

# Energiatodistuksen laadintaesimerkki: Erillinen moottoriajoneuvosuoja

Energiatodistusoppaan 2018 liite

1.11.2018



Ympäristöministeriö  
Miljöministeriet  
Ministry of the Environment

2018

# Sisällys

<b>1 Johdanto .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Esimerkkiautotalli.....</b>	<b>6</b>
2.1 Rakennuksen tiedot .....	6
2.2 Laskentasuureet.....	7
<b>3 Kuluttajalaitteiden, valaistuksen ja ilmanvaihdon puhaltimien sähkönkulutus .....</b>	<b>9</b>
<b>4 Lämmitysenergian tarve .....</b>	<b>10</b>
4.1 Lämmin käyttövesi .....	10
4.2 Tilojen lämmitysenergian kokonaistarve .....	10
4.2.1 Rakennusvaipan johtumislämpöhäviöt .....	10
4.2.2 Vuotoilman lämpeneminen tilassa.....	14
4.2.3 Korvausilman lämpeneminen tilassa.....	15
4.2.4 Lämmitysenergian kokonaistarve yhteensä.....	15
4.3 Tilojen lämmitysenergian nettotarve .....	16
4.3.1 Lämpökuorma auringon säteilystä .....	16
4.3.2 Muut lämpökuormat .....	16
4.3.3 Lämpökuormista hyödyksi saatu energia .....	17
4.3.4 Tilojen lämmitysenergian nettotarve yhteensä .....	18
<b>5 Lämmitysjärjestelmien energiankulutus .....</b>	<b>19</b>
5.1 Tilojen lämmitysjärjestelmän energiankulutus.....	19
<b>6 Yhteenveto laskennan tuloksista.....</b>	<b>21</b>
6.1 Ostoenergiankulutus.....	21
6.2 E-luku .....	21
6.3 Toteutunut energiankulutus .....	21
<b>7 Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi .....</b>	<b>22</b>
<b>Liite 1. Energiatodistus .....</b>	<b>23</b>

# 1 Johdanto

Tässä laadintaesimerkissä lasketaan erillisen autotallin ostoenergiankulutus ja energiatehokkuuden laskennallinen vertailuluku eli E-luku. Laskennan tulosten perusteella määritetään esimerkkinä käytetyn autotallin energiatehokkuusluokka. Tässä laadintaesimerkissä käytetty laskentamenetelmä noudattaa Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskentaohjetta (tuonnempana: *energiatehokkuuden laskentaohje*). Energiatehokkuuden laskentaohje on korvannut rakentamismääräyskokoelman osan D5/2012.

Laadintaesimerkki julkaistaan Energiatodistusoppaan 2018 oheismateriaalina. Sekä Energiatodistusopas että kaikki siihen liittyvät laadintaesimerkit ja oheismateriaalit on päivitetty vuonna 2018.

Laki rakennuksen energiatodistuksesta annetun lain 3 §:n muuttamisesta (326/2106) on annettu 29.4.2016. Lain 3 § on nyt:

## **Laki rakennuksen energiatodistuksesta annetun lain 3 §:n muuttamisesta (326/2106)**

### **3 § Velvollisuuksien kohteena olevat ja niistä vapautetut rakennukset**

*Tässä laissa säädetty velvollisuudet hankkia energiatodistus ja käyttää sitä koskevat rakennusta, jossa käytetään energiaa rakennuksen tilojen tarkoituksenmukaisten sisäilmasto-olosuhteiden ylläpitämiseksi. Velvollisuudet eivät kuitenkaan koske:*

- 1) rakennusta, jonka pinta-ala on enintään 50 neliometriä;*
- 2) loma-asumiseen tarkoitettua rakennusta, jota ei käytetä majoituselinkeinoon harjoittamiseen;*
- 3) väliaikaista rakennusta, jonka käyttöaika on enintään kaksi vuotta;*
- 4) teollisuus- ja korjaamorakennusta;*
- 5) muuhun kuin asuinkäyttöön tarkoitettua maalarakennusta, jossa energiantarve on vähäinen tai jota käytetään alalla, jota koskee kansallinen alakohtainen energiatehokkuussopimus;*
- 6) rakennusta, joka on suojeltu maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisella kaavalla, rakennusperinnön suojelemisesta annetun lain (498/2010) tai sitä edeltävien säännösten mukaisella päätöksellä taikka rakennusta, joka sijaitsee maailman kulttuuri- ja luonnonperinnön suojelemisesta tehdyn yleissopimuksen (SopS 19/1987) mukaisessa maailmanperintöluetteloon hyväksytyssä kohteessa tai on kohteena viranomaisten välisessä rakennuksen suojelua koskevassa sopimuksessa, edellyttäen, että rakennuksen luonne tai ulkonäkö muuttuisi vaatimusten vuoksi tavalla, jota ei voida hyväksyä;*
- 7) kirkkoa tai muuta uskonnollisen yhteisön omistamaa rakennusta, jossa on vain kokoontumiseen tai hartauden harjoittamiseen taikka näitä palvelemaan toimintaan tarkoitettuja tiloja;*
- 8) kasvihuonetta, väestönsuojaa tai muuta rakennusta, jonka käyttö tarkoitukseensa vaikeutuisi kohtuuttomasti, jos niihin sovellettaisiin rakennusten energiatehokkuutta koskevia säännöksiä ja määräyksiä; eikä*
- 9) sellaista puolustushallinnon käytössä olevaa rakennusta, johon tai jonka käyttöön liittyy salassa pidettävää tietoa.*

Energiatodistuksen lainmuutoksessa erilliset moottoriajoneuvosuojat, esimerkiksi autotallit ja -hallit, tulivat lainsäädännön piiriin, jos ne ovat yli 50 m<sup>2</sup> ja niissä on lämmitystä (joko lämmin tai puolilämmin tila). Valaistus lämmittämättömässä moottoriajoneuvosuojassa ei riitä tuomaan sitä energiatodistuslainsäädännön piiriin. Alle 50 m<sup>2</sup> erilliset moottoriajoneuvosuojat eivät tarvitse energiatodistusta myynti- tai vuokraustilanteissa. Energiatodistusta ei myöskään tarvita yksittäisten autohallipaikkojen myynti- tai vuokraustilanteissa.

Oletetaan esimerkin vuoksi lämmitetty autotallirakennus, jonka pinta-ala on 200 m<sup>2</sup> ja josta 60 m<sup>2</sup> on varasto. Rakennuksen käyttötarkoitus on moottoriajoneuvosuoja, eli rakennus kuuluu energiatodistuslainsäädännön piiriin. Rakennuksen varasto-osa voidaan katsoa kuuluvaksi moottoriajoneuvosuojan toimintoihin ja täten laatia yksi todistus koko rakennukselle, vaikka varasto-osuus on yli 10 %:ia lämmitetystä nettopinta-alasta.

Rakennuksen sisällä sijaitsevien tai rakennukseen rakenteellisesti liittyvien moottoriajoneuvosuojien pinta-ala ei edelleenkaan sisälly rakennuksen lämmitettyyn nettoalaan energiatodistuksen laadinnassa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi asuinrakennuksen energiatodistus laaditaan ilman autotallia, mutta todistus kattaa koko rakennuksen. Asuintiloihin esimerkiksi yhteisellä seinällä yhteydessä oleva autotalli tulee laskentaan mukaan sitä kautta, että yhteisen seinän osalta asuintilojen lämpöhäviöt lasketaan ulkoilmanlämpötilan asemesta autotallin suunnittelulämpötilaan. Tämä on käsitelty uudispientalon energiatodistuksen laadintaesimerkissä.

Olemassa olevan rakennuksen yhteydessä olevalle moottoriajoneuvosuojalle pitää suorittaa havainnointi ja antaa energiatehostamistoimenpiteitä myös autotalliosalle, vaikka ne eivät vaikutakaan energiatodistuksen luokkaan tai muuta sen laskentatuloksia.

Ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen energiatodistuksesta (1048/2017, tuonnempana: *energiatodistusasetus*) energiatodistusveloitteen piirissä olevat moottoriajoneuvosuojat kuuluvat käyttötarkoitukseluokkaan 9. Moottoriajoneuvosuojien ostoenergiankulutus ja E-luku lasketaan suunnitelluilla tai toteutu-neilla tai arvioiduilla ilmanvaihdon ilmamäärillä, sisälämpötiloilla, käyntiajoilla ja sisäisillä lämpökuormilla. Laskennan lähtötietojen määrittäminen poikkeaa tältä osin käyttötarkoitukseluokista 1–8, joille on annettu vaki-oitu käyttö.

Energiatehokkuuden laskentaohjeessa annetaan menetelmä kuukausitasolla tehtävään rakennuksen energiankulutuksen laskentaan. Laskennan kulku ja tulokset on esitetty tässä oppaassa taulukoina ja yhtälöinä. Taulukoissa on esitetty eriteltynä vuoden kaikkien kuukausien laskentatulokset ja yhtälöinä yhden esimerkikiuukauden laskentatulokset sekä koko vuotta koskevat laskentatulokset. Yhtälöissä käytetyt merkinnät noudattavat energiatehokkuuden laskentaohjeen merkintöjä. Pääasiallisesti esimerkikiuukaudeksi on valittu tammikuu. Yhtälöissä esitetyt lukuarvot saattavat poiketa pyöristyksistä johtuen hieman taulukoissa esitetyistä lukuarvoista. Arvojen tarkastamisessa on syytä käyttää ensisijaisesti taulukoissa esitettyjä luku- arvoja.

Suunnitteilla olevan tai vastavalmistuneen rakennuksen energiantodistus laaditaan rakennuksen asiakirjojen perusteella. Olemassa olevan rakennuksen energiantodistuksen laadinta perustuu rakennuksesta paikan päällä tehtyihin havaintoihin, rakennuksen käyttäjien haastatteluun sekä niihin asiakirjoihin, jotka rakennuksesta ovat saatavilla. Rakennuksen havainnoinnin suorittaa pätevätytynyt energiantodistuksen laatija. Paikan päällä tehtyjen havaintojen, käyttäjien haastattelun ja rakennusta koskevien asiakirjojen perusteella selvitetään rakennuksen ostoenergiankulutuksen ja E-luvun laskennassa tarvittavat lähtötiedot.

Rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus muunnetaan energiatehokkuuden vertailuluvuksi eli E-luvuksi käyttämällä energiamuotojen kertoimia, jotka on annettu Valtioneuvoston asetuksessa rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista (788/2017, tuonnempana: *kerroinasetus*). Kerroinasetuksen mukaan sähköenergian kerroin on 1,20, kaukolämmön kerroin on 0,50, kaukojäähdytyksen kerroin on 0,28, uusiutumattomien polttoaineiden (kuten tavanomaisen lämmitysöljyn) kerroin on 1,00 ja uusiutuvien polttoaineiden (kuten polttopuun) kerroin on 0,50. Olemassa olevan rakennuksen energiantodistuksessa tulee lasketun ostoenergiankulutuksen ja E-luvun lisäksi esittää rakennuksen toteutunut energiankulutus, mikäli rakennuksessa käytetty sähköenergia, kaukolämpöenergia, kaukojäähdytysenergia sekä polttoainemäärä ovat tiedossa edellisen vuoden tai vuosien osalta.

Energiantodistuksessa esitetään myös rakennuksen käyttöä ja sen energiatehokkuutta koskevat havainnot. Olemassa oleville rakennuksille esitetään suositellut energiansäästötoimenpiteet E-luvun muutosarvioineen. Nämä suositukset ovat tärkeä osa energiantodistusta, joten ne on syytä laatia perusteellisesti.

## 2 Esimerkkiautotalli

Tässä esimerkissä laskennan kohteena on olemassa oleva erillinen autotallirakennus, jonka lämmitetty nettoala on 55 m<sup>2</sup>. Se on vuonna 1990 rakennettu puolilämmin autotalli, jonka suunnittelulämpötila on 17 °C ja joka on toteutettu pääsääntöisesti puolilämpimien tilojen rakenteiden vertailuarvojen mukaisesti. Autotallissa on sähköpatterit sekä painovoimainen ilmanvaihto.

Autotallirakennuksen sähköenergiakulutusta ei mitata erikseen, joten kulutusta ei tiedetä.

### 2.1 Rakennuksen tiedot

Taulukko 1. Perustiedot

PERUSTIEDOT		Lähde
Sijaintipaikkakunta	Parainen	
Rakennusluvan vireilletulovuosi		
Valmistumisvuosi	1990	
Laskennan säävyöhyke	Vyöhyke I (Helsinki-Vantaa)	Energiatodistusasetus (1048/2017), liite 1, kohta 2.1
Käyttötarkoituusluokka	Käyttötarkoituusluokka 9 (liikenteen rakennukset)	Energiatodistusasetus (1048/2017), liite 2
Kerrosten lukumäärä	yksi	havainnointi paikan päällä
Alapohjan tyyppi	maanvarainen betonilaatta	havainnointi paikan päällä
Rakennetyyppi	pientalot, keskiraskas (vastaa: energiatehokkuuden laskentaohje, taulukko 5.6)	havainnointi paikan päällä
Puolilämpimän autotallin sisälämpötila	17 °C	havainnointi paikan päällä + perustuu lämmitysjärjestelmän mitoitukseen

Taulukko 2. Tilojen lämmitysjärjestelmä

TILOJEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ		Lähde
Lämmöntuottojärjestelmä	Suora sähkö	havainnointi paikan päällä
Lämmönjakojärjestelmä	Sähköpatterit	havainnointi paikan päällä

Taulukko 3. Ilmanvaihtojärjestelmä

ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ		Lähde
Ilmanvaihtojärjestelmä	Painovoimainen ilmanvaihto	havainnointi paikan päällä

## 2.2 Laskentasuureet

Taulukko 4. Perussuureet

Suure	Arvo	Yksikkö	Lähde	Merkintä
Lämmitetty nettoala	55,0	m <sup>2</sup>	havainnointi paikan päällä	$A_{netto}$
Sisälämpötila	17	°C	havainnointi paikan päällä	$T_s$
Alapohjan alapuolisen maan ja ulkoilman vuotuisen keskilämpötilan ero	5,0	°C	Energiatehokkuuden laskentaohje, kohta 3.2.4	$\Delta T_{maa,vuosi}$
Rakennusvaipan ilmanvuotoluku	6,0	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )	Energiatodistusasetus (1048/2017), liite 1, taulukko 4	$n_{50}$
Rakennuksen ilmatilavuus	165	m <sup>3</sup>	havainnointi paikan päällä	$V$
Ilmanvuotoluvun yhtälön kerroin	35	-	Energiatehokkuuden laskentaohje, kaava 3.8	$x$
Rakennuksen tehollisen lämpökapasiteetin ominaisarvo	70	Wh/(m <sup>2</sup> K)	Energiatehokkuuden laskentaohje, taulukko 5.6: pientalot, keskiraskas I	$C_{rak,omin}$

Taulukko 5. Rakennusosat

RAKENNUSOSAT	$U$ W/(m <sup>2</sup> °C)	$A$ m <sup>2</sup>	$T_u$ °C	$UA$ W/°C
Ulkoseinä ulkoilmaan	0,45	88,0	ulkolämpötila	39,6
Yläpohja	0,45	55,0	ulkolämpötila	24,75
Alapohja	0,45	55,0	maaperä	24,75
Ikkunat	1,8	3,0	ulkolämpötila	5,4
Ovet	2,00	5,0	ulkolämpötila	10,0
<b>Yhteensä (= rakennusvaipan pinta-ala)</b>		206,0		

Pinta-alat perustuvat sisämittoihin, jotka on mitattu paikan päällä. Ikkunan U-arvo havainnointi paikan päällä, muut U-arvot ovat taulukosta YM asetus 353/2016, liite 1, taulukko 1.

