuksen energiankulutuksesta on lämpöenergiaa (kuva 4). Nykyaikaisilla rakenneratkaisuilla ja tekniikalla lämpöhäviöitä on kuitenkin mahdollista pienentää. Suunnitelmien mukaisella käytöllä lähes nollaenergiatalo pärjää pienellä energiankulutuksella. Saavutettu energiatehokkuus riippuu rakennuksen käyttäjän toiminnasta. Käyttäjän velvollisuuksiin kuuluu huolehtia rakennuksen oikeasta käytöstä ja huollosta, sillä näiden jäädessä huomiotta rakennus voi kuluttaa hyvin paljon energiaa. Jotta suunnitteluvaiheessa päätettyjen tavoitteiden täyttymisestä voidaan varmistua, rakennuksen energiatehokkuutta täytyy seurata. Jos todellinen kulutus eroaa merkittävästi suunnitellusta kulutuksesta, seuranta mahdollistaa ongelmien syyn selvittämisen ja korjaavat toimenpiteet. Poikkeamat kulutuksessa johtuvat todennäköisesti joko rakennuksen virheellisestä käytöstä tai puutteellisesta suunnittelusta. (Sepponen ym. 2013, 11.)



KUVA 4. Asuinrakennuksen lämpöhäviöt (Nollaenergiahirsi-talo. 2015)

4 LÄHES NOLLAENERGIARAKENNUKSET SUOMESSA

Teknologian tutkimuskeskus (VTT) on tutkinut ja kehittänyt nollaenergiatekniikkaa vuodesta 1990 lähtien. Myös Aalto-yliopiston opiskelijat ovat kehittäneet Luukku-talon, joka toimii Suomen oloissa nollaenergiatalona. Talo on täysin puurakenteinen ja se tuottaa lämpöä ja sähköä aurinkokeräimillä ja -paneeleilla. Luukku-talo oli mukana eurooppalaisten korkeakoulujen ekotehokkaan rakentamisen kymmenottelussa Madridissa vuonna 2010. Luukku-talo voitti arkkitehtuurin osakilpailun ja kokonaiskilpailun sijoitus oli viides. (Luukku-talo. 2010.)

Nollaenergia- ja lähes nollaenergiarakennuksia on rakennettu Suomessa hyvin vähän. Lähes nollaenergiatasoa ei ole vielä määritelty, joten Internetistä löytyvät ratkaisut ovat vain eräitä esimerkkejä. Tässä tilanneselvityksessä esitetään muutamia Internetistä löytyneitä nollaenergia- ja lähes nollaenergiarakennuksia ja niiden energiatehokkaita ratkaisuja.

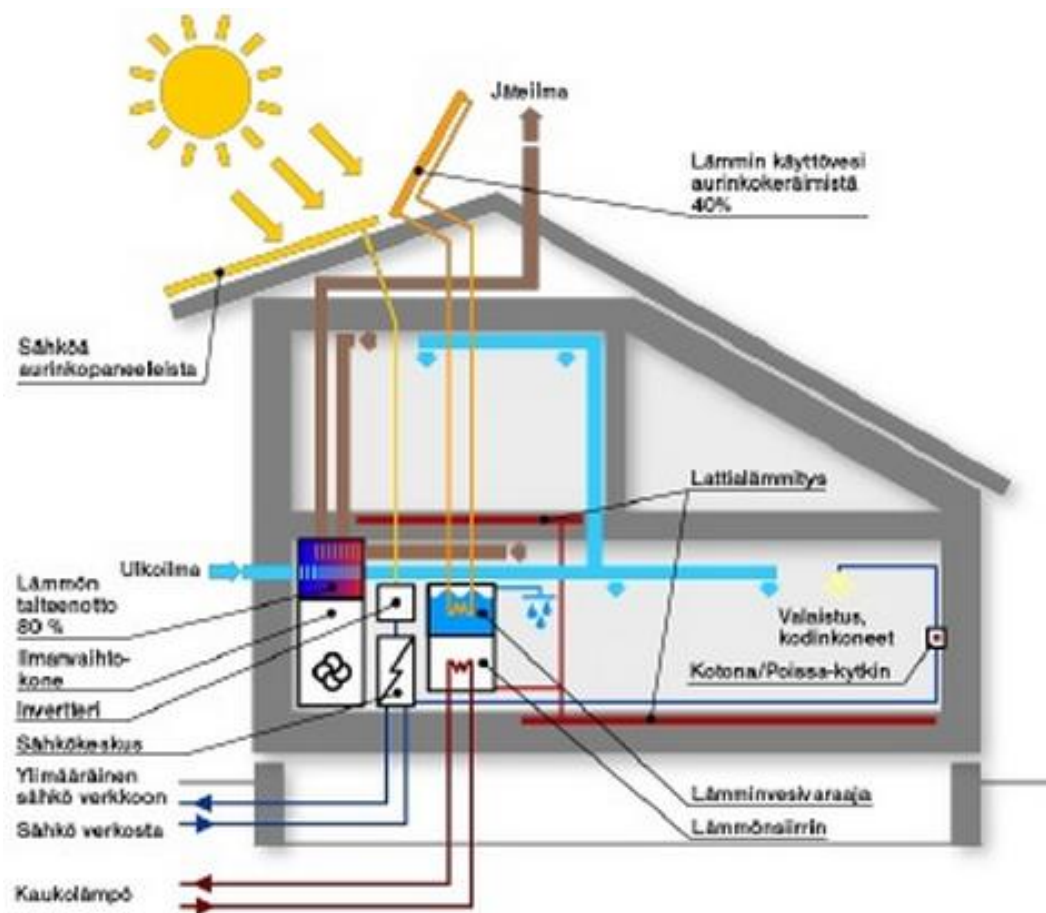
4.1 Pientalot

Jo vuosina 1993 - 1994 Pietarsaaren asuntomessuille rakennettiin matalaenergiatalo. Tavoitteena oli rakentaa talo, joka kuluttaisi mahdollisimman vähän energiaa. Tähän IEA5-matalaenergiatalon (International Energy Agency) rakentamiseen käytettiin parhaimpia tekniikoita kuin vuonna 1993 oli saatavilla. Rakennuksen suunnitteluun ja toteutukseen kiinnitettiin erityistä huomiota. Rakennuksessa energiatehokkaina ratkaisuinä käytettiin aurinko- ja maalämpöä sekä aurinkosähköä paksun eristyksen ja matalaenergiaikkunoiden kanssa. Jopa nykypäivänä tähän rakennukseen käytettyjen ratkaisujen avulla päästään erittäin alhaiseen energiankulutukseen. Rakennus kuluttaa vain neljänneksen energiaa verrattuna tavanomaiseen taloon. Rakennukselle asetettuja energiatehokkuustavoitteita ei saavutettu heti, mutta ajan kuluessa teknisen kehityksen avulla näihin tavoitteisiin päästiin. Nykypäivänä IEA5-matalaenergiarakennus on edelleen Suomen energiatehokkaimpia rakennuksia ja sitä pidetään lähes nollaenergiatasoisena. (Energiatehokkaita ratkaisuja esillä Tampereen Asuntomessuilla. 2012.)

