



# **Muuttuvien määräysten vaikutus olemassa olevan koulurakennuksen energiatodistukseen**

Kim Lindfors

Opinnäytetyö  
Energia- ja ympäristötekniikka  
2018

|  |   |
|--|---|
| OPINNÄYTE  |   |
| Arcada   |   |
| Koulutusohjelma:   | Energia- ja ympäristötekniikka  |
| Tunnistenumero:  |   |
| Tekijä:  | Kim Lindfors  |
| Työn nimi:   | Muuttuvien määräysten vaikutus olemassa olevan koulurakennuksen energiatodistukseen |
| Työn ohjaaja (Arcada):   | Harri Anukka  |
| Toimeksiantaja:  | Insinööritoimisto Äyräväinen Oy   |
| <p>Tiivistelmä:</p> <p>Suomen rakentamismääräyskokoelma uudistui vuoden 2018 alussa. Tässä opinnäytetyössä on keskitytty energiatehokkuutta koskeviin määräyksiin. Työssä esitellään muutokset verrattuna edellisiin määräyksiin. Määräysten rakenteellinen muutos on suuri, mutta tiukennuksia vaatimuksiin ei juuri tullut.</p> <p>Tämän opinnäytetyön toinen pääasiallinen tarkoitus on laatia energiatodistus olemassa olevalle koulurakennukselle. Näin nähdään käytännössä miten uudet määräykset vaikuttavat energiatodistukseen. Tarkastelukohteena toimii Espoossa sijaitseva Karamzinin koulu, jota peruskorjataan sisäilmaongelmien takia.</p> <p>Työssä saavutaan siihen tulokseen, että uudet määräykset eivät oleellisesti vaikuta energiatodistuksen laatimiseen. Rakennuksen energialuokka paranee yhdellä. Muutos johtuu alennetuista energiamuotojen kertoimista. Työ tehtiin Insinööritoimisto Äyräväinen Oy:lle.</p> |   |
| Avainsanat:  | Energiatehokkuus, Energiatodistus   |
| Sivumäärä:   | 30+8  |
| Kieli:   | Suomi   |
| Hyväksymispäivämäärä:  | 24.05.2018  |

|   |   |
|---|---|
| EXAMENSARBETE   |   |
| Arcada  |   |
|   |   |
| Utbildningsprogram:   | Energi- och Miljöteknik   |
|   |   |
| Identifikationsnummer:  |   |
| Författare:   | Kim Lindfors  |
| Arbetets namn:  | Muuttuvien määräysten vaikutus olemassa olevan koulurakennuksen energiatodistukseen |
| Handledare (Arcada):  | Harri Anukka  |
|   |   |
| Uppdragsgivare:   | Insinööritoimisto Äyräväinen Oy   |
|   |   |
| <p>Sammandrag:</p> <p>Finlands byggbestämmelsesamling förnyades i början av 2018. Orsaken till förnyelsen var EU:s krav på medlemsländerna samt regeringsprogrammet. EU kräver att från och med 2020 ska alla offentliga byggnader vara nära-nollenergibyggnader. Regeringen vill lätta på normerna och begränsningarna och därmed ge mera frihet åt planerare. Bestämmelserna som handlar om energiprestanda uppdaterades för att uppfylla dessa krav. Målet med arbetet var att producera ett energicertifikat för en befintlig skolbyggnad och se hur de nya bestämmelserna påverkar certifikatet.</p> <p>Förändringarna i bestämmelserna som påverkar certifikatet behandlades också i arbetet. Den strukturella förändringen i bestämmelserna är stor men innehållet är i stort sett det samma. De största förändringarna som påverkar energicertifikatet är sänkningen av energiformsfaktorerna samt ändringen av standardanvändningsvärden.</p> <p>E-talsgränserna för nya byggnader blev ändrade för att uppfylla kravet för nära-nollenergibyggnader. En byggnad som uppfyller kraven för en nära-nollenergibyggnad har energiklassen B. Energicertifikatet är ett verktyg för att jämföra och förbättra byggnaders energiprestanda. Lagen kräver att varje ny byggnad skall förses med ett energicertifikat och befintliga byggnader vid försäljning eller uthyrning. Det finns dock undantag, då till exempel byggnadens värde är lågt behövs inte energicertifikat. Energicertifikatet för en befintlig byggnad ska innehålla rekommendationer för hur man kan förbättra byggnadens E-tal. Energicertifikatet är i kraft 10 år eller tills det förnyas. Existerande certifikat som gjorts enligt tidigare byggbestämmelser behöver inte uppdateras. Energicertifikatet baserar sig på E-talet. Olika byggnadstyper har olika gränsvärden för E-talet. På basis av E-talet får byggnaden en energiklass. E-talet är byggnadens eller byggnadens dels beräknade med energiformsfaktorerna viktade årliga förbrukning av köpt energi med byggnadens standardanvändning dividerat med byggnadens uppvärmda nettoarea. Enheten för E-talet är kWhE/m<sup>2</sup>a. Karamzins skola i Esbo har haft problem med inneluf-ten och skolan var annars också i behov av renovering.</p> <p>De ursprungliga VVS-systemen var föråldrade och avloppsrör hade gått sönder. Energicertifikatet gjordes på begäran av byggnadens ägare. Slutsatsen av arbetet är att de nya byggbestämmelserna inte väsentligt påverkar ett energicertifikat för en befintlig skolbyggnad. Byggnadens energiklass förbättras ett steg, detta på grund av de sänkta energiformsfaktorerna. Byggnadernas energiförbrukning är en stor del av Finlands</p> |   |

energiförbrukning så därför vill man minska på den. De nya bestämmelserna uppmuntrar till mera energieffektiva byggnader.

|                        |                                      |
|------------------------|--------------------------------------|
| Nyckelord:             | Energieffektivitet, Energicertifikat |
| Sidantal:              | 30+8                                 |
| Språk:                 | Finska                               |
| Datum för godkännande: | 24.05.2018                           |

|   |   |
|---|---|
| DEGREE THESIS   |   |
| Arcada  |   |
|   |   |
| Degree Programme:   | Energy and Environmental Engineering  |
|   |   |
| Identification number:  |   |
| Author:   | Kim Lindfors  |
| Title:  | Muuttuvien määräysten vaikutus olemassa olevan koulurakennuksen energiatodistukseen |
| Supervisor (Arcada):  | Harri Anukka  |
|   |   |
| Commissioned by:  | Insinööritoimisto Äyräväinen Oy   |
|   |   |
| Abstract:   |   |
| <p>The Finnish building regulations were renewed at the start of 2018. This thesis focuses on the energy efficiency regulations. The thesis presents the changes to the regulations compared to the previous version. The structural changes to the regulations are great but the requirements have not been altered much.</p> <p>The second purpose of this thesis is to produce an energy certificate for an existing school building. This provides a practical example in how the new regulations affect the energy certificate. The school building examined in this thesis is Karamzin elementary school in Espoo. The school is undergoing renovations due to indoor air problems.</p> <p>The conclusion is that the new regulations do not drastically affect the energy certificate. The energy class improves by one. This is due to new, lower energy coefficients present in the new regulations. The thesis was written for Insinööritoimisto Äyräväinen Oy.</p> |   |
| Keywords:   | Energy efficiency, Energy certificate   |
| Number of pages:  | 30+8  |
| Language:   | Finnish   |
| Date of acceptance:   | 24.05.2018  |

# SISÄLLYSLUETTELO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>JOHDANTO</b>                         | <b>8</b>  |
| <b>2</b> | <b>ENERGIATEHOKKUUS</b>                 | <b>9</b>  |
| 2.1      | Energiatehokas rakennus                 | 9         |
| 2.2      | Energiatodistus                         | 12        |
| 2.3      | E-luku                                  | 14        |
| 2.4      | Energiaselvitys                         | 16        |
| <b>3</b> | <b>SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA</b> | <b>16</b> |
| 3.1      | Muutokset                               | 18        |
| 3.2      | Asetus rakennusten energiatodistuksesta | 22        |
| <b>4</b> | <b>OLEMASSA OLEVA KOULURAKENNUS</b>     | <b>23</b> |
| 4.1      | Karamzinin koulu                        | 23        |
| 4.1.1    | <i>LVI-Suunnittelu</i>                  | 24        |
| 4.2      | E-luvun vertailu                        | 27        |
| <b>5</b> | <b>YHTEENVETO</b>                       | <b>27</b> |
|          | <b>Lähteet</b>                          | <b>29</b> |
|          | <b>Liitteet</b>                         | <b>30</b> |

## KUVAT

Kuva 1: Kioton pyramidi

Kuva 2: U-arvo taulukko

Kuva 3: E-luvun laskenta esimerkki

Kuva 4: Vakioudun käytön arvot

Kuva 5: Opetusrakennuksen E-lukurajat

Kuva 6: E-luvun vertailu taulukko

Kuva 7: Karamzinin koulu

Kuva 8: Karamzinin koulu malli

# 1 JOHDANTO

Insinööritoimisto Äyräväinen Oy on vuonna 1972 perustettu 40 henkilöä työllistävä talotekniikka-alan konsulttitoimisto, jonka toimipiste sijaitsee Helsingissä.

