

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikan koulutus

2023

Sini Savolainen

Esiselvitys kiinteistöjen mahdollisuuksista hiilineutraaliuteen

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Energia- ja ympäristötekniikan koulutus

2023 | 45 sivua

Sini Savolainen

Esiselvitys kiinteistöjen mahdollisuuksista hiilineutraaliuteen

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä esiselvitys seitsemän eri kiinteistön energiankäytöstä ja analysoida sähkön-, lämmön- ja vedenkulutustietoja. Selvityksen tarkoituksena oli pohtia mahdollisia ratkaisuja kohti kiinteistöjen käytönaikaista hiilineutraaliutta. Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda esiin kiinteistöjen käytönaikaiseen hiilineutraaliuteen vieviä mahdollisuuksia ja energiatehokkuuden parantamiseen liittyviä tekijöitä.

Opinnäytetyön suorittamista varten työaikana tehtiin jokaiselle kohteelle kohdekäynnit ja samalla haastateltiin kohteen isännöitsijää tai huoltomiestä sekä saatiin tietoa kohteiden historiasta, nykyhetkestä ja tulevaisuuden suunnitelmista energiankäytön tehostamisen näkökulmasta. Esiselvitys tehtiin kohteella tehtyjen havaintojen ja muun saadun materiaalin pohjalta. Kiinteistöjen kulutustietoja hyödynnettiin mahdollisten energiatehokkuuteen vaikuttavien toimenpiteiden pohdinnassa. Hiilineutraaliutta ja energiatehokkuutta käsitellään opinnäytetyössä myös yleisesti ja tuodaan esille erilaisia mahdollisia ratkaisuja energiankäytön tehostamiselle kiinteistöissä.

Asiasanat:

Hiilineutraalius, energiatehokkuus, kiinteistöt, ominaiskulutus

Bachelor's | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Energy and environmental technology

2023 | 45 pages

Sini Savolainen

A preliminary investigation of the properties' possibilities for carbon neutrality

The purpose of the thesis was to devise a preliminary study of the energy use of seven different properties and to analyze their electricity, heat, and water consumption data. The purpose of the survey was to consider possible solutions towards carbon neutrality at the properties during their use. The aim of the thesis was to bring out the possibilities leading to carbon neutrality of buildings in their use-phase and factors related to improving energy efficiency.

For the completion of the thesis, site visits were made to each site during the working hours. At the same time the property manager or maintenance man were interviewed and information obtained on the sites' history, present situation and plans from the point of view of improving energy use. The preliminary investigation was made based on the observations made at the site and other materials obtained. The buildings' consumption data was utilized in considering possible measures affecting energy efficiency. Carbon neutrality and energy efficiency are also discussed in general in the thesis, and different possible solutions for improving energy use in real estate are displayed.

Keywords:

Carbon neutrality, energy efficiency, real estate, specific consumption

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	7
2 Ilmaston lämpeneminen ja hiilijalanjälki	9
2.1 Kasvihuonekaasut	10
2.2 Ilmastotavoitteet	12
2.3 Hiilijalanjälki	12
2.3.1 Rakennusten käytönaikainen hiilijalanjälki	13
3 Energiatehokkuus	15
3.1 Kiinteistöjen energiatehokkuus	16
3.1.1 Ilmanvaihto	17
3.1.2 Lämmitys ja jäähdytys	18
3.1.3 Vesi	20
3.1.4 Sähkö	21
3.1.5 Rakenteet	22
3.2 Lainsäädäntö	23
3.3 Tavoitteet	23
4 Kohdekäynnit	25
4.1 Yleistä kohteista	26
4.2 Tehtyjä ja suunnitelmassa olevia energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä	26
4.3 Kulutustietojen analysointi	28
4.4 Haastateltavien henkilöiden mielipiteet ja ajatukset	31
5 Mahdollisuudet hiilineutraaliuteen	34
5.1 Ilmanvaihto	34
5.2 Lämmitys ja jäähdytys	35
5.3 Sähkö	36
5.4 Rakenteet	37

6 Yhteenveto ja päätelmät	38
Lähteet	40

Kuviot

Kuvio 1. Kasvihuonekaasupäästöt kaasuittain 2021 (Lähdeviite).	11
Kuvio 2. Energian kokonaiskulutus energialähteittäin 2022Q3 (Lähdeviite).	16
Kuvio 3. Esimerkki yhden kohteen veden kuukausikulutuksesta.	28
Kuvio 4. Esimerkki yhden kohteen lämmön kuukausikulutuksesta.	29
Kuvio 5. Esimerkki yhden kohteen sähkön kuukausikulutuksesta.	30