Saloon on rakennettu nollaenergiapientalo Rauhala vuonna 2011. Talon eristeinä on käytetty Finnfoamin eristeitä, joten rakenteiden U-arvot ovat erittäin pieniä (0,07-0,09 W/m²K). Ikkunat ja ovet ovat myös erittäin energiatehokkaita. Rakennusta lämmitetään ja viilennetään maalämmöllä. Käyttövedtä lämmitetään poistoilmalämpöpumpulla. Talossa on varaava takka sekä etelän puolella koko talon mittainen katettu terassi, joka suojaa kesällä paahteelta ja talvella aurinko pääsee lämmittämään sisäilmaa. Rakennuksessa ei ole vielä ollut omaa energian tuotantoa, mutta kesän 2015 aikana talon katolle asennetaan aurinkopaneelit. Rakennus on siis lähes nollaenergiatalo. (Rauhala. 2011.)

Tampereen Asuntomessuille Vuorekseen vuonna 2012 rakennettu omakotitalo Lantti on Suomen ensimmäinen nollaenergiapientalo. Kuvassa 5 on havainnollistettu rakennuksen toimintaperiaatetta. Talo on Aalto-yliopiston työryhmän suunnittelema ja se tuottaa tarvitsemansa sähkön aurinkosähköpaneelilla. Rakennusta lämmitetään aurinkolämpökeräimillä ja kaukolämmöllä. Talon E-luku on -1, eli se tuottaa enemmän energiaa kuin kuluttaa. Rakennuksen laitteiden ja koneiden sähkön kulutusta seurataan reaaliaikaisesti ja mittausjärjestelmä itse opastaa käyttäjää. Talo on Aalto-yliopiston, ARA:n, TA-Yhtymän sekä Sitran yhteinen kehityshanke. (Suomen ensimmäinen nollaenergiapientalo valmistui Tampereelle. 2012.)

Villa Isover valmistui vuonna 2013 Hyvinkään asuntomessuille. Rakennus on ISOVERin järjestämän suunnittelukilpailun voittaja. Arkkitehtuurin pääajatuksena on ollut sijoittaa elämiselle tarpeelliset tilat laatikoihin ja latoa laatikot limitäin. Laatikoiden väliin jäävä tila on tarkoitettu liikkumista ja oleskelua varten. Näin rakennuksen arkkitehtuuri ja ekologisuus kulkevat käsi kädessä. Rakennuksen lämmitys on järjestetty maalämmöllä ja varaavalla takalla. Ikkunoita suojaavat avattavat luukut ja etelän puolen suuria ikkunoita varjostaa piharakennus, jotta talo ei lämpene liikaa kesän aikana. Rakennukseen tuotetaan sähköä aurinkopaneelilla ja lämpimän käyttöveden tuotantoon käytetään aurinkokeräimiä. Tontin hulevedet johdetaan pihan puolella sijaitsevaan imeytystaaseen. Koko tontti on otettu hyötykäyttöön ja talon katolle satava vesi säilötään ja käytetään kasvimaan ja puutarhan kasteluun. (Nollaenergiatalo Hyvinkää. 2013.)



KUVA 5. Nollaenergiatalo Lantin toimintaperiaate (Nollaenergiarakentaminen. 2012)

Resca on valtakunnallinen ilmasto- ja energiahanke. Siinä ovat mukana Helsinki, Espoo, Vantaa, Tampere, Oulu ja Turku. Hanke aloitettiin vuonna 2012 ja jatkuu edelleen. Hankkeen tavoitteena on kaupungeittain pyrkiä kehittämään keinoja uusiutuvan energian osuuden lisäämiseksi energiankäytössä. Hankkeella tehostetaan kehitystyötä ja tuetaan hyvien ratkaisujen leviämistä toisiin kaupunkeihin ja koko maahan sekä kehittymistä liiketoimintamalleiksi. Hanke edistää kaupunkien ilmastotavoitteiden saavuttamista ja luo uusia mahdollisuuksia elinkeino- ja yritystoiminnalle. Rescan myötä nollaenergiatalojen rakentaminen lisääntyy. Esimerkiksi Oulussa on Resca-alueella useita rakenteilla olevia kohteita. (Resca.)

4.2 Kerrostalot

Kuopion Opiskelija-asuntojen (Kuopas Oy) rakennuttama nollaenergiatalo valmistui vuonna 2011. Rakennus on tarkoitettu opiskelijoille. Talon energiankulutus on vuositasolla 0 kWh/m² eli talo tuottaa itse kaiken tarvitsemansa energian. Rakennukseen tuotetaan energiaa aurinkopaneeleilla ja –keräimillä sekä maalämpöjärjestelmällä. Erityisratkaisuna talossa on asukkaiden käytössä oleva hyvinvointikeskus, jossa on kuntosali, höyrysaunakapseli ja infrapunasauna. Kuopion opiskelija-asunnot Oy Kuopas yhteistyökumppaneineen saivat tästä kohteesta tunnustuspalkinnon energiatehokkuuden edistämisestä asuntomarkkinoilla. Rakennus on ensimmäinen Suomeen valmistunut nollaenergiakerrostalo. (Kuopion talo. 2015.)

Espooseen valmistui vuosina 2012 ja 2013 kolme lähes nollaenergiatasoista toimistorakennusta. Nämä SRV:n rakennuttamat Derby Business Parkin rakennukset ovat poikkeuksellisia energiatehokkuutensa puolesta. Rakennukset on suunniteltu alusta lähtien suosien ekologisia ratkaisuja. Rakennuksen lämmitykseen ja jäähdytykseen käytetään maalämpöä ja rakennusten katolle asennetut aurinkopaneelit tuottavat vuosittain 35 000 kWh sähköä, mikä vastaa noin neljän kaukolämmitteisen omakotitalon kulutusta. Näiden aurinkopaneelien asennuksen myötä Derby Business Park sai nostettua LEED-sertifikaatin tasoa kullasta platinaan eli korkeimpaan luokkaan. (Case: Aurinkopaneeleilla viimeinen silaus energiatehokkuuteen. 2013.)

LEED-sertifikaatti on yhdysvaltalainen, kansainvälisesti vertailukelpoinen vihreiden kiinteistöjen sertifiointijärjestelmä. Sertifiointi perustuu rakennuksen tilojen, rakennuksen tai rakennushankkeen ympäristöominaisuuksiin. Rakennuksen sijaintipaikan kestävyys, energian-, veden- ja materiaalien kulutus rakennuksen elinkaaren aikana tulee täyttää tietyt vähimmäisvaatimukset, jotta sertifikaatti voidaan myöntää. (Rakennusten ympäristöluokitukset. 2015.)

Hyvinkäälle on valmistumassa vuoden 2015 lopussa nollaenergiakerrostalo. Rakentajana toimii HRT Yhtiöt Oy. Tavoitteena on rakentaa energialuokan A kerrostalo, johon päästään käyttämällä maalämpöä, aurinkopaneeleita ja massiivista eristeharkkorakennetta. Kohteen on suunnitellut Arkkitehtitoimisto Aco-

ra, joka tunnetaan energiatehokkuuden asiantuntijana. (Nollaenergiakerrostalo. 2015.)

