



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jenni Rintaniemi

ENERGIATODISTUS JA SEN LAATIMINEN

Case Myllykatu 15

Tekniikka
2021

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jenni Rintaniemi
Opinnäytetyön nimi	Energiatodistus ja sen laatiminen, Case Myllykatu 15
Vuosi	2021
Kieli	suomi
Sivumäärä	49 + 1 liite
Ohjaaja	Tom Lipkin

Opinnäytetyön tavoitteena on laatia energiatodistus case kohteeseen Myllykatu 15. Kohde on rakennettu vuonna 1945 ja sitä on peruskorjattu vuonna 1988. Case kohteeseen ei ole aikaisemmin tehty energiatodistusta ja tavoitteena on selvittää mikä rakennuksen tila on sekä miten sen energiatehokkuutta voitaisiin parantaa.

Työn teoriaosuudessa perehdytään energiatodistukseen sekä sen laadintaan. Lisäksi tarkastellaan rakennuksen energiatehokkuutta ja mistä asioista se koostuu. Teoriaosuuden lopussa käsitellään rakennuksen energiatarvelaskentaa sekä sen kulkua.

Empiirinen osa käsittelee case kohteen Myllykatu 15 energiatodistusta sekä mitä parantamalla pystyttäisiin saavuttamaan energiatehokkuutta. Lopullinen tutkimustulos ei ole täysin totuudenmukainen, sillä kohdekiinteistöstä oli saatavilla hyvin vähän tietoa ja puutteelliset luvut on korvattu lakisääteisillä ohjearvoilla, mikä saattaa aiheuttaa epätarkkuutta. Tutkimuksen lopputulos, kuitenkin vastasi hyvin muiden vastaavan ikäisten sekä kuntoisten kohteiden energiatehokkuutta. Hyviä jatkotutkimuksen aiheita tällä tutkimukselle olisi kohteen peruskorjaus, kuntotarkastus ja näiden ohessa tehtävä uusi energiatodistus.

ABSTRACT

Author	Jenni Rintaniemi
Title	Energy performance certificate and how it is created, Case Myllykatu 15
Year	2021
Language	Finnish
Pages	49 + 1 Appendice
Name of Supervisor	Tom Lipkin

The aim of this thesis is to create an energy performance certificate for the case building Myllykatu 15. The building was built in 1945 and renovated in 1988. The purpose of the thesis is to create an energy performance certificate and to include energy saving tips on how to improve the energy efficiency of the case building.

The theoretical part of the thesis strives to familiarize the reader with the energy performance certificate and how it is created and what are the key factors for a building to become more energy efficient. At the end of the theoretical part the energy demand is examined more thoroughly.

The empirical part of the thesis goes through the energy performance certificate of the case building, and it introduces improvements that can make the building more energy efficient. The result of the study is not fully reliable, because there was so little information about the construction of the building and how it was built. The missing information has been replaced with values that are determined by law. Nevertheless, the result is equivalent to the other buildings that were built in the same era and have gone through renovation in the 80's. The subjects which could be further explored in another thesis could be renovation planning and after renovation do the energy performance certificate again or do the energy performance certificate after improving the energy efficiency of the case building.

Keywords energy efficiency, energy systems, energy performance certificate, energy consumption

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	7
2	ENERGIATODISTUS JA SEN LAATIMINEN	8
2.1	Laki ja ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta .	8
2.2	Rakennusten luokittaluasteikot	8
2.2.1	Käyttötarkoituseriöt	9
2.3	E-luku	12
2.4	Rakennuksen havainnointi	13
2.5	Voimassaoloaika.....	14
2.6	Laatijan pätevyudet	14
2.6.1	Kevennetty menettely	14
2.6.2	Käyttötarkoituseriö 9	15
2.6.3	Korjausrakentaminen, laajennukset sekä käyttötarkoituserin muutos.....	15
2.6.4	Loma-asunnot.....	16
3	RAKENNUSTEN ENERGIATEHOKKUUS	17
3.1	Lämmitysjärjestelmä	19
3.2	Sisäilmasto	19
3.3	Ilmanvaihtojärjestelmä.....	20
3.4	Käyttäjien kulutustottumukset	21
4	RAKENNUKSEN ENERGIANTARVE LASKENTA.....	23
4.1	Laskentaperiaate sekä menetelmän rajaukset.....	23
4.2	Laskennan kulku	23
4.3	Lähtötiedot	25
4.3.1	Lämmitetty nettoala	25
4.3.2	Rakennusosien pinta-ala.....	26

4.3.3	Rakenteet	27
4.3.4	Ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarve	29
4.3.5	Lämminkäyttövesi.....	30
4.3.6	Sähkö.....	32
4.3.7	Lämpökuormat	32
4.3.8	Lämmitysjärjestelmä.....	33
5	CASE MYLLYKATU 15	34
5.1	Rakennuksen historiaa	34
5.2	Pohjapiirrustukset	35
6	ENERGIATODISTUS	37
6.1	Kohteen tiedot	37
6.2	Tulokset	37
6.3	Energiatehokkuuden parantaminen	44
7	LOPPUPÄÄTELMÄT	46
7.1	Tutkimuksen luotettavuus.....	46
7.2	Validiteetti	46
7.3	Reliabiliteetti.....	47
7.4	Pohdinta.....	47
7.5	Jatkotutkimusmahdollisuudet	47
	LÄHTEET	48
	LIITTEET	50

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Rakennuksen sisällä olevat energiatehokkuuden tarkastelutasot (RIL 255-1 2014, 193).....	18
Kuva 2. Rakennuksen energiakulutuksen laskennan vaiheet (Ympäristöministeriö 2018, 14).....	24
Kuva 3. Laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun taserajan muodostuminen (Ympäristöministeriö 2018, 15).	25
Kuva 4. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet W/m^2K (Finlex 1048/2017, 9). 28	
Kuva 5. Rakennuksen sisäpuolisen tehollisen lämpökapasiteetin C ominaisarvoja eri rakennustyypeissä kalusteineen (Ympäristöministeriö 2018, 38).	29
Kuva 6. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteet (Finlex 1048/2017, 10).	30
Kuva 7. Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde (Finlex 1048/2017, 10).	31
Kuva 8. Lämmitysjärjestelmälaskennan periaate (Ympäristöministeriö 2018, 39).	33
Kuva 9. Asemakaava	35
Kuva 10. Kellarikerros	35
Kuva 11. 1. kerros	35
Kuva 12. 2. kerros	36
Kuva 13. 3. kerros	36
Kuva 14. Poikkileikkaus.....	36
Taulukko 1. Käyttötarkoituseriä luokat 1-9 (Finlex 1048/2013).....	10
Taulukko 2. Käyttötarkoituseriä luokka 3 Toimistorakennukset luokittelueriä luokat (Finlex 1048/2017).....	12
Taulukko 3. Ilmanvaihdon ominaissähkötehoja (Finlex 1048/2017, 10).	30
Taulukko 4. Lämpimän käyttöveden varastoinnin häviö (Finlex 1048/2017, 11). 31	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on energiatodistus ja sen laatiminen toimistorakennukseen. Tarkoituksena on selvittää rakennuksen tämänhetkinen tila, sekä selvittää miten kohteen energiatehokkuutta voitaisiin parantaa. Kohteeseen ei ole aiemmin tehty energiaselvitystä.

Opinnäytetyön case kohteena toimii Kiinteistö Oy Myllykatu 15 Ab. Rakennus sijaitsee Vaasan keskustan tuntumassa Klemetilän alueella.

Opinnäytetyön aihe on valittu sen ajankohtaisuuden sekä mielenkiintoisuuden perusteella. Aiheesta on myös saatavilla paljon materiaalia.

Teoriaosuuden alussa käsitellään energiatodistusta sekä sen laadintaa. Käydään läpi mistä rakennuksen energiatehokkuus muodostuu ja miten energiatarve laskenta suoritetaan.

Empiirisessä osassa suoritetaan energiatodistuksen laadinta. Energialaskentaohjelmana opinnäytetyössä on käytetty Etlas PRO -ohjelmaa. Valitsin Etlas PRO -ohjelman sen selkeyden ja helppokäyttöisyyden perusteella.

2 ENERGIATODISTUS JA SEN LAATIMINEN

Tässä kappaleessa käydään läpi energiatodistusta sekä sen laatimista. Käydään läpi eri käyttötarkoitukseluokkia, miten e-luku muodostuu ja kerrotaan mitkä rakennukset kuuluvat kevennetyn menettelyn piiriin.

Energiatodistus on ollut käytössä Suomessa vuodesta 2008. Positiivinen vaikutus energiatodistuksella on ollut erityisesti uudisrakennusten energiatehokkuuteen. Vuonna 2003 annettu energiatehokkuusdirektiivi edellytti energiatodistusten käyttöönottoa. Tämä direktiivi uusittiin vuonna 2010. Suomessa energiatodistuskannan ulkopuolelle on jätetty osa rakennuksista, silloin kun se on direktiivin sallimaa. Vuonna 2018 energiatehokkuusdirektiiviä muutettiin, mutta muutoksilla ei ollut merkitystä energiatodistuksen laatimisen kannalta.

2.1 Laki ja ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta

Rakennuksen energiatodistuksesta säädetty laki (50/2013) edellyttää:

- rakennusta, rakennuksen osaa tai sen hallintaoikeutta myytäessä tai vuokrattaessa myyjän tai vuokranantajan on asetettava voimassa oleva energiatodistus ostajan tai vuokralaisen nähtäville
- maankäyttö- ja rakennuslaissa on ilmoitettu, että haettaessa rakennuslupaa uudisrakentamista varten on hakemukseen liitettävässä energiaselvityksessä oltava rakennuksen energiatodistus
- tietyissä tilanteissa julkisissa rakennuksissa on energiatodistus tehtävä esille laittoa varten.

2.2 Rakennusten luokitteluasteikot

Laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun eli e-luvun avulla rakennukset luokitellaan eri energiatehokkuusluokkiin. Rakennuksen energiatehokkuus määritellään laskennallisesti vakioitujen ominaisuuksien perusteella pois lukien

käyttötarkoitukseluokka 9, josta käytetään suunniteltuja tai toteutuneita arvoja (Ympäristöministeriö 2018, 4–10).

2.2.1 Käyttötarkoitukseluokat

Alla on listattuna energiatodistuksen laadinnassa käytetyt käyttötarkoitukseluokat (Finlex 1048/2017).

Taulukko 1 Käyttötarkoituserluokat 1–9 (Finlex 1048/2013).

