
ETJ⁺ –työkalu energiatehokkuuden parantamiseen

Lemminkäinen Talo Oy



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Rakennustekniikka

Visamäki, kevät 2016

Otto Tevasaari

Otto Tevasaari



Visamäki
Rakennustekniikka
Rakennustuotanto

Tekijä	Otto Tevasaari	Vuosi 2016
Työn nimi	ETJ ⁺ –työkalu energiatehokkuuden parantamiseen	

TIIVISTELMÄ

ETJ⁺ eli energiatehokkuusjärjestelmä on yksi Lemminkäisen kehityshankkeista. Hankkeen tarkoituksena on kehittää suunnittelu- ja katselmusprosessia sertifioidun energiatehokkuusjärjestelmän tueksi, joka ollaan liittämässä osaksi Lemminkäisen toimintajärjestelmää. Näillä toimilla edesautetaan energiatehokkuuden jatkuvaa parantamista, joka on asetettu yhdeksi konsernin kestäväen kehityksen pitkän aikavälin päämääristä.

Työn tavoitteena on kuvata yksityiskohtaisesti käsite ETJ⁺ ja kertoa rakennusliikkeen näkökulmasta siihen liittyvistä käytänteistä. Lainsäädäntö ja ISO-standardit ovat luoneet pohjan energiatehokkuusjärjestelmän synnylle. Opinnäytetyöni tarkoituksena on kerätä energiankulutukseen liittyvää tietoa esimerkkikohteesta. Työn tutkimusosuus koostuu energiatehokkuusjärjestelmän käytön tutkimisesta, siihen liittyvästä energiakatselmusprosessista ja energiatehokkuuden suunnittelusta. Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytin kvalitatiivista tapaustutkimusta, jossa aineiston keruu tapahtuu yhdestä esimerkkikohteesta. Energiakatselmuksiin liittyvä dokumenttien analysointi, aineiston yksityiskohtainen tarkastelu ja ryhmäkeskustelut tukevat kvalitatiivisen tutkimuksen valintaa.

Energiatehokkuusjärjestelmän katselmusprosessiin osallistumalla, saatiin yhdessä katselmointiryhmän kanssa rakennettua talonrakennusalan energiakatselmuksiin soveltuva katselmuspohja. Katselmuksista kerätyn tiedon avulla kokosin kysymyssarjan ohjeeksi rakennushankkeen energiatehokkuuden suunnitteluun. Ohje auttaa työmaahenkilöstöä pääsemään alkuun energiatehokkuuden suunnittelussa. Tämä opinnäytetyö toimii hyvänä perustana energiatehokkuuden jatkuvalla parantamiselle. Tutkimuksen jatko-toimenpiteenä tulisi kerätä energiatietoja riittävältä joukolta rakennustyömaita, jotta saadaan muodostettua selkeä kuva energiatehokkaimmista ratkaisista tietyntyyppisissä rakennushankkeissa.

Avainsanat energiatehokkuus, ETJ⁺, energiakatselmus, toimintajärjestelmä, työmaatekniikat.

Sivut 33 s. + liitteet 12 s.

Visamäki
Degree Programme in Construction Engineering
Production Technology

Author	Otto Tevasaari	Year 2016
Subject of Bachelor's thesis	ETJ ⁺ as a method to improve energy efficiency	

ABSTRACT

EES⁺ (in Finnish ETJ⁺), also known as an energy efficiency system, is one of the development projects in Lemminkäinen Oyj. The purpose of the project is to develop the planning- and review process to support the certified energy efficiency system, which will be included in the integrated management system of Lemminkäinen Oyj. These actions contribute to a continuous improvement in energy efficiency, which is set as one of the group's long term goals in sustainable development.

The goal of this Bachelor's thesis was to describe the concept EES⁺ and discuss the practices related to it in detail from the point of view of the construction company. The legislation and ISO-standards have created the basis for the energy efficiency system. The aim of the thesis was to collect information about the example project concerning energy consumption. The theoretical part consists of studying the use of the energy efficiency system, the related energy review process and the planning of the energy efficiency. The research method used in the thesis was a qualitative case study where the material was gathered from an example project. An analysis of the documents concerning the energy review, detailed examination of the material and group conversations support the choice of the qualitative research.

By taking part in the energy review of the energy efficiency system it was possible to build a review template that is suitable for the house building business. With the help of the information gathered from the reviews, a series of questions was produced as a guideline for planning the energy efficiency of the building project. The guideline helps the personnel at the construction site to get started in planning the energy efficiency. This thesis works as a good basis to continuously improve the energy efficiency. The next step would be to collect energy information from a sufficient number of construction sites to get a clear image of the most energy efficient solutions in certain type of building projects.

Keywords energy efficiency, EES⁺, energy review, integrated management system, building site techniques.

Pages 33 p. + appendices 12 p.



SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET	2
2.1	Opinnäytetyön aihe ja tutkimusmenetelmät	2
2.2	Työn tilaaja	2
2.3	Esimerkkikohde	3
3	LAINSÄÄDÄNTÖ JA ISO-STANDARDI	4
3.1	Energiatehokkuusdirektiivi (2012/27/EU)	4
3.1.1	Energiakatselmukset ja energianhallintajärjestelmät	5
3.1.2	Energiakatselmusten vähimmäisvaatimukset	7
3.2	Energiatehokkuuslaki (1429/2014)	7
3.2.1	Yrityksen energiakatselmus	7
3.2.2	Pakollisista katselmuksista vapautuminen	8
3.2.3	Kohdekatselmus	8
3.3	ISO 14001	8
3.3.1	ISO 14001 standardin vaatimukset	9
3.3.2	Ylimmän johdon vastuut ja velvoitteet	10
4	RAKENNUSHANKKEEN ENERGIATEHOKKUUDEN OHJAUS	13
4.1	Jäte-ja energiaraportti	13
4.2	Energia	14
4.3	Jäte	16
4.3.1	Jätehuollon suunnittelu	17
4.3.2	Keinoja materiaalihukan vähentämiseen	18
4.3.3	Materiaalien suojaus	19
4.4	Aluesuunnittelu	19
4.5	Ympäristösuunnitelma	20
4.6	Kosteudenhallintasuunnitelma	22
4.7	TRY-mittaus	22
4.8	Tiiviysmittaus ja E-luku	23
5	ENERGIATEHOKKUUSJÄRJESTELMÄ	25
5.1	Toteutus	25
5.2	Energiakatselmus	27
6	TULOKSET	28
6.1	Yhteenveto	29
	LÄHTEET	31
LIITE 1	ENERGIAKATSELMUSPOHJA	
LIITE 2	TRY-MITTAUSLOMAKE	
LIITE 3	OHJE ENERGIANKÄYTÖN SUUNNITTELUUN	
LIITE 4	ENERGIAKATSELMUSTEN KEHITYSIDEAT	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺ ja sen soveltaminen rakennustyömaalle. Teen työn Lemminkäinen Oyj:lle. Työskentelen Lemminkäisen talonrakennuspuolella Turun toimipisteessä. Esi-merkkikohteena käytän Paimiossa sijaitsevaa uudisrakennuskohdetta, As Oy Paimion Jousitarha, jonka rakennustyöt on aloitettu lokakuussa 2015. Kohteen kokonaisrakennusaika on 13 kuukautta (10/2015- 10/2016). Työskentelen kohteessa osa-aikaisesti koulun ohella.

Energiatehokkuusjärjestelmä eli ETJ⁺ on seurausta EU:n asettamasta uudesta energiatehokkuusdirektiivistä. Tämän tarkoituksena on parantaa energiatehokkuutta 20 % vuoteen 2020 mennessä. Vuoden 2015 alussa Suomessa voimaan tullut energiatehokkuuslaki edellyttää suurilta yrityksiltä neljän vuoden välein tehtävää energiakatselmusta. Ensimmäisen energiakatselmuksen tuli olla tehtynä 5.12.2015. Energiakatselmukselta vältytty, mikäli yrityksellä on käytössään sertifioitu ISO14001 - ympäristöjärjestelmä ja energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺. ETJ⁺ pitää sisällään ISO50001:n energiatehokkuusstandardin mukaiset vaatimukset energiakatselmuksista.

ETJ⁺ on yksi Lemminkäisen kehityshankkeista, jonka tavoitteena on sertifioidun energiatehokkuusjärjestelmän suunnittelu- ja katselmuksen prosessin kehittäminen. Opinnäytetyössäni esittelen tämän prosessin eri vaiheita ja lainsäädäntöä, ja pyrin antamaan kokonaiskuvan suurten yritysten energiatehokkuusjärjestelmästä sekä siihen liittyvistä asetuksista. Kerron yksityiskohtaisesti rakennustyömaan energiatehokkuuteen vaikuttavista toimituksista. Rajaan tutkimukseni koskemaan ainoastaan suurten yritysten energiatehokkuusvaatimuksia ja niihin liittyvää standardistoa. Sivuan työssäni myös yrityksen toimintajärjestelmää ETJ⁺:ään liittyen. Työn lopputuloksena on opinnäytetyöprosessin aikana muokattu energiakatselmuspohja ja rakennushankkeita varten luotu ohjeistus, joka liitetään Lemminkäisen toimintajärjestelmään. Energiakatselmuspohjaa voidaan soveltaa tulevaisuudessa kohteissa ja se mukaillee energiatehokkuuslain asettamia raameja. Toimintajärjestelmään liitettävän energiankäytön suunnitteluohjeen on oltava selkeä, yleispätevä ja helppokäyttöinen. Näin saadaan luotua hyvä pohja energiatehokkuuden edistämiseksi.

2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET

2.1 Opinnäytetyön aihe ja tutkimusmenetelmät

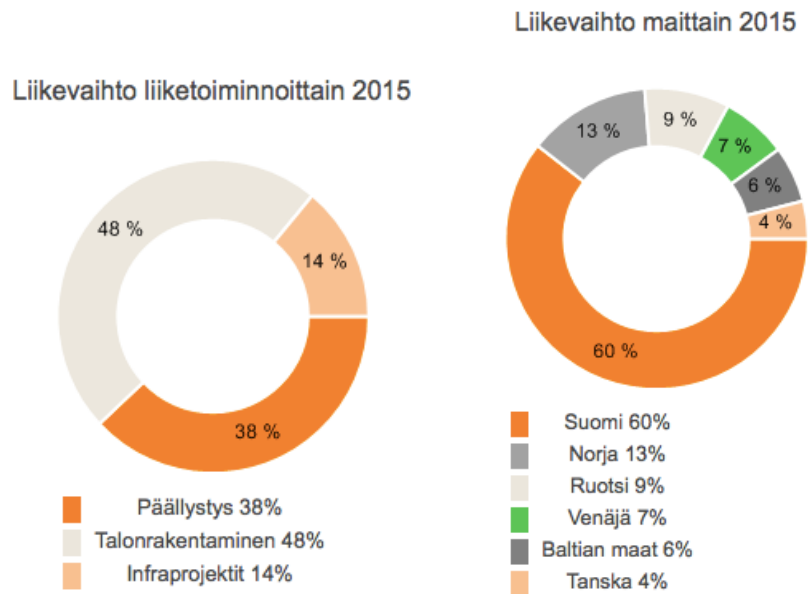
Opinnäytetyöni aihe ETJ⁺ eli energiatehokkuusjärjestelmä on yksi Lemminkäisen kehityshankkeista ja sertifioidun energiatehokkuusjärjestelmän suunnittelu- ja katselmusprosessin kehittäminen ovat sen tavoitteena. ETJ⁺ on sertifioitu osaksi ISO 14001-ympäristönhallintajärjestelmää. Opinnäytetyön taustaksi kerään tietoa alaluvun 2.3 esimerkkikohteesta, teen siis yhden tyyppistä tapaustutkimusta. Tapaustutkimuksessa kerätään tarkkaa tietoa yksittäisestä tapauksesta (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara 2007, 130.). Tutkimusosuus muodostuu rakennustyömaalla suoritetuista energiakatselmuksista ja niistä kerätystä tiedosta. Tarkoituksena on kartoittaa ja kerätä energiankulutukseen liittyvää tietoa rakennusprosessista. Tiedon keruu tapahtuu katselmusten yhteydessä pidetyissä tapaamisissa ja ryhmäkeskusteluissa sekä näihin tilanteisiin valmistavana taustatyönä. Katselmuksissa kirjattujen faktojen ja päätelmien pohjalta kokoon ohjeistuksen energiatehokkuuden jatkuvan parantamisen tueksi. Ohjeistus ja katselmustulokset tallennetaan Lemminkäisen sisäiseen tietojärjestelmään, jotta niitä voidaan hyödyntää tulevissa rakennushankkeissa.

Opinnäytetyön tutkimustyyppinä on kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Hirsjärven, Remeksen ja Sajavaaran (2007, 160) mukaan kvalitatiivisen tutkimuksen tyypillisiä piirteitä ovat kokonaisvaltainen tiedonhankinta todellisista tilanteista, ihmiset tiedonkeruun lähteenä, aineiston yksityiskohtainen tarkastelu, dokumenttien analysointi ja ryhmäkeskustelut.

2.2 Työn tilaaja

Työn tilaajan roolissa on Lemminkäinen. Lemminkäinen on merkittävä infra- ja talonrakentamisen osaaja. Yhtiöllä on jo yli 100 vuoden historia rakentamisen parissa, Asfaltti Osakeyhtiö Lemminkäinen perustettiin vuonna 1910. Lemminkäisen osake on noteerattu Helsingin pörssissä vuodesta 1989. Konsernin päämarkkina-alueita ovat Suomi, Skandinavia, Venäjä ja Baltian maat. (Historia n.d.)

