



# **1960-luvun asuinkerrostalon energiaremontin ratkaisut energia-avustuksen saamiseksi**

Jonathan Bärlund

Opinnäytetyö  
Energi- och miljöteknik  
2022

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Energi- och miljöteknik
Tunnistenumero:	8581
Tekijä:	Jonathan Bärlund
Työn nimi:	1960-luvun asuinkerrostalon energiaremontin ratkaisut energia-avustuksen saamiseksi
Työn ohjaaja (Arcada):	Harri Anukka
Toimeksiantaja:	Planera Oy
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella energia-avustuksen hakuprosessia 1960-luvulla rakennetun asuinkerrostaloyhtiön näkökulmasta sekä esitellä korjaustoimenpiteet, joilla energia-avustuksen myöntämiselle vaadittava energiatehokkuuden parannus saavutetaan. Oletuksena ennen työn aloittamista oli, että kyseisellä taloyhtiöllä olisi edellytykset avustuksen saamiselle. Työssä esitellyt tiedot ARA:n myöntämästä energia-avustuksesta saatiin tarkastelemalla avustusta koskevia asetuksia ja ohjeita. Rakennuksen energiatehokkuuden parannus todennetaan energia-avustushakemuksessa esittelemällä korjaustoimenpiteiden vaikutusta laskennallisen energiatehokkuuden vertailulukuun (E-lukuun). Rakennuksen rakentamisajankohdan ja korjausten jälkeinen E-luku laskettiin D.O.F. tech Oy:n <a href="http://www.laskentapalvelut.fi">www.laskentapalvelut.fi</a> energialaskentaohjelmistolla. Työssä tarkasteltiin yksittäisten korjaustoimenpiteiden vaikutusta E-lukuun ja rakennuksen saattamista lähes nollaenergiatasolle esiteltiin teoreettisella tasolla. E-lukuja vertailemalla työssä todettiin, että taloyhtiöllä on edellytykset avustuksen saamiselle suunnitelluilla toimenpiteillä. Korjaustoimenpiteiden kustannuksia ja niiden tuomia säästöjä tarkasteltiin laitetoimittajan tarjouksen avulla. Työssä ei otettu kantaa korjaushankkeen kokonaiskustannuksiin. Taloyhtiölle myönnettävän energia-avustuksen määrän arvioitiin olevan 39 175–48 000 €. Työ tehtiin yhteistyössä Planera Oy:n kanssa. Planera Oy on korjausrakentamiseen erikoistunut suunnittelutoimisto, jonka toimialueena on pääkaupunkiseutu.</p>	
Avainsanat:	Energia-avustus, E-luku, korjausrakentaminen, Planera Oy
Sivumäärä:	43
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	31.5.2022

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och miljöteknik
Identifikationsnummer:	8581
Författare:	Jonathan Bärlund
Arbetets namn:	1960-luvun asuinkerrostalon energiaremontin ratkaisut energia-avustuksen saamiseksi
Handledare (Arcada):	Harri Anukka
Uppdragsgivare:	Planera Oy
<p>Sammandrag:</p> <p>Syftet med examensarbetet var att undersöka ansökningsprocessen för energiunderstöd från ett husbolags synvinkel byggt på 1960-talet. Arbetet skulle också presentera de korrigerande åtgärderna som möjliggör energieffektiviseringen, som krävs för att energiunderstödet skall beviljas. Antagandet innan arbetet påbörjades var, att det ifrågasvarande bostadsbolaget skulle vara berättigat till understöd. Informationen som presenterades i arbetet om understödet som beviljas av ARA, erhöles genom att undersöka förordningar och anvisningar för energiunderstödet. Förbättringen av byggnadens energiprestanda verifieras i energiunderstödsansökan genom att redovisa för åtgärdernas inverkan på det beräknade E-talet. Byggnadens ursprungliga och nya E-tal, beräknades med hjälp av D.O.F. tech Oy:s programvara <a href="http://www.laskentapalvelut.fi">www.laskentapalvelut.fi</a>. De enskilda reparationsåtgärdernas inverkan på E-talet undersöktes och metoder för hur byggnaden kunde föras till en nära-nollenergibygnad presenterades på en teoretisk nivå. I samband med jämförelsen av E-talen, konstaterades att husbolaget har förutsättningar för att få understöd med de planerade reparationsåtgärderna. Kostnaderna för reparationerna och de medförda besparingarna undersöktes med hjälp av produktleverantörens anbud. Arbetet behandlade inte den totala kostnaden för reparationsprojektet. Energiunderstödet som husbolaget kommer att beviljas uppskattades vara 39 175–48 000 €. Examensarbetet utfördes i samarbete med Planera Oy. Planera Oy är en ingenjörbyrå specialiserad på renoveringsbyggande och företagets huvudsakliga verksamhetsområde är huvudstadsregionen.</p>	
Nyckelord:	Energiunderstöd, E-tal, renovering, Planera Oy
Sidantal:	43
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	31.5.2022

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Energi- och miljöteknik
Identification number:	8581
Author:	Jonathan Bärlund
Title:	1960-luvun asuinkerrostalon energiaremontin ratkaisut energia-avustuksen saamiseksi
Supervisor (Arcada):	Harri Anukka
Commissioned by:	Planera Oy
<p>Abstract:</p> <p>The aim of this thesis was to examine the application process for an energy subsidy, from the perspective of a residential apartment building built in the 1960s and to present the corrective measures to achieve the energy efficiency improvement required for the granting of an energy subsidy. The assumption before work on the thesis began, was that the housing company in question would be eligible for the grant. The information presented in the thesis about the energy subsidy granted by ARA, was obtained by examining the regulations and instructions for the subsidy. The improvement in energy efficiency of a building is verified in the energy subsidy application, by presenting the effect of the remedial measures on the calculated E-figure. The original and the new E-figure of the building, was calculated by using an energy calculation software made by D.O.F. tech Oy. The effect of individual repair measures on the E-figure was examined and methods for improving energy efficiency of the building to a near-zero energy level was presented on a theoretical level. By comparing the E-figures, the conclusion was that the housing company has the prerequisites for receiving the grant with the planned measures. The costs of the repairs and the savings they brought, were examined with the help of an offer done by the supplier. The total cost of the repair project was not studied in this thesis. The estimated amount of energy subsidy being granted to the housing company was 39 175–48 000 €. The thesis was done in cooperation with Planera Oy, which is an engineering firm specializing in repair construction. The firm operates in the Helsinki metropolitan area.</p>	
Keywords:	Energy subsidy, E-figure, repair construction, Planera Oy
Number of pages:	43
Language:	Finnish
Date of acceptance:	31.5.2022

# SISÄLTÖ

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>ENERGIA-AVUSTUS</b>	<b>9</b>
2.1	Vaatimukset energia-avustuksen saamiselle	9
2.2	Avustuksen määrä ja avustettavat kustannukset	11
2.3	Energia-avustushakemus	12
2.4	Avustuksen maksu	13
<b>3</b>	<b>RAKENNUKSEN NYKYTILANNE</b>	<b>15</b>
3.1	Lähtötiedot	15
3.2	Rakentamisajankohdan E-luku	16
<b>4</b>	<b>KORJAUSTEN JÄLKEINEN E-LUKU</b>	<b>19</b>
4.1	Aiemmin tehdyt korjaukset	19
4.2	Uuden E-luvun laskenta	19
4.3	Toimenpiteiden vaikutus E-lukuun	20
4.4	Rakennuksen saattaminen lähes nollaenergiatasolle	22
<b>5</b>	<b>ENERGIAREMONTIN KUSTANNUKSET JA SÄÄSTÖT</b>	<b>24</b>
5.1	Korjaustoimenpiteiden kustannukset	24
5.2	Korjaustoimenpiteiden tuomat säästöt	25
5.3	Energia-avustuksen vaikutus kustannuksiin	26
<b>6</b>	<b>YHTEENVETO</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>28</b>
	<b>Lähteet</b>	<b>32</b>
	<b>Liitteet</b>	<b>34</b>

## **Kuvat**

Kuva 1. E-lukuun vaadittavat parannukset rakennustyyppittäin [5, s. 5].....	10
Kuva 2. Rakenteiden lähtötiedot E-lukulaskennassa.....	18
Kuva 3. Laittoimittajan tarjous. ....	25

## **Taulukot**

Taulukko 1. Toimenpiteiden kustannusten huomiointi avustuksen laskennassa. ....	11
Taulukko 2. Rakennuksen lähtötiedot. ....	15
Taulukko 3. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet ennen 1976 rakennetuille rakennuksille [7, s. 9]. ....	16
Taulukko 4. Korjaustoimenpiteiden vaikutus E-lukuun.....	21
Taulukko 5. Korjaustoimenpiteet lähes nollaenergiatason saavuttamiseksi. ....	23

## Lyhenteet ja termit

ARA	Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus.
E-luku	Rakennuksen laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluku. Lasketaan jakamalla energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vakioituun käyttöön perustuva laskennallinen ostoenergian kulutus rakennuksen lämmitettyä nettoalaa kohden vuodessa ( $kWh_E/(m^2 \text{ vuosi})$ ).
LTO	Lämmön talteenottojärjestelmä.
LVK	Lämpimän käyttöveden kiertojärjestelmä.
SPF-luku	Seasonal performance factor. Kuvaa lämpöpumpun vuosihyötysuhdetta.
U-arvo	Rakenteen lämmönläpäisykerroin ( $W/(m^2K)$ ).
VNA	Valtioneuvoston asetus.
Wp	Wattiipikki. Kuvaa aurinkopaneelin tuottamaa huipputehoa standardiolosuhteissa mitattuna.
YMA	Ympäristöministeriön asetus.

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella asuinkerrostalon energia-avustuksen hakuprosessia putkiremontin yhteydessä ja esitellä korjausratkaisut avustuksen saamiseksi. Oletuksena ennen laskelmia ja tarkasteluja on, että asunto-osakeyhtiöllä on edellytykset energia-avustuksen saamiseksi. Työssä tehtävät laskelmat, selvitykset ja tarkastelut rajataan olemassa olevan asuinkerrostalon remonttiin ja siihen liittyvään energia-avustukseen. Kyseinen rakennus on 1966 Helsingissä rakennettu 3-kerroksinen asuinkerrostalo.