Taulukot

Taulukko 1. Lämmön, sähkön ja veden ominaiskulutuksia vuosilta 2021 ja 2022.	31
--	----

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

CH ₄	Metaani
CLRTAP	Convention on Long-Range Transboundary Air Pollutants = kaukokulkeutumissopimus
CO	Hiilimonoksidi
CO ₂	Hiilidioksidi
CO ₂ e	Hiilidioksidiekvivalentti
EED	Energiatehokkuusdirektiivi
EPBD	Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi
EU	Euroopan Unioni
H ₂ O	Vesihöyry
NMVOG	Muut kuin metaania sisältävät haihtuvat orgaaniset yhdisteet
N ₂ O	Dityppioksidi
O ₃	Otsoni

1 Johdanto

Energiankulutus ja sen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt ovat olleet tärkeä aihe lähivuosina. Ilmastonmuutoksen vakavuus on huomattu ja toimenpiteitä sen hillitsemiseksi on ryhdytty tekemään. Rakennukset aiheuttavat reilun kolmanneksen energiaan liittyvistä päästöistä, ja 40 prosenttia EU:n energian käytöstä on rakennuksien kuluttamaa energiaa. Tämän vuoksi rakennusten energiatehokkuutta parantava työ on erittäin tärkeää, ja siihen täytyy panostaa. Suurin osa rakennusten käyttämästä energiasta (n. 80 %) kuluu rakennuksien lämmitykseen ja jäähdytykseen (Euroopan komissio 2021). Rakennusten energiatehokkuutta parantamalla päästään lähemmäs rakennusten käytönaikaista hiilineutraaliutta.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään kiinteistöjen käytön aikaista energiankulutusta ja mahdollisia säästökohtia kohti hiilineutraaliutta, tavoitteena kiinteistöjen käytönaikainen hiilineutraalius. Työssä käsitellään yleisesti seitsemää kiinteistöä, jotka sijaitsevat eripuolella Suomea. Kiinteistöjen energiankulutustietoja ja kohteilta saatuja yleistietoja hyödyntäen pohditaan mahdollisia vaihtoehtoja, joilla kiinteistöt voitaisiin saada energiatehokkaammaksi ja sitä kautta hiilineutraaliksi. Opinnäytetyö suoritettiin toteuttamalla kyseisille kiinteistöille kohdekäynnit. Kohdekäynneillä kiinteistöistä tarkasteltiin ulkoisesti havaittavissa olevia seikkoja energiatehokkuustoimenpiteiden mahdollisuuksia ajatellen. Lisäksi haastateltiin kohteiden isännöitsijää tai huoltomiestä. Haastatteluiden ideana oli saada tietoa kiinteistöistä ja sen asioita hoitavien henkilöiden näkökulmista ja ajatuksista kyseisten kohteiden energiatehokkuuden parantamisessa.

Opinnäytetyön alussa käydään läpi ilmaston lämpenemistä, sen ollessa merkittävä syy tämän opinnäytetyön kaltaisille töille sekä käsitellään keinoja, joilla kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen eli energiatehokkuuden parantaminen voisi olla mahdollista. Seuraavaksi käydään läpi työssä toteutetuilta kohdekäynneiltä saatuja tietoja kyseisistä kohteista ja tarkastellaan

kohteiden kulutustietoja. Opinnäytetyön lopussa pohditaan mahdollisuuksia, joita näillä kiinteistöillä olisi hiilineutraaliuden saavuttamiseksi.

2 Ilmastonlämpeneminen ja hiilijalanjälki

Tämän hetken suurin globaaleista haasteistamme maapallolla on ilmaston lämpeneminen. Ilmaston lämpeneminen aiheutuu kasvihuonekaasupäästöistä, jotka ovat lisääntyneet ihmisten toiminnan seurauksena. Kasvihuonekaasut päästävät auringonsäteet lävitseen ja samalla estävät osittain maapallolta avaruuteen lähtevän lämpösäteilyn pääsyä avaruuteen. Tämä toiminto pitää lämmön maapallolla elinkelpoisena. Ihmisten toiminta on kuitenkin aiheuttanut kaasujen merkittävää kasvua, jolloin ilmasto lämpenee liikaa. Keskimäärin yli asteen lämpeneminen on jo tapahtunut esiteollisesta ajasta ja 1,5 asteen lämpenemisellä olisi katastrofaalisia seurauksia. Arktiset alueet ovat kaikista herkimpiä ilmaston muutokselle, ja näillä alueilla lämpeneminen tapahtuu muita alueita nopeammin. (WWF n.d.)

