



Energiatehokkuuden huomioiminen julkisten palvelurakennusten perusparannushankkeissa Tampereella

Niklas Pynnönen

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2024

Rakennustekniikka
Kiinteistöpito ja korjausrakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Kiinteistöpito ja korjausrakentaminen

PYNNÖNEN, NIKLAS:

Energiatehokkuuden huomioiminen julkisten palvelurakennusten perusparannushankkeissa Tampereella

Opinnäytetyö 37 sivua, joista liitteitä 1 sivua
Toukokuu 2024

Opinnäytetyössä esitellään parhaimmat keinot parantaa energiatehokkuutta Tampereen julkisten palvelurakennusten perusparannushankkeissa ja tutkittiin kuinka rakennusten energiatehokkuusdirektiivi vaikuttaa perusparannushankkeisiin. Opinnäytetyö tehtiin Tampereen kaupungille. Tutkimusmenetelmänä on käytetty kirjallisuustutkimusta ja lisätietoa on hankittu haastatteluilla Tampereen Tilapalvelujen asiantuntijoiden kanssa.

Parhaimmat energiatehokkuutta parantavat keinot keskittyvät ilmanvaihtoon ja valaistukseen. Tampereen perusparannushankkeissa energiatehokkuutta usein rajaa rakennussuojelu.

Opinnäytetyössä tutkittiin rakennusten energiatehokkuusdirektiivin vaikutuksia 14:ään peruskouluun. Direktiivin vaatimuksien takia viiteen kouluun jouduttaisiin tekemään energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä. Lisäksi opinnäytetyössä tutkittiin Messukylän koulun perusparannusta ja tarkasteltiin hankkeessa energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä.

Tampereen kaupungin perusparannushankkeet suoritetaan tällä hetkellä tarpeeksi energiatehokkaasti, joten muutoksiin ei ole perusparannuksissa tarvetta rakennusten energiatehokkuusdirektiivin astuttua voimaan. Ongelmaksi saattaa muodostua se, ehditäänkö energiatehokkuutta parantaa kaikissa rakennuksissa ennen direktiivin asettamaa takarajaa. Lisäksi aurinkoenergian hyödyntäminen rakennuksissa direktiivin tiukalla aikataululla saattaa aiheuttaa hankaluuksia. Mahdollisia jatkotutkimusaiheita on rakennusautomaation ja kiinteistöhuollon huomioiminen perusparannushankkeissa.

Asiasanat: energiatehokkuus, perusparannus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme of Construction Engineering
Facility Engineering and Renovation
PYNNÖNEN NIKLAS
Energy Efficiency in Renovation Projects of Public Service Buildings in Tampere

Bachelor's thesis 37 pages, appendices 1 pages
May 2024

The objective of this study was to gather information about the best methods to improve energy efficiency in public service building renovation projects in Tampere, Finland. The purpose was also to investigate how the energy efficiency directive for buildings affects these renovation projects.

The research methodology involved a literature review supplemented by expert interviews. The thesis examined the impact of the energy efficiency directive on 14 primary schools. Additionally, the thesis investigated the renovation of Messukylä School.

As a result of this study, it can be stated that the most effective methods to improve energy efficiency focus on ventilation and lighting. Due to the requirements of the directive, five schools out of fourteen would need to implement energy efficiency measures. The findings indicate that the current renovation projects in Tampere are being conducted with sufficient energy efficiency.

Key words: energy efficiency, renovation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	Energiatehokkuus rakennuksissa	7
	2.1. Energiatehokkuuteen vaikuttava lainsäädäntö	7
	2.2. Energiatehokkuusdirektiivi	8
	2.2.1 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi	9
	2.2.2 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin vaatimukset	9
	2.3. Energiatodistus	10
	2.4. Rakennuskanta	11
	2.5. Tampereen kaupungin sopimukset	13
3	Energiatehokkuus perusparannushankkeessa	15
	3.1. Tutkimukset.....	16
	3.2. Energiatehokkuuden toimenpiteiden valinta ja arviointi.....	17
	3.3. Parhaat keinot energiatehokkuuden parantamiseen	18
	3.3.1 Ilmanvaihto	18
	3.3.2 Valaistus ja aurinkoenergia	19
	3.3.3 Rakennuksen vaippa	20
	3.3.4 Lämmitysmuoto ja jäähdytys	21
	3.4. Taloudellisuus	22
	3.5. Perusparannuksen jälkeinen ylläpito.....	23
4	Tampereen peruskoulurakennukset.....	24
	4.1. Peruskoulujen energiatehokkuusluokka.....	24
	4.2. Peruskoulujen energiatehokkuuden parantaminen	25
	4.2.1 Takahuodin ja Tammerkosken koulut.....	25
	4.2.2 Kaarilan koulu.....	25
	4.2.3 Kaukajärven koulu	25
	4.2.4 Terälahden koulu.....	26
5	Esimerkkihanke	27
	5.1. Puurakennus 1	27
	5.1.1 Alapohja	27
	5.1.2 Yläpohja	27
	5.1.3 Ulkoseinät.....	27
	5.1.4 Ilmanvaihto	28
	5.1.5 Valaistus ja ikkunat.....	28
	5.2. Puurakennus 2	28
	5.2.1 Alapohja	28
	5.2.2 Yläpohja	28

5.2.3	Ulkoseinät.....	29
5.2.4	Ilmanvaihto	29
5.2.5	Valaistus ja ikkunat.....	29
5.3.	Kivirakennus	29
5.3.1	Alapohja	29
5.3.2	Yläpohja	30
5.3.3	Ulkoseinä.....	30
5.3.4	Ilmanvaihto	30
5.3.5	Valaistus ja ikkunat.....	30
5.4.	Perusparannuksen lopputulos.....	30
6	POHDINTA	32
	LÄHTEET.....	34
	LIITTEET	37
	Liite 1. Haastattelukysymykset.....	37

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutos on yksi suurimmista kriiseistä maailmalla. Se vaikuttaa negatiivisesti ihmisiin ja luontoon ja sen vaikutukset pystytään huomamaan nyt jo Suomessa. Ilmastonmuutos on kiihtymässä, mutta sitä voidaan hillitä ja lieventää tekemällä ympäristöystävällisiä valintoja. Rakennusten osuus kasvihuonepäästöistä Euroopassa on 36 %. EU haluaa pienentää rakennusten ja rakentamisen aiheuttamia kasvihuonepäästöjä rakennuskannasta, joten se on säätänyt rakennusten energiatehokkuusdirektiivin, jonka yhtenä tarkoituksena on parantaa rakennusten energiatehokkuutta. Toinen syy vähentää kasvihuonepäästöjä on pienentää riippuvuutta Venäjällä tuotetusta fossiilisesta energiasta.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä ja sen vaikutuksia Tampereen kaupungin peruskoulurakennuksiin. Koska energiatehokkuusdirektiivin tarkoituksena on parantaa energiatehottomia rakennuksia, työssä esitellään parhaita keinoja parantaa energiatehokkuutta julkisissa palvelurakennuksissa. Lisäksi työssä tutkitaan Messukylän koulun perusparannushanketta ja kuinka kyseisessä hankkeessa on parannettu energiatehokkuutta.

Opinnäytetyö on tehty Tampereen kaupungille ja se on toteutettu kirjallisuustutkimuksena, jonka tietoja on täytetty asiantuntijoiden haastatteluilla.

2 Energiatehokkuus rakennuksissa

Rakennuksien energiatehokkuutta ohjaa Suomessa lait ja määräykset. Energiatehokkuudella rakennuksissa tarkoitetaan rakennuksen energiankulutusta sen käyttöaikana. Rakennuksien energiakulutuksella on suuri vaikutus koko Suomen energian kulutukseen. Rakennuksien energiatehokkuutta voi vertailla energiatodistuksilla, mutta siinäkin on ongelmansa.

2.1. Energiatehokkuuteen vaikuttava lainsäädäntö

Rakennuksia koskevat rakentamismääräykset perustuvat maankäyttö ja rakennuslakiin ja sitä täydentäviin asetuksiin. Ympäristöministeriön asetus 4/2013 ohjaa rakennuksien energiatehokkuuden parantamista korjaus- ja muutostöissä. Sitä täydennettiin lähes nollaenergiarakentamisen asetuksella 2/2017. Määräystaso on todennettu järkeväksi teknillistaloudellisessa mielessä. (Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020, 34.)

Laajamittaisessa korjauksessa tulee rakennushankkeeseen ryhtyvän osoittaa energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden olevan kustannusoptimaalisella tasolla. Laajamittaisen korjauksen määritelmä on, kun rakennuksen vaippaan tai rakennuksen teknisiin järjestelmiin liittyvien korjausten jälleenrakentamiskustannuksiin perustuvat kokonaiskustannukset ovat yli 25 prosenttia rakennuksen arvosta, rakennusmaan arvo pois lukien. (Nöjd & Nieminen 2018, 20.)

Asetuksessa (4/13) on esitetty kolme vaihtoehtoista tapaa energiatehokkuuden parantamisen osoittamiseen korjaus- ja muutostöissä:

1. Parantaa rakennusosien lämmönpitävyyttä vaatimusten mukaisiin arvoihin.
2. Noudattaa asetettua rakennustyyppin mukaista vaatimusta. Vaatimus on lukuarvo kWh/m² /vuosi. Taserajana käytetään rakennuksen energiankulutusta, joka lasketaan standardikäytöllä. Laskennassa voidaan soveltaa uudisrakentamisen laskentaan tarkoitettuja ohjeita.

