



Energiaratkaisut ja lainsäädäntö

Minna Tolvanen, Motiva Services Oy



E-luvun laskenta ja E-lukuun vaikuttavat toimenpiteet

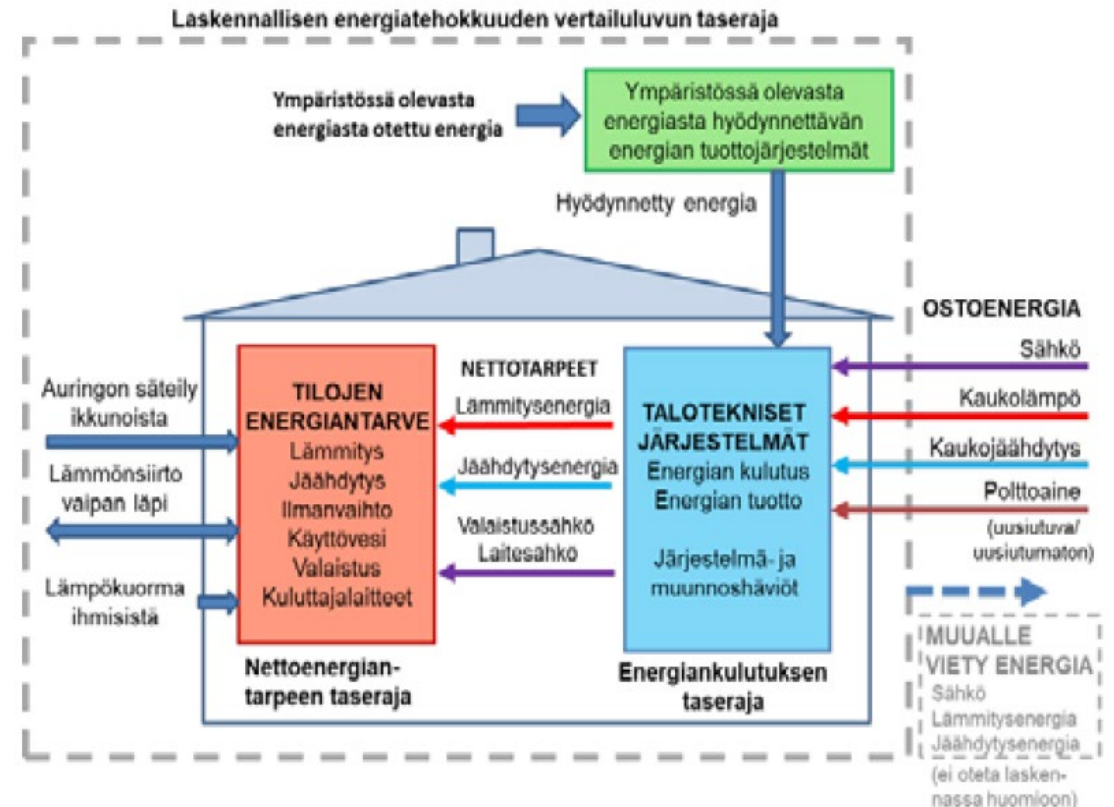
E-luvun laskenta

E-luku on rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus, johon vaikuttavat sekä ulkoiset että sisäiset energiat

Lasketaan rakennuksen vakioituun käyttöön perustuva laskennallinen ostoenergian kulutus rakennuksen lämmitettyä nettoalaa kohden

Saatu laskennallinen tulos kerrotaan energiamuotokertoimella

- Sähkö 1,2
- Kaukolämpö 0,5
- Kaukojäähdytys 0,28
- Fossiiliset PA:t 1,0
- Uusitutvat PA:t 0,5



Energiatehokkuusluokka (A-G)

Energiatehokkuusluokka määräytyy E-luvun perusteella.

Käytettävä luokitteluasteikko määräytyy rakennuksen tai rakennuksen osan käyttötarkoitukseluokan perusteella.

E-luku pyöristetään aina ylöspäin energiatehokkuusluokkaa määritettäessä.