Vuonna 2015 Lemminkäisen liikevaihto oli 1,9 miljardia euroa ja sen palveluksessa työskenteli keskimäärin 4800 alan ammattilaista. (kuva 1) Lemminkäisen konsernin toiminta on jaettu neljään liiketoimintasegmenttiin, päällystys, infraprojektit, Suomen talonrakentaminen ja Venäjän toiminnot. Asuntorakentaminen keskittyy Suomen kasvukeskuksiin. (Lemminkäinen sijoituskohteena n.d.)



Kuva 1. Liikevaihdon jakauma 2015 (Lemminkäinen Fact sheet n.d.)

2.3 Esimerkkikohde

As Oy Paimion Jousitarha toimii työn esimerkkikohteena. Kohde on viisi kerroksinen yksiportainen kerrostalo, joka sijaitsee Paimiossa. (Kuva 2) Kerrostaloon tulee 22 asuntoa, kokonaisrakennusala on 1802,5m² ja rakennustilavuus 6008m³. Kohde on Lemminkäisen uudistuotantoa, joten rakennuskustannukset katetaan sisäisellä rahoituksella. Työnjohto on pääurakoitsijan eli Lemminkäisen omaa, mutta työntekijät ovat pääsääntöisesti urakoitsijoita yrityksen ulkopuolelta.

Kantava runko muodostuu teräsbetonista, paikalla valaen ja elementeistä. Holvirakenteet ja huoneistojen väliset seinät ovat paikallavalettua betonia. Rakennuksen lämmitysmuotona käytetään kaukolämpöä, huoneistojen lämmitys tapahtuu vesikiertoisilla pattereilla. Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuusluokka on C ja sen kokonaisenergiankulutus on 121 kWh/m²a. Rakennusaikaa kohteella on 13 kuukautta, työt aloitettiin lokakuussa 2015 ja rakennuksen tulee olla valmis lokakuussa 2016.

Kohde rakentuu kahden jo olemassa olevan rakennuksen läheisyyteen, suuri tontti on lohkottu neljään osaan. Lemminkäinen on rakentanut kaksi aikaisempaa taloa ja As Oy Paimion Jousitarha on kolmas laatuaan, yhdelle talolle on siis olemassa tonttivaraus tulevaisuutta varten.



Kuva 2. Asemakuva As Oy Paimion Jousitarha (Arkkitehdit C & Co. n.d.).

3 LAINSÄÄDÄNTÖ JA ISO-STANDARDI

Energiatehokkuuslaki juontaa juurensa Euroopan parlamentin asettamasta energiatehokkuusdirektiivistä (Hallituksen esitys 182/2014 vp, 1). Energiatehokkuusdirektiivi luotiin, jotta saavutettaisiin 2010 asetettu 20% energiansäästötavoite vuoteen 2020 mennessä (Neuvoston direktiivi. 2012/27/EU, 1).

Kiristyneiden määräysten johdosta, energiatehokkuus ja ympäristöä säästävät toimintatavat ovat nousseet päivän polttaviksi puheenaiheiksi. Oikeaoppisella energiankäytöllä ja kulutuksen pienentämisellä pyritään vähentämään päästöjä ja tällä tavoin ilmastonmuutosta. ”Energiatehokkuus tarkoittaa energian tehokasta käyttöä ja kasvihuonepäästöjen vähentämistä kustannustehokkaalla tavalla” (Energiatehokkuus n.d.).

3.1 Energiatehokkuusdirektiivi (2012/27/EU)

Eurooppa-neuvosto kokoontui 4.2.2011, kokouksessa peräänkuulutettiin 20 prosentin energiansäästötavoitetta vuoteen 2020 mennessä, josta sovittiin kesäkuussa 2010. Tavoite ei tämän hetkisen progression perusteella ole toteutumassa. (Neuvoston direktiivi. 2012/27/EU, 1)

Marraskuun 10 päivänä 2010 annetussa tiedonannossa komissio asetti Energia 2020 energiatehokkuussopimuksen keskeiseen asemaan unionin

energiastrategiassa vuoteen 2020 sekä korosti uutta energiatehokkuusstrategiaa, jonka avulla energiankäyttö voidaan irrottaa jokaisen jäsenvaltion talouskasvusta. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 1)

Joulukuun 15 päivänä 2010 Euroopan parlamentti pyysi energiatehokkuustoimintasuunnitelman tarkistamisesta antamassaan päätöslauselmassa komissiota sisällyttämään tarkistettuun energiatehokkuustoimintasuunnitelmaansa toimenpiteitä vaillinaisen progression kääntämiseksi, jotta vuoteen 2020 asetettu energiatehokkuustavoite voidaan saavuttaa. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 2)

Valtioneuvoston päätelmissä kymmenes kesäkuuta 2011 korostettiin, että rakennusten osuus koko unionin loppuenergiankulutuksesta on 40 prosenttia. Jäsenvaltioiden on laadittava pitkänaikavälin strategia, jotta voidaan hyödyntää rakentamisen kasvu- ja työllisyysmahdollisuuksia ja saadaan investoinnit käyttöön rakennusten peruskorjaukseen sekä energiatehokkuuden parantamiseen. Strategian tulisi käsitellä uudistustoita, joissa toteutettaisiin pitkälle vietyjä perusparannuksia, joilla pienennetään sekä toimitettavan energia määrää, että loppukulutusta merkittävästi edeltävään verrattuna. Tällaisia perusparannuksia, jotka johtavat korkeaan energiatehokkuuteen, voitaisiin toteuttaa myös vaiheittain. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 3)

3.1.1 Energiakatselmuksiset ja energianhallintajärjestelmät

Jäsenvaltioiden on pidettävä huoli siitä, että jokaisen loppukäyttäjän saatavilla on korkealaatuisia sekä kustannustehokkaita energiakatselmuksia, joita pätevyysvaatimukset täyttävät asiantuntijat tai riippumattomat viranomaiset tekevät ja valvovat lainsäädäntöä noudattaen. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 17)

Yrityksen asiantuntijat tai energiakatselmoijat voivat suorittaa energiakatselmuksia, mikäli jäsenvaltio on ottanut käyttöönsä energiakatselmuksia koskevan järjestelmän, jolla varmistetaan ja tarkistetaan niiden laatu. Tämä laadunvarmistus sisältää tarvittaessa vuosittain satunnaisen valinnan tilastollisesti merkittävästä prosentiosuudesta suoritetuista energiakatselmuksista. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 17)

Avoimet ja syrjimättömät vähimmäisvaatimukset energiakatselmuksista on otettava käyttöön jäsenvaltioissa, jotta voidaan varmistaa energiakatselmusten ja energianhallintajärjestelmien korkea laatu. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 17)

Energiakatselmuksiin ei saa sisältyä ehtoja, jotka estävät katselmustulosten välittämisen valtuutetuille energiapalvelujen tarjoajille, mikäli asiakas ei tätä vastusta. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 17)

Pk-yrityksiä on kannustettava jäsenvaltioissa laadituilla ohjelmilla teettämään energiakatselmuksia ja toteuttamaan niiden suosituksia. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 17)

Jäsenvaltiot voivat luoda pk-yrityksille avoimia ja syrjimättömiä tukijärjestelmiä. Tukijärjestelmät eivät kuitenkaan saa rajoittaa valtiontukia koskevan unionin oikeuden soveltamista. Yritykset voivat myös tehdä vapaaehtoisia sopimuksia, joilla katetaan energiakatselmusten teko ja kustannustehokkaiden parannusten täytäntöönpano, mikäli toimenpiteisiin ryhdytään. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 17)

Jäsenvaltioiden on toimialaliittojen kautta tiedotettava pk-yrityksille konkreettisista esimerkeistä, siitä miten energianhallintajärjestelmät mahdollisesti edistäisivät yritysten liiketoimintaa. Komissio tukee jäsenvaltioita tiedotusprosessissa. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 17)

Jäsenvaltioiden on laadittava ohjelmia, joissa asianmukaisilla neuvontapalveluilla parannetaan ihmisten tietoisuutta energiakatselmusten hyödyistä. Sekä edistettävä energiakatselmoijien pätevöitymiskoulutusta, jotta tataan asiantuntijoiden saatavuus. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 17)

Jäsenvaltioiden on huolehdittava, että suuret yritykset teettävät valtuutetuilla asiantuntijoilla riippumattomalla ja kustannustehokkaalla tavalla suoritettuna tai riippumattoman viranomaisen toteuttamana ja valvoman energiakatselmuksen 5.12.2015 mennessä. Energiakatselmus on tehtävä minimissään neljän vuoden välein edellisestä katselmuksesta. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 17)

Kun energiakatselmus toteutetaan riippumattomalla asiantuntijalla, vähimmäisvaatimusten mukaisesti ja pannaan täytäntöön valtuutetun toimijan ja sidosryhmän järjestön välillä vapaaehtoisella sopimuksella ja joita toimivaltainen viranomainen valvoo, katsotaan energiakatselmuksen vaatimukset täytetyksi. Pääsyn energiapalvelumarkkinoille on oltava avointa ja syrjimätöntä. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 18)

Suuret yritykset, jotka käyttävät riippumattoman tahon sertifioimaa energian-tai ympäristönhallintajärjestelmää, katsotaan vapautetuiksi riippumattoman ja valtuutetun viranomaisen suorittamasta energiakatselmuksesta, edellyttäen että käytettävä hallintajärjestelmä pitää sisällään energiakatselmuksen, joka täyttää vähimmäisvaatimukset energiakatselmuksista. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 18)

Energiakatselmuksia voidaan toteuttaa omana kokonaisuutena tai osana ympäristöauditointia. Jäsenvaltio voi velvoittaa energiakatselmuksen tekijää laatimaan arvion tämän hetkisestä ja suunnitellusta energian tarpeesta, sekä sen teknisestä ja taloudellisesta toteutettavuudesta. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 18)

Energiakatselmuksessa havaittujen kehitysmahdollisuuksien toteuttamiseksi, valtion on mahdollista asettaa kannustimia, ne eivät kuitenkaan saa rajoittaa valtiontukia koskevan unionin oikeuden soveltamista. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 18)

3.1.2 Energiakatselmusten vähimmäisvaatimukset

Energiatehokkuusdirektiivin mukaiset energiakatselmuksat perustuvat seuraaviin suuntaviivoihin (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 38):

1. Energiakatselmuksat pohjautuvat tämän hetkisiin, mitattuihin ja jäljitettävissä oleviin tarkkoihin tietoihin energiankulutuksesta ja kuormitusjakaumista.
2. Katselmuksat pitävät sisällään tarkan katsauksen rakennusten, teollisen toiminnan ja logistiikan energiankulutuksen rakenteesta.
3. Energiakatselmuksat pohjautuvat mahdollisuuksien mukaan elinkaarikustannuksiin ja niiden analysointiin, eikä pelkkään takaisin maksuikaan. Tällä tavoin voidaan ottaa huomioon pitkántähtäimensäästöt, investoinnin jäännösarvo ja diskonttorokot.
4. Jotta energiakatselmuksatulokset ja parannusehdotukset voidaan luotettavasti todeta, on katselmusten oltava suhteellisia ja riittävän edustavia.

Jotta mahdollisista säästöistä saataisiin selkeä kuva, on energiakatselmuksat oltava tarkkoja ja yksityiskohtaisia, jolloin todennettujen laskelmien teko helpottuu. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 38)

Tulosten seuranta ja historiallista analyysia varten, energiakatselmuksatietojen pitää olla tallennettavissa. (Neuvoston direktiivi 2012/27/EU, 38)

3.2 Energiatehokkuuslaki (1429/2014)

Energiatehokkuuslaki rakentuu Euroopan parlamentin asettaman energiatehokkuusdirektiivin (2012/27/EU) pohjalta. Energiatehokkuuslaki astui Suomessa voimaan 1.1.2015, ensimmäisen energiakatselmuksat tulee olla tehtynä 5.12.2015. Energiatehokkuuslaki korvasi entisen energiapalvelulain, sen tarkoituksena on edistää energiatehokkuutta kansallisesti. Säästötoimina toimii energiakatselmuksat, energian tehokkaampi yhteistuotanto, sekä ylijäämälämmön hyödyntäminen. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, 1 §)

3.2.1 Yrityksen energiakatselmuksat

Yrityksen energiakatselmuksatella kerätään tietoa koko konsernin tai yrityksen energiankulutusprofiilista, kartoitetaan mahdolliset energiansäästöpaikat, määritetään säästön suuruus ja raportoidaan tulokset. Energiakatselmuksatessa huomioidaan kaikki yrityksen energiaa kuluttavat toiminnot, joita ovat rakennukset, teollinen ja kaupallinen toiminta sekä liikenne. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, 4 §)

Yrityksen on sisällytettävä energiakatselmuksateseen riittävästi erillisiä kohdekatselmuksatia yrityksen toiminnoista, jotta saadaan muodostettua selkeä

kuva yrityksen kokonaisenergiatehokkuudesta ja luotettavasti todennettua merkittävimmät kehitysmahdollisuudet. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, 4 §)

Energiakatselmus on pakollinen suurille yrityksille. Katselmus on tehtävä vähintään neljän vuoden välein. Kohdekatselmus, joka sisällytetään yrityksen pakolliseen energiakatselmukseen, saa olla enintään neljä vuotta vanha. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, 6 §)

Suureksi yritykseksi luokitellaan kaikki yritykset, joiden palveluksessa on yli 250 henkilöä, tai jonka vuosiliikevaihto on yli 50 miljoonaa euroa ja taseen loppusumma yli 43 miljoonaa euroa. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, 3 §)