Taulukko 6. Lämmitysjärjestelmä

Suure	Arvo	Yksikkö	Lähde	Merkintä
Lämmönjakojärjestelmän vuosiyhtötyshde	0,95	-	Energiatodistusasetus (1048/2017), liite 1, taulukko 9: Sähköpatterilämmitys	$\eta_{lämmitys,tilat}$
Lämmönjakelujärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutus	0,5	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Energiatodistusasetus (1048/2017), liite 1, taulukko 9: Sähköpatterilämmitys	$e_{tilat}$

### Taulukko 7. Ilmanvaihto

Suure	Arvo	Yksikkö	Lähde	Merkintä
Ilmanvaihdon poistoilmavirta (E-luvun laskennassa)	9,2	L/s	Arvio (0,2 1/h)	$Q_{v,poisto}$

### Taulukko 8. Ikkunat.

Suure	Yksikkö	Länsi	Lähde	Merkintä
Pinta-ala (puite- ja karmirakenteineen)	m <sup>2</sup>	3	havainnointi paikan päällä	$A_{ikk}$
Ikkunalasituksen kohtisuoran auringonsäteilyn kokonaisläpäisykerroin	-	0,56	havainnointi paikan päällä. valmistajan ilmoittama arvo	$g_{kohtisuora}$
Ikkunalasituksen auringonsäteilyn kokonaisläpäisykerroin	-	0,50	Energiatehokkuuden laskentaohje, kaava 5.5	$g$
Kehäkerroin	-	0,75	havainnointi paikan päällä	$F_{kehä}$
Verhokerroin	-	1,00	havainnointi paikan päällä	$F_{verho}$
Yläpuolisten varjostusten korjauskertoimet	-	1,0	havainnointi paikan päällä	$F_{ylävarjostus}$
Sivuvarjostuksen korjauskerroin	-	1,0	havainnointi paikan päällä: ei sivuvarjostusta	$F_{sivuvarjostus}$



## 3 Kuluttajalaitteiden, valaistuksen ja ilmanvaihdon puhaltimien sähkönkulutus

Tehdyn havainnoinnin mukaan autotallissa ei ole mainittavia kuluttajalaitteita ja valaistus on päällä vain satunnaisesti.

Autotallissa on painovoimainen ilmanvaihto, joten puhallinenergian kulutus on 0 kWh.

# 4 Lämmitysenergian tarve

## 4.1 Lämmin käyttövesi

Autotallissa ei ole vesipistettä, joten lämpimän käyttöveden kulutusta ei tarvitse huomioida laskennassa.

## 4.2 Tilojen lämmitysenergian kokonaistarve

### 4.2.1 Rakennusvaipan johtumislämpöhäviöt

Rakennusvaipan johtumislämpöhäviöt muodostuvat ulkoseinien, yläpohjan, alapohjan, ikkunoiden ja ovien lämpöhäviöistä sekä viivamaisten kylmäsiltojen aiheuttamista lämpöhäviöistä. Ulkoseinien, yläpohjan, alapohjan, ikkunoiden ja ovien johtumislämpöhäviöt lasketaan energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 3.3. Kylmäsiltojen laskenta on tehty tässä esimerkissä energiatodistusasetuksen liitteen 1 kohdan 2.2.3 yksinkertaistetun laskentatavan mukaisesti. Yksinkertaistetussa laskentatavassa kylmäsiltojen vaikutus arvioidaan lisäämällä 10 % rakennuksen ulkovaipan johtumislämpöhäviöön. Näin voidaan menetellä, jos kyseessä on olemassa oleva rakennus. Edellä mainitut johtumislämpöhäviöt on esitetty eriteltyinä taulukossa 10.

#### a) Johtumislämpöhäviöt ulkoilmaa vasten olevan ulkoseinän läpi

Rakennuksen kaikkien ulkoseinien lämmönläpäisykerroin on yhtä suuri. Pinta-alana voidaan näin käyttää rakennuksen kaikkien ulkoilmaan rajoittuvien ulkoseinien yhteenlaskettua pinta-alaa. Jos rakennuksessa on lämmönläpäisykerroimeltaan toisistaan poikkeavia ulkoseiniä, lasketaan kunkin lämmönläpäisykerroimeltaan samanlaisen osan johtumislämpöhäviöt erikseen energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 3.4 ennen ulkoseinien johtumislämpöhäviöiden yhteen laskemista. Johtumislämpöhäviöt ulkoilmaa vasten olevan ulkoseinän läpi ovat tammikuussa

*Energiatehokkuuden laskentaohje, kaava 3.4*

$$Q_{\text{ulkoseinät}} = \frac{UA(T_s - T_u)\Delta t}{1000} \quad (1)$$

*tammikuu*

$$Q_{\text{ulkoseinät}} = \frac{0,45 \cdot 88,0 \cdot (17 - (-3,97)) \cdot 744}{1000} = 617,8 \text{ kWh}$$

#### b) Johtumislämpöhäviöt yläpohjan läpi

Yläpohjan johtumislämpöhäviöt lasketaan samalla tavalla kuin edellä lasketut ulkoilmaan rajoittuvien ulkoseinien lämpöhäviöt. Johtumislämpöhäviöt yläpohjan läpi ovat tammikuussa

**Energiatohokkuuden laskentaohje, kaava 3.4**

$$Q_{yläpohja} = \frac{UA(T_s - T_u)\Delta t}{1000} \quad (2)$$

**tammikuu**

$$Q_{yläpohja} = \frac{0,45 \cdot 55 \cdot (17 - (-3,97)) \cdot 744}{1000} = 386,1 \text{ kWh}$$

### c) Johtumislämpöhäviöt alapohjan läpi

Alapohjan lämpöhäviöiden laskennassa käytettävä ulkolämpötila riippuu alapohjan toteutustavasta. Tässä rakennuksessa on maanvarainen alapohja, jolloin ulkolämpötilana käytetään alapohjan alapuolisen maan lämpötilaa. Maan kuukausittainen keskilämpötila lasketaan energiatohokkuuden laskentaohjeen kaavalla 3.7. Kaavassa tarvittava maan vuosittainen keskilämpötila lasketaan energiatohokkuuden laskentaohjeen kaavalla 3.6.

Energiatohokkuuden laskentaohjeen kaavassa 3.5 tarvittava ulkolämpötilan vuotuinen keskilämpötila on 5,57 °C. Tämä arvo saadaan energiatohokkuusasetuksen taulukosta L1.2. Kaavassa tarvitaan lisäksi alapohjan alapuolisen maan ja ulkoilman vuotuisen keskilämpötilan ero. Tämän lämpötilaeron arvona voidaan käyttää energiatohokkuuden laskentaohjeen luvun 3.2.4 ohjearvoa 5 °C. Edellä esitetyn perusteella alapohjan alapuolisen maan vuotuinen keskilämpötila on

**Energiatohokkuuden laskentaohje, kaava 3.5**

$$Q_{maa,vuosi} = T_{u,vuosi} + \Delta T_{maa,vuosi} \quad (3)$$

**koko vuosi**

$$T_{maa,vuosi} = 5,57 + 5 = 10,57 \text{ °C}$$

Maan kuukausittainen keskilämpötila lasketaan energiatohokkuuden laskentaohjeen kaavalla 3.7. Kaavassa tarvittava alapohjan alapuolisen maan kuukausittaisen keskilämpötilan ja vuotuisen keskilämpötilan ero saadaan energiatohokkuuden laskentaohjeen taulukosta 3.4. Nämä molemmat edellä mainitut arvot on esitetty taulukossa 9. Tammikuussa vuosi- ja kuukausikeskilämpötilojen ero on 0 °C. Alapohjan alapuolisen maan keskilämpötila on siten tammikuussa

**Energiatohokkuuden laskentaohje, kaava 3.7**

$$Q_{maa,kuukausi} = T_{maa,vuosi} + \Delta T_{maa,kuukausi} \quad (4)$$

**tammikuu**

$$T_{maa,kuukausi} = 10,57 + 0 = 10,57 \text{ °C}$$

Johtumislämpöhäviö alapohjan läpi voidaan nyt laskea energiatohokkuuden laskentaohjeen kaavalla 3.3 käyttämällä ulkolämpötilana edellä laskettua maan kuukausittaista keskilämpötilaa. Johtumislämpöhäviöksi saadaan näin tammikuussa

Energiätehokkuuden laskentaohje, kaava 3.4

$$Q_{\text{alapohja}} = \frac{UA(T_s - T_u)\Delta t}{1000} \quad (5)$$

tammikuu  $Q_{\text{alapohja}} = \frac{0,45 \cdot 55 \cdot (17 - 10,57) \cdot 744}{1000} = 118,4 \text{ kWh}$

Taulukko 9. Alapohjan alapuolisen maan lämpötila.