Valtion asuntorahaston varoista myönnettävän energia-avustuksen energiatehokkuutta koskevat vaatimukset on kytketty vuotuista keskikulutusta kuvaavaan E-lukuun. E-luvun paraneminen suoritettavilla toimenpiteillä tulee esittää avustushakemukseen liitettävällä selvityksellä. Työssä esitellään laskentaohjelmistolla lasketut rakennuksen rakentamisajankohdan ja korjausten jälkeinen E-luku, sekä tarkastellaan korjaustoimenpiteiden vaikutusta E-lukuun. Avustusten myöntämisestä päättää Asumisen rahoitus- ja kehittämisskeskus ARA.

Työ tehtiin yhteistyössä Planera Oy:n kanssa. Planera Oy on 2015 perustettu korjausrakentamiseen erikoistunut suunnittelutoimisto, jonka toimialueena on pääkaupunkiseutu. Yrityksen tarjoamiin palveluihin kuuluu hanke- ja toteutussuunnittelu sekä valvonta- ja projektinjohtopalvelut. Yritys tarjoaa myös erilaisia lisäpalveluja kuten tämän opinnäytetyön aiheeseen liittyvän energia-avustushakemuksen laatiminen.



## 2 ENERGIA-AVUSTUS

Seuraavissa luvuissa käsitellään energia-avustukseen liittyviä vaatimuksia ja asetuksia sekä mitä nämä käytännössä tarkoittavat asuinkerrostaloyhtiön energia-avustushakemusprosessin kannalta.

### 2.1 Vaatimukset energia-avustuksen saamiselle

Energia-avustuksen tarkoituksena on kannustaa pientalojen omistajia ja asuinrakennuksia omistavia yhteisöjä tekemään rakennusten energiatehokkuutta parantavia investointeja. Avustuksella pyritään myös lisäämään omavaraisen ja uusiutuvan energian käyttöä ja tuottamista. Energia-avustuksen vaatimuksista säädetään valtioneuvoston asetuksessa *Valtioneuvoston asetus asuinrakennusten energia-avustuksista vuosina 2020–2022 (VNA 1341/2019)* 3, 4 ja 5 §:ssä.

Avustusta voidaan myöntää pientalon omistajalle ja asuinrakennuksen omistavalle yhteisölle. Taloudellista toimintaa harjoittaville yhteisöille avustusta ei voida myöntää.

[1, 5 §] Asuinrakennuksen omistava yhteisö on esimerkiksi tämän työn tarkastelun kohteena oleva asuinkerrostalon asunto-osakeyhtiö.

Avustettavien toimenpiteiden tulee olla tarkoituksenmukaisia ja toimenpiteistä ei saa aiheutua vaaraa tai haittaa. Jos korjaustoimenpiteet on aloitettu ennen hakemuksen toimitamista ARA:lle, avustusta ei voida enää myöntää. Sama pätee myös tilanteessa, jossa avustettavalle toimenpiteelle on myönnetty muuta julkista avustusta tai avustuksen hakijalle on aiemmin myönnetty asetuksen mukaista avustusta. [1, 4 §]

Energiatehokkuuden parantamiseen liittyvissä vaatimuksissa VNA 1341/2019 viittaa ympäristöministeriön asetuksen (*Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä (YMA 4/13)*) seitsemänteen pykälään, jossa energiatehokkuuden parantaminen on kytketty rakennuksen E-luvun pienentämiseen. Avustuksen saamiseksi VNA 1341/2019 edellyttää että E-lukua saadaan pienennettyä YMA 4/13:n vaatimasta tasosta vielä 20 % tai 30 %, talotyypistä riippuen. [1, 3 §] YMA 4/13:n asettama vaatimus kerrostalon E-luvun pienentymiselle on 15 % mikä

tarkoittaa käytännössä, että kerrostalon E-luku tulee pienentyä yhteensä vähintään 32 % kun siihen lisätään VNA 1341/2019:n vaatima 20 % parannus, jotta avustukseen vaadittava energiatehokkuuden parannus saavutetaan.

Asuinkerrostalolle vaadittu E-luvun parannus laskettu seuraavanlaisesti:  $0,85 * 0,8 = 0,68 \rightarrow 68 \%$ . E-lukua parannettava 32 %.

Kuvassa 1 esitellään vaadittavat parannukset E-lukuun rakennustyyppittäin.

Avustuksen edellytyksenä on, että E-luku paranee:

- **asuin- ja rivitalossa:** 20 % parempaan tasoon kuin ympäristöministeriön asetuksen (4/13) 7 §:ssä säädetty vähimmäistaso.
- **ketjutalossa:** 30 % parempaan tasoon kuin ympäristöministeriön asetuksen (4/13) 7 §:ssä säädetty vähimmäistaso.

Rakennustyyppi	Ym:n asetuksen vähimmäistaso	Avustuksen lisävaatimus	Vaadittu parannus yhteensä
Kerrostalo	15 %	20 %	<b>32 %</b>
Rivitalo	20 %	20 %	<b>36 %</b>
Omakoti-, pari- ja ketjutalo	20 %	30 %	<b>44 %</b>

Kuva 1. E-lukuun vaadittavat parannukset rakennustyyppittäin [5, s. 5].

Vaatus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta voidaan täyttää myös parantamalla rakennuksen energiatehokkuutta YMA 1010/2017:n uudisrakennuksille asettamien vaatimusten mukaiselle lähes nollaenergiatasolle. Asuinkerrostalon lähes nollaenergiataso tarkoittaa, että rakennuksen E-luku on enintään 90 kWh/m<sup>2</sup>. [1, 3 §; 3, 4 §]

Edellä mainitun energiatehokkuuden saavuttaminen ei yleensä asuinkerrostalojen korjausrakentamisessa ole kustannuksien osalta kannattavaa. Tämän takia selvityksessä rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta, tavoitteeksi asetetaan yleisesti aikaisemmin mainittu E-luvun pienentäminen vähintään 32 %.

## 2.2 Avustuksen määrä ja avustettavat kustannukset

Avustettavista kustannuksista säädetään VNA 1341/2019 7 §:ssä ja tarkempi ohjeistus avustettavista toimenpiteistä ja avustuksen osuudesta kustannuksista löytyy ARA:n verkkosivuilla.

Avustettaviin kustannuksiin voidaan laskea se osa, joka liittyy energiatehokkuuden parantamiseen, energiakäytön tehostamiseen, sisäilmasto-olosuhteiden parantamiseen ja järjestelmän säätöön, tasapainotukseen ja ohjaukseen. Avustettaviin kustannuksiin voidaan laskea myös suunnittelu-, työ- ja rakennuskustannukset, jotka liittyvät järjestelmän oikean toiminnan varmistamiseen. [1, 7 §]

ARA:n ohjeessa avustettavista toimenpiteistä ja avustuksen osuudesta kustannuksista esitetään miten eri toimenpiteiden kustannukset, tulee huomioida avustuksen laskennassa. Toimenpiteen kokonaiskustannuksista voidaan ohjeen mukaan laskennassa huomioida 20, 50 tai 100 % toimenpiteestä riippuen [4]. ARA:n ohjeen taulukko kokonaisuudessaan työn liitteenä.

*Taulukko 1. Toimenpiteiden kustannusten huomiointi avustuksen laskennassa.*

	Toimenpide
20 %	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Lisäeristäminen.</li><li>▪ Ikkunoiden ja ovien uusiminen.</li><li>▪ Paineenalennusventtiilien asennus.</li><li>▪ Jäähdytysjärjestelmä.</li></ul>
50 %	<p>Puolet toimenpiteistä kuuluvat tähän ryhmään. Esim.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen lämmöntalteenotolla.</li><li>▪ Lämpöpumppu- ja lämmöntalteenottojärjestelmien sekä aurinkoenergian hyödyntämiseen käytettävät laitteistot.</li></ul>
100 %	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Öljylämmityksestä luopuminen.</li><li>▪ Rakennuksen tiivistäminen siten, että se osoitetaan tiiveysmittauksella.</li><li>▪ Suunnittelukustannukset.</li></ul>

Avustuksen määrä riippuu siitä, haetaanko avustusta E-luvun pienentämisen perusteella vai onko avustuksen perusteena rakennuksen saattaminen lähes nollaenergiatasolle. E-luvun pienentämisen perusteella haettavan avustuksen määrä on 4 000 € asuntoa kohden, tai 50 % avustettaviksi hyväksytyistä kustannuksista. Lähes nollaenergiatasolle saatettavalle rakennukselle avustuksen määrä on 6 000 € asuntoa kohden, tai 50 % avustettaviksi hyväksytyistä kustannuksista. Sekä E-luvun pienentämisen että lähes nollaenergiatason perusteella myönnettävän avustuksen maksimimäärä määräytyy aina pienemmän määrän mukaan. [1, 6 §]

Esimerkkinä energia-avustuksen määrä asuinkerrostalossa, jossa on 20 asuntoa ja avustettavan hankkeen avustettavat kustannukset ovat 100 000 € määräytyy seuraavanlaisesti, kun avustusta haetaan pienentämällä E-lukua vähintään 32 %:

Avustus asuntojen lukumäärän mukaan:  $20 * 4\,000\text{ €} = 80\,000\text{ €}$

Avustus puolet avustettavista kustannuksista laskemalla:  $0,5 * 100\,000\text{ €} = 50\,000\text{ €}$

Esimerkissä hankkeelle myönnettävä energia-avustus on näin ollen 50 000 €. Koska vain osa kustannuksista lasketaan avustettaviin kustannuksiin, taloyhtiön maksettavaksi jää aina suurin osa kustannuksista. Myönteisestä energia-avustuspäätöksestä huolimatta yhtiön maksettavaksi jää yleensä 70–75 % kokonaiskustannuksista.

## 2.3 Energia-avustushakemus

Avustusta voidaan hakea sähköisesti ARA:n verkkoasioinnissa tai erillisellä paperisella tai sähköisellä lomakkeella, joka postitetaan liitteineen ARA:lle. ARA suosittelee sähköisen asioinnin käyttämistä ja tätä yleensä myös käytetään asioinnin helpottamiseksi. Paperihakemuksen vastaanottamisesta ei esimerkiksi lähetetä hakijalle erillistä ilmoitusta.