3. Laskea rakennukselle ominainen kokonaisenergiankulutus E-lukuna ja pienentää sitä vaatimusten mukaisella määrällä. Lasketaan standardikäytöllä. Laskennassa voidaan soveltaa samoja laskentavälineitä ja ohjeita kuin uudisrakentamisessa. (Nöjd & Nieminen 2018, 21.)

Samoja energiamuotojen kertoimia noudatetaan uudisrakentamisessa sekä korjaus- ja muutostöissä. Kertoimet määritellään valtioneuvoston asetuksessa (788/2017). Asetus määrittelee energiamuotojen kertoimet, joiden mukaan laskettava E-luku määrittyy. Energiamuodon kertoimiin vaikuttavia tekijöitä ovat:

- jalostamattoman luonnonenergian kulutus
- uusiutuvan ja uusiutumattoman primäärienergian kulutus
- uusiutuvan energian käytön edistäminen
- EU veloitteet uusiutuvan energian käytön edistämiseksi
- energiariippuvuuden vähentäminen
- vaikutukset ilman laatuun
- lämmitystapa energiantuotannon yleisen tehokkuuden kannalta
- EU veloitteet kaukolämmön ja -jäähdytyksen edistämiseksi
- energihuoltovarmuuden parantaminen. (Nöjd & Nieminen 2018, 21.)

Ilmanvaihtojärjestelmien suunnittelussa sovelletaan ympäristöministeriön asetusta uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017. Rakennuksen energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä koskevissa suunnitelmissa tulee esittää, kuinka varmistetaan ilmanvaihdon toiminta ja huolehditaan tuloilman saannista, kun rakennuksessa on koneellinen poistoilmanvaihto tai painovoimainen ilmanvaihto. (Nöjd & Nieminen 2018, 20–21.)

2.2. Energiatehokkuusdirektiivi

Energiatehokkuusdirektiivillä (EED) on tarkoitus säätää EU- ja kansallisen tason energiatehokkuustavoitteita, monia energiatehokkuuden edistämiä toimenpiteitä ja kansallisia energiasäästövelvoitteita. Nykyinen energiatehokkuusdirektiivi (EU) tuli voimaan 10.10.2023 ja Suomeen kansallinen toimeenpano pitäisi tulla

voimaan 10.10.2025 mennessä. Nämä säädökset ovat osa EU:N energia- ja ilmastopolitiikkaa. Säädöksen tarkoitus on vähentää tuotteiden, palvelujen ja suoritteiden tuottamiseen tarvittavaa energiaa. (Energiatehokkuusdirektiivi, 2023.)

2.2.1 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivistä (EPBD) on päästy alustavaan sopuun 14.12.2023 (Ympäristöministeriö, 2023). Tässä opinnäytetyössä luotetaan alustavan sovun kautta sovittuihin lukemiin ja määräyksiin. Koska kyseessä on alustava sopu, (eikä lopullinen direktiivi) on mahdollista, että osa määräyksistä voi muuttua.

Tärkeimmät direktiivin asiat liittyvät energiatodistuksiin, energiatehokkuuden parantamiseen, kestävän liikkuvuuden infraan ja aurinkoenergian käyttöön (Ympäristöministeriö, 2023). Näillä keinoilla on tarkoitus pienentää rakennuksista aiheutuvia kasvihuonepäästöjä ja energiankulutusta.

Ympäristöministeriö on aloittanut valmistelun alustavasti sovitun direktiivin mukaan. Toimeenpano voi alkaa sen jälkeen, kun direktiivi astuu voimaan. Suomella on kaksi vuotta aikaa asettaa määräykset kansalliseen lainsäädäntöön eli määräykset alkaisivat arviolta vuoden 2026 kesän aikana. (Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin uudistus n.d.)

2.2.2 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin vaatimukset

Energiatehokkuusdirektiivissä rakennukset jaetaan pääasiassa kahteen luokkaan. Nämä luokat ovat asuinrakennukset ja ei-asuinrakennukset. Ei-asuinrakennuksiin kuuluu esimerkiksi koulut, sairaalat ja toimistotilat.

Vuoteen 2030 mennessä Suomen pitäisi kunnostaa 16 prosenttia huonoimmin suoriutuvista ei-asuinrakennuksista ja 26 prosenttia huonoimmista ei-asuinrakennuksista vuoteen 2033 mennessä (Proposal for a directive 2023, 62). Käytännössä tämä tarkoittaisi, että ei-asuinrakennusten olisi vuoteen 2030 ja 2033 mennessä täytettävä tietty energiatehokkuuden taso.

Aurinkoenergia on myös iso osa uutta energiatehokkuusdirektiiviä. Julkisiin rakennuksiin vaaditaan aurinkopaneeleiden asentamista progressiivisella lähestymistavalla, jonka olisi tarkoitus alkaa joulukuussa 2027 suurimmissa julkisissa rakennuksissa (>2 000 m²). Tämä vaatimus koskisi jo olemassa olevia rakennuksia. Tarkoitus olisi alentaa kynnystä asteittain joulukuuhun 2030 asti (>250 m²). (Proposal for a directive 2023, 69.)

EU-direktiivin mukaan kaikki kiinteistön lämmitykseen käytettävät kattilat, jotka toimivat fossiilisella polttoaineella pitäisi poistaa käytöstä vuoteen 2040 mennessä (Proposal for a directive 2023, 127).

Direktiivin mukaan olisi keskityttävä kaikkein huonoimmin toimivien rakennusten kunnostukseen, sillä niillä on suurin potentiaali hiilidioksidipäästöjen vähentämisen, ja laajemman sosiaalisen ja taloudellisen hyödyn kannalta (Proposal for a directive 2023, 17). Tämä tarkoittaisi, että huonoimmat energialuokkaiset rakennukset on kunnostettava ensisijaisesti. Lisäksi EU:n jäsenvaltioiden olisi vahvistettava kansallisissa rakennusten kunnostussuunnitelmissaan omat aikataulut ei-asuinrakennusten kunnostamiselle (Proposal for a directive 2023, 3).

2.3. Energiatodistus

Energiatodistus perustuu rakennuksen ominaisuuksiin ja niistä laskettuihin energialukuihin eli E-lukuun. Energiatehokkuusluokka perustuu laskettuun kulutukseen, ei toteutuneeseen kulutukseen. (Motiva 2024.) Koska energialuokka määräytyy lasketun kulutuksen perusteella, on vertailu muihin rakennuksiin helpompaa. Energiatodistuksen yksi päätavoite on helpottaa rakennuksien vertailua toisiinsa. Energialuokat ovat A-G, missä A on paras ja G huonoin.

Suomessa on tällä hetkellä käytössä vuoden 2013 ja 2018 energiatodistuksia. Rakennuksia ei voida vertailla keskenään, jos niillä on eri vuosien määräyksillä tehdyt energiatodistukset. Todistukset eivät ole vertailukelpoisia, koska E-lukujen laskentaperiaatteet ovat erilaisia.

Energiatodistus ei ole täydellinen rakennuksen energiatehokkuutta kuvaava menetelmä. Energiatodistus ei esimerkiksi ota huomioon hiilijalanjälkeä. Hiilijalanjälki kuvaa tietyn kokonaisuuden kasvihuonekaasu päästöjä, jotka päätyvät ilmaan (Euroopan parlamentti).

Esimerkiksi, jos tarkasteltavana olisi kaksi vanhaa identtistä rakennusta ja molempien energialuokka olisi E. Toinen näistä rakennuksista peruskorjattaisiin ja toinen purettaisiin ja rakennettaisiin uusi rakennus. Uuden talon energialuokaksi tulisi A ja peruskorjatun rakennuksen B.

Hiilijalanjälkeä kasvattaisi uuden rakennuksen vaatimat uudet materiaalit, kun taas peruskorjatussa rakennuksessa korjattaisiin vanhat rakenteet ja vaihdettaisiin vain tarvittavat materiaalit. Lisäksi uusi rakennus vaatisi vanhan rakennuksen purun ja jos puretun rakennuksen materiaaleja ei päästä hyödyntämään muissa hankkeissa, niistä tulee jätettä, mikä ei ole hyväksi hiilijalanjäljelle. Uuden talon hiilijalanjälki olisi tällöin paljon suurempi kuin peruskorjatun talon, vaikka sen energialuokka olisikin parempi. Eli vaikka rakennuksen energialuokka olisikin parempi se ei välttämättä tarkoita, että se olisi parempi kasvihuonepäästöjen tai ympäristön kannalta.