Rivitalot ja 2-kerroksiset asuinkerrostalot (käyttötarkoitukseluokka 1d)

- Rivitalo
- Asuinkerrostalo, jossa on asuinkerroksia enintään kahdessa kerroksessa

Energiatehokkuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku ≤ 80
B	81 ≤ E-luku ≤ 110
C	111 ≤ E-luku ≤ 150
D	151 ≤ E-luku ≤ 210
E	211 ≤ E-luku ≤ 340
F	341 ≤ E-luku ≤ 410
G	411 ≤ E-luku

Asuinkerrostalot (käyttötarkoitukseluokka 2)

- Asuinkerrostalo, jossa on asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa

Energiatehokkuusluokka	E-luku (kWh _E /(m ² vuosi))
A	E-luku ≤ 75
B	76 ≤ E-luku ≤ 100
C	101 ≤ E-luku ≤ 130
D	131 ≤ E-luku ≤ 160
E	161 ≤ E-luku ≤ 190
F	191 ≤ E-luku ≤ 240
G	241 ≤ E-luku

Rakennusvaippa – vaikuttaa E-lukuun

- Ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen
 - U-arvot
 - **g-arvot**
 - Varjostuskulmat (ylä-, sivu-, ympäristö-)
- Yläpohja, julkisivut, alapohja lisäeristys
 - U-arvot
- Ilmanvuotoluvun selvitys
 - Rakennusvuoden mukainen vs. mitattu

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

Taulukko 4. Rakennusvaipan ja rakennuksen ilmanvuotoluku.

Rakennusluvun vireilletulovuosi	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-
Rakennuksen ilmanvuotoluku n_{50}	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	4,0	4,0	4,0	
Rakennusvaipan ilmanvuotoluku q_{50}									4,0

$$q_{50} = \frac{n_{50} \cdot V}{A_{\text{vaippa}}}$$

jossa

q_{50} rakennusvaipan ilmanvuotoluku, $\text{m}^3/(\text{h m}^2)$
 n_{50} rakennuksen ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, 1/h
 V rakennuksen ilmatilavuus, m^3
 A_{vaippa} rakennusvaipan pinta-ala (alapohja mukaan luettuna), m^2 .

Ilmanvaihto – vaikuttaa E-lukuun

- IV-koneiden uusiminen
 - SFP-luku (kW/m³/s)
 - Rakennusvuoden mukainen vs. mitattu
- Lämmöntalteenoton parantaminen

Taulukko 2. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteita.

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

- [LTO-laskin – ym.fi \(excel\)](#)
- IV-koneiden jälkilämmityksen vaihto sähköstä vesikiertoiseksi
- Tarpeenmukainen ilmanvaihto
 - Voidaan pienentää laskennassa käytettävää ulkoilmavirtaa 20 % tai vielä enemmän IV-suunnitelmien perusteella
 - Vaikuttaa myös SFP-lukuun

Taulukko 3. Ilmanvaihdon ominaissähkötehoja.

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

- virtaavan väliaineen välityksellä lämpöä siirtävät lämmönsiirryhdistelmät; 40 - 60 %
- ristivirtalevylämmönsiirtimet; 50 - 70 %
- vastavirtalevylämmönsiirtimet; 60 - 80 %
- regeneratiiviset lämmönsiirtimet; 60 - 80 %.

Lämmitys – vaikuttaa E-lukuun

- Lämmön tuotantotavan vaihto
 - Fossiilisista polttoaineista lämpöpumppuihin, kaukolämpöön, puupohjaisiin polttoaineisiin
 - Sähköstä lämpöpumppuihin, kaukolämpöön, puupohjaisiin polttoaineisiin
 - *Kaukolämmöstä lämpöpumppuihin*
- Lämmityksen mitoituslämpötilan lasku
 - Esim. vesiradiaattorin mitoitus lämpötilat 70/40 -> 45/35, vuosihyötysuhde 0,8 -> 0,85 (jakojohdot eristämättömiä)
- Lämmityksen jakojohtojen eristäminen linjasaneerauksen yhteydessä
 - Esim. vesiradiaattorin mitoitus lämpötilat 45/35, vuosihyötysuhde 0,85 -> 0,9
- Märkätilojen lämmityksen muutos
 - Sähköinen lattialämmitys tai kiertovesipatterit, muutos vesikiertoiseksi lattialämmitykseksi
- Kiinteiden rakennuksen sisäpuolisten sähkölämmitysten poisto
 - Lattialämmitys, pyyhekuivaimet,...
- Perinteisten patteritermostaattien vaihto älykkäisiin