Käyttötarkoituserluokka 1 a-c	Pienet asuinrakennukset
<ul style="list-style-type: none">• yhden asunnon talot• kahden asunnon talot• ketjutalon osana oleva rakennus ja muu erillinen pientalo	
Käyttötarkoituserluokka 1 d	Rivitalot ja 2-kerroksiset asuinkerrostalot
<ul style="list-style-type: none">• rivitalo• asuinkerrostalo, jossa enintään kahdessa kerroksessa asuinkerroksia	
Käyttötarkoituserluokka 2	Asuinkerrostalot
<ul style="list-style-type: none">• asuinkerrostalo, jossa vähintään kolmessa kerroksessa asuinkerroksia	
Käyttötarkoituserluokka 3	Toimistorakennukset
<ul style="list-style-type: none">• toimistorakennus• terveyskeskus	
Käyttötarkoituserluokka 4	Liikerakennukset
<ul style="list-style-type: none">• liikerakennus• tavaratalo• kauppakeskus• myymälärakennus (yli 2000m² yksikkö)• myymälähalli• teatteri-, ooppera-, konsertti- ja kongressitalo• elokuvateatteri• kirjasto• arkisto• museo• taidegalleria• näyttelyhalli	

Käyttötarkoitussuokka 5

Majoitusliikerakennukset

- hotelli
- asuntola
- palvelutalo
- vanhainkoti
- hoitolaitos

Käyttötarkoitussuokka 6

Opetusrakennukset ja päiväkodit

- opetusrakennus
- päiväkoti

Käyttötarkoitussuokka 7

Liikuntahallit (pois lukien uimahallit ja jäähallit)

- liikuntahalli

Käyttötarkoitussuokka 8

Sairaalat

- sairaala

Käyttötarkoitussuokka 9

Muut rakennukset

- varastorakennus
- liikenteen rakennus
- uimahalli
- jäähalli
- päivittäistavarakaupan alle 2000 m² yksikkö
- siirtokelpoinen rakennus
- muu rakennus, joka ei sisälly aiemmin tässä taulukossa lueteltuihin käyttötarkoitussuokkiin

Energiatodistuksessa käytetään luokitteluasteikkoja ja luokitteluasteikkojen raja-arvot määräytyvät käyttötarkoituseraluokan perusteella ja käyttötarkoituseraluokan 1 a-c:n kohdalla myös pinta-alan mukaan. Alla taulukassa esimerkki toimistorakennusten luokitteluasteikon raja-arvoista.

Taulukko 2 Käyttötarkoituseraluokka 3 Toimistorakennukset luokitteluasteikot (Finlex 1048/2017).

Energiätehoisuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku ≤ 80
B	81 ≤ E-luku ≤ 120
C	121 ≤ E-luku ≤ 170
D	171 ≤ E-luku ≤ 200
E	201 ≤ E-luku ≤ 240
F	241 ≤ E-luku ≤ 300
G	301 ≤ E-luku

2.3 E-luku

E-luvusta käytettävä yksikkö on kilowattitunti lämmitettyä nettoalaa kohden vuodessa eli kWh/m²/v (Pylsy 2013, 37). E-luku määritellään siten, että rakennuksen vakioituun käyttöön perustuva ostoenergiankulutus lämmitettyä nettoalaa kohden painotetaan energiamuotojen kertoimilla. Tarkastelun kohteena on kaikki rakennuksessa tapahtuva energiankulutus; ilmanvaihto, lämmitys, valaistus, käyttövedenlämmitys. Huomioon otetaan myös rakennusosien ominaisuudet sekä rakennustekniset järjestelmät. Tarkastelussa on määritettävä myös se, miten paljon rakennus tarvitsee ostoenergiaa, kuten sähköä

kaukolämpöä, öljyä tai esimerkiksi pellettejä (Motiva 2021). Rakennuksen lämmitysmuoto vaikuttaa merkittävästi E-lukuun (Pylsy 2013, 37).

Valtioneuvosto on määrittänyt asetuksessa rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista (788/2017) seuraavalla tavalla:

- sähkö 1,20
- kaukolämpö 0,50
- kaukojäähdytys 0,28
- fossiiliset polttoaineet 1,00
- rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet 0,50.

Kertoimet perustuvat primäärienergiakertoimiin eli jalostamattoman luonnonenergian kulutusta kuvaaviin kertoimiin. Energiamuotojen kertoimissa on myös huomioitu uusiutuvan energian käytön edistäminen ja energiatuotannon yleinen tehokkuus esimerkiksi sähkön ja lämmön yhteistuotanto (Pylsy 2013, 37).

2.4 Rakennuksen havainnointi

On oleellista selvittää ja raportoida rakennusosien kunto, jotta energiatodistuksessa voidaan esittää perusteltuja energiansäästöehdotuksia. Laadittaessa energiatodistusta on rakennukseen liittyvä havainnointi vastuultaan eri tyylinen tapahtuma, kuin esimerkiksi rakennuksiin tehtävä kuntotarkastus. Energiatodistusta varten tehtyjä havaintoja ei siis voida pitää takeena rakenteiden kunnosta, vaikka energiatodistukseen tehdään havaintoja rakennusosien kunnosta perustuvat havainnot energiatodistuksen laadintaa ja energiatehokkuuden parantamistoimia ajatellen.

Tarkastus tehdään rakennuksen asiakirjojen perusteella sekä paikan päällä suoritettuna havainnoinnin avulla ja tarvittaessa haastatellaan rakennuksen käyttäjiä.

Tarkastus kohdistetaan alla oleviin rakennuksen osiin ja järjestelmiin:

- Rakenteet: ulkoseinät, ulko-ovet, ikkunat, yläpohja sekä alapohja
- lämmitysjärjestelmä
- käyttöveden lämmitysjärjestelmä
- ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmä
- valaistus
- sähköiset erillislämmitykset
- muut energiatehokkuuteen vaikuttavat järjestelmät (Ympäristöministeriö 2018, 18–19).

2.5 Voimassaoloaika

Energiatodistus on voimassa niin kauan, kunnes se korvataan uudella energiatodistuksella tai enintään kymmenen vuotta energiatodistuksen laatimisesta (RT 18-11293).

2.6 Laatijan pätevydet

Energiatodistuslaissa (50/2013) ja valtioneuvoston asetuksessa (170/2013) on säädetty energiatodistuksen laatijan pätevyyksistä. Todistuksen saa laatia henkilö, jonka pätevyys on todettu ja voimassa sekä hänet on rekisteröity energiatodistusten laatijoista pidettävään rekisteriin. Ympäristöministeriö on hyväksynyt pätevyyden toteajiksi FISE Oy:n sekä Kiinteistöalan koulutusäätiön. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA ylläpitää rekisteriä (Ympäristöministeriö 2018, 23).

2.6.1 Kevennetty menettely

Energiatodistuslain 17§:n mukaan voidaan rakennukseen soveltaa kevennettyä menettelyä energiatodistusta hankittaessa esimerkiksi rakennuksen tai huoneiston myyntihinta on alle 50 000 euroa, tai sen vuokra on alle 350 euroa kuukaudessa. Kevennettyä menettelyä voidaan käyttää myös myynnissä tai vuokrauksessa, joka tapahtuu lähisukulaisten välillä. Tässä tilanteessa lähisukuun luetaan vanhempien, lasten, sisarusten väliset suhteet (Ympäristöministeriö 2018,

36). Kevennetyssä menettelyssä energiatodistus laaditaan omalla lomakkeella, missä rakennuksen energiatehokkuutta merkitään tunnuksella H (Motiva 2021).

2.6.2 Käyttötarkoituusluokka 9

Käyttötarkoituusluokka 9 kuuluvat seuraavan laiset rakennukset:

- varastorakennukset
- liikenteen rakennukset
- uima- ja jäähallit
- alle 2000 m² kokoiset päivittäistavarakaupan yksiköt
- siirtokelpoiset rakennukset.

Käyttötarkoituusluokan 9 rakennuksille lasketaan e-luku ensisijaisesti suunnitteluarvoilla. Mikäli suunnitteluarvoja ei ole saatavilla lasketaan e-luku toteutuneilla tai arvioiduilla ilmanvaihdon ilmamäärillä, sisäisillä lämpökuormilla, sisälämpötiloilla ja käyntiajoilla. Todistuksen laatijan tulee näissä tilanteissa käyttää parhaiten laadinta-ajankohtana rakennuksen ominaisuuksia kuvaavia arvoja.

Liikenteen rakennuksilla energiatodistusvelvoite koskee erillisiä, yli 50 m² kokoisia autotalleja sekä -halleja. Näissä tulee kuitenkin olla erillinen lämmitysjärjestelmä, jotta energiatodistusvelvoite koskisi liikenteen rakennuksia (Ympäristöministeriö 2018, 37).

2.6.3 Korjausrakentaminen, laajennukset sekä käyttötarkoituksen muutos

Rakennuksen käyttötarkoituksen muuttamisessa tai sen korjaus- ja muutostöissä sekä laajentamisessa ei tarvita energiatodistusta. Energiatodistus tulee hankkia silloin, kun laki siihen velvoittaa, esimerkiksi myyntitilanteessa. Rakennusvalvonta voi muutos- ja korjaustöiden yhteydessä edellyttää energiaselvitystä, johon kuuluu E-luvun laskenta, mutta ei energiatodistuksen laadintaa. Energiatodistuksen päivitystä kuitenkin suositellaan rakennuksille, joiden

energiatehokkuus on muuttunut remontin tai käyttötarkoituksen muutoksen jälkeen (Ympäristöministeriö 2018, 38).

2.6.4 Loma-asunnot

Loma-asunnoilta ei vaadita energiatodistusta edes myynti- tai pitkäaikaisessa vuokrautilanteessa. Energiatodistus vaaditaan, mikäli loma-asuntoa käytetään majoituselinkeinon harjoittamiseen (Ympäristöministeriö 2018, 38).

3 RAKENNUSTEN ENERGIATEHOKKUUS

Vuonna 2010 ihmisen aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä 18,4 % aiheutui rakennusten energiankulutuksesta ja rakennusten suoraan aiheuttamista päästöistä. Koko energiankulutuksesta Euroopassa yli 40 % kuluu rakennuksissa ja tästä noin 70% kuluu kotitalouksissa. Energiatehokkuutta parantamalla energiankulutusta voitaisiin vähentää jopa viidenneksen verran.