2.4. Rakennuskanta

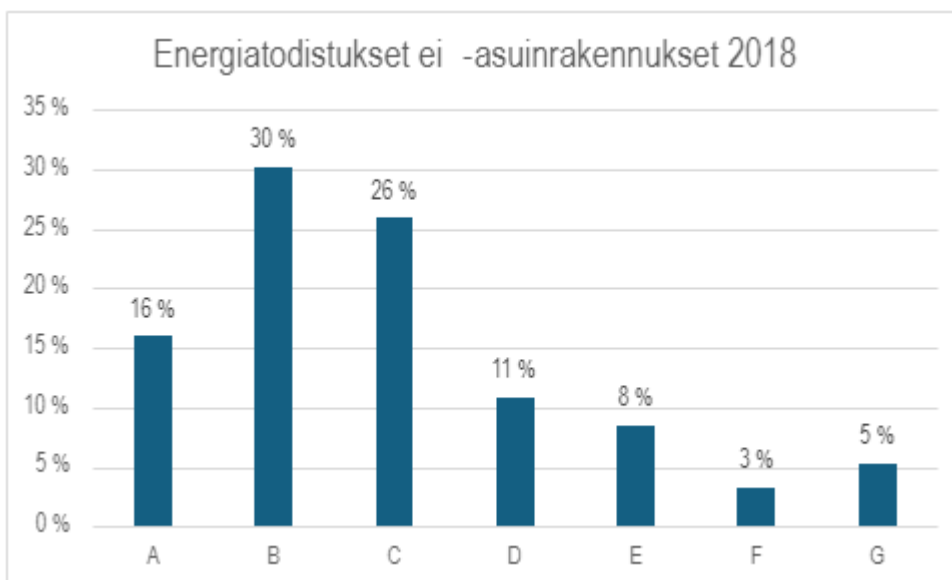
1970-luvun energiakriisien jälkeen Suomessa on energiatehokkuutta parannettu erityisesti uudisrakentamisen rakennusmääräysten avulla. Julkiset rakennukset ovat ikärakenteeltaan huomattavasti vanhempaa rakennuskantaa, kuin kaupalliset liikerakennukset. (Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020, 21.) Ei-asuinrakennuskantaan kuuluu paljon vanhoja, ennen vuotta 1960 rakennettuja hoitoalan ja opetusalan rakennuksia taulukon 1 mukaisesti.

TAULUKKO 1. Ei-asuinrakennusten määrä rakennusluokittain ja ikäluokittain (pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020, 20).

Ei-asuinrakennusten määrä rakennusluokittain ja ikäluokittain										
Indikaattori	Yksikkö	-1959	1960-69	1970-79	1980-89	1990-99	2000-09	2010-19	Ei tiedossa	Yhteensä
Liikerakennukset ja liikenteen rakennukset	milj. m ²	4,8	4,0	6,3	9,0	6,4	8,6	7,2	0,4	46,7
Toimistorakennukset	milj. m ²	4,6	2,0	2,9	3,9	2,1	2,6	1,5	0,1	19,7
Hoitoalan ja opetusrakennukset	milj. m ²	9,1	4,9	4,7	4,8	2,8	2,6	3,6	0,3	32,9
Kokoontumisrakennukset	milj. m ²	2,5	0,9	1,5	2,0	1,3	1,1	1,1	0,1	10,6
Ei-asuinrakennukset yhteensä	milj. m ²	21,0	11,8	15,5	19,8	12,6	15,0	13,4	0,9	110,0
	%	19	11	14	18	11	14	12	1	100

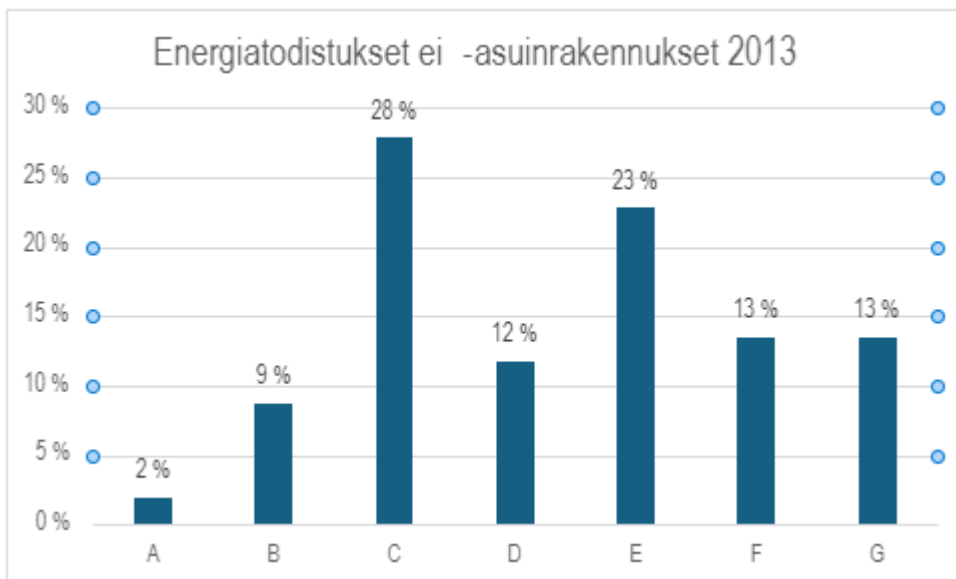
Energiatehokkuusdirektiivin mukaan jäsenvaltioiden tulisi kunnostaa huonoimmin suoriutuvista ei-asuinrakennuksista 26 % vuoteen 2033 mennessä. Suomessa rakennusten suorituskykyä tarkastellaan energiatodistuksilla. Energiatodistusrekisterin mukaan 26 % huonoimmin suoriutuvat ei-asuinrakennukset vuoden 2018 energiatodistuksilla kuuluvat D ja sitä huonompiin luokkiin, kuten taulukossa 2 on esitetty (Energiatodistusrekisteri 2024).

TAULUKKO 2. Ei-asuinrakennusten energiatodistukset 2018 määräyksillä.



Vuoden 2013 määräyksillä tehty energiatodistukset kertovat, että ei-asuinrakennusten 26 % huonoimmin suoriutuvat rakennukset kuuluvat F ja G luokkaan. Tulokset taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Ei-asuinrakennusten energiatodistukset 2013 määräyksillä.



Ei-asuinrakennuksissa energian kulutus jakaantuu keskimäärin

- ilmanvaihto 45 %
- ulkoseinät 10 %
- ikkunat 9 %
- yläpohja 7 %
- käyttövesi 2 %
- alapohja 1 %
- valaistus ja kuluttajasähkö 27 %. (Ekorem, 2005.)

2.5. Tampereen kaupungin sopimukset

Tampereen kaupunki tekee vaikuttavia tekoja ilmaston ja luonnon monimuotoisuuden eteen. Kaupungin omistautuminen ympäristöystävälliseen toimintaan näkyy esimerkiksi sitoutumisella kuntien energiatehokkuussopimukseen (KETS), joka vaikuttaa myös korjausrakentamiseen ja kiinteistöjen ylläpitoon.

Kuntien energiatehokkuussopimukseen kuuluva kiinteistöalan energiatehokkuussopimus esimerkiksi vaatii energiatehokkuuden parantamistoimenpiteitä tehostamissuunnitelman mukaisesti (Kiinteistöalan energiatehokkuussopimus

2016, 5). Tampereen kaupungin energiatehokkuuden tehostamiskeinot korjausrakentamisessa lukevat hiilineutraali Tampere 2030-tiekartassa. Siihen on kirjattuna 12 toimenpidettä, johon kaupunki on sitoutunut. Toimenpiteet ovat esimerkiksi palvelukiinteistöjen energiatehokkuuden parantaminen kannattavuuslaskelmien perusteella ja palvelurakennusten kehittäminen virtuaalivoimalaitoksiksi (Hiilineutraali Tampere 2030-tiekartta 2022, 76).

3 Energiatehokkuus perusparannushankkeessa

Perusparannuksessa rakennuksesta tehdään uudenveroinen eli alkuperäisen rakennuksen laatua parannetaan. Usein perusparannuksessa alkuperäisiä tiloja laajennetaan tai tiloista tehdään tehokkaampia.

Energiatehokkuuden parantaminen on yksi tärkeimmistä asioista perusparannuksissa. Usein rakennus kuitenkin kuluttaa enemmän energiaa perusparannuksen jälkeen, kuin ennen perusparannusta, mutta rakennus on silti energiatehokkaampi kuin ennen hanketta. Energiankulutuksen kasvamisen merkittävin tekijä on usein tilojen tehokkaammasta käytöstä ja laajennuksista johtuvat ilmanvaihdon kasvamisen vaatimukset. Sisäilmasto-olosuhteiden laadun kasvattaminen ja sen ylläpito kasvattaa on kuitenkin perusparannuksen tärkein tavoite ja se menee usein energiatehokkuuden edelle.

Perusparannuksen jälkeen rakennus joutuu noudattamaan tiukempia määräyksiä, mitkä kasvattavat energian kulutusta varsinkin ilmanvaihdossa. Karkeasti ilmanvaihdon tuplaaminen nelinkertaistaa sähkönkulutuksen, koska ilmanvaihdon kasvattaminen lisää lämmityksen tarvetta, kun lämpö poistuu huoneista poistoilmavirran mukana.

Tarkempi tapa tarkastella energiatehokkuuden parantamista perusparannuksessa on katsoa rakennuksen kustannuksia kWh/henkilö. Tätä mieltä oli Tampereen Tilapalveluiden asiantuntijat Pekka Paterno ja Tapio Hyrkäs haastattelussa 3.4.2024. Haastattelussa asiantuntijoilta kysyttiin liitteen (1) kysymykset. Tarkastelemalla energiatehokkuutta henkilömäärillä saadaan tulokseksi paljon tarkempi kulutus, koska henkilömääräinen kulutustarkastelu ottaa huomioon tilojen laajennukset.