Jäähdytys, Valaistus ja Käyttövesi – vaikuttaa E-lukuun

- Jäähdytyksen tuotantotavan muutos
 - Kaukokylmä, maakylmä, jäähdytyslaite ilma-/vesilauhdutteinen, vapaajäähdytyksen lisäys
- Jäähdytyksen jakotavan muutos
 - Ilmanvaihdon kautta, palkki, konvektori
- Jäähdytystarpeen minimointi suunnitteluratkaisuilla
- Valaistuksen tehotiheys valaistussuunnitelmista
- Valaistuksen tarpeenmukainen ohjaus

[Laskentaopas - ymparisto.fi](https://laskentaopas-ymparisto.fi)

- Vakiopaineventtiilin lisäys
- Lämpimän käyttöveden kiertoputken eristyksen taso

Taulukko 6.3. Lämpimän käyttöveden siirron vuosihyötysuhde.

Rakennustyyppi	$\eta_{kv, siirto}$				
	Kierto	Ei kiertoa			
		eristämätön	suojaputkessa	eristetty, perustaso ¹⁾	eristetty, parempi ²⁾
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalot	0,96	0,75	0,85	0,89	0,92
Asuinkerrostalo	0,97	0,76	0,86	0,90	0,94
Toimistorakennus	0,88	0,69	0,78	0,82	0,85
Liikerakennus	0,87	0,68	0,77	0,81	0,84
Majoitusliikerakennus	0,97	0,76	0,86	0,90	0,94
Opetusrakennus ja päivä-koti	0,89	0,70	0,79	0,83	0,86
Liikuntahalli	0,98	0,77	0,87	0,91	0,95
Sairaala	0,94	0,74	0,84	0,88	0,91

¹⁾ eristyksen perustaso tarkoittaa vähintään eristyspaksuutta 0,5 D, missä D on putken halkaisija
²⁾ eristyksen parempi taso tarkoittaa vähintään eristyspaksuutta 1,5 D, missä D on putken halkaisija

Muut toimenpiteet – vaikuttaa E-lukuun

- Uusituvan energian lisääminen
 - Aurinkosähkö tai muu sähkön tuotanto
 - Aurinkokeräimet
 - Jäteveden lämmöntalteenotto
 - Lämpöpumppujen lisääminen
 - COP-/SCOP-luvut (lämpökerroin)
 - Lämmöntuotannon mitoitus (menoveden lämpötila, tuotto-osuus)
 - **Varaavat** tulisijat
- Energiatodistuksen laatijan ammattitaito sekä todistukseen käytettävä aika
 - Käyttääkö laatija oletusarvoja
 - Onko todistuksen laadinnassa varattu resursseja selvittää tarkempia lähtötietoja
 - Onko saatavissa tarkempia suunnitteluarvoja
- [Energiatodistusten laskentaohjeet – Motiva.fi](#)

Esimerkkejä energiansäästötoimenpiteistä, jotka vaikuttavat E-lukuun

- Ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen
- Julkisivujen, yläpohjan ja alapohjan lisäeristäminen
- Tiiveyskorjaus tai ilmanvuotoluvun selvitys
- Ilmanvaihtokoneiden uusiminen ja lämmöntalteenoton parantaminen
- Lämmön tuotantotapa
 - Öljy, kaukolämpö, lämpöpumput, puupolttoaineet
- Valaistuksen tehotiheys ja tarpeenmukainen ohjaus
- Linjasaneerauksen yhteydessä tehtävät eristemuutokset
 - Lämmitys ja lämmin käyttövesi
- Vakiopaineventtiilin lisäys
- Uusituvan energian lisääminen
 - Aurinkosähkö tai muu sähkön tuotanto
 - Aurinkokeräimet
 - Jäteveden lämmöntalteenotto
 - Lämpöpumput
 - **Varaavat** tulisijat