Ilmaston muutoksen vaikutuksia luontoon:

- Arktisten alueiden jääpeitteiden sulaminen
- Meriveden nousu ja meriin varastoituneen hiilidioksidin aiheuttama veden happamoituminen
- Eläinlajien uhanalaistuminen ja sukupuuttoon kuoleminen
- Tuholaishyönteisten ja kasvitautien lisääntyvä määrä
- Sään ääri-ilmiöt (myrskyt, rankkasateet ja kuivuus)

Ilmastonmuutosta voidaan hillitä pääasiassa fossiilisista polttoaineista luopumalla. Fossiilisten polttoaineiden tilalle on tärkeää vaihtaa uusiutuvia energian lähteitä, kuten tuuli- aurinko- ja vesivoimaa. Toinen huomattava hillintäkeino on liikkumisen sähköistäminen sekä kevyen- ja joukkoliikenteen lisääminen. Lisäksi ruuan tuotannolla ja kulutuksella on merkittäviä vaikutuksia ilmaston muutoksen hillitsemisessä. Kasvipainotteisen ruoan tuotanto on huomattavasti vähempi päästöistä kuin liha- ja maitotuotteiden tuotanto. On kuitenkin olennaista miettiä päästövähennysten lisäksi myös jo ilmakehässä olevan hiilen sidontaa. Metsien suojelu ja kasvattaminen on erinomainen keino pitää huolta riittävistä hiilinieluista maapallollamme. Metsistä huolehtiminen

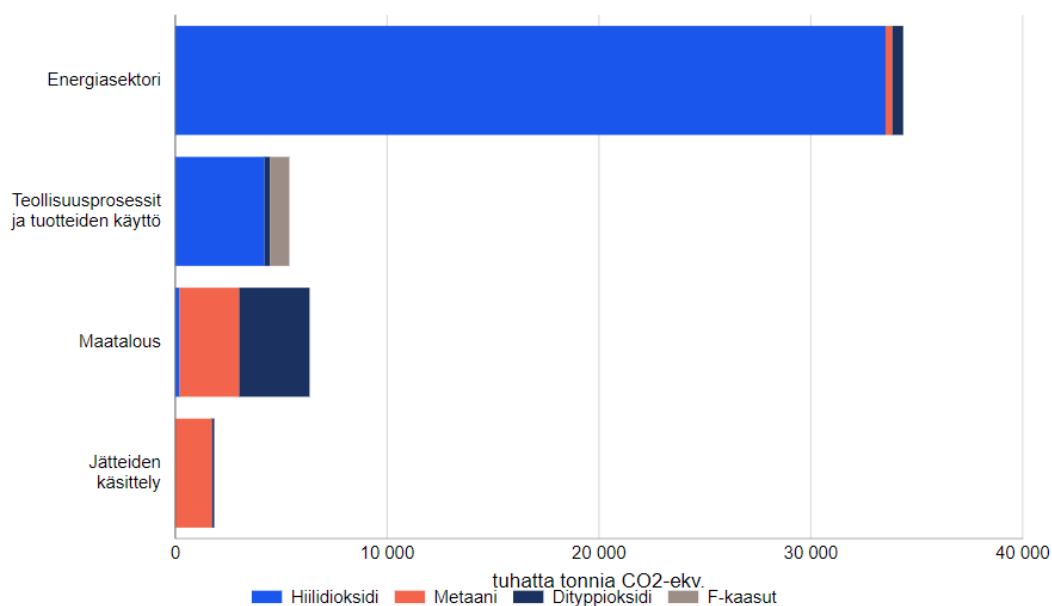
auttaa luontoa myös pysymään monimuotoisena, joka luo perustaa kaikelle elämälle. (WWF n.d.)

2.1 Kasvihuonekaasut

Luonnollisten kasvihuonekaasujen aikaansaama kasvihuoneilmiö voimistuu, kun ihmisten aiheuttamat kasvihuonekaasut vapautuvat ilmaan.

