



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

**RAKENNETUN YMPÄRISTÖN JA SUOMEN  
RAKENNUSKANNAN KEHITYS  
TULEVAISUUDESSA EU:N TAVOITTEIDEN  
POHJALTA**

Milja Rova

YMPÄRISTÖTEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA

Kandidaatintyö

Elokuu 2021

# TIIVISTELMÄ

Rakennetun ympäristön ja Suomen rakennuskannan kehitys tulevaisuudessa EU:n tavoitteiden pohjalta

Milja Rova

Oulun yliopisto, Ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö 2021, 49 s.

Työn ohjaaja(t) yliopistolla: DI Jari Pulkinen

Rakennukset kattavat 40 % EU:n kokonaisenergiakulutuksesta ja 36 % kaikista hiilidioksidipäästöistä. Rakennusten energiatarpeen vähentäminen onkin yksi tärkeimpiä aiheita EU:n ilmasto- ja energiapolitiikassa. Energian tuotanto ja kulutus vaikuttavat ilmastonmuutokseen ja erityisesti niistä aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen vähentäminen on avainasemassa ilmastonmuutoksen hillinnässä. Tämän kandidaatintyön aiheena on Suomen rakennetun ympäristön ja rakennuskannan kehitys tulevaisuudessa EU:n tavoitteiden pohjalta. Työssä kerrotaan siitä, minkälainen Suomen rakennuskanta on tällä hetkellä ja toisekseen, mihin suuntaan sen on tarkoitus kehittyä. Kandidaatintyössä tutustutaan rakennusten energiatehokkuuteen ja siihen, mitkä asiat vaikuttavat energian kulutukseen. Työssä perehdytään Suomen tavoitteisiin muuttaa rakennuskanta lähes nollaenergia tasolle sekä tutustutaan Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategiaan. Kandidaatintyössä kerrotaan myös lainsäädännöstä, joka ohjaa saavuttamaan tavoitteet energiatehokkaasta rakennuskannasta.

Kandidaatintyössä tutkitaan sitä, mitkä lait ja säädökset ohjaavat rakentamista ja rakennusten energiatehokkuutta Suomessa. Työssä tutkitaan myös, minkälainen rakennuskanta Suomessa on tällä hetkellä ja perehdytään siihen, mitkä ovat keinot, joilla muutetaan rakennuskanta energiatehokkaaksi. Kandidaatintyössä tutkimuskysymyksiin on perehdytty tekemällä kirjallisuusselvitys.

Kandidaatintyön ensimmäisessä osiossa esitellään lainsäädäntöä, joka ohjaa saavuttamaan tavoitteet energiatehokkaasta rakennuskannasta. Ilmastonmuutos ja EU:n ilmasto- ja energiapolitiikka ohjaavat rakentamisen kehitystä, sillä rakennukset ja niiden energiatehokkuus ovat yksi merkittävimmistä kehityskohteista. Suomessa rakentamista

ohjaa Maankäyttö- ja rakennuslaki yhdessä Rakentamismääräyskokoelman kanssa. Suomen rakentamista koskevat kansalliset lait ja asetukset muodostuvat Euroopan Unionin direktiivien pohjalta. Yksi tärkeimpiä rakennuskantaamme vaikuttavia EU:n direktiivejä on EPBD 2018/844/EU eli rakennusten energiatehokkuusdirektiivi.

Kandidaatintyön toisessa osiossa perehdytään siihen, minkälainen rakennuskanta Suomessa on tällä hetkellä. Työssä kerrotaan myös siitä, minkälainen on tämänhetkisen rakennuskannan energiakulutus ja mihin energiaa käytetään. Suomessa rakennuskanta on pääosin 1960–1980 luvulla rakennettuja asuinrakennuksia, joista suurin osa on pientaloja ja kerrostaloja. Rakennuksien energiankulutus on ollut laskussa lainsäädännöllisten pakotteiden johdosta. Rakennuksien lämmitys on merkittävin energiankulutuksen kohde. Suurimmat hiilidioksidipäästöt tulevat lämmitykseen käytettävästä kevyestä polttoöljystä, sähköstä sekä kaukolämmöstä.

Työn kolmannessa osiossa perehdytään Suomen tavoitteisiin muuttaa rakennuskanta lähes nollaenergiatasolle sekä tutustutaan Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategiaan. EU on määrännyt rakennusten energiatehokkuusdirektiivisissään jäsenmaita luomaan kyseisen korjausrakentamisen strategian, joka edesauttaisi rakennuksien muuttamista energiatehokkaammiksi eli ne saavuttaisivat vähitellen lähes nollaenergiatason. Suomen pitkänaikavälin korjausrakentamisen strategian mukaan korjausrakentamisella, poistumalla ja tilatehokkuudella sekä suunnitelmallisella kunnossapidolla pystytään parantamaan nykyisen rakennuskannan energiatehokkuutta. Työn lopussa tarkastellaan myös uudisrakentamisen suunnittelussa huomioitavia tekijöitä eli niitä, miten rakennuksesta luodaan energiatehokas jo suunnitteluvaiheessa.

*Asiasanat: energiatehokkuus, energiapolitiikka, rakennuskanta*

# ABSTRACT

Future development of the Finnish built environment and building stock on the basis of EU objectives

Milja Rova

University of Oulu, Environmental Engineering

Bachelor's thesis 2021, 49 pp.

Supervisor(s) at the university: M.Sc. (Tech) Jari Pulkkinen

At the moment, buildings consume 40 % of the European Union's total energy and are responsible for 36 % of all carbon dioxide emissions in European Union. Reducing the energy demand of buildings is therefore one of the key issues in European Union climate and energy policy. Energy production and consumption contribute to climate change and reducing their carbon dioxide emissions is the main key factor for mitigating the climate change. The aim of this bachelor's thesis is to study the future development of Finland's built environment and building stock based on European Union targets. This thesis introduces current building stock and future development of the buildings in Finland. This thesis also introduces the energy efficiency of buildings and the impacting factors of the building's energy consumption. The long-term renovation strategy of Finland is also investigated for finding suitable ways to increase the energy efficiency of the building stock in Finland in order to achieve a nearly zero energy level for it.

This thesis investigates which laws and regulations are guiding the energy efficiency of built environment and buildings in Finland. The study also investigates the current state of the building stock in Finland and investigates various ways of improving its energy efficiency. The bachelor's thesis is carried out by conducting a literature review.

The thesis introduces legislation that guides the achievement of an energy-efficient building stock. Climate change and European Union's climate and energy policy are driving the development of construction because buildings and their energy efficiency are one of the most important areas for development. In Finland, construction is governed by the Land Use and Building Act together with The National Building Code of Finland. National laws and regulations concerning the construction of buildings in Finland are

formed by the basis of European Union directives. One of the most important European Union directives affecting to Finnish building stock is called the Energy Performance of Buildings Directive EPBD 2018/844/EU.

In the next part of the bachelor's thesis, the current state of the building stock of Finland will be presented. The thesis also describes the energy consumption of the current building stock and introduces where the energy is consumed. In Finland, the building stock is mainly residential buildings built between the 1960s and 1980s, of which most of them are detached houses and blocks of flats. Energy consumption in buildings has been declining due to regulatory requirements. Heating of buildings is the most significant area of energy consumption. The largest heating related carbon dioxide emissions come from combustion of light fuel oil and from the usage of electricity and district heating.

In the third part of this thesis, Finland's targets to achieve a nearly zero energy level on its building stock is presented. Additionally, the long term renovation strategy of Finland is introduced. European Union has instructed its member states to set up such a renovation strategy that would help to make buildings more energy-efficient and gradually reach nearly zero energy level. According to Finland's long-term renovation strategy, renovation, removal, and space efficiency, as well as planned maintenance, can improve the energy efficiency of the current building stock. At the end of this thesis, the energy efficient choices at the design phase of a new building are presented.

*Keywords: energy efficiency, energy policy, building stock*

# SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto .....	7
2 Rakentamista ohjaava lainsäädäntö.....	9
2.1 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi .....	9
2.1.1 Green Deal sopimus.....	10
2.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki .....	10
2.3 Rakentamismääräyskokoelma.....	11
2.3.1 Rakennusten energiatodistus .....	11
2.3.2 Uuden rakennuksen energiatehokkuus .....	12
2.3.3 Energiatehokkuus korjausrakentamisessa .....	16
2.3.4 Muita energiatehokkuuden vaatimuksia .....	17
3 Suomen rakennuskanta.....	18
3.1 Suomen rakennukset .....	18
3.2 Rakennusten energiankulutus.....	19
3.2.1 Lämmitysenergian tuotannon päästöt .....	24
4 Muutokset rakennuskannassa.....	27
4.1 Poistuma ja tilatehokkuus .....	28
4.2 Kunnossapito .....	29
4.3 Korjausrakentaminen .....	30
4.3.1 Sähkö .....	30
4.3.2 Ilmanvaihto .....	31
4.3.3 Käyttövesi .....	31
4.3.4 Ikkunat ja ovet .....	31
4.3.5 Ylä- ja alapohja.....	32
4.3.6 Rakennuksen ulkopuoli .....	34
4.3.7 Vähähiilinen lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmä.....	36
4.3.8 Avustukset ja rahoitus.....	37
4.4 Uudisrakentaminen .....	37
4.4.1 Lähes nollaenergiarakennuksen suunnittelu .....	39
5 Johtopäätökset.....	41
6 Pohdinta .....	43

LÄHDELUETTELO

# 1 JOHDANTO

Rakennusten energiatarpeen vähentäminen on yksi tärkeimpiä aiheita Euroopan Unionin (EU) ilmasto- ja energiapolitiikassa. Energian tuotanto ja kulutus vaikuttavat ilmastonmuutokseen ja näin myös fossiilisista polttoaineista koituviin hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>) päästöihin. (Economidou et al. 2020) Ilmaston muutoksen vastaiseen työhön on vaikuttanut vuonna 2015 solmittu Pariisin ilmastopöytäkirja. Pariisin ilmastopöytäkirjan mukaan jäsenmaiden tulisi rajoittaa ilmaston keskilämpötilan nousua, niin että se rajoittuisi 1,5 °C verrattuna esiteolliseen aikaan. (UNFCCC 2015) Rakennukset kattavat 40 % EU:n kokonaisenergiakulutuksesta ja 36 % kaikista CO<sub>2</sub> päästöistä. Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on siis välttämätön keino ilmasto- ja energiapolitiikan asettamien tavoitteiden saavuttamiseksi. (Tsemekidi-Tzeiranaki et al. 2019; Euroopan Komissio 2021)

Euroopan Unioni on vaikuttanut 1970-luvulta lähtien rakennusten energiatehokkuuteen tuolloin vaikuttaneen öljykriisin myötä. Yksi vaikuttavimpia direktiivejä oli vuonna 1993 voimaan astunut Euroopan komission ”SAVE” direktiivi (93/76/EEC), jonka tavoitteena oli CO<sub>2</sub> päästöjen rajoittaminen energiatehokkuutta parantamalla. Vuoden 2000 jälkeen Euroopan komissio on laatinut useita säädöksiä koskien energiatehokkuutta. (Economidou et al. 2020)

Merkittävä käännekohta oli, kun Euroopan komissio laati rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (Energy performance of building directive, EPBD, 2002/91/EC) vuonna 2002, joka oli ensimmäinen yhtenäinen rakennuksien energiatehokkuuteen vaikuttava direktiivi. Rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä on tarkistettu vuosien saatossa ja vuonna 2018 direktiiviin tehtiin lisäyksiä. Nykyisen EPBD 2018/844/EU tavoitteena on tukea uuden ilmasto- ja energiapolitiikan tavoitteita. Lisäksi EPBD:n tavoitteena on, että rakennuskannan kunnostamista kiihdytetäisiin, jotta rakennuskannasta tulisi energiatehokas ja hiilivapaa vuoteen 2050 mennessä. Sen tarkoituksena on myös lisätä korjausrakentamiseen tarkoitettuja investointeja. (Economidou et al. 2020)

EU:n tekemät päätökset vaikuttavat Suomeen ja erityisesti rakennusten energiatehokkuusdirektiivi EPBD 2018/844/EU vaikuttaa Suomen rakennuskannan muutokseen. Direktiivin määräysten mukaisesti Suomi on laatinut oman Pitkän aikavälin

korjausrakentamisen strategian vuosille 2020–2050. Kyseisellä strategialla tuetaan Euroopan komission tavoitteita energiatehokkaasta ja hiilivapaasta rakennuskannasta. Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia keskittyy pääsääntöisesti vuoteen 2020 mennessä rakennettuihin asuin- ja palvelurakennuksiin. Suomen korjausrakentamisen strategiassa esitellyillä toimenpiteillä pyritään vähentämään jo olemassa olevien rakennusten lämmitysenergiankulutusta energiatehokkuutta parantamalla. Näin pyritään vähitellen saavuttamaan nykyisen lainsäädännön asettamat tavoitteet eli nykyisten rakennuksien lähes nollaenergiataso. Lisäksi Suomen rakennuskannan energiatehokkuutta pyritään parantamaan osana Euroopan Unionin tavoitteita kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämisestä vuoteen 2050 mennessä. (Ympäristöministeriö 2020)

Tämän työn tavoitteena on tutustua nykyiseen rakennuskantaan ja siihen, millaisia muutoksia Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia rakennuksille ehdottaa ja minkälaisilla keinoilla rakennuksen energiatehokkuutta pystytään parantamaan. Korjausrakentamisen ohella myös uudisrakentamiselle on asetettu kunnialliset tavoitteet vähähiilisyiden ja energiatehokkuuden suhteen, joihin tutustutaan työn lopussa. Työssä tarkastellaan nykyistä rakennuskantaan ja sitä, millaisia rakennuksia Suomessa tällä hetkellä on. Työssä tutkitaan myös lainsäädäntöä, joka ohjaa energiatehokasta rakentamista Suomessa. Lisäksi lopuksi tutkitaan, mitkä ovat keinot muuttaa Suomen rakennuskanta lähes nollaenergiatasolle.



## 2 RAKENTAMISTA OHJAAVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Tässä kappaleessa tarkastellaan rakentamista ohjaavaa lainsäädäntöä Suomessa, aloittaen tarkastelemalla ensin EU:n tasolta tulevaa rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä ja Green Deal sopimusta. Kappaleessa tarkastellaan myös Suomen kansallista lainsäädäntöä eli Maankäyttö- ja rakennuslakia sekä Suomen rakentamismääräyskokoelmaa.