Yhteisön puolesta hakemusta koskevia asioita hoitaa asiamies, joka voi olla taloyhtiöissä esimerkiksi isännöitsijä. Kun asiamiehenä toimii muu kuin yhtiön nimenkirjoitusoikeellinen henkilö, yhtiön on valtuutettava henkilö hakemaan avustusta yhtiön puolesta. [5, s. 11–12]

Hakemuksen yhteydessä toimitetaan liitteenä

- Kaupparekisteriote
- Yhtiöjärjestys
- Lainvoimainen päätös hankkeeseen ryhtymisestä ja rahoituksesta
- Laskelma rakentamisajankohdan tai käyttötarkoituksen muutosvuoden E-luvusta
- Laskelma korjausten jälkeisestä E-luvusta
- Asiantuntijan laatima ja allekirjoittama selvitys ja kustannusarvio toimenpiteistä, joilla vaadittu energiatehokkuus saavutetaan.

Lainvoimaisella päätöksellä hankkeeseen ryhtymisestä ja rahoituksesta tarkoitetaan taloyhtiön hallituksen kokousta tai yhtiökokousta. Rahoituksesta on kerrottava päätösvaltaisen kokouksen pöytäkirjassa ja rahoitus on selvitettävä avustushakemuksessa.

E-lukulaskelmissa tulee esittää lähtötiedot, välilaskelmat ja tulokset. Laskelmissa on oltava myös rakennuksen osoite, pysyvä rakennustunnus ja laskelmien tekijän tiedot. Rakentamisajankohdan E-lukulaskelmana voidaan käyttää olemassa olevaa energiatodistusta, jos se on laskettu energiatodistusasetuksen YMA 1048/2017 mukaan ja kuvaa rakennuksen alkuperäisiä ratkaisuja.

Asiantuntijan laatimassa selvityksessä tulee esittää, että luvussa 2.1 esitetyt vaatimukset täyttyvät. Selvityksessä on ilmentävä, että toimenpiteistä ei aiheudu vaaraa tai haittaa rakennukselle, naapurustolle tai ympäristölle. [5, s. 12]

## **2.4 Avustuksen maksu**

Avustus maksetaan yhdessä erässä hankkeen valmistuttua. Avustusta haetaan maksettavaksi maksatushakemuksella, joka tehdään ARA:n verkkoasioinnilla tai erillisellä lomakkeella. Avustuksen saajalla on myöntämismuoden ja kahden seuraavan kalenterivuoden ajan aikaa hakea avustusta maksettavaksi. Mikäli hakemusta ei toimiteta ARA:lle 31.10. mennessä viimeisenä maksuvuonna, avustus jää maksamatta.

Maksatushakemuksen liitteenä toimitetaan korjausten jälkeen laadittu energiatodistus, selvitys toteutuneista kustannuksista ja toteutusta vastaavat allekirjoitetut suunnitelmat. Energiatodistuksella osoitetaan, että energiatehokkuutta on parannettu tehdyillä toimenpiteillä vaadittavalle tasolle. Toisin kuin energia-avustushakemukselle laadittava asiantuntijan selvitys, energiatodistuksen saa tehdä ainoastaan pätevöitynyt energiatodistuksen laatija. Toteutusta vastaavat suunnitelmat toimitetaan työselityksineen ja liitteisiin lisätään myös toteutuneen urakan tarjous, urakkasopimus tai muu selvitys urakassa tehdyistä toimenpiteistä. [5, s 13–14]

### 3 RAKENNUKSEN NYKYTILANNE

Seuraavissa luvuissa esitellään tarkastelun kohteena olevan rakennuksen lähtötiedot sekä lasketaan rakennuksen rakentamisajankohdan E-luku. Rakentamisajankohdan E-luku toimii energia-avustusta haettaessa lähtökohtana, josta rakennuksen energiatehokkuutta lähdetään parantamaan korjaustoimenpiteillä.

#### 3.1 Lähtötiedot

Tarkastelun kohteena oleva rakennus on Helsingissä 1966 rakennettu asuinkerrostalo. Kyseinen asunto-osakeyhtiö on päättänyt putkiremontin suunnittelun yhteydessä siirtyä kaukolämmöstä maalämpöön ja hakea energia-avustusta remontissa tehtäville energiatehokkuutta parantaville toimenpiteille. Putkiremonttien hankesuunnitteluvaiheessa päätetään yleensä urakan laajuudesta, joka vaihtelee korjauskohteittain. Tässä yhtiössä putkiremontin laajuus kattaa käyttövesi- ja viemäriverkoston, ilmanvaihtojärjestelmän sekä edellä mainitun päälämmönlähteen uusimisen. Rakennuksen lähtötiedot esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Rakennuksen lähtötiedot.

Lähtötiedot	
Rakennusvuosi	1966
Rakennustilavuus	3 220 m <sup>3</sup>
Kerrokset	3
Asuntojen määrä	12
Lämmitysenergia	Kaukolämpö
Lämmönjakotapa	Vesikeskuslämmitys (Patteriverkoston lämpötilat 80/60°C)
Ilmanvaihto	Koneellinen poisto
Lämmitetty nettoala	1 082,11 m <sup>2</sup>
Rakennuksen ilmatilavuus	2 806 m <sup>3</sup>
<b>Rakenteet</b>	<b>U-arvo (W/(m<sup>2</sup>K))</b>
Yläpohja	0,39
Ulkoseinät	0,45

### 3.2 Rakentamisajankohdan E-luku

Energia-avustuksen vaatima energiatehokkuuden parannus todennetaan energia-avustushakemusta varten vertailemalla rakennuksen rakentamisajankohdan E-lukua ja korjaustoimenpiteiden jälkeistä E-lukua. Rakentamisajankohdan E-luvun laskemiseen käytetään rakennuksen alkuperäisten rakenteiden ja teknisten järjestelmien tietoja. Rakennuksen käyttäjien tottumukset eivät vaikuta E-luvun laskentaan, koska laskenta perustuu vakioituihin käyttöön. Esimerkiksi lämpimän käyttöveden ja sähkön kulutus määritetään vakioitujen ohjearvojen mukaan.

Alkuperäisten rakenteiden ominaisuudet selvitetään pääosin alkuperäisistä suunnitelmista ja rakennusasiakirjoista. Jos rakenteiden todellisten ominaisuuksien selvittäminen ei kuitenkaan jostain syystä ole mahdollista, käytetään YMA 1048/2017:n liitteissä olevaa taulukkoa rakenteiden lämmönläpäisykertoimien eli U-arvojen määrittämiseksi. Taulukossa on määritetty eri rakennusosien lämmönläpäisykertoimet rakennusajankohdan mukaan. Kyseinen taulukko löytyy tämän työn liitteenä ja työssä tarkastelun kohteena olevan rakennuksen taulukon mukaiset rakenteiden lämmönläpäisykertoimet on koottu taulukkoon 3.

*Taulukko 3. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet ennen 1976 rakennetuille rakennuksille [7, s. 9].*

Rakennusosa	$W/(m^2K)$
Ulkoseinä	0,81
Ikkuna	2,8
Ovi	2,2
Maanvarainen alapohja	0,47
Ryömintätilainen alapohja	0,47
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,35
Yläpohja	0,47



Taulukkoarvoja käytetään E-luvun laskemiseen aina viimeisenä vaihtoehtona, kun rakenteiden ominaisuuksia ei pystytä millään muulla tavalla todentamaan. Tässä työssä rakennuksen rakenteiden ominaisuudet pystyttiin selvittämään ja laskemaan ulkoseinien, yläpohjan ja alapohjan osalta. Kohteen ikkunat on uusittu 1994, mutta koska rakentamisajankohdan E-lukua laskettaessa käytetään alkuperäisten rakenteiden tietoja, ikkunaremontilla ei tässä vaiheessa ole vaikutusta E-lukuun. Uudet ikkunat tullaan kuitenkin huomioimaan, kun korjaustoimenpiteiden jälkeistä E-lukua lasketaan. Rakennuksen alkupe-  
räisten ikkunoiden ja ulko-ovien U-arvoja ei pystytty selvittämään, joten niiden osalta päädyttiin käyttämään taulukossa 3 esitettyjä arvoja. Rakennuksessa on maanvarainen alapohja mutta rakennetta ei saatu todennettua riittävän tarkasti todellisen U-arvon määrittämiseksi. Tämän takia taulukkoarvoa käytetään laskelmissa myös alapohjan osalta.

Rakennusvaipan ilmavuodot huomioidaan E-lukulaskennassa ilmavuotoluvulla  $q_{50}$ , joka lasketaan vanhojen rakennusten kohdalla ennen vuotta 2012 käytössä olleen ilmavuotoluvun  $n_{50}$  avulla. Molemmat ilmavuotoluvut kuvaavat vuotoilman määrää 50 Pa:n paineerolla ulkovaipan yli, mutta  $q_{50}$  kuvaa vuotoilman määrää tunnissa per neliö, kun taas  $n_{50}$  kuvaa kuinka monta kertaa tunnissa rakennuksen sisäilma vaihtuu. Olemassa olevan rakennuksen ilmanvuotoluku  $n_{50}$  selvitetään rakennuksen lähtötiedoista tai määritetään YMA 1048/2017:n liitteissä olevasta taulukosta, jos nykyinen ilmavuotoluku ei ole tiedossa tai sitä ei pystytä laskemaan. Tämän työn tarkastelun kohteena olevan rakennuksen nykyinen ilmanvuotoluku  $n_{50} = 6,0$  on määritetty kyseisestä taulukosta. [7, s 11] Rakennuksen ilmanvuotoluku  $q_{50}$  lasketaan alla olevalla kaavalla

$$q_{50} = \frac{n_{50}}{A_{vaiipp}} * V$$

$A_{vaiipp}$  rakennusvaipan pinta-ala,  $m^2$

$V$  rakennuksen tilavuus,  $m^3$

Ilmanvuotoluvuksi saadaan kaavan avulla:  $q_{50} = 12,41 m^3/(h m^2)$ .

Rakennuksen E-lukulaskelmat tehtiin D.O.F. tech Oy:n [www.laskentapalvelut.fi](http://www.laskentapalvelut.fi) energia-laskentaohjelmistolla. Ohjelmistoon syötetään rakennuksen tiedot, jonka jälkeen energia-avustukseen liitettävän laskelmaraportin voi tulostaa suoraan PDF-muotoon. Laskentaohjelmistoon syötetyt rakennuksen rakenteiden tiedot esitetty kuvassa 2.