Ennen kaikkea rakennusten energiatehokkuudessa on kyse kokonaisuuden hallinnasta. Energiatehokkaan rakentamisen perustana on lämpöhäviöiden vähentäminen, jonka jälkeen pyritään tehostamaan energiankulutusta sekä hyödyntämään ilmaisen energiaa.

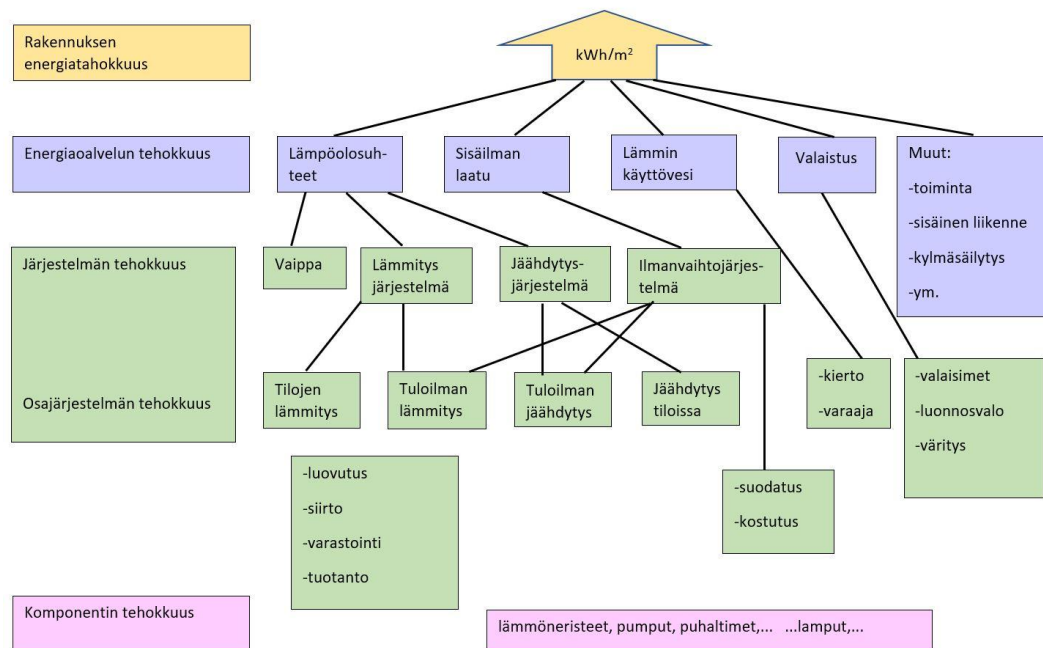
Energiatehokkuudessa keskeisellä sijalla ovat rakenne- sekä talotekniikan yhteensovittaminen, jossa korostuu yksinkertaiset sekä toimintavarmat ja yhteensopivat ratkaisut. Arkkitehtuurissa rakennuksen energiatehokkuuteen vaikuttaa rakennuksen sijainti, massoittelu sekä materiaalit. Rakennesuunnittelussa olennaisinta on kiinnittää huomiota rakenteiden kosteus- ja lämpötekniiseen toimintaan sekä rakennuksen ilmatiivyyteen. Taloteknisessä suunnittelussa energiatehokkuutta parantavat energiatehokkaat ilmanvaihto-, lämmitys-, käyttövesi- sekä valaistusjärjestelmät. Automaation avulla suoritetaan järjestelmien tarpeenmukaiset sekä optimaaliset ohjaukset (ST-ohjeisto 15, 7).

Pääasiassa energiaa tarvitaan rakennuksissa rakennusten käyttäjien tarpeiden tyydyttämiseen. Energiatehokkuus muodostuu kustannusten, lämpöviihtyvyyden, sisäilmaston ja teknisten ominaisuuksien välillä.

Energiatehokkuustarkastelussa tarkasteltavia energiaa vaativia kohteita ovat:

- sisäilman laatu
- lämminkäyttövesi
- lämpöolosuhteet
- valaistus

- käyttäjälaitteet.



Kuva 1 Rakennuksen sisällä olevat energiatehokkuuden tarkastelutasot (RIL 255-1 2014, 193).

Energiatehokkuutta ei pystytä määrittämään helposti tarvekohtaisesti, joten energiatehokkuutta voidaan tarkastella järjestelmittain ja komponenteittain.

Termisen viihtyvyyden eli **lämpöolosuhteiden energiatehokkuuteen** vaikuttavat vaipan lämpöominaisuudet kuten lämmöneristys, ilmatiiviys, massiivisuus sekä auringon lämmön hyödyntäminen seinien ja ikkunoiden kautta. **Sisäilman laadun** energiatehokkuuteen vaikuttavat se millä laitteilla ilman vaihto toteutetaan sekä vuotoilma ja tuuletus. Siihen vaikuttaa myös ilman puhdistus kuten tuloilman suodatus, millaiset tilakohtaiset suodatuslaitteet rakennuksessa on sekä rakennusmateriaalin puhtaus ja rakentamisen puhtaus. Myös miten ilman kostutus hoidetaan rakennuksessa. Onko käytössä huonekohtaisia kostuttimia vai kostutetaanko huoneeseen tuleva tuloilma ja miten ilman kuivatus toteutetaan, onko käytössä lisäilmanvaihto vai tilakohtaiset kuivaimet. **Lämpimän käyttöveden** energiatehokkuuteen vaikuttaa veden lämmitystapa sekä sen hyötysuhde. On otettava huomioon lämpimän käyttöveden kierron ja jakelun häviöt sekä

kiertovesipumpun sähkön käyttö. **Valaistuksen** energiatehokkuuteen vaikuttavat se kuinka paljon luonnonvaloa hyödynnetään ikkunoiden ja valokuilujen kautta sekä se kuinka paljon rakennuksessa on keinovaloja kuten valaisimia ja lamppeja. Myöskin valon erilaiset heijastukset pinnoilta kannattaa ottaa rakennuksen suunnittelussa huomioon. **Käyttäjälaitteiden** energiatehokkuuteen vaikuttaa käyttäjien laite valinnat. Käyttäjälaitteilla tarkoitetaan pistorasioihin kytkettäviä laitteita sekä hissejä, liukuportaita, kylmäsäilytyslaitteita sekä muita tiloissa tapahtuvaan toimintaan vaikuttavia laitteita (RIL 255-1 2014, 193–194).

3.1 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysenergian osuus on noin kolmannes Suomen energian käytöstä, eli rakennusten lämmittämisellä on suuri kansantaloudellinen merkitys. Lämmityslaitteilla lämmitetään rakennuksen tilat, käyttövesi sekä ilmanvaihdon tuloilma. Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttaa sijainti, käyttötarkoitus, rakennuksen koko sekä sen energiantarve. Lämmittäminen tulisi tapahtua niin, ettei energiaa kuluteta tarpeettomasti, sillä lämmitystavasta riippumatta lämmittäminen aiheuttaa ympäristöhaittoja (LVI 10-10397 2006, 1). Lämmitysenergian kulutus nousee noin 5 %, mikäli kiinteistön sisälämpötila nousee yhdellä asteella.

Energiankulutuksen kannalta on tärkeää, että niitä käytetään oikein ja ne tarkistetaan sekä huolletaan säännöllisesti. Talotekniset järjestelmät kuten lämmitysjärjestelmä mitoitetaan jo kiinteistön suunnittelu- ja rakennusvaiheessa. Kulutustottumuksiin reagoimalla ja oikealla käytöllä voidaan kulutustasoa pienentää jo pelkästään käyttöteknisin toimenpitein (Pylsy, P., Virta, J. 2011, 57–59).

3.2 Sisäilmasto

Rakennuksen sisäilman laatuun vaikuttaa muun muassa rakennuksen sijainti, ilmanvaihtoratkaisut, rakennustapa, rakennusmateriaalit, käyttö ja sääolot. Hyvä

sisäilmasto edellyttää, että ilmanvaihto on riittävää ja rakenteet toimivat. Hyvä sisäilma lisää viihtyvyyttä, parantaa työtehoa ja vähentää sairauksia (Sisäilmayhdistys ry).

Sisäilma jaetaan Sisäilmastoluokituksen 2000:n mukaan kolmeen laatuluokkaan:

- S1: Yksilöllinen sisäilmasto
- S2: Hyvä sisäilmasto
- S3: Tyydyttävä sisäilmasto.

Yksilöllinen sisäilmasto S1 on laatuluokista paras. S1 luokan tiloissa sisäilman laatu on erittäin hyvä ja tiloissa ei ole havaittavissa hajuja. Tiloissa ja rakenteissa ei ole havaittavissa ilman laatua heikentäviä vaurioita tai lähteitä, joista pääsisi epäpuhtauksia ilmaan. Tilojen lämpöolot ovat viihtyisät eikä tiloissa ole havaittavissa vetoa tai yllämpenemistä. Lämpötilaoloja pystyy tilan käyttäjä säätämään yksilöllisesti. Ääni- ja valaistusolosuhteet ovat erittäin hyvät tilojen käyttötarkoituksiin.

Hyvän sisäilmaston S2 tilassa sisäilmaston laatu on hyvää ja tiloissa ei ole havaittavissa häiritseviä hajuja. Kuten S1 tiloissa myöskään S2 tiloissa ja rakenteissa ei ole ilmanlaatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtaustekijöitä. Lämpöolot ovat hyvät ja vetoa ei esiinny, mutta kesäpäivinä yllämpeneminen on mahdollista. Tiloissa on hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.

Tyydyttävän sisäilmaston S3 tilat täyttävät maankäyttö- ja rakennuslain sekä terveysuojelulain nojalla annetut vähimmäisvaatimukset sisäilman laadun ja lämpöolosuhteiden sekä valaistus- ja ääniosuhteiden suhteen (RT 07-11299 2018, 5).

3.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihdon tarkoituksena on ylläpitää rakennuksessa terveellistä sekä viihtyisää sisäilmaa. Ilmanvaihtojärjestelmä poistaa epäpuhtaudet ja tuo tiloihin ulkoilmaa

korvausilmaksi. Epäpuhtaudet syntyvät ihmisten aineenvaihdunnasta sekä toiminnoista, rakennus- ja sisustusmateriaaleista, asumisesta sekä ulkoilmasta ja mahdollisesti maaperän radonista (Sisäilmayhdistys ry).

Vähimmäisulkoilmavirta henkilöä kohden on $6 \text{ dm}^3/\text{s}$, mikäli tilojen käyttötarkoitus ei aiheuta lisäilmavirran tarvetta (FINVAC ry).