Toiminnan pääpainopisteenä on toimitilojen LVIAJ-suunnittelu sekä -konsultointi. Insinööritoimisto Äyräväisen erikoisosaamiseen lukeutuvat jäähdytystekniset järjestelmät ja maanalaiset turvatilat, joihin kuuluvat johtokeskus-, ATK- ja tietoliikenteen laitetilat. Yrityksen asiakkaisiin lukeutuvat julkisen ja yksityisen sektorin rakennuttajat. Suunnittelukohteita ovat mm. hotellit, päiväkodit, koulut, sairaalat, toimistorakennukset sekä edellä mainitut turvatilat. Yrityksen palveluihin on kuulunut jo yli kymmenen vuoden ajan elinkaarisuunnittelu- ja energiakonsultointipalveluja. Keskeisimpiä palveluja ovat energiaselvitykset, energiatodistukset sekä olosuhde-, jäähdytys- ja energiasimuloinnit. [1]

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella olemassa olevan koulurakennuksen energiatehokkuutta sekä uusien rakentamismääräysten vaikutusta rakennuksen E-lu-kuun. Tarkastelukohteena on Espoossa sijaitseva vuonna 1986 valmistunut Karamzinin koulu. Vuonna 2018 kouluun on tarkoitus tehdä elinkaarta pidentävä korjaus, jonka yhteydessä taloteknisiä järjestelmiä ja rakenteita uusitaan. Suunnittelua ja rakentamista ohjaavat Suomen ympäristöministeriön asetukset ja määräykset. Rakentamismääräyskoelma uudistui vuoden 2018 alussa. Tässä työssä käsitellään energiatehokkuuden kanalta tärkeimmässä asemassa olevat muutokset, jotka tulee ottaa huomioon suunnittelussa. Työn tuloksena on energiatodistus sekä vaadittavat energiaselvitykset rakennuslu-  
paa varten. E-luvun laskenta vanhojen sekä uusien määräysten mukaan kertoo miten uu-  
det määräykset käytännössä vaikuttavat energiatodistukseen. Yksi syy määräysten uu-  
distamiseen on, että niillä säädetään kansallisesti mitä EU-direktiivi lähes nollaenergia-  
rakentamisesta tarkoittaa Suomessa. [13]

Pääministeri Juha Sipilän hallituskauden hallitusohjelman tavoitteisiin kuuluu, että Suomi on saavuttanut jo vaalikauden aikana Europan Unionin asettamat 2020-ilmastotavoitteet. Tavoitteisiin kuuluu myös fossiilisen tuontienergian korvaamista uusiutuvalla

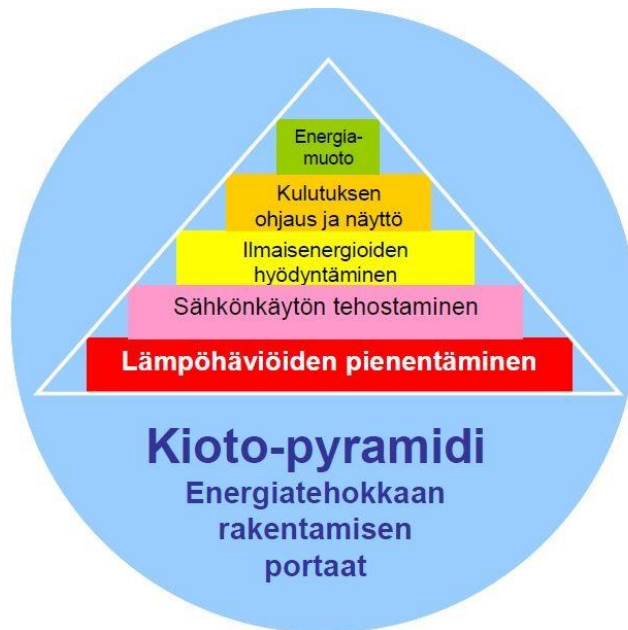


kotimaisella energialla. EU:n ilmasto ja energiatavoitteet vuodelle 2020 ovat kasvihuonepäästöjen vähennys 20% vuoden 1990 tasosta. Uusiutuvan energia käytön lisäämistä 20 % energian loppukulutuksesta sekä energiatehokkuuden parantamista 20% vuonna 2007 arvoituun kehityspolkuun. Hallituksen kärkihankkeisiin kuuluu säädösten sujuvoittaminen ja normien purkaminen. Säädösten ohjausta pyritään selkeyttämään, sääntelyä keventämään sekä tarjoamaan vaihtoehtoisia keinoja säädösten ohjaukseen. Ylimääräisen sääntelyn ja hallinnollisen taakan keventäminen on tavoitteena. [3]

## **2 ENERGIATEHOKKUUS**

### **2.1 Energiatehokas rakennus**

Energiatehokas rakennus on kokonaisuuden hallintaa eikä vain yksittäisiä ratkaisuja. Rakennuksen ja sen sisältämien järjestelmien lämpöhäviöiden pienentäminen luo perustan energiatehokkuudelle. Tiiviillä ja hyvin eristetyllä rakennuksella saatetaan energian tarve mahdollisimman pieneksi. Järjestelmien lämpöhäviöiden pienentäminen toteutetaan tehokkaalla ilmanvaihdon lämmöntalteenotolla. Energiankäytön tehostaminen tapahtuu käyttämällä energiatehokkaita laitteita sekä ohjaamalla järjestelmiä käytön ja kulutuksen perusteella. Ilmaisenergioita hyödyntämällä voidaan kattaa osa rakennuksen energiantarpeesta. Viimeisenä kioton pyramidissa on energiatuotantomuodon valinta.



*Kuva 1 Kioton pyramidi*

Energiatehokkaan keskeinen osa on rakenne- ja talotekniikan tehokas yhteensovittaminen. Yksinkertaisia, toimintavarmoja, yhteensopivia ratkaisuja ja järjestelmiä hyödyntämällä voidaan saavuttaa energiatehokas rakennus.

Arkkitehtisuunnittelussa energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat

- Sijainti
- Tilat
- Massoittelu
- Materiaalit
- Taloteknisten järjestelmien reititys ja tilantarve

Rakennesuunnittelussa energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- Rakenteiden kosteus- ja lämpötekniset ominaisuudet (Rakenteiden U-arvo vaatimukset kuvassa 2)
- Rakennuksen ilmatiiviys

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

Kuva 2 U-arvo taulukko

Talotekniikan suunnittelussa energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat pääsääntöisesti:

- Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmät
- Lämpimän käyttöveden lämmitys
- Valaistus
- Automaatiojärjestelmä

[8]

Energiatehokasta rakennusta suunnitellessa tulee muistaa, sisäilma ei saa kärsiä energiatehokkuuden kustannuksella. Käyttäjän on saatava hyödyllinen, helppokäyttöinen, käytännöllinen, turvallinen sekä terveellinen rakennus.

Olemassa olevan rakennuksen energiatehokkuutta voidaan parantaa muun muassa seuraavilla ratkaisulla.

- Yläpohjan lisäeristäminen
- Auringonsuojalaseilla
- Ulkopuolisella aurinkosuojauksella
- Lämmitysverkoston tasapainotus
- Parantamalla pumppujen sähkötehokkuutta
- Käyttöveden esilämmityksellä
- Käyttöveden säästöllä
- Parantamalla puhaltimien sähkötehokkuutta
- Erillispoistojen lämmöntalteenottojen lisääminen

[12]

## **2.2 Energiatodistus**

Energiatodistuksen avulla vertaillaan rakennuksen energiatehokkuutta myynti ja vuokraustilanteissa. Todistuksesta selviää rakennuksen perustiedot sekä rakennuksen energiatehokkuusluokka asteikolla A-G. Energiatodistuksen avulla voidaan vertailla eri rakennuksia. Energiatodistus perustuu vain rakennuksen ominaisuuksiin eikä käyttäjiin.

Energiatodistus perustuu laskettuun energiankulutukseen mutta todistuksessa voidaan ilmoittaa myös toteutunut energiankulutus. Energiatodistuksen lopussa on energiatodistuksen laatijan antamia parannusehdotuksia joiden avulla rakennuksen energiankulutusta voisi pienentää.

Todistuksen laatii päteväytynyt henkilö, jolla on tarvittava koulutus. Energiatodistus on voimassa 10 vuotta sen antopäivästä tai kunnes se korvataan uudella todistuksella. Energiatodistus on suppea arvio rakennuksen energiankulutuksesta, joka on tarkoitettu vain vertailua varten. Tarkempi arvio rakennuksen energiankulutuksesta saadaan tavoite-energiakulutussimuloinnin avulla.