### 2.1 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU rakennusten energiatehokkuudesta ohjaa energiaa säästävää rakentamista. Vuonna 2018 energiatehokkuusdirektiiviin tehtiin muutoksia ja sitä täydennettiin, jotta se vastaisi nykyisiä vaatimuksia sekä uusi direktiivi 2018/844 rakennusten energiatehokkuudesta astui voimaan. Euroopan Unioni on sitoutunut vähentämään kasvihuonepäästöjä 40 prosentilla vuoteen 2030 mennessä ja vuoteen 2050 Euroopan tulisi olla ilmastoneutraali eli laskennallisesti kasvihuonekaasuja ei synny. Jäsenmaiden tulee myös lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä energian tuotannossa sekä säästää energiaa EU:n tavoitteiden mukaisesti. Direktiivin mukaan Euroopan unionin jäsenmaiden tulee luoda strategia pitkänaikavälin korjausrakentamiselle, jotta rakennuskanta saataisiin muutettua energiatehokkaaksi ja vähähiiliseksi vuoteen 2050 mennessä. (2018/844/EU; Euroopan komissio 2021) Suomi on luonut pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia vuosille 2020–2050 EU:n rakennusten energiatehokkuus -direktiivin mukaisesti. Strategian edistymistä edistetään lainsäädännöllä, sopimuksilla sekä jaettavalla informaatiolla. (Ympäristöministeriö 2020)

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (2018/844/EU) mukaan uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia. EU:n jäsenmaiden tulee myös asettaa vähimmäisvaatimukset energiatehokkuuden suhteen, niin uusille rakennuksille, mutta myös vanhojen rakennuksen korjausrakentamista varten. EPBD-direktiivin mukaan asuntoa myytäessä tai vuokrattaessa, tulee esittää asunnon energiatodistus. Todistuksessa tulee esittää asunnon lämmitykseen ja ilmastointiin liittyvät tarkastelut. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi suosittelee myös kehittyneen teknologian käyttöä rakennuksissa. Rakennuksissa tulisi hyödyntää automaatio- ja ohjausjärjestelmiä, sekä käyttää laitteita, jotka säättävät rakennusten lämpötilaa huonekohtaisesti. Rakennusten käyttäjien terveyteen ja hyvinvointiin tulisi myös kiinnittää huomiota parantamalla

ilmanlaatua ja ilmanvaihtoa. EU:n jäsenvaltioiden tulisi myös laatia lista, niistä taloudellisista seikoista, joilla pystyttäisiin tukemaan rakennusten energiatehokkuutta. (Euroopan komissio 2021)

### **2.1.1 Green Deal sopimus**

Euroopan Green Deal eli vihreän kehityksen sopimuksella pyritään parantamaan ilmasto- ja ympäristöhaasteiden ratkaisemista. Green Dealin tavoitteena on saada Euroopasta ensimmäinen ilmastoneutraali maanosa vuoteen 2050 mennessä. Strategian avulla EU pyrkii kehittymään paremmaksi, vauraammaksi sekä oikeudenmukaisemmaksi yhteiskunnaksi. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma ohjaa myös osaltaan rakentamista. Sen mukaan julkisten sekä yksityisten rakennusten kunnostusastetta täytyy nostaa, jotta EU:n energia- ja ilmastotavoitteet ovat mahdollista saavuttaa. Euroopan komissio seuraa pitkän aikaväin korjausrakentamisen suunnitelmaa ja rakennusten energiatehokkuuden parantamisen toteutumista jäsenvaltioissa. Vihreän kehityksen ohjelman mukaan Euroopan komissio tarkistaa myös jäsenmaiden rakennustuoteasetusta. Sen mukaan, niin rakennusten kunnostamisen kuin uudisrakentamisen suunnittelun, tulee tukea kiertotaloutta ja rakennuskannan digitalisaatiota sekä ilmastoystävällisyyttä. (Euroopan komissio 2019)

## **2.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki**

Suomessa rakentamista ohjaa Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) ja siinä on huomioitu EU:n tuomat muutokset, kuten esimerkiksi Rakennusten Energiatehokkuusdirektiivi. Maankäyttö- ja rakennuslakia täydennetään erilaisilla asetuksilla. Maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetut säännökset, ministeriön ja viranomaisten antamat ohjeet sekä erilaiset määräykset, mitkä koskevat rakentamista, kootaan Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. Maankäyttö- ja rakennuslaki velvoittaa rakentamista ja alueiden käyttöä, siten että ympäristön hyvät elinolosuhteet säilyvät. Se velvoittaa tukemaan kestävästä kehityksestä ekologisesti, mutta myös talouden sekä sosiaalisen että kulttuurisen säilymisen kannalta. Maankäyttö- ja rakennuslain luvussa 17 ja pykälän 117 mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus on suunniteltu ja se rakennetaan energiaa ja luonnonvaroja säästäen. Sen mukaan energiatehokkuus tulee ilmaista energiamäärien ja energiamuokertoimien avulla. Vuonna 2017 voimaan tulleen muutoksen myötä, uudisrakennukset tulee suunnitella pykälän 117 mukaisesti lähes nollaenergiarakennuksiksi. Muutosta ohjaa

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (101/2017). Myös korjausrakentamisessa tulee parantaa energiatehokkuutta, mikäli se katsotaan teknisten, toiminnallisten ja taloudellisten seikkojen mukaan toteutettavaksi. Maankäyttö- ja rakennuslain pykälässä 115 määritellään lähes nollaenergiarakennus, sellaiseksi rakennukseksi, jolla on todella korkea energiatehokkuus ja se on Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/31/EU liitteen 1 mukainen. Pykälän mukaan energia tulee olla peräisin uusiutuvista energialähteistä. (132/1999)

## **2.3 Rakentamismääräyskokoelma**

Suomessa rakentamista ohjaa myös rakentamismääräyskokoelma. Siihen on koottu rakentamisen tarkemmat ohjeistukset ja säännökset. Rakentamismääräyskokoelmaan on koottu rakentamisen eri osa-alueisiin liittyvä ohjeita. Ohjeet koskevat niin uudis- kuin korjausrakentamistakin. Energiatehokkuus on yksi Suomen rakentamismääräyskokoelman osa-alueista. Sen mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on varmistettava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan energiaa ja luonnonvarjoa säästäen. (Ympäristöministeriö 2021)

### **2.3.1 Rakennusten energiatodistus**

Suomessa on laki rakennusten energiatodistuksesta, jonka tarkoituksena on lisätä rakennusten energiatehokkuutta ja edesauttaa uusiutuvien energialähteiden käyttöä rakennuksissa (50/2013). Lakia täydennettiin Ympäristöministeriön asetuksella vuonna 2017, jonka mukaan energiatodistukseen kirjattava rakennuksen energiatehokkuus, tulee ilmaista laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun eli E-luvun avulla. Laissa määritellään E-luvun laskentaohje, joka esitellään tarkemmin kappaleessa 2.3.2. Asetuksen kolmannen pykälän mukaan energiatehokkuus määritellään kirjaimin A-G sen mukaan, minkälainen energiatehokkuusluokka rakennuksessa on. Energiatehokkuusluokka on riippuvainen rakennuksen pinta-alasta ja eri kokoisille rakennuksille on annettu omat raja-arvot energiatehokkuusluokan suhteen. Energiatehokkuusluokka määritellään rakennuksille energiatehokkuuden vertailuluvun perusteella. Taulukossa 1 on esitettyä pienten asuinrakennusten energiatehokkuusluokka. Tällainen pienitalo on yhden- tai kahden asunnon talo tai ketjutalon osana oleva rakennus tai vastaava pienitalo, jonka lämmitettävä nettopinta-ala ( $A_{\text{netto}}$ ) on välillä 50–150 m<sup>2</sup>. (1048/2017)

Taulukko 1. Pienen asuinrakennuksen energiatehokkuusluokat A-G (1048/2017).

Energiatehokkuusluokka, pienet asuinrakennukset	E-luku [kWh/m <sup>2</sup> vuosi]
A	$E\text{-luku} \leq 110 - 0,2 \times A_{\text{netto}}$
B	$110 - 0,2 \times A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 215 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
C	$215 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 252 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
D	$252 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 332 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
E	$332 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 462 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
F	$462 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 532 - 0,6 \times A_{\text{netto}}$
G	$532 - 0,6 \times A_{\text{netto}} < E\text{-luku}$

Rakennuksen energiatodistuksessa tulee esittää rakennuksen osien ja teknisten järjestelmien energiatekninen kunto. Todistukseen tulee selvittää, millä keinoilla energiaa pystyttäisiin säästämään. Keinot energiatehokkuuden parantamiseen tulee olla kustannustehokkaita ja ne eivät saa huonontaa sisäilman laatua. Energian säästämisen arvioimiseksi tulee laatia arvio säästettävän energian määrästä sekä sen vaikutuksesta rakennuksen E-lukuun. Energiasäästösuositukseen on tarkasteltava ulkoseiniä, ulko-ovia, ikkunoita, ylä- ja alapohjaa sekä muita rakenteita. Lisäksi tulee arvioida lämmitys-, jäähdytys-, käyttövesi-, ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmää, valaistusta, sähköisiä erillislämmityksiä sekä muita järjestelmiä, jotka vaikuttavat energiatehokkuuteen. Energiatodistus on pakollinen asettaa nähtäville asunnon myynti- tai vuokra tilanteissa. (1048/2017)

### 2.3.2 Uuden rakennuksen energiatehokkuus

Ympäristöministeriön asetus 1010/2017 uuden rakennuksen energiatehokkuudesta ohjaa uudisrakentamista ja sen suunnittelua sekä laajennusta tai kerrosalan lisäämiseen liittyviä toimenpiteitä. Sen mukaan rakennusten energiatehokkuuden vähimmäisvaatimusten tulee täytyä ja ne tulee osoittaa laskelmilla. Vähimmäisvaatimukseen kuuluu, että rakennuksen energiatehokkuus on energiatehokkuuden vertailuluvun tai rakenteellisen energiatehokkuuden mukainen. Lisäksi rakennuksen ominaisuuksien tulee olla sellaiset, että lämpöhäviötä syntyy mahdollisimman vähän. Vähimmäisvaatimusten mukaan rakennuksen energiatehokkuus tulee todentaa kesäajan huonelämpötilan mukaisesti, ja

sähkön ja lämmön tulee olla teholtaan energiaa säästäviä. Myös energian mittaamiseen käytettävän järjestelmän ja ilmanvaihtojärjestelmien tulee olla tehontarpeeltaan energiatehokkaita. Asetus antaa laskennalliselle energiatehokkuuden vertailuluvulle eli E-luvulle vaatimustasot käyttötarkoitukseluokan mukaisesti. E-luku voidaan laskea annetun ohjeen mukaisesti kaavalla 1. (1010/2017)

$$E = \frac{f_{\text{kaukolämpö}}Q_{\text{kaukolämpö}} + f_{\text{kaukojäähdytys}}Q_{\text{kaukojäähdytys}} + \sum_i f_{\text{polttoaine},i}Q_{\text{polttoaine},i} + f_{\text{sähkö}}W_{\text{sähkö}}}{A_{\text{netto}}} \quad (1)$$

missä  $E$  on energiatehokkuuden vertailuluku [ $\text{kWh}_E/(\text{m}^2\text{a})$ ]

$Q_{\text{kaukolämpö}}$  on kaukolämmön kulutus vuodessa [ $\text{kWh/a}$ ]

$Q_{\text{kaukojäähdytys}}$  on kaukojäähdytyksen kulutus vuodessa [ $\text{kWh/a}$ ]

$Q_{\text{polttoaine},i}$  on polttoaineen  $i$  sisältämä energian kulutus vuodessa [ $\text{kWh/a}$ ]

$f_{\text{kaukolämpö}}$  on kaukolämmön energiamuotokerroin

$f_{\text{kaukojäähdytys}}$  on kaukojäähdytyksen energiamuotokerroin

$f_{\text{polttoaine},i}$  on polttoaineen  $i$  energiamuotokerroin

$f_{\text{sähkö}}$  on sähkön energiamuotokerroin

$W_{\text{sähkö}}$  on sähkön kulutus vuodessa [ $\text{kWh/a}$ ]

$A_{\text{netto}}$  on rakennuksen lämmitetty nettoala [ $\text{m}^2$ ].

Valtioneuvosto on laatinut asetuksen 788/2017 rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista, jotka on esitetty taulukossa 2. Energiamuotokertoimia käytetään E-luvun laskentaan. (788/2017)

Taulukko 2. Rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimet E-luvun laskentaan (788/2017).

Energiamuoto	Kertoimen lukuarvo
Sähkö	1,20
Kaukolämpö	0,50
Kaukojäähdytys	0,28
Fossiiliset polttoaineet	1,00
Uusiutuvat polttoaineet	0,50

Ympäristöministeriön asetuksen 1010/2017 kolmannessa luvussa käsitellään rakennuksen lämpöhäviötä. Johtumislämpöhäviötä syntyy rakennuksen vaipasta, vuotoilmasta ja ilmanvaihdosta. Rakennuksen vaipan johtumislämpöhäviötä tarkastellaan U-arvojen sekä rakennusosien pinta-alojen avulla. U-arvo tarkoittaa rakennusosan lämmönläpäisykerrointa yksikössä  $W/(m^2K)$ . Lämmönläpäisykerroin tarkoittaa lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvassa tilassa pystyy läpäisemään rakennusosan, kun rakennusosien ilmatilojen välillä on lämpötilagradientti. Rakennuksen vaipan lämpöhäviö tulee laskea eri rakennusosien lämmönläpäisykerroimien avulla, ja niille on asetettu vertailuarvot rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan. Lämpimän tai jäädytettävän kylmän tilan rakennuksen vaipan lämpöhäviön arviointiin tarvittavat eri rakennusosien lämmönläpäisykerroimien vertailuarvot on esitetty taulukossa 3. Siirrettävän rakennuksen sekä loma-asunnon rakennusosille on omat raja-arvonsa, joita tulee noudattaa. Myös rakennuksen vuotoilmasta syntyvälle lämpöhäviölle sekä rakennuksen ilmanvaihdosta syntyvälle lämpöhäviölle on oma laskentakaavansa. (1010/2017)

Taulukko 3. Lämpimän tai kylmän rakennuksen vaipan lämpöhäviön arviointiin käytettävät rakennusosien lämmönläpäisykerroimet (1010/2017).

Rakennusosa	Lämmönläpäisykerroin eli U-arvo [ $W/(m^2K)$ ]
Seinä	0,17
Massiivipuuseinä, jonka paksuus keskimäärin 180 mm	0,40
Yläpohja ja ulkoilman rajaama alapohja	0,09
Ryömintätilan rajaama alapohja	0,17
Maata vasten oleva rakennusosa	0,16
Ikkuna, kattoikkuna, ovi, kattovalokupu, savunpoisto- ja uloskäyntiluukku	1,0

Ympäristöministeriön asetuksen 1010/2017 neljännessä luvussa määritellään myös rakenteellisen energiatehokkuuden raja-arvot sekä muut reunaehdot, jotka tulee huomioida rakennuksen suunnittelussa. Rakennuksen ilmanpitävyyttä kuvataan

rakennuksen vaipan ilmanvuotoluvun  $q_{50}$  avulla, mikä saa enimmillään olla  $4,0 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ . Ilmanvuotoluvun raja-arvon saa ylittää rakenteellisten ratkaisujen nojalla, kunhan rakennus täyttää energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset. Ympäristöministeriön asetuksen mukaan mahdollisia routavaurioita tulee huomioida rakennuksen alapohjan lämmöneritystä suunniteltaessa. Kylmän tilan ja väliseinän tai alapohjan välinen lämmönläpäisykerroin saa olla korkeintaan  $0,27 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  sekä kylmän tilan ja oven välinen kerroin  $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ . Lämpimän ja puolilämpimän tilan väliseinän ja välipohjan lämmönläpäisykerroin voi saada arvon  $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ , kun taas ikkunan ja oven välillä lämmönläpäisykerroin voi olla korkeintaan  $2,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ . (1010/2017)

Kun rakennuksen lämmitystarvetta pyritään pienentämään rakenteiden tai arkkitehtuuristen ratkaisujen avulla, niin tällöin kyseessä on rakenteellinen energiatehokkuus. Rakenteellinen energiatehokkuus ei vaadi säätöjärjestelmää tai energian kulutus ei riipu sen käyttäjästä, vaan energiatehokkuus perustuu rakennuksen suunnitteluvaiheessa tehtyihin rakenteellisiin ratkaisuihin. (Lylykangas et al. 2016) Ympäristöministeriön asetuksen 1010/2017 mukaan rakennuksen energiatehokkuuden vaatimukset voidaan osoittaa myös rakennuksen rakenteellisten ratkaisujen avulla, mikäli rakennus kuuluu käyttötarkoituserluokkaan 1 tai 2. Käyttötarkoituserluokalla 1 tarkoitetaan pientä asuinrakennusta, joka voi olla erillinen pientalo tai ketjutalon osana oleva rakennus, rivitalo tai kerrostalo, jossa on enintään kaksi kerrosta. Käyttötarkoituserluokalla 2 tarkoitetaan asuinkerrostaloa, jossa on vähintään kolme kerrosta. Rakenteellisesti energiatehokkaan rakennuksen lämpöhäviö saa olla enintään yhtä suuri kuin, mitä se olisi E-luvulla eli rakenteellisen energiatehokkuuden vertailuarvon avulla laskettuna. Rakennuksen tulee täyttää myös raja-arvot lämmönläpäisykerroimille, ilmanvuotoluvulle ja poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteelle, jotka on esitetty taulukossa 4. Näiden ehtojen lisäksi rakennuksen lämmitys täytyy toteuttaa maalämpö- tai ilmapesilämpöpumpun avulla tai rakennus tulee liittää kaukolämpöverkkoon. Lisäksi, jos rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmavaihtojärjestelmä, niin sen ominaissähkäteho saa olla korkeintaan  $1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ . (1010/2017)

Taulukko 4. Rakenteellisen energiatehokkuuden vertailuarvot lämmönläpäisykertoimille, ilmanvuotoluvulle ja poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteelle (1010/2017).