3.4 Käyttäjien kulutustottumukset

Kiinteistön käyttäjiä on kannattavaa opastaa, kannustaa sekä motivoida siihen, kuinka he voivat omilla toimillaan vaikuttaa kiinteistön tehokkaaseen energiankäyttöön ja välttämään tarpeetonta energiankulutusta (Motiva.fi, 2021). Kun käyttäjä ymmärtää oman energiankulutuksen kulutustottumuksen, on hänen helpompi muuttaa kulutuskäyttäytymistään (Raksystems.fi, 2021).

Toimiston energiankäytöstä kolmannes kuluu tietokoneisiin sekä niiden oheislaitteisiin, kolmannes kuluu valaistukseen ja viimeinen kolmannes kuluu muihin toimistolaitteisiin. Toimistoissa työasemien sähkönkulutusta voidaan hallita virransäästöjärjestelmien avulla. Yleensä koneet ovat päällä koko työpäivän, vaikka niiden käyttöaika olisi vain muutama tunti. Virransäästöautomaatiikan avulla pystytään säästämään sähkö ja laitehankintoja tehtäessä se kannattaa huomioida.

Kun kiinteistöjen kulutusta seurataan, luo se hyvät edellytykset tehokkaalle sekä tavoitteelliselle energiankäytön hallinnalle. Seurannan avulla on mahdollista saada hyödyllistä tietoa siitä, miten kiinteistön energiankäyttö jakaantuu, millaisia ajallisia vaihteluita käytössä on ja onko mahdollisia vuotokohtia.

Kulutusseurannasta saatavat hyödyt:

- tieto energiankulutuksen tasosta, jota pystytään vertailemaan tavoitetasoon, sekä aikaisempien jaksojen kulutuksiin
- paljastaa kiinteistön energiankulutuksen mahdolliset ongelmakohdat

- tieto toteutettujen energiankäytön tehostamistoimenpiteiden todellisista vaikutuksista kulutukseen sekä
- perusteet käyttökustannusbudjettiin.

On tärkeää, että kulutusseurannan tuottamaa tietoa välitetään myös kiinteistönkäyttäjille (Motiva.fi, 2021).

4 RAKENNUKSEN ENERGIANTARVE LASKENTA

Energiatodistuksen tarkoituksena on antaa rakennuksen ostajalle tai vuokraajalle luotettavaa tietoa rakennuksen energiateknisistä ominaisuuksista. Energiatodistuksen toisena tavoitteena on parantaa rakennuksen energiatehokkuutta, sekä sen CO₂-päästöjen vähentäminen (Myyryläinen 2019, 36–37).

4.1 Laskentaperiaate sekä menetelmän rajaukset

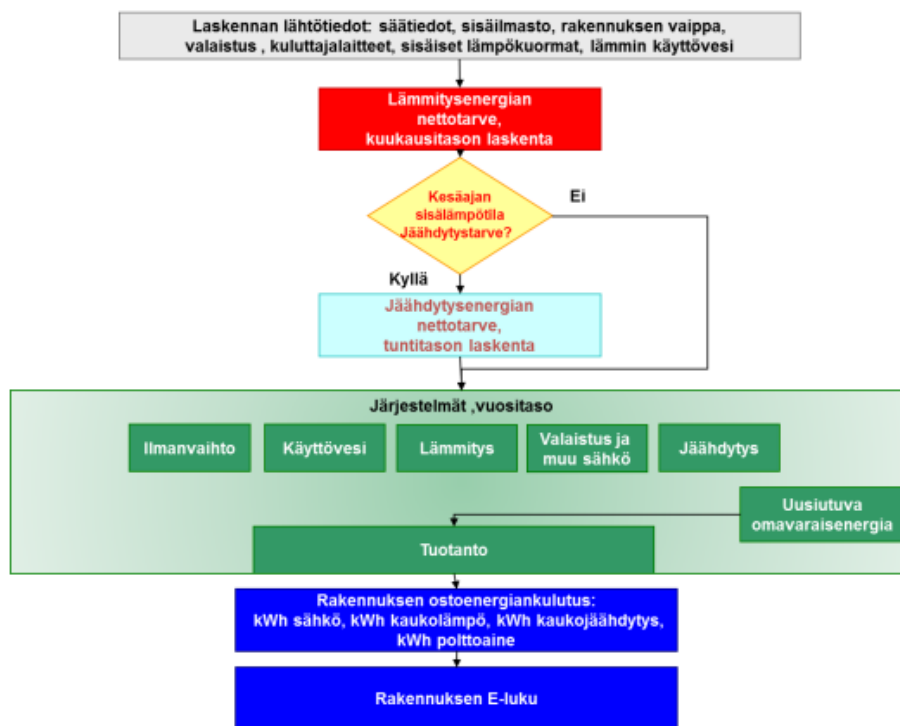
Laskennassa on käytettävissä kolmentyyppisiä lähtötietoja:

- rakennuskohtaiset lähtötiedot, jotka saadaan selville rakennuksen suunnitelmista
- rakennuksen käyttötiedot
- ohjeissa annetut laskentamenetelmän ohjearvot, joita käytetään, ellei tarkempia tietoja ole käytettävissä.

Laskentamenetelmässä rakennus yleensä käsitellään yhtenä laskentavyöhykkeenä, mutta tarvittaessa on mahdollista jakaa rakennus käyttötarkoitusta sekä käyttöaikoja vastaaviin laskentavyöhykkeisiin.

4.2 Laskennan kulku

Alla olevassa kaaviossa on esitetty rakennuksen energiankulutuksen laskennan vaiheet.

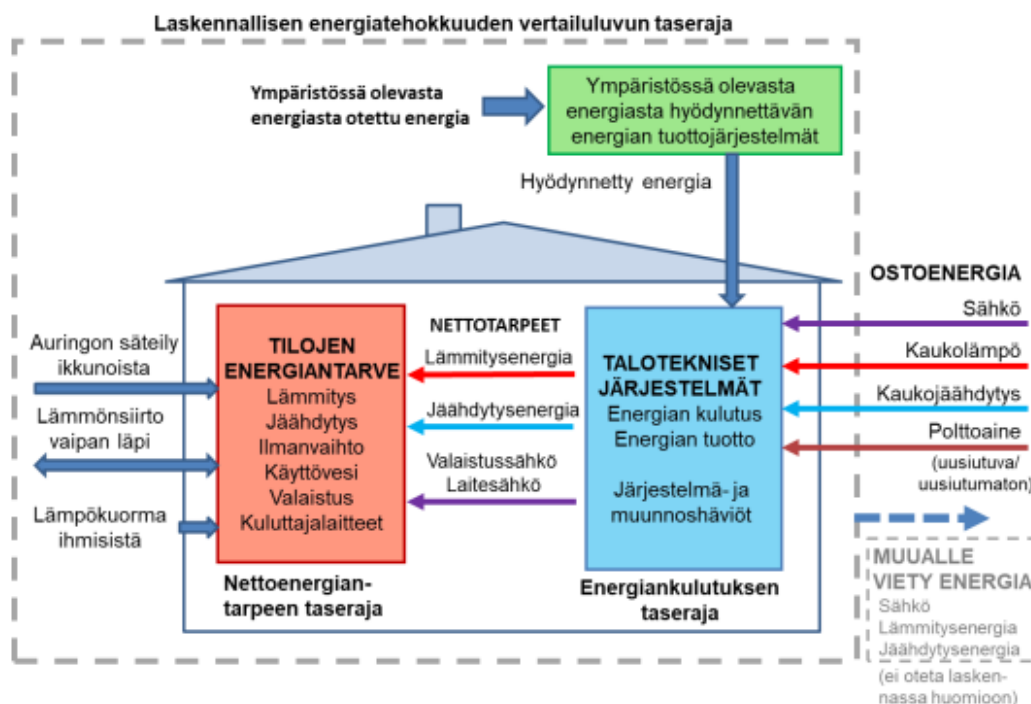


Kuva 2 Rakennuksen energiakulutuksen laskennan vaiheet (Ympäristöministeriö 2018, 14).

Rakennuksen energian tarve koostuu seuraavista asioista:

- tilojen ja ilmanvaihdon lämmitystarve
- käyttöveden lämmitystarve
- tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytystarve sekä valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sähköenergiatarve.

Kuvassa 3 on kuvattu laskentamenetelmässä käytettävät energiakulutuksen taserajat.



Kuva 3 Laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun taserajan muodostuminen (Ympäristöministeriö 2018, 15).

4.3 Lähtötiedot

Laskettaessa energiatehokkuuden vertailulukua eli E-lukua on laskennan lähtöarvoina käytettävä sellaisia selvitettyjä arvoja, mitkä parhaiten kuvaavat rakennuksen rakennusosien sekä sen teknisten järjestelmien ominaisuuksia energiatodistuksen laadinta-ajankohtana. Mikäli ei ole saatavissa tai selvitetävissä laskentaan liittyviä lähtöarvoja, käytetään rakennuksen rakennusluvan vireille tulo vuoden mukaisia oletusarvoja.

4.3.1 Lämmitetty nettoala

Lämmitetty nettoala A_{netto} muodostuu lämmitettyjen kerrostasalojen summasta kerrostasoja ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettuna. Lämmitetty nettoala voidaan laskea myös lämmitetystä bruttoalasta, josta vähennetään ulkoseinien rakennusosa-ala.

Uuden rakennuksen lämmitetty nettoala selviää rakennuksen suunnitelmista ja rakennuksen energiaselvityksestä, mutta jo olemassa olevan rakennuksen arvioidaan riittävällä tarkkuudella rakennuksen tarkastuksen yhteydessä, ellei lämmitetty nettoala selviä asiakirjoista tai rakennuksen piirustuksista. Mikäli pinta-alojen arviointi osoittautuu vaikeaksi, voidaan lämmitetyn nettoalan arvioida olevan 90 % lämmitetystä bruttoalasta. Bruttoalan voidaan arvioida olevan rakennuksen ulkomittojen ja kerrosluvun mukaan.

Puolilämpimät tilat käsitellään energiatodistusta laadittaessa lämpiminä tiloina. Lämmittämättömät tilat jätetään tarkastelun ulkopuolelle. (Finlex 1048/2017, 4–8).

4.3.2 Rakennusosien pinta-alat

Rakennusosien pinta-alat selvitetään rakennuksen piirustuksista, tietomalleista, rakennussuunnitelmista tai arvioimalla ne riittävällä tarkkuudella rakennuksen tarkastuksen yhteydessä.

Ostoenergiakulutusta laskettaessa rakennusosien pinta-alat määritetään rakennuksen kokonaissisämittojen mukaan.