Energian kulutusta tarkasteltaessa kannattaisi ottaa huomioon myös käytön vaikutus (Lehtinen, Papinsaari, Kaasalainen, Moisio & Hedman 2018, 62–64). Lehtinen ym. pitävät myös kWh/hlö tarkastelua yhtenä järkevänä vaihtoehtona, koska se ottaa huomioon käyttäjien lukumäärän, eikä keskity vain kulutukseen.

Mutta Lehtinen ym. pitävät vielä parempana keinona tarkastella energiatehokkuutta käyttöasteen näkökulmasta. Käyttöaste ottaa huomioon käyttäjien määrän ja ottaa huomioon myös käyttäjien käyttämän ajan rakennuksessa, kaavan (1) mukaisesti. Tällöin otetaan huomioon myös käyttöaste eli kuinka paljon rakennusta oikeasti käytetään. Lehtisen ym. mukaan muut menetelmät kannustavat energiatehokkuusnäkökulmasta rakennusten käytön minimoimisen, joka ei ole tarkoituksenmukaista yhdellekään rakennukselle.

$$\text{Käyttötehokkuus} = \frac{\text{ostoenergiankulutus}}{\text{henkilökäyttötunnit}}$$

$$P_{\text{käyttö}} = \frac{E}{\sum (\tau_{\text{hlö}} t_{\text{hlö}})}$$

jossa

$P_{\text{käyttö}}$	käyttötehokkuus (kWh/(hlö*h))
E	ostoenergiankulutus (kWh vuodessa)
$\tau_{\text{hlö}}$	ihmisten lukumäärä (hlö, ihmisten lukumäärä)
$t_{\text{hlö}}$	käyttöaika (h, tuntia vuodessa)

KAAVA 1. Käyttötehokkuuden kaava. Peruskoulut ja energiatehokkuus.

3.1. Tutkimukset

Yksi keskeisimmistä keinoista perusparannuksen onnistumisen varmistumiseen on tarpeeksi kattavat rakennustekniset kuntotutkimukset ja muut selvitykset. Tutkimusten perusteella pystytään tekemään tietoon perustavaa päätöksentekoa, joka helpottaa korjaushankkeen saamista valmiiksi turvallisesti ja ilman yllätyksiä.

Riittävät lähtötiedot ovat korjaushankkeen peruspilarit. Perusparannuksen lähtötiedot saadaan katsomalla rakennuksen rakennepiirustuksia ja varmistamalla ne tutkimuksilla. Kuntotutkimuksissa kannattaa noudattaa siihen luotuja ohjeita esimerkiksi 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019 ja Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus 2016 Ympäristöministeriö. Noudattamalla jo valmiiksi hyväksi todennettuja ohjeita saadaan tulokseksi luotettavia tietoja, joiden perusteella suunnittelu on helpompaa.

Kuntotutkimuksissa varmennetaan rakennuksen rakennetyypit, -materiaalit ja tekniset järjestelmät sekä selvitetään mahdolliset vauriot tai toimivuuspuutteet. Jos tutkimuksissa havaitaan kosteusvaurio pian vaurioitumisen jälkeen, sen korjaaminen tulee paljon halvemmaksi kuin jos vaurio havaitaan työmaa-aikana. Kaikkein kalleimmaksi vaurio tulee, jos se havaitaan vasta korjauksen jälkeen. Vaurion laajuutta ja aiheuttajaa tulee arvioida kuntotutkimuksissa. (Koulurakennus n.d.)

Tutkimuksissa pitää myös ottaa huomioon vaaralliseksi havaitut aineet. 1950–1970-luvulla käytettiin PCB-pitoisia saumamassoja betonielementeistä rakennetuissa taloissa. Näissä taloissa voi löytää PCB:tä sauma-aineista, lattiamassoista, maaleista, lakoista, liimoista tai betonista. (Asbesti-info, 2020).

Laajamittaiset purkua vaativat selvitykset kuitenkin kannattaa tehdä vasta työmaa-aikana, johtuen teknillistaloudellisista syistä. Tämän takia perusparannuksien aikataulussa ja kustannuksissa kannattaa varautua aikataulun ja budjetin venymiseen.

Joskus kuntotutkimuksia vältellään tai vähätellään, koska pelätään epämieluisia tuloksia. Pelko huonoista tuloksista ei saa olla este tutkimusten suorittamiselle. Nykyajan tiedoilla ja osaamisella ongelmat voidaan ratkaista, mutta vasta kun ongelmat on perusteellisesti tunnistettu ja tutkittu.

3.2. Energiatehokkuuden toimenpiteiden valinta ja arviointi

Energiatehokkuuden parantamistoimet liittyvät kiinteistön vaipan, talotekniikan ja energian hankinnan ympärille. Näitä asioita muuttamalla ja parantamalla saadaan parannettua rakennuksen energiatehokkuutta. Toimenpiteiden valintaan osallistuu paljon erilaisia asiantuntijoita, kuten LVI-asiantuntijat, rakenneasiantuntijat ja hankeinsinöörit.

Perusparannushankkeen energiatehokkuustavoitteet asetetaan ennen tarkemman suunnittelun aloitusta. Tämän jälkeen aloitetaan kokoamaan listaa mahdollisista toimenpiteistä. Lista tulee olemaan laaja, koska huomioon ei oteta vielä

rakennuksen tarkempia ominaisuuksia tai museoviranomaisen mielipiteitä. (Nöjd & Nieminen 2018, 79–80.)

Listasta karsitaan ensiksi sellaiset toimenpiteet, jotka eivät sovellu rakennukseen. Listalle jääneet toimenpiteet arvioidaan tarkemmin. Arviointi tapahtuu ottamalla huomioon toimenpiteiden mahdolliset riskit ja hyötynäkökulmat. Arvioituja asioita on esimerkiksi odotettu elinkaari, huollettavuus, kustannus, ympäristöystävällisyys ja energiatehokkuus. Arvioinnin perusteella toimenpiteet laitetaan paremuusjärjestykseen. (Nöjd & Nieminen 2018, 79–80.)

Kun toimenpiteet on laitettu järjestykseen, voidaan alkaa katsoa rakennusta kokonaisuutena. Toimenpiteet sidotaan yhteen ja katsotaan, mitkä toimenpiteet toimivat parhaiten keskenään. (Nöjd & Nieminen 2018, 79–80.)

Lopuksi arvioidaan toimenpidetkokonaisuuksia ja valitaan parhaiten toimiva kokonaisuus niin taloudellisesti kuin teknillisesti. Samalla tarkastetaan, onko tavoitteisiin päästy. Jos tavoitteisiin ei päästä muutetaan toimenpidetkokonaisuuksia tai muutetaan tavoitteita. (Nöjd & Nieminen 2018, 79–80.)

Tapio Hyrkkään ja Pekka Paternon mielestä Tampereen kaupungin hankkeissa osa toimenpiteiden valinnoista on kuitenkin hyvin pitkälti päätetty etukäteen ennen tarkemman suunnittelun aloittamista. Esimerkiksi rakennusten lämmitysenergiantuotanto tulee usein olemaan kaukolämpö, koska Tampereen kaupunki omistaa oman energialaitoksen ja haluaa käyttää oman laitoksensa energiaa. Tampereen energia tekee kaukolämpöä pienellä hiilipäästöllä, joten muut vaihtoehdot eivät ole isossa kuvassa sen ympäristöystävällisempiä.

3.3. Parhaat keinot energiatehokkuuden parantamiseen

Koska ei-asuinrakennusten energiankulutus keskittyy pääasiassa ilmanvaihtoon 45 % ja valaistukseen 27 %, kustannustehokkaimmat energiatehokkuuden toimenpiteet perusparannuksessa keskittyvät näihin.

3.3.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon tehokkaimmat keinot ovat lämmöntalteenoton asennus tai sen vaihtaminen tehokkaammaksi. Lämmöntalteenotto hyödyntää rakennuksesta poistettavan ilman lämpöenergiaa ja tuota energiaa voidaan hyödyntää laitteesta riippuen niin tuloilman kuin käyttöveden lämmityksessä.

Toinen merkittävä ilmanvaihtoon keskittyvä keino on sen muuttaminen älykkääksi. Älykäs ilmanvaihto mittaa sisäilman laatua ja ohjaa ilmanvaihtolaitteita optimaalisesti, jotta laitteet toimivat sillä tehokkuudella millä niitä tarvitaan. Ilmavirtasäätöjärjestelmä vaatii kuitenkin paljon huoltoa ja on iso investointi.

Älykäs ilmanvaihto ei ole kuitenkaan toimiva ratkaisu kaikkiin kohteisiin. Hyrkäs ja Paterno kertovat suosivansa kouluissa vakioilmavirtajärjestelmiä, koska ne toimivat kouluissa tutkitusti paremmin kuin ilmavirtasäätöjärjestelmä. Vakioilmavirtajärjestelmä ei ole niin energiatehokas, mutta sillä saadaan luokkahuoneiden sisäilmastosta laadukkaampi. Lisäksi he mainitsevat lämmöntalteenoton olevan niin tehokas, että vakioilmavirtajärjestelmä ei ole merkittävästi huonompi vaihtoehto kuin älykäs ilmanvaihto.