Rakennusosa	Vertailuarvo
Seinä, kun käyttötarkoitusluokka on 1	0,12 [W/(m <sup>2</sup> K)]
Seinä, kun käyttötarkoitusluokka on 2	0,14 [W/(m <sup>2</sup> K)]
Yläpohja ja ulkoilman rajaama alapohja	0,07 [W/(m <sup>2</sup> K)]
Ryömintätilan rajaama tuuletettu alapohja tai maata vasten sijaitseva rakennusosa	0,10 [W/(m <sup>2</sup> K)]
Ikkuna, kattoikkuna, ovi, kattovalokupu, savunpoisto- ja uloskäyntiluukku	0,70 [W/(m <sup>2</sup> K)]
Ilmanvuotoluku rakennukselle	0,60 [m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )]
Poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde	65 %

### 2.3.3 Energiatehokkuus korjausrakentamisessa

Ympäristöministeriön asetus 4/2013 rakennusten energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä ohjaa rakennusten energiatehokkuuden parannusta töissä, jotka vaativat rakennus- tai toimenpideluvan tai, kun rakennuksen käyttötarkoitus muuttuu. Asetuksen mukaan korjaus- tai muutostöiden lupahakemukseen on liitettävä esitys toimenpiteistä, joilla pyritään parantamaan rakennuksen energiatehokkuutta. Mikäli rakennuksen energiatehokkuutta parannetaan rakennusosien avulla, niin tällöin rakennuksen eri osien on noudatettava lainsäädännön mukaisia U-arvoja. Vaatimukset koskevat ulkoseiniä, yläpohjaa, alapohjaa ja ikkunoita sekä ovia. Asetuksessa esitellään myös vaatimuksia, mikäli rakennuksen teknisiä järjestelmiä korjataan tai uusitaan. Asetuksessa esitetään vaatimuksia energiatehokkuudesta myös rakennusluokan mukaan. Energiakulutukselle sekä kokonaisenergiankulutukselle on annettu raja-arvot rakennusluokittain. Asetuksessa on ohjeita myös rakennuksen ulkovaipan, ilmanvaihdon ja teknisten järjestelmien toimenpiteille. (4/2013)



### **2.3.4 Muita energiatehokkuuden vaatimuksia**

Ympäristöministeriön asetuksella 718/2020 eräiden rakennusten teknisten järjestelmien energiatehokkuuden vaatimuksista säädetään, että kokonaisenergiatehokkuus tulee varmistaa rakennuksissa älykkään teknologian avulla, niin että energiankulutus on käyttötarkoituksen mukaisesti minimoitu ja energiakulutusta pystytään seuraamaan. Täten rakennukseen tulee suunnitella automaatio- ja ohjausjärjestelmä, joka varmistaa hyvän ja terveellisen sisäilmaston, joka saavutetaan energiatehokkaasti. Asetuksen vaatimukset perustuvat Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviin 2010/31/EU eli direktiiviin, jolla vuonna 2018 täydennettiin rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä (2018/844/EU). (718/2020)

## 3 SUOMEN RAKENNUSKANTA

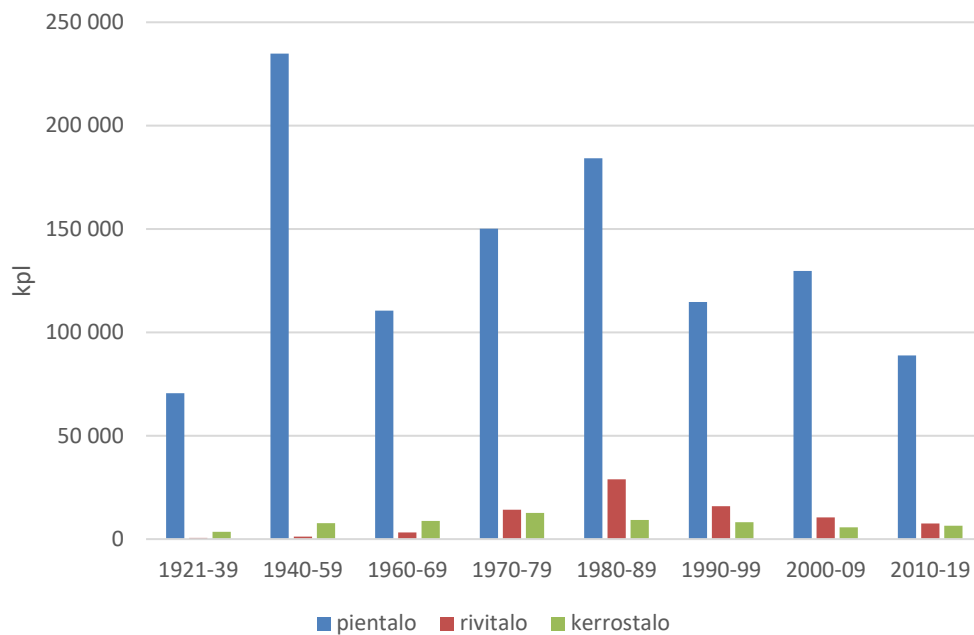
Tässä kappaleessa käsitellään Suomen tämänhetkistä rakennuskantaa. Kappaleessa käsitellään sitä, minkälaisia rakennukset tyypillisesti ovat ja minkälainen niiden energiankulutus on. Kappaleessa käsitellään myös rakennusten lämmitystä ja lämmitysenergian tuotannon hiilidioksidipäästöjä. Tietoja täydennetään tilastoilla rakennusten energiankulutuksesta ja hiilidioksidipäästöistä Suomessa.

### 3.1 Suomen rakennukset

Suomessa vuonna 2019 rakennuksia oli yhteensä hieman yli 1,5 miljoonaa. Suomen rakennuskanta koostuu pääasiallisesti asuinrakennuksista. Asuinrakennusten määrä valmistumisvuosien mukaan on esitetty kuvassa 1. Asuinrakennuksista on Suomessa yhteensä 85 % koko rakennuskannasta eli noin 1,3 miljoonaa. Asuinrakennuksista 75,6 % koostuu erillistä pientaloista, rivi- ja ketjutalojen määrä on 5,4 % ja kerrostalojen osuus on 4 % koko asuinrakennusten määrästä. Muiden kuin asuinrakennusten määrä oli 230 218. Suomessa rakennukset ovat yleensä yksi- tai kaksikerroksisia ja niissä asuu yhteensä 3,6 miljoonaa asukasta. Vähintään neljäkerroksissa rakennuksissa asuu vähemmän eli 1,3 miljoonaa suomalaista. Korkeat rakennukset, joissa on vähintään kymmenen kerrosta ovat Suomessa harvinaisempia. (SVT 2019a)

Suomen rakennuskannan suurimman osan kattavat siis omakotitalot ja paritalot, joita oli vuonna 2019 lähes 1,2 miljoonaa. Pientalon vastaavat kerrosalaltaan yhteensä 166 miljoonaa m<sup>2</sup>. Eniten kyseisiä rakennuksia on rakennettu ennen vuotta 1960 ja näistä 25 % on poistettu vakituisesta asuinkäytöstä. Myös vuosina 1960–1969 rakennetuista omakoti- tai paritaloista 12 % on ilman vakituista käyttöä. Vuonna 2019 rivitalojen määrä oli 82 000, joista suurin osa on rakennettu 1970–1980 luvuilla. Rivi- ja ketjutalojen kerrosala on pienempi, kuin pientalojen eli yhteensä noin 35 miljoonaa m<sup>2</sup>. Ennen vuotta 1960 rakennetuista rivitaloista 24 % ei ole enää vakituisessa asuinkäytössä. Rivitaloista myös 60-luvulla rakennetuista taloista 82 % on vakituisessa käytössä sekä 70-luvulla rakennetuista rivitaloista 87 % on vakituisessa asuinkäytössä. Vuoden 1970 jälkeen rakennetut pientalot ja rivitalot ovat vakituisessa käytössä ainakin 90 prosenttisesti. (Ympäristöministeriö 2020)

Myös kerrostaloja rakennettiin eniten 1970-luvulla alkaneen kaupungistumisen myötä. Vuonna 2019 kerrostaloja oli 62 000 ja niiden yhteenlaskettu kerrosala kohoaa 104 miljoonaan m<sup>2</sup>. Ennen vuotta 1959 ja vuoteen 1989 mennessä rakennetuista kerrostaloista on vakinaisessa asuinkäytössä 84–89 prosenttia. Vuoden 1990 jälkeen rakennetuista asunnoista on tyhjillään alle 10 %. Nykyään kuitenkin yhä useampi kerrostaloasunto on vailla vakituisia asukkaita, sillä erityisesti pääkaupunkiseudulla kerrostaloasunnot toimivat kakkosasuntona tai ne laitetaan vuokralle. (Ympäristöministeriö 2020)



Kuva 1. Kerrostalojen, rivitalojen ja pientalojen määrät valmistumisvuosien mukaan (SVT 2020).

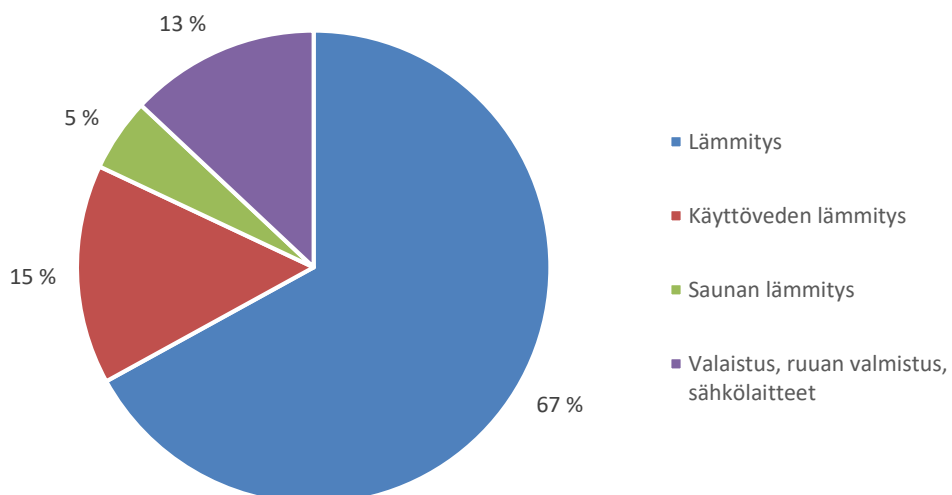
### 3.2 Rakennusten energiankulutus

Rakennusten energiakulutus voidaan jakaa hyötyenergiaan ja hankittuun energiaan. Rakennusten hyötyenergia tarkoittaa energiaa, joka saadaan lämmityksestä. Kuitenkaan kaikki energia ei päädy suoraan käyttöön, vaan matkalla tapahtuu myös hukkaa erilaisten siirto- ja muuntohäviöiden vaikutuksesta. Hankitulla energialla tarkoitetaan taas erilaisia energialähteitä, joilla lämmitysenergia on tuotettu. (Mattinen et al. 2016)

Rakennukseen kohdistuu myös erilaisia lämpökuormia. Lämpökuormia syntyy ihmisistä, valaistuksesta ja erilaisista sähkölaitteista. Myös ikkunoiden kautta pääsevä auringon säteily lämmittää rakennusta. Rakennuksen lämpökuormaa lisää myös lämpimän veden

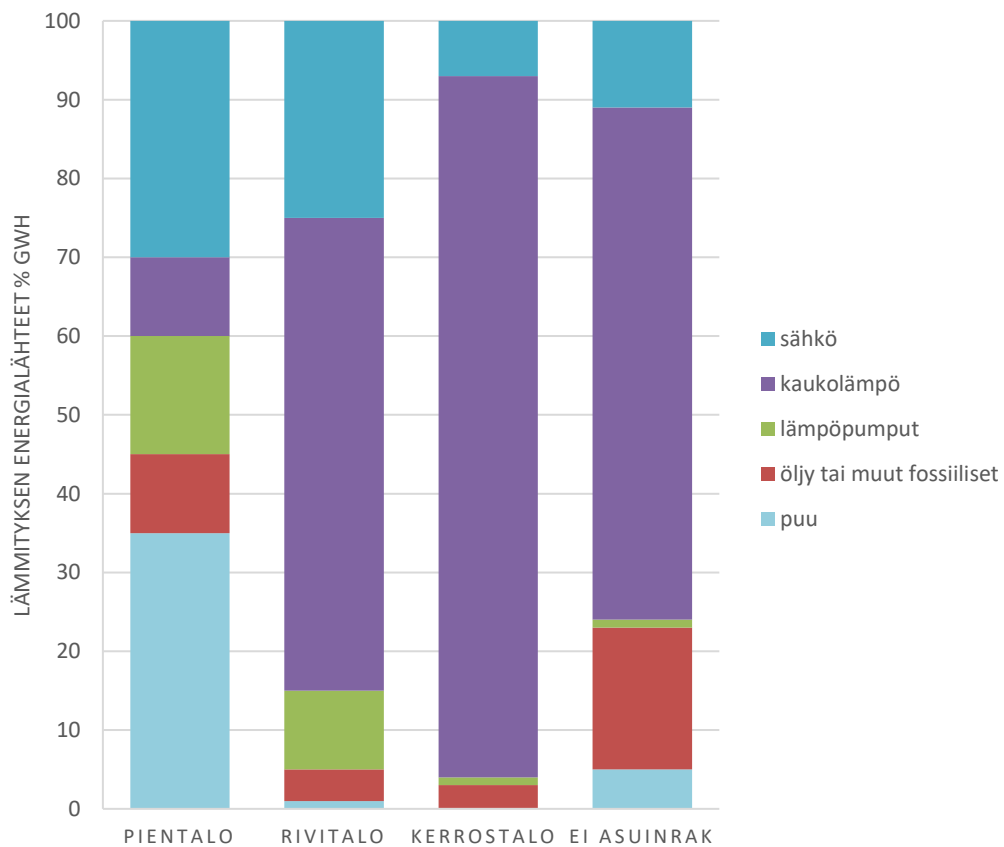
kierto ja sen varastoiminen. Rakennukseen tulevaa lämpökuormaa pystytään käyttämään hyödyksi rakennuksen lämmityksessä. Lämpökuorman tuoma lämpö voi alentaa lämmityksen tarvetta, mikäli käytössä on säätöjärjestelmä, jonka avulla muuta lämmön tuottoa voidaan vähentää. Rakennukseen ei pelkästään tuoda energiaa, vaan osa energiasta poistuu myös lämpöhäviönä. Lämpöhäviötä aiheuttavat rakennuksen vaippa, ikkunat, ovet, ylä- ja alapohja, ulkoseinät sekä erilaiset vuotoilmat. (Ympäristöministeriö 2018)

Asuinrakennusten energiakulutus on muuttunut vuosien saatossa. Kuvan 2 mukaan asuinrakennusten kokonaisenergiakulutus koostuu tilojen ja käyttöveden lämmityksestä, saunan lämmityksestä, valaistuksesta, ruuan valmistuksesta ja muista sähkölaitteista. Suurin osa energiasta kuluu tilojen lämmitykseen, joka vuonna 2019 oli noin 67 % asumisen kokonaisenergiakulutuksesta. Pientalojen lämmitysenergiakulutus oli vuonna 2019 yhteensä hieman yli 26 000 GWh. Asuinkerrostaloissa lämmitykseen käytetty energiaa kului vähemmän noin 10 000 GWh. Kaikista pienin lämmitysenergiakulutus oli rivi- ja ketjutaloissa eli noin 4 000 GWh. Veden lämmitykseen käytetty energiamäärä oli 15 % ja saunojen lämmitys vei energiaa 5 prosenttia kokonaisenergiakulutuksesta. Valaistus, ruuan valmistus ja muiden sähkölaitteiden käyttö vaati energiaa 13 % asumisen kokonaisenergiakulutuksesta. Asuinrakennukset käyttivät energiaa yhteensä 65 TWh vuonna 2019. (SVT 2019b)



Kuva 2. Energiakulutus asuinrakennuksissa vuonna 2019 (SVT 2019b).