Alapohjan pinta-alaa lasketaan käyttäen rakennuksen sisämittoja. Näistä mitoista ei vähennetä aukkoja tai läpivientejä kuten kanavia, pilareita, viemäreiden tai vesijohtojen läpivientejä.

Yläpohjan pinta-ala lasketaan ulkoseinien sisämittojen mukaan vähentäen mahdollisten kattoikkunoiden pinta-alat. Yläpohjassa olevien läpivientien kuten kanavien, hormien ja tuuletusputkien läpivientejä ei vähennetä pinta-alasta.

Ulkoseinien pinta-ala lasketaan alapohjan lattiapinta-alasta yläpohjan alapintaan. Ulkoseinien pinta-alasta vähennetään ikkunoiden sekä ovi aukkojen pinta-alat.

Ovien sekä ikkunoiden pinta-alat lasketaan karmirakenteen ulkomittojen mukaan. Merkittävästi poikkeavien ikkunaratkaisujen sekä kupumaisten kattoikkunoiden ja

valoaukollisten savunpoistoluukkujen pinta-alat lasketaan yleisohjetta soveltaen tapauskohtaisesti.

4.3.3 Rakenteet

Lämmönläpäisykertoimet uusille rakennuksille selviää suunnitelmista, mutta olemassa olevien rakennuksien lämmönläpäisykertoimet selvitetään tarkastuksen yhteydessä tai alla luetelluista lähteistä:

- rakennuksen ajantasaisista asiakirjoista;
- muista asiakirjoista, kuten rakennusluvan myöntämisen aikaan voimassa olevista rakentamismääräyksistä; tai
- rakentamishankkeessa noudatetuista ohjeista.

Mikäli asiakirjoista ei voi selvittää rakenteiden ominaisuuksia ja niitä ei saada selvitettyä tai arvioitua tarkastuksen yhteydessä käytetään alla olevan kuvan mukaisia lämmönläpäisykertoimia.

Rakennusosa	Rakennusluvun vireilletulovuosi								
	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-2018-
Lämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,70	0,35	0,28	0,25	0,24	0,17*	0,17*
Maanvarainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,16	0,16
Ryömintätilainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,17	0,17
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,35	0,35	0,35	0,29	0,22	0,16	0,16	0,09	0,09
Yläpohja	0,47	0,47	0,35	0,29	0,22	0,16	0,15	0,09	0,09
Ovi	2,2	2,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0
Ikkuna	2,8	2,8	2,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,0	1,0
Puolilämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,70	0,60	0,45	0,40	0,38	0,26*	0,26*
Maanvarainen alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,36	0,34	0,24	0,24
Ryömintätilainen alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,30	0,28	0,26	0,26
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,30	0,28	0,14	0,14
Yläpohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,30	0,28	0,14	0,14
Ovi	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0	1,8	1,8	1,4	1,4
Ikkuna	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	1,8	1,8	1,4	1,4

* Taulukkoarvoja käytettäessä hirsi- ja massiivipuuseinien U-arvona käytetään vuoden 2010 jälkeen lämpimien tilojen osalta 0,4 W/m²K ja puolilämpimien tilojen osalta 0,6 W/m²K.

Kuva 4 Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet W/m²K (Finlex 1048/2017, 9).

Ikkunan valoaukon kohtisuoran auringonsäteilyn kokonaisläpäisykertoimena käytetään tuotetiedoissa määritetyjä ikkunoiden arvoja ja mikäli tuotetiedoissa ei ole näitä arvoja, käytetään arvoa 0,6.

Liitosten kylmäsiltojen lämpöhäviö on laskettava ja ominaislämpöhäviöt sekä pituudet määritetään rakennuksen asiakirjoista. Mikäli tarkempaa tietoa ei ole käytettävissä olemassa oleville rakennuksille voidaan kylmäsiltojen vaikutus arvioida lisäämällä 10 % ulkovaipan johtumislämpöhäviöön.

Rakennuksen ominaisuuksien perusteella määritetään rakennuksen sisäpuolinen tehollinen lämpökapasiteetti. Tarkempien tietojen puuttuessa, voidaan apuna käyttää alla olevan kuvan taulukon arvoja (Finlex 1048/2017, 8–9).

Rakennetyyppi	Esimerkkirakenteita (US on ulkoseinä, VS väliseinä, VP välipohja, YP yläpohja ja AP on alapohja)	$C_{rak, omin}$, Wh/(m ² K)
Pientalot		
Kevytrakenteinen	US, VS, YP, AP kevyitä rankarakenteita	40
Keskiraskas I	US, VS, YP kevyitä rankarakenteita, AP betoni	70
Keskiraskas II	US harkko tai massiivihirsi, VS, YP kevyitä rankarakenteita, AP betoni	110
Raskasrakenteinen	US betoni tai tiili, VS harkko tai tiili, YP, AP betoni	200
Asuinkerrostalot		
Kevytrakenteinen	US, VS, VP kevyitä rankarakenteita, AP betoni	40
Keskiraskas	US kevyitä rankarakenteita, VS kevyitä rankarakenteita tai betoni, VP betoni, AP betoni	160
Raskasrakenteinen	US betoni, VS harkko tai betoni, VP betoni, AP betoni	220
Toimistorakennukset		
Kevytrakenteinen	US, VS, VP kevyitä rankarakenteita, AP betoni	70
Keskiraskas	US kevyitä rankarakenteita, VS kevyitä rankarakenteita tai betoni, VP betoni, AP betoni	110
Raskasrakenteinen	US betoni, VS harkko tai betoni, VP betoni, AP betoni	160
Muut rakennukset		
Sovelletaan taulukon arvoja tai tehollinen lämpökapasiteetti lasketaan esimerkiksi standardien SFS-EN ISO 13786 tai SFS-EN ISO 13790 mukaan.		

Kuva 5 Rakennuksen sisäpuolisen tehollisen lämpökapasiteetin C ominaisarvoja eri rakennustyypeissä kalusteineen (Ympäristöministeriö 2018, 38).

4.3.4 Ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarve

Lämmitysenergian tarve, joka muodostuu ilman lämmittämisestä lämmöntalteenoton jälkeen tuloilman lämpötilaan, sekä ilman lämmittämisestä ennen lämmöntalteenottoa jäähtymisen estämiseksi kutsutaan ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarpeeksi. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on mahdollista laskea laitetietojen lämpötilasuhteista. Ellei ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta pystytä selvittämään käytetään alla olevan kuvan vuosihyötysuhteita.

Rakennusluvan vireilletulovuosi	- 1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-	2018-
Vuosihyötysuhde	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	30 %	30 %	45 %	45 %	55 %

Kuva 6 Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteet (Finlex 1048/2017, 10).

Ellei ole mahdollista selvittää ilmanvaihdon ominaissähkötehoa pystytään selvittämään käytetään seuraavan taulukon mukaisia arvoja.

Taulukko 3 Ilmanvaihdon ominaissähkötehoja (Finlex 1048/2017, 10).

Ilmanvaihtojärjestelmä	Rakennusluvan vireilletulovuosi		
	-2012	2012-	2018-
Painovoimainen	0,0 kW/m ³ /s	0,0 kW/m ³ /s	0,0 kW/m ³ /s
Koneellinen poisto	1,5 kW/m ³ /s	1,0 kW/m ³ /s	0,9 kW/m ³ /s
Koneellinen tulopoisto	2,5 kW/m ³ /s	2,0 kW/m ³ /s	1,8 kW/m ³ /s

4.3.5 Lämminkäyttövesi

Ostoenergiankulutus lämpimälle käyttövedelle lasketaan nettoenergian tarpeesta ottamalla huomioon kierron, jakelun, varastoinnin ja tuoton häviöt.

Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde on mahdollista selvittää erillisselvityksellä, mutta jos jakelun hyötysuhdetta ei ole mahdollista selvittää käytetään hyötysuhteena kuvan annettuja arvoja.

Rakennustyyppi	Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde, η_{lkv} , siirto				
	Kierto	Ei kiertoa			
		eristämätön	suoja-putkessa	eristetty, perustaso ¹⁾	eristetty, parempi ²⁾
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalot	0,96	0,75	0,85	0,89	0,92
Asuinkerrostalo	0,97	0,76	0,86	0,90	0,94
Toimistorakennus	0,88	0,69	0,78	0,82	0,85
Liikerakennus	0,87	0,68	0,77	0,81	0,84
Majoitusliikerakennus	0,97	0,76	0,86	0,90	0,94
Opetusrakennus ja päiväkot	0,89	0,70	0,79	0,83	0,86
Liikuntahalli	0,98	0,77	0,87	0,91	0,95
Sairaala	0,94	0,74	0,84	0,88	0,91
Muut rakennukset	0,98	0,77	0,87	0,91	0,95
¹⁾ eristyksen perustaso tarkoittaa vähintään eristyspaksuutta 0,5 D, missä D on putken halkaisija					
²⁾ eristyksen parempi taso tarkoittaa vähintään eristyspaksuutta 1,5 D, missä D on putken halkaisija					

Kuva 7 Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde (Finlex 1048/2017, 10).

Varastoinnin häviö lämpimälle käyttövedelle voidaan selvittää rakennuksen tarkastuksen yhteydessä, mutta mikäli tätä ei pystytä selvittämään käytetään lämpimän käyttöveden varastoinnin häviönä alla olevan taulukon arvoa.

Taulukko 4 Lämpimän käyttöveden varastoinnin häviö (Finlex 1048/2017, 11).