4.3 Julkiset rakennukset

Viikin ympäristötalo on Suomen vähiten energiaa kuluttava toimistorakennus. Rakennus valmistui vuonna 2011. Rakennus on Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen ja Helsingin yliopiston käytössä. Rakennus kuluttaa energiaa tavalliseen toimistorakennukseen verrattuna alle puolet. Energiaa taloon tuotetaan aurinkopaneeleilla, joita löytyy rakennuksen etelään suuntautuvalta julkisivulta sekä vesikatolta. Katolla sijaitsee myös neljä pientä tuuliturbiinia. Tontille on porattu 25 kaivoa, joiden avulla rakennusta jäähdytetään kesäisin. Rakennuksen ikkunat ovat energiatehokkaita lämpölaseja ja seinien eristepaksuus on tavalliseen seinään verrattuna suurempi. Rakennuksessa on hyödynnetty luonnonvaloa, jotta sähkövalaistuksen tarvetta saadaan vähennettyä. (Viikin ympäristötalo. 2014.)

Järvenpään Jampassa on rakennettu nollaenergiakerrostalo vuonna 2011, mikä on tarkoitettu huonokuntoisille ja muistihäiriöitä sairastaville vanhuksille. Hankkeen rahoittajina toimivat ARA, Sitra ja Tekes. Rakennuksen tieltä purettiin 1980-luvulla rakennettu nelikerroksinen betonielementtitalo. Rakennus on valmistunut samaan aikaan kuin Kuopion Opiskelija-asuntojen rakennuttama kohde. Rakennuksen pohjakerroksessa on asukkaiden yhteistilat sekä hyvinvointikeskus. Rakennus lämmitetään kahdella lämpökaivolla ja käyttövesi lämmitetään aurinkolämpökeräimien avulla. Rakennuksen kiinteistösähkö tuotetaan aurinkopaneelien avulla ja hissien jarrutusenergia otetaan talteen. Ilmanvaihtojärjestelmä hyödyntää noin 80 % lämpöenergiasta uudelleenlämmitykseen. Rakennuksessa tuotettu aurinkolämpöenergia myydään sisäisesti samassa pihassa sijaitsevan palvelutalon käyttöön. (Suomen ensimmäinen nollaenergiatalo nousi Järvenpäähän.)

YIT toteutti Porvoon Ylä-Haikkoon, Omenatarhaan ja Jokilaaksoon päiväkodit, jotka lähestyvät nollaenergiarakentamista. Päiväkodit on rakennettu vuosina 2012 - 2013. Päiväkodit ja niiden lähiympäristö on suunniteltu esteettömäksi, virikkeelliseksi ja turvalliseksi. Päiväkodeissa on panostettu sisäilman laatuun ja

rakennusten vaippojen ilmavuodot on saatu alhaisiksi. Talotekniikassa hyödynnetään uusinta teknologiaa. Tilojen ja veden lämmittämiseen käytetään maalämpöä ja aurinkolämpöä. Energian kulutusta vähentävät myös käytön mukaisesti ohjattu LED-valaistus, ilmanvaihto ja -lämmitys sekä tehokas lämmön talteenotto. Päiväkotien olosuhteet ja energiankulutus ovat ympärivuorokautisessa seurannassa, sillä päiväkodit on liitetty Caverionin kiinteistövalvomoon. (Porvoon päiväkodit. 2012.)

Lahteen valmistui vanhuksille tarkoitettu Palvelukeskus Onnelanpolku vuonna 2014. Hankkeessa olivat mukana VTT, ARA sekä Sitra, ja hankkeen pohjalta luotiin lähes nollaenergiatasoisen palvelutalon suunnittelu- ja hankintamenetelyohjeet. Rakennus on ensimmäinen laaja palvelutalohanke, jossa käytetään kaukolämmön merkittävänä lisänä aurinkolämpöä ja aurinkosähköä. Hankkeen tärkein tavoite oli luoda ikäihmisille soveltuva sisäilmasto. Rakennus kuluttaa energiaa puolet verrattuna tavalliseen asuinkerrostaloon. (Palvelutalo Onnelanpolku Lahdessa. 2014.)

Meilahden tornisairaala on rakennettu vuonna 1965 ja peruskorjattu vuonna 2014. Rakennus on toiminut Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin energiatehokkaan peruskorjausrakentamisen pilottihankkeena. Talotekniikan suunnittelussa energiatehokkuus oli merkittävässä roolissa. Energiankulutusta saatiin pienennettyä merkittävästi, lämmitysenergian ominaiskulutusta saatiin pienennettyä 25 % ja sähköenergian ominaiskulutusta viisi prosenttia. Tornisairaalan energiatehokkuutta parannettiin energiavirtojen kierrätyksellä ja talteenotolla, asentamalla maalämpöjärjestelmä ja hyödyntämällä aurinkolämpöä. Talven aikana lämpöä saadaan lämmön talteenotolla sekä kaukolämmöllä tarvittaessa. Keskeisessä roolissa energiatehokkuuden parantamisessa olivat nykyaikainen kiinteistöautomaatio ja sen tarvittava ohjaus. Rakennukseen haluttiin valita mahdollisimman energiatehokkaat laitteet ja valaisimet, joita ohjataan läsnäoloantureilla. (Meilahden tornisairaala. 2014.)

Vantaan Leinelään ollaan rakentamassa nollaenergia- tai lähes nollaenergiatasolla oleva päiväkotit. Leinelä II -päiväkotit on IJI-hankkeen (Innovatiivisuutta julkisiin investointeihin) Vantaan kaupungin osaprojektin pilottiprojekti. Energiate-

hokkaita ratkaisuja päiväkodissa ovat passiivitalon rakenteet, aurinkopaneelit, LED-valaistus, liiketunnistimet ja läsnäoloanturit valaistuksen säätöä varten, maalämpö, ilmastoinnin huonekohtainen säätö, lämmöntalteenotto, LVI-laitteiden sähkönkulutuksen minimointi sekä reaaliaikainen energiankulutuksen seuranta. Päiväkodin on tarkoitus valmistua tämän vuosikymmenen loppupuolella. (IJI-uutiskirje. 2013.)

5 KYSELYTUTKIMUS

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää nollaenergiarakennusten ja lähes nollaenergiarakennusten käyttäjien kokemuksia ja parannusehdotuksia. Tutkimuksessa haluttiin saada tietoa sekä pientalojen että julkisten rakennusten käyttäjiltä. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kyselytutkimusta, jossa vastaajat täyttivät kyselylomakkeen. Kohderyhmänä olivat nollaenergiarakennusten ja lähes nollaenergiarakennusten käyttäjät, eli asukkaat tai isännöitsijä.