Energiatodistusta ei vaadita seuraavilta rakennuksilta:

- rakennus, jonka pinta-ala on enintään 50 neliometriä;
- loma-asumiseen tarkoitettu rakennus, jota ei käytetä majoituselinkeinojen harjoittamiseen; väliaikainen rakennus, jonka käyttöaika on enintään kaksi vuotta;
- teollisuus- ja korjaamorakennus;
- muuhun kuin asuinkäyttöön tarkoitettu maatilarakennus, jossa energiantarve on vähäinen tai jota käytetään alalla, jota koskee kansallinen alakohtainen energiatehokkuussopimus (näitä rakennuksia ovat esimerkiksi kasvihuoneet);
- rakennus, joka on suojeltu maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisella kaavalla, rakennusperinnön suojelemisesta annetun lain (498/2010) tai sitä edeltävien säännösten mukaisella päätöksellä taikka rakennusta, joka sijaitsee maailman kulttuuri- ja luonnonperinnön suojelemisesta tehdyn yleissopimuksen (SopS 19/1987) mukaisessa maailmanperintöluetteloon hyväksytyssä kohteessa tai on kohteena viranomaisten välisessä rakennuksen suojelua koskevassa sopimuksessa, edellyttäen, että rakennuksen luonne tai ulkonäkö muuttuisi vaatimusten vuoksi tavalla, jota ei voida hyväksyä; energiatodistuksen laatiminen ei muuta rakennuksen luonnetta tai ulkonäköä, joten energiatodistus laaditaan yleisesti ottaen myös suojelluille rakennuksille. Suojelupäätös vaikuttaa energiatodistuksessa annettaviin suosituksiin energiatehokkuuden parantamisesta.
- rakennus, jota käytetään hartauden harjoittamiseen ja uskonnolliseen toimintaan;
- puolustushallinnon käytössä olevaa rakennus, johon tai jonka käyttöön liittyy salassa pidettävää tietoa.

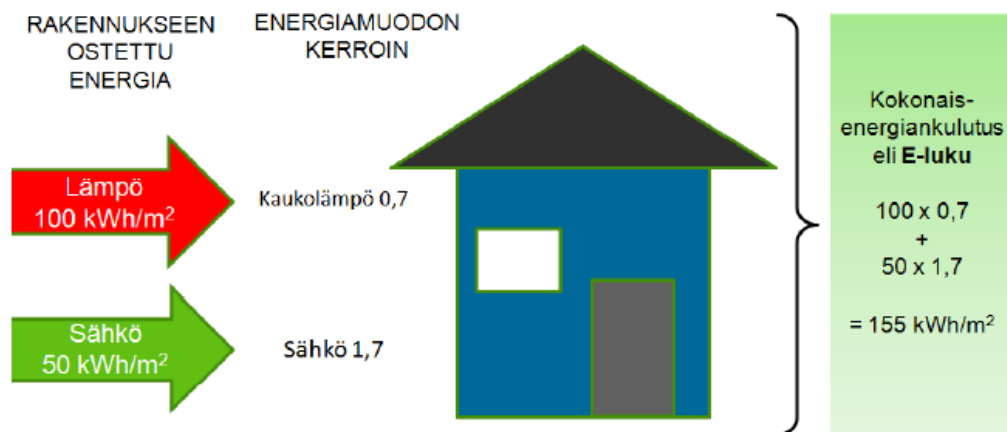
[6]

Kevennetyn version energiatodistuksesta voi hankkia, jos rakennus tai kiinteistö on arvoltaan hyvin vähäinen tai jos on olemassa muu hyvin perusteltu syy, esimerkiksi lähisukulaisten välinen myynti tai vuokraustilanne. Rakennus tai kiinteistö katsotaan arvoltaan vähäiseksi, jos myyntihinta on alle 50 000 euroa tai jos vuokra on alle 350 euroa kuukaudessa. Kevennetyssä energiatodistuksessa ei käytetä asteikkoa A-G, vaan käytetään tunnusta H. [8]

## **2.3 E-luku**

Mitä pienempi E-luku, sitä energiatehokkaampi rakennus on. E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu ostoenergian laskennallinen ominaiskulutus rakennustyyppin standardikäytöllä. Energiamuotojen kertoimilla pyritään huomioimaan ympäristövaikutukset.

E-luvun tapauksessa ominaiskulutuksella tarkoitetaan vuotuista energiankulutusta lämmitettyä nettoalaa kohden. Lämmitetty nettoala on kerrosalojen summa niitä ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettuna. Lämmitetty nettoala voidaan myös laskea lämmitetystä bruttoalasta, josta on vähennetty ulkoseinien rakennusosa-ala. Lämmitetty nettoala selvitetään ajantasaisista asiakirjoista kuten piirustuksista tai tietomalleista. Nettoala voidaan myös arvioida riittävällä tarkkuudella rakennuksen tarkastuksen yhteydessä. Asiakirjojen puuttuessa tai jos arviointi osoittautuu vaikeaksi, voidaan lämmitetyn nettoalan olettaa olevan noin 90%:a lämmitetystä bruttoalasta. Bruttoala arvioidaan rakennuksen ulkomittojen ja kerrosluvun mukaan, mikäli se ei ole tiedossa.



Kuva 3 E-luvun laskenta esimerkki

Rakennuksen standardikäyttö määrittää säätiedot, ilmavirrat, lämmitys- ja jäähdytysrajat, käyttöasteet, käyttöajat sekä sisäiset lämpökuormat. Lämpimän käyttöveden kulutuksen määrän ei voida vaikuttaa valitsemalla vettä säästävät kalusteet vaan kulutus määräytyy rakennustyyppin mukaan. Kuluttajasähkö määräytyy myös rakennustyyppin standardin mukaan, täten esimerkiksi energiaa säästäviä kodinkoneita ei huomioida E-luvun laskennassa. E-luvun laskennassa voidaan käyttää erilaisia menetelmiä ja hyvittämään rakennuksen mahdollinen oma energiantuotto.

Kuukausitason laskentamenetelmää voidaan käyttää, jos rakennuksessa ei ole jäähdytystä tai jos jäähdytys on vain yksittäisissä tiloissa. Muiden uudisrakennusten energialaskenta tulee suorittaa dynaamisella laskentatyökalulla. Olemassa oleville jäähdytetyille rakennuksille on olemassa vaihtoehtoinen laskentamenetelmä.

Dynaamisessa laskennassa käytettävän työkalu on oltava validoitu asianmukaisten standardien mukaisesti. Dynaaminen laskentamenetelmä ottaa huomioon rakenteiden lämmönvarausominaisuuden ajasta riippuvaisena. Laskennassa ei huomioida erikoistiloja kuten ravintoloita, ruokaloita tai kahviloita. Teknisiä järjestelmiä joita ei mainita rakentamismääräyskokoelmassa ei oteta huomioon. [10]

## 2.4 Energiaselvitys

Energiaselvityksellä arvioidaan rakennuksen energiatehokkuutta sekä todetaan rakennuksen energiatehokkuuden määräystenmukaisuus. Energiaselvitys on esitettävä rakennuslupahakemuksessa. Pääsuunnittelijan tulee varmentaa energiaselvitys ennen rakennuksen käyttöönottoa.

Energiaselvitys sisältää yleensä seuraavat tarkastelut:

- rakennuksen kokonaisenergian kulutus (E-luku)
- energialaskennan lähtötiedot ja tulokset
- kesäaikainen huonelämpötila ja tarvittaessa jäähdytysteho;
- rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuus
- rakennuksen lämmitysteho mitoitustilanteessa
- rakennuksen energiatodistus

[9]

## 3 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA

Rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta määritellään Maankäyttö- ja rakennuslaissa. (132/1999, MRL)

Laissa määritetyt olennaiset tekniset vaatimukset koskevat rakenteiden lujuutta ja vakautta, paloturvallisuutta, terveellisyttä, turvallisuutta, esteettömyyttä, meluntorjuntaa ja ääniolosuhteita sekä energiatehokkuutta. Laissa annetaan myös asetuksenantovaltuus koskien rakennusten käyttö- ja huolto-ohjeita. Tarkentavat määräykset ja ohjeet liittyen maankäyttö- ja rakennuslakiin löytyvät Suomen rakentamismääräyskokoelmasta.

Rakentamismääräyskokoelman ohjeet ja määräykset koskevat pääsääntöisesti uudisrakentamista mutta korjaus- ja muutostöissä määräyksiä tulee myös soveltaa siltä osin mitä



määräyksissä edellytetään. Korjaus- ja muutostyön laatu ja laajuus sekä rakennuksen käyttötarkoituksen mahdollinen muutos määrittelee määräysten soveltamislaajuuden.

Suomen rakentamismääräyskokoelma uudistui vuoden 2018 alussa. Asetukset jotka koskevat rakentamista uudistetaan vastaamaan vuonna 2013 voimaan tulleen maankäyttö- ja rakennuslain (958/2012) muutosta. Siirtymäaikana voidaan soveltaa aiempia määräyksiä ja ohjeita kunnes uudet säännökset on annettu. Uudistuksen tärkeimpiä tavoitteita on selkeys sekä yhtenäisyys ja ennakoitavuus. Sääntelyä vähennetään myös uusissa määräyksissä.