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT (2018 säädöksen mukaisesti)				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Asuinkerrostalot, joissa on asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa (käyttötarkoitusluokka 2)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1966	Lämmitetty nettoala	1082.11	m <sup>2</sup>
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	12.41	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		
	A	U	UxA	Osuus lämpöhäviöstä
	m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)	W/K	%
Ulkoseinät	626.30	0.45	280.75	24.61
Yläpohja	275.69	0.39	106.14	9.31
Alapohja	261.27	0.47	122.80	10.77
Ikkunat	168.66	2.80	472.25	41.40
Ulko-ovet	24.99	2.20	54.98	4.82
Kylmäsiilat	-	-	103.69	9.09
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A	U	g <sub>kohtisuora</sub> -arvo	
	m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)	-	
Pohjoinen	36.44	2.80	0.56	
Itä	28.60	2.80	0.56	
Etelä	25.70	2.80	0.56	
Länsi	77.36	2.80	0.56	

Kuva 2. Rakenteiden lähtötiedot E-lukulaskennassa.

E-lukulaskennan tuloksena rakentamisajankohdan E-luvuksi saatiin  $207 \text{ kWh}_E / (\text{m}^2 \text{a})$ . Rakentamisajankohdan E-lukua on vaikea verrata saman ikä- ja kokoluokan rakennuksien E-lukuihin 1960-luvulla rakennettujen rakennusten kohdalla, koska energiatodistus on ollut voimassa uudisrakentamisessa Suomessa vuodesta 2008 lähtien. Tilastoja vanhempien rakennusten rakentamisajankohdan E-luvuista ei tämän takia ole. Laskelman raportti kokonaisuudessaan työn liitteenä.

## 4 KORJAUSTEN JÄLKEINEN E-LUKU

Korjausten jälkeisellä E-luvulla osoitetaan rakennuksen korjausten jälkeinen energiatehokkuus. Seuraavissa luvuissa lasketaan rakennuksen korjausten jälkeinen E-luku ja tarkastellaan korjaustoimenpiteiden vaikutusta E-lukuun. Lisäksi käsitellään, miten rakennus voitaisiin teoriassa saattaa lähes nollaenergiatasolle.

### 4.1 Aiemmin tehdyt korjaukset

Kaikki rakennuksen valmistumisen jälkeen tehtyjen remonttien vaikutus E-lukuun voidaan huomioida uuden E-luvun laskennassa, vaikka näiden korjausten kustannukset eivät kuulu energia-avustuksen avustettaviin kustannuksiin. Asunto-osakeyhtiössä toteutetut korjaukset selvitettiin yhtiön hallituksen teettämästä kunnossapitotarveselvityksestä.

Ainoa tässä taloyhtiössä aikaisemmin tehty E-lukuun vaikuttava korjaustoimenpide on vuonna 1994 toteutettu ikkunaremontti. Uusittujen ikkunoiden U-arvo on alkuperäisten ikkunoiden U-arvoa parempi, niinpä uuden E-luvun laskennassa ikkunoille käytetään U-arvoa 2,1. Kunnossapitotarveselvityksessä ilmeni myös, että yhtiössä on tehty rakennuksen julkisivuun kohdistunut remontti. Huomioitavaa on kuitenkin, että remontin yhteydessä ulkoseinien rakenteen lämmönläpäisyä ei muutettu alkuperäisestä. Julkisivuremontin yhteydessä olisi voitu parantaa rakennuksen energiatehokkuutta asentamalla lisäeristys ulkoseiniin, jolloin remontilla olisi ollut alentava vaikutus E-lukuun.

### 4.2 Uuden E-luvun laskenta

Koska taloyhtiön tavoite on energia-avustuksen saaminen energiatehokkuutta parantaville korjaustoimenpiteille, korjausten jälkeinen E-luku tulee olla vähintään 32 % pienempi rakentamisajankohdan E-lukuun verrattuna. Tämä tarkoittaa kyseisen yhtiön kohdalla, että tavoiteltava korjausten jälkeinen E-luku on:  $207 \text{ kWh}_E / (\text{m}^2 \text{a}) * 0,68 = 141 \text{ kWh}_E / (\text{m}^2 \text{a})$ .

Putkiremontin yhteydessä toteutetaan seuraavat energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet:

- Lämmönlähde vaihdetaan kaukolämmöstä maalämpöön. Maalämpöpumpun vuosihyötysuhde (SPF-luku) on tilojen lämmitykselle 3,9 ja käyttöveden lämmitykselle 3,3.
- Käyttövesiverkosto uusitaan ja samalla LVK-järjestelmän lämpöhäviöt pienenevät.
- Rakennuksen nykyistä koneellista poistoilmanvaihtoa palveleva ilmanvaihtokone poistetaan ja tilalle asennetaan uusi tulo/poistokone lämmöntalteenotolla. LTO:n vuosihyötysuhde on laskelmissa 75 %.

Päivittämällä tiedot energialaskentaohjelmistoon, aiemmin tehdyn ikkunaremontin ja suunniteltujen korjaustoimenpiteiden osalta, korjausten jälkeiseksi E-luvuksi saadaan  $121 \text{ kWh}_E/(m^2a)$ . Taloyhtiön suunnittelemissa korjaustoimenpiteillä saavutetaan näin ollen vaadittava energiatehokkuuden paraneminen energia-avustuksen saamiseksi ja E-luku paranee noin 42 % alkuperäiseen E-lukuun verrattuna. Saman ikä- ja kokoluokan asuinkerrostalojen keskiarvo on Energiatodistusrekisterin tilastojen mukaan  $164 \text{ kWh}_E/(m^2a)$ . Tarkastelun kohteena oleva taloyhtiö asettuisi uudella E-luvulla tilastoissa parhaan 10 % joukkoon [9]. Korjausten jälkeisen E-lukulaskennan raportti työn liitteenä.

### 4.3 Toimenpiteiden vaikutus E-lukuun

Rakennuksen E-luku paranee energiatehokkuutta parantavien korjaustoimenpiteiden myötä, mutta yksittäisen toimenpiteen vaikutusta E-lukuun ei pystytä erittelemään E-lukulaskennan tuloksista, kun kaikkien toimenpiteiden tiedot lisätään kootusti laskentaohjelmistoon. Seuraavaksi tarkastellaan toimenpiteiden yksilöllisiä vaikutuksia E-lukuun. Tämä tehtiin lisäämällä korjaustoimenpiteet yksitellen laskentaohjelmistoon. Korjaustoimenpiteiden vaikutukset E-lukuun esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Korjaustoimenpiteiden vaikutus E-lukuun.

<b>Korjaustoimenpiteet</b>	<b>Vaikutus E-lukuun</b>	<b>E-luku (<math>kWh_E/(m^2a)</math>)</b>
Rakentamisajankohdan E-luku	0	207
Ikkunaremontti	-10	197
LVK-järjestelmän uusiminen	-15	172
IV-järjestelmän uusiminen LTO-koneella	-35	147
Kaukolämmön korvaaminen maalämmöllä	-26	121

Taulukossa 4 esitetyn E-luvun kehittymisen perusteella voidaan todeta, että vaadittava energiatehokkuuden paraneminen saavutetaan myös ilman LVK-järjestelmän uusimista. Käyttövesiverkosto tullaan joka tapauksessa uusimaan putkiremontin yhteydessä ja toimenpiteellä vähennetään rakennuksen energian kulutusta. 1994 tehdyn ikkunaremontin vaikutus E-lukuun ei ole merkittävä muihin korjaustoimenpiteisiin verrattuna, mutta remontin tuoma parannus E-lukuun saadaan tässä vaiheessa täysin ilman toimenpiteitä, koska rakennuksen ikkunat on jo vaihdettu.

Sillä että missä järjestyksessä korjaustoimenpiteiden tiedot syötetään laskentaohjelmiin, on väliä, kun tarkastellaan yksittäisten toimenpiteiden vaikutusta E-lukuun. Rakennuksen rakenteisiin kohdistuvat muutokset vaikuttavat laskennassa esimerkiksi lämmönlähteen vaihdon osuuteen E-luvun pienentymisestä. Maalämpöön siirtymisen vaikutus E-lukuun olisi merkittävämpi, jos tämä olisi ainoa energiatehokkuutta parantava korjaustoimenpide, mutta koska rakennuksen energiatarvetta vähennetään muilla toimenpiteillä, maalämmön osuus E-luvun kokonaisalenemasta pienenee. Laskennan tuloksena on kuitenkin aina sama E-luku, vaikka kaikki korjaustoimenpiteet lisätään laskelmaan yksi kerrallaan, niin että yksittäisen toimenpiteen vaikutusta E-lukuun pystytään tarkastelemaan.

## 4.4 Rakennuksen saattaminen lähes nollaenergiatasolle

Asuinkerrostalon saattaminen lähes nollaenergiatasolle, vaatii rakennuksen E-luvun alentamista niin että se on enintään  $90 \text{ kWh}_E/(\text{m}^2\text{a})$  [3, 4 §]. Jotta tämä taso saavutettaisiin tämän työn tarkastelun kohteena olevassa taloyhtiössä, E-lukua tulisi parantaa vielä vähintään  $31 \text{ kWh}_E/(\text{m}^2\text{a})$ , kun luvussa 4.2 esitetty korjausten jälkeinen E-luku on  $121 \text{ kWh}_E/(\text{m}^2\text{a})$ . Korjaustoimenpiteiden lisääminen tämän yhtiön jo mittavaan remonttiin ei ole kustannuksien takia kannattavaa mutta seuraavaksi tarkastellaan kuitenkin, miten teoriassa lähes nollaenergiatasolle voitaisiin päästä.

Vakiopaineventtiilin lisääminen käyttövesiverkostoon on yksi halvimmissa E-lukuun vaikuttavista toimenpiteistä. Venttiilin lisäyksellä E-lukua saadaan kuitenkin pienennettyä vain  $3 \text{ kWh}_E/(\text{m}^2\text{a})$ , joten sen vaikutus E-lukuun ei ole merkittävä.