Kyselylomakkeet (liite 1) lähetettiin vastaajille 20.2.2015. Vastaajat palauttivat lomakkeet palautuskuoressa tai sähköpostitse tutkimuksen tekijälle. Vastaukset pyydettiin palauttamaan 6.3.2015 mennessä. Kyselylomaketta suunniteltaessa pyrittiin löytämään kysymyksiä, joilla selvitetään nollaenergiarakentamisen kannalta tärkeitä kysymyksiä. Lomakkeessa oli sekä valintakysymyksiä että avoimia kysymyksiä. Avointen kysymysten avulla oli tarkoitus kartoittaa käyttäjien kokemuksia ja saada parannusehdotuksia. Kysymykset koskivat vastaajan ja rakennuksen perustietoja, suunnittelu- ja rakennusvaiheen kustannuksia ja energiankulutusta. Kyselyssä kysyttiin myös vastaajien tyytyväisyyttä suunnittelu- ja rakennusprosessiin sekä parannusehdotuksia.

Tutkimukseen valittiin pientaloja, kerrostaloja sekä julkisia rakennuksia. Kohteita etsittiin Internetistä ja lisäksi tietoa kyseltiin koulun opettajilta ja rakennusvalvontavirastoista ympäri Suomen. Pientaloja valittiin 15, joista 10 sijaitsi Kempeleen ekokylässä. Julkisia rakennuksia valittiin 4. Kohteet sijaitsivat ympäri Suomea, jotta saatiin kartoitettua koko Suomen tilanne mahdollisimman kattavasti ja monipuolisesti.

5.1 Vastaajien käyttökokemuksia ja parannusehdotuksia

Kyselyyn vastasi sekä nollaenergia- että lähes nollaenergiatalon käyttäjiä. Vastauksia tuli neljä, mikä oli odotettua vastausmäärää pienempi. Kaikki vastaajat olivat pientalojen käyttäjiä. Pientalot oli rakennettu vuosina 2010 - 2014 aikana Oulussa, Kempeleessä, Tampereella ja Salossa.

Kyselylomakkeessa (liite 1) pyydettiin ilmoittamaan rakennuksessa käytettyjä teknisiä ratkaisuja. Alla on esitelty vastaajien ratkaisuja aiheittain vastaajien omin sanoin kerrottuna.

Vastausten perusteella yleisimpiä lämmitysmuotoja olivat

- maalämpö
- kaukolämpö
- aurinkokeräimet
- poistoilmalämpöpumppu
- vesikiertoinen lattialämmitys
- takka vesikierrolla
- kiuaspiippu vesikierrolla.

Vastaajat olivat käyttäneet seuraavia ilmanvaihtojärjestelmiä:

- poistoilmalämpöpumppu DUVENTS
- päälämmitysmuotona poistoilmalämpöpumppu, johon on sisäänrakennettu maalämpöpumppu (laite hoitaa ilmanvaihdon, tuloilman lämmityksen, viilennyksen ja lattialämmityksen).

Vastaajat olivat käyttäneet seuraavia rakenneratkaisuja:

- katossa SPU-kattoelementti (30 cm:n SPU + 10 cm:n villa), seinät SPU 10 cm + 10 cm:n villa
- ulkoverhouslauta UYV 23*145, koolaus 48*48 k600, tuulensuojakipsilevy 9 mm, runko 42*198 k600, mineraalivilla 200 mm, SPU AL90, pystykoolaus 24*90 k600, sisäverhouskipsilevy 13 mm
- YP OL 27 + ekovilla 600 mm U-arvo 0,07 W/m²K, US SW-BLEM SPU 170 mm U-arvo 0,15 W/m²K
- AP 300 mm Finnfoam F-300 (lambda 0,035), US sisäkuorielementti + Finnfoam 400 mm (lambda 0,031), YP 50 mm:n villa (sisäpinnassa) + Finnfoam 400 mm (lambda 0,031).

Seuraavassa on lueteltu rakennuksissa käytetyt ikkunat ja ovet:

- Skaala-ikkunat huurtumattomat, ulko-ovet Edux
- ovien U-arvo $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, ikkunat 6 mm^2
- U-arvo $0,6 - 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ikkunoiden U-arvo $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja ulko-ovien U-arvot $0,4$ ja $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vastaajat olivat hyödyntäneet seuraavia uusiutuvia energianlähteitä:

- maalämpö tuloilman lämmitykseen
- aurinkokeräimet
- aurinkopaneelit
- puukiuas
- vesikiertotakka
- käyttöveden lämmittämiseen varaava takka.

Eräs vastaaja muuttaisi rakennuksen teknisissä ratkaisuissa aurinkokeräinten tyyppin putkikeräimiin, joiden määrää myös lisättäisiin. Aurinkopaneelien asennuskulma muutettaisiin myös talven kannalta paremmaksi. Vastaaja muuttaisi myös taloautomaation järjestelmän virtalähteet erilaisiksi. Yksi vastaaja oli tyytyväinen tämänhetkisiin ratkaisuihin.

Vastaajat ilmoittivat suunnittelukustannusten lisääntyneen verrattuna tavanomaiseen rakentamiseen. Erään vastaajan mukaan kustannukset lisääntyivät noin 5 % ja toisen vastaajan mukaan kustannukset lisääntyivät noin 10 - 15 %. Eräs vastaaja ilmoitti ostaneensa talon muuttovalmiina, joten suunnittelukustannusten osuus ei ollut tiedossa.

Vastaajat ilmoittivat rakennuskustannusten lisääntyneen verrattuna tavanomaiseen rakentamiseen. Lisäyksen määrä oli erään vastaajan mukaan 10 - 15 % eli 20 000 - 30 000 euroa. Toisen vastaajan mukaan rakentamiskustannukset lisääntyivät 5 - 6 %. Muuttovalmiin pientalon ostaneen vastaajan mukaan lisähinta oli noin 30 % verrattuna tavanomaiseen rakentamiseen.

Vastaajat olivat tyytyväisiä suunnitteluprosessiin. Rakentamisprosessista puolestaan löydettiin parannettavaa. Yhden vastaajan mukaan rakentamisessa käy-

tettiin prototyyppilaitteita, joissa ilmeni mittausongelmia. Tämän perusteella vastaajan mukaan rakennusprosessi vaatii ammattilaisia, joilla on kokemusta nollaenergiatalon tarpeesta ja talotekniikan asentamisesta. Uudenlaiset järjestelmät lisäävät työmääriä sekä asennuskustannuksia.

Erään vastaajan mukaan rakennuksen E-luku oli 0. Muut vastaajat ilmoittivat rakennusten E-luvuiksi 35 ja 115. Yksi vastaaja ei osannut sanoa rakennuksen E-lukua.

Yksi vastaaja kertoi vuosikulutuksen olevan tällä hetkellä 9 000 kWh ja vuosituoton 6 000 kWh. Arvioitu energiankulutus erosi siis merkittävästi todellisesta energiankulutuksesta. Jotta nollaenergiataso saavutetaan, aikoo vastaaja tehdä parannuksia taloautomaation virtalähteiden, aurinkokeräimien sekä lisälämpöpumpun suhteen. Joissakin pientaloissa oli asuttu niin vähän aikaa, että energiankulutuksesta asukas ei vielä osannut sanoa yhtään mitään.