3.2.2 Pakollisista katselmuksista vapautuminen

Mikäli yrityksellä on käytössään eurooppalaisten tai kansainvälisten standardien mukaisesti sertifioitu energian- tai ympäristönhallintajärjestelmä, joka pitää sisällään tässä laissa säädettyjä vähimmäisvaatimuksia noudattavan energiakatselmuksen, vapautuu yritys 6 §:ssä säädetystä suurten yritysten pakollisesta energiakatselmuksesta. (Energiatehokkuus 1429/2014, 7 §)

Sertifioiduksi energianhallintajärjestelmäksi katsotaan sertifioitu ISO 50 001 –järjestelmä sekä sertifioitu ISO 14 001 –järjestelmä yhdistettynä ulkopuolisen organisaation toimesta sertifioituun energianhallintajärjestelmään, joka täyttää ISO 50 001 –järjestelmän asettamat energiakatselmusvaatimukset. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, 7 §)

Yritys täyttää 6 §:n vaatimuksen pakollisesta energiakatselmuksesta, mikäli se osallistuu sellaiseen vapaaehtoisesti valtion viranomaisen kanssa allekirjoitettuun energiatehokkuussopimusjärjestelmään, johon sisältyy energiatehokkuuslaissa ja sen nojalla säädetty vähimmäisvaatimukset täyttävä energiakatselmus. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, 7 §)

3.2.3 Kohdekatselmus

Kohdekatselmus on systemaattinen toimintatapa, joka tuottaa tarkkaa tietoa kohteen energiankulutuksen rakenteesta ja sitä hyödyntäen voidaan tehdä esitys kustannustehokkaasti toteutettavista energiatehokkuustoimenpiteistä. Katselmoitavia kohteita ovat rakennukset, rakennusryhmät, teollisuuslaitokset tai sen osat, kuljetusketju tai jokin muu yksittäinen energiankäyttökohde. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, 5 §)

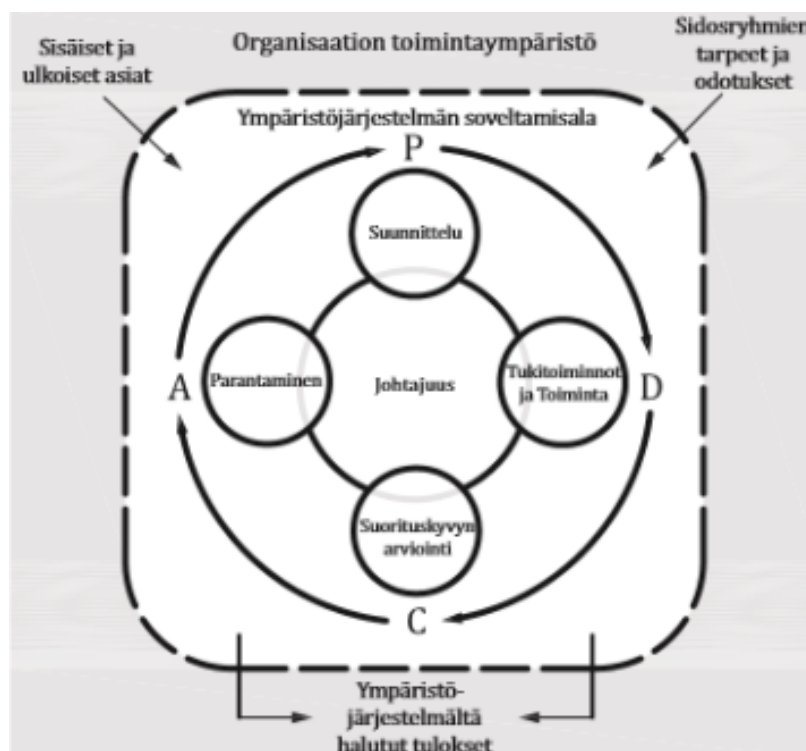
3.3 ISO 14001

Ympäristöasioiden järjestelmällisellä lähestymisellä pyritään tukemaan kestävästä kehitystä organisaation sisällä. ISO 14001 standardi antaa raamit yrityksen ympäristöjärjestelmälle, näitä vaatimuksia noudattamalla yritys

voi saavuttaa ympäristöjärjestelmälleen määritetyt tavoitteet. (SFS-EN ISO 14001 2015, 5)

Ympäristöjärjestelmän toiminta on riippuvainen yrityksen eri tasojen ja toimintojen sitoutumisesta, jonka määrittelee ylimmän johdon esimerkki. Ympäristö- ja energia-asioiden kehittäminen ja hallinta ovat helpommin organisoitavissa, jos kokonaisuus on liitetty johtamisjärjestelmän osaksi. Standardin käyttö ei kuitenkaan itsessään takaa hyviä tuloksia, vaan sitä on jatkuvasti kehitettävä. Yrityksen toimintaympäristö vaikuttaa myös ympäristöjärjestelmän yksityiskohtiin. (SFS-EN ISO 14001 2015, 5-6)

Kuvassa 3 nähdään, kuinka ympäristöjärjestelmä rakentuu PDCA-mallin (plan, do, check, act – suunnittele, toteuta, arvioi, toimi) ympärille. Suunnittelulla tarkoitetaan ympäristötavoitteiden määrittämistä ja riskipaikkojen havainnointia. Toteutuksessa suoritetaan ne toimet, jotka suunnitelmien mukaan ovat asetettu tavoitteiksi. Arvioinnilla tarkoitetaan prosessin seuraamista, mittaamista ja tulosten raportointia. Jatkuvan parantamisen edellyttämiä toimia tarkoitetaan toiminnan kehittämisellä. (SFS-EN ISO 14001 2015, 6)



Kuva 3. PDCA-malli (SFS-EN ISO 14001 2015, 6)

Yritys, joka haluaa ilmaista noudattavansa ISO 14001 standardia, voi tehdä sen hakemalla ympäristöjärjestelmänsä sertifiointia ulkopuoliselta valtuutetulta taholta. (SFS-EN ISO 14001 2015, 7)

3.3.1 ISO 14001 standardin vaatimukset

Yrityksen on määritettävä ne ulkoiset ja sisäiset asiat, jotka vaikuttavat ympäristöjärjestelmältä haluttuihin tuloksiin. Määrittelyyn on sisällytettävä

vä ympäristöolosuhteet, joihin yritys voi vaikuttaa tai mitkä vaikuttavat siihen. (SFS-EN ISO 14001 2015, 13)

Yrityksen on myös määritettävä sen sidosryhmät, niiden vaatimukset, sekä niistä aiheutuvat velvoitteet, jotka ovat ympäristöjärjestelmän kannalta olennaisia. (SFS-EN ISO 14001 2015, 13)

Ympäristöjärjestelmän rajauksista ja soveltamisesta on päätettävä yrityksessä, jotta järjestelmän soveltamisala voidaan määritellä. Soveltamisalasta päätettäessä, on yrityksen tarkasteltava:

- ulkoisia ja sisäisiä asioita
- sitä sitovia velvoitteita
- siihen liittyviä yksiköitä, toimintoja ja fyysisiä rajoja
- toimintoja, tuotteita ja palveluita
- toimivaltaa, mahdollisuuksia ohjata ja vaikuttaa

(SFS-EN ISO 14001 2015, 13)

Organisaation on rakennettava ja otettava käyttöön ympäristönhallintajärjestelmä, joka pitää sisällään tarvittavat prosessit ja niiden vaikutukset toisiinsa. Järjestelmää on jatkuvasti ylläpidettävä ja parannettava, jolloin voidaan saavuttaa tavoitellut tulokset, sekä parantaa ympäristönsuojelun tasoa. (SFS-EN ISO 14001 2015, 14)

3.3.2 Ylimmän johdon vastuut ja velvoitteet

Ylimmältä johdolta vaaditaan johtajuutta ja sitoutumista ympäristöjärjestelmää kohtaan. Ylimmän johdon on standardin (SFS-EN ISO 14001 2015, 14) mukaan:

- Kannettava vastuu järjestelmän vaikuttavuudesta
- Varmistettava, että ympäristöpolitiikka laaditaan ja ympäristötavoitteet määritetään yhdenmukaisiksi yrityksen strategian ja toimintaympäristön kanssa
- Huolehdittava, että vaatimukset yhdistetään yrityksen liiketoimintaprosesseihin
- Varattava tarvittavat resurssit ympäristöjärjestelmää varten
- Viestittävä siitä, miten paljon ympäristöasioiden hallinnalla voi vaikuttaa ja painotettava, että sääntöjä on noudatettava
- Varmistettava haluttujen tulosten saavuttaminen
- Pidettävä yrityksen sisällä koulutuksia, joissa ihmisiä ohjataan oikeisiin toimiin
- Painotettava jatkuvaa parantamista
- Kannustettava muuta johtoa

Ylimmän johdon on laadittava sellainen ympäristöpolitiikka, mikä sopii yrityksen tarkoitukseen, toimintaympäristöön ja luo pohjan ympäristötavoitteiden asettamiselle. Ympäristöpolitiikan on sitoutettava ympäristönsuojeluun, vaatimusten täyttämiseen ja jatkuvaan parantamiseen. (SFS-EN ISO 14001 2015, 14)

Ympäristöjärjestelmän eri alueista vastaavien henkilöiden määrittely on ylimmän johdon vastuulla, kuka vastaa ympäristöjärjestelmän standardin mukaisuudesta ja kuka raportoi ympäristöjärjestelmän suorituksista johdolle. (SFS-EN ISO 14001 2015, 15)

Suunniteltaessa ympäristöjärjestelmää on yrityksen määritettävä järjestelmään kohdistuvat riskit ja mahdollisuudet, jotta voidaan saavuttaa halutut tulokset ja estää ei toivotut vaikutukset. Ympäristönäkökohtia on tarkasteltava elinkaarinäkökulmasta, huomioon on otettava muutokset, suunnitellut tai uudet kehityssuunnat, sekä normaalista poikkeavat olosuhteet ja mahdolliset hätätilanteet. Suunniteltaessa järjestelmän toimintaa, on asetettava sitovia velvoitteita, jotka koskettavat koko organisaatiota. (SFS-EN ISO 14001:2015, 15-16)

Yrityksen on asetettava ympäristötavoitteet asiaankuuluville toiminnoille ja tasoille, niiden on oltava yhdenmukaisia ympäristöpolitiikan kanssa. Tavoitteiden on oltava mitattavissa ja niitä on seurattava. Velvoitteiden on oltava ajan tasalla ja niistä on viestittävä yrityksessä. Tavoitteiden saavuttamiseksi on tehtävä suunnitelma, josta selviää, mitä tehdään, paljonko resursseja tarvitaan, ketkä ovat vastuussa, toiminta-aikataulu ja miten tuloksia arvioidaan. Yrityksen on määritettävä, millainen pätevyys niillä henkilöillä täytyy olla, joiden työ vaikuttaa ympäristönsuojelun tasoon. (SFS-EN ISO 14001 2015, 17-18)

Yrityksessä työskentelevien henkilöiden on oltava tietoisia ympäristöpolitiikasta ja omaan työhönsä liittyvistä ympäristönäkökohdista ja niihin liittyvistä ympäristövaikutuksista. Työntekijöille on kerrottava, miten he voivat parantaa omalta osaltaan ympäristöjärjestelmän vaikuttavuutta ja mitä hyötyä siitä on. Velvoitteiden noudattamatta jättämisellä on myös seurauksia, jotka on oltava kaikille selvillä. Yrityksessä on ylläpidettävä ympäristöjärjestelmän prosessien kannalta olennaista viestintää. (SFS-EN ISO 14001 2015, 18)

Ympäristöjärjestelmää koskevien vaatimusten täyttämiseksi, on yrityksen otettava käyttöön ja ylläpidettävä toiminnan suunnitteluun ja ohjaukseen liittyviä prosesseja. Ulkoistettuja prosesseja on valvottava ja niihin on myös voitava vaikuttaa. Asianmukaisilla hallintakeinoilla yritys voi varmistaa, että tuotteiden ja palveluiden suunnittelu- ja kehittämisprosesseissa huomioidaan sen ympäristövaatimukset ja ajatellaan koko elinkaarta. Jos on tarpeellista, niin tuotteiden ja palveluiden hankintaan voidaan määrittää omat ympäristövaatimukset. Ympäristövaatimuksista on viestittävä ulkoisille toimittajille. Tuotteisiin ja palveluihin liittyvistä ympäristövaikutuksista on tarjottava tietoa, mikäli se liittyy tuotteen tai palvelun kuljetukseen, toimitukseen, käyttöön, loppukäsittelyyn tai loppusijoitukseen. (SFS-EN ISO 14001 2015, 20)

Yrityksellä on oltava valmius toimia hätätilanteessa, sen on reagoitava niihin ja ryhdyttävä toimenpiteisiin, joilla estetään tai lievennetään hätätilanteen ja mahdollisten ympäristövaikutusten suuruutta. Hätätilanteessa toimista on testattava ja prosesseja siihen liittyen on päivitettävä määräajoin. Tarpeen mukaan hätätilanteisiin valmistautumiseen ja reagointiin on tar-

jottava asianmukaista tietoa ja koulutusta. (SFS-EN ISO 14001 2015, 20-21)

Ympäristönsuojelun tasoa on seurattava, yrityksen tulee määrittää mitä seurataan, mitä menetelmiä siihen käytetään, miten saatuja tuloksia arvioidaan, kuinka usein seuranta on tehtävä ja milloin tuloksia tarkastellaan. Mittauksesta vastuussa olevien on varmistettava, että käytetyt mittaussäiliöt ovat tarpeen mukaisia ja kalibroituja. Saaduista tuloksista yritys muodostaa kuvan sen hetkisestä ympäristönsuojelun tasosta, tulokset on dokumentoitava tulevien mittausten pohjaksi. Vaatimusten täyttämiseksi, on mittaustulosten pohjalta tarvittaessa ryhdyttävä parantaviin toimenpiteisiin. (SFS-EN ISO 14001 2015, 21-22)