Kuukausi	Alapohjan alapuolisen maan lämpötila	Maan vuosi- ja kuukausilämpötilan erotus
	$T_{\text{maa, kuukausi}}$	$\Delta T_{\text{maa, kuukausi}}$
	°C	°C
Tammikuu	10,57	0,0
Helmikuu	9,57	-1,0
Maaliskuu	8,57	-2,0
Huhtikuu	7,57	-3,0
Toukokuu	7,57	-3,0
Kesäkuu	8,57	-2,0
Heinäkuu	10,57	0,0
Elokuu	11,57	1,0
Syyskuu	12,57	2,0
Lokakuu	13,57	3,0
Marraskuu	13,57	3,0
Joulukuu	12,57	2,0
Koko vuosi	10,57	-

d) Johtumislämpöhäviöt ikkunoiden läpi

Johtumislämpöhäviöt ikkunoiden läpi lasketaan samalla tavalla kuin edellä lasketut ulkoilmaan rajoittuvien ulkoseinien lämpöhäviöt. Johtumislämpöhäviöt ikkunoiden läpi ovat tammikuussa

Energiätehokkuuden laskentaohje, kaava 3.4

$$Q_{\text{ikkunat}} = \frac{UA(T_s - T_u)\Delta t}{1000} \quad (6)$$

tammikuu  $Q_{\text{ikkunat}} = \frac{1,8 \cdot 3,0 \cdot (17 - (-3,97)) \cdot 744}{1000} = 84,2 \text{ kWh}$

e) Johtumislämpöhäviöt ovien läpi

Johtumislämpöhäviöt ovien läpi lasketaan samalla tavalla kuin edellä lasketut ulkoilmaan rajoittuvien ulkoseinien lämpöhäviöt. Johtumislämpöhäviöt ovien läpi ovat tammikuussa

**Energiatohokkuuden laskentaohje, kaava 3.4**

$$Q_{ovet} = \frac{UA(T_s - T_u)\Delta t}{1000} \quad (7)$$

**tammikuu**

$$Q_{ovet} = \frac{2,0 \cdot 5,0 \cdot (17 - (-3,97)) \cdot 744}{1000} = 156,0 \text{ kWh}$$

**f) Johtumislämpöhäviöt kylmäsiiloista**

Kylmäsiltojen laskenta tehdään energiatodistusasetuksen liitteen 1 kohdan 2.2.3 yksinkertaistetun laskentatavan mukaisesti. Yksinkertaistetussa laskentatavassa kylmäsiltojen vaikutus arvioidaan lisäämällä 10 % ulkovaipan johtumislämpöhäviöön. Ulkovaipan johtumislämpöhäviöiden summa on tammikuussa

**Energiatohokkuuden laskentaohje, kaava 3.3 sovellettuna**

$$Q_{ulkovaippa} = Q_{ulkoseinät} + Q_{yläpohja} + Q_{alapohja} + Q_{ikkunat} + Q_{ovet} \quad (8)$$

**tammikuu**

$$Q_{ulkovaippa} = 617,8 + 386,1 + 118,4 + 84,2 + 156,0 = 1362,5 \text{ kWh}$$

Kylmäsiltojen aiheuttama lämpöhäviö on edellä esitetyn perusteella tammikuussa

**Energiatodistusasetus, kohta 2.2.3**

$$Q_{kylmäsilto} = 0,1 \cdot Q_{ulkovaippa} \quad (9)$$

**tammikuu**

$$Q_{kylmäsilto} = 0,1 \cdot 1362,5 = 136,3 \text{ kWh}$$

**g) Johtumislämpöhäviöiden summa**

Rakennusvaipan johtumislämpöhäviöiden summa lasketaan energiatohokkuuden laskentaohjeen kaavalla 3.3. Johtumislämpöhäviöiden summa on tammikuussa

**Energiatohokkuuden laskentaohje, kaava 3.3**

$$Q_{joht} = Q_{ulkoseinät} + Q_{yläpohja} + Q_{alapohja} + Q_{ikkunat} + Q_{ovet} + Q_{kylmäsilto} + Q_{muu} \quad (10)$$

**tammikuu**

$$Q_{joht} = 617,8 + 386,1 + 118,4 + 84,2 + 156,0 + 136,3 + 0 = 1498,8 \text{ kWh}$$

Rakennusvaipan johtumislämpöhäviöt vuoden kaikkina kuukausina on esitetty taulukossa 10.

**Taulukko 10.** Rakennusvaipan johtumislämpöhäviöt.

Kuukausi	Yhteensä
	$Q_{joht}$
	kWh
Tammikuu	1498,8
Helmikuu	1403,4
Maaliskuu	1448,7
Huhtikuu	974,4
Toukokuu	598,3
Kesäkuu	340,2
Heinäkuu	130,2
Elokuu	172,0
Syyskuu	498,5
Lokakuu	774,4
Marraskuu	1109,4
Joulukuu	1342,2
<b>Koko vuosi</b>	<b>10 291</b>

#### 4.2.2 Vuotoilman lämpeneminen tilassa

Vuotoilman lämpenemisen lämpöenergian tarve lasketaan energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 3.8. Kaavassa tarvittava vuotoilmavirta lasketaan energiatehokkuusasetuksen 17 § mukaan (energiatehokkuuden laskentaohjeen kaava 3.9). Rakennuksessa on yksi kerros, joten kaavassa tarvittavan kertoimen  $x$  arvo on 35. Rakennusvaipan ilmanvuotoluvusta ei ole tehty erillistä selvitystä, joten rakennusvaipan ilmanvuotolukuna ( $n_{50}$ ) käytetään energiatodistusasetuksen liitteen 1 taulukon 4 mukaisesti arvoa 6 l/h). Tätä arvoa käytetään, jos rakennuslupa on laitettu vireille vuonna 1985 tai sen jälkeen. Rakennusvaipan pinta-ala ja rakennuksen ilmatilavuus saadaan taulukosta 5.

*Energiatehokkuus-  
asetus, 17 § /  
Energiatehokkuu-  
den laskentaohje,  
kaava 3.9*

$$q_{50} = \frac{n_{50}}{A_{vaippa}} V \quad (11)$$

$$q_{50} = \frac{6}{206} 165 = 4,81 \frac{m^3}{h m^2}$$

Vuotoilmavirraksi saadaan edellä esitetyillä arvoilla vuoden jokaisena kuukautena

*Energiatehokkuuden  
laskentaohje, kaava 3.9*

$$q_{v,vuotoilma} = \frac{q_{50} A_{vaippa}}{3600x} \quad (12)$$

*kaikki kuukaudet*

$$q_{v,vuotoilma} = \frac{4,81 \cdot 206}{3600 \cdot 35} = 0,0079 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vuotoilman lämpenemisen lämpöenergian tarpeeksi saadaan tammikuussa

$$\text{Energiatehokkuuden laskentaohje, kaava 3.8} \quad Q_{vuotoilma} = \frac{\rho_i c_{pi} q_{v,vuotoilma} (T_s - T_u) \Delta t}{1000} \quad (13)$$

$$\text{tammikuu} \quad Q_{vuotoilma} = \frac{1,2 \cdot 1000 \cdot 0,0079 \cdot (17 - (-3,97)) \cdot 744}{1000} = 147,1 \text{ kWh}$$

Vuotoilman lämpenemisen lämpöenergian tarve on esitetty kuukausikohtaisesti eriteltynä taulukossa 11.