3.3.2 Valaistus ja aurinkoenergia

Valaistus on kehittynyt energiatehokkuuden näkökulmasta lähivuosina merkittävästi, sen takia valaistuksen uudistaminen on tärkeä osa energiatehokkuuden parantamista rakennuksessa. Tehokkain keino on vaihtaa vanhat loisteputket LED valaisimiin. Uudet valaisimet eivät lämpene niin paljon kuin alkuperäiset loisteputket, joten suunnittelussa pitää ottaa huomioon valaisuksesta aiheutuva lämpökuorman pienentyminen. Valaistuksen ohjaistuksessa kannattaa myös harkita läsnäolotunnistimia.

Aurinkoenergian hyödyntäminen aurinkopaneeleilla pitäisi vähintään olla harkinnassa jokaisessa Tampereen kaupungin perusparannushankkeessa. Aurinkopaneelien asentaminen on tärkeää, koska uuden EU-direktiivin mukaan kaikissa yli 250 m² julkisissa rakennuksissa pitää hyödyntää aurinkoenergiaa vuonna 2030.

3.3.3 Rakennuksen vaippa

Rakennuksen ulkovaippaan kohdistuvilla toimenpiteillä pystytään pienentämään lämmityskustannuksia ja parantamaan energiatehokkuutta. Tampereen kaupungin perusparannushankkeissa vaippaan kohdistuvien toimenpiteiden tekeminen on useasti hankalaa johtuen rakennussuojelusta.

Minna Suomelan haastattelussa 11.4 tuli selväksi, että julkisivuun vaikuttavat muutokset ovat usein mahdottomia, koska rakennuksen suojele estää sen. Tällöin muutoksia ei voi tehdä rakennuksen ulkoseiniin, korkeuteen tai ikkunoihin. Lisäksi perusparannushankkeessa joudutaan käyttämään alkuperäisiä kantavia rakenteita, mikä rajoittaa toimenpiteitä.

Suomelan mukaan perusparannushankkeessa terveelliset ja turvalliset tilat ovat ensimmäinen prioriteetti rakenteita suunniteltaessa ja tämä tarkoittaa usein energiatehokkuuden jäämistä taka-alalle. Useissa kaupungin perusparannushankkeissa lisälämmöneristystä ei pystytä toteuttamaan, koska se aiheuttaisi rakennusfysikaalisia riskejä. Energiatehokkuutta voi kuitenkin parantaa tiivistämällä rakennusta. Suomela kertoo, että perusparannuksessa käydään kaikki vaippaan tehdyt läpiviennit läpi ja ne tehdään uudestaan, joka lisää energiatehokkuutta.

Ulkoseiniin kustannustehokkain toimenpide on lisälämmöneristys. Lisälämmöneristystä suunniteltaessa on otettava huomioon taloudellinen kannattavuus ja kosteustekninen toimivuus. Rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden arviointi yleisellä tasolla on mahdotonta johtuen erilaisista rakennetyypeistä, joten perusparannuksissa tulee ottaa huomioon kohteen erityispiirteet. Jos lisälämmöneristystä ei pystytä toteuttamaan, suositellaan lämmöneristeen vaihtamista uusiin materiaaleihin. Uusilla materiaaleilla on paljon parempi U-arvo, mikä parantaa rakennuksen energiatehokkuutta.

Lisälämmöneristys suositellaan tehtävän seinän ulkopuolelle, sillä sisäpuolisen lisäeristykseen kosteusteknistä toimivuutta ei voi taata. Sisäpuolisessa lisäeristämässä rakennusvaippaan saattaa syntyä kosteuskertymän mahdollistavat olosuhteet. Jos kuitenkin erityistapauksessa sisäpuoliseen lämmöneristämiseen

päädytään, on pidettävä huoli, että toimivuus selvitetään huomioiden rakennusdetaljit, rakennuksen ilmatiiviys ja painesuhteiden hallinta. (Nieminen, Kouhia, Ojanen & Nuutti 2013 ,32–33).

Suomela menee jopa Niemistä ym. pidemmälle ja sanoo sisäpuolisen eristämisen olevan lähtökohtaisesti tuhoon tuomittu idea. Nieminen ym. käyttäisi erityistapauksessa sisäpuolista eristämistä ja Suomela ei. Asiantuntijoiden erimielisyydet johtuvat todennäköisesti tiedon määrän lisääntymisestä. Niemisen ym. opas on julkaistu vuonna 2013 ja Suomelan haastattelu on tehty vuonna 2024. Yhdeksässä vuodessa sisäpuolisesta lisäeristämisestä on opittu paljon ja ymmärretty sen aiheuttamat riskit paremmin. Jos Niemiseltä ym. kysyttäisiin vuonna 2024 suosittelvatko he sisäpuolista eristämistä erityistapauksessa he todennäköisesti sanoisivat ei.

Yläpohjan lisälämmöneristys on tehokkain tapa parantaa yläpohjan energiatehokkuutta. Jos lisälämmöneristys ei ole mahdollista, kannattaa silti vanha eriste vaihtaa nykyaikaiseen eristykseen. Lämmöneristystä suunniteltaessa täytyy varmistaa, että tuuletus on riittävällä tasolla, ettei synny mahdollisia riskirakenteita.

Ikkunoille on kolme korjaustapaa: niiden vaihtaminen uusiin, kunnostus ja entisöinti. Korjaustavan valintaan vaikuttaa ikkunoiden nykyinen kunto, ikkunoiden tyyppi, u-arvo, g-arvo, ilmanpitävyys ja museoviraston mielipide. Ikkunoiden korjaustapa valitaan tapauskohtaisesti. Energiatehokkain valinta olisi ikkunoiden uusiminen, mutta se ei ole aina järkevää isojen kustannuksien takia. Suomelan mukaan lähtökohtaisesti ikkunat halutaan vaihtaa aina uusiin, koska niiden U-arvo on huomattavasti parempi.

Jos ikkunat päätetään kunnostaa, tiivisteiden uusiminen tehdään maalauksen ja kunnostuksen yhteydessä (peruskorjauksen suunnitteluohje, Helsinki). Lisäksi ikkunaovien kunto tarkastetaan.

3.3.4 Lämmitysmuoto ja jäähdytys

Tampereen kaupungin perusparannuksissa suositaan kaukolämpöä, koska kaupunki omistaa oman energialaitoksen. Eli jos kiinteistössä on jo valmiiksi kaukolämpö, sitä ei lähdetä muuttamaan. Jos rakennuksessa on fossiilinen lämmitysjärjestelmä, se vaihdetaan usein kaukolämpöön. Kaukolämmön valitseminen helpottaa usein suunnittelijan tehtävää, koska ratkaisut ovat samanlaisia. Lisäksi kiinteistöistä huolehtiminen peruskorjauksen jälkeen on helpompaa niin huoltomiehelle, kuin hallinnolliselle puolelle kun lämmitystapa on tuttu koko organisaatiolle.

Lämmitysjärjestelmään saatetaan tarvita muutoksia toimenpiteitä, kun rakennuksen vaipan ja ikkunoiden uusimisen myötä lämmitystarve muuttuu. Tällöin tarvitsee huomioida korjausten yhteysvaikutus.

Paternon mielestä jäähdytysjärjestelmä tulee olemaan yhä suosittu valinta kiinteistöissä ilmastonmuutoksen takia. Jäähdytyksen lisääminen lisää energian kulutusta, mikä pienentää energiatehokkuutta, mutta parantaa sisäilmasto-olosuhteita. Jäähdytysenergian kulutusta pyritään kompensoimaan aurinkoenergialla.

Kiinteistössä, jossa on sähköllä toteutettu jäähdytys, suositellaan vaihtamaan jäähdytys kaukokylmään, vaikka siitä ei ole taloudellista hyötyä, koska kaupungilla on oma kaukokylmän tuotanto ja se on sähköllä tuotettua jäähdytystä ympäristöystävällisempää.

3.4. Taloudellisuus

Energiatehokkuuteen kohdistuvia parannuksia ei kannata tehdä yksinään vaan ne kannattaa yhdistää muihin korjaustoimenpiteisiin kuten perusparannukseen. Tekemällä energiatehokkuustoimenpiteitä perusparannuksen aikana säästetään kustannuksissa ja aikataulussa.

Kustannuksissa suositellaan ottamaan huomioon rakennuksen elinkaarikustannukset. Näihin kustannuksiin kuuluu mahdolliset korjaustarpeet, muunneltavuus

ja huoltotarpeet. Kun nämä tarpeet otetaan huomioon suunnitteluvaiheessa, voidaan tarkastella eri vaihtoehtojen hinta-laatusuhdetta ja sen perusteella tehdä laskelmoituja päätöksiä.

Perusparannuksissa olisi mahdollista tehdä rakennuksista energiatehokkaampia, mutta se ei välttämättä ole järkevää useasta syystä. Investoimalla perusparannuksiin huomattavasti enemmän, energiatehokkuus nousisi, mutta investointi ei olisi järkevää, koska se ei maksaisi itseään takaisin elinkaarensa aikana. Lisäksi energiatehokkuuden maksimointi vaatisi vaativia suunnitteluratkaisuja, jotka olisi vaikeaa toteuttaa käytännössä.

3.5. Perusparannuksen jälkeinen ylläpito

Tampereen kaupunki omistaa tuhansia kiinteistöjä ja niiden ylläpito vaatii monenlaista osaamista. Jos jokaisella kiinteistöllä olisi erilainen hallintajärjestelmä, olisi kiinteistöjen huoltaminen mahdoton tehtävä. Tämän takia kaupungin kiinteistöihin suositetaan samanlaisia ylläpitoratkaisuja, jotta kiinteistöjen huolto olisi sujuvaa. Lisäksi kiinteistöistä vastaavalla huoltomiehellä pitää olla riittävän osaaminen olemassa olevasta järjestelmästä, jotta kiinteistön huolto toimii tarkoitetulla tavalla.