Energiankulutuksen seuranta oli vastaajien mukaan toteutettu reaaliaikaisen digitaalisen mittauksen avulla. Erään vastaajan mukaan seurannassa käytettiin Fidelix-järjestelmää, josta saa yksityiskohtaista tietoa talotekniikasta sekä taloussähkön kulutusjakaumasta.

Jokainen vastaaja kertoi, että etukäteen oli huomioitu mahdolliset muutokset tai lisäykset rakennustekniikassa. Eräässä pientalossa oli muuntojoustava teknisen tilan lattiaelementti. Aurinkopaneelien invertterissä tuki 8,4 kW:lle, ja nyt on käytössä 6,5 kW. Aurinkokeräimiä on lisättävissä sarjaan tai rinnan. Painesäiliö on iso. Ylimääräinen energia voidaan laittaa maahan (rajaton varaaja). Ylimääräinen maalämpöpumppu voidaan kytkeä. Erään vastaajan mukaan heidän rakennuksessaan ei ole vielä ollut omaa energian tuotantoa, mutta tulevana kesänä talon katolle tullaan asentamaan aurinkopaneelit, joiden hinta alkaa nyt olla kilpailukykyinen.

Vastaajien käyttökokemukset:

- Tiivis rakennus vaatii käyttökokemusta tulisijojen kanssa.
- Aurinkopaneelien energiaa saa hyötykäyttöön esimerkiksi pesu- ja tiskikoneiden ajastimella.
- Taloautomaation suunnittelussa täytyy huomioida kokonaisuus eikä vain LED-valojen kulutus.
- Aluksi laattalattiat olivat kylmät. Pienen säädön, noin 5 %, myötä virtaus lattioissa poisti ongelmat.
- Käyttökokemukset ovat olleet todella hyviä ja asumismukavuus huippuluokkaa.

Vastaajien kehittämisideat ja parannusehdotukset:

- Aurinkopaneelit on jaoteltava 2 - 3 ryhmään esimerkiksi talvi, syksy/kevät, kesä.
- Aurinkokeräimet on optimoitava syksy/talvi/kevät tuotolle.
- Taloautomaatiossa on kiinnitettävä huomiota kokonaisenergian kulutukseen sekä lepotilan kulutukseen, esimerkiksi virtalähde ja akku ratkaisu.
- Talvella yli 250 m² taloon ei riitä poistoilmalämpöpumppu vaan tarvitaan esimerkiksi lisämaalämpöpumppu.
- Automatiikkasäädöt ovat vielä ”lastenkengissä” ammattilaisillakin, joten kaikki joudutaan tekemään itse.

5.2 Johtopäätökset

Tutkimuksen kohteita oli erittäin vaikea löytää, sillä nollaenergiataloja ja lähes nollaenergiataloja on rakennettu Suomessa vain kourallinen eikä lähes nollaenergiatalon minimiä ole määritetty. Kohteiden käyttäjiä oli haasteellista tavoittaa, sillä rakennusliikkeillä ei ollut lupaa luovuttaa heidän yhteystietojaan. Rakennusvalvontavirastoilta ei saatu kattavia tietoja nollaenergia- ja lähes nollaenergiataloista. Tutkimuksen kohteet löytyivät Internetistä.

Kaikki vastaukset saatiin pientalojen käyttäjiltä. Kerrostalojen sekä julkisten rakennusten käyttäjiltä ei tullut vastauksia. Hyvin kattavien ja yksityiskohtaisten

vastauksien avulla opinnäytetyöhön saatiin kuitenkin sisältöä, vaikka vastauksia palautuikin vähän. Kyselylomaketta suunniteltiin yksityiskohtaisesti, jotta kysely kattaisi mahdollisimman monipuolisesti nollaenergiarakentamiseen liittyviä asioita. Osa kysymyksistä oli melko samantyyllisiä, mikä ilmeni vastauksissa toistona.

Kempeleen ekokylä ei ole kuulunut valtakunnalliseen sähköverkkoon, vaan he ovat tuottaneet talojen sähkön ja lämmön itse. Kylä on laatuaan ensimmäinen Suomessa. Kempeleen ekokylästä saadusta vastauksesta kuitenkin ilmeni, että ekokylän omasta sähköntuotannosta on jouduttu luopumaan, sillä sähkölaki muuttui vuonna 2014. Näin ollen ekokylässä olevat pientalot eivät välttämättä ole nollaenergiataloja tai lähes nollaenergiataloja.

Vastaajat kertoivat käyttäneensä nollaenergiarakennuksille tyypillisiä rakenneratkaisuja. Vastaajilla oli suunnitelmissa muuttaa esimerkiksi aurinkokeräimien määrää ja tyyppiä. Myös aurinkopaneelien asennuskulmia aiottiin muuttaa, jotta ne olisivat optimaalisemmat Suomen oloihin. Taloautomaation järjestelmän virtalähteitä haluttiin myös muuttaa.

Vastaajien suunnittelukustannukset olivat lisääntyneet verrattuna tavanomaiseen rakentamiseen. Vaihteluväli oli yllättävän suuri, 5 - 15 %. Tämä saattaa johtua suunnittelun laajuudesta ja siihen käytetystä ajasta.

Rakennuskustannukset olivat myös suuremmat kuin tavanomaisessa rakentamisessa. Vaihteluväli oli 5 - 30 %, mikä todennäköisesti johtuu vastaajien valitsemista ratkaisuista. Valmiin talon ostaja ei ole päässyt vaikuttamaan rakennuskustannuksiin. Kun rakentamisessa otetaan huomioon niin arkkitehtuuri kuin talotekniikkakin, taloihin valitut ratkaisut vaikuttavat hyvin paljon loppukustannuksiin. Rakennusprosesseissa käytettiin paljon prototyyppiratkaisuja, jotka lisäävät työmääriä ja asennuskustannuksia. Energiatehokkaan talon rakentaminen vaatii ammattilaisten työpanosta, mikä myös lisää kustannuksia.

Vastaajat olivat tyytyväisiä suunnitteluprosessiin, mutta rakennusprosessista löytyi kehitettävää. Heidän mielestään rakennuksen kokonaisuuden hallinta monimutkaistuu, kun energiätehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä on useita. Ra-

kennusprosessi vaatii etenkin taloautomaation ammattilaisten työpanosta. Keskeisten teknisten järjestelmien, kuten ilmanvaihto-, lämmitys-, jäähdytys- ja valaistusjärjestelmien energiankäyttöä seurataan järjestelmäkohtaisesti. Voidaan todeta, että energiatehokkuusvaatimukset lisäävät automaatioastetta.

Vastaajien ilmoittamat E-luvut vaihtelivat todella paljon. Yksi vastaaja ilmoitti E-luvuksi 115, joka on jo melko suuri. Lähes nollaenergiatasoa ei kuitenkaan ole vielä määritelty, joten talon energiatehokkuutta on vaikea arvioida.