Esimerkkejä energiansäästötoimenpiteistä, jotka eivät vaikuta E-lukuun

- Aikaohjelmamuutokset
 - pl. tarpeenmukainen IV ja valaistus
- Automaatiosäätöjen optimointi
- Lämmitysverkoston tai ilmanvaihdon tasapainotus
- Kierto-/siirto-/palautusilman käytön lisääminen
- LTO-verkostojen puhdistus/ LTO:n kunnostus
- Vettä säästävät vesikalusteet ja vesimittarit
- Taajuusmuuttajaohjausten lisääminen
 - Jos ei hyödynnetä tarpeenmukaisessa säädössä (IV/valaistus)
 - Myös hissit ja liukuportaat
- Rakennuksen ulkopuolisten energiankulutusten optimointi
 - Ulkovalaistus, sähkölämmitykset, vesikiertoiset lämmitykset, parvekelasitukset
- Kiertovesipumppujen kesä-/talvipysäytykset
- Sähkön tehopiikkien minimointi
- Sähkön laadun parantaminen
- Jäähdytyksen ja lämmityksen päällekkäisyyden poisto
- Ilmanvaihdon yötuuletuksen lisääminen
- Automaation lisääminen
 - pl. tarpeenmukainen säätö IV ja valaistus
- Kylmiöiden poistaminen käytöstä
- Siirrettävien sähkölämmittimien korvaaminen vesikiertoisilla kiinteillä lämmittimillä
- Pistorasiakuorman optimointi
- Keittiölaitteiden energiatehokkuus



ESIMERKKI E-LUVUN PARANTAMISESTA ASUINKERROSTALOSSA

Esimerkkikohteen lähtötiedot

- Kerrostalo, käyttötarkoitusluokka 2
- Sijainti Uudellamaalla
- Rakennusvuosi 1975
- 4-5 kerrosta
- Kaukolämpö
- Putkisaneeraus 90-luvulla
- Ikkunat ja ulko-ovet uusittu 1998
- Ei sijaitse pohjavesialueella
- Tontin koko kohtalainen
- Aurinkosähkölle soveltuvaa pinta-alaa n. 295 m²



Kuvan lähde: Google maps

Nykyhetken E-luku ^{1/2}

Tilanne 1

- Julkisivujen, ylä- ja alapohjan U-arvot rakennusvuoden perusteella taulukkoarvoina
- E-luku 203
- Energiatehokkuusluokka F
- Vaadittava parannus 30 %
 - E-luku 142
 - Energiatehokkuusluokka D

Molemmat laskennat lainmukaisia

Tilanne 2

- Julkisivujen, ylä- ja alapohjan U-arvot selvitetty tarkemmin
 - Tyypillisiä olemassa olevien vanhojen rakennusten alkuperäisiä suunnitteluarvoja
- E-luku 183
- Energiatehokkuusluokka E
- Vaadittava parannus 30 %
 - E-luku 128
 - Energiatehokkuusluokka C

Nykyhetken E-luku 2/2

Tilanne 1

- Julkisivujen, ylä- ja alapohjan U-arvot rakennusvuoden perusteella taulukkoarvoina
- E-luku 203
- Energiatehokkuusluokka F
- Vaadittava parannus 30 %
 - E-luku 142
 - Energiatehokkuusluokka D

Molemmat laskennat lainmukaisia

Tilanne 2

- Julkisivujen, ylä- ja alapohjan U-arvot selvitetty tarkemmin
 - Tyypillisiä olemassa olevien vanhojen rakennusten alkuperäisiä suunnitteluarvoja
- E-luku 183
- Energiatehokkuusluokka E
- Vaadittava parannus 30 %
 - E-luku 128
 - Energiatehokkuusluokka C