Perusparannuksen valmistuttua vastuu parannustoimenpiteiden ylläpidosta siirtyy rakennuksen omistajalle. Oikein tehty kunnossapito edistää kiinteistön energiatehokkuutta ja vähähiilisyyttä ja varmistaa suunnitellun mukaisen toiminnan. Hyvä kunnossapito vaikuttaa rakennuksen pitkäikäisyyteen.

Kiinteistöstrategialla saadaan kiinteistönpitoon pitkäjänteisyyttä, minkä tarkastelun aikaväli on yleensä 10–15 vuotta. Kiinteistöstrategiaan suositellaan sisällyttäväksi suunnitelma energiatehokkuuden parantamisesta ja hiilidioksidipäästöjen vähentämisestä.

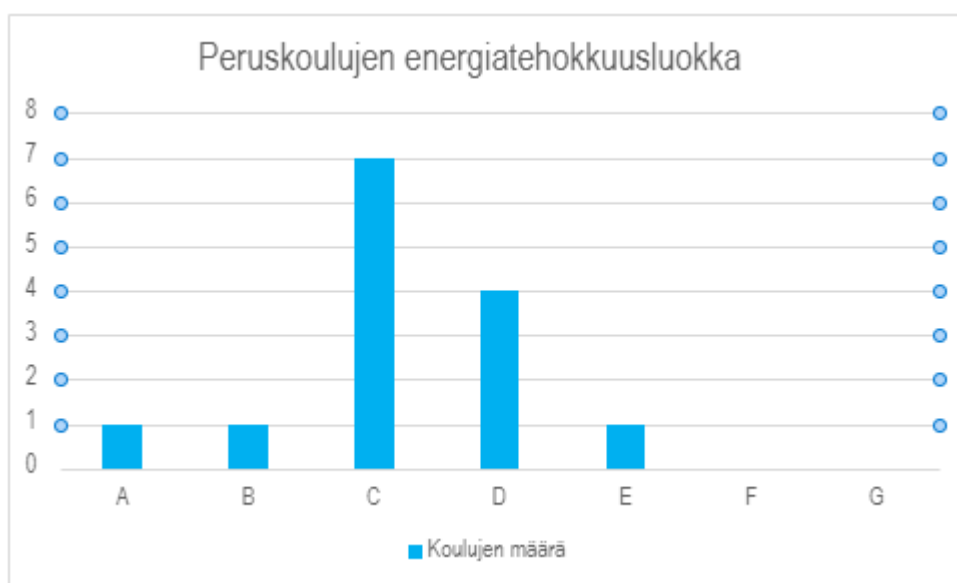
4 Tampereen peruskoulurakennukset

Tampereen kaupungilla on 53 kunnallista koulutaloa. Opinnäytetyötä varten tarkasteltiin neljäntoista peruskoulun energiatodistusta ja katsottiin kuinka tuleva rakennusten energiatehokkuusdirektiivi vaikuttaa koulurakennusten energiatehokkuuden parannus vaatimuksiin. Tarkasteluun valittiin 14 sellaista koulua, joilla oli uusimmat energiatodistukset.

4.1. Peruskoulujen energiatehokkuusluokka

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin mukaan 26 % huonoimmin suoriutuvista ei-asuinrakennuksista pitäisi parantaa vuoteen 2033 mennessä. Suomessa se tarkoittaisi vuoden 2018 energiatodistuksilla, että kaikki D ja sitä huonommat energiatodistuksen omaavat rakennukset pitäisi parantaa. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan vaihtoehtoja, joilla energiatehokkuusdirektiivin määräykset toteutettaisiin edullisesti. Taulukossa 3 näkyy neljäntoista Tamperelaisen peruskoulun energialuokkien jakauma. Kaikkien koulujen energiatehokkuusluokka on laskettu vuoden 2018 määräyksillä.

TAULUKKO 4. Peruskoulujen energialuokka.



Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin astuttua voimaan tarkoittaisi, että neljästätoista tarkasteltavasta peruskoulusta, 5:ttä jouduttaisiin parantamaan nostamalla niiden energiatehokkuusluokkaa C:hen tai paremmaksi.

4.2. Peruskoulujen energiatehokkuuden parantaminen

Neljä D energialuokanluokan koulua ovat Tammerkosken koulu, ristinarkun koulu, Kaukajärven koulu ja Kaarilan koulu. E energialuokan rakennus on Terälahden koulu. Seuraavissa alaotsikoissa esitetyt koulukohtaiset energialuokan parannusarviot perustuvat valittujen rakennusten energiatodistuksiin ja niissä esitettyihin toimenpide-ehdotuksiin ja niiden vaikutusarvioihin.

4.2.1 Takahuhdin ja Tammerkosken koulut

Takahuhdin ja Tammerkosken koulujen energialuokkien nostaminen onnistuu suhteellisen helposti. Näissä kouluissa riittäisi valaistuksen vaihtaminen loisteputkivalaistuksesta LED-valoihin. Tämä toimenpide riittäisi nostamaan molemmat koulut D luokasta C luokkaan.

4.2.2 Kaarilan koulu

Kaarilan koulussa joudutaan tekemään mittavampia toimenpiteitä. Kaarilassa osassa ilmanvaihtokoneista ei ole lainkaan poistoilman lämmöntalteenottoa. Tehokkain E-luvun parantaminen tapahtuisi lisäämällä poistoilman lämmöntalteenotto seuraaviin IV-koneisiin: TK01 B-osa kellari, TK02A Sosiaalitulat, TK08 Keittiö. Kyseisten IV-koneiden poistoilmamäärä on noin 30 % kokonaisilmamäärästä. Lisäksi kouluun suositellaan asentamaan aurinkopaneelit, koska rakennusten energiatehokkuusdirektiivin mukaan julkisissa yli 250 m² rakennuksissa pitää hyödyntää aurinkoenergiaa viimeistään 2030. Nämä toimenpiteet nostaisi koulun D luokasta C luokkaan. Kaarilan koulu on tarkoitus perusparantaa 2030-luvun alussa.

4.2.3 Kaukajärven koulu

Kaukajärven koulussa joudutaan tekemään monta toimenpidettä, että koulu saataisiin C energialuokkaan. Rakennukseen jouduttaisiin vaihtamaan ruokalaan ja keittiöön IV-kone, jossa on poistoilman lämmöntalteenotto. Ikkunoiden U-arvoa pitäisi parantaa vaihtamalla vanhat ikkunat (2,8) uusiin (1,0). Vanhat loisteputket pitäisi vaihtaa uusiin LED-lamppuihin. Lisäksi kouluun suositellaan asentamaan aurinkopaneelit. Kaukajärven koulussa on tarkoitus aloittaa perusparannus vuonna 2026.

4.2.4 Terälahden koulu

Terälahden koulussa joudutaan tekemään mittavampia toimenpiteitä, että päästään energialuokka C:hen. Ulkoseiniin pitäisi tehdä lisälämmöneristys/eristeen vaihto nykyaikaisiin eristeihin. Ulkoseinien energiatehokkuutta parantaessa pitäisi rakennuksen vaipasta tehdä tiiviimpi tiivistämällä rakennuksen liitoskohtia. Lisäksi alapohjasta pitäisi tehdä energiatehokkaampi. Ilmanvaihtokoneet pitäisi vaihtaa ja uusien koneiden pitäisi sisältää poistoilman lämpötalteenotto. Vanhat loisteputket pitäisi vaihtaa LED-valaisimiin.

Terälahden koulussa on lämmitysmuotona käytössä öljy. EU-direktiivin mukaan kaikki kiinteistön lämmitykseen käytettävät kattilat, jotka toimivat fossiilisella polttoaineella pitäisi poistaa käytöstä vuoteen 2040 mennessä. Lisäksi Tampereen hiilineutraalitekartan mukaan Tampere yrittää päästä pois omien rakennuksien öljylämmityksestä vuoteen 2025 mennessä. Lämmitysmuodon vaihtaminen maalämpöön parantaa E-lukua ja se vähentää hiilidioksidipäästöjä merkittävästi ja edistää rakennuksen energiatehokkuutta.

5 Esimerkkihanke

Messukylän kouluun kuuluu kolme opetusrakennusta. Kouluissa opiskelee noin 350 oppilasta, esikoulusta kuudenteen luokkaan saakka. Messukylän koulu perusparannettiin kolmessa vuodessa. Kaikkien rakennusten lämmitysmuoto on kaukolämpö. Puurakennus 2 kunnostettiin vuonna 2021 ja puurakennus 1 vuonna 2022. Kivirakennuksen perusparannus valmistui vuonna 2024. Perusparannus suoritettiin vanhaa kunnioittaen ja nykyisten opiskeluvaatimusten mukaisesti. (Tilapalvelut.n.d.) Hankkeen kustannusarvio on noin 8 miljoonaa euroa (alv 0 %). Energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä on selvitetty Tampereen tilapalveluiden projektipankista, johon on koottu perusparannuksen toteutus-suunnitelmat.