### **Voimassa olevat energiatehokkuutta koskevat asetukset:**

1010/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta

788/2017 Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertomien lukuarvoista

D7 (1997) Kattiloiden hyötysuhdevaatimukset, määräykset

4/2013 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä

2/17 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta

### **Rakentamismääräyskokoelman energiatehokkuutta koskevat ohjeet:**

C4 (2003) Lämmöneristys, ohjeet

Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon tarpeen laskenta, ohjeet, 2018

## **Voimassa olevat rakennuksen energiatodistusta koskevat asetukset:**

1048/2017 Ympäristöministeriö asetus rakennuksen energiatodistuksesta.

[2]

### **3.1 Muutokset**

Kohteisiin joihin haetaan rakennuslupaa 1.1.2018 jälkeen, tulee noudattaa uusia vuonna 2018 voimaan tulleita asetuksia ja määräyksiä. Asetukset sisältävät jatkossa vain määräyksiä. Ohjeet ja oppaat julkaistaan erikseen. Määräysten rakenteellinen muutos on suuri mutta määräykset eivät juuri ole tiukentuneet. Koko rakennusmääräyskokoelma uudistui mutta tässä opinnäytetyössä käsitellään vain energiatehokkuutta koskevat määräykset. Tämä käsittää Ympäristöministeriön asetuksen uuden rakennuksen energiatehokkuudesta sekä ympäristöministeriön asetuksen rakennuksen energiatodistuksesta.

[5]

#### **Suurimmat muutokset, Uudisrakennusten energiatehokkuus (Muutokset verrattuna D3 määräyksiin ja ohjeisiin 2012)**

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (2010/31/EU) velvoittaa, että uusien rakennusten rakentamisessa siirrytään lähes nollaenergiarakentamiseen. Uusissa määräyksissä on tehty ”lähes nollaenergiarakentamisen” edellyttämät muutokset. Määräyksissä ei oteta kantaa lähes nollaenergiarakentamisen ratkaisuihin vaan ne on jätetty suunnittelijoiden ratkaistavaksi. Keinoja energiatehokkuuden saavuttamiseksi ovat ilmanvaihdon lämmöntalteenotto, energiatehokkaat ikkunat, tiivis rakennusvaippa ja energiatehokas valaistus. Edellä mainittuja ratkaisuja käytetään jo, joten ”lähes nollaenergiarakentaminen” ei vaadi suunnittelijoilta mitään erityisratkaisuja. Energiatehokkuutta voidaan lisäksi vielä edistää käyttämällä tarpeenmukaista ilmanvaihtoa ja valaistusta sekä omaa uusiutuvaa energiaa.

Asetus koskee uudisrakennuksia ja laajennuksia, joten tämän insinööriyön kohteen suunnittelussa ei tarvitse soveltaa näitä määräyksiä. Korjaus- ja muutostöihin tai käyttötarkoituksen muutokseen sovelletaan Ympäristöministeriön asetusta rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä.

Uudet E-lukuvaatimukset ovat rakennustyyppistä riippuen 90–320 kWhE/(m<sup>2</sup>a). Uudisrakennusten E-lukurajat tiukentuvat mutta myös energiamuotojen kertoimet alenevat, joten uusia ja vanhoja E-lukuja ei voida vertailla keskenään. Rakennusosien U-arvojen vertailuarvot pysyvät samalla tasolla kuin vuoden 2012 määräyksissä. LTO-vuosihyötysuhteen vertailuarvo muuttuu 45 %:sta 55 %:iin. Ilmanvaihtojärjestelmän SFP-vaatimukset tiukenevat: Tulo-/poistoilmanvaihdossa 2,0 => 1,8 kW/(m<sup>3</sup>/s) ja poistoilmanvaihdossa 1,0 => 0,9 kW/(m<sup>3</sup>/s).

Energiamuotojen kertoimet muuttuvat Valtioneuvoston asetuksen 788/2017 mukaan. Sulussa vanhat kertoimet.

sähkö 1,2 (1,7)

kaukolämpö 0,5 (0,7)

kaukojäähdytys 0,28 (0,4)

fossiiliset polttoaineet 1,0 (1,0)

uusiutuvat polttoaineet 0,5 (0,5)

Rakennuksen vakioidun käytön arvot on esitetty ao. taulukossa. Valaistukuormia on muutettu joissain rakennustyypeissä

| Käyttö-tarkoitus-luokka | Kellon-aika                 | Käyttöaika          |                    | Käyttö-aste               | Sisäinen lämpökuorma       |                                     |                          |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                         |                             | Vuorokautinen h/24h | Viikoittainen d/7d |                           | Valaistus W/m <sup>2</sup> | Kuluttaja-laitteet W/m <sup>2</sup> | Ihmiset W/m <sup>2</sup> |
| 1)                      | 0-24                        | 24                  | 7                  | valaistus 0,1<br>muut 0,6 | 6                          | 3                                   | 2                        |
| 2)                      | 0-24                        | 24                  | 7                  | valaistus 0,1<br>muut 0,6 | 9                          | 4                                   | 3                        |
| 3)                      | 7-18                        | 11                  | 5                  | 0,65                      | 10                         | 12                                  | 5                        |
| 4)                      | 8-21                        | 13                  | 6                  | 1                         | 19                         | 1                                   | 2                        |
| 5)                      | 0-24                        | 24                  | 7                  | 0,3                       | 11                         | 4                                   | 4                        |
| 6)                      | 8-16                        | 8                   | 5                  | 0,6                       | 14                         | 8                                   | 14                       |
| 7)                      | 8-22                        | 14                  | 7                  | 0,5                       | 10                         | 0                                   | 5                        |
| 8)                      | 0-24                        | 24                  | 7                  | 0,6                       | 7                          | 9                                   | 8                        |
| 9)                      | käytetään suunnitteluarvoja |                     |                    |                           |                            |                                     |                          |

Kuva 4 Vakioidun käytön arvot

Tässä luvussa käsitellään pienemmät muutokset ja lisäykset Uudisrakennusten energiatehokkuus asetukseen. Pienet lisäykset liittyvät ilmanvaihtoon, lämpimän käyttöveden energiatarpeen laskentaan sekä rakennusten välisten putkien lämpöhäviöiden huomioonottamiseen. Kohtia jotka aikaisemmin on löytynyt asetuksesta, on siirretty maankäyttö- ja rakennuslakiin, ja kohtia jotka aikaisemmin on löytynyt ohjeista, on nostettu määräystasolle.

Rakennukset joita energiatehokkuusmääräykset eivät koske löytyy uudistuksen jälkeen maankäyttö- ja rakennuslaista (16.12.2016/1151, 117 g §). E-luvun laskentakaava on nostettu määräystasolle, tämä löytyi aikaisemmin ohjeista.

Jos rakennuksessa on tarpeenmukainen ilmanvaihto, voidaan käyttää 20 prosenttia pienempää ulkoilmavirran arvoa tai ilmanvaihtosuunnitelmaan perustuen määrittää tarpeenmukaisen ilmanvaihdon suhteellinen vaikutus 1 momentissa esitettyyn ulkoilmavirran arvoon. Lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarpeena voi laskennassa käyttää 15 % pienempiä arvoja käyttövesiverkosto tulee varustaa vakiopaineventtiilillä tai muulla vastaavalla painetasoa säätävällä tekniikalla

Mikäli yhdestä lämmöntuottolaitteesta johdetaan lämpöä useampaan rakennukseen, tulee lämpöputkien lämpöhäviö jakaa rakennusten kesken. Lämmitysjärjestelmän sisältäessä mahdollisia rajoituksia ja osatehomitoituksia tulee tämän lisälämmitysenergia laskea mukaan lämmitysjärjestelmän energiankäyttöön.

LTO-vuosihyötysuhde kiristyy 45 %:sta 55 %: tasauslaskennassa. Jos poistoilman likaisuus estää lämmöntalteenoton toiminnan tai tilan lämpötila lämmityskaudella on alle +10 °C jolloin poistoilmasta ei saada lämpöä talteen kustannustehokkaasti käytetään vertailuarvona 0 %:a. LTO-vuosihyötysuhteen vertailuarvo on 0% käytettäessä painovoimaista ilmanvaihtoa.

Uutena lisäyksenä on, että suunnittelussa tulee ottaa huomioon mahdollisuuksia sähkön huipputehon tarpeen pienentämiseksi ja sähkötehon ohjattavuuden parantamiseksi.

Uutena lisäyksenä Kahden tai useamman ilmanvaihtokoneen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on määritettävä suunniteltujen ilmavirtojen ja käyntiaikojen painotettuna vuosihyötysuhteena. Rakennuksen suunnitteluratkaisun ilmanvaihdon lämpöhäviö on laskettava käyttäen näin määritettyä poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta ja standardikäytön mukaisia ilmavirtojen arvoja ja käyntiaikoja.