#### 4.2.3 Korvausilman lämpeneminen tilassa

Painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä kaikki tuloilma tulee tiloihin korvausilmana. Korvausilmavirta on siten painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä yhtä suuri kuin poistoilmavirta. Rakennuksen ilmanvaihdon keskimääräiseksi ilmanvaihtuvuudeksi on arvioitu 0,2 1/h. Korvausilmavirta on siten 9,2 L/s. Korvausilman lämpenemisen lämpöenergian tarpeeksi saadaan nyt energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavasta 3.15 tammikuussa

$$\text{Energiatehokkuuden laskentaohje, kaava 3.15} \quad Q_{iv,korvausilma} = \frac{\rho_i c_{pi} q_{v,korvausilma} (T_s - T_u) \Delta t}{1000} \quad (14)$$

$$\text{tammikuu} \quad Q_{iv,korvausilma} = \frac{1,2 \cdot 1000 \cdot 0,0092 \cdot (17 - (-3,97)) \cdot 744}{1000} = 172,2 \text{ kWh}$$

#### 4.2.4 Lämmitysenergian kokonaistarve yhteensä

Tilojen lämmitysenergian kokonaistarve lasketaan kuukausikohtaisesti energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 3.2. Tilojen lämmitysenergian kokonaistarve muodostuu johtumislämpöhäviöistä sekä vuotoilman, ilmanvaihdon tuloilman ja ilmanvaihdon korvausilman lämpenemisestä tilassa. Painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä kaikki tuloilma tulee tiloihin korvausilmana, joten ilmanvaihdon tuloilman lämpenemisen lämmöntarvetta ei ole. Tilojen lämmitysenergian kokonaistarve ja sen muodostavat osat on esitetty kuukausikohtaisesti taulukossa 11. Tilojen lämmitysenergian kokonaistarve on tammikuussa

$$\text{Energiatehokkuuden laskentaohje, kaava 3.2} \quad Q_{tila} = Q_{joht} + Q_{vuotoilma} + Q_{iv,tuloilma} + Q_{iv,korvausilma} \quad (15)$$

$$\text{tammikuu} \quad Q_{tila} = 1498,9 + 147,1 + 0 + 172,2 = 1818,2 \text{ kWh}$$

**Taulukko 11.** Tilojen lämmitysenergian kokonaistarve.

Kuukausi	Johtuminen	Vuotoilma	Korvausilma	Yhteensä
	$Q_{\text{joht}}$	$Q_{\text{vuotoilma}}$	$Q_{\text{iv, korvausilma}}$	$Q_{\text{tila}}$
	kWh	kWh	kWh	kWh
Tammikuu	1498,8	147,1	172,2	1818,2
Helmikuu	1403,4	136,3	159,5	1699,2
Maaliskuu	1448,7	137,5	160,8	1747
Huhtikuu	974,4	84,9	99,4	1158,7
Toukokuu	598,3	43,8	51,3	693,4
Kesäkuu	340,2	18,8	22,0	381
Heinäkuu	130,2	0,00	0,0	130,2
Elokuu	172,0	6,7	7,8	186,5
Syyskuu	498,5	44,0	51,4	593,9
Lokakuu	774,4	75,8	88,7	88,7
Marraskuu	1109,4	112,1	131,2	1352,7
Joulukuu	1342,2	134,7	157,6	1634,5
<b>Koko vuosi</b>	<b>10291</b>	<b>942</b>	<b>1102</b>	<b>12332</b>

## 4.3 Tilojen lämmitysenergian nettotarve

### 4.3.1 Lämpökuorma auringon säteilystä

Ikkunoihin osuvasta auringon säteilystä aiheutuva lämpökuorma lasketaan energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 5.4. Kaavassa tarvittava pystypinnalle osuva auringon säteilyenergia on esitetty energiatehokkuusasetuksen liitteen 1 taulukossa L1.2. Kaavassa tarvitaan lisäksi energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 5.6 laskettu säteilyn läpäisyn kokonaiskorjauskerroin. Kokonaiskorjauskertoimen laskennassa tarvittava varjostuskerroin lasketaan energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 5.8. Varjostuskertoimen laskennassa tarvittava ympäristövarjostuskerroin, ylävarjostuskerroin ja sivuvarjostuskerroin on esitetty energiatehokkuuden laskentaohjeen taulukoissa 5.3–5.5.

Pystypinnalle osuva auringon säteilyenergia sekä varjostuskerroin riippuvat pinnan suunnasta. Ikkunoiden pinta-alat ja muut ominaisuudet on esitetty taulukossa 8. Laskentaa ei esitetä tässä oppaassa, koska se on käsitelty yksityiskohtaisesti muissa energiatodistuksen laadintaesimerkeissä (ks. esim. *Energiatodistuksen laadintaesimerkki: uudispientalo*).

### 4.3.2 Muut lämpökuormat

Tässä autotalirakennuksessa ei ole muita lämpökuormia. Tällainen on tavanomaista perinteissä autotalissa, jota käytetään ainoastaan auton säilyttämiseen. Mikäli kyseessä olisi autohalli, jossa on pelkän autojen säilyttämisen lisäksi muitakin toimintoja, ihmisistä aiheutuvat lämpökuormat voisivat tulla kysymykseen.



Tällöinkin niiden määrän tulee olla realistinen, eli muiden kuin auringon säteilystä aiheutuvien lämpökuormien lisäämisen kanssa on syytä olla varovainen.

#### 4.3.3 Lämpökuormista hyödyksi saatu energia

Lämpökuormista hyödyksi saatu energia lasketaan energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 5.10. Laskennassa tarvitaan rakennuksen lämpökuormien kokonaismäärä ja lämpökuormien hyödyntämisaste. Lämpökuormien hyödyntämisasteen laskentaa ei esitetä tässä oppaassa, koska se on käsitelty yksityiskohtaisesti muissa energiatodistuksen laadintaesimerkeissä (ks. esim. ”Energiatodistuksen laadintaesimerkki: uudispientalo”). Lämpökuormista, eli tässä tapauksessa pelkästä auringon säteilyn aiheuttamasta lämpökuormasta, hyödynnettäväksi energiaksi saadaan tammikuussa

<i>Energiatehokkuuden laskentaohje, kaava 5.10</i>	$Q_{sis,lämpö} = \eta_{lämpö} Q_{lämpökuorma}$	(16)
<i>tammikuu</i>	$Q_{sis,lämpö} = 1,0 \cdot 491,2 = 491,2 \text{ kWh}$	

Taulukossa 12 esitetään lämpökuormien hyödyntämisasteet.

**Taulukko 12.** Lämpökuormista hyödyksi saatu energia.

Kuukausi	Lämpökuormat yhteensä	Hyödyntämisaste	Lämpökuormista hyödyksi
	$Q_{lämpökuorma}$	$\eta_{lämpö}$	$Q_{sis. Lämpö}$
	kWh	-	kWh
Tammikuu	3,7	1,00	3,7
Helmikuu	14,6	1,00	14,6
Maaliskuu	40,8	1,00	40,8
Huhtikuu	75,3	1,00	75,3
Toukokuu	99,9	1,00	99,9
Kesäkuu	103,8	0,97	100,2
Heinäkuu	117,3	0,00	0,0
Elokuu	70,9	0,90	64,0
Syyskuu	55,4	1,00	55,3
Lokakuu	18,0	1,00	18,0
Marraskuu	4,9	1,00	4,9
Joulukuu	3,0	1,00	3,0
<b>Koko vuosi</b>	<b>607,6</b>		<b>479,7</b>

#### 4.3.4 Tilojen lämmitysenergian nettotarve yhteensä

Tilojen lämmitysenergian nettotarve lasketaan energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 3.1. Tilojen lämmitysenergian nettotarve on tilojen lämmitysenergian kokonaistarpeen ja lämpökuormista hyödyksi saadun lämmön erotus. Lämmitysenergian kokonaistarve on laskettu luvussa 4.2.4 ja lämpökuormista hyödyksi saatu lämpö kohdassa 4.3.3. Nämä molemmat on myös esitetty taulukossa 13 tilojen lämmitysenergian nettotarpeen rinnalla. Tilojen lämmitysenergian nettotarpeeksi saadaan tammikuussa

*Energiatehokkuuden laskentaohje, kaava 3.1*

$$Q_{\text{lämmitys,tilat,netto}} = Q_{\text{tila}} - Q_{\text{sis,lämpö}} \quad (17)$$

*tammikuu*

$$Q_{\text{lämmitys,tilat,netto}} = 1818,2 - 3,7 = 1814,7 \text{ kWh}$$

Tämä lämmöntarve pitää kattaa rakennuksen tilojen lämmitysjärjestelmällä.