5.1. Puurakennus 1

Puurakennus 1 on Tampereen vanhin käytössä oleva koulurakennus. Se valmistui vuonna 1886 ja sen huoneistoala on 389 htm².

5.1.1 Alapohja

Energiatehokkuutta tehostettiin parantamalla alapohjan U-arvoa. Rakennuksessa purettiin osa vanhasta alapohjasta ja poistettiin eristeenä käytetty orgaaninen materiaali. Vanhan eristeen tilalle laitettiin nykyaikainen lämmöneriste. Vanha U-arvo oli 0,29 W/m² ja uusi on 0,15 W/m².

5.1.2 Yläpohja

Vanhat peltikatteet, laudoitukset ja levyalakattorakenteet uusittiin. Energiatehokkuutta parannettiin vaihtamalla vanha orgaaninen eriste nykyaikaiseen lämmöneristeeseen. Vanha U-arvo oli 0,47 W/m² ja uusi on 0,14 W/m².

5.1.3 Ulkoseinät

Massiivihirren U-arvoa ei pystytty parantamaan, koska kulttuurihistorialliset arvot estävät julkisivun muuttamisen ja sisäpuolinen eristys aiheuttaisi rakennusfysikaalisia riskejä.

Vanha alapohja purettiin kokonaan 600 mm lattiatason alle. Sen tilalle tehtiin uusi alapohja, jonka energiatehokkuutta parannettiin asentamalla polystyreenilevy 150 mm.

Vanha U-arvo oli 0,42 W/m² ja uusi on 0,14 W/m².

5.1.4 Ilmanvaihto

Ilmanvaihto toteutettiin keskitetyllä ilmanvaihtojärjestelmällä. Ilmanvaihtokoneita on puurakennus 1:ssä 2 kappaletta. Jokainen ilmanvaihtokoje on varustettu pyörivällä tai nestekiertoisella lämmöntalteenottolaitteella.

5.1.5 Valaistus ja ikkunat

Vanhat loistelamput vaihdettiin LED-lamppuihin. Vanhat ikkunat kunnostettiin ja säilytettiin. Ikkunoita ei voitu vaihtaa uusiin, koska kulttuurihistorialliset arvot estivät ikkunoiden vaihtamisen.

5.2. Puurakennus 2

Puurakennus 2 valmistui vuonna 1888 ja sen huoneistoala on 507 htm².

5.2.1 Alapohja

Alapohjasta purettiin kaikki paitsi kantavat hirsipalkit. Alapohja tehtiin uudestaan ja sinne lisättiin nykyaikainen lämmöneriste. Vanha U-arvo oli 0,26 W/m² ja uusi on 0,15 W/m².

5.2.2 Yläpohja

Uudella puolella vanha peltikate ja kantavat hirsipalkit jätettiin ennalleen, kaikki muut rakenteet tehtiin uusiksi. Energiatehokkuutta parannettiin vaihtamalla

vanha orgaaninen eriste nykyaikaiseen lämmöneristeeseen. Vanha U-arvo oli 0,21 W/m² ja uusi on 0,08 W/m².

Vanhalla puolella peltikate, korokepuut ja kantavat hirsipalkit jätettiin ennalleen, kaikki muut rakenteet tehtiin uusiksi. Energiatohokkuutta parannettiin vaihtamalla vanha orgaaninen eriste nykyaikaiseen lämmöneristeeseen. Vanha U-arvo oli 0,21 W/m² ja uusi on 0,17 W/m².

5.2.3 Ulkoseinät

Massiivihirren U-arvoa ei pystytty parantamaan, koska kulttuurihistorialliset arvot estävät julkisivun muuttamisen ja sisäpuolinen eristys aiheuttaisi rakennusfysikaalisia riskejä.

5.2.4 Ilmanvaihto

Ilmanvaihto toteutettiin keskitetyllä ilmanvaihtojärjestelmällä. Ilmanvaihtokoneita puurakennus 2:ssa 2 kappaletta. Jokainen ilmanvaihtokoje on varustettu pyörivällä tai nestekiertoisella lämmöntalteenottolaitteella.

5.2.5 Valaistus ja ikkunat

Vanhat loistelamput vaihdettiin LED-lamppuihin. Vanhat ikkunat kunnostetaan ja säilytetään. Ikkunoita ei voitu vaihtaa uusiin, koska kulttuurihistorialliset arvot estävät ikkunoiden vaihtamisen

5.3. Kivirakennus

Valmistui vuonna 1926 ja sen huoneistoala on 1 307 htm².

5.3.1 Alapohja

Vanha alapohja purettiin kokonaan 600 mm lattiatason alle. Tehtiin uusi alapohja, jonka energiatohokkuutta parannettiin asentamalla polystyreenilevy 150 mm. Vanha U-arvo oli 0,42 W/m² ja uusi on 0,14 W/m².

5.3.2 Yläpohja

Yläpohjasta purettiin vanha ylälaatta, eriste ja täyttöhiekka. Vanhat palkit kunnostettiin ja eristyksen tilalle asennettiin mineraalivillaa. Vanha U-arvo 0,09 oli W/m² ja uusi on 0,09 W/m².

5.3.3 Ulkoseinä

Massiivitiilen U-arvoa ei pystytty parantamaan, koska kulttuurihistorialliset arvot estävät julkisivun muuttamisen ja sisäpuolinen eristys aiheuttaisi rakennusfysikaalisia riskejä.

5.3.4 Ilmanvaihto

Ilmanvaihto toteutettiin keskitetyllä ilmanvaihtojärjestelmällä. Ilmanvaihtokoneita on kivirakennuksessa 4 kappaletta. Jokainen ilmanvaihtokoje on varustettu pyörivällä tai nestekiertoisella lämmöntalteenottolaitteella.

5.3.5 Valaistus ja ikkunat

Vanhat loistelamput vaihdettiin LED-lamppuihin. Porrashuoneiden ja ullakon ikkunat kunnostettiin ja säilytettiin. Muut ikkunat vaihdetaan uusiin ikkunoihin, joilla on parempi U-arvo.

5.4. Perusparannuksen lopputulos

Messukylän koulun perusparannus onnistui tavoitteiden mukaisesti ja tiloista saatiin nykyisten opetuskäytäntöjen mukaiset. Koulujen energiatehokkuutta parannettiin tarpeeksi, jotta tulevan energiatehokkuusdirektiivin vaatimukset täyttyvät.

Ennen perusparannusta vuonna 2018 Messukylän koulu kulutti sähköä maaliskuussa 49 000 kWh ja perusparannuksen jälkeen maaliskuussa 108 000 kWh. Perusparannuksen jälkeen sähkönkulutus on tuplaantunut, vaikka hankkeen aikana rakennuksille on tehty energiatehokkuutta parantavia

toimenpiteitä. Isoin tätä eroa selittävä tekijä on ilmanvaihtokoneiden päällä pitäminen perusparannuksen jälkeen. Ilmanvaihtokoneita pidetään hankkeen jälkeen jatkuvasti päällä yhden vuoden ajan, jotta päästään eroon perusparannuksen jälkeisestä rakennusmateriaalien ja kalusteiden päästöistä (Julkisten palvelurakennusten ilmanvaihdon 2019, 31).

Kun tarkastellaan kaukolämmön kulutusta, huomataan energiatehokkuuden parantamisen aiheuttamat hyödyt. Ennen perusparannusta vuonna 2018 Messukylän koulu kulutti maaliskuusta huhtikuussa 224 MWh ja perusparannuksen jälkeen 166 MWh. Kulutus on 25 % pienempi hankkeen jälkeen eli energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet ovat onnistuneet ainakin kaukolämmön kulutuksen pienentämisessä.

Kulutusta tarkasteltaessa täytyy kuitenkin olla varovainen, koska tarkasteluaikaväli on pieni, vain kaksi kuukautta. Tarkasteluväli on niin suppea, koska viimeinen koulurakennus valmistui helmikuussa 2024 ja tämä opinnäytetyö valmistui toukokuussa 2024. Eikä dataa koulun kulutuksesta löytynyt ennen vuotta 2018, jolloin tarkastelu perustuu vain yhteen vuoteen. Kun tarkastelu perustuu vain yhteen vuoteen, täytyy ottaa huomioon ulkoisten tekijöiden kuten ulkolämpötilojen vaikutus kaukolämmön kulutukseen.

6 POHDINTA

Uuden rakennusten energiatehokkuusdirektiivin voimaan astuminen vuonna 2026 ei todennäköisesti tuo Tampereen kaupungin toimintaan merkittäviä muutoksia. Tampereen kaupunki hoitaa kiinteistöjään Tampereen Tilapalveluiden kanssa laadukkaasti, joten energiatehokkuusdirektiivi ei edellytä kaupungilta merkittäviä lisätoimenpiteitä. Perusparannushankkeissa laskennallista E-lukua parannetaan tällä hetkellä tarpeeksi täyttääkseen rakennusten energiatehokkuusdirektiivin vaatimukset. Ongelmaksi saattaa muodostua se, ehditäänkö kaikkien rakennusten energialuokka nostamaan ennen vuotta 2033. Taloudellisesti olisi usein järkevintä parantaa energialuokkaa vasta rakennuksen elinkaaren päässä perusparannuksen yhteydessä. Mutta ehtiikö rakennuksen elinkaari loppumaan ennen vuotta 2033 ja joudutaanko kiinteistöihin tekemään ennenaikaisia perusparannuksia? Toinen taloudellisesti järkevä vaihtoehto olisi parantaa E-lukua rakennusautomaation/ ilmanvaihdon korjauksen yhteydessä. Näiden käyttöikä on lyhyempi kuin muun rakennuksen, joten niiden uusimistarve tulisi todennäköisesti ennen vuotta 2033, jos muuta rakennusta ei tarvitsisikaan päivittää.