Rakennusvaippaan kohdistuvat korjaustoimenpiteet ovat tässä vaiheessa välttämättömiä, jotta rakennuksen energiatehokkuuteen saataisiin riittävän suuri parannus. Koska tarkoituksena on tarkastella rakennuksen saattamista lähes nollaenergiatasoon toimenpiteiden kustannuksista välittämättä, oletetaan että rakennuksen rakenteet korjataan uusien rakenteiden määräysten mukaisiksi. Tämä tarkoittaa, että korjattujen rakenteiden lämpöhäviöiden laskemista varten voidaan tarkastelussa käyttää YMA (1010/2017):n määrittämiä lämmönläpäisykertoimia uusille rakennuksille:

- Ulkoseinän U-arvo:  $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .
- Yläpohjan U-arvo:  $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .
- Alapohjan U-arvo:  $0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . [3, 24 §]

Rakenteiden korjaustoimenpiteiden yhteydessä parannetaan myös rakennuksen ilmanpitävyyttä merkittävästi. Tarkastelussa rakennuksen uutena ilmanvuotolukuna  $q_{50}$  käytetään YMA (1010/2017):n uudelle rakennukselle määrittämää ilmanvuotoluvun enimmäisvaatimusta  $4 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$  [3, 27 §]. Oletuksena on, että kun rakenteet korjataan nykyisten määräysten mukaisiksi, myös rakennuksen ilmanpitävyys on korjausten jälkeen määräysten vaatimalla tasolla. Todellisuudessa ilmanvuotoluku todennettaisiin korjausten jälkeen mittaamalla.

Edellä mainituilla toimenpiteillä rakennuksen energiatehokkuus lähenee lähes nollaenergiatason vaatimaa rajaa. Vaadittavan E-luvun saavuttamiseksi laskelmaan lisätään vielä omavaraista sähköenergian tuottoa aurinkopaneelien muodossa. Tarkastelua varten valitun yksittäisen paneelin huipputeho on 370 Wp ja järjestelmän tehoksi saadaan 5,55 kWp kun katolle asennetaan 15 paneelia. Aurinkopaneelijärjestelmän vuosituotoksi arvioidaan 4 500 kWh/a. Taulukossa 5 esitellään korjaustoimenpiteet, joilla rakennus saateen lähes nollaenergiatasolle, sekä toimenpiteiden vaikutus E-lukuun.

*Taulukko 5. Korjaustoimenpiteet lähes nollaenergiatason saavuttamiseksi.*

<b>Korjaustoimenpiteet</b>	<b>Vaikutus E-lukuun</b>	<b>E-luku (<math>kWh_E/(m^2a)</math>)</b>
Korjausten jälkeinen E-luku	0	121
Vakiopaineventtiilin lisäys	-3	118
Ilmanpitävyyden parannus	-9	109
Ulkoseinien korjaus	-10	99
Yläpohjan korjaus	-5	94
Alapohjan korjaus	-2	92
Aurinkopaneelit	-5	87

Taulukosta 5 nähdään, että korjaustoimenpiteillä E-lukua saadaan pienennettyä alle vaaditun  $90 kWh_E/(m^2a)$ . Taulukusta voidaan myös päätellä, että vaadittuun E-lukuun päästään ilman alapohjan korjausta. Korjauskokonaisuudesta voitaisiin mahdollisesti karsia myös yläpohjan korjaus tuplaamalla aurinkopaneelien määrää mutta tässä tapauksessa paneelien sijoittelua tontille tulisi tarkastella tarkemmin.

## **5 ENERGIAREMONTIN KUSTANNUKSET JA SÄÄSTÖT**

Seuraavissa luvuissa käsitellään korjaustoimenpiteiden kustannuksia ja niiden tuomia säästöjä sekä energia-avustuksen vaikutusta kustannuksiin. Esiteltävät kustannukset perustuvat tässä työssä arvioihin ja laitetoimittajalta saatuun tarjoukseen.

### **5.1 Korjaustoimenpiteiden kustannukset**

Yhtiön omistamien asuinkerrostalojen korjauskokonaisuuksia suunnitellessa, päätöksen korjausten laajuudesta tekee taloyhtiö. Päätökseen voivat vaikuttaa rakennuksen korjaustarpeet, käyttömukavuus tai ilmastoystävällisyys, mutta yleensä merkittävin korjauslaajuuden määrittävä asia on kuitenkin raha. Kuten luvussa 2.2 todettiin, hankkeeseen ryhtyvän maksettavaksi jää aina suurin osa kustannuksista, vaikka korjaustoimenpiteille myönnetään energia-avustusta. Avustus kuitenkin kannustaa taloyhtiötä tekemään energiatehokkuutta parantavia investointeja huolimatta siitä, että vain energia-avustuksen saamiseksi korjaustoimenpiteitä ei kannata tehdä. Käyttöikänsä päähän tulleiden järjestelmien uusiminen energiatehokkaammilla vaihtoehdoilla, tarkoittaa että taloyhtiö jatkossa säästää rahaa energiaa ostettaessa energiatarpeen pienentyessä. Tässä työssä ei oteta kantaa taloyhtiön remontin kokonaiskustannuksiin.

Seuraavaksi tarkastellaan maalämpöjärjestelmän ja uuden ilmanvaihtojärjestelmän kustannuksia, koska suurin osa energiatehokkuuden parantamiseen liittyvät kustannukset ja säästöt johtuvat näistä toimenpiteistä. Kustannuksia tarkastellaan laitetoimittajalta saadun tarjouksen avulla. Tarjouspyynnön lähtökohtana on käytetty rakennuksen aikaisempien vuosien todellisia energiankulutustietoja. Tarjoukseen lasketut kustannukset esitetty kuvassa 3.



Maalämpö- ja LTO-järjestelmä, sis. alv. 24%	116700	EUR
Maalämpö- ja LTO-järjestelmän yhteydessä tehtävät työt, sis. alv. 24%	0	EUR
<b>Investoinnin kustannus yhteensä, sis. alv. 24%</b>	<b>116700</b>	<b>EUR</b>
Nykyisen järjestelmän uudistamisen kustannukset, sis. alv. 24%	0	EUR
<b>Investoinnin kustannus, kun nykyisen järjestelmän uudistamisen kustannukset on vähennetty, sis. alv. 24%</b>	<b>116700</b>	<b>EUR</b>
Lämmityskustannukset nykyisellä järjestelmällä:	15355	EUR
Lämmityskustannukset uudella järjestelmällä:	6518	EUR
<b>Laskentaohjelman antama lämmityskustannusten säästö:</b>	<b>8837</b>	<b>EUR</b>
Rahoituksen kokonaiskustannus vuodessa (korko + lyhennys):	8693	EUR
<b>Yhtiölle jäävä säästö vuodessa lainanhoitokulujen jälkeen:</b>	<b>144</b>	<b>EUR</b>
<b>Investoinnin tuotto pääomalle (ilman lainarahoitusta):</b>	<b>7.6</b>	<b>%</b>
Investoinnin takaisinmaksuaika:	13.2	vuotta

Kuva 3. Laitetoimittajan tarjous.

Kuvassa 3 nähdään että maalämpöjärjestelmä ja ilmanvaihtokone tulisi maksamaan taloyhtiölle 116 700 € jos ne tilataan tarjouksen antaneelta toimittajalta. Tarjous ei sisällä käyttövesi-, lämmitys- ja ilmanvaihtoverkostoon tehtäviä putki- ja kanavamuutoksia. Nämä muutokset tehdään putkiremontin yhteydessä putki- ja ilmanvaihtourakoitsijan toimesta, mutta näiden toimenpiteiden kustannuksia ei tarkastella tässä työssä koska niistä ei vielä ole saatu kustannusarviota tai tarjousta.

## 5.2 Korjaustoimenpiteiden tuomat säästöt

Korjaustoimenpiteiden myötä säästöä taloyhtiölle tuo energianostotarpeen pienentyminen. Kuvassa 3 esitetyllä lämmityskustannusten säästöllä tarkoitetaan uusien järjestelmien tuomaa vuosittaista säästöä. Maalämmön ja LTO:n tuoma vuosittainen säästö on laskettu tarjouksessa vertaamalla uusien järjestelmien energiankulutuskustannuksia rakennuksen edellisten vuosien todellisiin kaukolämpökustannuksiin. Laskelmissa kaukolämmön hintana on käytetty nykyistä hintaa 83 €/MWh ja rakennuksen kaukolämmönkulutus on vuositasolla ollut keskimäärin 185 MWh. Sähkön hinnaksi on määritetty 0,12 €/kWh. Taloyhtiö säästää tarjouksen sisältämällä korjaustoimenpiteillä vuodessa 8 837 € lämmityskustannuksissa energian hinnan pysyessä muuttumattomana. Investoinnin takaisinmaksuaika on näillä tiedoilla hieman yli 13 vuotta.

Tarjous sisältää myös säästölaskelman, jossa esitetään säästöt lämmityskustannuksissa, kun energian vuosittainen hinnannousu arvioidaan olevan 4 %. Tämän laskelman perusteella taloyhtiö säästäisi viidessä vuodessa 47 864 € ja viidessätoista vuodessa peräti 176 950 € tehdyillä korjaustoimenpiteillä. Laskelmissa ei ole otettu huomioon vanhan lämmitysjärjestelmän huoltokustannuksia, jotka ovat usein merkittävästi korkeammat maalämpöön verrattuna.

### **5.3 Energia-avustuksen vaikutus kustannuksiin**

Kuten luvussa 2.2 todettiin, energia-avustuksen määrä määräytyy joko avustettavien kustannusten tai asuntojen lukumäärän perusteella. Edellä mainitussa luvussa esitettiin myös, miten avustuksen määrä on aina pienempi summa näistä kahdesta vaihtoehdoista. Tässä luvussa esitetään arvio taloyhtiön saamasta avustuksesta koska kaikkia avustettavia kustannuksia ei tässä työssä pystytä tarkastelemaan. Arvion lähtökohtana on yhtiön aikomus hakea energia-avustusta pienentämällä E-lukua vähintään 32 %.