Kasvihuonekaasupäästöjen kasvu on noin 1,3 % vuodessa, joka aiheuttaa ilmaston liiallista lämpenemistä eli ilmastonmuutoksen. Kasvihuonekaasuja ovat esimerkiksi vesihöyry (H₂O), hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄), otsoni (O₃) ja dityppioksidi (N₂O). Kasvihuonekaasupäästöjä on säädelty Pariisin ilmastosopimuksessa. Suurin osa kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu energiasektorilta. Kuten kuviosta 1. voidaan havaita energiasektorilta tulevien hiilidioksidipäästöjen olevan selvästi suurin päästölähde. Uusiutuvien energialähteiden lisääntynyt käyttöönotto on auttanut energiasektoria pienentämään kasvutahtiaan päästöjen osalta, mutta taloudellisen kasvun aiheuttamaan lisääntyneeseen energiankulutukseen ei kuitenkaan ole ehditty vastata vähäpäästöisen teknologian ja energiatehokkuuden kehityksen osalta. Tämän vuoksi energiasektorin päästötaso jatkaa kuitenkin kasvuaan jatkuvasti. Maatalous on toinen suuri päästölähde, mutta sen päästötasossa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia viimeisimpien vuosien aikana. (Suomen ympäristökeskus 2022.)

Kasvihuonekaasupäästöt kaasuittain 2021* (GWP=AR5, *ennakkotieto)



Kuvio 1. Kasvihuonekaasupäästöt kaasuittain 2021 (Suomen virallinen tilasto (SVT) 2021).

Kasvihuonekaasut vaikuttavat joko suorasti tai epäsuorasti ilmaston lämpenemiseen. Suoraan ilmastonmuutokseen kasvihuonekaasut vaikuttavat absorboimalla auringonsäteilyä itseensä, näitä kaasuja ovat aiemmin luetellut esimerkit kasvihuonekaasuista. Epäsuora vaikutus ilmenee, kun ilmakehään vapautuneet kaasut reagoivat, muodostaen ilmastoa lämmittäviä kaasuja. Esimerkiksi typen oksidit (NO_x), muut kuin metaania sisältävät haihtuvat orgaaniset yhdisteet (NMVOC) ja hiilimonoksidi (CO) muodostavat muun muassa alailmakehän otsonia (O_3), joka on ilmastoa lämmittävä kaasu. Myös epäsuorasti ilmastoa lämmittäville kaasuilla voi olla suora vaikutus ilmaston lämpenemiseen, mutta niiden epäsuora vaikutuskanava on tärkeämpi. (Silvonen n.d.) Pariisin sopimuksen vähennysvelvoitteet eivät koske NO_x , NMVOC ja CO-päästöjä. Muissa kansainvälisissä sopimuksissa, kuten kaukokulkeutumissopimuksessa (CLRTAP = Convention on Long-Range Transboundary Air Pollutants) on kuitenkin asetettu rajoituksia myös näille

päästöille ja niitä huomioidaan kokonaispäästö laskuissa. (Tilastokeskus n.d. Epäsuorat.)

2.2 Ilmastotavoitteet

Pariisin ilmastososopimus on astunut voimaan 4.11.2016, ja se on valtaosin hyväksytty 2018. Sopimuksen tavoite on pysyä selvästi alle kahden asteen lämpötilan nousussa suhteessa esiteolliseen aikaan ja pyrkimys toimiin, joilla lämpötilan nousu saataisiin pidettyä alle 1,5 asteen. Sopimus ei edellytä osallisia määrällisiin päästövähennysvelvoitteisiin, mutta kaikilta osallisilta odotetaan tehokkaita ja hiljalleen kiristyviä toimenpiteitä. Sopimuksella on tarkoitus saada päästövähennyksien lisäksi rahoitusta suunnattua ilmastokestävään kehitykseen sekä sopeutua ilmaston muutokseen. Osallisten edistymistä suhteessa tavoitteisiin seurataan viiden vuoden välein, joista ensimmäinen tarkastelu suoritetaan 2023. (Ympäristöministeriö n.d. Pariisin.)