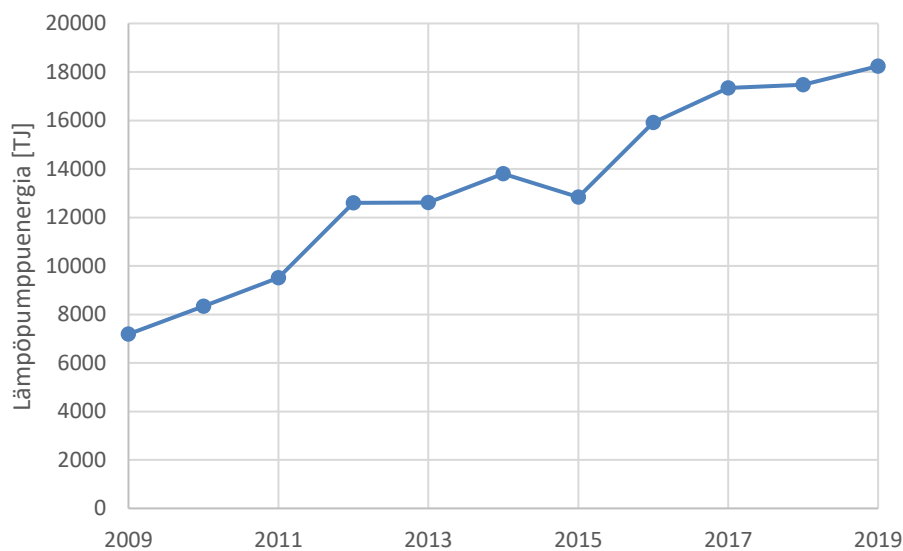
Rakennuksia voidaan lämmittää erityyppisillä energialähteillä, kuten puun poltolla, lämpöpumpuilla, kaukolämmöllä tai sähköllä. Myös erilaisia fossiilisia energialähteitä kuten polttoöljyä käytetään rakennusten lämmitykseen. Kuvassa 3 esitellään pientalojen, kerros- ja rivitalojen ja ei-asuinrakennusten lämmitykseen käytettävien energialähteitä vuonna 2018. Pientalojen yleisin lämmitysmuoto on puun poltto (35 %), jolla lämmitetään mahdollisesti myös takka ja sauna. Seuraavaksi yleisin energiamuoto pientaloissa on sähkö (30 %) ja kaukolämpö (10 %). Rivi- ja ketjutalojen energia hankitaan yleisimmin kaukolämmöstä (60 %) tai sähköstä (25 %). Asuinkerrostaloissa energialähteenä on yleisimmin kaukolämpö (89 %). Muiden rakennusten eli palvelurakennusten energiana käytetään eniten kaukolämpöä (65 %). (Mattinen et al. 2016; Ympäristöministeriö 2020)



Kuva 3. Rakennuksissa käytettävät energialähteet vuonna 2018 (Ympäristöministeriö 2020).

Nykyään kaukolämmön, puun ja sähkön lisäksi käytetään erilaisia lämpöpumppuja. Lämpöpumppujen käyttö vaatii sähköenergiaa. Lämpöpumppu ottaa energiaa ympäristöstään, kuten vedestä, ilmasta tai maasta ja tuottaa siitä lämpöä. Lämpöpumppuja voidaan käyttää niin rakennusten lämmittämiseen, mutta myös

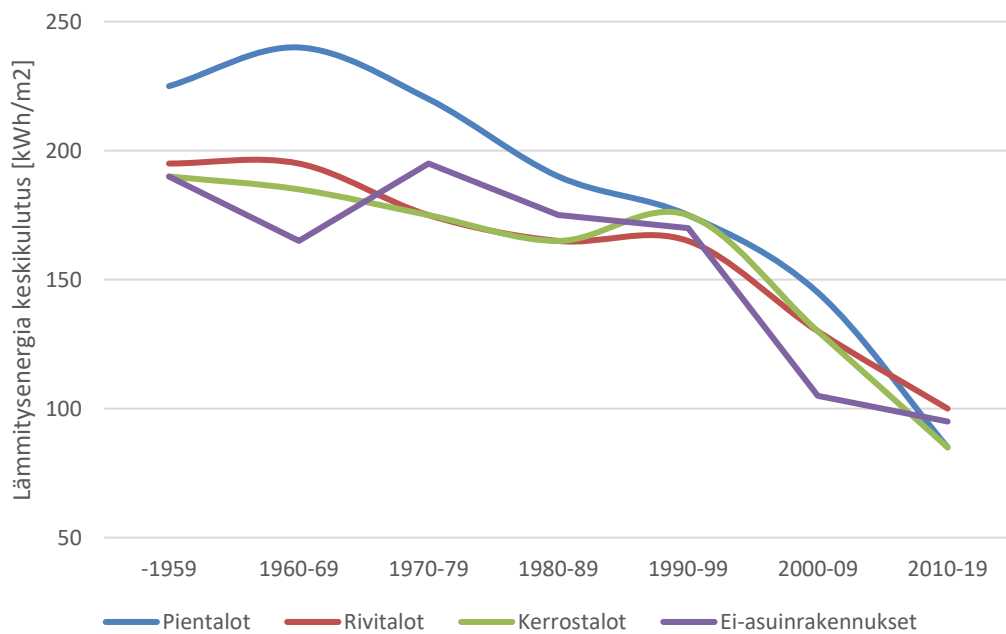
jäähdyttämiseen (Mattinen et al. 2016). Pientaloista 15 % ja rivitaloista 10 % lämpenee erilaisilla lämpöpumpuilla. Asuinkerrostaloissa ja ei asuinrakennuksissa lämpöpumppuja ei juuri käytetä, eli niistä vain 1 % käyttää lämpöpumppuja lämmitysmuotonaan. Lämpöpumppujen suosio lämmitysmuotona on kuitenkin kasvussa, joka näkyy lämpöpumpuista aiheutuneena energiakulutuksena. Kuvan 4 mukaan lämpöpumppujen käyttö asuinrakennusten lämmitysmuotona on yli kaksinkertaistunut vuosien 2009 ja 2019 välillä. Vuonna 2009 asuinrakennukset käyttivät lämpöpumppuenergiaa lämmitykseen 7185 TJ ja vuonna 2019 määrä oli 18240 TJ. (Ympäristöministeriö 2020; SVT 2019c)



Kuva 4. Asuinrakennusten lämmitykseen käytetty lämpöpumppuenergia määrä 2009–2019 (SVT 2019c).

Rakennuksen lämmitystarpeeseen ja lämmitystavan valintaan vaikuttaa olennaisesti ulkoilman lämpötila, joten vuosittaisiin vaihteluihin energiatarpeen suhteen vaikuttaa vuotuiset sääolosuhteet ja maantieteellinen sijainti. Lämmitysenergian tarpeeseen vaikuttavat myös lämmitettävien tilojen pinta-ala ja rakennuksen energiatehokkuus. (SVT 2019b) Lämmitystavan valintaan vaikuttaa myös kustannukset, jotka tulevat lämmityksestä. Sähkön käyttö lämmitysmuotona on vähentynyt. Suoran sähkölämmityksen karttamiseen on vaikuttanut vuonna 2012 voimaantullut energiamääräys energiatehokkuuden vertailuluvun eli E-luvun käytöstä. Myös ilmastonmuutos vaikuttaa rakennusten lämmitystarpeeseen laskevasti. (Mattinen et al. 2016)

Nykyisen rakennuskannan energiatehokkuus on muuttunut vuosien saatossa ja siihen on vaikuttanut lait ja asetukset, joihin on tullut muutoksia ja lisäyksiä. Suomessa 1970-luvulla vaikuttaneen energiakriisin seurauksena energiatehokkuutta on pyritty parantamaan jatkuvasti. Kuvassa 5 on esitetty lämmityksen keskikulutuksen muutosta rakennusten rakennusvuosien mukaan. Vuosien 1959–2019 välillä pientalojen lämmitysenergian tarve on pienentynyt lähes 40 %, rivitaloissa lämmitysenergian tarve on pienentynyt hieman yli 50 %. Asuinkerrostalojen lämmitysenergian tarve on vähentynyt noin 45 % verran sekä ei-asuinrakennuksien kohdalla tarve on puolittunut. (Ympäristöministeriö 2020)



Kuva 5. Lämmitysenergian keskikulutus rakennuksissa rakennusvuoden mukaan (Ympäristöministeriö 2020).

Jo 1980-luvulla tiukennettiin rakennusten energiatehokkuusvaatimuksia. Vuoden 1980 jälkeen rakennetut pientalot kuuluvat energialuokkaan D tai sitä parempiin luokkiin. Rivitalot kuuluvat yleisimmin energialuokkaan C, D tai E. Kerrostaloista ennen vuotta 2010 rakennetuista talot kuuluvat pääosin luokkiin D ja E. Ei-asuinrakennusten energialuokat ovat myös muuttuneet ja ennen vuotta 2010 rakennetut rakennukset kuuluvat pääosin energialuokkiin C ja D. Vuonna 2010 lainsäädäntöä jälleen kiristettiin, ja tämän jälkeen kaikkien rakennusten tulee kuulua vähintään energialuokkaan C. (Ympäristöministeriö 2020)

### 3.2.1 Lämmitysenergian tuotannon päästöt

Rakennusten lämmitys siis vaatii runsaasti energiaa ja sen aiheuttamiin päästöihin vaikuttaa se, miten energia on tuotettu. Kuten kuvassa 3 todettiin, kaukolämmön suosio lämmitysmuotona on suuri. Vuonna 2020 kaukolämmöstä 54 % tuotettiin ilmastoneutraaleista energialähteistä. Eniten kaukolämpöä tuotetaan metsäpohjaisista polttoaineista (22 %) ja seuraavaksi käytetyimpiä raaka-aineita ovat maakaasu (14 %), turve (14 %) sekä teollisuuden puutähde (13 %). Kaukolämpöä voidaan tuottaa myös kivihiilestä (11 %), biomassasta (8 %) tai hukkalämmöstä (11 %) sekä muista energialähteistä (6 %). Öljyn osuus kaukolämmön tuotannossa oli vain yhden prosentin. Uusiutuvien energialähteiden käyttö laskee myös tuotannosta peräisin olevia hiilidioksidipäästöjä. Vuonna 2020 kaukolämmön tuotannosta koitui hiilidioksidipäästöjä 4,4 miljoonaa tonnia. Hiilidioksidipäästöjen määrä on laskettu hyödynjakomenetelmää käyttäen. (Energiateollisuus ry 2021a)

Kaukolämmön lisäksi sähköä käytetään rakennusten lämmitykseen. Suomessa vuonna 2020 sähköä tuotettiin eniten uusiutuvilla energialähteillä. Sähkön nettotuonnin osuus oli 18,5 %. Muu osuus sähköstä tuotettiin energialähteittäin ydinvoimalla (27,7 %), vesivoimalla (19,3 %), tuulivoimalla (9,6 %) ja aurinkovoimalla (0,3 %). Sähköä tuotettiin myös yhteistuotantosähkönä kaukolämmöstä (11,9 %) ja teollisuudesta (10 %) sekä erillistuotannolla (2,7 %). Myös sähköntuotannon hiilidioksidipäästöt ovat laskussa ja vuonna 2020 niitä syntyi 4,1 miljoonaa tonnia. Päästöt laskevat, sillä uusiutuvien energialähteiden käyttö on nousussa. (Energiateollisuus ry 2021b)

Kuten aikaisemmin todettiin, Suomessa rakennuksia lämmitetään myös puun poltolla. Puun oletetaan olevan uusiutuva energialähde, sillä puu sitoo kasvuaikanaan hiilidioksidia ilmakehästä yhteyttäessään. Näin ollen puu on hiilineutraali energialähde, vaikkakin Suomessa puun kasvaminen kestää pitkän ja näin myös menetettyjen hiilidioksidipäästöjen takaisinkierto kestää kauan. Kuitenkin puun poltosta aiheutuu erilaisia päästöjä, vaikka puun poltosta aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä ei tilastollisesti huomioida. Puuta käytetään esimerkiksi keskuslämmityskattiloissa, takoissa ja puulämmitteisissä kiukaissa ja niistä vapautuu pienhiukkasia ilmakehään. Puun poltosta syntyvät pienhiukkaset voivat aiheuttaa terveyshaittoja, kuten hengitysteiden oireita. Taajama alueella altistutaan enemmän puun poltosta aiheutuville haitoille, kuin haja-asutus alueilla. Puun poltosta syntyy myös kasviuonekaasuja sekä nokihiukkasia. Puun



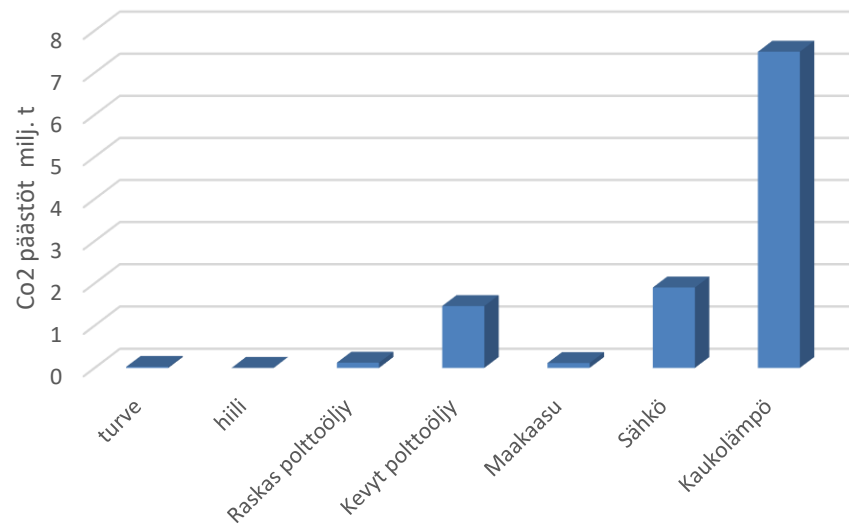
polton oletetaan vähentyvän ja näin syntyvien kokonaispäästöjen laskevan. (RT 103170; Mattinen et al. 2016)

Puun lisäksi lämmityskattiloissa polttoaineena voidaan käyttää öljyä. Öljylämmityksen koituu erilaisia hiukkaspäästöjä, kuten typpioksidipäästöjä (NO<sub>x</sub>), hiilimonoksidia (CO), rikkidioksidia (SO<sub>2</sub>) sekä VOC-päästöjä. Öljylämmityksestä koituu myös erilaisia raskasmetalli päästöjä. Taulukossa 5 on esitetty puukattilan ja öljykattilan päästöt mg/MJ. Taulukossa öljykattilan päästöt ovat kuvattuna 0,22 % rikkipitoiselle polttoöljylle. (Rector et al. 2017)

Taulukko 5. Puukattilan ja öljykattilan päästöt [mg/MJ] (Rector et al. 2017).