Sisäinen auditointi on tehtävä suunnitelluin aikavälein, siitä saaduilla tiedoilla voidaan selvittää, onko ympäristöjärjestelmä omien asetettujen vaatimusten mukainen ja täyttääkö se ISO 14001- standardin vaatimukset. Yrityksessä on oltava käytössä sisäinen auditointiohjelma, joka määrittelee kussakin auditoinnissa käytettävät kriteerit ja sen suorittajat, jotka takaavat tulosten puolueettomuuden. Auditoinnin tulokset on raportoitava asiaankuuluville johdon henkilöille ja dokumentoitava näyttönä auditointiohjelman toteuttamisesta. (SFS-EN ISO 14001 2015, 22)

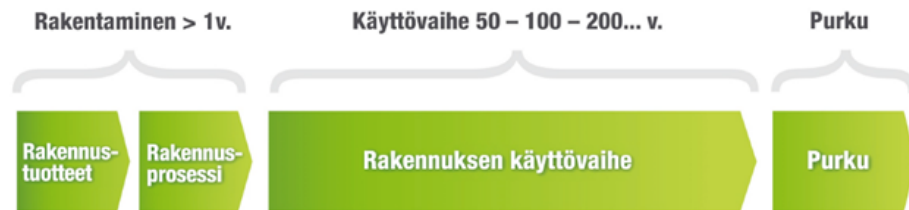
Ylimmän johdon on tehtävä erillinen johdon katselmus säännöllisin väliajoin varmistaakseen, että ympäristöjärjestelmä on tarkoituksen mukainen. Katselmuksessa tarkastellaan aiempia toimenpiteitä ja niiden vaikutuksia, muutoksia sisäisissä ja ulkoisissa asioissa, sidosryhmien tarpeita, merkittäviä ympäristönäkökohtia, sekä riskejä ja mahdollisuuksia. Ympäristötavoitteiden saavuttamisen tasoa tarkasteltaessa, on huomioitava myös resurssit ja niiden riittävyys, ulkopuolinen palaute, sekä jatkuvan parantamisen mahdollisuudet. Katselmuksen tuloksiin on sisällytettävä johtopäätökset järjestelmän soveltuvuudesta ja vaikuttavuudesta. Muutokset yrityksen toimintastrategiassa, ympäristöjärjestelmässä tai jatkuvan parantamisen menetelmissä, on myös ilmentävä katselmustulosten dokumenteista. (SFS-EN ISO 14001 2015, 22-23)

Ympäristöjärjestelmään on määritelty parantamismahdollisuudet, kun kehityksessä havaitaan poikkeama, on yrityksen reagoitava tähän. Jokaisessa tilanteessa on toimittava sen vaatimalla tavalla. Arvioidaan, onko tarpeellista käyttää toimenpidettä, joka poistaa poikkeaman vai riittääkö vain tilanteen hallinta ja tasapainotus. Tämän jälkeen korjaavat toimenpiteet toteutetaan ja niiden vaikutusta ympäristöjärjestelmään tarkastellaan. Toimenpiteiden on oltava tarkoituksen mukaisia poikkeamaan nähden, tarpeen vaatiessa on tehtävä muutoksia ympäristöjärjestelmään. Ympäristönsuojelun tason parantamiseksi on ympäristöjärjestelmää kehitettävä jatkuvasti, sen soveltuvuutta, tarkoituksenmukaisuutta ja vaikuttavuutta. (SFS-EN ISO 14001 2015, 23-24)

Ympäristöjärjestelmän kaikki tiedot on oltava dokumentoituna ja sidosryhmien saatavilla. (SFS-EN ISO 14001 2015, 19)

4 RAKENNUSHANKKEEN ENERGIATEHOKKUUDEN OHJAUS

Rakennusteollisuuden alalla energiatehokkuusjärjestelmällä tarkastellaan tietyn rakennuksen koko elinkaarta. (kuva 4) Opinnäytetyössäni käsittelen rakennuksen rakentamisvaihetta, joka on monesti vain 1/50 osa tai jopa 1/200 osa koko elinkaaresta. Energiankulutus rakentamisvaiheessa on suhteessa pieni osuus kokonaisenergiankulutuksesta, mutta kriittinen vaihe koko elinkaaren kannalta. Rakentamisvaiheessa tehdyt päätökset vaikuttavat pitkään jopa 100 vuotta. (Ympäristö ja energia n.d.)



Kuva 4. Rakennuksen elinkaari (Rakennuksen elinkaari kestävän rakentamisen lähtökohdista n.d.)

Oleellista ympäristön kannalta on tarkastella rakennusta kokonaisuutena koko elinkaaren ajalta. Kestävän rakentamisen tavoitteet voidaan saavuttaa ammattitaitoisella suunnittelulla, toimivilla ratkaisulla ja huolellisella toteutuksella. Kaikki ratkaisut vaikuttavat lopputulokseen, siksi päätöksenteon pohjaksi on saatava luotettavaa ja kansantajuista tietoa eri ratkaisuisista. Investointien ja käyttökustannusten eroa elinkaaren aikana tulee tarkastella tarkoin, suuret alkuinvestoinnit voivat muuttua ajan myötä kannattaviksi. Tämä kappale käsittelee asioita, joilla voidaan vaikuttaa rakentamisvaiheen energiankulutukseen ja mistä saa tukea energiankäytön suunnitteluun. (Ympäristö ja energia n.d.)

4.1 Jäte- ja energiaraportti

Ympäristöjärjestelmän mukaisesti laadimme rakennustyömailla jäte- ja energiaraportin (kuva 5), josta selviää kyseisen kuun aikana syntyneet jättemäärät ja käytetty energia. Syntyneistä määristä saadaan suoraan laskeamalla, siinä kuussa käytetyt eurot. Raportointi tehdään jokaisesta energiatai jätekuluerästä. Työvaiheita, ohjeistusta, koulutusta ja valvontaa tehostamalla voitaisiin säästää sekä materiaaleissa, joita rakennustyössä käytetään, että energiassa, joka itse tuotteen valmiiksi saattamiseen kuluu. Hyvällä perehdytyksellä, ammattitaidolla ja -tiedolla on suuri merkitys työhön ja sen tulokseen.

LEMMINKÄINEN OYJ / JÄTE- JA ENERGIARAPORTTI				
Projektin nimi				
As Oy Paimion Jousitarha				
Projektin koko				
Rakennusala	Rakennustilavuus	Kokonaisjättemäärä (alusta)	kg / brm2	kg / brm3
1803 brm2	6008 brm3	4.201 tn	2.33	0.7
Kustannukset				
Jätekustannukset	Jätekustannukset (ohjelma laskee)	Jätehuoltourakoitsija		
562 € alv 0%	156.94 €/tn			
Rakentamisen jätteet				
Puu	Kipsi	Metalli	Eristevillajäte	
1500 kg				
Pahvi ja paperi	Muovijäte	Lasi	Betoni-, tiili-, kivennäislaatta-, keramiikkajäte	
Maa- ja kiviaines	Energiajäte			
	61 kg			
Työmaan lajitteluaste 43.59 %				
Vaarallinen jäte	Siirtoasiakirja			
	Valitse...			
Rakennussekajäte	Jäteurakoitsijan lajitteluaste	Kaatopaikalle		
2020 kg	%	2020 kg		
Siirtoasiakirja				
Valitse...				
Jättemäärä	Lajitteluaste			
3581 kg	43.59 %			
Energia ja vesi * merkityt tiedot pakollisia raportoitavia				
Veden kulutus	Veden kustannukset	Sähkön kulutus*	Sähkön kustannukset*	
	€ alv 0%	kWh	€ alv 0%	
Kaukolämpö*	Kaukolämpökustannukset*			
kWh	€ alv 0%			
Polttoöljy*	Polttoöljykustannukset*	Maakaasu	Maakaasun kustannukset	
1219 ltr	944 € alv 0%	kWh	€ alv 0%	
		Nestekaasu*	Nestekaasun kustannukset*	
		kg	€ alv 0%	

Kuva 5. Esimerkit jäte- ja energiaraportoinnista (Lemminkäinen Optimix n.d.)

4.2 Energia

Työmaalla käytetty energia kuluu pääosin lämmitykseen, ilmanvaihtoon, valaistukseen ja työkoneisiin. Perinteisiä lämmitysenergianlähteitä ovat sähkö, öljy ja kaasu. Esimerkkikohteessa käytössä on polttoöljy, sähkö ja hieman normaalista poiketen kaukolämpö. Kuvan 6 kaukolämpöyksikkö otetaan käyttöön jo runkovaiheen aikana, sitä hyödyntämällä pystytään vähentämään lämmitys- ja kuivatuskustannuksia. Tällaisilla toimilla saattaa olla suuri merkitys rakennustyön kokonaisenergiakulutukseen, varsinkin kun runkovaiheen työt tapahtuvat talvella. Talvirakentamisessa joudutaan rakennusta lämmittämään huomattavasti enemmän kuin muina vuodenaikoina, betoni vaatii reagoidakseen ja normaalisti kovettuakseen lämpöä (Talvirakentaminen 1999, 702-705).



Kuva 6. Lämmönjakuhuoneen kaukolämpöyksikkö (Kuva: Otto Tevasaari).

Esimerkkikohteen lopullisena lämmitysjärjestelmänä on vesikiertoinen patteriverkosto. Patterilämmitys kytketään päälle kerros kerrallaan, muuttamatta LVV-töiden (Lämpö, Vesi ja Viemäri) normaalia kulkua. Pattereiden kytkentä lämmitysverkkoon ei siis muuta asennusaikataulua, jolloin välttyään lisätöiltä. Samankaltaisena apukeinona toimii pesuhuoneiden lopullinen sähköinen lattialämmitys, jota voidaan käyttää väliaikaisilla termostaateilla. Laatoitustöiden ajankohtaa voidaan aikaistaa, koska rakenteet kuivuvat nopeammin. Pienillä muutoksilla voidaan parantaa rakennusvaiheen energiatehokkuutta ja lyhentää rakennusaikaa.

Perinteisinä lämmityskeinoina on öljyllä lämmitys, joka tapahtuu rakennuskäyttöisillä polttoöljylämmittimillä (Kuva 7), ne toimivat hyvin isoissa tiloissa tuottaen paljon lämpöä laajalle alalle. Syntynyt lämpö täytyy ohjata puhaltimien avulla eri puolille rakennusta. Sähköllä lämmitettäessä käytetään sähkölämmittimiä, ne on helppo sijoittaa minne tahansa, missä lämpöä tarvitaan. Sähkölämmittimen käytöstä ei aiheudu päästöjä eikä melua. Sähkölämmitin soveltuu pienempiin tiloihin lämmöntuottajaksi. (Lämmitys- ja kuivauskalusto n.d.)

Suunniteltaessa rakennuksen lämmitystä, kannattaa kiinnittää erityistä huomiota rakennusaikaan ja materiaalien valintaan. Talvirakentamisessa yleistynyt nopeasti pinnoitettava betonimassa tuottaa korkeamman lämpötilan reagoidessaan. Betonin korkea lämpötila lyhentää rakenteen kuivumisaikaa ja estää kylmällä ilmalla betonirakenteiden vaurioita. Kesällä liian suuri betonin lämpötila saattaa myös vaurioittaa rakenteita, käyttöaika Suomen olosuhteissa on kuitenkin lähes ympäri vuoden. Nopeasti pinnoitettava betonimassa on kallis investointi. Pienemmät kuivatus- ja lämmi-

tyskulut, sekä lyhyempi rakennusaika tekee investoinnista kannattavan. (Betonointi kylmissä olosuhteissa 2012, 134-142)



Kuva 7. Rakennuksilla käytettävä polttoöljylämmitin (Kuva: Otto Tevasaari).

Lämpöhukka on suoraan verrannollinen vaipan tiiveyteen rakennusaikana, jos aukkoja ei ole suojattu/tiivistetty riittävän hyvin pääsee lämpö karkaamaan. Rakennusta on ruvettava lämmittämään heti runkovaiheen alusta lähtien, jotta rakenteet lähtevät kuivumaan. Lämpöhukalla on siis sekä rahallinen, että aikataulullinen vaikutus. (RATU S-1232 2013, 5-7)

Koskenvesan (Talvirakentaminen 1999, 702-703) mukaan lämmittämiseen ja kuivattamiseen on panostettava riittävästi, sen tarkoituksena on saattaa rakenteet ja olosuhteet sellaiseen tilaan, mitä sopimusasiakirjat töiden suorittamiseksi vaativat. Rakenteiden lämmittämisen ja kuivattamisen pääasiallinen syy on poistaa kosteutta materiaaleista ja tilasta.

4.3 Jäte

Hukan eli jättemateriaalin määrä saadaan oikeilla toimilla pidettyä pienenä, näillä toimilla on suuri vaikutus työmaa-aikana kertyviin kustannuksiin. 1000kg sekajätettä maksaa keskimäärin 130€, hintoihin lisätään 10-20€ punnitusmaksua (kuva 8). Kyse ei siis ole pienistä summista mitä rakennustyön aikana syntyy. Hukkaa eli jätettä ei ole mahdollista kokonaan poistaa, mutta parantamisen varaa on. Tehostamistoimien on lähdettävä aivan alkutekijöistä, suunnitteluvaiheessa tehdyt päätökset määrittelevät pitkälti jätteeksi päätyvän materiaalin määrän.