E-luvun parantaminen 30 %:lla

Vaihtoehto 1

- Huippuimureiden uusiminen
 - SFP-luku 1,5 → 0,9
- Poistoilmalämpöpumpun lisääminen (lämpökerroin 4,1)
- Tiiveyskorjaus (q_{50} 14,6 → 2,0)
- Aurinkosähkö, vuosituotto n. 15,8 MWh

- E-luku 120
 - Ilman aurinkosähköä 129
- Energiatehokkuusluokka C

Vaihtoehto 2

- Lämmitysmuodon vaihto kaukolämmöstä maalämpöön (lämpökerroin lämmitys 4,33; LKV 3,72)
- Tiiveyskorjaus (q_{50} 14,6 → 2,0)

- E-luku 121
- Energiatehokkuusluokka C

E-luvun parantaminen A-luokkaan, E-luku ≤ 75

Vaihtoehto 1

- Yläpohjan lisäeristys (U: 0,36-> 0,09), **Julkisivujen lisäeristys** (U: 0,41->0,2), Ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen (U: 2,1/1,4 -> 0,8), Tiiveyskorjaus (q_{50} 14,6 -> 2,0), **Ilmanvaihdon muutos poistoilmasta tulo-/poisto+LTO** (hyötysuhde 70 %, SFP 1,5->1,8), **Lämmitysmuodon vaihto kaukolämmöstä maalämpöön** (lämpökerroin lämmitys 4,33; LKV 3,72), Vakiopaineventtiilin lisäys käyttövesiverkoston, Aurinkosähkön lisäys (vuosituotto n. 28 MWh). E-luku 75

Vaihtoehto 2

- Yläpohjan lisäeristys (U: 0,36-> 0,09), **Julkisivujen lisäeristys** (U: 0,41->0,2), Ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen (U: 2,1/1,4 -> 0,8), Tiiveyskorjaus (q_{50} 14,6 -> 2,0), **Poistoilmapuhaltimien uusiminen** (SFP 1,5-> 0,9), ja **Poistoilman lämmöntalteenotto** (lämpökerroin 4,1), **Lämmitysmuodon vaihto kaukolämmöstä maalämpöön** (lämpökerroin lämmitys 4,33; LKV 3,72) Vakiopaineventtiilin lisäys käyttövesiverkoston, Aurinkosähkön lisäys (vuosituotto n. 35 MWh). E-luku 75

Vaihtoehto 3

- Yläpohjan lisäeristys (U: 0,36-> 0,09), Ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen (U: 2,1/1,4 -> 0,8), Tiiveyskorjaus (q_{50} 14,6 -> 2,0), **Poistopuhaltimien uusiminen** (SFP-luku (1,5-> 0,9), **Poistoilmalämpöpumpun lisääminen** (lämpökerroin 4,1), **Kylpyhuoneiden LKV-pattereiden poisto ja lämmityksen muutos lattia- tai patterilämmitykseksi**, Vakiopaineventtiilin lisäys käyttövesiverkoston, Aurinkosähkön lisäys (vuosituotto n. 32 MWh). E-luku 75



Tyypillisiä energiatehokkuusratkaisuja taloyhtiöissä



Lämmitys

Vesikiertoinen lämmitysverkosto

- Lämmitysverkoston tapainotus ja perussäätö
- Ohjauksen parantaminen, älykäs lämmönsäätö
- Putkien eristysten parantaminen
- Varaajien uusiminen (lämpöpumput, sähkölämmitys)

Suorasähkölämmitys

- Termostaattien toiminnan tarkastaminen tai uusiminen
- Ilmalämpöpumppujen lisääminen

Lämmitysmuodon vaihto

- Lämmityskattilan uusiminen nykyaikaiseksi, biopolttoaineet
- Fossiilisen polttoaineen kattilan vaihto
 - Kaukolämpö
 - Lämpöpumput

Lämpöpumput

Ilmalämpöpumppu (ILP)

- Erityisesti suorasähköisissä huoneistoissa vähentää lämmitysenergian ostoenergian tarvetta