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivissä määrätään parantamaan 26 % huonimmin suorituvista ei-asuinrakennuksista vuoteen 2033 mennessä. Tässä opinnäytetyössä 26 % tulkittiin olevan kaikki C energialuokkaa huonommat rakennukset. Opinnäytetyön tulkinta perustui energiatodistusrekisterin dataan vuoden 2018 energiatodistuksilla. On mahdollista, että rakennusten energiadiirektiivin vaatimustaso voi olla huonompi kuin C tai D, jos 2013 vuoden energiatodistukset vaikuttavat merkittävästi kansallisen toimeenpanoryhmän mielipiteeseen.

Toinen tärkeä energiatehokkuusdirektiivin tuoma muutos on aurinkoenergian hyödyntäminen. Kaikissa julkisissa rakennuksissa, jotka ovat yli 250 m² pitäisi hyödyntää aurinkoenergiaa vuonna 2030. Tämän vaatimuksen toteuttaminen saattaa aiheuttaa ongelmia Tampereen kaupungille. Aikataulu tämän toteuttamiseen on todella tiukka ja kaupunki omistaa paljon kiinteistöjä. Lisäksi ongelmaksi saattaa muodostua aurinkopaneeleiden saatavuus. Jos koko EU alkaa

toteuttamaan samaan aikaan samalla aikataululla aurinkovoiman hyödyntämistä, ei Euroopassa ole todennäköisesti tarpeeksi aurinkopaneeleita vaatimuksen toteuttamiseen.

Perusparannuksessa isoimmat haasteet energiatehokkuuden parantamiseen piilevät rakennussuojelussa. Rakennussuojelu on erittäin tärkeää, koska sillä suojataan Suomalaista identiteettiä ja kulttuuriperintöä. Energiatehokkuuden kannalta se kuitenkin vaikeuttaa rakennusten kulutuksen pienentämistä, varsinkin rakenteiden U-arvon parantamista.

Säännöllinen rakennusautomaatiojärjestelmän säätöjen tarkistaminen tuo merkittäviä rahallisia säästöjä. Automaation seurannalle olisi taattava riittävät resurssit kiinteistönhoidon puolelta, jotta kiinteistöhoito ehtisi tehdä myös energiatehokkuuden parantamista säätöjen avulla, eikä vain keskittyä kiireellisimpiin töihin. Lisäksi perusparannusta suunniteltaessa pitäisi huomioida kiinteistöhuollon tarpeet ja osaaminen. Säännöllinen käyttö ja ylläpito parantavat niin rakennuksen energiatehokkuutta, kuin pidentävät rakenteiden ja teknisten järjestelmien käyttöikä.

Mahdollisia jatkotutkimusaiheita on rakennusautomaation ja kiinteistöhuollon huomioiminen perusparannushankkeissa. Kuinka rakennusautomaatio vaikuttaa perusparannukseen ja voidaanko suunnittelussa jotenkin ottaa automaatio paremmin huomioon? Pitäisikö kiinteistöhuollolle antaa enemmän aikaa kiinteistöjen säätöjen parantamiseen ja kuinka iso rahallinen hyöty siitä seuraisi?

LÄHTEET

Ekorem. 2005. Rakennusten energiankulutuksen ja CO₂-ekv päästöjen tarkastelumalli. Juhani, H, Nippala, E & Nuuttila, H.

Energiatehokkuusdirektiivi. 2023. Motiva. 3.11.2024. Viitattu 5.5.2024.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/direktiivit/energiatehokkuusdirektiivi_%28eed%29

Energiatodistusrekisteri. 2024. VERTAA RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKUUTTA MUIHIN SAMANKALTAISIIN RAKENNUKSIIN. Viitattu 7.3.2024. <https://www.energiatodistusrekisteri.fi/tilastot?kayttotarkoitus=10>

Euroopan parlamentti. 2018. Kasvihuonekaasupäästöt EU:ssa ja maailmalla. 21.12.2023. Viitattu 7.5.2024. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20180301STO98928/kasvihuonekaasupaastot-eu-ssa-ja-maailmalla-infografiikka>

General Secretariat of the Council. 2023. Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the energy performance of buildings (recast) ,3, 17, 62, 69, 127. 14.12.2023. PDF-dokumentti. Viitattu 7.5.2024. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-16655-2023-INIT/en/pdf>

Hiilineutraali Tampere-tiekartta, 76. 3.10.2022. PDF-dokumentti. Viitattu 8.5.2024. https://www.tampere.fi/sites/default/files/2022-10/hiilineutraali_tampere_2030_tiekartta-paivitys_2022.pdf

Julkisten palvelurakennusten ilmanvaihdon käytön yleisohje ja Julkisten palvelurakennusten ilmanvaihdon käytön yleisohjeen perustelumuuisto, 31. 14.3.2019. PDF-dokumentti. Viitattu 12.5.2024. https://www.motiva.fi/files/19359/Ilmanvaihdon_kayton_yleisohje_ja_perustelumuuisto_20190314.pdf

Nöjd, K & Nieminen, J. 2018. Energiatohokkuuden parantaminen kulttuurihistoriallisesti arvokkaan rakennuksenkorjaushankkeessa, 20-21. PDF-dokumentti. Viitattu 7.5.2024. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161268/SY_6_18_Energiatohokkuuden%20parantaminen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kiinteistöalan energiatohokkuussopimus, 5. 14.10.2016. PDF-dokumentti. Viitattu 8.5.2024. <https://energiatohokkuussopimukset2017-2025.fi/wp-content/uploads/2016/10/Asuinkiinteistot-Kiinteistoala-VAETS-1.pdf>

Suomela, M. Rakenneasiantuntija. Haastattelu 11.4.2024. Microsoft Teams. Haastattelu on litteroitu.

Motiva. n.d. Rakennuksen energiatodistus esite. PDF-dokumentti. Viitattu 7.5.2024. https://www.motiva.fi/files/16351/Mika_on_rakennuksen_energiatodistus_esite_2018.pdf

Tampereen Tilapalvelut. n.d. Messulyän koulun perusparannus. Viitattu 8.5.2024. <https://tampereentilapalvelut.fi/hankkeet/messukylan-koulun-perusparannus/>

Hyrkäs, T. LVI-asiantuntija. Paterno, P. LVI-asiantuntija. Lahdensivu, S. Hankepäällikkö. Haastattelu 3.3.2024. Hervanta. Haastattelu on litteroitu.

Ympäristöministeriö. 2020. Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020-2050, 20–21,34. 10.3.2020. PDF-dokumentti. Viitattu 7.5.2024.

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

Ympäristöministeriö. 2023. Rakennusten energiatohokkuusdirektiivistä alustava sopu. 8.12.2023. Viitattu 7.5.2024. <https://ym.fi/-/rakennusten-energiatohokkuusdirektiivistä-alustava-sopu>

Ympäristöministeriö. 2023. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivistä alustava sopu. 8.12.2023. Viitattu 7.5.2024. <https://ym.fi/-/rakennusten-energiatehokkuusdirektiivista-alustava-sopu>

LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset

1. Kuinka tärkeä energiatehokkuuden parantaminen on perusparannushanketta suunniteltaessa?

2. Mitkä asiat menevät energiatehokkuuden edelle?

3. Kuinka energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden valintaprosessi etenee?

4. Onko Tampereen kaupunki sitoutunut sopimukseen, jotka vaativat parempia energiatehokkuus vaatimuksia kuin asetukset ja lait?

5. Erotellaanko energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden arvioidut kustannukset muista kustannuksista?

6. Minkä takia energiatehokkuuden parannuksia tehdään yleensä vain perusparannuksien yhteydessä?

7. Missä muodossa energiatehokkuuden tavoitteet asetetaan, kun suunnitellaan hanketta? Rakennuksen energialuokan parantaminen/E-luku/kiinteistön kokonaiskulutuksen vähentäminen/elinkaarilaskenta/hiihijalanjälki/jokin muu keino?

8. Otetaanko rakennuksen energiatodistukset perusparannushankkeen suunnittelussa mukaan, kun tarkastellaan energiatehokkuuden parantamista?

9. Tehdäänkö kohteeseen tarpeeksi riittävät tutkimukset ennen suunnittelun aloitusta?

10. Tehdäänkö kohteisiin energiakatselmus ja kuinka sitä hyödynnetään?

11. Mitkä ovat yleisimmät energiatehokkuuden parantamiskeinot ja miksi?

12. Vaihdetaanko perusparannuksissa usein lämmitys- tai jäähdytysjärjestelmää?

13. Mitä haasteita tulee yleensä vastata energiatehokkuutta parantaessa?

14. Kuinka kulttuurihistorialliset arvot vaikuttavat perusparannushankkeissa?

15. Energiatehokkuuden parannuksilla on edelleen maine sisäilmaongelmien aiheuttajana. Aiheuttaako energiatehokkuusremontit nykyään sisäilmaongelmia ja kuinka niitä yritetään välttää?