Asuinkerrostalon uudisrakentamiskohteessa syntyy jätettä keskimäärin 6-11kg/r-m³. (RT 69-11183, 4)

Jätejäte	Hinta (alv 0 %)	Hinta (alv 24 %)
Yhdyskuntajäte (Lumikorvessa ei vastaanoteta pakkaavia jäteautoja)	131,45 €/t + pm	163 €/t + pm
Energiajäte	100 €/t + pm	124 €/t + pm
Rakennusjäte, luokka 1 *)	116,94 €/t + pm	145 €/t + pm
Rakennusjäte, luokka 2 **)	133,06 €/t + pm	165 €/t + pm
Rakennusjäte, luokka 3 ***)	149,19 €/t + pm	185 €/t + pm
Puhdas puu, yli 2 m3 kuormat	29,03 €/t + pm	36 €/t + pm
Purkupuuhuone, yli 2 m3 kuormat	71,77 €/t + pm	89 €/t + pm
Tiili (vastaanotto vain Karanoja ja Kapula)	21,77 €/t + pm	27 €/t + pm
Asfaltti (vastaanotto vain Karanoja ja Kapula)	28,23 €/t + pm	35 €/t + pm
Betoni (vastaanotto vain Karanoja ja Kapula)	21,77 €/t + pm	27 €/t + pm
kappaleiden sivumitta alle 1m	28,23 €/t + pm	35 €/t + pm
kappaleiden sivumitta 1-5 m	48,39 €/t + pm	60 €/t + pm
kappaleiden sivumitta yli 5 m, erikoiskappaleet sisältää tiiltä enintään 20 %	68,55 €/t + pm	85 €/t + pm
Kevytbetoni (vastaanotto vain Karanoja ja Kapula)	48,39 €/t + pm	60 €/t + pm

Kuva 8. Kiertokapulan jätehinnoista 2016 (Kiertokapula n.d.)

Suurin osa jätteistä syntyy rakentamisen sisävalmistusvaiheen aikana, jolloin kulutetaan paljon suojattuja ja yksittäin pakattuja tuotteita. Jätehuollon suunnittelussa tulee huomioida, että jätemäärät vaihtelevat eri rakennusvaiheiden välillä.

4.3.1 Jätehuollon suunnittelu

Työmaan tuotannosuunnittelun osaksi kuuluu jätehuollon suunnittelu, oleellista on vähentää syntyvän jätteen määrää ja ottaa talteen vielä käytökelpoinen materiaali. Syntyneille jätteille on etsittävä niiden laadun mukainen loppusijoituspaikka, jos sitä tai sen sisältämää energiaa ei pystytä taloudellisesti hyödyntämään toisessa käyttötarkoituksessa. (RATU 1191-S, 7)

Rakennustuotteiksi valitaan sellaiset, joilla syntyvä jätemäärä on mahdollisimman vähäinen. Esimerkiksi määrämittaiset rakennusmateriaalit ja esivalmistetut komponentit tuottavat vain vähän jätettä. Aina on pyrittävä tilaamaan vain tarvittava määrä materiaaleja, jotka toimitetaan oikea-aikaisesti. Tällä tavoin saadaan vähennettyä pakkausmateriaalien käyttöä, koska tuotteita ei tarvitse suojata työmaalla pitkiä aikoja ja pakkauksia on vähemmän. (RATU 1191-S, 7)

Jo syntynyttä hukkamateriaalia hyödyntämällä, voidaan vähentää uuden materiaalin käyttöä. Kustannussäästöä syntyy säästyvistä materiaaleista,

jätteiden siirtokustannuksissa työmaalla ja kaatopaikalle, jäteverossa ja jätteiden käsittelymaksuissa. (RATU 1191-S, 7)

Jokaisella rakennustyömaalla on tehtävä koko työmaan kattava jätehuolto-suunnitelma. Tämän tarkoituksena on auttaa työntekijöitä hoitamaan syntyvät jätteet turvallisesti ja taloudellisesti oikeaan sijoituspaikkaan. Jätehuolto on suunniteltava rakennusvaiheen mukaan. Eri vaiheille on arvioitava syntyvän jätteen määrä, jätelaji ja jätteiden syntymisen ajankohta. Työmaalla varataan eri jättepisteille aluesuunnitelman mukainen paikka, kun todetaan syntyvän jätteen määrän edellyttävän jätelavan hankkimisen. Kun jätettä syntyy suurempia määriä, on jätteiden lajittelu taloudellisesti kannattavaa. Jäteastioiden/lavojen hankinta kannattaa ajoittaa oikeisiin työvaiheisiin. On edullisempaa sijoittaa pieni määrä yksittäistä jätettä sekajätteisiin, kuin varata tätä varten kokonainen jätelava. (RATU 1191-S, 7)

4.3.2 Keinoja materiaalihukan vähentämiseen

Suunnitteluvaiheessa rakenteet tulee suunnitella sellaisiksi, että rakennuksen vaippa saadaan mahdollisimman nopeasti suljettua, jotta materiaalit eivät pääse turmeltumaan. Rakenteiden ja tilojen suunnittelussa olisi hyvä käyttää moduulimittoja, jolloin rakennusmateriaaleja valitessa voidaan käyttää vakiokokoja. Materiaalien on oltava kyseiseen kohteeseen helposti soveltuvia, tällöin vältetään hankalalta rakenteiden yhteensovittamiselta. Materiaalien on myös kestävä työmaalla vallitsevat olosuhteet, ilman vaikeita suojaustoimenpiteitä. (RATU 1191-S 2000, 4)

Määrälaskennassa on teoreettiset menekit laskettava tarkasti piirustuksista, tilattaessa materiaaleja on huomioitava materiaalisäät. Rakenteiden salliessa työmaalle kannattaa tilata määrämittäisiä tai esivalmistettuja rakennosia. Mahdollisuuksien mukaan tavaratoimitusten ja käytön tulisi kulkea käsi kädessä, näin materiaalit ovat vähimmäisajan varastoituna ja alttiina turmeltumiselle. Pitkäaikaiseen työmaavarastointiin joutuvat materiaalit on tilattava hyvin suojattuina. (RATU 1191-S 2000, 5)

Parasta olisi purkaa materiaalit suoraan käyttökohteeseen ja pyrkiä välttämään ylimääräisiä siirtoja työmaalla. Materiaaleja tulee siirtää kokonaisina kuljetuspaketteina, siihen tarkoitetuilla koneilla ja kalustoilla. Virheelliset nosto- ja siirtomenetelmät aiheuttavat työturvallisuusriskin ja lisäävät materiaalihukan mahdollisuutta. Materiaalien varastointi ohjeet tulee selvittää niiden valmistajalta, ennen materiaalityömitusta. Varastointi tulee suunnitella etukäteen, työmaalle on varattava ylimääräisiä suojia, jotka saadaan tarvittaessa käyttöön. Jo asennetut materiaalit tulee myös suojata sään vaikutuksilta. (RATU 1191-S 2000, 5-6)

Työmenetelmien valinnassa tulee huomioida käytettävien materiaalien ominaisuudet, jotta hukka olisi mahdollisimman pieni. Käytön suunnittelussa parhaaseen lopputulokseen päästään, jos syntyneet hukkapalatkin pystytään hyödyntämään. Työntekijöiden koulutusta on ylläpidettävä ja ohjaavilla toimilla varmistettava oikeat työtavat. Työntekijöiden ja työnjohtajien on huolehdittava, että suunnitelmiin on perehdytty hyvin ja niistä

saatuja ohjeita noudatetaan. Työn keskeytyessä avatut paketit on suojattava, samoin on tehtävä valmiille työlle. Sopivilla pakkauskoilla voidaan tehostaa materiaalin hyödyntämistä, hukkamateriaalit on lajiteltava jätteisiin ja vielä hyödynnettäviin. (RATU 1191-S 2000, 6-7)

4.3.3 Materiaalien suojaus

Minimoidakseen kosteusriskit on suojattava vähintään rakennusmateriaalit, työvaiheet ja rakenteet, jotka ovat avoimena säärasitukselle. Materiaaleihin ja rakenteisiin kosteus voi kulkeutua maaperästä, pintavesistä, vesi- ja lumisateesta, ilman vesihöyryn tiivistymisestä, työmaalla käytettävästä vedestä, vesivuodoista, muissa rakenteissa olevasta vedestä ja rakennusmateriaalin valmistamiseen käytetystä vedestä. (Materiaalien suojaus työmaalla 2014, 159)

Peruseriaatteena materiaalien suojauksessa on, että ne pidetään irti maasta esimerkiksi aluspuiden avulla, alustan lujuus on riittävä ja se ohjaa pintavedet pois varastointipaikalta. Materiaalit tulee suojata vedenpitävällä ja paikoillaan pysyvällä suojuksella, kuten kuvassa 9. Jos mahdollista, suojaus asennetaan irti materiaalin pinnasta, näin varmistetaan tuulettuminen suojan alla. (Materiaalien suojaus työmaalla 2014, 159)



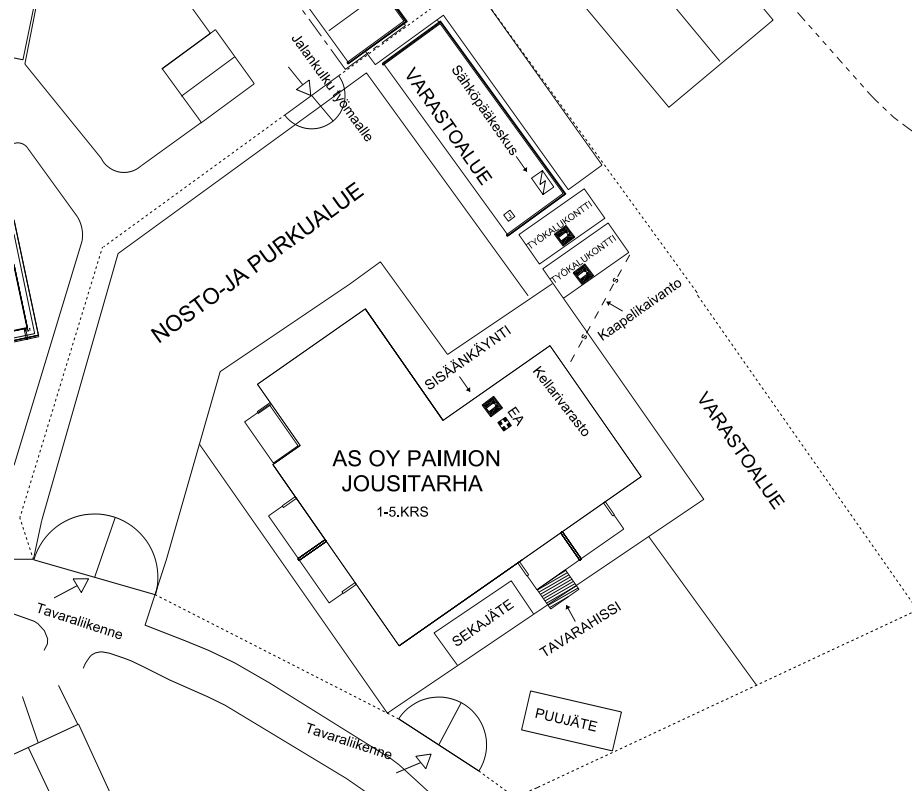
Kuva 9. Materiaalin varastointi ja suojaus työmaalla (Kuva: Otto Tevasaari)

4.4 Aluesuunnittelu

Rakennustyömaan aluesuunnittelu on osa hankkeen tuotannosuunnittelua. Erityistä huomiota työmaa-alueen käytön suunnittelussa on kiinnitettävä järjestelyihin, jotka palvelevat työmaata koko rakentamisen ajan ja jotka synnyttävät aika- ja kustannussäästöjä. Aluesuunnitelma (kuva 10)

on päätoteuttajan laatima esitys työmaan toimintojen jäsentämisestä ja tehtävien järjestämisestä. Esitys toimii tiedotusvälineenä hankkeessa toimiville, tästä ilmenee työmaan sisäiset ja ulkoiset logistiikkajärjestelyt sekä työ- ja turvallisuusjärjestelyt. (RATU C2-0299 2007, 1-2)

Aluesuunnitelmaa päivitetään rakentamisvaiheittain rakentamisen edessä. Aluesuunnitelma laaditaan kirjallisena vähintään maanrakennus-, perustus-, runko- ja sisätyövaiheisiin. Suunnitelman on oltava esillä keskeisellä paikalla työmaalla, kuten ilmoitustaululla ja työmaakulkujen opaste- tauluissa. (RATU C2-0299 2007, 1-2)



Kuva 10. Sisätyövaiheen aluesuunnitelma (Laatija: Otto Tevasaari).