	Puukattila	Öljykattila
NO <sub>x</sub>	124,2	56,7
CO	193,0	0,4
SO <sub>2</sub>	15,0	92,9
VOC	21,2	0,4

Vuonna 2018 asuin- ja palvelurakennuksien lämmityksestä syntyneet hiilidioksidipäästöt energialähteittäin on esitetty kuvassa 6. Kuvan mukaan korkeimmat hiilidioksidipäästöt syntyivät kaukolämmöstä, mitä syntyi vuonna 2018 jopa 7,5 miljoonaa tonnia. Sähköstä koitui CO<sub>2</sub> päästöjä noin 1.9 miljoonaa tonnia. Kyseiseen määrään sisältyy ainoastaan kotimaassa tuotetun sähkön päästöt, eli tuontisähkön päästöjä ei tässä tarkastelussa huomioitu. Tarkastelu hiilidioksidipäästöistä on tehty energiamenetelmää hyödyntäen. Kevyen polttoöljyn käytöstä aiheutuu CO<sub>2</sub> päästöjä 1.46 miljoonaa tonnia. Muista energialähteistä syntyi vähemmän hiilidioksidipäästöjä. Raskaasta polttoöljystä koituvia hiilidioksidipäästöjä syntyi 123 000 tonnia, maakaasusta noin 115 000 tonnia, hiilestä 745 tonnia ja turpeesta noin 26 000 tonnia. Kaukolämpöä ja sähköä käytetään kuitenkin prosentuaalisesti enemmän, kuin kevyttä polttoöljyä. Vuonna 2018 kaukolämpöä käytettiin lämmitykseen 31310 GWh sekä sähköä 16670 GWh. Kevyttä polttoöljyä käytettiin lämmitykseen vähemmän eli vain 4631 GWh. Kevyen polttoöljyn päästöt ovat suuret suhteessa sen käyttöasteeseen. (SVT 2021; SVT 2019d; SVT 2019e)



Kuva 6. Lämmityksestä syntyneet hiilidioksidipäästöt energialähteittäin vuonna 2018 asuin- ja palvelurakennuksissa (SVT 2021; SVT 2019d; SVT 2019e).

## 4 MUUTOKSET RAKENNUSKANNASSA

Suomen rakennuskanta ja rakennettu ympäristö muuttuvat olosuhteiden mukaisesti. Ilmastonmuutos ja väestönkehitys vaikuttavat myös rakentamiseen. Suomessa rakennetulla ympäristöllä on suuret vaikutukset ilmastonmuutoksen hillitsemiseen, sillä se aiheuttaa tällä hetkellä yli puolet kasvihuonepäästöistä. Rakennetulla ympäristöllä tarkoitetaan rakennusten lisäksi niiden käyttöä sekä liikennettä. Rakennusten lämmitys, sähkö ja käyttöveden lämmitys aiheuttavat 32 % Suomen hiilidioksidipäästöistä. Suomessa ilmasto tulee muuttumaan ja keskilämpötila kohoaa, joka vaikuttaa rakennusten lämmitystarpeeseen laskevasti. Kesät ovat kuumempia, jolloin myös rakennusten jäähdytyksen tarve kasvaa kesäisin. Myös rankkasateet lisääntyvät, jolloin myös eroosio lisääntyy. Talvet ovat leudompia ja sateisempia. Etelä-Suomessa pysyvä lumipeite ja maaperän routiminen on vähäisempää. Pohjois-Suomen lumipeite saattaa jopa kasvaa. Vähäisen routimisen seurauksena maaperän muokkaaminen hankaloituu maaperän ollessa märempää ja pehmeämpää. Maaperän ominaisuudet vaikuttavat myös rakennusten perustamistapoihin. Myös sateiden lisääntyessä tulisi rakennuksissa kiinnittää huomiota sadesuojaukseen sekä kosteudenhallintaan. (RT 103170)

Ilmaston lämpenemistä voidaan tarkastella eri ilmakehän hiilidioksidimäärä skenaarioiden mukaan. Yksi ilmastoskenaario on RCP (representative concentration pathways), joka ennustaa ilmastonmuutosta kasvihuonekaasujen säteilyvaikutusten avulla. Erilaisia RCP ilmastoskenaarioita ovat RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 ja RCP8.5, jotka ennustavat ilmastonlämpenemistä sen mukaan, kuinka suuri säteilyvaikutus on vuoteen 2100 mennessä [W/m]. Tauluko 6 kuvailee eri RCP skenaarioiden ennustamaa vuosittaista keskimääräistä lämpenemistä asteina °C verrattuna vuosiin 1981–2010. (Ruosteenoja et al. 2016)

Taulukko 6. Eri RCP skenaarioiden ennustama vuosittainen ilmastonlämpeneminen verrattuna vuosiin 1981–2010 [°C] (Ruosteenoja et al. 2016).

Ilmastoskenaario	2020–2049	2040–2069	2070–2099
RCP2.6	1,6	1,9	1,9
RCP4.5	1,8	2,5	3,3

RCP6.0	1,5	2,3	3,6
RCP8.5	2,1	3,5	5,6

---

Ilmastoskenaario RCP2.6 mukaan ilmasto lämpenee tulevaisuudessa vähän, kun taas RCP4.5 mukaan ilmaston lämpenee enemmän, mutta se kuitenkin edustaa keskiarvoa lämpenemisen suhteen. Taulukossa 7 on kuvattu kahden eri ilmastoskenaarion mukaisia 10 vuoden aikana tapahtuvaa muutossuhdetta rakennusten lämmityksen ja jäähdytyksen tarpeesta Suomessa. Suomessa jäähdytyksen tarve kasvaa taulukon lukuarvon ollessa yli arvon yksi. Vastaavasti lämmityksen tarve vähenee, sillä lukuarvot ovat pienempiä yksi. (Larsen et al. 2020)

Taulukko 7. Rakennusten lämmityksen ja jäähdytyksen keskimääräinen muutossuhde 2050/2010 Suomessa (Larsen et al. 2020).

	RCP2.6	RCP4.5
Jäähdytys	1,67	6,15
Lämmitys	0,90	0,89

---

Myös väestölliset muutokset vaikuttavat Suomen rakennettuun ympäristöön. Suomen tilastokeskuksen väestöennusteen mukaan väkiluvun muutos on laskussa vuoden 2031 jälkeen. Arvioiden mukaan syntyvyys ja nettomaahanmuutto pysyy miltei vakiona, mutta kuolleisuus kasvaa vuosien 2019–2040 Tilastokeskuksen väestöennusteen mukaisesti. Työikäisten kansalaisten määrän ennustetaan vähentyvän ja väestön ikääntyvän. Vuonna 2040 väkiluvun arvioidaan kasvavan enää vain Uudenmaan maakunnassa, johon syynä on runsas muuttoliikenne. (SVT 2019f)

#### 4.1 Poistuma ja tilatehokkuus

Suomessa kaupungistuminen on jatkunut pitkään, ja sen oletetaan jatkuvan, jolloin väestötappiollisille alueille jää asuntoja sekä rakennuksia tyhjilleen. Yksi Suomen pitkänaikavälin korjausrakentamisen strategian mukaisista keinoista edistää

rakennuskantaa energiatehokkaammaksi onkin poistuma ja tilatehokkuus. Vuoden 2020 mennessä rakennetuista rakennuksista on poistunut 30 % vuoteen 2050 mennessä. Rakennuksia poistuu käytöstä kaupungistumisen myötä, mutta myös muiden syiden kuten taloudellisten, teknisten ja toiminnallisten seikkojen vuoksi. Suomen pitkänaikavälin korjausrakentamisen strategian mukaan uusien rakennusten perustamista tulisi välttää varsinkin muuttotappiollisissa kunnissa. Myös suuria korjaustoimenpiteitä vaativien rakennusten investointia tulisi pohtia tarkoin ja valita tarpeen mukaan rakennuksen purkaminen korjaus investointien sijaan. Myös kuntien, toimitilojen vuokraajien ja taloyhtiöiden huonokuntoisista rakennuksista tulisi luopua, mikäli energiatehokkuuden parantamisella ei päästä haluttuun lopputulokseen, vaan rakennus vaatisi muitakin korjaustoimenpiteitä. (Ympäristöministeriö 2020)

Rakennuksen energiakulutukseen vaikuttaa olennaisesti sen pinta-ala. Tehokkaalla tilasuunnittelulla pystytään vähentämään rakennuksen lämmitykseen kuluvaan energian määrää. Energiansäästö perustuu siihen, että rakennuksen lämpöä haihduttava osa eli rakennuksen vaipan pinta-ala on pienempi kuin rakennuksen lattian pinta-ala. Myös ikkunoiden määrä ja niiden suuntaaminen kohti etelää vähentää lämmityksen tarvetta auringosta saatavan lämpöenergian seurauksena. Ikkunoiden kohdalla on kuitenkin huomioitava, että rakennus ei lämpene liikaa ja nosta jäähdytyksen tarvetta kesäisin. Myös joustavalla tilasuunnittelulla pystytään vaikuttamaan energiatarpeeseen, sillä tilojen muokattavuus eri elämäntilanteisiin tai käyttötarkoituksiin vähentää turhien huoneiden tai tilojen lämmitystä. Tilatehokkuus vaikuttaa myös asumisesta koituvaan hiilijalanjälkeen. (RT 103170)

## **4.2 Kunnossapito**

Suomen pitkänaikavälin korjausrakentamisen strategian tavoitteena on myös parantaa kiinteistöjen kunnossapitoa. Strategian mukaan rakennuksille tulisi luoda 15–20 vuoden ajanjaksolle tavoitteellinen kunnossapito suunnitelma. Tämän suunnitelman tavoitteena olisi, että rakennus saavuttaisi vähitellen lähes nollaenergiataso, mikäli tavoite ei täyty, voi vaihtoehtona olla rakennuksen purku. Myös rakennusten jo olemassa olevat tekniset järjestelmät vaativat huoltoa ja näiden kunnossapito tulisi olla suunnitelmallista. Hyvällä kunnossapidolla voidaan varmistaa niin hyvät olosuhteet asukkaille, mutta myös varmistaa esimerkiksi lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien ja muiden taloteknisten järjestelmien sujuva ja virheetön toiminta. Järjestelmien poikkeamiin tulisi puuttua,

jolloin energiankulutus pysyisi tasaisena. Tämä vaatii kuitenkin järjestelmien säännöllistä seuraamista ja nopeaa korjaamista vian ilmaantuessa. Suomen korjausrakentamisen strategian mukaan viat tulisi korjata vuosittain, sekä lisäksi hanojen venttiileiden tiivisteet tulisi uusida sekä ikkunat ja ovet tulisi tiivistää tarpeen mukaisesti. Näin estettäisiin liiallinen vedenkulutus ja tapahtuvat lämpöhäviöt. (Ympäristöministeriö 2020)

### **4.3 Korjausrakentaminen**

Suomen pitkäaikavälin korjausrakentamisen strategian mukaan rakennusten energiatehokkuutta voidaan parantaa myös korjausrakentamisella sekä vähähiilisen lämmityksen avulla (Ympäristöministeriö 2020). Suomessa erityisesti vuosina 1950–1970 rakennetut rakennukset vaativat korjausrakentamista, sillä niiden energiatehokkuus ei vastaa nykyisen lainsäädännön antamia ohjeita. Kiinteistöjen korjausrakentaminen voidaan toteuttaa erilaisilla toimenpiteillä, kuten parantamalla teknisiä järjestelmiä tai kohdentamalla parannustoimia rakennuksen rakenteisiin tai tiettyyn rakennusosaan. Korjausrakentamisen keinoilla pyritään pienentämään rakennuksen lämmitysenergian tarvetta. Uudella lämmönjakelun säätöjärjestelmällä voidaan lämmitysenergiankulutusta pienentää 10–15 %. Mikäli rakennuksessa otetaan käyttöön ilmanvaihdon lämmöntalteenotto, niin lämmitysenergian tarve voi pienentyä 20–30 %. Myös seinien lisälämmöneristämällä voidaan vaikuttaa lämmitysenergian pienentymiseen 5–10 % sekä uusien ikkunoiden vaihto pienentää lämmitysenergiankulutusta 8–14 %. Korjausrakentaminen on kuitenkin kiinteistön omistajan vastuulla ja rakennuksen energiatehokkuutta ei vaadita parannettavan lain nojalla, paitsi silloin, kun rakennukseen tehdään muutoksia tai korjaustoimenpiteitä, jotka ovat luvanvaraisia. (Nieminen ja Virta 2016; RT 103170)

#### **4.3.1 Sähkö**

Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategian mukaan sähköjärjestelmillä pystytään vaikuttamaan rakennuksen energiatehokkuuteen. Pientaloissa, rivitaloissa ja asuinkerrostaloissa tämä tarkoittaisi sitä, että energiatehokkuutta parannettaisiin vaihtamalla huonokuntoiset kodinkoneet mahdollisimman vähän energiaa kuluttaviin uusiin kodinkoneisiin. Strategia kehottaa niin asuinrakennuksia, kuin ei-asuinrakennuksia käyttämään LED-lamppuja valaistuksessa. Lisäksi ei-asuinrakennuksissa sekä kerrostalojen yhteisissä tiloissa ja pihavalaisimissa tulisi olla läsnäolotunnistus. Myös

aurinkopaneelien asennusta suositellaan asennettavan rakennuksen katolle tai vaihtoehtoisesti liiyyttäisiin paneelipuistoon. (Ympäristöministeriö 2020)

### **4.3.2 Ilmanvaihto**

Myös ilmanvaihdoilla pystytään vaikuttamaan rakennusten energiatehokkuuteen. Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategian mukaan pientaloissa, rivitaloissa, kerrostaloissa lämmöntalteenottolaitteet vaihdetaan energiatehokkaampiin, kun laitteen käyttöikä loppuu. Lisäksi kerrostaloissa koneellista poistoilmanvaihtoa tehostettaisiin poistoilmalämpöpumpulla. Ei asuinrakennuksissa ilmanvaihtoa muutettaisiin energiatehokkaammaksi uusimalla ilmanvaihdon ohjaus älykkäiden ratkaisujen avulla. Myös ei asuinrakennusten lämmöntalteenottoa tulisi tehostaa tai sen puuttuessa, lisätä kyseinen järjestelmä. (Ympäristöministeriö 2020)

### **4.3.3 Käyttövesi**

Käyttöveden toimenpiteillä pystytään säästämään energiaa ja Suomen pitkänaikaväin korjausrakentamisen strategian mukaan kaikissa rakennuksissa tulisi käyttää veden kulutusta säästäviä hanoja ja muita vesikalusteita. Rivitaloissa, asuinkerrostaloissa ja ei asuinrakennuksissa myös vedenpaineeseen tulisi kiinnittää huomiota. Lisäksi jätevedestä saatava lämpö tulisi ottaa talteen etenkin kerrostaloissa ja ei asuinrakennuksissa. Yhtenä keinona parantaa energiatehokkuutta kerrostaloissa ja rivitaloissa on asentaa huoneistokohtaiset vesimittarit. (Ympäristöministeriö 2020)