Taloyhtiössä on 12 asuntoa, joten myönnettävän avustuksen määrä asuntojen perusteella on 48 000 €. Kun avustuksen määrää tarkastellaan avustettavien kustannusten perusteella, myönnettävä avustus on puolet avustettavista kustannuksista, kuten tässä työssä aikaisemmin esitettiin. Avustettavia kustannuksia arvioitaessa on huomioitavaa, että kaikkia kustannuksia ei lasketa kokonaisuudessaan avustettaviin kustannuksiin. Ilmanvaihto- ja lämpöpumppujärjestelmän uusimisen kustannuksista vain puolet huomioidaan avustettaviin kustannuksiin. Tämä tarkoittaa, että laitetoimittajan tarjouksesta avustettaviin kustannuksiin lasketaan 58 350 €. Kun tähän lisätään 20 000 € varovaisena arviona korjaustoimenpiteiden suunnittelukustannuksista, jotka huomioidaan kokonaisuudessaan, hankkeen avustettavat kustannukset ovat 78 350 €. Todellisuudessa avustettaviin kustannuksiin lisättäisiin vielä muita putkiremonttiin liittyviä kustannuksia, mutta niitä ei pystytä arvioimaan tässä työssä riittävällä tarkkuudella.

Edellä mainittujen kustannusten perusteella, taloyhtiölle myönnettävä energia-avustus arvioidaan olevan 39 175–48 000 €. Varmaa on kuitenkin, että taloyhtiölle myönnettävä energia-avustus on enintään 48 000 €.

## 6 YHTEENVETO

Energia-avustukseen liittyviin määräyksiin ja asetuksiin perehtymällä työssä pystyttiin esittelemään vaatimukset, jotka tarkastelun kohteena olevan asuinkerrostalon tulee täyttää avustuksen saamiseksi. Tämä mahdollisti tavoiteltavan energiatehokkuuden parantamisen määrittämisen rakennukselle, tavoiteltavan E-luvun muodossa. Ennen työn aloittamista esitetty oletamus osoittautui oikeaksi, kun E-lukulaskelmien perusteella todettiin, että taloyhtiöllä on edellytykset energia-avustuksen saamiselle suunnitelluilla korjaustoimenpiteillä. Lisäksi korjausten jälkeen rakennuksen energiatehokkuus asettuu Energiatodistusrekisterin tilastoissa parhaan 10 % joukkoon, saman ikä- ja kokoluokan rakennuksiin verrattuna.

Rakennuksen saattamista lähes nollaenergiatasolle tarkasteltiin työssä vain teoreettisella tasolla, koska tämän energiatehokkuustason saavuttamiseksi vaadittavat investoinnit eivät yleensä ole vanhan asuinkerrostalon omistavalle yhtiölle kannattavaa. Tarkastelun perusteella rakennuksen saattaminen lähes nollaenergiatasolle olisi kuitenkin teoriassa mahdollista.

Energia-avustus kannustaa taloyhtiöitä tekemään energiatehokkuutta parantavia investointeja mutta työssä todettiin, että korjaustoimenpiteitä ei kannata tehdä pelkästään avustuksen saamiseksi. Hankkeeseen ryhtyvän maksettavaksi jää aina suurin osa kustannuksista, vaikka hankkeelle myönnettäisiin energia-avustusta. Työssä esitetty arvio kyseiselle taloyhtiölle myönnettävästä avustuksen määrästä perustui saatavilla oleviin tietoihin hankkeen kustannuksista. Asuntojen määrästä johtuen myönnettävä avustus voi olla enintään 48 000 €. Avustuksen määräksi arviointiin kuitenkin 39 175–48 000 €. Korjaustoimenpiteiden kustannuksia ja niiden tuomia säästöjä tarkasteltiin laitetoimittajan antaman tarjouksen avulla. Maalämpöjärjestelmä ja LTO:lla varustettu ilmanvaihtokone tulisi maksamaan taloyhtiölle 116 700 €, ja yhtiö säästäisi vuosittain 8 837 € lämmityskustannuksissa järjestelmien uusimisen myötä, jos energian hinta pysyy muuttumattomana. Tässä työssä ei otettu kantaa taloyhtiön remontin kokonaiskustannuksiin, koska työn kirjoitusprosessin aikana kustannuksista ei ollut vielä riittävää tietoa. Korjaushankkeen valmistuttua tätä työtä voitaisiin täydentää tarkastelemalla toteutettuja korjaustoimenpiteitä ja niiden todellisia kustannuksia.

## 7 SAMMANFATTNING

Syftet med examensarbetet var att undersöka ansökningsprocessen för energiunderstöd från ett husbolags synvinkel byggt på 1960-talet. Arbetet skulle också presentera de korrigerande åtgärderna som möjliggör energieffektiviseringen, som krävs för att energiunderstödet skall beviljas. Antagandet innan arbetet påbörjades var, att det ifrågavarande bostadsbolaget skulle vara berättigat till understöd. Examensarbetet utfördes i samarbete med Planera Oy. Planera Oy är en ingenjörbyrå specialiserad på renoveringsbyggnad och företagets huvudsakliga verksamhetsområde är huvudstads-regionen.

Syftet med energiunderstödet är att uppmuntra småhusägare och husbolag att göra investeringar för att förbättra energieffektiviteten i byggnader. Informationen som presenteras i arbetet om understödet som beviljas av ARA, erhöles genom att undersöka förordningar och anvisningar för energiunderstödet. I *Statsrådets förordning om energiunderstöd för bostadshus åren 2020–2022 (1341/2019)* kopplas förbättringen av byggnadens energieffektivitet till förminskande av E-talet, genom att hänvisa till miljöministeriets förordning (YMA 4/13). För att uppnå kravet på förbättringen av energieffektiviteten måste ett bostadshöghus minska på E-talet med minst 32 %. Alternativt kan byggnaden föras till en så kallad nära-nollenergibyggnad, vilket för bostadshöghus betyder att E-talet är högst  $90 \text{ kWh}_E / (\text{m}^2 \text{a})$ . För bostadshöghus väljer man oftast att satsa på en minskning av E-talet med minst 32 %, eftersom det inte lönar sig att föra byggnaden till en nära-nollenergibyggnad på grund av kostnaderna. När ansökan om energiunderstöd är baserad på minskningen av E-talet med 32 %, är bidragsbeloppet 4 000 € per lägenhet, eller 50 % av de stödberättigande kostnaderna. Bidragsbeloppet bestäms dock alltid av det mindre beloppet. Energiunderstödet beviljas inte till reparationsåtgärder som redan har blivit beviljad någon annan form av understöd. För att verifiera förbättringen av en byggnads energieffektivitet, jämför man det ursprungliga E-talet med E-talet som beräknas efter reparationerna. Ansökan om energiunderstöd skall innehålla ett utlåtande av en expert som bekräftar att kravet för E-talet uppfylls.

Bostadshöghuset som behandlas i examensarbetet är byggt 1966 i Helsingfors. Husbolaget har i samband med en större renovering, bestämt sig för att byta värmekälla från fjärrvärme till jordvärme. Den enda tidigare utförda reparationen som inverkar på byggnadens energieffektivitet och det nya E-talet är en år 1994 gjord fönsterreparation. En del av egenskaperna för byggnadens konstruktioner kunde redas ut med beräkningar och från byggnadens primärdata. De värmegenomgångskoefficienter (U-värden) som inte kunde bestämmas på andra vis, fastslogs med tabellvärden enligt anvisningar. Luftläckor i byggnaden beaktas i E-talsberäkningen med luftläckagekoefficienten  $q_{50}$ , som beräknas med hjälp av luftläckagekoefficienten  $n_{50}$  för gamla byggnader. Båda siffrorna för luftläckage beskriver mängden läckande luft med en tryckskillnad på 50 Pa över ytterväggarna, men  $q_{50}$  beskriver mängden läckande luft per timme och kvadratmeter, medan  $n_{50}$  beskriver hur många gånger inomhusluften byts ut per timme i en byggnad. I arbetet kunde luftläckagekoefficienten  $n_{50}$  endast bestämmas med hjälp av tabellvärden. Luftläckagekoefficienten  $q_{50}$  beräknades därefter vara  $12,41 \text{ m}^3 / (\text{h m}^2)$ .

Byggnadens ursprungliga och nya E-tal, beräknades med hjälp av D.O.F. tech Oy:s programvara [www.laskentapalvelut.fi](http://www.laskentapalvelut.fi). Resultatet av beräkningen för det ursprungliga E-talet är  $207 \text{ kWh}_E / (\text{m}^2 \text{a})$ , vilket betyder att efter reparationerna bör det nya E-talet vara högst  $141 \text{ kWh}_E / (\text{m}^2 \text{a})$  för att uppfylla kraven på förbättring av energieffektivitet. Alla tidigare utförda reparationer som har en inverkan på byggnadens energieffektivitet, räknas till godo när det nya E-talet beräknas. I samband med den omfattande renoveringen kommer följande energieffektiviseringsåtgärder att genomföras:

- Värmekällan byts från fjärrvärme till jordvärme. Den årliga verkningsgraden för jordvärmepumpen (SPF) är 3,9 för uppvärmning av rum och 3,3 för uppvärmning av hushållsvatten.
- Varmvattenledningarna förnyas och samtidigt minskar värmeförlusterna för varmvattencirkulationen.
- Ventilationsaggregatet som betjänar befintlig mekanisk frånluftsventilation i byggnaden ersätts med ett nytt till- och frånluftsaggregat med värmeåtervinning. Den årliga effektiviteten för värmeåtervinningen beräknas vara 75 %.

Byggnadens nya E-tal är  $121 \text{ kWh}_E/(\text{m}^2\text{a})$  när de planerade åtgärderna och tidigare utförda reparationer tas i beaktande i E-talsberäkningen. I samband med jämförelsen av E-talen konstateras, att husbolaget har förutsättningar för att få understöd med de planerade reparationsåtgärderna. Byggnadens E-tal förbättras med 42 % jämfört med det ursprungliga E-talet. Enligt statistiken hämtad från Energicertifikatregistret är byggnadens förbättrade energieffektivitet inom bästa 10 %, jämfört med andra byggnader av samma ålder och storlek. De enskilda reparationsåtgärdernas inverkan på E-talet undersöks genom att mata in reparationsåtgärderna i beräkningsprogramvaran en i taget. Ordningsföljden i vilken åtgärderna matas in i beräkningsprogramvaran har betydelse när man undersöker inverkan på E-talet, eftersom åtgärderna kan påverka varandra. Största förbättringen i energieffektivitet fås med bytet av värmekälla och det nya ventilationsaggregatet med värmeåtervinning.