Jotta nollaenergiataso saavutetaan, täytyy vastaajien vielä tehdä parannuksia rakennuksiin. Erään vastaajan antamien kulutustietojen mukaan rakennus kuluttaa huomattavasti enemmän energiaa kuin oli suunniteltu. Vastaaja aikoi tehdä parannuksia taloautomaatioon, joiden avulla päästään lähemmäs suunniteltua vuosikulutusta.

Mahdolliset muutokset ja lisäykset rakennustekniikassa oli huomioitu etukäteen, mikä helpottaa jälkiasennuksia. Tämä onkin hyvä huomioida jo suunnitteluvaiheessa, koska usein vasta talon käytön aikana ilmenevät talon todellinen energiankulutus ja tarpeet.

Vastaajat olivat kohdanneet haasteita rakennusten käytössä. Suurin osa kehittämisideoista ja parannusehdotuksista kohdistuivat aurinkopaneeleiden ja aurinkokeräimien sekä taloautomaation säätöihin. Pääsääntöisesti käyttökokeemukset olivat kuitenkin positiivisia ja asumiskokemukset olivat huippuluokkaa.

Lähes nollaenergiatalon rakentaminen ja siinä asuminen vaatii käyttäjältä kiinnostusta kyseiseen asumismuotoon. Talon laitteiden käyttö vaatii opettelua ja tarkkaa seuraamista. Taloautomaation suunnittelussa täytyy ottaa huomioon koko rakennus kokonaisuutena, eikä keskittyä vain pieniin yksityiskohtiin. Pienten parannusten ja hienosäätöjen avulla todellista energiankulutusta on kuitenkin mahdollista saada pienemmäksi. Lähes nollaenergiatalojen suunnittelussa, toteutuksessa ja taloautomaatiojärjestelmien seurannassa on vielä kehitettävää.

6 YHTEENVETO

Rakennusalan tulevaisuuden suurin haaste on rakennusten energiatehokkuuden parantaminen. Energiatehokasta rakentamista pidetään aikaa ja rahaa vievänä projektina verrattuna tavanomaiseen rakentamiseen. Kuitenkin tulevaisuudessa lainsäädännön muuttuessa lähes kaikkien rakentajien täytyy perehtyä rakennusten energiatehokkuuteen.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella nollaenergiarakennusten ja lähes nollaenergiarakennusten tilannetta Suomessa. Tavoitteena oli selvittää käyttäjien kokemuksia ja parannusehdotuksia energiatehokkaassa rakentamisessa. Tavoitteena oli myös saada tietoja jo rakennetuista sekä peruskorjatuista nollaenergiataloista. Työn rajaaminen onnistui hyvin, kun työhön sisällytettiin vain pääkohdat energiatehokkuudesta.

Tutkimuksen aihe oli haastava, sillä nollaenergia- ja lähes nollaenergiataloja on rakennettu hyvin vähän eikä lähes nollaenergiatasoa ole vielä määritetty. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi velvoittaa asettamaan energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset myös korjausrakentamiselle. Peruskorjattuja rakennuksia ei kuitenkaan ole vielä tehty kovinkaan monta. Ainoa Internetistä löytynyt korjauskohde oli Meilahden tornisairaala.

Nollaenergiatalon suunnitteluun löytyy erilaisia ohjeita, oppaita ja tutkimuksia. Kuitenkin nollaenergiarakentamisen tietämys ja tuntemus on vielä vähäistä jopa alan ammattilaisten keskuudessa, vaikka rakennusten energiatehokkuusdirektiivin voimaantulo on jo lähellä. Kaikille rakennusprojektin sidosryhmille tulisi saada riittävä koulutus, jotta taataan ammatillinen osaaminen direktiivin astuessa voimaan.

Energiatehokkaiden rakennusten suunnittelu on kokonaisvaltaista ja rakennushankkeessa mukana olevien osapuolten täytyy olla mukana jo varhaisessa vaiheessa. Jo suunnitteluvaiheessa on hyvä huomioida mahdolliset lisäykset ja muutokset rakennustekniikassa. Rakennusliikkeiden ja taloteknisten laitteiden valmistajien ja toimittajien välinen yhteistyö on hyvä saada toimivaksi. Esimerkiksi rakennusliikkeet voisivat tarjota kokonaisratkaisuja rakennuksista ja talo-

tekniikan järjestelmistä. Taloautomaation kehittämisellä on keskeinen ja kasvava rooli rakennusosalalla.

Tämän hetken tavoitteena on tutkia ja kehittää lähes nollaenergiarakennusten energiatehokkuutta. Lähitulevaisuudessa määritetään lähes nollaenergiataso ja sen mukaisten energiatehokkaiden rakennusten määrä kasvaa. Tällöin energiatehokkuutta on mahdollista tutkia tarkemmin. Tärkeää on myös tutkia, miten lähes nollaenergiarakentamiseen päästään ja miten korjataan olemassa olevaa rakennuskantaa niin, että energiansäästö tavoitteet saavutetaan.

LÄHTEET

Case: Aurinkopaneeleille viimeinen silaus energiatehokkuuteen. 2013. Lähienergia. Saatavissa: <http://www.lahienergia.org/case-aurinkopaneeleilla-viimeinen-silaus-energiatehokkuuteen/>. Hakupäivä 28.4.2015.

C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2008. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Rakennusten lämmöneristys. Määräykset 2010. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/{D446F925-D0D4-4114-83EE-40A2E9250F24}/92389>. Hakupäivä 17.4.2015.

Energiansäästö ja radiaattorit. 2010. Purmo. Saatavissa: http://www.purmo.com/docs/P_Press_release_Energibesparing_FI_100215_lowres.pdf. Hakupäivä 13.3.2015.

Energiatehokas valaistus kotiin ledeillä. 2014. Sähköviesti. Saatavissa: <http://www.sahkoviesti.fi/energiatehokkuus/energiatehokas-valaistus-kotiin-ledeilla.html>. Hakupäivä 19.4.2015.

Energiatehokkaita ratkaisuja esillä Tampereen Asuntomessuilla. 2012. VTT. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/medialle/tapahtumat/energiatehokkaita-ratkaisuja-esilla%C3%A4-tampereen-asuntomessuilla-13-7-12-8>. Hakupäivä 21.4.2015.

Energiatehokkuusdirektiivi tuo uusia vaatimuksia rakentamiselle. Rakennustieto. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050101.pdf>. Hakupäivä 12.1.2015.

Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (E-luvun) määrittäminen. 2013. Finlex. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6186.pdf>. Hakupäivä 6.3.2015.

Energiatodistusten laatijat. 2014. Energiatodistus. Saatavissa: <http://energiatodistus.motiva.fi/energiatodistustenlaatijat/>. Hakupäivä 22.4.2015.

EU:n energiayhteistyö. 2015. Työ- ja elinkeinoministeriö. Saatavissa: https://www.tem.fi/energia/eu_n_energiayhteistyo. Hakupäivä 23.4.2015.