### **4.3.4 Ikkunat ja ovet**

Ikkunoilla on myös vaikutuksia rakennusten energiatehokkuuteen. Suomen pitkänaikaväin korjausrakentamisen strategia kehottaa vaihtamaan huonokuntoiset vanhat ikkunat uusiin. Pientaloissa myös kunnossapidolla eli vanhojen ikkunoiden kunnostuksella ja tiivistyksellä voidaan vaikuttaa energiatehokkuuteen. (Ympäristöministeriö 2020)

Kuten yllä mainittiin taulukossa 3 rakennuksen ikkunoiden ja ovien U-arvo eli lämmönläpäisykerroin pitää olla  $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Mikäli rakennukseen tehdään muutostöitä, niin uusien ikkunoiden tai ovien tulee noudattaa tätä lukuarvoa. Ikkunoiden ja ovien vaihtamisella parannetaan siis rakennuksen lämmöneristyskykyä. Ikkunan energiatehokkuuteen vaikuttaa myös g-arvo, joka tarkoittaa auringonsäteilyn

kokonaisläpäisykerrointa. Auringon säteilyenergian tuoma lämpö täytyy huomioida ikkunoiden valinnassa. Mikäli julkisivu sijaitsee paikassa, johon aurinko paistaa jatkuvasti, tulee valita sellaiset ikkunat, jotka estävät lämmön pääsemistä rakennukseen. Tämä tarkoittaa, että valitaan ikkunat, joissa on pieni g-arvo ja näin vähennetään myös rakennuksen jäähtymisen tarvetta ja vältetään ylikuumentumista. Toisin sanottuna, suuri mitä suurempi g-arvo, sitä enemmän ikkunan kautta siirtyy auringonsäteilyenergiaa rakennuksen sisälle. Lämmönläpäisykerroimen ja g-arvon lisäksi ikkunoiden energiatehokkuutta tarkasteltaessa tulee huomioida myös ilmanpitävyys. Ikkunoiden energiatehokkuutta voidaan parantaa, kun ilmanvuotoluku eli L-arvo on mahdollisimman pieni eli ikkunan rakenteen kautta ei pääsisi vuotamaan ilmaa. Ikkunoiden ja ovien kiinnityksessä tuleekin huomioida, että ne kiinnitetään tarpeeksi tiiviisti rakennukseen. Ikkunoiden valintaa on helpotettu energialuokituksella, mikä ottaa huomioon U-arvon, g-arvon sekä L-arvon. Energialuokitus kuvataan E-luvun eli energiatehokkuuden vertailuarvon perusteella. Energialuokitus on kuitenkin valmistajalle vapaaehtoinen. Paras ikkunoiden energialuokitus on A++, jonka mukaan E-arvo voi olla vähemmän tai korkeintaan 45 kWh/m<sup>2</sup> vuodessa. Ikkunoiden vaihtamisella voidaan vaikuttaa myös rakennuksen käyttäjän mielekkyyteen, sillä uudet ikkunat parantavat muun muassa ääneneristävyyttä ja sisäilmastoa sekä käyttömukavuus kasvaa vetoisuuden pienentyessä. (RTY ry 2014)

#### **4.3.5 Ylä- ja alapohja**

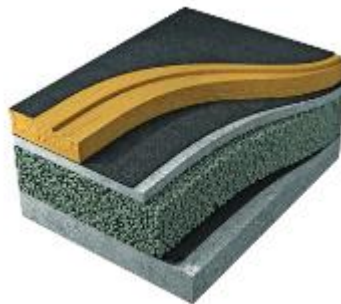
Rakennusten energiatehokkuutta voidaan parantaa lisäämällä yläpohjaan eristettä, mikäli se vain on mahdollista rakenteen kannalta. Lisäksi rivitaloissa ja asuinkerrostaloissa erilaiset kellari ja alapohjakatot voidaan lämpöeristää. Ei asuinrakennusten kohdalla routaeristystä voidaan uusia tai eristettä voidaan lisätä. (Ympäristöministeriö 2020)

Kattorakenteiden lisälämmöneristämällä voidaan vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen. Erityisesti 1960–1970 luvuilla on tehty loivia kattoja, joiden kattorakennetta pystytään muokkaamaan energiatehokkaammaksi. Kattorakenne yleensä koostuu kantavasta betonirakenteesta, höyrysulusta, eristekerroksesta sekä vesikatteesta kuten bitumikermikatteesta. Lisälämmöneristämisen parantaminen tehdään vanhan vesikatteen päälle, jolloin siihen lisätään lisäeristekerros ja uusi vesikatto. Lisälämmöneristäminen voidaan toteuttaa myös purkamalla vanhat eristeet ja vesikate, jonka jälkeen asennettaisiin uudet eristeet ja vesikatto. 1980-luvun jälkeen kattorakenteissa on käytetty uritettuja villarakenteita, jotka tehostavat yläpohjan



tuulettumista. Näin ollen ilman tuuletusuria kattorakenne on tuulettumaton ja yläpohjan tuulettamiseen tarvitaan alipainetuulettimia. Kattorakenteiden lisälämmöneristykseen liittyy kuitenkin haasteita ja rakennustöiden aikana täytyy jo kiinnittää huomiota siihen, että eristeet eivät pääse kastumaan. Lisälämmöneristeen lisääminen vanhan katteen päälle voi estää jo kostuneen vanhan eristekerroksen kuivumisen ja aiheuttaa kosteusongelmia. Mikäli vanha eristekerros on kastunut, tulisi se poistaa ja korvata uudella materiaalilla. (Nieminen ja Virta 2016)

Myös erityisesti 1960-luvulla suosiossa ollut kevytsoraeristeinen loiva katto voidaan lisälämmöneristää ja näin saada rakennusta energiatehokkaampaan suuntaan. Tällainen kattorakenne koostuu yleensä kanatavasta rakenteesta, höyrysulusta, eristekerroksesta sekä soraeristekerroksen päällä olevasta betonilaatasta ja bitumikermikatteesta. Kattorakenteen tuuletus hoidetaan eristekerroksessa olevan soran avulla, ja lisälämmöneriste sijoitettaisiin vanhan huopakatteen päälle. Kuvassa 7 on esiteltyä kevytsora kattorakenteen lisälämmöneristetty rakenne. Kosteusvaurioista ei tarvitse huolehtia, silloin jos mittausten perusteella vanhassa kattorakenteessa on vain hivenen kosteutta. Tällöin lisälämmöneriste nostaa vanhan rakenteen lämpötilaa ja tehostaa veden haihtumista talvisin. Mikäli vanha kattorakenne on kastunut, niin tällöin kattorakenne tulee purkaa kevytsoraa myöten. (Nieminen ja Virta 2016)



Kuva 7. Kevytsoraeristeinen kattorakenne, joka on lisälämmöneristetty (Nieminen ja Virta 2016).

Mikäli rakennuksessa on harjakatto, joka rakennettu 1950-luvulla, niin se on yleisimmin eristetty sahanpurulla. Lisäksi vesikatteen alla on usein laudoitus sekä eristeen alla ilma- tai höyrysulun virkaa toimittaa tervapaperi. Sahanpurussa on ilmarakoja, mutta se painuu ajan myötä, joten eristeen ajatellaan olevan tuulettumaton tai hieman tuulettuva. Lisälämmöneristäminen harjakattoon voidaan tehdä vaihtamalla sahanpuru uuteen

mineraalivillaeristeeseen, jonka lämmönjohtavuus on pienempi kuin sahanpurueristeen. Harjakaton lisälämmöneristuksen yhteydessä tulee tuuletukselle tehdä tuuletusväli. Mikäli kattorakenteeseen asennetaan aluskate, niin myös katteen ja vedeneristuksen välillä pitää olla tuuletusväli. Muutostöiden yhteydessä myös ilma- tai höyrysulun tulee olla yhtenäinen ja erityisesti väliseinien liitoskohdat tulee tarkastaa, jotta kosteus ei pääse nousemaan yläpohjarakenteisiin sisäilmasta. Myös kattorakenteen alapohjaan kertyvää kosteutta tulee ehkäistä aluskatteen avulla sekä rakenteellisesti, niin että vesi ei pääsisi tiivistymään ja lopulta kastelemaan yläpohjarakennetta. (Nieminen ja Virta 2016)

Myös alapohjaan voidaan lisätä lämmöneristettä. Mikäli rakennuksessa on ennestään tuulettuva alapohja, niin tällöin lisälämmöneristäminen suoritetaan vaihtamalla vanha eriste uuteen. Eriste voidaan sijoittaa alapohjarakenteen alapuolelle, jolloin varsinaista lattiaa ei tarvitse purkaa. Tällainen alapohjarakenne on yleensä 1950-luvulla rakennetuissa pientaloissa. Lisäksi vanhojen rakennuksien perustuksissa voi esiintyä lähes eristämättömiä kohtia, joten myös perustuksien lisälämmöneristäminen voi olla tarpeen. Lisälämmöneristämistä suunniteltaessa täytyy kuitenkin muistaa, että se vaatii rakennuskohtaista ammattitaitoista suunnittelua. (Nieminen ja Virta 2016)

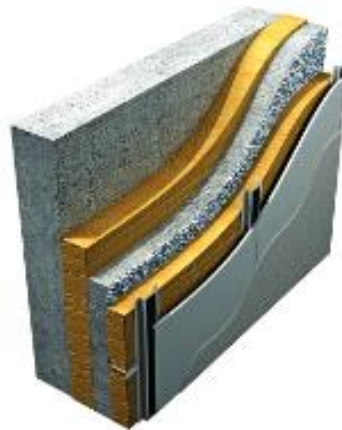
#### **4.3.6 Rakennuksen ulkopuoli**

Rakennuksien ulkopuolisella routaeristyksellä on vaikutusta rakennuksen energiatehokkuuteen ja sitä uudistamalla energiatehokkuutta voidaan parantaa. Myös ulkoseinien läpimenojen tiivistämisellä ja lisälämmöneristeellä, pystytään vaikuttamaan rakennusten energiatehokkuuteen. (Ympäristöministeriö 2020)

Lisälämmöneristys on yksi vaihtoehto rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseen, sillä sen avulla voidaan pienentää rakenteen lämpöhäviötä. Ulkoseiniin laitettava lisälämmöneriste voidaan toteuttaa eri keinoin, jolloin huomioidaan jo olemassa oleva seinärakenne. Betonisandwichseinä on yksi yleisesti käytetty ulkoseinärakennetyyppi, jota käytetään useimmiten kerrostaloissa. Se koostuu sisäpuolisesta betonisesta kuoresta ja betonisesta ulkovouesta, joiden välissä on mineraalivillaa. Tällaisen seinätyypin energiatehokkuutta on mahdollista parantaa lisälämmöneristeellä, jolloin lisäeriste voidaan lisätä joko olemassa olevan rakenteen päälle tai se voidaan toteuttaa purkamalla ja rakentamalla uutta. Mikäli lisälämmöneriste laitetaan vanhan rakenteen päälle, niin tällöin vanha osa seinästä jää ennalleen. Uusi lämmöneriste laitetaan suoraan vanhan ulkovooren pinnalle ja rakennetaan uusi ulkovoori esimerkiksi rappaamalla. Toinen

vaihtoehto on laittaa uusi eristekerros vanhaa ulkovuorta vasten, jonka jälkeen eristeen ja uuden ulkovuoren väliin jätetään tuuletusväli, jonka jälkeen uusi ulkovoeri tulee kiinnittää vanhan rakenteen sisävuoreen kaikkien kerrosten läpi. Tällainen tuulettuva lisälämmöneristetty sandwichseinärakenne on esitetty kuvassa 8. (Nieminen ja Virta 2016)

Toinen vaihtoehto sandwichseinän lisälämmöneristämiseksi on purkaa vanha lämmöneristyskerros ja ulkovoeri. Tämän jälkeen lämmöneristekerros uusitaan ja tehdään uusi ulkovoeri. Rakenne voi jälleen olla tuulettumaton tai tuulettuva, riippuen lisätäänkö uuden eristekerroksen ja ulkovuoren väliin tuuletusväli. Tämä keino on tehokkaampi parantamaan koko seinärakenteen lämmöneristystasoa. Lisälämmöneristykseen käytetään mineraalivillaa tai EPS-lämmöneristettä. EPS-lämmöneriste valmistetaan polystyreenistä muottimenetelmällä. EPS- eristeitä voidaan käyttää rakennuksen lämmöneristämiseen, teknisenä eristeenä tai äänen vaimentamiseen. Lisälämmöneristeen toiminta perustuu siihen, että se nostaa vanhan rakenteen lämpötilaa. Lämpötilan noston ansiosta myöskään kosteus ei pääse tiivistymään rakenteisiin. Uuden ulkovuoren tulee olla sellainen, että se ei päästä sadevettä läpi, mutta seinärakenne pääsee kuitenkin luovuttamaan kosteutta rakennuksen ulkopuolelle. (Nieminen ja Virta 2016; RT 36-10690)



Kuva 8. Tuulettuva lisälämmöneristetty sandwichseinärakenne (Nieminen ja Virta 2016).

Myös muita ulkoseinärakenteita voidaan lisälämmöneristää. Muurattu tiiliseinä koostuu yleensä tiilimuuratusta sisäkuoresta, eristekerroksesta, sormiraosta ja tiilisestä kuorimuurista. Tällinen 1 tiilen paksuinen muurattu tiiliseinärakenne voidaan lisälämmöneristää poistamalla vanha ulkovoeri ja korvata vanha eristekerros uudella tai

lisätä eristettä vanhan lämmöneristeen päälle. Uusi ulkoverhous voidaan muurata tiilistä, jolloin rakenteesta tulee tuulettuva. Tällainen tuulettuva lisälämmöneristetty tiiliseinä on kuvattu kuvassa 9. Ulkoverhous voidaan myös rapata, jolloin rakenne on tuulettumaton. Mikäli alkuperäinen tiiliseinä on 1,5 tiilen paksuinen, niin tällöin lisälämmöneristämiseksi ulkoverhous ja lämmöneristekerros puretaan ja tilalle asennetaan 7 cm paksu eristevillakerros ja uusi ulkoverhous toteutetaan rappaamalla. Tiiliseinärakenteen lisälämmöneristämisessä tulee huomioida, että alkuperäinen tiiliseinä on kuiva, ennen kuin uutta lisälämmöneristettä lisätään. Vaarana voi olla eristeen homehtuminen, sillä tiili pystyy imemään huomattavan määrän kosteutta. (Nieminen ja Virta 2016)



Kuva 9. Lisälämmöneristetty tuulettuva tiiliseinä (Nieminen ja Virta 2016).