Laajennusten vuotoilmaan ja LTO:oon liittyen on uusi lievennys: Sellaista rakennuksen laajennusta tai kerrosalaan laskettavan tilan lisäämistä, missä ilmanvaihdon ja lämmityksen järjestämisessä voi käyttää olemassa olevaa ilmanvaihto- tai lämmitysjärjestelmää, koskevat rakennuksen lämpöhäviön osalta vain rakennuksen vaipan lämpöhäviölle asetetut vaatimukset.

Energiatehokkuutta koskeviin määräyksiin ei tullut suuria muutoksia. Muutokset rajoituivat raja-arvojen ja E-luku vaatimusten tiukentumiseen mutta samalla alennettiin myös energiamuotojen kertoimia, joten suhteessa E-luku pysyy samana. Muutokset jotka suoraan vaikuttavat olemassa olevan koulurakennuksen energiatodistukseen ovat, energiamuotojen kertoimien muuttuminen sekä energiatodistusasetuksessa määritelty opetusrakennusten valaistuskuorman muuttuminen. Uudisrakennukset ovat tästedes “lähes nollaenergiarakennuksia” rakennusten energiatehokkuusdirektiivini mukaisesti. Termi “lähes nollaenergiarakennus” on harhaanjohtava, koska absoluuttisesti ollaan kaukana nollasta.

Vaikka E-luku vaatimukset tiukentuvat niin suunnittelussa ei niitä tarvitse erikseen ottaa huomioon. Nykyisillä suunnittelu käytännöillä päästään vaatimuksiin.

[10]

## 3.2 Asetus rakennusten energiatodistuksesta

Asetus rakennusten energiatodistuksesta uudistui myös 1.1.2018, kuten muutkin uudet määräykset, uusi asetus sisälsi suurimmaksi osaksi vain terminologian selkeyttämistä, laskentasaäntöjen päivitystä sekä rakennusten ryhmittelyä energiatodistuksessa. Energia-todistuslomaketta ja sen täyttöohjetta päivitettiin. Kohteen havainnointipäivä tulee jat-kossa merkitä lomakkeeseen. Jatkossa rakennus joka täyttää lähes nollanenergiarakenta-mista koskevat määräykset, sijoittuu B-luokkaan, aiemman C-luokan sijaan. Asetus ku-moaa aikaisemman asetuksen (176/2013) mutta uusi asetus ei edellytä nykyisten energia-todistusten uusimista. Energialuokan tunnuksessa käytetään alaindeksiä 2018, 2013 ja 2007 sen mukaan minkä määräysten on laadittu. Suurin muutos asetuksessa on jo aikai-semmin mainittu energiamuotojen kertoimien muuttuminen. Luokan 6 E-luku rajat näky-vät alla olevassa taulukossa.

### Opetusrakennukset ja päiväkodit (käyttötarkoitusluokka 6)

- Opetusrakennus
- Päiväkoti

| Energiatodistusluokka | E-luku (kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)) |
|-----------------------|---|
| A                     | E-luku ≤ 90                                       |
| B                     | 91 ≤ E-luku ≤ 130                                 |
| C                     | 131 ≤ E-luku ≤ 170                                |
| D                     | 171 ≤ E-luku ≤ 230                                |
| E                     | 231 ≤ E-luku ≤ 300                                |
| F                     | 301 ≤ E-luku ≤ 360                                |
| G                     | 361 ≤ E-luku                                      |

Kuva 5 Opetusrakennuksen E-lukurajat

## 4 OLEMASSA OLEVA KOULURAKENNUS

### 4.1 Karamzinin koulu

Tämän opinnäytetyön tarkastelukohteena on Espoossa sijaitseva Karamzinin koulu. Koulu tarjoaa yleisopetusta luokilla 1–6 sekä esiluokalla, koulussa opiskelee noin 500 oppilasta. Rakennus on valmistunut vuonna 1986. Koulussa on vuosien saatossa koettu sisäilmaan liitettyjä oireita, oppilaat ovat kärsineet hengitystie- ja astmaoireista. [4] Kohteeseen on tehty useita korjauksia, joiden tarkoitus on ollut parantaa kosteudenhallintaa, esimerkiksi salaojia on uusittu ja lisätty, ryömintätiloja on uusittu ja vesikatteita on osittain uusittu.

Syksyllä 2016 koulussa aloitettiin Rakenne- ja kosteustekniset kuntotutkimukset. Tutkimukset suoritettiin pääasiallisesti rakenteisiin tehtyjen rakenneavausten, rakennekosteusmittausten, pintakosteushavaintojen, rakenteista otettujen mikrobinäyteanalyysien sekä aistinvaraisten arvioiden avulla. Tutkimusten tulosten perusteella suurin haittatekijä on yläpohjarakenteen höyrysulkurakenteen toiminta. Yläpohjan levyn pinnoille on muodostunut näkyvää kasvustoa joka viittaa mikrobeihin. Yläpohjaan ja yläikkunoiden alapuolisiin rakenteisiin on myös muodostunut kosteusvauriota. Ilmavuodot epätiivien rakenneliittymien kautta ulkoseinä- ja alapohjarakenteissa vaikuttavat myös haitallisesti sisäilman laatuun.

Opetustiloihin todettiin myös levinneen viemäin hajua rikkoutuneen viemäriputken ja kuivuneiden lattiakaivojen kautta. Raportissa suositellaan rakenteiden korjaamista ja tiivistämistä. [7]

Vuosina 2017-2018 koulussa toteutetaan elinkaarta pidentävä korjaus, jossa edellä mainitut rakenteelliset ongelmakohdat korjataan. Koulun taloteknisiin järjestelmiin tehdään myös muutoksia sisäilman laadun parantamiseksi.



*Kuva 7 Karamzinin koulu*

Energiatehokkuuteen vaikuttavat toimet ovat:

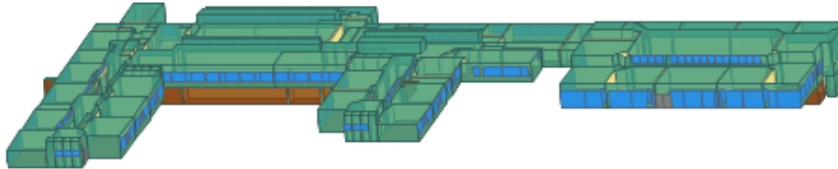
- Lämmitysverkoston tasapainotetaan
- Ilmanvaihtojärjestelmä uusitaan kokonaisuudessaan koulun vanhan puolen osalta
- Rakennusautomaatiojärjestelmä uusitaan
- Ikkunat uusitaan, uusi U-arvo<1

#### **4.1.1 LVI-Suunnittelu**

Kohteen LVI-suunnittelu aloitettiin toukokuussa 2017 edellä mainittujen ongelmien vuoksi. Tässä luvussa kerrotaan kohteeseen tehtävästä suunnittelutyöstä. Lämmityksen osalta aloitettiin mallintamalla rakennuksen nykyinen lämmitysverkosto sekä laskemalla rakennuksen lämpöhäviöt MagiCAD ROOM ohjelmalla. Näin todettiin nykyisen lämmitysverkoston riittävyys rakennuksen lämmitystarpeeseen. Rakennuksen lämmitys toteutetaan kaukolämmöllä. Lämmönjakokeskus uusitaan. Ilmanvaihdon uusimisen vuoksi ilmanvaihdon lämmitykseen tarvittiin suurempi tehoinen siirrin. Tuulikaapeissa sijaitsevat kiertoilmakoneet uusitaan. Patterilämmitysverkoston sulku- ja linjasäätöventtiilit sekä lämmityspattereiden termostaattiset patteriventtiilit, paluuventtiilit ja ilmaruuvit uusitaan



ja verkostot tasapainotetaan. Verkoston tasapainotuksella saavutetaan noin 10-15 %:n energiansäästö. [16].



*Kuva 8 Riiska simulointi malli*

Vesi- ja viemärijärjestelmien osalta runkovesijohtojen sulku- ja linjasäätöventtiilit uusitaan ja kiertojohtojen virtaamat säädetään. Vesijohtoja ja vesikalusteita uusitaan tarvittaessa huonetilamuutoksista johtuen tai mahdollisen kuntoraportin mukaisesti. Viemäreitä uusitaan / sukutetaan viemärikuvausraportin ja tilaajan kanssa sovitun mukaisessa laajuudessa. Maanvaraisten tilojen lattiakaivot uusitaan tarvittaessa lattiamateriaalin uusimisen yhteydessä. Viemärikuvausraporteista kävi ilmi viemärien uusimislaajuus. Lattiaa uusittaessa uusitaan myös sen osuuden viemärit, vaikka niissä ei olisi mitään korjattavaa.