**Taulukko 13.** Tilojen lämmitysenergian nettotarve.

Kuukausi	Kokonaistarve	Lämpökuormista	Nettotarve
	$Q_{\text{tila}}$	$Q_{\text{sis. lämpö}}$	$Q_{\text{lämmitys, tilat, netto}}$
	kWh	kWh	kWh
Tammikuu	1818,2	3,7	1814,7
Helmikuu	1699,2	14,6	1684,7
Maaliskuu	1747	40,8	1706,2
Huhtikuu	1158,7	75,2	1083,4
Toukokuu	693,4	99,5	593,9
Kesäkuu	381	100,2	280,9
Heinäkuu	130,2	0,0	130,2
Elokuu	186,5	64,0	122,5
Syyskuu	593,9	55,3	535,5
Lokakuu	88,7	18,0	920,9
Marraskuu	1352,7	4,9	1347,7
Joulukuu	1634,5	3,0	1631,5
<b>Koko vuosi</b>	<b>12332</b>	<b>479</b>	<b>11852</b>

# 5 Lämmitysjärjestelmien energiankulutus

Tässä luvussa lasketaan rakennuksen lämmitysjärjestelmien energiankulutuksen osuus rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutuksesta. Koska autotallissa ei ole lämpimän käyttöveden kulutusta eikä sähkölaitteita, tässä tapauksessa lämmitysjärjestelmien energiankulutus muodostaa koko rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutuksen.

## 5.1 Tilojen lämmitysjärjestelmän energiankulutus

### a) Tilojen lämmönjakojärjestelmän lämpöenergian tarve (kulutus)

Rakennuksen tilojen lämmönjakojärjestelmän lämpöenergian kokonaistarve lasketaan energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 6.1. Rakennuksessa on tilakohtainen suora sähkölämmitys sähköpattereilla. Energiatodistusasetuksen liitteen 1 taulukosta 9 lämmönjakojärjestelmän vuosihyötysuhteeksi saadaan 0,95. Järjestelmässä ei ole jakelun häviöitä lämmittämättömiin tiloihin tai varastointihäviöitä.

Lämmönjakojärjestelmän lämmöntarpeeksi saadaan edellä esitetyillä arvoilla energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavan 6.1 ja taulukossa 13 esitetyn tilojen lämmitysenergian nettotarpeen vuosisumman avulla

<b>Energiatehokkuuden laskentaohje, kaava 6.1</b>	$Q_{\text{lämmitys,tilat}} = \frac{Q_{\text{lämmitys,tilat,netto}}}{\eta_{\text{lämmitys,tilat}}} + Q_{\text{jakelu,ulos}} + Q_{\text{varastointi,ulos}} \quad (18)$
<b>koko vuosi</b>	$Q_{\text{lämmitys,tilat}} = \frac{11852}{0,95} + 0 + 0 = 12475,8 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$

### b) Tilojen lämmönjakojärjestelmän apulaitteiden sähköenergian kulutus

Energiatodistusasetuksen liitteen 1 taulukosta 9 lämmönjakojärjestelmän apulaitteiden sähköenergian ominaiskulutukseksi saadaan 0,5 kWh/(m<sup>2</sup> a). Lämmönjakojärjestelmän apulaitteiden sähkökulutukseksi saadaan näin energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 6.4

<b>Energiatehokkuuden laskentaohje, kaava 6.4</b>	$W_{\text{tilat}} = e_{\text{tilat}} A_{\text{netto}} \quad (19)$
<b>koko vuosi</b>	$W_{\text{tilat}} = 0,5 \cdot 55 = 27,5 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$

### c) Tilojen lämmöntuottojärjestelmän ostoenergiankulutus

Tilojen lämmöntuottojärjestelmän (lämmitysjärjestelmän) ostoenergiankulutus lasketaan energiatehokkuuden laskentaohjeen luvussa 7 esitetyllä tavalla. Tässä rakennuksessa lämmitysjärjestelmänä on

huonekohtainen sähkölämmitys (sähköpatterilämmitys). Energiatodistusasetuksen liitteen 1 taulukosta 10 sähköpatterilämmityksen vuosihyötysuhteeksi saadaan 1,00. Tilojen lämmitysjärjestelmän ostoenergiankulutukseksi saadaan siten

**Energiatodistusasetuksen laskentaohje, kaava 6.7**

$$Q_{\text{lämmitys,tilat,kulutus}} = \frac{Q_{\text{lämmitys,tilat}}}{\eta_{\text{tuotto,tilat}}} \quad (20)$$

**koko vuosi**

$$Q_{\text{lämmitys,tilat,kulutus}} = \frac{12476}{1,00} = 12476 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

ostettua sähköenergiaa.

Tilojen lämmöntuottojärjestelmän hyötysuhde on tässä tapauksessa sähköpattereihin syötetyn sähköenergian suhde sähkövastuksesta saatavaan lämpöenergiaan.

*d) Tiloja lämmöntuottolaitteiston apulaitteiden sähköenergian kulutus*

Rakennuksessa on sähköpatterilämmitys. Energiatodistusasetuksen liitteen 1 taulukosta 10 lämmöntuottojärjestelmän apulaitteiden sähköenergian ominaiskulutukseksi saadaan 0 kWh/(m<sup>2</sup> a). Lämmöntuottojärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutukseksi saadaan näin energiatehokkuuden laskentaohjeen kaavalla 6.9

**Energiatodistusasetuksen laskentaohje, kaava 6.9**

$$W_{\text{tuotto,apu}} = e_{\text{tuotto}} A_{\text{netto}} \quad (21)$$

**koko vuosi**

$$W_{\text{tilat}} = 0 \cdot 55 = 0 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

ostettua sähköenergiaa.

## 6 Yhteenveto laskennan tuloksista

### 6.1 Ostoenergiankulutus

Autotallirakennuksen ostoenergiakulutus on  $12476 + 27,5$  kWh eli 12503,5 kWh.

### 6.2 E-luku

Ostoenergiankulutus muunnetaan laskennalliseksi energiatehokkuuden vertailuluvuksi eli E-luvuksi energiamuotojen kertoimia käyttäen. Sähköenergian kerroin on 1,2. Sähköenergian aiheuttamaksi kokonaisenergiankulutukseksi saadaan näin

$$\left( \begin{array}{c} \text{sähkönkulutuksen} \\ \text{aiheuttama} \\ \text{osuus E – luvusta} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \text{sähkön} \\ \text{energiamuodon} \\ \text{kerroin} \end{array} \right) \cdot \left( \begin{array}{c} \text{sähköenergian} \\ \text{ostoenergiankulutus} \end{array} \right) \quad (22)$$

$$\left( \begin{array}{c} \text{sähkönkulutuksen} \\ \text{aiheuttama} \\ \text{osuus E – luvusta} \end{array} \right) = 1,2 \cdot 12503,5 = 15\,004,2 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

E-luku määritetään laskemalla yhteen ostoenergian ja energiamuotojen kertoimien tulot energiamuodotain lämmitettyä nettoalaa kohden. E-luku pyöristetään aina ylöspäin. Tässä rakennuksessa ostoenergiana käytetään vain sähköenergiaa. Rakennuksen E-luku on siis **273 kWh<sub>e</sub>/(m<sup>2</sup> a)** (= 15 004,2/55). Erillinen moottoriajoneuvosuoja kuuluu käyttötarkoitukseluokkaan 9 (muut rakennukset). Tämän esimerkin autotallirakennus sijoittuu energiatehokkuusluokkaan **F**.