Mikäli ulkoseinärakenne on betoni-tiiliseinä, niin tällöin se koostuu betonisesta sisäkuoresta, eristekerroksesta sekä tiilisestä ulkoverhouksesta. Tällainen seinärakenne voidaan lisälämmöneristää purkamalla vanha ulkoverhous ja eristekerros, ja asentaa tilalle uusi kerros eristettä ja viimeistellä pinta rappaamalla. Myös vanhojen purulla eristettyjen ulkoseinien lisälämmöneristäminen on mahdollista. Tällöin vanha julkisivu tulee purkaa ja rakentaa uusi koolaus, jonka päälle uusi eristekerros voidaan asentaa. Lopuksi asennetaan tuulensuojalevy sekä uusi ulkoverhous. Vanha sahanpurueristys voidaan myös korvata kokonaan uudella eristeellä, kuten mineraalivillalla. (Nieminen ja Virta 2016)

#### 4.3.7 Vähähiilinen lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmä

Suomen pitkänaikavälin korjausrakentamisen strategian mukaan pientalojen ja rivitalojen lämmitysjärjestelmää tulisi uudistaa, mikäli käytössä on suora sähkölämmitys tai varaava sähkölämmitys. Suoran sähkölämmityksen avuksi tulisi järjestelmään lisätä

ilmalämpöpumppu sekä varaavan sähkölämmityksen järjestelmään lisätä ilma-vesilämpöpumppu. Myös käytössä olevasta öljylämmityksestä tulisi luopua ja tilalle hankkia maalämpö- tai ilmavesilämpöpumppu tai esimerkiksi puulämmitys. Myös tulisijoihin tulisi kiinnittää huomiota ja ne tulisi muuttaa energiatehokkaammiksi vaihtamalla tulisija lämpöä varaavaan malliin. Rivitaloissa ja kerrostaloissa lämmitysjärjestelmä tulisi tasapainottaa ja lisätä älykäs ohjausjärjestelmä, joka säätäisi ilmanvaihtoa sekä lämmitystä. Kaikissa rakennuksissa tulisi luopua fossiilisista polttoaineista. Ei asuinrakennuksissa tulisi siirtyä päästöttömän energian käyttöön ja valita lämmitysjärjestelmäksi esimerkiksi maalämpö. (Ympäristöministeriö 2020)

#### **4.3.8 Avustukset ja rahoitus**

Rakennuksien muuttamista energiatehokkaammaksi ohjaa lainsäädäntö, mutta erialiset avustukset tukevat kansalaisia toteuttamaan lainsäädännölliset tavoitteet. Esimerkiksi Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA) myöntää vuosina 2020–2022 energia-avustuksia asuinrakennuksien omistajille, mutta myös taloyhtiöille, valtion tuilla rahoitettaville vuokra-asunnoille sekä asumisoikeusasuntoja omistaville yhteisöille. Tuen saamisen ehtona on, että asuinrakennuksen energiatehokkuutta parannetaan ja parannukset tulee ilmaista laskennallisesti E-luvun avulla sekä rakennuksen energiatodistuksella. ARA myöntää myös kunnille avustusta öljylämmityksestä luopumista varten. (ARA 2021)

Myös Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus (ELY) myöntää avustusta pientalojen öljylämmityksestä luopumisen tueksi. Avustuksen saamisen ehtona on, että öljylämmitys tulee korvata jollain muulla, kuin fossiilista polttoainetta tarvitsevalla lämmitysjärjestelmällä. Avustuksen määrä riippuu siitä, minkälaiseen lämmitysmuotoon siirrytään. (ELY 2020)

#### **4.4 Uudisrakentaminen**

Uudisrakentamisen ratkaisuilla pyritään täyttämään lainsäädännön uusille rakennuksille asettamat tavoitteet energiatehokkuuden suhteen. Uusien rakennusten tulee täyttää lähes nollaenergiamääräykset, kuten se on aikaisemmin kappaleessa 2.1 Rakennusten energiatehokkuus direktiivin (EPBD 2018/844/EU) mukaisesti määritelty. Tällainen lähes nollaenergiarakennus on erittäin energiatehokas, ja sen vertailuarvot tulevat direktiivin EPBD mukaisesti. Raja-arvot lähes nollaenergiarakennukselle on kuvattuna

Ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. Asetuksessa määritellyt E-luvun eli laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun raja-arvot voidaan laskea kappaleessa 2.3.2 esitetyllä tavalla. E-luvun vertailuarvot riippuvat rakennuksen käyttötarkoitukseluokasta, ja ne on esitetty taulukossa 8. (1010/2017)

Taulukko 8. E-luvun vertailuluvun vaatimustasot käyttötarkoitukseluokan mukaisesti (1010/2017).

Käyttötarkoitukseluokka	E-luvun raja-arvo [kWh/m <sup>2</sup> ]
Luokka 1. Pieni asuinrakennus, erillinen pientalo, ketjutalon osana oleva rakennus tai asuinkerrostalo, jossa korkeintaan kaksi kerrosta yms. nettoalan mukaan.	200–0,6A <sub>netto</sub>
Luokka 2. Asuinkerrostalo, jossa on vähintään kolme kerrosta	116–0,04A <sub>netto</sub>
Luokka 3. Toimistorakennus tai terveyskeskus	92–105
Luokka 4. Liikerakennus, tavaratalo, kauppakeskus tai muu kulttuurikeskus yms.	100
Luokka 5. Majoitusliike, hotelli, hoitolaitos yms.	135
Luokka 6. Opetusrakennus tai päiväkot	100
Luokka 7. Liikuntahalli	100
Luokka 8. Sairaala	320
Luokka 9. Muut rakennukset	Ei raja-arvoa

Tällainen erittäin tehokas rakennus pystytään suunnittelemaan arkkitehtuuristen ratkaisujen avulla, mutta myös talotekniikka ja rakennetekniikka ovat suuressa osassa suunnittelua. Erittäin suuri energiatehokkuus varmistetaan siis usean eri tekijän summana. Kuten korjausrakentamisessa, niin uudisrakentamisessakin rakennuksen vaipan lämpöhäviöt ovat yksi keino pienentää rakennuksen energiankulutusta. Lisäksi myös energiatehokkaat järjestelmät ilmanvaihdon, sähkön ja veden suhteen ovat tärkeitä tarkastelun kohteita. Lisäksi uusiutuvan omavaraisenergian käyttö on yksi uudisrakennusten vaatimus. Tällä tarkoitetaan energiaa, mikä on tuotettu kiinteistö- tai aluekohtaisesti uusiutuvista energialähteistä. Uudisrakentamisessa tulee huomioida toimivan kokonaisuuden lisäksi taloudellinen näkökulma. Uudisrakentamisessa tulee näin ollen hyödyntää moniammatillista osaamista, mutta kuitenkin tarkastella jokaista yllä mainittua osa-aluetta tapauskohtaisesti. Erittäin energiatehokkaan rakennuksen energiatehokkuuteen vaikuttaa myös rakennustuotteet, joita on käytetty rakentamiseen. Rakennustuotteiden valmistus kuluttaa energiaa ja synnyttää päästöjä. Näin myös materiaalivalinnat vaikuttavat rakennuksen käytön aikaiseen energiatehokkuuteen. (RIL 249-2015)

#### **4.4.1 Lähes nollaenergiarakennuksen suunnittelu**

Energiatehokkaan rakennuksen suunnittelu vaatii arkkitehtisuunnittelua, jonka avulla pystytään tekemään ratkaisuja, jotka ovat mahdollisimman kestäviä ja vähän energiaa kuluttavia sekä materiaaleja säästäviä. Hyvällä suunnittelulla pysytään vähentämään rakennuksen lämmitystarvetta. Arkkitehtisuunnittelun tulee olla käyttäjän tarpeen mukaista, mutta energiatehokkuuden vaatimukset täytyy ottaa huomioon. Energiatehokkuusvaatimuksen täyttämiseksi tulee suunnittelussa huomioida käytettävät materiaali sekä rakennuksen muoto sekä tilojen käyttö. Lisäksi energiatehokkuus vaatimukset tulee huomioida erityisesti julkisivusuunnittelussa, johon tarkastellaan ikkunoita ja niiden suuntausta lasin laatu huomioiden sekä erilaisia aurinkosuojusrakenteita. Arkkitehdin päätöksiin energiatehokkuuden suhteen liittyy olennaisesti tilojen käyttö, mutta myös niiden tehokkuus. Erityisesti asuinrakennuksissa tilaohjelmalla, tehokkaalla pohjaratkaisulla ja sen muutettavuudella sekä vaipan, ikkunoiden ja ovien pinta-alalla pystytään vaikuttamaan rakennuksen energiatehokkuuteen. (RIL 249-2015)

Hyvällä arkkitehtisuunnittelulla pystytään vaikuttamaan siis rakennuksen lämmitystarpeeseen. Energiatehokkaan asuinrakennuksen suunnittelussa tulee huomioida

rakennukset muoto, sillä se määrittelee, minkä kokoinen ulkovaippa rakennuksella on. Ulkovaipan pinta-ala on suoraan verrannollinen rakennuksen lämpöhäviötä aiheuttavaan pinta-alaan. Lisäksi tärkeää on huomioida ikkunoiden pinta-ala. Luonnonvaloa pyritään käyttämään hyödyksi rakennuksen valaistuksessa, mutta se parantaa myös tilojen käyttäjien viihtyvyyttä. Aurinkoenergiaa pystytään näin ollen hyödyntämään sijoittamalla ikkunat kohti etelää ja valitsemalla g-arvoltaan hyvät ikkunat. G-arvo tavanomaisissa ikkunoissa on 0,35, kun taas g-arvon ollessa 0,5, voidaan olettaa, että ikkuna vaikuttaa lämmitystarpeeseen laskevasti. Ikkunan g-arvo voi olla myös luokkaa 0,65, joka tarkoittaa tulevaisuuden ikkunaratkaisuja, joilla voidaan säästää entistä enemmän lämmityksen tarvetta. (RIL 249-2015; Lylykangas et al. 2016)

Tällainen passiivisen aurinkoenergian hyödyntäminen vaatii kuitenkin aurinkosuojausta, jonka tarkoituksena on estää auringon säteilyn pääsemistä rakennuksen sisäpuolelle. Talvisin auringon valoenergiasta saatava lämmin säteily on suotavaa, mutta kesäisin rakennus ei saa lämmintä liikaa. Aurinkosuojauksella voidaan tarkoittaa esimerkiksi kaihtimia, kiinteitä rakenteita, kuten lippoja ja räystäitä. Aurinkoenergian hyödyntämistä voidaan tehdä esitetyin keinoin erityisesti pientaloissa, mutta myös kerrostaloissa se on mahdollista lasitetun parvekkeen aiheuttaman puskurivyöhykkeen avulla. Puskurivyöhyke vähentää tilojen lämpöhäviötä, sillä lämpötilaero rakennuksen sisä- ja ulkopuolella vähenee. (RIL 249-2015)



## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Rakentamista ohjaa erityisesti Euroopan komission asettama rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (2018/844/EU) ja EU:n ilmasto- ja energiapolitiikka. Suomessa EU:n tekemät päätökset näkyvät kansallisessa lainsäädännössä. Suomessa rakentamista ohjaa Maankäyttö- ja rakennuslaki yhdessä Rakentamismääräyskokoelman kanssa.

Suomessa rakennuskanta koostuu pääasiallisesti asuinrakennuksista, joista suurin osa on rakennettu vuosina 1960–1980. Suomessa on eniten pientaloja eli omakoti- ja paritaloja sekä kerrostaloja. Suomessa asuinrakennusten energiakulutus koostuu tilojen lämmityksestä, käyttöveden lämmityksestä, saunan lämmityksestä sekä valaistuksesta, ruuan valmistuksesta ja erilaisista sähkölaitteista. Suomessa rakennusten lämmitys vie eniten energiaa lähes 70 % rakennuksen kokonaisenergiankulutuksesta. Pientalojen lämmitysenergiankulutus oli vuonna 2019 yhteensä noin 26 000 GWh. Asuinkerrostaloissa lämmitysenergiankulutus oli vähemmän noin 10 000 GWh. Kaikista pienin lämmitysenergiankulutus oli rivi- ja ketjutaloissa eli noin 4 000 GWh.

Suomessa rakennuksien lämmityksestä aiheutuvia päästöjä syntyy sen mukaan, mistä energialähteestä energia on tuotettu. Suomessa pientalojen yleisin lämmitysmuoto on puun poltto, seuraavaksi käytetyimmät energialähteet ovat kaukolämpö sekä sähkö. Rivi- ja ketjutaloja lämmitetään yleisimmin kaukolämmöllä tai sähköllä. Myös kerrostaloissa ja palvelurakennuksissa eniten käytetty lämmitysmuoto on kaukolämpö. Nykyään myös erilaiset lämpöpumput ovat yleistyneet lämmitysmuotona. Erilaisia lämpöpumppuja käytetään lähinnä pientaloissa ja rivitaloissa. Asuin- ja palvelurakennuksien lämmitykseen käytetyistä energialähteistä eniten hiilidioksidipäästöjä koituu sähköstä, kaukolämmöstä sekä kevyestä polttoöljystä. Sähköä ja kaukolämpöä käytetään kuitenkin prosentuaalisesti enemmän, kuin kevyttä polttoöljyä, vaikka polttoöljyn päästöt yltyvät lähes yhtä suuriin lukemiin, kuin mitä kaukolämmöstä ja sähköstä aiheutuneet hiilidioksidipäästöt.

Suomessa rakennuskannan muutoksiin vaikuttaa ilmastonmuutos ja väestönkehitys. Ilmastonlämpeneminen vaikuttaa lämmitysenergiatarpeeseen laskevasti, mutta samalla rakennusten jäähdytyksen tarve kasvaa. Suomen keinot muuttaa rakennuskantaa tehokkaammaksi ovat poistuma ja tilatehokkuus. Myös suunnitelmallinen kunnossapito

on yksi keino muuttaa rakennus vähitellen lähes nollaenergiatasolle. Myös korjausrakentamisella pystytään vaikuttamaan Suomen rakennuskannan kehitykseen. Korjausrakentamisella pyritään vähentämään rakennusten lämmitysenergiantarvetta sekä pienentämään energiankulutusta. Energiatehokkuutta voidaan pienentää johtumislämpöhäviöiden vähentämisellä, kuten lisälämmöneristämällä ja uusilla energitehokkailla ovilla ja ikkunoilla. Myös esimerkiksi energiaa säästävät kodinkoneet, LED-lamput, poistoilman lämmöntalteenotto, älykkäät säätöjärjestelmät, käyttöveden säännöstely sekä vähähiilinen lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmä ovat avainasemassa energitehokkaan rakennuksen toteutuksessa, niin korjaus-, kuin uudisrakentamisenkin kohdalla. Uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia, eli niiden energitehokkuuden tulee olla erittäin korkea sekä käytettävän energian tulee suurimmaksi osaksi olla peräsin uusiutuvista energialähteistä.

## 6 POHDINTA

Suomen rakennuskanta koostuu tällä hetkellä vanhoista suurimmaksi osaksi 1960–1970-luvuilla rakennetuista pientaloista ja kerrostaloista. Myös muuta rakennuskantaa on rakennettu ahkerasti 1900-luvun loppupuolella. Näin ollen Suomen rakennuskannassa on paljon korjausvelkaa. Korjausrakentaminen on vääjäämättä yksi keino parantaa nykyisen rakennuskannan energiatehokkuutta. Korjausrakentamisen keinot ovat kuitenkin haastavia, sillä energiatehokkuusparannuksia ei kannata taloudellisesti lähteä tekemään ilman muita rakennukseen tehtäviä peruskorjaustoimenpiteitä. Korjausrakentamiseen liittyy myös haasteet sisäilman ja kosteusteknisten asioiden suhteen, jolloin pahimmassa tapauksessa rakennuksen korjaustoimenpiteet vievät rakennuksen kuntoa huonompaan suuntaan.

Positiivista on kuitenkin se, että hyvällä korjausrakentamisen suunnittelulla pystytään tekemään muutoksia myös rakennuksen energiatehokkuuteen. Suomessa on keinoja muokata myös vanhoista taloista vielä pitkä ikäisiä. Tavoitteet vähähiilisydestä ja kestävästä rakentamisesta puoltavat myös korjausrakentamista, sillä purkamisesta aiheutuu jätettä, joka edelleen kuormittaa luontoa. Korjausrakentamisella pystytään säästämään neitseellisten materiaalien käyttöä. Toisaalta korjausrakentamisen kustannukset nousevat ja palataan siihen, mikä on kannattavampaa, purkaa vaiko korjata. Näin ollen poistuma tulee olemaan yksi tulevaisuuden keino parantaa rakennuskantamme energiatehokkuutta. Tähän vaikuttaa olennaisesti jatkuva kaupungistuminen ja se, että pienet syrjäkylät jäävät tyhjilleen. Rakennuksen purku saattaa myös taloudellisessa mielessä olla parempi vaihtoehto.