Koulun vanhan puolen nykyinen ilmanvaihto toteutettiin yhdellä suurella ilmanvaihtokoneella. Koneen palvellessa suurta aluetta, oli koneen säätö hankalaa. Ilmanvaihtojärjestelmä uusitaan kokonaisuudessaan vanhan puolen osalta. Koulun uuden puolen osalta uusitaan säätöpellit. E-luvun laskennassa voi tällöin käyttää 20% pienempiä standardi-ilma-  
virtoja uuden puolen osalta. Yhden suuren IV-koneen sijaan ilmanvaihto toteutetaan useammalla pienellä IV-koneella. Nykyiset purunpoisto- ja paineilmajärjestelmät jäävät ny-

kyisiksi. Kohteen ilmanvaihto suunnitellaan tilaajan toiveiden sekä nykymääräysten mukaiseksi. Rakennusautomaatio järjestelmä uusitaan kokonaisuudessaan. Automaatio mahdollistaa järjestelmien tarkan valvonnan sekä säädön.

Rakennuksen rakenteet ovat tyypillisiä rakennusvuodelle 1986. Ikkunat uusitaan nyky-määräysten mukaisiksi, uusien ikkunoiden U-arvo <1. Ikkunoiden uusimisella säästetään energiaa. Uudet IV-koneet täyttävät EU:n Ecodesign vaatimukset sekä vuoden 2018 korjausrakentamisen vaatimukset.

Koulun LVIA järjestelmien suunnittelussa on pyritty noudattamaan Espoon kaupungin koulujen LVIA suunnitteluohjetta. [14] Ohje perustuu suomen rakentamismääräyskoelmaan. LVIA suunnitteluohje sisältää myös ympäristö- ja energiatavoitteet. Peruskorjaushankkeissa on tutkittava miten korjaustyön eri osa-alueet vaikuttavat energian kulutukseen. Suunnitteluratkaisua verrataan nykytilanteeseen jonka perusteella tehdään uusimis- tai parantamispäätös. Peruskorjaushankkeen suunnittelussa tulee huomioida, velvoitteet jotka esitetään Ympäristöministeriön asetuksessa 4/13 rakennusten energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Ohjeen viimeisin versio on vuodelta 2015 joten se sisältää viittauksia jo kumottuihin määräyksiin.

Energiatodistus laadittiin käyttämällä dynaamista laskentaohjelmaa Riuskaa. Riuska on Granlundin kehittämä simulointiohjelma. [15]

Rakennusluvan kannalta tarvittavat tehtävät

- Laaditaan energiatodistus
  - Rakennuslupa ei erikseen vaadi energiatodistusta mutta se tehdään tilaajan kanssa sovitusti.
- Laaditaan korjausrakentamisen energiaselvitys

- Korjausrakentamisen energiaselvitys vaaditaan, koska ilmanvaihtojärjestelmä uusitaan kokonaisuudessaan. Ikkunat uusitaan myös.
- Laaditaan uudisrakennuksen energiaselvitys
  - Kouluun rakennetaan uusi IV-konehuone, joten laaditaan uudisrakennuksen energiaselvitys.

## 4.2 E-luvun vertailu

| E-luvun vertailu |                              |               |
|------------------|------------------------------|---------------|
|                  | E-luku [kWh/m <sup>2</sup> ] | Energialuokka |
| -2018            | 192                          | D             |
| 2018-            | 131                          | C             |

Kuva 6 E-luvun vertailu taulukko

Ylläolevassa taulukossa (kuva 7) on vertailtu kohteen E-lukua. Taulukosta käy ilmi, että E-luku joka on laskettu uusien määräysten mukaisesti, on huomattavasti alempi, tämä johtuu siitä, että energiamuotojen kertoimet ovat alemmat. Käyttötarkoitukseluokan valaistuskuorma muuttui myös uuden määräyksen myötä mutta sen vaikutus E-lukuun on häviävän pieni. Tarpeenmukaista ilmanvaihtoa koskeva uusi laskentasääntö pienentää myös E-lukua. Rakennus sijoittuu energialuokkaan C, aiemman D luokan sijaan. Liitteenä olevasta energiatodistuksesta käy ilmi kohteen lähtötiedot (Liite 1).

## 5 YHTEENVETO

Täytyy muistaa, että energiatodistuksessa esitetty E-luku perustuu vain laskennalliseen kulutukseen. Todellinen energiankulutus saadaan selville mittaamalla. 40% energian loppukäytöstä kului rakennusten lämmitykseen vuonna 2016 [11]. Vähentämällä rakennusten energiankäyttöä saadaan laskettua energian kokonaiskulutusta. Uudet rakentamismääräykset eivät tuoneet mukanaan tiukennuksia vaatimuksiin, joten vastuu energia-

käytön vähentämisestä jää suunnittelijalle tai tilaajalle. Koko ajan ollaan siirtymässä entistä energiatehokkaampiin rakennuksiin. EU-direktiivi edellyttää, että vuoteen 2020 mennessä julkiset rakennukset ovat lähes nollanenergiarakennuksia. Viimeistään vuoden 2021 alusta lähtien kaikki uudet rakennukset ovat lähes nollaenergiataloja. Jo vuoden 2019 alusta lähtien uudet viranomaiskäytössä ja -omistuksessa olevat rakennukset tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia. [13]

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli tarkastella miten uudet määräykset vaikuttavat olemassa olevan koulurakennuksen energiatodistukseen ja siinä esitettävään E-lukuun. Tarkastelukohteena toimi Espoossa sijaitseva Karamzinin koulu. Tuloksista voi nähdä, että rakennuksen energialuokka parani yhdellä, muutos johtui siitä, että energiamuotojen kertoimet alenivat. C-luokka tarkoittaa, että koulurakennus ei täytä lähes nollaenergiarakentamisen vaatimuksia. Käytännössä tällä ei ole suurta merkitystä koulurakennusta ajateltaessa mutta esimerkiksi toimistorakennuksen omistaja voi myynti- tai vuokraustilanteessa markkinoida rakennusta energiatehokkaana ja täten mahdollisesti houkuttaa asiakkaita.

Työssä tarkasteltiin myös uusia määräyksiä jotka koskevat energiatehokkuutta. Määräysten rakenteellinen muutos on suuri, mutta tiukennuksia vaatimuksiin ei juuri tullut. Energiamuotojen kertoimien muuttuminen on suurin muutos joka konkreettisesti vaikuttaa energiatodistukseen.

## LÄHTEET

- 1 Insinööritoimisto Äyräväinen Oy -kotisivut. Verkkodokumentti. <http://www.ayravainen.fi>. Luettu 20.3.2018
- 2 Ympäristöministeriö, rakennusten energiatehokkuutta koskeva lainsäädäntö, 2018 Verkkodokumentti. [http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakennuksen\\_energiatehokkuutta\\_koskeva\\_lainsaadanto](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakennuksen_energiatehokkuutta_koskeva_lainsaadanto). Luettu 28.3.2018
- 3 Pekka Kalliomäki. Perustelumuistio Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. 19.12.2017
- 4 Länsiväylä, Espoossa jälleen uusi ongelmakoulu – opettajat oireilevat, vanhemmat väläyttävät koululakkoa. Verkkodokumentti. <https://www.lansivayla.fi/artikkeli/503198-espoossa-jalleen-uusi-ongelmakoulu-opettajat-oireilevat-vanhemmat-valayttavat>. Luettu 20.3.2018
- 5 Ympäristöministeriö, rakentamismääräyskokoelma, energiatehokkuus. Verkkodokumentti. [http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus). Luettu 28.3.2018
- 6 Ympäristöministeriö, Energiatodistusopas 2016
- 7 A-insinöörit. Karamzinin koulu, Rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus 15.1.2017
- 8 Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen, perusteet ja opas. 2012. Verkkodokumentti. [http://www.avoinautomaatio.fi/doc/standardi\\_sfs-en\\_15232/Rakennusten-automaation-vaikutus-energiatehokkuuteen.pdf](http://www.avoinautomaatio.fi/doc/standardi_sfs-en_15232/Rakennusten-automaation-vaikutus-energiatehokkuuteen.pdf). Luettu 24.7.2017.
- 9 Energiaselvitys. Verkkodokumentti. <http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/maaraykset/energiaselvitys>. Luettu 20.3.2018

- 10 RT-kortti Muistilista LVI-suunnittelijalle LUONNOS
- 11 Energian loppukäyttö. Verkkodokumentti.  
[https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto\\_suomessa/energian\\_loppukaytto](https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/energian_loppukaytto).  
Luettu 28.3.2018
- 12 Mikä on passiivitalo, Jyri Nieminen, VTT.  
<http://passiivitalo.vtt.fi/files/mika%20on%20passiivitalo.pdf>  
Luettu 10.4.2018
- 13 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU rakennusten energiatehokkuudesta. 19.5.2010.
- 14 KOULUJEN SUUNNITTELUOHJEET LVIA. Espoon kaupunki  
Versio 1.2 / 15.3.2015
- 15 Granlund Riuska. Verkkodokumentti  
<http://www.granlund.fi/ohjelmistot/riuska/>  
Luettu 12.5.2018
- 16 Jäsenlehti 2/2011. Oulun läänin Kiinteistöyhdistys ry, Kemin Kiinteistöyhdistys ry, Kalajokilaakson Kiinteistöyhdistys ry.  
[http://www.kiinteistoyhdistysoulu.fi/sivut/wp-content/uploads/jasenlehti-2\\_2011.pdf](http://www.kiinteistoyhdistysoulu.fi/sivut/wp-content/uploads/jasenlehti-2_2011.pdf)  
Luettu 10.5.2018