FInZEB-hanke. 2014. Lähes nollaenergiarakennus (nZEB) –käsitteet, tavoitteet ja suuntaviivat kansallisella tasolla. FInZEB. Saatavissa: http://finzeb.fi/wp-content/uploads/2014/03/FInZEB_tyopaja_20140306_Pekka_Kalliomaki.pdf.

Hakupäivä 6.3.2015.

Ideal EPBD. Saatavissa: <http://www.ideal-epbd.eu>. Hakupäivä 12.1.2015.

IJI-uutiskirje. 2013. Innovatiivisuutta julkisiin investointeihin. Saatavissa: http://www.iji-hanke.fi/wp-content/uploads/2012/11/IJI_uutiskirje-2-2013.pdf.

Hakupäivä 23.4.2015.

Juha Vinha 2015. Eistemääriä ei kannata lisätä, entä talotekniikkaa?. Rakennuslehti. Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/blogit/eristemaaria-ei-kannata-lisata-enta-talotekniikkaa/>. Hakupäivä 29.4.2015.

Kempeleen itsenäinen ekokylä sai rakennusalan palkinnon. 2010. Kaleva. Saatavissa: <http://www.kaleva.fi/uutiset/oulu/kempeleen-itsenainen-ekokyla-sai-rakennusalan-palkinnon/187961>. Hakupäivä 3.2.2015.

Kohti nollaenergiataloja. 2011. Insinööri Kuusinen. Saatavissa: <http://insinoorikuusinen.com/2011/06/13/kohti-nollaenergiataloja/>. Hakupäivä 23.4.2015.

Kuopion talo. 2015. Nollaenergia. Saatavissa: <http://www.nollaenergia.fi/kuopiontalo.php>. Hakupäivä 21.4.2015.

Luukku-talo. 2010. Woodarchitecture. Saatavissa: <http://www.woodarchitecture.fi/fi/projects/luukku-talo>. Hakupäivä 21.4.2015.

Lähes nollaenergiarakennus. 2013. Riskien hallinta energiatehokkaassa rakentamisessa. VTT. Saatavissa: http://www.ril.fi/media/files/ret-tekniikkaryhma/ret-130513-mikko_nyman.pdf. Hakupäivä 13.4.2015.

Lähes nollaenergiarakennus vaatii hyvää suunnittelua. 2015. Aalto University. Saatavissa: <http://www.aaltopro.fi/blog/lahes-nollaenergiarakennus-vaatii-hyvaa-suunnittelua>. Hakupäivä 29.4.2015.

Matalaenergiatalo. 2013. Energiatehokas koti. Saatavissa:
http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva_tietaa/matalaenergiatalo. Hakupäivä 3.2.2015.

Meilahden tornisairaala. 2014. Granlund. Saatavissa:
<http://www.granlund.fi/referenssit/projektit/meilahden-potilastorni/>. Hakupäivä 23.4.2015.

Millainen on energiatehokas pientalo?. 2015. Motiva. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/rakentaminen/millainen_on_energiatehokas_pientalo. Hakupäivä 3.2.2015.

Nollaenergiahirsiotalo. 2015. Nollaenergiahirsiotalo. Saatavissa:
<http://www.nollaenergiahirsiotalo.fi/johdanto/>. Hakupäivä 5.5.2015.

Nollaenergiakerrostalo. 2015. HRT. Saatavissa:
<http://www.hrt.fi/yritys/nollaenergiakerrostalo>. Hakupäivä 28.4.2015.

Nollaenergiarakentaminen. 2012. Saatavissa:
<http://www.slideshare.net/SitraEnergia/nollaenergiarakentaminen>. Hakupäivä 5.5.2015.

Nollaenergiarakentaminen, hypeä vai totta?. 2013. Isover. Saatavissa:
<http://www.isover.fi/ratkaisut/uudisrakentaminen/nollaenergia/nollaenergiarakentaminen>. Hakupäivä 13.4.2015.

Nollaenergiatalo Hyvinkää. 2013. Villa ISOVER, Asuntomessut 2013 Hyvinkää. ISOVER. Saatavissa:
<http://www.isover.fi/ratkaisut/uudisrakentaminen/nollaenergiatalo-hyvinkaa-villa-isover-asuntomessut-2013-hyvinkaa>. Hakupäivä 22.4.2015.

Ollaanko nollaenergiahuumassa jo liian pitkällä?. 2012. Lujatalo. Saatavissa:
http://www.lujatalo.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/luja/embeds/lujatalowwwstructure/19231_Lujaviesti_1-2012_WWW.pdf. Hakupäivä 28.4.2015.

Palvelutalo Onnelanpolku Lahdessa. 2014. FInZEB. Saatavissa:
<http://finzeb.fi/vanhusten-palvelutalo-onnelanpolku/>. Hakupäivä 21.4.2015.

Porvoon päiväkodit. 2012. YIT. Saatavissa:

http://www.yit.fi/yit_fi/referenssit/single/2012/09/10/porvoon-p%C3%A4iv%C3%A4kodit. Hakupäivä 22.4.2015.

Rakennuksen vaippa. 2015. Paroc. Saatavissa:

<http://www.paroc.fi/knowhow/energiatehokkuus/rakennusten-suunnittelu/rakennuksen-vaippa>. Hakupäivä 17.4.2015.

Rakennuslupa. 2015. Rakennusvalvonta. Saatavissa:

<http://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/rakennuslupa>. Hakupäivä 5.2.2015.

Rakennusten energiatehokkuus. 2010. Tiivistelmät EU:n lainsäädännöistä. Europa. Saatavissa:

http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/construction/en0021_fi.htm. Hakupäivä 12.4.2015.

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi. 2005. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

http://www.fise.fi/index.php?_E VIA_WYSIWYG_FILE=12420&name=file. Hakupäivä 13.4.2015.

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi. 2014. Motiva. Saatavissa:

http://www.motiva.fi/taustatietoa/ohjauskeinot/direktiivit/rakennusten_energiatehokkuusdirektiivi. Hakupäivä 6.2.2015.

Rakennusten ympäristöluokitukset. 2015. Building Council Finland. Saatavissa:

<http://figbc.fi/tietopankki/ymparistoluokitukset/>. Hakupäivä 29.4.2015.

Rakentajan ABC tiedottaa. 2012. Rakentajan ABC. Saatavissa:

<http://www.rakentajanabc.com/rakentajanabc-tiedottaa/www-energialaskenta-fi>. Hakupäivä 17.4.2015.

Rauhala. 2011. Nollaenergiatalo. Saatavissa:

<http://www.nollaenergiatalo.fi/index.php?page=0beec82eb5b2469494fa14eb2cc3f5b>. Hakupäivä 22.4.2015.

RPT Docu Oy. 2015. Rakenna Oikein. Kouvola: Oy Scanweb Ab.

SBHN-hanke. 2015. OAMK. Saatavissa: <http://www.oamk.fi/hankkeet/sbhn>. Hakupäivä 15.4.2015.

Sepponen, Mari - Nieminen, Jyri - Tuominen, Pekka - Kouhia, Ilpo - Shemeikka, Jari - Viikari, Meri - Hemmilä, Kari - Nykänen, Veijo 2013. Lähes nollaenergiatalon suunnitteluohjeet. Asumisenrahoitus- ja kehittämiskeskuksen raportteja 2/2013.