### 6.3 Toteutunut energiankulutus

Kuten luvussa 2 todetaan, autotallirakennuksen sähköenergiakulutusta ei mitata erikseen, joten toteutunutta energiankulutusta ei tiedetä.

## 7 Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi

Esimerkkinä käytetyn autotallirakennuksen energiatehokkuusluokka on verraten heikko (F). Toisaalta koska autotallissa ei ole esimerkiksi koneellista ilmanvaihtoa tai lämpimän käyttöveden kulutusta, mahdollisuudet parantaa autotallin teknisten järjestelmien energiatehokkuutta ovat rajalliset.

Autotallin ikkunan U-arvo on  $1,8 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Etenkin mikäli ikkuna on huonokuntoinen, sen vaihtaminen voisi olla järkevä energiatehokkuuden parannustoimi. Tämänkin toimen vaikutus on kuitenkin suhteellisen pieni, sillä ikkunapinta-alaa on autotallissa vain  $3 \text{ m}^2$ . Jos uuden ikkunan U-arvo olisi  $0,8 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ , autotallin vuotuisesti laskennalliseksi ostoenergiankulutukseksi (sähköä) saataisiin  $12157 \text{ kWh}$  ja E-luvuksi  **$266 \text{ kWh}_E/(\text{m}^2 \text{ a})$** . Rakennus säilyisi tällöin energiatehokkuusluokassa F.

Rakennuksen käyttöön liittyvä suositus on autotallin sisälämpötilan laskeminen. Nyt autotallin sisälämpötila on havaintojen mukaan  $17 \text{ }^\circ\text{C}$ . Mikäli sisälämpötila laskettaisiin  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ :hen, autotallin vuotuisesti laskennalliseksi sähköenergiankulutukseksi saataisiin  $10350 \text{ kWh}$ , eli sähköä säästyisi  $2154 \text{ kWh}$  vuodessa. Mikäli sisälämpötila laskettaisiin  $12 \text{ }^\circ\text{C}$ :hen, autotallin vuotuisesti laskennalliseksi sähköenergiankulutukseksi saataisiin  $7488 \text{ kWh}$ , eli säästöä syntyisi  $5016 \text{ kWh}$  vuodessa.

# Liite 1. Energiatodistus

ENERGIATODISTUS 2018																	
<b>Rakennuksen nimi ja osoite:</b>	Olemassa oleva autotalli YM:n Energiatodistuksen 2018 esimerkki 33333, ESIMERKKIPAikkakunta																
<b>Pysyvä rakennustunnus:</b>	XXXXXXXXXX																
<b>Rakennuksen valmistumisvuosi:</b>	1990																
<b>Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:</b>	Liikenteen rakennukset																
<b>Todistustunnus:</b>	XXXXXX																
<b>Energiatodistus on laadittu</b>																	
<input type="checkbox"/> Uudelle rakennukselle rakennuslupaa haettaessa																	
<input type="checkbox"/> Uudelle rakennukselle käyttöönottoaiheessa																	
<input checked="" type="checkbox"/> Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivämäärä: 12.1.2018																	
<table border="1"><thead><tr><th></th><th>Energiatodistuksen luokka</th></tr></thead><tbody><tr><td><b>A</b></td><td></td></tr><tr><td><b>B</b></td><td></td></tr><tr><td><b>C</b></td><td></td></tr><tr><td><b>D</b></td><td></td></tr><tr><td><b>E</b></td><td></td></tr><tr><td><b>F</b></td><td><b>F</b> 2018</td></tr><tr><td><b>G</b></td><td></td></tr></tbody></table>			Energiatodistuksen luokka	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>		<b>D</b>		<b>E</b>		<b>F</b>	<b>F</b> 2018	<b>G</b>	
	Energiatodistuksen luokka																
<b>A</b>																	
<b>B</b>																	
<b>C</b>																	
<b>D</b>																	
<b>E</b>																	
<b>F</b>	<b>F</b> 2018																
<b>G</b>																	
Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku Uuden rakennuksen E-luvun vaatimustaso	$\text{kWh}_e/(\text{m}^2\text{vuosi})$ 273 ≤																
<b>Todistuksen laatija:</b> Eero Energiatodistuksenlaatija	<b>Yritys:</b> Yritys Oy Katuosoite 3, 00100, HKI																
<b>Sähköinen allekirjoitus:</b> Energiatodistuksenlaatija, Eero 1.10.2018 15:05:05																	
<b>Todistuksen laatimispäivä:</b> 1.10.2018	<b>Viimeinen voimassaolopäivä:</b> 1.10.2028																

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIAEHDOKKUUDESTA													
Laskennallinen ostoenergiankulutus ja energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku)													
<b>Lämmitetty nettoala</b>	55 m <sup>2</sup>												
<b>Lämmitysjärjestelmän kuvaus</b>	Maalämpöpumppu, vesikiertoinen lattialämmitys / Ei lämmintä käyttövettä												
<b>Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus</b>	Painovoimainen ilmanvaihto												
Käytettävä energiamuoto	Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus									
	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	-	kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)									
sähkö	<b>12 503</b>	228	1,2	273									
<b>Energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku)</b>				<b>273</b>									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
<b>Käytetty E-luvun luokitteluasteikko</b>	<b>Muut rakennukset</b>												
<b>Luokkien rajat asteikolla</b>	<table border="1"> <tr> <td>A: ... 90</td> <td>B: 91 ... 130</td> <td>C: 131 ... 170</td> </tr> <tr> <td>D: 171 ... 190</td> <td>E: 191 ... 240</td> <td>F: 241 ... 280</td> </tr> <tr> <td>G: 281 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ... 90	B: 91 ... 130	C: 131 ... 170	D: 171 ... 190	E: 191 ... 240	F: 241 ... 280	G: 281 ...		
A: ... 90	B: 91 ... 130	C: 131 ... 170											
D: 171 ... 190	E: 191 ... 240	F: 241 ... 280											
G: 281 ...													
<b>Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka</b>	F												
<p>E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu vakioidulla käytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jotta eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. Vakioidusta käytöstä johtuen E-luku ei sovellu yksittäisen rakennuksen toteutuneen ja laskennallisen kulutuksen vertailuun. E- lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiankulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitilämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.</p>													
TOIMENPIDE-EHDOTUKSIA E-LUVUN PARANTAMISEKSI													
Keskeiset suositukset rakennuksen E-lukua parantaviksi toimenpiteiksi (ei koske uusia rakennuksia)													
Ikkunan vaihto uuteen, jonka U-arvo 0,8 W/m <sup>2</sup> °C.													
Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin sivuilla 6 ja 7, kohdassa "Toimenpide-ehdotukset E-luvun parantamiseksi".													