4.5 Ympäristösuunnitelma

Vaikka jokainen hanke on erilainen, on kaikilla työmailla tehtävä tietyt toimet ympäristöasioiden huomioimiseksi. Ennen työmaan aloittamista on kartoitettava mahdolliset riskit ja vaaranpaikat, jota kutsutaan riskianalyysiksi. Tunnistetut riskit ja näkökohdat vaativat toimenpiteitä, jotka kirjataan ympäristösuunnitelmaan. (Ympäristö huomioon työmaan arjessa 2003, 563)

Ympäristöasiat on vietävä tehtävä- ja työvaihesuunnitelmiin, näihin perehdytään työntekijöiden kanssa, jotta ympäristösuunnitelmassa sovitut asiat tulevat myös heidän tietoon. Avoin ja tehokas tiedonkulku ovat tärkeimpiä onnistumisen avaimia ympäristöasioiden hoidossa. Tämän vuoksi ympäristöasiat tulee käydä tarkoin läpi myös työmaalle perehdyttämisen yhteydessä. (Ympäristö huomioon työmaan arjessa 2003, 563-564)

Ympäristösuunnitelmaan on sisällytettävä huomioita lähiympäristöstä, koska melutonta, pölytöntä ja tärinätöntä työmaata ei ole olemassakaan. Työvaiheiden ajoittamisella voidaan vähentää niistä aiheutuvaa haittaa ja jos mahdollista niin käytetään kalustoa, joka vähentää pölyn melun ja täri-
nän vaikutuksia. Työmaa aiheuttaa myös lähes poikkeuksetta kulkuhaitto-
ja, joista olisi hyvä keskustella ennen työmaan aloittamista asianomaisten
ja kunnan kanssa. Jotta muutoksiin ja häiriöihin osataan varautua, on työ-
maan jatkuvasti tiedotettava asianomaisille tulevista muutoksista. (Ympä-
ristö huomioon työmaan arjessa 2003, 564)

Työmaalla tulisi olla tiedossa mitä aineita siellä käsitellään ja ovatko ne
haitallisia vai eivät. Haitallisista aineista tulee löytyä käyttöturvallisuustie-
dote, näiden tietojen on oltava myös työntekijöiden tiedossa ja kaikkien
saatavilla. Astioiden ja säiliöiden merkinnät on oltava selkeitä ja pysyviä.
Varastointi tulee järjestää siten, että vahingon sattuessa haitallisia aineita
ei pääse ympäristöön. Säilytys astioiden on oltava hyvässä kunnossa, mää-
räysten mukaisia ja ne on sijoitettava tasaiselle alustalle. (Ympäristö hu-
mioon työmaan arjessa 2003, 564)

Jätteen määrän vähentäminen ja jätehuollon toimivuus ovat myös osa ym-
päristösuunnitelmaa. Samoin kuin jätteet myös pölyisyys vaikuttaa alenta-
vasti työhyvinvointiin. Pölyttömyyteen onkin kiinnitettävä erityistä hu-
miota, varsinkin jos kohteessa sisäilman laadulle on asetettu korkeat vaa-
timukset. Hyvään sisäilmanlaatuun pyrittäessä on ensisijaisen tärkeää to-
teuttaa työmaan kosteudenhallinta hyvin. (Ympäristö huomioon työmaan
arjessa 2003, 565)

Kun rakennuspaikka sijaitsee aikaisemmassa käytössä olleella maa-
alueella, on olemassa riski pilaantuneiden maiden löytymisestä. Tällaiset
esiintymät tulisi kartoittaa jo varhaisessa vaiheessa ennen rakennustöiden
aloitusta, mutta viimeistään rakentamisen suunnitteluvaiheessa. (Ympäris-
tö huomioon työmaan arjessa 2003, 566)

Muita ympäristösuunnitelmassa huomioitavia asioita ovat saneeraus ja
purkutyöt, näistä töistä on tärkeää tehdä haitallisten aineiden kartoitus.
Suurin osa purettavista osista on kierrätettävissä, jätehuollon suunnitteluun
ja toteutukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta saavutetaan mah-
dollisimman suuri kierrätysaste ja taloudellinen hyöty. Työmaa-alueella
joudutaan monesti suojaamaan alueella olevaa luontoa tai rakennuksia,
mistä tulee myös tiedottaa työntekijöitä. (Ympäristö huomioon työmaan
arjessa 2003, 566)

Erilaisten hätätilanteiden varalle työmailla tulisi olla selkeät toimintaoh-
jeet, harjoitusten avulla on hyvä testata henkilöstön kykyä toimia oikein
vaaran uhatessa. Ympäristösuunnitelmassa tulisi ottaa kantaa myös siihen,
kuinka voidaan varmistaa kaikkien työmaalla työskentelevien tietoisuus
ympäristöasioista. Tarpeen sitä vaatiessa järjestetään ylimääräistä koulu-
tusta perehdytyksen ja palaverien lisäksi. Tapaturmien välttämiseksi on
otettava opiksi kaikista työmaalla tapahtuneista tilanteista. Oli kyseessä
sitten tapaturma tai läheltä piti-tilanne, on siitä ilmoitettava työmaan vas-
tuhenkilöille, jolloin voidaan pohtia miksi näin kävi ja mitä tehdä, että ti-

lanne ei pääse toistumaan. Yrityksen muita työmaita on myös tärkeä informoida tapahtuneesta. (Ympäristö huomioon työmaan arjessa 2003, 566)

4.6 Kosteudenhallintasuunnitelma

Rakentamiseen liittyviä riskejä pyritään minimoimaan olosuhteiden hallinnalla. Kosteuden hallitsemisen ja kosteusriskien vähentämisen lähtökohtana ovat oikein tehdyt materiaalien ja rakenteiden suojaustoimenpiteet. Jotta näin voidaan toimia, pitää ensin ymmärtää kuinka kosteutta siirtyy materiaaleihin ja rakenteisiin ja miten siltä voidaan suojautua. (Materiaalien suojaus työmaalla 2014, 157)

Perusteet kosteudenhallinnalle luodaan jo hankesuunnitteluvaiheessa. Rakennuttaja päättää rakennusajan ja-aikataulun, nämä vaikuttavat suoraan lämmitys-, suojaus- ja kuivatusratkaisujen valintaan. Rakennustavan aiheuttamat kosteusriskit arvioidaan rakennussuunnitteluvaiheessa, näiden tietojen pohjalta hankkeeseen laaditaan suunnitelma kosteuksien hallitsemiseksi. Huolellinen asioiden suunnittelu ei pelkästään riitä, vaan työmaalla tapahtuvat käytännön toimet ovat ratkaisevassa osassa. On sovittava tarkkaan, jotta jokaisella työn suorittajalla on selvillä, kenen vastuulla mikäkin kosteudenhallintatehtävä on. Kosteudenhallintaan liittyvät suoritukset on hyvä koota yhdeksi asiakirjaksi eli kosteudenhallintasuunnitelmaksi. Kosteudenhallintasuunnitelma pitää sisällään mm. kosteusriskien kartoituksen, olosuhteiden hallinnan, kosteusmittaussuunnitelman ja kuivumisaika-arviot. Asiantuntija, joka tuntee rakennuskohteen ja –tavan, laatii suunnitelman. Kosteudenhallinta vaikuttaa myös muuhun tuotannonsuunnitteluun, miksi se onkin tehtävä rakennustyömaalla, osaksi kokonaisuutta. (Materiaalien suojaus työmaalla 2014, 157-158)

4.7 TRY-mittaus

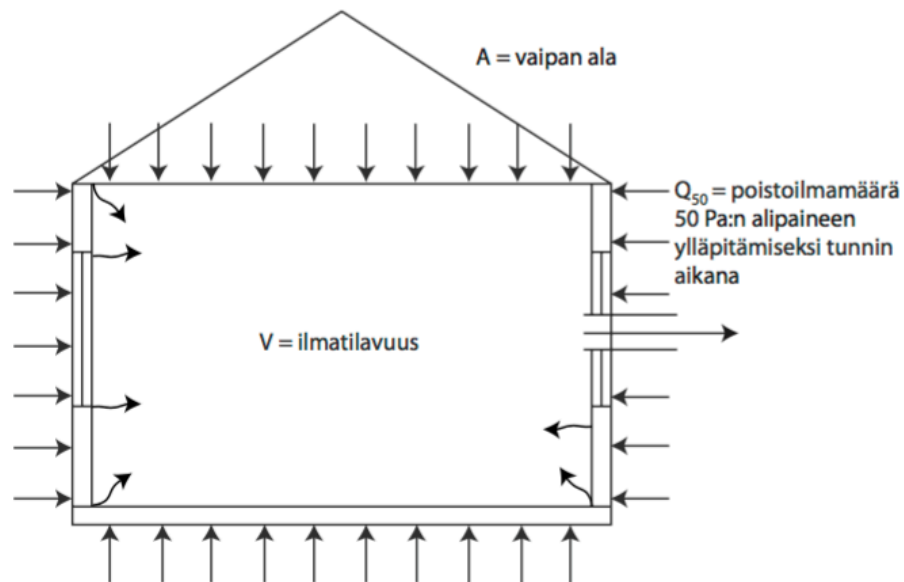
TRY-mittari eli talonrakentamisen ympäristömittari on uudenlainen tapa mitata rakennustyömaan ympäristöasioita. TRY-mittaus suoritetaan työmaalla tehtävänä kierroksena. Kierroksen aikana tehdään havaintoja, joista kirjataan oikein ja väärin merkintöjä mittauslomakkeelle (Liite 2). Kierroksen lopuksi kirjattujen merkintöjen avulla voidaan laskea työmaan sen hetkinen ympäristöasioiden hallinnan taso. (Hämäläinen, J & Teriö, O 2011)

Lomakkeen neljännessä osiossa käsitellään työmaan energian käyttöä. Merkintöjä energia osioon kirjataan mm. aukkojen suojauksesta, tarkoituksen mukaisesta rakenteiden lämmityksestä ja kuivatuksesta, koneiden käytöstä ja valaistuksesta. Koneiden käytössä ja valaistuksessa on erityisesti huomioitava, että turhaa tyhjäkäyntiä on vältettävä ja kohdevalaistusta käytetään vain työskenneltäessä. Energian hukkakäytöstä kirjataan aina virhemerkintä. Ympäristömittaus on hyvä viikoittainen työmaan energiatehokkuuteen vaikuttavien toimien seurantamenetelmä. (Hämäläinen, J & Teriö, O 2011)

4.8 Tiiviysmittaus ja E-luku

Rakennusten ilmatiiviyyden mittaaminen laadunvalvontamenetelmänä on yleistynyt viime vuosina. Vasta energiatodistusten tultua käyttöön, on mitausten määrä lähtenyt räjähdysmäiseen kasvuun. Rakennuksen vaipan ilmatiiviys ja sen todentaminen ovat osa rakennuksen energiatehokkuutta. Mittaus tehdään koko rakennukseen tai vähintään 75% sen bruttoalasta. Bruttoala on rakennuksen laajuutta kuvaava ala, se on kaikkien kerrosalojen summa ja siihen lasketaan sekä kylmät, että lämpimät tilat (Bruttoala n.d.). Asuinkerrostaloissa ja rivitaloissa mittaus tehdään vähintään 20% huoneistojen lukumäärästä, jokaisesta rakennuksesta tulee minimissään mitata yksi huoneisto. (Rakennusten tiiviysmittaus 2013, 155)

Tiiviyyden mittaaminen tapahtuu paine-eromenetelmällä, siinä tutkittavaan tilaan aiheutetaan paine-ero ulkoilmaan nähden (kuva 11). Paine-ero saadaan aikaan puhaltimella, joka asennetaan ulko-oven tai ikkunan tuuletusluukun paikalle. Puhaltimena voi toimia myös rakennuksen oma ilmanvaihtolaitteisto. Mittaus tehdään usealla paine-erolla, yleensä vähintään viidellä. Tiiviysmittaus perustuu paine-eron ylläpitämiseksi tarvittavan ilmamäärän mittaukseen. Mittaussarjasta lasketaan vuotoilmakäyrä, sen avulla lasketaan 50 Pascalin paine-eroa vastaava ilmamäärä. Ilmanvuotoluku n_{50} saadaan, kun 50 Pascalin paine-eron ylläpitämiseksi tarvittava ilmamäärä jaetaan mitattavan tilan ilmatilavuudella. On mahdollista ilmoittaa tulos myös ilmanvuotolukuna q_{50} , tällöin yhden tunnin aikana 50 Pascalin paine-eroon tarvittava ilmamäärä jaetaan rakennusvaipan alalla. Ilmanvuotoluku n_{50} esitetään yksikössä 1/h, kuinka monta kertaa ilma vaihtuu yhden tunnin aikana. Ilmanvuotoluku q_{50} taas ilmaistaan yksikössä [$\text{m}^3/(\text{h m}^2)$]. (Rakennusten tiiviysmittaus 2013, 156)



Kuva 11. Vaipan tiiviysmittauksen periaate (Rakennusten tiiviysmittaus 2013, 157)

Rakennuksen tai sen osan kokonaisenergiankulutus eli E-luku, muodostuu yhteen lasketusta vuotuisen ostoenergian ja energiamuotojen kertoimien tuloista energiamuodoittain lämmitettyä rakennusalaan kohden. Ostoenergialla tarkoitetaan energiaa, joka hankitaan rakennukseen esimerkiksi kau-

kolämpöverkosta, kaukojäähdytysverkosta, sähköverkosta, sekä uusiutuvan ja fossiilisen polttoaineen sisältämänä energiana. Ostoenergia koostuu siis energiankulutuksesta energiamuodoittain eriteltynä. Omavaraisenergia vähentää rakennuksen kuluttamaa ostoenergiaa, joka puolestaan pienentää E-lukua. E-luvun laskennassa käytetään kuvan 12 energiamuodoille määritettyjä kertoimia. (Ministeriön asetus 173/2013/YMa, Liite 1)

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIAHEKUUDESTA				
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus				
Lämmitetty nettoala	1699,018 m ²			
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Vesikiertoinen patterilämmitys, pesuhuoneissa sähköinen lattialämmitys			
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Huoneistokohtaiset IV-koneet, yhteistilat poistopuhaltimin			
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
kaukolämpö	130 944	78	0,7	54
kaukojäähdytys			0,4	
sähkö	66 882	40	1,7	67
Uusiutuva polttoaine	0	0	0,5	0
Fossiilinen polttoaine	0	0	1	0
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	52 092	31		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				121

Kuva 12. Energiamuotojen kertoimet (Granlund Oy 2015)