Poistoilmalämpöpumppu (PILP)

- Hyödynnettävissä poistoilmanvaihtokohteissa
- Paras hyöty yksikanavaisissa korkeissa pistetaloissa. Ei energiataloudellinen ratkaisu kaikkiin kohteisiin

Maa- ja ilma-vesilämpöpumppu (MLP, IVLP)

- Ei vähennä lämmitysenergian tarvetta, mutta pienentää ostoenergian tarvetta sekä energiakustannuksia
- Maalämmöllä ilma-vesilämpöpumppua parempi hyötysuhde

Rakenteet ja ilmanvaihto

Rakenteet

- Lisäeristys julkisivujen, katon tai alapohjan uusimisen yhteydessä, korjaukset asetusten mukaisesti tai vielä parempi taso
- Ikkunoiden ja ulko-ovien uusinnat asetusten mukaisesti tai vielä parempi taso
- Tiiveyskorjaus
- Kattoremontin yhteydessä huomio räystäspituuteen myös mahdollisen seinien lisäeristämisen suhteen sekä kestävyteen aurinkopaneelien tai muiden teknisten laitteiden vuoksi

Ilmanvaihto

- Laiteusinnat asetusten mukaisesti tai vielä parempi taso
- Lämmöntalteenoton parantaminen tai lisääminen
- Ohjausten parantaminen – tarpeenmukainen ilmanvaihto

Vesijärjestelmät

Lämminvesiputkien eristysten parantaminen

Käyttövesivaraajien uusiminen

- Sähkö- ja lämpöpumppulämmitteiset rakennukset

Vakiopaineventtiilin lisäys

- Uudiskohteissa ja saneerauksen yhteydessä pakollinen, jos painetaso ylittää 5 bar

Huoneistokohtaiset etäluettavat vesimittarit

- Vähentää asuinrakennuksen vedenkulutusta n. 10 %

*Kestävä vedenkäyttö -hanke

Vesikalusteet

- Vuotavien vesikalusteiden korjaus
- Vanhojen vesikalusteiden uusiminen



Tilojen muutokset ja ohjaukset, yleisvalaistus

Kylmiöiden poisto

- Tilojen supistaminen tai korvaaminen yksittäisillä jääkaapeilla
- Tilan käyttö muuhun tarkoitukseen

Talosauna

- Saunavuorojen keskitys ja optimointi
- Saunan lämpötilan alentaminen 70-80 °C
- Ilmanvaihdon käyttöaikojen optimointi

Valaistus

- Sisävalaistuksen ohjaus ja lampputyyppi
- Ulkovalaistuksen ohjaus ja lampputyyppi

Sähkölämmitykset

- Sähkölämmitysten ohjauksen tehostus, rajoitus tai poistaminen
- Autopistorasioiden ohjauksen parantaminen

Uusiutuva energia

Energian omalla tuotannolla voidaan tehokkaasti vähentää ostoenergian tarvetta taloyhtiöissä

Aurinkolämpö

- Toimii lisälämmönlähteenä
- Vaatii lämmitys-/LKV-järjestelmältä energia-/lämmivesivaraajan

Aurinkosähkö

- Rajoittavana tekijänä katon suuntaus, varjostavat tekijät sekä katon kantavuus
- Voidaan hyödyntää myös yksittäisten asukkaiden toimesta energiayhteisön avulla

Lämpöpumput



Energiatehokkuuden tarkistuslista taloyhtiölle



Energiatehokkuuden tarkistuslista

[Energiatehokkuuden tarkistuslista –
energiatehokkuusopimukset2017-2025.fi](https://energiatehokkuusopimukset2017-2025.fi)

Vapaasti hyödynnettävissä oleva Excel-pohjainen työkalu, jolla voidaan tarkastella kiinteistön energiatehokkuutta

Apuna systemaattiseen energia-asioiden läpikäyntiin koko kohteen tai yksittäisten osa-alueiden järjestelmien, laitteiden ja käytön nykytilan osalta