Metoder för hur byggnaden kunde föras till en nära-nollenergibyggnad presenteras i arbetet på en teoretisk nivå, eftersom kostnaderna för åtgärderna ofta är för höga jämfört med besparingarna som de medför. Förande av en äldre byggnad till en nära-nollenergibyggnad betraktas därför oftast inte som en rimlig åtgärd. Det konstaterades att en nära-nollenerginivå är i teorin möjligt att uppnå för byggnaden som undersöktes. För att uppnå nivån skulle husbolaget hamna investera i bland annat omfattande förbättringar av konstruktionernas värmeförluster. Det uppskattades i arbetet att konstruktionerna kunde förbättras så att de uppfyller kraven på U-värden för nya konstruktioner vid nybyggen. I samband med konstruktionsreparationerna kommer även byggnadens lufttätethet att förbättras avsevärt. I arbetet antogs att när konstruktionerna repareras enligt gällande föreskrifter kommer även byggnadens lufttätethet efter reparationerna att vara på den nivå som föreskrifterna kräver. För den ifrågavarande byggnaden betyder det att luftläckagetallet får vara högst  $4 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ . Med hjälp av installationen av en konstanttrycksventil, solpaneler och de ovannämnda åtgärderna kunde byggnadens E-tal i teorin förbättras till  $87 \text{ kWh}_E/(\text{m}^2\text{a})$ , vilket uppfyller kravet för en nära-nollenergibyggnad som är  $90 \text{ kWh}_E/(\text{m}^2\text{a})$  för ett bostadshöghus.

Kostnaderna för reparationerna och de medförda besparingarna undersöktes med hjälp av produktleverantörens anbud. Arbetet behandlar inte de totala kostnaderna för reparationsprojektet eftersom det inte gick att uppskatta alla kostnader när arbetet skrevs. Kostnaderna för jordvärmesystemet och det nya ventilationsaggregatet med värmeåtervinning uppskattas vara 116 700 € med hjälp av leverantörens anbud. Med dessa reparationsåtgärder sparar husbolaget 8 837 € per år i värmekostnader om energipriset förblir oförändrat. Detta arbete kunde kompletteras med en granskning av de åtgärder som vidtagits och deras faktiska kostnader för att få en heltäckande bild av reparationsprojektets totala kostnader.

Bidragsbeloppet bestäms av mängden lägenheter eller av de stödberättigande kostnaderna. Det maximala bidraget som husbolaget kan få är 48 000 € på grund av mängden lägenheter. Vid uppskattning av de stödberättigande kostnaderna bör det noteras att inte alla kostnader ingår i de totala stödberättigande kostnaderna. Endast hälften av kostnaderna för att byta ut ventilations- och värmepumpsystemet räknas med i de stödberättigande kostnaderna. Detta innebär att 58 350 € kommer att läggas till de stödberättigande kostnaderna från leverantörens erbjudande. För att uppskatta bidragets belopp med hjälp av stödberättigande kostnader, lades det ännu till 20 000 € som en försiktig uppskattning av planeringskostnaderna för reparationsåtgärderna. Planeringskostnader räknas med i stödberättigande kostnaderna i sin helhet, vilket betyder att de uppskattade stödberättigande kostnaderna för projektet är 78 350 €. I själva verket skulle också andra kostnader relaterade till renoveringen räknas med i stödberättigande kostnaderna. Med hjälp av de ovannämnda kostnaderna uppskattades det att bidragsbeloppet som kan beviljas till husbolaget är 39 175–48 000 €.

## LÄHTEET

- [1] Valtioneuvoston asetus asuinrakennusten energia-avustuksista vuosina 2020–2022. 2019. 1341/19.12.2019.
- [2] Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013. 4/27.2.2013.
- [3] Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. 2017. 1010/20.12.2017.
- [4] Avustettavat korjaukset ja avustuksen laskenta. 2021. Verkkoaineisto. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. [https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat\\_ja\\_avustukset/Energiaavustus/Avustettavat\\_toimenpiteet\\_ja\\_avustuksen\\_laskenta](https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Energiaavustus/Avustettavat_toimenpiteet_ja_avustuksen_laskenta). Luettu 23.3.2022.
- [5] Energia-avustusohje taloyhtiöille – Hakuohje 2022. 2022. Verkkoaineisto. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. <https://www.ara.fi/download/noname/%7B5894F745-E16A-4EBD-9DE1-49759AEDACE4%7D/154070>. Luettu 24.3.2022.
- [6] Rakennusten energiatehokkuuden parantamisen osoittaminen energia-avustushankkeissa. 2020. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://www.ara.fi/download/noname/%7B969609C8-40FF-4CB7-B777-BDAA9236F96C%7D/154424>. Luettu 24.3.2022.
- [7] Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta, liitteet 1–5. 2017. 1048/20.12.2017.
- [8] Energiatodistusopas 2018. Rakennuksen energiatodistus ja E-luvun määrittäminen. 2018. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B5DA79466-F15E-4FC9-9C76-46AE002B7FF6%7D/141249>. Luettu 11.4.2022.



- [9] Energiatodistusrekisteri – Tilastot. 2022. Verkkoaineisto. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. <https://www.energiatodistusrekisteri.fi/tilastot?kayttotarkoitus=3&vuosimin=1960&vuosimax=1969&nettoalamin=1000&nettoalamax=3000>. Luettu 5.5.2022.
- [10] Energialaskentaohjelmisto. 2022. D.O.F. tech Oy. Verkkoaineisto. Laskentapalvelut.fi. [https://www.laskentapalvelut.fi/index\\_for\\_JRF.php](https://www.laskentapalvelut.fi/index_for_JRF.php). Luettu 5.5.2022.

## **LIITTEET**

Liite 1. Avustettavat toimenpiteet ja avustuksen osuus kustannuksista.

Liite 2. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet.

Liite 3. Rakennuksen vakioitu käyttö.

Liite 4. Rakentamisajankohdan E-lukulaskelman raportti.

Liite 5. Korjausten jälkeisen E-lukulaskelman raportti.

## Avustettavat toimenpiteet ja avustuksen osuus kustannuksista

Toimenpide	Avustuksen laskennassa huomioitava osuus toimenpiteiden kustannuksista
Ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen lämmöntalteenotolla, ilmanvaihdon lämmöntalteenoton lisääminen (ml. poistoilmalämpöpumppu), muun lämmöntalteenoton lisääminen (ml. jäteveden lämmöntalteenotto).	50 %
Öljylämmityksestä luopuminen, kun kokonaisratkaisulla saavutetaan avustuksen saamisen edellyttämä taso.	100 %
Paineenalennus ja vettä säästävät kalusteet sekä putkien eristys alkuperäistä parempaan tasoon linjasaneerauksen yhteydessä.	20 %
Merkittävä (vähintään asetuksen 4/13 taso) lisälämmöneristys tai aurinkoenergiajärjestelmän lisäys vesikatolle vesikaton uusimisen yhteydessä.	20 %
Pintojen ja kalusteiden uusiminen, kun ne uusitaan energiatehokkuutta merkittävästi (esimerkiksi lisälämmöneristys, vähintään asetuksen 4/13 taso) parantaneiden korjausten yhteydessä.	20 %
Lisälämmöneristys alapohjan uusimisen yhteydessä.	20 %

<p>Sisäseinän merkittävä (vähintään asetuksen 4/13 taso) lisälämmöneristys lämpimän ja puolilämpimän tilan välillä.</p>	50 %
<p>Kiinteistönhallintajärjestelmät energian käytön tehostamiseen, sisäilmasto-olosuhteiden parantamiseen sekä järjestelmän säätöön, tasapainotukseen ja ohjaukseen sekä järjestelmän oikean toiminnan varmistamiseen liittyvä toimenpide sekä niiden tarvitsevat rakennukseen tulevat kaapeli- ja tietoverkot.</p>	50 %
<p>Automaatio- ja ohjaus- sekä seuranta- ja säätöjärjestelmien lisääminen sekä järjestelmien tasapainotus sekä lämpötilan säätölaitteiston uusiminen ja säätö koko rakennuksessa.</p>	50 %
<p>Sokkeleiden lisäeristys, routaeristeiden lisäys, kaapeli- tai putkikanaalien lisääminen energiatehokkuutta parantavien laitteistojen ja järjestelmien vuoksi.</p>	20 %
<p>Innovatiiviset ja muut ratkaisut, joilla on energian käytön tehostamiseen tai energiatehokkuuteen tai kulutusjoustoihin luettavaa merkitystä kokonaisuuteen tai rakennuksen toimintaan kokonaisuutena tai ovat muuten hyödyllisiä rakennuksen omistajalle energiamielessä.</p>	50 %
<p>Suunnittelukustannukset, myös E-luvun laskennasta ja energiatodistuksen laatimisesta aiheutuneet.</p>	100 %

Merkittävä (vähintään asetuksen 4/13 taso) lisälämmöneristys julkisivun uusimisen yhteydessä.	20 %
Ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen vähintään asetuksen 4/13 velvoittamaan tasoon.	20 %
Ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen vähintään 30 % asetuksen 4/13 vaatimuksia parempaan tasoon.	50 %
Aurinkoenergialasit, jotka ovat aurinkopaneeleiden tavoin toimivia aurinkosähkötuottajia	50 %
Aurinkosuojaus kaihtimilla, markiiseilla, ikkunan g-arvolla jne.	50 %
Jäähdytysjärjestelmä.	20 %
Tulisijan vaihtaminen varaavaan tulisijaan.	50 %
Rakennuksen tiivistäminen siten, että se osoitetaan ennen ja jälkeen tehdyllä tiiveysmittauksella.	100 %
Lämpöpumppu- ja lämmöntalteenottojärjestelmien sekä aurinkoenergian hyödyntämiseen käytettävät laitteistot, tarvittavine kaapeli- ja putkivetoineen.	50 %
Poistoilmapuhaltimien tai suurissa yksiköissä niiden moottorien vaihto nykyaikaisiin	50 %

## Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet

Taulukko 1. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet,  $W/m^2K$ .

Rakennusosa	Rakennusluvun vireilletulovuosi								
	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-2018-
<b>Lämpimät tilat</b>									
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
Ryömintätillainen 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
<b>Puolilämpimät tilat</b>									
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
Ryömintätillainen 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  $0,4 W/m^2K$  ja puolilämpimien tilojen osalta  $0,6 W/m^2K$ .