Varaajan tilavuus, l	Varaajan lämpöhäviö, $Q_{lkv, varastointi}$, kWh/vuosi	
	40 mm eriste	100 mm eriste
50	440	220
100	640	320
150	830	420
200	1000	500
300	1300	650

500	1700	850
1000	2100	1100
2000	3000	1500
3000	4000	2000

4.3.6 Sähkö

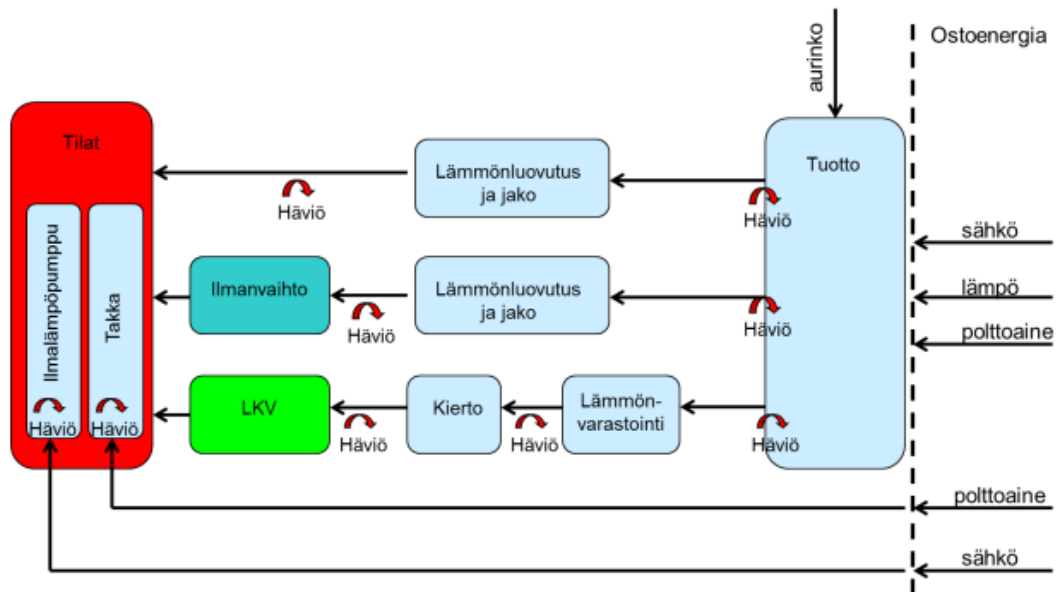
Sähköenergiankulutus rakennuksessa muodostuu ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutuksesta, jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmien apulaitteiden sähköenergiankulutuksesta sekä valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sähköenergiankulutuksesta. Osana lämmitysjärjestelmää lasketaan myös sähkö, joka käytetään tilojen sekä tuloilman lämmitykseen. Valaistuksen ja kuluttajalaitteiden vuotuinen sähköenergian kulutus, jota rakennuksessa käytetään, lasketaan energiatehokkuusasetuksen 11 §:n mukaisesti niiden lämpökuormasta. Niiden sähköenergian kulutus on samansuuruinen kuin niiden lämpökuorma. Valaistuksen ostoenergiankulutus lasketaan myös energiatehokkuusasetuksen 11§:n mukaan sellaisissa tapauksissa, joissa otetaan huomioon rakennuksen tarpeiden mukainen valaistus tai laskennassa käytetään vakioitua käyttöä pienempiä valaistustehoja (Finlex 1048/2017, 18).

4.3.7 Lämpökuormat

Rakennuksen lämpökuormat muodostuvat muun muassa ihmisistä, valaistuksesta, sähkölaitteista sekä rakennuksen sisälle ikkunan kautta tulevasta auringon säteilyenergiasta. Lämpökuormista tulevaa lämpöenergiaa voidaan hyödyntää rakennuksen lämmityksessä. Sen edellytyksenä on kuitenkin, että samanaikaisesti rakennuksessa esiintyy lämmityksen tarve (Ympäristöministeriö 2018, 31–36).

4.3.8 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmän energiankulutus saadaan kun lasketaan tilojen sekä ilmanvaihdon ja lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarpeet ja otetaan huomioon lämmönluovutuksen, lämmönjaon, lämmönvarastoinnin häviöt ja lämmöntuoton vaikutus. Alla esitetty kuva kuvaa lämmitysjärjestelmälaskennan periaatetta.



Kuva 8 Lämmitysjärjestelmälaskennan periaate (Ympäristöministeriö 2018, 39).

5 CASE MYLLYKATU 15

Tämän opinnäytetyön tutkimuskohteena on Kiinteistö Oy Myllykatu 15 Ab. Rakennus sijaitsee Vaasan Klemetilän alueella. Kohde kuuluu kolmanteen käyttötarkoituusluokkaan eli toimisto rakennuksiin. Kohteessa on vuokralla tällä hetkellä useita eri yrityksiä ja näiden lisäksi sen tiloissa toimii myös seurakunta.

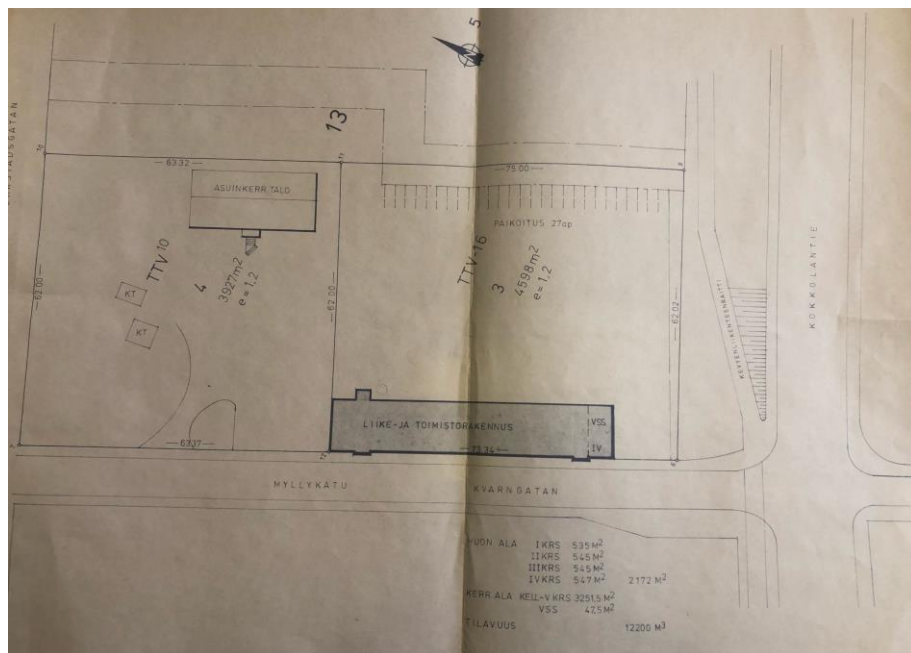
5.1 Rakennuksen historiaa

Rakennuksen on suunnitellut Suunnittelija Antti Lepistö. Se on rakennettu vuonna 1945 ja siinä on neljä kerrosta sekä kellari. Julkisivultaan punatiilisessä rakennuksessa on bitumihuopakatteinen tasakatto ja sen runko on tiiltä sekä betonia. Rakennuksen perusta on betonia.

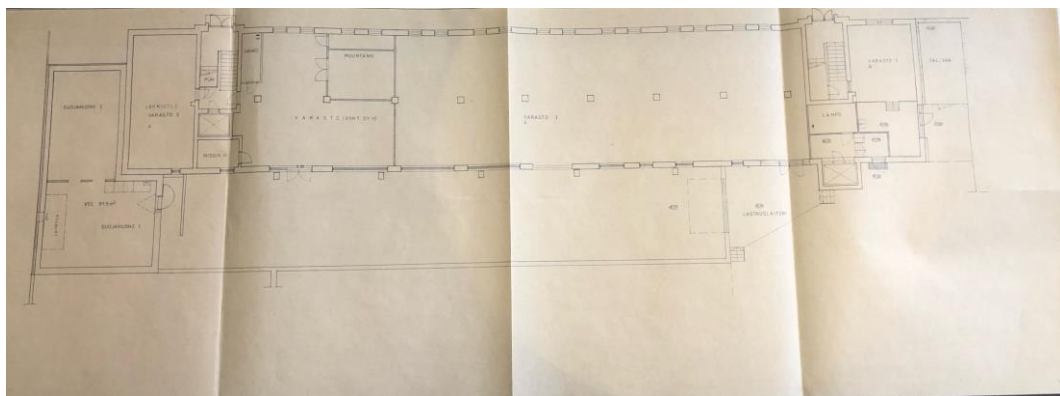
Alun perin rakennuksen on omistanut Turkisteollisuus Oy, jolloin rakennuksessa toimi päällysvaatteita valmistava tehdas. Vuonna 1947 rakennukseen tehtiin Lepistön suunnittelemaa huonetilamuutoksia ja vuonna 1957 rakennukseen rakennettiin Suunnittelija Rakennusmestari H. Hakolan suunnittelema lastauslaituri. Hakolan on suunnitellut myös vuonna 1961 toteutetut sisäiset muutokset. Rakennukseen tehtiin peruskorjaus vuonna 1988, jolloin esimerkiksi ikkunapuitteisiin tuli uusi jako. Peruskorjauksen suunnittelijana toimi Suunnittelutoimisto K.E Nyman.

Rakennus on historiallisesti arvokas, sillä se edustaa Vaasan teollisuushistoriaa, sekä sodan jälkeistä teollisuusrakentamista (Pohjanmaan museo 2006, 20).

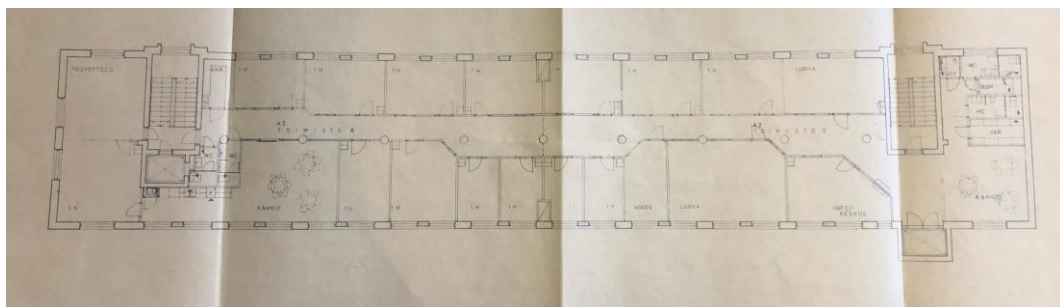
5.2 Pohjapiirrustukset



Kuva 9 Asemakaava



Kuva 10 Kellarikerros



Kuva 11 1. kerros

6 ENERGIATODISTUS

6.1 Kohteen tiedot

- Rakennuksen nimi: Myllykatu 15 Fastighets Ab Kiinteistö Oy Myllykatu 15
- Rakennustunnus: 103141598A
- Rakennusvuosi: 1945
- Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: Toimistorakennukset
- Laatimisvaihe: Olemassa olevat rakennukset
- Havaintokäynti: 4.10.2021.

6.2 Tulokset

Alla olevassa taulukossa on ilmoitettu Etlas PRO -ohjelman avulla saadut tiedot rakennuksen energiatodistuksesta.