Uudisrakennuksen ilmanpitävyyden lähtöarvona käytetään energiatehokkuusvaatimukseen liittyvässä energiaselvityksessä esitettyä suunnitteluarvoa rakennusvaipan ilmatiivyydelle. Olemassa olevan rakennuksen ilmanvuotoluku selvitetään mittaamalla rakennusvaipan tiiviys. Ilmatiiveyden merkitys on suuri mitattaessa koko rakennuksen energiatehokkuutta. Tavanomaisesti päästään hieman suunniteltua ilmatiivyyttä parempiin arvoihin. Työssä käyttämäni esimerkkikohteen rakennusvaipan tiedot ja ilmatiiveys selviävät kuvasta 13. (Ministeriön asetus 173/2013/YMa, Liite 1)

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Muut asuinkerrostalot			
Rakennuksen valmistusvuosi	2015	Lämmitetty nettoala	1 699	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q ₅₀	1,8	m ³ /(h m ²)		
	A	U	UxA	Osuus lämpöhäviöistä
	m ²	W/(m ² K)	W/K	%
Ulkoseinät	987,5	0,17	171,8	30%
Yläpohja	323,8	0,09	30,1	5%
Alapohja	327,4	0,16	52,7	9%
Ikkunat	282,3	0,93	263,4	46%
Ulko-ovet			0,0	0%
Kylmäsilat			59,3	10%

Kuva 13. Rakennusvaipan laskenta-arvot (Granlund Oy 2015)

Todellisen ilmatiivyyden ja energiankulutus lukujen perusteella saadaan laskettua rakennuksen tai sen osan todellinen e-luku. (Ministeriön asetus 173/2013/YMa, Liite 1)

5 ENERGIATEHOKKUUSJÄRJESTELMÄ

Energiatehokkuusjärjestelmän eli ETJ⁺:n vaatimukset energiakatselmusten osalta ovat yhtenevät ISO 50001 standardin kanssa. Yritys voi integroida ETJ⁺:n käytössä olevaan ISO 14001-järjestelmään tai muuhun käytössä olevaan johtamisjärjestelmään. ETJ⁺:ä voi soveltaa omana järjestelmänä ja se on myös sertifioitavissa ISO standardien sertifiointiin valtuutetun organisaation toimesta. (Energiatehokkuusjärjestelmä:2014 (ETJ⁺) 2015, 5)

Energiatehokkuuslain (Energiatehokkuuslaki 1429/2014) 6§:n vaatimukset suuren yrityksen pakollisesta energiakatselmuksesta voidaan katsoa täyteen täytyksi, mikäli yritys on ottanut käyttöön ETJ⁺:n ja se on mukana energiatehokkuussopimusjärjestelmässä. ETJ⁺:n ei tällöin tarvitse olla sertifioitu. Vaihtoehtoisesti suurella yrityksellä on oltava käytössä sertifioitu ISO 14001 ympäristönhallintajärjestelmä ja siihen liitettynä sertifioitu ETJ⁺. (Energiatehokkuusjärjestelmä:2014 (ETJ⁺) 2015, 5)

Lemminkäisen laatima yrityksen sisäinen ETJ⁺-ohjeistus noudattaa samaa kaavaa, kuin valtuutetun viranomaisen eli Motiva Oy:n laatima ohje vaatimusten asettamiselle. Sekä ETJ⁺, että ISO standardit on päivitetty vastaamaan energiatehokkuusdirektiivin ja –lain vaatimuksia.

5.1 Toteutus

Energiatehokkuusjärjestelmään sovelletaan jatkuvan parantamisen periaatetta, tätä prosessia voidaan kuvata 5-vaiheisena (Energiatehokkuusjärjestelmä:2014 (ETJ⁺) 2015, 6):

1. Organisaation energiapolitiikka
2. Energiankäytön suunnittelu
3. Suunniteltujen toimien täytäntöönpano ja toteutus
4. Toimien tarkkailu, analysointi ja korjaavat toimenpiteet
5. Johdon katselmus

Ylimmällä johdolla on vastuu näiden 5-vaiheen toteutumisesta. (Energiatehokkuusjärjestelmä:2014 (ETJ⁺) 2015, 9)

Lemminkäinen-konsernin johtoryhmä määrittelee toimintapolitiikan, jonka konsernin hallitus hyväksyy. Energiapolitiikka on määritetty osaksi konsernin kestävä kehityksen politiikkaa, joka kattaa taloudellisen-, ympäristö- ja sosiaalisen vastuun alueet. Energiatehokkuus on osa ympäristövastuun kokonaisuutta. Kestävä kehityksen politiikka on esitetty toimintajärjestelmän liitteenä. (Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺ 2015)

Energiatehokkuuden suunnitteluprosessissa on huomioitava Lemminkäisen kestävä kehityksen politiikka, lakisäätöiset velvoitteet, sekä muut kestävä kehityksen ohjeistukset sitoumukset ja periaatteet. Energiatehokkuuden suunnitteluprosessin tavoitteena on jatkuva parantaminen. Suunnitteluprosessi lähtee liikkeelle energiankulutuksen lähtötietojen kartoituksesta. Aikaisemman energiankulutuksen selvittämiseksi analysoidaan energian kokonaiskulutus energialajeittain sisäisistä järjestelmistä saatavil-

la tiedoilla. Energian kokonaiskulutuksesta tunnistetaan merkittävät kulu- tuskohdeet. Niiden joukosta tunnistetaan edelleen kohteet, joiden energia- tehokkuuteen voidaan vaikuttaa omalla toiminnalla. Näiden kohteiden ja energiansäästöpotentiaalain tunnistamisessa hyödynnetään konsernin eri toiminta-alojen asiantuntijoita. (Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺ 2015)

Energiakatselmuksikohteiksi valitaan energiankulutuskohteet, joiden energi- ankulutus on merkittävää ja joissa tunnistetaan toteutettavissa oleva ener- giansäästöpotentiaali. Energiakatselmuksessa katselmoija analysoi koh- teen energiankulutuksen energialajeittain, kulutuskohteittain ja tunnistaa energiankulutuksen kannalta merkittävät osaprosessit. Katselmoijan tulee tunnistaa sisäisten ja ulkoisten muuttujien, kuten henkilöiden, järjestel- mien, prosessien ja tilojen vaikutukset energiatehokkuuteen. Vaihtoehtoisten toimintatapojen vaikutuksia energiatehokkuuteen tulee arvioida. Kat- selmustulosten perusteella valmistellaan energiansäästön toimenpide- ehdotuksia. Tulosten perusteella katselmoija tunnistaa tarpeen energiate- hokkuutta parantavalle koulutukselle, saa tietoa, kuinka tavoitteet ja ener- giapolitiikka on tavoittanut työyhteisön. (Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺ 2015)

Energiankatselmointikohteet päätetään vuosittain kokonaisenergiankulu- tusanalyysin, aiempien katselmustulosten, merkittävien muutosten ja vuo- sitavoitteiden perusteella. Energiakatselmuksista laaditaan katselmusdo- kumentti ja toimenpide-ehdotukset, nämä tallennetaan Lemminkäisen sis- säisen tietojärjestelmään. Toimenpide-ehdotukset perustuvat kannatta- vuuslaskelmiin ja kohteen elinkaarianalyysiin. Toimenpiteet, jotka eivät vaadi investointeja, voidaan toteuttaa välittömästi. Investointeja vaativista kehitystoimenpiteistä tehdään arvio johdon, hankintojen ja tuotannon edustajien kanssa. Toteutettaviksi valikoidut kehitystoimenpiteet muodos- tavat energiatehokkuuden tehostamissuunnitelman, jota päivitetään vuosit- tain. Tehostamistoimenpiteiden seurannasta vastaavat kestäväen kehityksen vastuu henkilöt. Toimenpide-ehdotusten ja kannattavuuslaskelmien perus- teella asetetaan toimiala- ja kohdekohtaiset energiatehokkuustavoitteet ja – päämäärät, joita seurataan vuosineljänneksittäin. Tämän vuotisina energia- tehokkuustavoitteina on energiatehokkuuden, laskennallisen ja todellisen e-luvun seuranta, sekä niiden kehittäminen. Tavoitteita tukemaan luodaan energiatehokkuusindikaattorit. Tuotteet ja palvelut, joiden energiankulu- tukseen ei Lemminkäinen-konsernissa voida suoraan vaikuttaa, otetaan mahdollisuuksien mukaan energiankulutuksen tehostamisen piiriin esi- merkiksi hankintojen ja laitevalmistajayhteistyön kautta. Lemminkäisellä konsernin johtoryhmä määrittelee pitkän aikavälin päämäärät ja tavoitteet, energiakatselmustuloksia hyödyntäen. (Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺ 2015)

Energiatehokkuus-teema on liitetty osaksi viestintä- ja koulutussuunnitel- maa, näissä koulutuksissa perehdytään Lemminkäisen energiapolitiikkaan, tavoitteisiin ja järjestelmän asettamiin vaatimuksiin. Energiatehokkuusjär- jestelmä tuodaan esiin myös työmailla käytettävässä perehdytysmateriaa- lissa. Omat työntekijät ovat saaneet myös tiedotteen lakimuutokseen ja energiatehokkuusjärjestelmään liittyen. (Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺ 2015)

Järjestelmän arviointi tapahtuu energiatehokkuuden suunnitteluprosessissa tunnistettujen merkittävien energiankulutuskohteiden seurannalla. Seuratavan kohteen energiankulutusta verrataan asetettuun tavoitteeseen. Mittaus- ja seurantasuunnitelman mukaisesti energiatehokkuutta ja tavoitteita kuvataan erilaisten indikaattorien avulla. Jokaisen työmaan tehtävänä on seurata ja raportoida omaa energiankulutustaan asetettujen tavoitteiden mukaisesti sovituin aikaväleihin. Energiatehokkuusjärjestelmän ja lakisääteisten vaatimusten täyttymistä arvioidaan energiatehokkuusraportoinnin yhteydessä, sisäisissä auditoinneissa sekä johdon katselmuksissa. (Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺ 2015)

Energiatehokkuusjärjestelmän sisäinen auditointi on liitetty toimintajärjestelmän sisäisiin auditointeihin. Sisäisillä auditoinneilla ja toiminnan seurannalla pyritään tunnistamaan mahdolliset poikkeamat. Energiatehokkuuspoikkeamiksi määritellään suuri vaihtelu katselmointikohteen energiatehokkuudessa sekä politiikan, tavoitteiden, toimintaohjeiden ja lakisääteisten velvoitteiden laiminlyönti. Kestävän kehityksen vastuuhenkilöt vastaavat poikkeamien selvittämisestä, korjaamisesta ja ehkäisemisestä. Poikkeamat käsitellään johdon katselmuksissa ja tarvittaessa johtoryhmän kokouksissa. (Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺ 2015)

Energiatehokkuusjärjestelmän sisäisen auditoinnin ja ulkoisen arvioinnin tueksi on laadittu raporttipohja. Raporttipohjaan on kirjattu auditoinnissa selvitettäviä asioita kysymysten muotoon. Sen avulla käydään läpi energiatehokkuustoimintaa ja tarkastetaan, toteutetaanko järjestelmää riittäväällä tarkkuudella. (Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺ n.d.)

Energiatehokkuusjärjestelmän johdon katselmus on liitetty osaksi yleistä johdon katselmusta, joita järjestetään 1-2 kertaa vuodessa. (Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺ 2015)

5.2 Energiakatselmus

Energiakatselmusta varten on tehty Lemminkäisen oma energiakatselmuspohja (ks. Liite 1), jossa käsitellään ne asiat, joita energiatehokkuusjärjestelmä velvoittaa mittaamaan. Energiakatselmus itsessään on kolmevaiheinen, nämä vaiheet ovat suunnittelu, tuotanto ja viimeistely. Kolmivaiheisen katselmuksen jälkeen katselmuskohteesta tehdään vielä yhteenveto. Energiakatselmuspohjaan pyritään määrittämään kaikki mahdolliset tekijät, jotka voi kohteen energiatehokkuuteen vaikuttaa. Esimerkkikohteessa katselmusten virallisena tahona toimii Petri Tirkkonen, yrityksen sisäinen valtuutettu energiakatselmoija. (Viljanen, Perälä, Tirkkonen & Tevasaari, ryhmäkeskustelu 6.11.2015)

Katselmuksen ensimmäisessä vaiheessa eli suunnitteluvaiheessa määritetään lähtötiedot saatavilla olevista suunnitelmista ja pyritään ennakoimaan tulevien rakennusvaiheiden tarpeita. Ensimmäisen vaiheen katselmus pidetään ennen rakennustöiden aloitusta, jo tässä vaiheessa kirjataan muutamia kehitysideoita. Kaikille kolmelle katselmusvaiheelle yhteistä on, että jokaisessa ehdotetaan energiansäästötoimenpiteitä ja arvioidaan henkilös-

tön koulutustarvetta. Koulutuksen ei tarvitse viedä aikaa työn tekemiseltä, vaan se voi hyvinkin olla info-luontoista. Esimerkiksi työn ohessa tapahtuva vuoropuhelu työntekijän ja työnjohtajan välillä, tällaisilla keinoilla on mahdollista löytää yhteinen ja toimiva näkökanta energiatehokkaan lopputuloksen saavuttamiseen. (Viljanen, Perälä, Tirkkonen & Tevasaari, ryhmäkeskustelu 6.11.2015)