## Rakennuksen vakioitu käyttö

## 11 §

*Rakennuksen vakioitu käyttö*

E-luvun laskennassa käytettävä rakennuksen vuorokautinen ja viikoittainen käyttöaika, keskimääräinen valaistuksen, kuluttajalaitteiden ja ihmisten läsnäolon käyttöaste rakennuksen käyttöajan aikana sekä sisäiset lämpökuormat lämmitettyä nettoalaa kohti ovat seuraavat:

Käyttötarkoitukseluokka	Kellon-aika	Käyttöaika		Käyttöaste	Sisäinen lämpökuorma lämmitettyä nettoalaa kohti		
		Vuorokautinen h/24h	Viikoittainen d/7d		-	Valaistus W/m <sup>2</sup>	Kuluttajalaitteet W/m <sup>2</sup>
Luokka 1)	00:00-24:00	24	7	valaistus 0,1 muut 0,6	6	3	2
Luokka 2	00:00-24:00	24	7	valaistus 0,1 muut 0,6	9	4	3
Luokka 3)	07:00-18:00	11	5	0,65	10	12	5
Luokka 4)	08:00-21:00	13	6	1	19	1	2
Luokka 5)	00:00-24:00	24	7	0,3	11	4	4
Luokka 6)	08:00-16:00	8	5	0,6	14	8	14
Luokka 7)	08:00-22:00	14	7	0,5	10	0	5
Luokka 8)	00:00-24:00	24	7	0,6	7	9	8

## 12 §

*Lämpimän käyttöveden vakioitu käyttö*

Lämpimän käyttöveden vakioituneen käytön lämmitysenergian nettotarpeena on käytettävä seuraavia käyttötarkoitukseluokittaisia lämmitysenergian nettotarpeita rakennuksen lämmitettyä nettoalaa kohden:

Käyttötarkoitukseluokka	Lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarve kWh/(m <sup>2</sup> a)
Luokka 1)	35
Luokka 2)	35
Luokka 3)	6
Luokka 4)	4
Luokka 5)	40
Luokka 6)	11
Luokka 7)	20
Luokka 8)	30

## Rakentamisajankohdan E-lukulaskelman raportti

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT (2018 säädöksen mukaisesti)				
<b>Rakennuskohde</b>				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Asuinkerrostalot, joissa on asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa (käyttötarkoitusluokka 2)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1966	Lämmitetty nettoala	1082.11	m <sup>2</sup>
<b>Rakennusvaippa</b>				
Ilmanvuotoluku q50	12.41	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		
	<b>A</b>	<b>U</b>	<b>UxA</b>	<b>Osuus lämpöhäviöstä</b>
	m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)	W/K	%
Ulkoseinät	626.30	0.45	280.75	24.61
Yläpohja	275.69	0.39	106.14	9.31
Alapohja	261.27	0.47	122.80	10.77
Ikkunat	168.66	2.80	472.25	41.40
Ulko-ovet	24.99	2.20	54.98	4.82
Kylmäsiilat	-	-	103.69	9.09
<b>Ikkunat ilmansuunnittain</b>				
	<b>A</b>	<b>U</b>	<b>g<sub>kohtisuora</sub>-arvo</b>	
	m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)	-	
Pohjoinen	36.44	2.80	0.56	
Itä	28.60	2.80	0.56	
Etelä	25.70	2.80	0.56	
Länsi	77.36	2.80	0.56	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	-	-	-	
Luode	-	-	-	
<b>Ilmanvaihtojärjestelmä</b>				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Koneellinen poisto ilman lämmöntalteenottoa			
	<b>Ilmavirta tulo/poisto</b>	<b>Järjestelmän SFP-luku</b>	<b>LTO:n lämpötilasuhde</b>	<b>Jäätymisenesto</b>
	(m <sup>3</sup> /s) / (m <sup>3</sup> /s)	kW/(m <sup>3</sup> /s)	-	C
Pääilmanvaihtokoneet	0.000 / 0.541	1.5	0.0	
Erillispoistot	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.000 / 0.541	1.5	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:	0.0 %			
<b>Lämmitysjärjestelmä</b>				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Kaukolämpö / Kaukolämpö			
	<b>Tuoton hyötysuhde</b>	<b>Jaon ja luovutuksen hyötysuhde</b>	<b>Lämpökerroin (1)</b>	<b>Apulaitteiden sähkönkäyttö (2)</b>
	-	-	-	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.97	80 %		2.07
LKV:n valmistus	0.97	97 %		1.62
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumpputeräyksissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	<b>Määrä</b>	<b>Tuotto</b>		
	kpl	kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
<b>Jäähdytysjärjestelmä</b>				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
<b>Lämmin käyttövesi</b>				
	<b>Ominaiskulutus</b>	<b>Lämmitysenergian nettotarve</b>		
	dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> vuosi)	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
<b>Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla</b>				
	<b>Käyttöaste</b>	<b>Henkilöt</b>	<b>Kuluttajalaitteet</b>	<b>Valaistus</b>
	-	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	3.00	4.00	
Valaistus	10 %			9.00



E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET (2018 säädöksen mukaisesti)				
<b>Rakennuskohde</b>				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Asuinkerrostalot, joissa on asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa (käyttötarkoitusluokka 2)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1966			
Lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup>	1082.11			
E-luku, kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)	207 (> vaatimustaso=90)			
<b>E-luvun erittely</b>				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Sähkö	42386	1.20	<b>50863</b>	<b>47.0</b>
Kaukolämpö	345063	0.50	<b>172532</b>	<b>159.4</b>
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>387449</b>		<b>223395</b>	<b>206.4</b>
<b>Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus</b>				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
<b>Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus</b>				
		Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämpö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.1	201.8	
Tuloilman lämmitys				
Lämpimän käyttöveden valmistus		1.6	107.5	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		6.6		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		28.9		
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>39.2</b>	<b>309.3</b>	<b>0</b>
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
<b>Energian nettotarve</b>				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		174215	161	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		0	0	
Lämpimän käyttöveden valmistus		37874	35	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
<b>Lämpökuormat</b>				
		kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Aurinko		20408	18.86	
Ihmiset		17063	15.77	
Kuluttajalaitteet		22750	21.02	
Valaistus		8531	7.88	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		38667	35.73	
<b>Laskentatyökalun nimi ja versionumero</b>				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (01.12.2019)		

## Korjausten jälkeisen E-lukulaskelman raportti

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT (2018 säädöksen mukaisesti)				
<b>Rakennuskohde</b>				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Asuinkerrostalot, joissa on asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa (käyttötarkoitusluokka 2)			
Rakennuksen valmistusvuosi	1966	Lämmitetty nettoala	1082.11	m <sup>2</sup>
<b>Rakennusvaippa</b>				
Ilmanvuotoluku q50	12.41	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		
	<b>A</b> m <sup>2</sup>	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> K)	<b>UxA</b> W/K	<b>Osuus lämpöhäviöstä</b> %
Ulkoseinät	626.30	0.45	280.75	27.78
Yläpohja	275.69	0.39	106.14	10.50
Alapohja	261.27	0.47	122.80	12.15
Ikkunat	168.66	2.10	354.19	35.04
Ulko-ovet	24.99	2.20	54.98	5.44
Kylmäsiilat	-	-	91.89	9.09
<b>Ikkunat ilmansuunnittain</b>				
	<b>A</b> m <sup>2</sup>	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> K)	<b>g<sub>kohtisuora</sub>-arvo</b> -	
Pohjoinen	36.44	2.10	0.56	
Itä	28.60	2.10	0.56	
Etelä	25.70	2.10	0.56	
Länsi	77.36	2.10	0.56	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas				
Luode				
<b>Ilmanvaihtojärjestelmä</b>				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Koneellinen tulo ja poisto + LTO			
	<b>Ilmavirta tulo/poisto</b> (m <sup>3</sup> /s) / (m <sup>3</sup> /s)	<b>Järjestelmän SFP-luku</b> kW/(m <sup>3</sup> /s)	<b>LTO:n lämpötilasuhde</b> -	<b>Jäätymisenesto</b> C
Pääilmanvaihtokoneet	0.541 / 0.541	1.8	78	3.00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.541 / 0.541	1.8	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:	75 %			
<b>Lämmitysjärjestelmä</b>				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Maalämpö / Maalämpö			
	<b>Tuoton hyötysuhde</b>	<b>Jaon ja luovutuksen hyötysuhde</b>	<b>Lämpökerroin (1)</b>	<b>Apulaitteiden sähkönkäyttö (2)</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Tilojen ja tv:n lämmitys	-	80 %	3.90	2.00
LKV:n valmistus	-	97 %	3.30	1.62
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumpputilaisissa voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökerroimeen				
	<b>Määrä</b> kpl	<b>Tuotto</b> kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
<b>Jäähdytysjärjestelmä</b>				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
<b>Lämmin käyttövesi</b>				
	<b>Ominaiskulutus</b> dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> vuosi)	<b>Lämmitysenergian nettotarve</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
<b>Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla</b>				
	<b>Käyttöaste</b>	<b>Henkilöt</b> W/m <sup>2</sup>	<b>Kuluttajalaitteet</b> W/m <sup>2</sup>	<b>Valaistus</b> W/m <sup>2</sup>
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	-	3.00	4.00	
Valaistus	60 % 10 %			9.00

**E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET (2018 säädöksen mukaisesti)**

Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Asuinkerrostalot, joissa on asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa (käyttötarkoitusluokka 2)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1966			
Lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup>	1082.11			
E-luku, kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)	121 (> vaatimustaso=90)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWhE/vuosi	kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)
Sähkö	108233	1.20	129879	120.0
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>108233</b>		<b>129879</b>	<b>120.0</b>
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Maalämpö		141609	130.86	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus				
		Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämpö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.0	138.3	
Tuloilman lämmitys		4.1		
Lämpimän käyttöveden valmistus		1.6	48.0	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		7.9		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		28.9		
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>44.6</b>	<b>186.3</b>	<b>0</b>
<small>(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen</small>				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		119768	111	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		4487	4	
Lämpimän käyttöveden valmistus		37874	35	
Jäähdytys		0	0	
<small>(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa</small>				
<small>(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa</small>				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Aurinko		20408	18.86	
Ihmiset		17063	15.77	
Kuluttajalaitteet		22750	21.02	
Valaistus		8531	7.88	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		6438	5.95	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (01.12.2019)		