Taulukko 5 Yhteenveto rakennuksen energiatehokkuudesta

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA				
Laskennallinen ostoenergiankulutus ja energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku)				
Lämmitetty nettoala : 3378 m ²				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus: Kaukolämpö/vesiradiaattori				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus: Koneellinen tulo ja poisto				
Käytettävä energiamuoto	Vakioidulla laskettu ostoenergia	käytöllä	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	-	kWh _E /(m ² vuosi)
Sähkö	201419	59,63	1,2	71,55
Kaukolämpö	692265	204,93	0,5	102,47
Energiatohokkuuden vertailuluku (E-luku)				175

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Toimistorakennukset			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1945	Lämmitetty nettoala	3378 m ²	
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q ₅₀	21,7	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	U×A W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	1911 m ²	0,28 W/(m ² K)	535,1 W/K	30,8
Yläpohja	550 m ²	0,22 W/(m ² K)	121,0 W/K	7,0
Alapohja	530 m ²	0,36 W/(m ² K)	190,8 W/K	7,5

Ikkunat	368,4 m ²	2,1 W/(m ² K)	773,4 W/K	44,5
Ulko-ovet	14 m ²	1,4 W/(m ² K)	19,6 W/K	1,1
Kylmäsiilat	-	-	157,2 W/K	9,1
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g _{kohtisuora} -arvo	
Pohjoinen	-	-	-	
Koillinen	-	-	-	
Itä	162,5 m ²	2,1 W/(m ² K)	0,60	
Kaakko	-	-	-	
Etelä	26,5 m ²	2,1 W/(m ² K)	0,60	
Lounas	-	-	-	
Länsi	179,3 m ²	2,1 W/(m ² K)	0,60	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:		Koneellinen tulo ja poisto		
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s)/(m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jääty misen esto °C

Pääilmanvaihtokoneet	2,553/2,553	2,5	-	-
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	2,553/2,553	2,5	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän vuosihyötysuhde:	LTO:n		0 %	
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Kaukolämpö/vesiradiaattori			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin	Apulaitteiden sähkönkäyttö kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	0,97	0,77	-	2,07
Lämpimän käyttöveden valmistus	0,00	0,82	-	0,0
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Lämmin käyttövesi				

	Ominaiskulutus $\text{dm}^3/(\text{m}^2 \text{ vuosi})$	Lämmitysenergian nettotarve $\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ vuosi})$		
LKV:n käyttö	103	6		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m^2	Kuluttajalaitteet W/m^2	Valaistus W/m^2
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	0,7	5	12	-
Valaistus	0,7	-	-	10

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET	
Rakennuskohde	
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Toimistorakennukset
Rakennuksen lämmitetty nettoala	3378
E-luku, $\text{kWh}_E/(\text{m}^2 \text{ vuosi})$	175
E-luvun erittelyt	

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergi a kWh/vuosi	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh _E /vuosi	kWh _E /(m ² vuosi)
Sähkö	201 419	1,2	241 703	71,55
Kaukolämpö	692265	0,5	346 132	102,47
YHTEENSÄ	893 684		587 835	174,02
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
Lämpöpumpun lämmönlähteestä ottama energia	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
	8468	2,51		
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
	Sähkö kWh/(m ² vuosi)		Lämpö kWh/(m ² vuosi)	
Lämmitysjärjestelmä:				
Tilojen lämmitys	2		104,77	
Tuloilman lämmitys	-		94,01	
Lämpimän käyttöveden valmistus	-		-	
			-	
			-	

Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergia:	16,55	-
Jäähdytysjärjestelmä:	41,01	-
Kuluttajalaitteet ja valaistus:		
YHTEENSÄ	59,56	198,79
Energian nettotarve		
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys	270 746	80,15
Ilmanvaihdon lämmitys	317 581	94,01
Lämpimän käyttöveden valmistus	20296	6
Jäähdytys		
Lämpökuormat		
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Aurinko	66 476	19,7
Ihmiset	31 485	9,3
Kuluttajalaitteet	75 563	22,4

Valaistus	62 970	18,6
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	www.etlas.fi v.5.1.0 (27.2.2021)	

TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS		
Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta.		
Toteutunut ostoenergiankulutus		
Lämmitetty nettoala 3378 m ²		
Ostettu energia	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Kaukolämpö	30000	8,9
Kokonaissähkö	75000	22,2
Toteutunut ostoenergia yhteensä	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Sähkö yhteensä	75000	22,2
Polttoaineet yhteensä	30000	8,9
YHTEENSÄ	10500	31,1

6.3 Energiatohokkuuden parantaminen

Ikkunoiden tiivisteiden sekä puuosien kunnon tarkistus sekä ulko-ovien kunnon tarkistus. Puu-alumiini-ikkunoiden sisä- sekä ulkopuolinen tarkistus tulee tehdä

aina viiden vuoden välein. Ikkunoiden säännöllinen sekä suunnitelmallinen kunnossapito on edullisempaa, kuin ikkunoiden uusiminen kokonaan. Säännöllinen huolto auttaa ennaltaehkäisemään vaurioita, siten etteivät ne pääse muodostumaan liian pitkälle. Sään aiheuttamasta rasituksesta kärsivät eniten etelä- ja länsipuolen sekä ylimmän kerroksen ikkunat.

Pattereiden kunnan sekä termostaattien toimivuus tulisi tarkistaa. Vesikiertoiselle lämmitysjärjestelmälle on tärkeää, että se on säädetty oikein. Näin vältetään lämmitysenergian hukkaan kulumiselta. Epätasapainossa oleva lämmitysjärjestelmä lisää lämmitysenergian turhaa kulutusta ja korkea lämpötila laskee sisäilmassa olevaa suhteellista kosteutta, mikä lisää käyttäjien tyytymättömyyttä sisäilmastoon (Pylsy, P., Virta, J. 2011. 107–108).

Energiatehokkuuden parantamiseksi olisi myöskin vaihtoehtona selvittää olisiko kannattavaa hankkia katolle aurinkopaneelit. Aurinkopaneelien avulla voidaan vähentää ostosähköntarvetta.

7 LOPPUPÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia energiatodistus case kohteelle Kiinteistö Oy Myllykatu 15 Ab. Case kohde sijoittui energialuokkaan D. Teoria osan materiaalia tutkiessa tyypillisesti tämän ikäiset rakennukset sijoittuivat luokkaan E. Energialuokkaan C sijoittuu yleensä uudisrakentamisen kohteet. Case kohteen rakennus on julkisivultaan hyvässä kunnossa, vaikka se sijaitsee vilkkaasti liikennöidyn tien vieressä. Tämän lisäksi kohdetta ovat rasittaneet vieressä olleet rakennustyömaat. Liikenteen ja rakennustyömaan äänet eivät kuitenkaan kuuluneet häiritsevästi sisätiloihin tarkastusta tehtäessä.

7.1 Tutkimuksen luotettavuus

Energiatodistusta laadittaessa käytin apuna Etlas PRO -ohjelmaa ja koin ohjelman käytön antavan luotettavan tuloksen. Tarkkojen arvojen puuttuessa oli ohjelmassa mahdollisuus valita lakisääteisiä taulukkoarvoja. Samaan kiinteistöön kuuluu myös toinen kiinteistö, joten arvioit sähkön ja kaukolämmön kulutuksesta on otettu vastaavan kokoisen toimistorakennuksen käytöstä, sillä kiinteistöjen kulutukset kuuluivat samalle laskulla, eikä niitä ollut mahdollista eriyttää.

7.2 Validiteetti

Validiteetti eli oikeellisuus ilmaisee sen, kuinka hyvin tutkimuksen mittausmenetelmä mittaa tutkimuskohteen ominaisuutta (Tilastokeskus 2021, Avointiede.fi 2021). Tutkimus on validi, kun aineiston analyysimittarit mittaavat sitä, mitä niiden oli tarkoitus mitata (koppa.fi 2021)

Rakennuksen iän huomioon ottaen siitä oli hyvin rajallisesti rakennusfysikaalista tietoa saatavilla, joten pyrin tutkimaan mahdollisimman paljon rakennuksen rakennusajankohdan sekä peruskorjauksen ajankohdan rakennustekniikka, jotta saisin olosuhteiden kannalta mahdollisimman valideja arvoja.

Energiatodistuksen laadinta pohjautui hyvin teoriaosaan ja teoriaosan kirjoittaminen antoi hyvän pohjan käytännönosuuden laatimiselle.

7.3 Reliabiliteetti

Reliabiliteetti ilmaisee miten luotettavasti sekä toistettavasti käytetty mittari mittaa haluttua ilmiötä (Tilastokeskus 2021).

Tarkasteltaessa energiatodistuksen tulosta uskon, että tarkempi lopputulos olisi saavutettu tarkempia mittareita esimerkiksi lämpökameraa ja ilmanpainemittaria käytettäessä. Opinnäytetyö kuitenkin ajoittui kesäaikaan ja lämpökameran lämpökuvaukselle otollisin ajankohta on marraskuusta huhtikuulle. Tulokseen olisi varmasti vaikuttanut myös rakenteiden tarkempi tarkastelu. Energiatodistuksen laatiminen kuntotarkastuksen yhteydessä antaisi varmemman tuloksen.

7.4 Pohdinta

Opinnäytetyön aiheesta löytyi runsaasti materiaalia. Teoriaosuuden rajaaminen tuntui alkuun haastavalta, sillä aiheesta tosiaan löytyi paljon erilaista tietoa. Otollisin aikataulu opinnäytetyön tekemiselle olisi ehkä ollut talviaikaan, mutta oman aikataulun kannalta se ei ollut mahdollista. Talviaikana olisi pystynyt hyödyntämään lämpökameraa.

7.5 Jatkotutkimusmahdollisuudet

Mahdollisia jatkotutkimusaiheita voisi olla kuntotarkistuksen teko ja sen yhteydessä pystyttäisiin suorittamaan uusi tarkempaa tietoa antava energiatodistus. Lisäksi olisi mahdollista tehdä kiinteistönkäyttäjien kulutustottumuksista seuranta ja tarkkailla miten kiinteistön toimistotiloja käyttävät ottavat huomioon oman energiankulutuksensa kiinteistössä.