Uudisrakentamisessa taas pyritään uudenlaisiin ratkaisuihin ja se haastaa suunnittelijoita toimimaan työssään jatkuvien muutoksien parissa. Uudisrakentamisen tueksi on kuitenkin oppaita, jotka auttavat suunnittelijoita toimimaan nykyisen lainsäädännön mukaisesti. Uudisrakentamisen tavoitteet ovat kuitenkin samanlaisia, kuin mitä korjausrakentamisella edellytetään. Uusien rakennusten energiankulutus ja lämmitystarve onkin ollut laskussa, mikä osoittaa, että rakennuskantamme uudet rakennukset tukevat lainsäädännöllisiä tavoitteita.

Myös rakennusten pitkäikäisyys ja ilmaston vaikutukset näkyvät jo rakennuskannassamme. Ilmastonmuutos tuo omat haasteensa rakentamiseen ja näihin

muutoksiin on varauduttava ajoissa. Rakennusten kunnossapito tulisi lainsäädännön mukaan olla suunnitelmallista, mikä parantaa rakennusten kestävyyttä ja näin ollen se vaikuttaa myös luonnonvarojen säästämiseen.

Lainsäädännölliset tavoitteet ovat kuitenkin korkealla. Niihin pääsemiseksi niin rakennusten, kuin ilmastonkin suhteen vaaditaan rajuja toimenpiteitä. Ilmastonmuutosta on hillittävä ja hiilidioksidipäästöjä on pienennettävä. Myös rakennusten energiankulutusta on pienennettävä. Se, miten esimerkiksi vanhat rakennuksen saadaan energiatehokkaiksi, on täysin rakennuksen haltijan käsissä. Se miten käytännössä lainsäädännölliset tavoitteet saadaan toteutettua, on vielä ajan kysymys. Uudisrakentamisen kannalta tämä on helpompi toteuttaa, kun taas korjausrakentamisen toteuttamisessa tulee luultavasti olemaan ongelmia. Avustuksia ja rahoitusta korjausrakentamiseen on olemassa, mutta riittävätkö ne kuitenkin tarpeeksi, jotta rakennuskantamme energiatehokkuus kasvaisi tarpeeksi, nähdään vasta tulevaisuudessa.

## LÄHDELUETTELO

ARA, 2021. Energia-avustukset [verkkodokumentti]. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA). Saatavissa: [https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat\\_ja\\_avustukset/Energiaavustus](https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Energiaavustus) [viitattu 28.4.2021].

Economidou, M., Todeschi, V., Bertoldi, P., D'agostino, D., Zangheri, P., Castellazzi, L., 2020. Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings. *Energy and Buildings*, 225 (2020), ss. 110322. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110322>.

ELY, 2020. Hakuohje: avustus pientalon öljylämmityksestä luopumiseksi [verkkodokumentti]. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY). Saatavissa: [https://sa01elysuomifilomakkeet.blob.core.windows.net/blobsuomifilomakkeet/ELY/ely90t3i\\_fi\\_ohje\\_avustus\\_asuinrakennuksen\\_oljylammityksesta\\_luopumiseksi.pdf](https://sa01elysuomifilomakkeet.blob.core.windows.net/blobsuomifilomakkeet/ELY/ely90t3i_fi_ohje_avustus_asuinrakennuksen_oljylammityksesta_luopumiseksi.pdf) [viitattu 28.4.2021].

Energiateollisuus ry, 2021a. Energiavuosi 2020 Kaukolämpö [verkkodokumentti]. Saatavissa: [https://energia.fi/files/5650/Kaukolampovuosi\\_2020\\_netti\\_kj\\_paivitetty\\_20210318.pdf](https://energia.fi/files/5650/Kaukolampovuosi_2020_netti_kj_paivitetty_20210318.pdf) [viitattu 9.3.2021].

Energiateollisuus ry, 2021b. Energiavuosi 2020 Sähkö [verkkodokumentti]. Saatavissa: [https://energia.fi/files/4428/Sahkovuosi\\_2020\\_netti.pdf](https://energia.fi/files/4428/Sahkovuosi_2020_netti.pdf) [viitattu 9.3.2021].

Euroopan komissio, 2021. Energy performance of buildings directive. [verkkodokumentti]. Saatavissa: [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive\\_en#related-links](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en#related-links) [viitattu 9.3.2021].

Euroopan komissio, 2019. The European Green Deal [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1576150542719&uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN> [viitattu 9.3.2021].

Larsen, M.A.D., Petrović, S., Radoszynski, A.M., McKenna, R., Balyk, O., 2020. Climate change impacts on trends and extremes in future heating and cooling demands over Europe. *Energy and Buildings*, 226 (2020), s. 110397. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110397>

Lylykangas, K., Nieminen, J., Andersson, A., Kiuru, J. and Päätaalo, J., 2016. Rakenteellinen energiatehokkuus opas. Helsinki: RTT eristeteollisuus ja ympäristöministeriö, 223 s.

Mattinen, M., Heljo, J., Savolahti, M., 2016. Rakennusten energiankulutuksen perusskenaario Suomessa 2015–2050. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, 66 s. ISBN 978-952-11-4644-2

Nieminen, J., Virta, J., 2016. Rakennusten lisälämmöneristäminen [verkkójulkaisu]. Ensimmäinen painos. Hansaprint Oy, 45 s. ISBN 978-951-685-391-1. Saatavissa: <https://docplayer.fi/23308762-Rakennusten-lisalammoneristaminen.html> [viitattu 21.4.2021].

Rector, L., Miller, P.J., Snook S., Ahmadi, M., 2017. Comparative emissions characterization of a small-scale wood chip-fired boiler and an oil-fired boiler in a school setting. *Biomass and Bioenergy*, 107 (2017), s. 254–260.

RIL 249-2015, 2015. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. Energiatehokas asuinrakennus – kohti lähes nollaenergiarakentamista. Tammerprint Oy, 250 s. ISBN 978-951-758-602-3.

RT 103170, 2020. Ilmastonmuutos [verkkójulkaisu]. Saatavissa: <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu> [viitattu 23.4.2021].

RT 36-10690, 2013. EPS-ERISTEET [verkkójulkaisu]. Saatavissa: <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu> [30.4.2021].

Ruosteenoja K., Jylhä K., Kämäräinen M., 2016. Climate Projections for Finland Under the RCP Forcing Scenarios. Finnish Meteorological Institute. Helsinki. *Geophysica*, 51(1), 17–50.

RTY ry, 2014. Ikkunoiden ja ovien korjaus- ja muutoshankkeiden ohjeistus. [verkkajulkaisu]. Rakennustarkastusyhdistys (RTY ry) Saatavissa: [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ikkunoiden-ja-ovien-korjaus--ja-muutoshankkeiden-ohjeistus-7EFDE1C3\\_86A8\\_4928\\_B227\\_5847B58BF9F8-104545.pdf/1740d599-d174-ced1-5e05-3bc327b2ac40/Ikkunoiden-ja-ovien-korjaus--ja-muutoshankkeiden-ohjeistus-7EFDE1C3\\_86A8\\_4928\\_B227\\_5847B58BF9F8-104545.pdf?t=1603260187009](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ikkunoiden-ja-ovien-korjaus--ja-muutoshankkeiden-ohjeistus-7EFDE1C3_86A8_4928_B227_5847B58BF9F8-104545.pdf/1740d599-d174-ced1-5e05-3bc327b2ac40/Ikkunoiden-ja-ovien-korjaus--ja-muutoshankkeiden-ohjeistus-7EFDE1C3_86A8_4928_B227_5847B58BF9F8-104545.pdf?t=1603260187009) [viitattu 21.4.2021].

SVT 2021. Polttoaineluokitus [verkkajulkaisu]. Suomen virallinen tilasto (SVT). Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: [https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut\\_polttoaineluokitus.html](https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html) [viitattu 14.5.2021].

SVT 2020. Rakennukset käyttötarkoituksen ja valmistumisvuoden mukaan [verkkajulkaisu]. Suomen virallinen tilasto (SVT). Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: [https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_asu\\_\\_rakke/statfin\\_rakke\\_pxt\\_116g.px/](https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__rakke/statfin_rakke_pxt_116g.px/) [viitattu 1.7.2021].

SVT 2019a. Rakennukset ja kesämökkit [verkkajulkaisu]. Suomen virallinen tilasto (SVT). ISSN=1798-677X. Rakennuskanta 2019. Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: [http://www.stat.fi/til/rakke/2019/rakke\\_2019\\_2020-05-27\\_kat\\_002\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/rakke/2019/rakke_2019_2020-05-27_kat_002_fi.html) [viitattu 9.3.2021].

SVT 2019b. Asumisen energiankulutus [verkkajulkaisu]. Suomen virallinen tilasto (SVT). ISSN=2323-3273. Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: [http://www.stat.fi/til/asen/2019/asen\\_2019\\_2020-11-19\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/asen/2019/asen_2019_2020-11-19_tie_001_fi.html) [viitattu: 9.3.2021].

SVT 2019c. Asuinrakennusten lämmitys rakennustyypeittäin 2008–2019 [verkkajulkaisu]. Suomen virallinen tilasto (SVT). Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: [https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_ene\\_\\_asen/statfin\\_asen\\_pxt\\_11\\_zr.px/](https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ene__asen/statfin_asen_pxt_11_zr.px/) [viitattu 1.7.2021].

SVT 2019d. Asuin- ja palvelurakennusten lämmityksen energialähteet. Energia 2019 - taulukkopalvelu [verkkajulkaisu]. Suomen virallinen tilasto (SVT). Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa:

[https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset\\_julkaisut/energia2019/html/suom0006.htm](https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2019/html/suom0006.htm) [viitattu 14.5.2021].

SVT 2019e. Sähkön ja lämmön tuotanto, energialähteet ja hiilidioksidipäästöt 2018. Energia 2019 -taulukkopalvelu [verkkajulkaisu]. Suomen virallinen tilasto (SVT). Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: [https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset\\_julkaisut/energia2019/html/suom0002.htm](https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2019/html/suom0002.htm) [viitattu 14.4.2021].

SVT 2019f. Väestöennuste [verkkajulkaisu]. Suomen virallinen tilasto (SVT). ISSN=1798-5137. Helsinki: Tilastokeskus. Saatavissa: [http://www.stat.fi/til/vaenn/2019/vaenn\\_2019\\_2019-09-30\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/vaenn/2019/vaenn_2019_2019-09-30_tie_001_fi.html) [viitattu 9.4.2021].

Tsemekidi-Tzeiranaki, S., Labanca, N., Cuniberti, B., Toleikyte, A., Zangheri, P., Bertoldi, P., 2019. Analysis of the Annual Reports 2018 under the Energy Efficiency Directive – Summary Report, EUR 29667 EN, JRC115238. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-79-00173-7, doi.org/10.2760/22313.

UNFCCC, 2015. Paris Agreement [verkkajulkaisu]. Paris: United Nations, United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Saatavissa: [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf) [viitattu 12.8.2021]

Ympäristöministeriö 2021. Rakentamismääräyskokoelma [verkkajulkaisu]. Saatavissa: <https://ym.fi/rakentamismaaraykset> [viitattu 16.4.2021].

Ympäristöministeriö, 2020. Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020–2050. [verkkajulkaisu]. Saatavissa: [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus\\_final\\_10-03-2020-242AE19E\\_F497\\_4A38\\_8DF2\\_95556530BA53-156573.pdf/37a549e9-b330-5f8c-d863-2e51f2e8239a/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus\\_final\\_10-03-2020-242AE19E\\_F497\\_4A38\\_8DF2\\_95556530BA53-156573.pdf/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus\\_final\\_10-03-2020-242AE19E\\_F497\\_4A38\\_8DF2\\_95556530BA53-156573.pdf](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus_final_10-03-2020-242AE19E_F497_4A38_8DF2_95556530BA53-156573.pdf/37a549e9-b330-5f8c-d863-2e51f2e8239a/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus_final_10-03-2020-242AE19E_F497_4A38_8DF2_95556530BA53-156573.pdf/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus_final_10-03-2020-242AE19E_F497_4A38_8DF2_95556530BA53-156573.pdf?t=1603259873424)?t=1603259873424 [viitattu 9.5.2021].



Ympäristöministeriö 2018. Energiatehokkuus – Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta [verkkajulkaisu]. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Saatavissa: [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ohje---Rakennuksen-energiankulutuksen-ja-lammitystehontarpeen-laskenta-20-12-2017-4332AA81\\_75E1\\_4CA0\\_B208\\_B0ACB60A267F-133692.pdf/277c79e7-2a12-5052-ba33-cb2e2c8709ab/Ohje---Rakennuksen-energiankulutuksen-ja-lammitystehontarpeen-laskenta-20-12-2017-4332AA81\\_75E1\\_4CA0\\_B208\\_B0ACB60A267F-133692.pdf?t=1603260201597](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ohje---Rakennuksen-energiankulutuksen-ja-lammitystehontarpeen-laskenta-20-12-2017-4332AA81_75E1_4CA0_B208_B0ACB60A267F-133692.pdf/277c79e7-2a12-5052-ba33-cb2e2c8709ab/Ohje---Rakennuksen-energiankulutuksen-ja-lammitystehontarpeen-laskenta-20-12-2017-4332AA81_75E1_4CA0_B208_B0ACB60A267F-133692.pdf?t=1603260201597) [viitattu 16.4.2021].

1010/2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta [verkkajulkaisu]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010> [viitattu 9.3.2021].

1048/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatodistuksesta [verkkajulkaisu]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171048> [viitattu 22.3.2021].

132/1999. Maankäyttö- ja rakennuslaki [verkkajulkaisu]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132> [viitattu 10.3.2021].

2018/844/EU. Euroopan Parlamentin ja Neuvoston direktiivi (EU) 2018/844, annettu 30. päivänä toukokuuta 2018, rakennusten energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2010/31/EU ja energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2012/27/EU muuttamisesta (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0844> [viitattu 10.5.2021].

4/2013. Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä [verkkajulkaisu]. Saatavissa: [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/NUMEROITU-25\\_2\\_2013YM\\_\\_asetus\\_lopullinen\\_FIN-\(2\)-924394EF\\_BED0\\_42F2\\_9AD2\\_5BE3036A6EAD-31396.pdf/24f8256a-4247-8a95-51bf-3f2440bdfef5/NUMEROITU-25\\_2\\_2013YM\\_\\_asetus\\_lopullinen\\_FIN-\(2\)-924394EF\\_BED0\\_42F2\\_9AD2\\_5BE3036A6EAD-31396.pdf?t=1603260194911](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/NUMEROITU-25_2_2013YM__asetus_lopullinen_FIN-(2)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf/24f8256a-4247-8a95-51bf-3f2440bdfef5/NUMEROITU-25_2_2013YM__asetus_lopullinen_FIN-(2)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf?t=1603260194911) [viitattu 10.3.2021].

50/2013. Laki rakennusten energiatodistuksesta [verkkajulkaisu]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130050> [viitattu 22.3.2021].

718/2020. Ympäristöministeriön asetus eräiden rakennusten teknisten järjestelmien energiatehokkuuden vaatimuksista [verkkajulkaisu]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200718> [viitattu 10.3.2021].

788/2017. Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista [verkkajulkaisu]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170788> [viitattu 10.3.2021].