## **LIITTEET**

Energiatodistus

# ENERGIATODISTUS 2018









Rakennuksen nimi ja osoite: Karamzinin koulu  
Kulloonmäentie 20  
02940, ESPOO

Pysyvä rakennustunnus: 103012927M  
Rakennuksen valmistumisvuosi: 1986  
Rakennuksen käyttötarkoitukseluokka: Opetusrakennukset

Todistustunnus: 106214

Energiatodistus on laadittu

- Uudelle rakennukselle rakennuslupaa haettaessa  
 Uudelle rakennukselle käyttöönottoaiheessa  
 Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivämäärä: 2.10.2017

|   | Energiatehokkuusluokka  |
|---|---|
|   |   |
|  |   |
|  |  |
|  |   |
|  |   |
|  |   |
|  |   |

Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku  $\text{kWh}_E/(\text{m}^2\text{vuosi})$   
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimustaso  $\leq 100$

**Todistuksen laatija:**

Pitkänen, Antti

**Yritys:**

Insinööritoimisto Äyräväinen Oy  
Malminkaari 23 A  
00700, Helsinki

**Sähköinen allekirjoitus:**

**Todistuksen laatimispäivä:**

17.5.2018

**Viimeinen voimassaolopäivä:**

17.5.2028

# YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA

## Laskennallinen ostoenergiankulutus ja energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku)

**Lämmitetty nettoala** 4636,1 m<sup>2</sup>  
**Lämmitysjärjestelmän kuvaus** Vesikiertoinen patterilämmitys, Kaukolämpö  
**Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus** Koneellinen tulo/poisto lämmöntalteenotolla, lik. tiloissa huippuimurit

| Käytettävä energiamuoto | Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia |                            | Energiamuodon kerroin | Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus |
|-------------------------|---|----------------------------|-----------------------|--|
|                         | kWh/vuosi                                 | kWh/(m <sup>2</sup> vuosi) | -                     | kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)             |
| kaukolämpö              | 735 206                                   | 159                        | 0,5                   | 80   |
| sähkö                   | 196 479                                   | 43                         | 1,2                   | 51   |

## Energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku)

131

## Rakennuksen energiatehokkuusluokka

### Käytetty E-luvun luokittelustaikko

### Opetusrakennukset ja päiväkodit

#### Luokkien rajat asteikolla

|                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|
| A: ... 90      | B: 91 ... 130  | C: 131 ... 170 |
| D: 171 ... 230 | E: 231 ... 300 | F: 301 ... 360 |
| G: 361 ...     |                |                |

#### Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

C

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu vakioidulla käytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jotta eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. Vakioidusta käytöstä johtuen E-luku ei sovellu yksittäisen rakennuksen toteutuneen ja laskennallisen kulutuksen vertailuun. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiankulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

## TOIMENPIDE-EHDOTUKSIA E-LUVUN PARANTAMISEKSI

### Keskeiset suositukset rakennuksen E-lukua parantaviksi toimenpiteiksi (ei koske uusia rakennuksia)

Rakennus on vuonna 2018 valmistuvan korjauksen vuoksi hyvässä kunnossa eikä tarpeita toimenpiteille ole. Energiatehokkuutta parantavaksi toimenpiteeksi on esitetty ulko-ovien uusiminen.

Suosituksia on esitetty yksityiskohtaisemmin sivuilla 6 ja 7, kohdassa "Toimenpide-ehdotukset E-luvun parantamiseksi".



# E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

## Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka

Opetusrakennukset

Rakennuksen valmistumisvuosi

1986

Lämmitetty nettoala

4 636

m<sup>2</sup>

## Rakennusvaippa

| Ilmanvuotoluku q <sub>50</sub> | 11,6           | m <sup>2</sup> /(h m <sup>2</sup> ) |            |                             |
|--------------------------------|----------------|-------------------------------------|------------|-----------------------------|
|                                | <b>A</b>       | <b>U</b>                            | <b>U×A</b> | <b>Osuus lämpöhäviöistä</b> |
|                                | m <sup>2</sup> | W/(m <sup>2</sup> K)                | W/K        | %                           |
| Ulkoseinät                     | 2 652,7        | 0,25                                | 660,5      | 22 %                        |
| Yläpohja                       | 3 834,0        | 0,16                                | 628,8      | 21 %                        |
| Alapohja                       | 3 603,6        | 0,18                                | 630,6      | 21 %                        |
| Ikkunat                        | 701,4          | 1,07                                | 751,9      | 25 %                        |
| Ulko-ovet                      | 41,6           | 1,40                                | 58,2       | 2 %                         |
| Kylmäsiilat                    | -              | -                                   | 279,6      | 9 %                         |

## Ikkunat ilmansuunnittain

|           | <b>A</b>       | <b>U</b>             | <b>g<sub>kohtisuora</sub> -arvo</b> |  |
|-----------|----------------|----------------------|-------------------------------------|--|
|           | m <sup>2</sup> | W/(m <sup>2</sup> K) | -                                   |  |
| Pohjoinen | 250,6          | 1,07                 | 0,34                                |  |
| Koillinen |                |                      |                                     |  |
| Itä       | 126,8          | 1,09                 | 0,34                                |  |
| Kaakko    |                |                      |                                     |  |
| Etelä     | 174,4          | 1,05                 | 0,34                                |  |
| Lounas    |                |                      |                                     |  |
| Länsi     | 149,6          | 1,09                 | 0,34                                |  |
| Luode     |                |                      |                                     |  |

## Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:

Koneellinen tulo/poisto lämmöntalteenotolla, liik. tiloissa huippuimurit

|                        | <b>Ilmavirta tulo/poisto</b>              | <b>Järjestelmän SFP-luku</b> | <b>LTO:n lämpötilasuhde</b> | <b>Jäätymisenesto</b> |
|------------------------|---|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
|                        | (m <sup>3</sup> /s) / (m <sup>3</sup> /s) | kW / (m <sup>3</sup> /s)     | -                           | °C                    |
| Pääilmanvaihtokoneet   | 13,07 / 13,07                             | 1,56                         | 67 %                        | -7,00                 |
| Erillispoistot         | 0,00 / 0,00                               | 0,00                         | -                           | -                     |
| Ilmanvaihtojärjestelmä | 13,07 / 13,07                             | 1,56                         | -                           | -                     |

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:

61 %

## Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Vesikiertoinen patterilämmitys, Kaukolämpö

|                                | <b>Tuoton hyötysuhde</b> | <b>Jaon ja luovutuksen hyötysuhde</b> | <b>Lämpökerroin<sup>1</sup></b> | <b>Apulaitteiden sähkönkäyttö<sup>2</sup></b> |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---|
|                                | -                        | -                                     | -                               | kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)                    |
| Tilojen ja iv:n lämmitys       | 97 %                     | 80 %                                  | 0,0                             | 2,1   |
| Lämpimän käyttöveden valmistus | 97 %                     | 89 %                                  | 0,0                             | 0,2   |

<sup>1</sup> vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle

<sup>2</sup> lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen

|                  | <b>Määrä</b> | <b>Tuotto</b> |
|------------------|--------------|---------------|
|                  | kpl          | kWh           |
| Varaava tulisija | 0            | 0             |
| Ilmalämpöpumppu  | 0            | 0             |

## Jäähdytysjärjestelmä

Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin

-

Jäähdytysjärjestelmä

0,0

## Lämmin käyttövesi

|                   | <b>Ominaiskulutus</b>                   | <b>Lämmitysenergian nettotarve</b> |
|-------------------|---|------------------------------------|
|                   | dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> vuosi) | kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)         |
| Lämmin käyttövesi | 188                                     | 11                                 |

## Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla

|                   | <b>Käyttöaste</b> | <b>Henkilöt</b>  | <b>Kuluttajalaitteet</b> | <b>Valaistus</b> |
|-------------------|-------------------|------------------|--------------------------|------------------|
|                   | -                 | W/m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup>         | W/m <sup>2</sup> |
| Henkilöt          | 60 %              | 14,0             |                          |                  |
| Valaistus         | 60 %              |                  |                          | 14,0             |
| Kuluttajalaitteet | 60 %              |                  | 8,0                      |                  |