Suomen ensimmäinen nollaenergiapientalo valmistui Tampereelle. 2012. Sitra. Saatavissa: <http://www.sitra.fi/uutiset/energiatehokkuuden-demonstratio-tampereen-asuntomessuilla-2012/suomen-ensimmainen>. Hakupäivä 22.4.2015.

Suomen ensimmäinen nollaenergiatalo nousi Järvenpään. Järvenpään Mestariasunnot Oy. Saatavissa: <http://www.mestariasunnot.fi/nollaenergiahanke.php>. Hakupäivä 21.4.2015.

Tausta ja tavoitteet. 2014. FlnZEB. Saatavissa: <http://finzeb.fi/tausta-ja-tavoitteet>. Hakupäivä 11.1.2015.

Uusiutuvien energiamuotojen hyödyntämisestä kiinteistöissä. 2014. Sairaala-tekniikan päivät. Ville Reinikainen 13.2.2014. Saatavissa: http://ssty.fi/download/hki2014/018_Ville_Reinikainen.pptx.pdf. Hakupäivä 23.4.2015.

Valaistus. 2013. Energiatehokas koti. Saatavissa: http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/valaistus. Hakupäivä 19.4.2015.

Viikin ympäristötalo. 2014. Helsingin kaupunki. Saatavissa: <http://www.hel.fi/www/ymk/fi/Ymparistokeskus+palvelee/ymparistotalo/>. Hakupäivä 22.4.2015.

OAMK Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikka

Suvi Nivakoski

Puh. 040-8334548

t1nisu00@students.oamk.fi

20.2.2015

HYVÄ NOLLAENERGIATALON KÄYTTÄJÄ

Opiskeluun Oulun ammattikorkeakoulussa kuuluu olennaisena osana opinnäytetyö. Opinnäytetyöni aiheena on ”Katsaus nollaenergia- ja lähes nollaenergiarakennusten tilanteeseen Suomessa”.

Tällä kyselyllä selvitetään käyttäjien kokemuksia nollaenergia- ja lähes nollaenergiarakennuksista. Tavoitteena on saada parannusehdotuksia kyseisten talotyyppien suunnittelua, rakentamista ja käyttöä varten. Lähes nollaenergiatalot tulevat EU-säännösten myötä pakollisiksi vuodesta 2021 alkaen. **Vastaamalla kyselyyn voitte vaikuttaa ja olla mukana kehittämässä tulevaisuuden asumisratkaisuja.**

Vastaukset käsitellään luottamuksellisesti. Tutkimuksen luotettavuuden ja opinnäytetyön onnistumisen kannalta myös **Teidän vastauksenne** on erittäin tärkeä!

Oheisen lomakkeen täyttämiseen kuluu aikaa noin 15 minuuttia. Pyydän palauttamaan vastauksen oheisessa palautuskuoressa tutkimuksen tekijälle viimeistään **6.3.2015**.

Vastauksista etukäteen kiittäen!

Suvi Nivakoski

OAMK Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikka

Suvi Nivakoski

Puh. 040-8334548

t1nisu00@students.oamk.fi

20.2.2015

HYVÄ NOLLAENERGIATALON KÄYTTÄJÄ

Opiskeluun Oulun ammattikorkeakoulussa kuuluu olennaisena osana opinnäytetyö. Opinnäytetyöni aiheena on ”Katsaus nollaenergia- ja lähes nollaenergiarakennusten tilanteeseen Suomessa”.

Tällä kyselyllä selvitetään käyttäjien kokemuksia nollaenergia- ja lähes nollaenergiarakennuksista. Tavoitteena on saada parannusehdotuksia kyseisten talotyyppien suunnittelua, rakentamista ja käyttöä varten. Lähes nollaenergiatalot tulevat EU-säännösten myötä pakollisiksi vuodesta 2021 alkaen. **Vastaamalla kyselyyn voitte vaikuttaa ja olla mukana kehittämässä tulevaisuuden asumisratkaisuja.**

Vastaukset käsitellään luottamuksellisesti. Tutkimuksen luotettavuuden ja opinnäytetyön onnistumisen kannalta myös **Teidän vastauksenne** on erittäin tärkeä!

Oheisen lomakkeen täyttämiseen kuluu aikaa noin 15 minuuttia. Pyydän palauttamaan vastauksen sähköpostitse tutkimuksen tekijälle viimeistään **6.3.2015**.

Vastauksista etukäteen kiittäen!

Suvi Nivakoski

KYSELY NOLLAENERGIA- TAI LÄHES NOLLAENERGIARAKENNUKSISTA**1. Vastaja**

- pientalon asukas
- kerrostalon/rivitalon isännöitsijä
- julkisen rakennuksen isännöitsijä
- muu, mikä? _____

2. Rakennus on

- nollaenergiatalo
- lähes nollaenergiatalo

3. Rakennus on

- uusi
- peruskorjattu, milloin? _____

4. Rakennusvuosi ja paikkakunta _____**5. Millaisia teknisiä ratkaisuja rakennuksessa on käytetty? Mitä hyviä / huonoja puolia käytön myötä on osoittautunut?**

- lämmitysmuoto (kaukolämpö, maalämpö, yms.)

- ilmanvaihto (lämmöntalteenotto, yms.)

- rakenneratkaisut (paljonko lämmöneristettä seinissä/katossa)

- ikkunat, ovet (U-arvo, yms.)

- hyödynnetyt uusiutuvat energianlähteet (aurinkopaneelit, yms.)

- muuta?

6. Tekisittekö nyt jälkeempään ajateltuna jotain toisin rakennuksen teknisissä ratkaisuissa?

7. Minkä verran suunnittelukustannukset lisääntyivät verrattuna tavanomaiseen rakentamiseen? (€ / %)

8. Minkä verran rakennuskustannukset lisääntyivät verrattuna tavanomaiseen rakentamiseen? (€ / %)

9. Olitteko tyytyväinen suunnittelu- ja rakennusprosessiin? Löytyykö mitään parannettavaa / kehitettävää näistä vaiheista?

10. Mikä on rakennuksen E-luku? _____

11. Miten paljon rakennus kuluttaa energiaa kuukaudessa / vuodessa?
(vesi, sähkö, lämmitys)

12. Miten todellinen energiankulutus eroaa arvioidusta energiankulutuksesta?

13. Miten suunnitteluvaiheessa arvioitu energiantuotanto on hyödynnetty?

14. Miten energiankulutuksen seuranta on toteutettu?

15. Miten on huomioitu mahdolliset muutokset/lisäykset rakennustekniikassa? (esim. aurinkopaneelien lisäys)

16. Onko mitään parannusehdotuksia energiankäyttöön ja tuotantoon liittyen? (esim. ilmalämpöpumppu)

17. Minkälaisia käyttökokemuksia teille on tullut nollaenergiarakennuksista?

18. Kehittämisiäideoita/parannusehdotuksia?

KIITOS VASTAUKSISTA!