LÄHTEET

- Avointiede 2021. Avointiede.fi verkkosivut. Viitattu 5.11.2021.
<https://avointiede.fi/fi/ajankohtaista/todennettavuus-ja-toistettavuus>
- Jyväskylän yliopisto. 2021. Tutkimuksen toteuttaminen. Viitattu 5.11.2021.
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/tutkimusprosessi/tutkimuksen-toteuttaminen>
- L 50/2013. Laki rakennuksen energiatodistuksesta. Finlex. Viitattu 14.7.2020.
<https://ww.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130050>.
- LVI 10-10397. Rakennusten lämmitys. 2006. Viitattu 7.10.2021.
- Motivan verkkosivut 2021.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatodistusneuvonta/mika_on_energiatodistus/milloin_energiatodistus_tarvitaan_ja_milloin_ei. Viitattu 16.9.2021.
- Motivan verkkosivut 2021.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatodistusneuvonta/mika_on_energiatodistus/nain_luet_energiatodistusta. Viitattu 7.10.2021.
- Myyryläinen, L. 2019. Rakennusten elinkaari, energia ja kunto. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- Pohjanmaan museo. 2006. Klemetilä pohjoinen II, AK 937 Rakennusinventointi.
<https://docplayer.fi/49660103-Klemettila-pohjoinen-ii-ak-937-rakennusinventointi.html>
- Pylysy, P. 2013. Taloyhtiön energiatodistus – mitä, miten, milloin?. Helsinki. Kiinteistöalan kustannus Oy.
- Pylysy, P., Virta, J. 2011. Taloyhtiön Energiakirja. Helsinki. Kiinteistöalan Kustannus Oy.
- Raksystems.fi verkkosivut. Viitattu 7.10.2021.
<https://raksystems.fi/ajankohtaista/miten-asua-energiatehokkaasti/>.
- RIL 255-1. Suomen Rakennusinsinöörienliitto RIL ry. 2014. Rakennusfysiikka I. Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset. Helsinki. Tammerprint.
- RT 18-11293. Energiatodistus. 2018. Viitattu: 14.7.2021.
- Sisäilmayhdistys ry verkkosivut. Viitattu 7.10.2021
<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Ilmanvaihdon-vaikutus>.

Sähkötieto ry. 2017. Rakennusten energiatehokkuus. ST-ohjeisto 15. Espoo. Grano Oy.

The Finnish Association of HVAC Societies FINAVC ry verkkosivut. IV-suunnitelun oppaat. Viitattu 7.10.2021. <https://finvac.org/iv-oppaat/>.

Tilastokeskus. 2021. Tilastokeskuksen verkkosivut. Viitattu 5.11.2021. <https://www.stat.fi/meta/kas/validiteetti.html>.

Tilastokeskus. 2021. Tilastokeskuksen verkkosivut. Viitattu 5.11.2021. <https://www.stat.fi/meta/kas/reliabiliteetti.html>.

Valtioneuvoston asetus 788/2017. Finlex. Viitattu 7.10.2021 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170788>.

Ympäristöministeriö. 2018. Energiatodistusopas 2018. Rakennuksen energiatodistus ja E-luvun määrittäminen 1.11.2018. Viitattu: 8.7.2021. <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B5DA79466-F15E-4FC9-9C76-46AE002B7FF6%7D/141249>.

LIITTEET

LIITE 1

ENERGIATODISTUS 2018																	
Rakennuksen nimi ja	Myllykatu 15 Fastighets Ab Kiinteistö Oy Myllykatu 15 65100 Vaasa																
Rakennustunnus:	1031411598A																
Rakennuksen	1945																
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	Toimistorakennukset																
Laatimisvaihe:	Olemassa oleva rakennus																
Havaintokäynnin	04.10.2021																
Todistustunnus:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Energiatohokkuusluokka</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>← D</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td> </tr> <tr> <td>G</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Energiatohokkuusluokka	A		B		C		D	← D	E		F		G	
	Energiatohokkuusluokka																
A																	
B																	
C																	
D	← D																
E																	
F																	
G																	
	kWh _e / (m ² vuosi)																
Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-	175																
Uuden rakennuksen E-luvun	← 100																
Todistuksen laatija:	Yritys:																
Allekirjoitus:																	
Todistuksen laatimispäivä:	Viimeinen voimassaolopäivä:																

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIAATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala	3378.0			
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Kaukolämpö / vesiradiaattori			
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Koneellinen tulo ja poisto / ei LTO:a			
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
Sähkö	201 419	59.63	1.2	71.55
Kaukolämpö	692 265	204.93	0.5	102.47
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	138 533	41.01		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku):				175

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokittelustaiteikko

Luokkien rajat asteikolla

Toimistorakennukset

A: ... 80	B: 81 ... 120	C: 121 ... 170
D: 171 ... 200	E: 201 ... 240	F: 241 ... 300
G: 301 ...		

Tämän rakennuksen E-luokka

D

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiankulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

ENERGIAATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Suosituksia on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden"

E -LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Toimistorakennukset			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1945	Lämmitetty nettoala	3378.0 m ²	
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q ₅₀	21.7 m ³ /(h m ²)			
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöistä %
Ulkoseinät	1911.0	0.28	535.1	30.8
Yläpohja	550.0	0.22	121.0	7.0
Alapohja	530.0	0.36	190.8	7.5
Ikkunat	368.3	2.10	773.4	44.5
Ovet	14.0	1.40	19.6	1.1
Kylmäsiilat			157.2	9.1
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g _{poistovesi} -3rvo	
Pohjoinen				
Koillinen				
Itä	162.5	2.10	0.60	
Kaakko				
Etelä	26.5	2.10	0.60	
Lounas				
Länsi	179.3	2.10	0.60	
Luode				
Kattoikkuna				
Valokupu				
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Koneellinen tulo ja poisto / ei LTO:a			
	Ilmavirta tulo / poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP -luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto °C
Pääilmanvaihtokoneet	2.553 / 2.553	2.50	-	-
Erillispoistot			-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	2.553 / 2.553	2.50	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n	0.0 %			
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Kaukolämpö / vesiradiaattori			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin*	Apulaitteiden sähkönkäyttö ² kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.97	0.77	-	2.07
Lämpimän käyttöveden valmistus	0.00	0.82		0.00
* vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
* lämpöpumppujärjestelmää voi sisällyttää lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökerrotimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	-	-		
Ilmalämpöpumppu	-	-		

Jäähdytysjärjestelmä				
Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
LKV:n käyttö	103	6.0		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	-	5.0	12.0	
Valaistus	0.7			10.0

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoituksluokka	Toimistorakennukset			
Rakennuksen	1945			
Lämmitetty nettoala,	3378.0			
E-luku, kWh _e / (m ² vuosi)	175			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWh _e /vuosi kWh _e /(m ² vuosi)	
Sähkö	201 419	1.2	241 703	71.55
Kaukolämpö	692 265	0.5	346 132	102.47
YHTEENSÄ	893 684		587 835	174.02
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
Lämmitysjärjestelmä		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys*		2.00	104.77	
Tuloilman lämmitys			94.01	
Lämpimän käyttöveden valmistus				
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergia		16.55		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		41.01		
YHTEENSÄ		59.56	198.79	
<small>* Ilmanvaihdon lämmitys ilmapumpun lämmityksellä ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen</small>				
Energian nettoarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys*		270 746	80.15	
Ilmanvaihdon lämmitys*		317 581	94.01	
Lämpimän käyttöveden valmistus		20 296	6.0	
Jäähdytys				
<small>* sisällä vuotolma, korvausilman ja lämmitys ilmapumpun lämmityksellä</small>				
<small>* sisäilma ilman lämmityksen kanssa</small>				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		66 476	19.7	
Ihmiset		31 485	9.3	
Kuluttajalaitteet		75 563	22.4	
Valaistus		62 970	18.8	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöistä				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.etlas.fi v.5.1.0 (27.2.2021)		

TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta.

Toteutunut ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala 3378,0 m²

Ostettu energia	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Kaukolämpö	30 000	8,9
Kokonaissähkö	75 000	22,2
Kiinteistö sähkö	0,0	0,0
Käyttäjäsähkö	0,0	0,0
Kaukojäähdytys		

Ostetut polttoaineet *	polttoaineen määrä vuodessa	yksikkö	muunnoskerroin kWh:ksi	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Kevyt polttoöljy		litra	10		
Pilkkeet (havu- ja sekapuu)		pino-m ³	1300		
Pilkkeet (koivu)		pino-m ³	1700		
Puupelletit		kg	4,7		

* Ostetut kaikkien polttoaineiden määrät arvioituna (yksiössä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintät".

Toteutunut ostoenergia yhteensä

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Sähkö yhteensä	75 000	22,2
Kaukolämpö yhteensä	30 000	8,9
Polttoaineet yhteensä		
Kaukojäähdytys		
YHTEENSÄ:	105 000	31,1

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttöajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Laskennallisessa tarkastelussa nämä asiat on vakioitu. Taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näiden syiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergiankulutukseen.

TOIMENPIDE-EHDOTUKSET ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMISEKSI				
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia				
Huomiot - ulkoseinät, ovet ja ikkunat				
Ikkunoiden tiivisteet sekä puuosien tarkastus ja ulko-ovien toimivuuden tarkastus. Säännöllisellä tarkistuksella ja huollolla pystytään ennalta ehkäisemään isompia remonteja ja vähentämään tilojen vetoisuutta sekä lisäämään kiinteistön käyttäjien käyttömukavuutta.				
Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut				
1	Ei toimenpide-ehdotuksia			
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh _e /(m ² vuosi)
1				
2				
3				
Huomiot - ylä- ja alapohjat				
Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut				
1	Ei toimenpide-ehdotuksia			
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh _e /(m ² vuosi)
1				
2				
3				
Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät				
Pattereiden tarkistus ja huolto. Termostaattien toimivuuden tarkistaminen sekä säätö.				
Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut				
1	Ei toimenpide-ehdotuksia			
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh _e /(m ² vuosi)
1				
2				
3				

Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät				
Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut				
1	Ei toimenpide-ehdotuksia			
2				
3				
	Lämpö, ostoenergian säästö	Sähkö, ostoenergian säästö	Jäähdytys, ostoenergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh _y /(m ² vuosi)
1				
2				
3				
Huomiot - valaistus, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät				
<p>Rakennukseen voisi kartoittaa olisiko mahdollisesti kannattavaa hankkia aurinkopaneelit. Niiden avulla pystytään vähentämään ostosähkön tarvetta.</p>				
Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut				
1	Ei toimenpide-ehdotuksia			
2				
3				
	Lämpö, ostoenergian säästö	Sähkö, ostoenergian säästö	Jäähdytys, ostoenergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh _y /(m ² vuosi)
1				
2				
3				
Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon				
<p>Toimistorakennuksen suunnitelmallinen kunnossapito ja teknisten laitteiden säännöllinen huolto parantaa kiinteistön energiatehokkuutta.</p>				
Lisätietoja energiatehokkuudesta				
<p>Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä, www.motiva.fi www.motiva.fi</p>				