## E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

| Rakennuskohde   |  |                                     |  |  |
|---|--|-------------------------------------|--|--|
| Rakennuksen käyttötarkoitusluokka   | Opetusrakennukset                                      |                                     |  |  |
| Rakennuksen valmistumisvuosi  | 1986   |                                     |  |  |
| Lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup>   | 4636,1   |                                     |  |  |
| <b>E-luku, kWh<sub>e</sub> / (m<sup>2</sup>vuosi)</b>   | <b>131</b>   |                                     |  |  |
| E-luvun erittely  |  |                                     |  |  |
| Käytettävät energiamuodot   | Vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergia<br>kWh/vuosi | Energiamuodon kerroin<br>-          | Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus |  |
|   |  |                                     | kWh <sub>e</sub> /vuosi                              | kWh <sub>e</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi)     |
| kaukolämpö  | 735 206  | 0,5                                 | 367 604  | 80   |
| sähkö   | 196 479  | 1,2                                 | 235 775  | 51   |
| <b>YHTEENSÄ</b>   | <b>931 685</b>   |                                     | <b>603 379</b>                                       | <b>131</b>                                   |
| Rakennuksen ympäristössä olevasta energiasta otettu energia, hyödynnetty osuus (kuukausitason erittely lisätiedoissa) |  |                                     |  |  |
|   |  | kWh/vuosi                           | kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)                           |  |
| Aurinkolämpö  |  | 0                                   | 0  |  |
| Aurinkosähkö  |  | 0                                   | 0  |  |
| Tuulisähkö  |  | 0                                   | 0  |  |
| Lämpöpumpun lämmönlähteestä ottama energia  |  | 0                                   | 0  |  |
| Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus   |  |                                     |  |  |
|   |  | Sähkö<br>kWh/(m <sup>2</sup> vuosi) | Lämpö<br>kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)                  | Kaukojäähdytys<br>kWh/(m <sup>2</sup> vuosi) |
| Lämmitysjärjestelmä   |  |                                     |  |  |
| Tilojen lämmitys <sup>1</sup>   |  | 2,1                                 | 125,8  | -  |
| Tuloilman lämmitys  |  | 0,0                                 | 15,6   | -  |
| Lämpimän käyttöveden valmistus  |  | 0,2                                 | 12,5   | 0,0  |
| Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus  |  | 12,6                                | -  | -  |
| Jäähdytysjärjestelmä  |  | 0,0                                 | 0,0  | 0,0  |
| Kuluttajalaitteet ja valaistus  |  | 27,6                                | -  | -  |
| <b>YHTEENSÄ</b>   |  | <b>43,0</b>                         | <b>154,0</b>   | <b>0,0</b>                                   |
| <sup>1</sup> ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen         |  |                                     |  |  |
| Energian nettotarve   |  |                                     |  |  |
|   |  | kWh/vuosi                           | kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)                           |  |
| Tilojen lämmitys <sup>2</sup>   |  | 466 420                             | 101  |  |
| Ilmanvaihdon lämmitys <sup>3</sup>  |  | 72 218                              | 16   |  |
| Lämpimän käyttöveden valmistus  |  | 50 997                              | 11   |  |
| Jäähdytys   |  | 0                                   | 0  |  |
| <sup>2</sup> sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa                                      |  |                                     |  |  |
| <sup>3</sup> laskettu lämmöntalteenoton kanssa  |  |                                     |  |  |
| Lämpökuormat  |  |                                     |  |  |
|   |  | kWh/vuosi                           | kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)                           |  |
| Aurinko   |  | 40 203                              | 9  |  |
| Henkilöt  |  | 81 328                              | 18   |  |
| Kuluttajalaitteet   |  | 46 465                              | 11   |  |
| Valaistus   |  | 81 314                              | 18   |  |
| Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöistä  |  | 6 910                               | 2  |  |
| Laskentatyökalun nimi ja versionumero   |  |                                     |  |  |
| Laskentatyökalun nimi ja versionumero   | RIUSKA 5.2.0 (Laskentatapaus: 9)                       |                                     |  |  |

# TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS

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

## Toteutunut ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala 4636,1 m<sup>2</sup>

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

## Toteutunut ostoenergia yhteensä

|                       | kWh/vuosi | kWh/(m <sup>2</sup> vuosi) |
|-----------------------|-----------|----------------------------|
| Sähkö yhteensä        |           |                            |
| Kaukolämpö yhteensä   |           |                            |
| Polttoaineet yhteensä |           |                            |
| Kaukojäähdytys        |           |                            |
| <b>YHTEENSÄ</b>       |           |                            |

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

Yllä olevassa taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näiden syiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.

## TOIMENPIDE-EHDOTUKSET E-LUVUN PARANTAMISEKSI

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

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

Rakennus on vuonna 2018 valmistuvan korjauksen vuoksi hyvässä kunnossa eikä tarpeita toimenpiteille ole. Korjauksessa uusi IV-konehuonelaajennus rakennettiin. Ikkunat uusittiin, uudet ikkunat 3-lasiset. Ulkoseinät ovat tiilirakenteiset ja säilyivät korjauksessa ennallaan.

### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

| 1 | Ulko-ovien uusiminen       |                            |                                |  |
|---|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|
| 2 |                            |                            |                                |  |
| 3 |                            |                            |                                |  |
|   | Lämpö, ostoenergian muutos | Sähkö, ostoenergian muutos | Jäähdytys, ostoenergian muutos | E-luvun muutos                           |
|   | kWh/vuosi                  | kWh/vuosi                  | kWh/vuosi                      | kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi) |
| 1 | -2 500                     | 0                          | 0                              | -1                                       |
| 2 |                            |                            |                                |  |
| 3 |                            |                            |                                |  |

### Huomiot ylä- ja alapohja

Rakennus on vuonna 2018 valmistuvan korjauksen vuoksi hyvässä kunnossa eikä tarpeita toimenpiteille ole. Alapohjia uusittiin korjauksen yhteydessä ja yläpohja säilyi ennallaan.

Alapohja: betonilaatta

Yläpohja: bitumikermikatto

### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

| 1 | Ei toimenpide-ehdotuksia   |                            |                                |  |
|---|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|
| 2 |                            |                            |                                |  |
| 3 |                            |                            |                                |  |
|   | Lämpö, ostoenergian muutos | Sähkö, ostoenergian muutos | Jäähdytys, ostoenergian muutos | E-luvun muutos                           |
|   | kWh/vuosi                  | kWh/vuosi                  | kWh/vuosi                      | kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi) |
| 1 | 0                          | 0                          | 0                              | 0  |
| 2 |                            |                            |                                |  |
| 3 |                            |                            |                                |  |

### Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Rakennus on vuonna 2018 valmistuvan korjauksen vuoksi hyvässä kunnossa eikä tarpeita toimenpiteille ole.

Peruskorjauksessa uusittiin kaukolämpölaitteet, ja lämmitysverkosto tasapainotettiin.

Käyttöveden lämmitys kaukolämmöllä

### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

| 1 | Ei toimenpide-ehdotuksia   |                            |                                |  |
|---|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|
| 2 |                            |                            |                                |  |
| 3 |                            |                            |                                |  |
|   | Lämpö, ostoenergian muutos | Sähkö, ostoenergian muutos | Jäähdytys, ostoenergian muutos | E-luvun muutos                           |
|   | kWh/vuosi                  | kWh/vuosi                  | kWh/vuosi                      | kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi) |
| 1 | 0                          | 0                          | 0                              | 0  |
| 2 |                            |                            |                                |  |
| 3 |                            |                            |                                |  |

### Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät

Rakennus on vuonna 2018 valmistuvan korjauksen vuoksi hyvässä kunnossa eikä tarpeita toimenpiteille ole. Tiloja palvelee 9 IV-konetta, joista 7 kpl ovat korjauksessa 2018 asennettuja 2 kpl alkuperäisiä. Kaikissa IV-koneissa lämmöntalteenotto. Likaisissa tiloissa huippumurit, jotka uusittiin korjauksessa 2018.

### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

| 1 | Ei toimenpide ehdotuksia   |                            |                                |  |
|---|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|
| 2 |                            |                            |                                |  |
| 3 |                            |                            |                                |  |
|   | Lämpö, ostoenergian muutos | Sähkö, ostoenergian muutos | Jäähdytys, ostoenergian muutos | E-luvun muutos                           |
|   | kWh/vuosi                  | kWh/vuosi                  | kWh/vuosi                      | kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> vuosi) |
| 1 | 0                          | 0                          | 0                              | 0  |
| 3 |                            |                            |                                |  |

### Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

Rakennus on vuonna 2018 valmistuvan korjauksen vuoksi hyvässä kunnossa eikä tarpeita toimenpiteille ole. Keittiötä palvelee 3 kpl suorahöyrysteisiä kylmälaitteita. Ei muuta jäähdytystä. Ei pumppaamoita. Rasvanerotuskaivo 1 kpl. Valaistus on alkuperäinen.

### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut ostoenergian muutokset

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

### Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon (eivät vaikuta E-lukuun)

Ilmanvaihtokoneen ulkoilmasäleikkö tulee pitää puhtaana.  
Ilmanvaihtokanavat suositellaan nuohottavan 10 vuoden välein.  
Rännikaivot tulee pitää puhtaana.

### Lisätietoja energiatehokkuudesta

Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä, [www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)

## LISÄMERKINTÖJÄ

Lähtötiedot on haettu korjauksen 2018 suunnitelmista (mm. laajuustiedot, U-arvot, ilmanvaihto jne.)

Koulun laajennusosa on varustettu tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla. Näillä alueilla on käytetty energiatodistusmääräysten mukaisesti 20 % standardi-ilmavirtaa pienempää ilmavirtaa.