Toinen katselmus (tuotantovaihe) pidetään rakentamisen runkotyövaiheen päätyttyä. Erinomainen ajankohta katselmuksen suorittamiseen on vesikatotöiden valmistuttua. Tarkalleen se hetki, kun aluskate on asennettu ja vesikatto on vedenpitävä. Toisessa vaiheessa kerätään energian ja veden kulutustiedot rakennustyön runkovaiheen osalta, näistä luvuista muodostuu runkovaiheen energiatehokkuus. Tässä kohtaa pohditaan energiankulutukseen vaikuttavia ulkoisia ja sisäisiä tekijöitä ja analysoidaan mihin prosesseihin kuluu energiaa ja kuinka paljon. Toisessa vaiheessa ja siitä eteenpäin tulee kirjata myös huomioita, edellisissä vaiheissa ehdotettujen toimenpiteiden kannattavuudesta. Tällä tavoin organisaation muut rakennushankkeet voivat suoriutua paremmin. (Viljanen, Perälä, Tirkkonen & Tevasaari, ryhmäkeskustelu 14.3.2016)

Katselmuksen kolmas vaihe eli viimeistelyvaihe on toisinto edellisestä katselmuksesta. Ainoa muutos edelliseen on, että viimeistelyvaiheen katselmuksessa analysoidaan mitattua ilmatiiveyttä ja sen vaikutusta E-lukuun. Katselmuksen jälkeen tehdään yhteenveto katselmoidusta rakennuskohteesta, sen energiatehokkuudesta, kulutusluvuista, energiansäästömahdollisuuksista sekä ehdotetuista ja toteutetuista energiansäästötoimenpiteistä. Tiedot dokumentoidaan Lemminkäisen tietojärjestelmään. (Viljanen, Perälä, Tirkkonen & Tevasaari, ryhmäkeskustelu 14.3.2016)

6 TULOKSET

Opinnäytetyöni aiheena oli ETJ⁺ eli energiatehokkuusjärjestelmä ja tutkimusosuus käsitteli energiatehokkuuden parantamista sekä ETJ⁺:ään liittyvää energiakatselmusprosessia. Laki- ja standarditeksteistä koostuvan taustateorian lisäksi keräsin tietoa energiakatselmuksista. Energiakatselmusten ja siihen liittyvien palaverien pohjalta kertyi paljon uutta tietoa, näkökulmia ja kehitysideoita energiatehokkuuden parantamiseksi. Kehitysideoiden, kuten kaukolämmön käyttöönnoton rakennusaikaiseen lämmitykseen ja nopeasti pinnoitettavan betonimassan käytön edut, voidaan todeta jo yhden kohteen ja aikaisemman kokemuksen perusteella. Esimerkiksi betonimassassa kalliimpi hinta näkyy nopeampana betonin kuivumisena ja säästöt syntyvät sekä kuivatuksen että rakennusajan lyhenemisenä (mm. Betonointi kylmissä olosuhteissa 2012, 134-142). Sama pätee myös kaukolämpöön, joka on edullinen tapa lämmittää. Tällöin lopullinen lämmitysjärjestelmä ei synnytä vuokrakustannuksia laitteiston suhteen. Muita kehitysideoita on kerätty liitteeseen 4. Energia- ja jätetietojen keruu tuottaa Lemminkäiselle pitkällä aikavälillä korvaamatonta tietoa. Tällainen jatkuva tutkimustyö tavallisten päivärutiinien lomassa on hyvin helppo ja kustannuksiltaan edullinen tapa kerätä tietoa jatkossakin. Energiatehokkuuslaki ja sitä kautta ETJ⁺ on laitettu täytäntöön hyvin nopealla aikatau-

lulla. Tähän nähden katselmusprosessi on saatu hienosti liikkeelle ja energiatehokkuutta pyritään jatkuvasti parantamaan.

Tämän opinnäytetyön tutkimusosuus suoritettiin tapaustutkimuksena, koska usean eri rakennushankkeen tarkastelu ei ollut järjestelmän käyttöönoton ja kiireellisen aikataulun vuoksi mahdollista. Tutkimusmenetelmänä käytetty kvalitatiivinen tutkimus soveltui hyvin tämän kaltaisen työn toteutukseen. Yhden rakennustyömaan tarkkojen kulutustietojen, käytettyjen lämmitys-, kuivatus- ja suojausratkaisuiden perusteella voidaan tulevien rakennushankkeiden energiankäyttöä suunnitella paremmin. Katselmukset ja niihin liittyvät palaverit toimivat tehokkaana tiedonjakokeinona. Keskustelemalla ryhmässä saadaan erilaisia mielipiteitä ja ideoita energia-asioiden oikeaoppiseen hoitamiseen. Tutkimani esimerkkikohte toimi energiatehokkuusjärjestelmän pilottikohteena Lemminkäisellä, mutta tulevaisuudessa kun kustannus- ja kulutustietoja saadaan kerättyä lisää, voidaan niitä ruveta vertailemaan toisiinsa.

Rakennustyömaan energian kulutukseen vaikuttavat monet tekijät, minkä vuoksi olen työssäni kuvaillut työmaalla tehtäviä suunnitelmia, mittauksia, työtapoja ja niiden suunnittelua. Suunnitelmien avulla saadaan kartoitettua työmaan ennakkotiedot, ja nämä faktat toimivat lämmitys- ja suojausratkaisujen sekä työtapojen valinnan perustana. Kaikki tämä materiaali ja informaatio kerätään työmaahenkilöstön toimia ja rakennushankkeen etenemistä helpottamaan. Töiden lomassa suoritetaan mittauksia, joilla pidetään rakentamisen laatu, ympäristö ja olosuhteet asetettujen vaatimusten mukaisena. Rakennuksen valmistuttua saavutettua laatua tarkastellaan kustannusten näkökulmasta sekä mittaamalla. Tällä tavoin todennetaan suunnitellun ja todellisen laadun eroavaisuuksia. Aiempi tieto auttaa päättämään, mitkä toimenpiteet ovat kannattavia ja mitkä eivät. Energiatehokkuuden parantaminen on pitkäjänteinen prosessi.

Energian käytön tehostamisella säästetyt eurot ovat positiivinen lisä rakennushankkeen tavoitekustannuksissa pysymiseen. Energiankäytön laadukkaammalla suunnittelulla ja energiatehokkuuden parantamisella saadaan lyhennettyä rakennusaikaa. Rakennusajan lyheneminen viikolla tai jopa kuukaudella vähentää rakentamisesta syntyviä kustannuksia radikaalisti, joten energiatehokkuuden parantaminen on siis pieni askel kohti suurempaa päämäärää. Energiankulutuksen tehostamistoimien taustalla onkin isompi kokonaisuus, jonka kehittäminen on suuren organisaation tavoitteena. Katselmuspohja (ks. Liite 1) ja energiankäytön suunnitteluohje (ks. Liite 3) tukevat tämän tavoitteen saavuttamista.

6.1 Yhteenveto

Katselmusten pohjalta pystyttiin muokkaamaan talonrakennusalan hankkeisiin soveltuva energiakatselmuspohja (ks. Liite 1). Katselmuspohja on käytössä kaikissa tulevilla Lemminkäinen Talo Oy:n järjestämissä energiakatselmuksissa. Katselmusten yhteydessä saatiin kerättyä hyviä kehitysideoita ja kustannustietoa tulevia energiakatselmuksia ajatellen. Energiakatselmusprosessin läpikäyminen avasi energiatehokkuuteen liittyvää ajatusmallia ja prosessin avulla sain kerätyksi paljon tietoa energian käy-

töstä, siihen liittyvistä laitteista, työvaiheista, suunnitelmista, mittauksista sekä dokumentoinnista. Näiden tietojen avulla loin työmaakäyttöön soveltuvan selkeän suunnitteluohjeen (ks. Liite 3), josta selviävät tavanomaisimmat toimet rakennushankkeen energiatehokkuuden parantamiseksi. Ohje toimii apukeinona rakennushankkeen energiatehokkuutta suunniteltaessa. Koska energiakatselmusta ei suoriteta jokaisella työmaalla, päätettiin kehittää lomake, joka tulee pakolliseksi kaikille uusille rakennushankkeille Lemminkäisellä. Ohje rakentuu kysymyssarjasta, joihin vastaamalla saadaan kartoitettua lähtötietoja kohteen energiatehokkuuden suunnittelua varten. Ohjeen avulla työmaahenkilöstön on helppo päästä alkuun energia-asioiden hallinnassa.

Tulevaisuudessa tutkimusta on helppo jatkaa tämän opinnäytetyön pohjalta. Tutkimuksen jatkotoimenpiteinä olisi hyvä vertailla riittävää joukkoa työmaita, jotta saadaan muodostettua selkeä kuva energiakustannusten ja jatkuvien parannustoimien vaikuttavuudesta. Tällä tavoin voidaan todentaa parhaat menetelmät tietyn tyyppisille rakennushankkeille. Kustannustietoutta pystytään hyödyntämään myös tulevien rakennushankkeiden kustannuslaskennan apukeinona. Kokonaisuudessaan tämä opinnäytetyö kuvaa selkeästi energiatehokkuusprosessia ja siitä saa hyvän työvälineen energiankäytön suunnittelun tueksi. Työn tilaajan asettamat vaatimukset työlle ja sen lopputulokselle täyttyivät.

LÄHTEET

Arkkitehdit C & Co. n.d. Asemakuva As Oy Paimion Jousitarha. Saatavissa Lemminkäinen Oyj tietojärjestelmissä.

Betonointi kylmissä olosuhteissa. 2012. Rakentajan kalenteri. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Bruttoala n.d. Rakentaja.fi. Viitattu 16.4.2016.
https://www.rakentaja.fi/sanasto/bruttoala_165.htm

Energiatehokkuus n.d. Energiavirasto. Viitattu 9.3.2016
<https://www.energiavirasto.fi/energiatehokkuus>.

Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺. 2015. Lemminkäinen Oyj. Viitattu 6.4.2016. Julkaisu saatavissa Lemminkäinen Oyj tietojärjestelmissä.

Energiatehokkuusjärjestelmä ETJ⁺. Motiva Oy. Viitattu 8.4.2016
http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta/pakollinen_suuren_yrityksen_energiakatselmus/energiatehokkuusjarjestelma_etj

Energiatehokkuusjärjestelmä:2014 (ETJ⁺). 2015. Motiva Oy. Viitattu 9.3.2016.
http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta/pakollinen_suuren_yrityksen_energiakatselmus/energiatehokkuusjarjestelma_etj

Energiatehokkuuslaki 1429/2014. Viitattu 16.12.2015
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141429>.

Granlund Oy 2015. Energiatodistus As Oy Paimion Jousitarha. Viitattu 16.4.2016. Julkaisu saatavissa Lemminkäinen Oyj tietojärjestelmissä.

Hallituksen esitys 182/2014 vp. Viitattu 13.4.2016.
https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Documents/he_182+2014.pdf

Hinnasto n.d. Kiertokapula Oy. Viitattu 17.2.2016.
<http://www.kiertokapula.fi/palvelut/jatteiden-vastaanotto/hinnasto/>.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. osin uud. p. Helsinki: Tammi.

Historia n.d. Lemminkäinen Oyj. Viitattu 15.4.2016.
<http://www.lemminkainen.fi/Lemminkainen/Yritys/Historia/>

Hämäläinen, J & Teriö, O 2011, Talonrakentamisen ympäristömittari. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Kiertokapula n.d. Hinnasto. Viitattu 17.3.2016.
<http://www.kiertokapula.fi/palvelut/jatteiden-vastaanotto/hinnasto/>

Lemminkäinen Fact sheet n.d. Lemminkäinen Oyj. Viitattu 9.2.2016
<http://www.lemminkainen.fi/Lemminkainen/Sijoittajat/Lemminkainen-sijoituskohteena/Fact-sheet/>.

Lemminkäinen Optimix n.d. Jäte- ja energiaraportti. Viitattu 21.3.2016.
Saatavissa Lemminkäinen Oyj tietojärjestelmissä.

Lemminkäinen sijoituskohteena n.d. Lemminkäinen Oyj. Viitattu 8.2.2016
<http://www.lemminkainen.fi/Lemminkainen/Sijoittajat/Lemminkainen-sijoituskohteena/>.

Lämmitys- ja kuivauskalusto n.d. Cramo Finland Oy.
Viitattu 18.2.2016.
<http://www.cramo.fi/Web/Core/Pages/BusinessAreaStartPage.aspx?id=43806&epslanguage=FI>

Materiaalien suojaus työmaalla. 2014. Rakentajan kalenteri. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ministeriön asetus 176/2013/YMa. Viitattu 16.4.2016
<http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6186.pdf>

Neuvoston direktiivi 2012/27/EU. Viitattu 14.12.2015
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:FI:PDF>

Rakennuksen elinkaari kestävän rakentamisen lähtökohtana n.d. Rakennusteollisuus RT. Viitattu 15.2.2016.
<https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/>

Rakennusten tiiviysmittaus. 2013. Rakentajan kalenteri. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RATU C2-0299. 2007, Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RATU S-1232. 2013, Rakennustyömaan sääsuojaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RATU 1191-S. 2000. Rakennustyön materiaalisat ja -hukat. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 69-11183. 2015, Rakentamisen jätehuolto. Helsinki: Rakennustieto Oy.

SFS-EN ISO 14001:2015. Ympäristöjärjestelmät. Vaatimukset ja niiden soveltamisohjeita. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.
Viitattu 19.1.2016
<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/394293.html.stx>

Viljanen, A. Perälä, H. Tirkkonen, P. & Tevasaari, O. 2016. Lemminkäinen Oyj. Ryhmäkeskustelu 6.11.2015.

Viljanen, A. Perälä, H. Tirkkonen, P. & Tevasaari, O. 2016. Lemminkäinen Oyj. Ryhmäkeskustelu 14.3.2016.

Ympäristö huomioon työmaan arjessa. 2003. Rakentajan kalenteri. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ympäristö ja energia n.d. Rakennusteollisuus RT. Viitattu 15.2.2016. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/>.