Todistustunnus: XXXXXX, 2/8



E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
<b>Rakennuskohde</b>				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Liikenteen rakennukset			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990	Lämmitetty nettoala	55	m <sup>2</sup>
<b>Rakennusvaippa</b>				
Ilmanvuotoluku q <sub>50</sub>	4,8	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		
	A m <sup>2</sup>	U W/(m <sup>2</sup> K)	U×A W/K	Osuus lämpöhäviöistä %
Ulkoseinät	88,0	0,45	39,6	34 %
Yläpohja	55,0	0,45	24,8	22 %
Alapohja	55,0	0,45	24,8	22 %
Ikkunat	3,0	1,80	5,4	5 %
Ulko-ovet	5,0	2,00	10,0	9 %
Kylmäsiilat	-	-	10,5	9 %
<b>Ikkunat ilmansuunnittain</b>				
Pohjoinen Koillinen Itä Kaakko Etelä Lounas Länsi Luode	A m <sup>2</sup>	U W/(m <sup>2</sup> K)	g <sub>kohtisuora</sub> -arvo	
	3,0	1,80	0,56	
<b>Ilmanvaihtojärjestelmä</b>				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Painovoimainen ilmanvaihto			
Pääilmanvaihtokoneet Erillispoistot Ilmanvaihtojärjestelmä	Ilmavirta tulo/poisto (m <sup>3</sup> /s) / (m <sup>3</sup> /s)	Järjestelmän SFP-luku kW / (m <sup>3</sup> /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto °C
	/ 0,00 / 0,01 0,00 / 0,01	0,00 0,00	- -	- -
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:			0 %	
<b>Lämmitysjärjestelmä</b>				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Maalämpöpumppu, vesikiertoinen lattialämmitys / Ei lämmintä käyttövedtä			
Tilojen ja iv:n lämmitys Lämpimän käyttöveden valmistus	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin <sup>1</sup>	Apulaitteiden sähkönkäyttö <sup>2</sup> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
	- 100 % 100 %	- 95 % 92 %	-	0,5 0,0
<sup>1</sup> vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
<sup>2</sup> lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
Varaava tulisija Ilmalämpöpumppu	Määrä kpl	Tuotto kWh		
<b>Jäähdytysjärjestelmä</b>				
Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin -				
Jäähdytysjärjestelmä				
<b>Lämmin käyttövesi</b>				
Lämmin käyttövesi	Ominaiskulutus dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
	0	0		
<b>Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla</b>				
Henkilöt ja kuluttajalaitteet Valaistus	Käyttöaste	Henkilöt W/m <sup>2</sup>	Kuluttajalaitteet W/m <sup>2</sup>	Valaistus W/m <sup>2</sup>
	- 60 % 10 %	0,0	0,0	0,0

Todistustunnus: XXXXXXX, 3/8

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
<b>Rakennuskohde</b>				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Liikenteen rakennukset			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1990			
Lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup>	55			
E-luku, kWh <sub>e</sub> /m <sup>2</sup> vuosi	273			
<b>E-luvun erittely</b>				
Käytettävät energiamuodot	Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWh <sub>e</sub> /vuosi kWh <sub>e</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)	
sähkö	12 503	1,2	15 004	273
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>12 503</b>		<b>15 004</b>	<b>273</b>
<b>Rakennuksen ympäristössä olevasta energiasta otettu energia, hyödynnetty osuus (kuukausitason erittely lisätiedoissa)</b>				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
<b>Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus</b>				
		<b>Sähkö</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	<b>Lämpö</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	<b>Kaukojäähdytys</b> kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>		0,5	226,8	-
Tuloilman lämmitys		0,0	0,0	-
Lämpimän käyttöveden valmistus		0,0	0,0	-
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		0,0	-	-
Jäähdytysjärjestelmä		0,0	0,0	0,0
Kuluttajalaitteet ja valaistus		0,0	-	-
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>1,0</b>	<b>227,0</b>	<b>0,0</b>
<sup>1</sup> ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
<b>Energian nettotarve</b>				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Tilojen lämmitys <sup>2</sup>		11 852	216	
Ilmanvaihdon lämmitys <sup>3</sup>		0	0	
Lämpimän käyttöveden valmistus		0	0	
Jäähdytys		0	0	
<sup>2</sup> sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
<sup>3</sup> laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
<b>Lämpökuormat</b>				
		kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Aurinko		608	12	
Henkilöt		0	0	
Kuluttajalaitteet		0	0	
Valaistus		0	0	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöistä		0	0	
<b>Laskentatyökalun nimi ja versio</b>				
Laskentatyökalun nimi ja versio	Laskentaohjelma X Versio 1.0			

Todistustunnus: XXXXXX, 4/8

## TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmitystarvelukukorjausta. Ostoenergian määrät ilmoitetaan energiatodistuksen laatimista edeltävältä täydeltä kalenterivuodelta.

### Toteutunut ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala 55 m<sup>2</sup>

Energiaverkoista ostettu energia				kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Kaukolämpö					
Kokonaissähkö					
Kiinteistösähkö					
Käyttäjäsähkö					
Kaukojäähdytys					
Ostetut polttoaineet <sup>1</sup>	polttoaineen määrä vuodessa	yksikkö	muunnoskerroin kWh:ksi	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Kevyt polttoöljy		litra	10		
Pilkkeet (havu- ja sekapuu)		pino-m <sup>3</sup>	1300		
Pilkkeet (koivu)		pino-m <sup>3</sup>	1700		
Puupelletit		kg	4,7		
<sup>1</sup> Selostus ostettujen polttoaineiden määrän arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä".					
Toteutunut ostoenergia yhteensä				kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Sähkö yhteensä				0	0
Kaukolämpö yhteensä				0	0
Polttoaineet yhteensä				0	0
Kaukojäähdytys				0	0
<b>YHTEENSÄ</b>					

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttöajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Todistusta laadittaessa energiankulutus lasketaan Etelä-Suomen säätiedoilla ja siten, että rakennuksen käyttö on vakioitu.

Yllä olevassa 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 ostoenergian kulutukseen.

Todistustunnus: XXXXXX, 5/8

## TOIMENPIDE-EHDOTUKSET E-LUVUN PARANTAMISEKSI

Toimenpide-ehdotukset tähtäävät E-luvun parantamiseen, joten ne arvioidaan rakennuksen vakioidulla käytöllä. Osio ei koske uusia rakennuksia.

### Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

Ikkunoiden U-arvo on korkeahko (1,8 W/m<sup>2</sup> °C) ja ikkunan kunto huomioiden ikkunaremontti on ajankohtainen.

### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

1	Ikkunan vaihto uuteen, U-arvo 0,8 W/m <sup>2</sup> °C			
2				
3				
	Lämpö, ostoenergian muutos	Sähkö, ostoenergian muutos	Jäähdytys, ostoenergian muutos	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh <sub>e</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)
1	0	-347	0	-7
2				
3				

### Huomiot ylä- ja alapohja

Ei parannusehdotuksia.

### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenergian muutos	Sähkö, ostoenergian muutos	Jäähdytys, ostoenergian muutos	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh <sub>e</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)
1				
2				
3				

### Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Ei käyttövetä, eikä parannusehdotuksia tilojen lämmitysjärjestelmän osalta.

### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenergian muutos	Sähkö, ostoenergian muutos	Jäähdytys, ostoenergian muutos	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh <sub>e</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)
1				
2				
3				

Todistustunnus: XXXXXX, 6/8

Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät				
Painovoimainen ilmanvaihto, ei parannusehdotuksia.				
Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset				
1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenergian muutos	Sähkö, ostoenergian muutos	Jäähdytys, ostoenergian muutos	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)
1				
2				
3				
Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät				
Autotallissa vain valaistus ja sekin päällä satunnaisesti, ei parannusehdotuksia.				
Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset				
1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenergian muutos	Sähkö, ostoenergian muutos	Jäähdytys, ostoenergian muutos	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)
1				
2				
3				
Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon (eivät vaikuta E-lukuun)				
Puolilämpimän autotallin energiankulutusta voi pienentää sisälämpötilaa laskemalla. Tällä hetkellä autotallin sisälämpötila on paikan päällä suoriteten havainnoinnin mukaan 17 °C. Mikäli sisälämpötila laskettaisiin 15 °C:hen, autotallin vuotuinen ostosähkönkulutus pienenesi n. 2154 kWh. Mikäli autotallin lämpötila laskettaisiin 12 °C:hen, vuotuinen ostosähkönkulutus pienenesi n. 5016 kWh.				
Lisätietoja energiatehokkuudesta				
Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä, <a href="http://www.motiva.fi">www.motiva.fi</a>				

Todistustunnus: XXXXXX, 7/8

## LISÄMERKINTÖJÄ

Autotallin sähkönkulutusta ei mitata erikseen, joten toteutunut kulutus ei ole tiedossa.

Todistustunnus: XXXXXX, 8/8