Suomen ilmastopolitiikka kasautuu kansallisen ilmastolain ympärille. Laki on astunut voimaan 1.6.2015 ja sen mukaan 80 prosenttia Suomen kasvihuonekaasupäästöistä on vähennettävä vuoteen 2050 mennessä. Vertailun kohteena on vuoden 1990 päästöt. Sanna Marinin hallitus on asettanut Suomen tavoitteeksi olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Suomea sitovat myös Euroopan unionin asettamat velvoitteet ja päätökset. (Ympäristöministeriö n.d. Suomen.)

2.3 Hiilijalanjälki

Hiilijalanjälki on keino mitata ihmisten aiheuttamia ilmastovaikutuksia, laskemalla ihmisten toiminnasta aiheutuvia päästöjä. Se ilmoitetaan usein hiilidioksidiekvivalenteina (CO₂e), jolloin mukaan on huomioitu myös muut kasvihuonekaasut hiilidioksidin (CO₂) lisäksi. Hiilijalanjälki voidaan laskea ihmisen toiminnan alaisille asioille, kuten esimerkiksi yrityksille, tuotteille tai palveluille. (Sjöstedt 2018.) Keskivertosuomalaisen hiilijalanjälki on noin 10 300

kg CO₂e/Hlö/vuosi. Tähän on laskettu yhteen kaikki päästöjä aiheuttavat osat alueet, jotka keskivertosuomalaisen elämäntapoihin kuuluvat. Tällainen hiilijalanjälki ei ole lähelläkään kestävä tasoa ja siksi on erittäin tärkeää, että jokainen pohtisi omaa hiilijalanjälkeään ja pyrkisi pienentämään sitä, jo pienillä teoilla on merkitystä lopulta. Globaalisti kestävä taso ihmisen hiilijalanjäljelle olisi noin 1000 kg CO₂e/Hlö/vuosi. Ihmiset pitävät ilmastonmuutosta vakavana ongelmana, mutta merkittäviä valintoja sen hillitsemiseksi ei tehdä tarvittavaa määrää. Merkittävimpiä valintoja hiilijalanjäljen pienentämiseksi ovat energiavalinnat, lämpimän veden käyttö sekä liikkuminen. (Laakso 2018.)

Pyrkimys kaikelle ihmisten toiminnalle, joka aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä on saavuttaa hiilineutraalius eli tavoitteena on tuottaa korkeintaan niin paljon hiilidioksidipäästöjä, kuin niitä on mahdollista sitoa hiilinieluihin. Aluksi on selvitettävä nykytilanne, jonka perusteella voidaan tehdä suunnitelma jatkotoimenpiteistä kohti hiilineutraaliutta. Ensimmäisenä toimenpiteenä on hiilijalanjäljen pienentäminen minimiin. Energiatehokkuuden parantaminen on monessa asiassa ratkaisevassa roolissa, josta päästövähennyksiä on hyvä tehdä. Toinen toimenpide, joka voidaan tehdä, jos energiatehokkuuden lisäämisellä ei päästä toivottuun lopputulokseen, on päästöjen kompensointi. Päästöjen kompensointia voi olla esimerkiksi uusiutuviin energialähteisiin investoiminen, mikä saa aikaan päästövähennyksiä, jossain muualla. Näin ollen oman toiminnan aiheuttamat hiilidioksidi päästöt, joita ei ole ollut mahdollista karsia, saadaan kompensoitua ja päästään itse hiilineutraaliksi. (Euroopan parlamentti 2022. Mitä.)

2.3.1 Rakennusten käytönaikainen hiilijalanjälki

Rakennuksen kokonaishiilijalanjälkeen lasketaan kaikki sen elinkaaren aikana aiheutuneet päästöt. Olennaisin osa hiilijalanjälkeä on kuitenkin käytönaikaisen hiilijalanjäljen osuus, eli energian käyttö (Rakennuslehti 2011). Tähän voidaan vaikuttaa kiinnittämällä huomiota rakennuksen energiatehokkuuteen. Jo rakennusvaiheessa rakennus voidaan suunnitella siten, että sen kokonaisenergiankulutus on mahdollisimman pieni käytön aikana. Olemassa

olevien rakennusten energiankulutuksen minimoimiseksi tehdään myös toimenpiteitä, sillä rakennuskanta ei uudistu hetkessä. Olemassa olevien rakennusten energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa käytöllä, huollolla ja energiakorjauksilla. Rakennuksen omaan energiatehokkuuteen panostaminen on ensisijainen keino kohti hiilineutraaliutta. (Rakennusteollisuus n.d.)

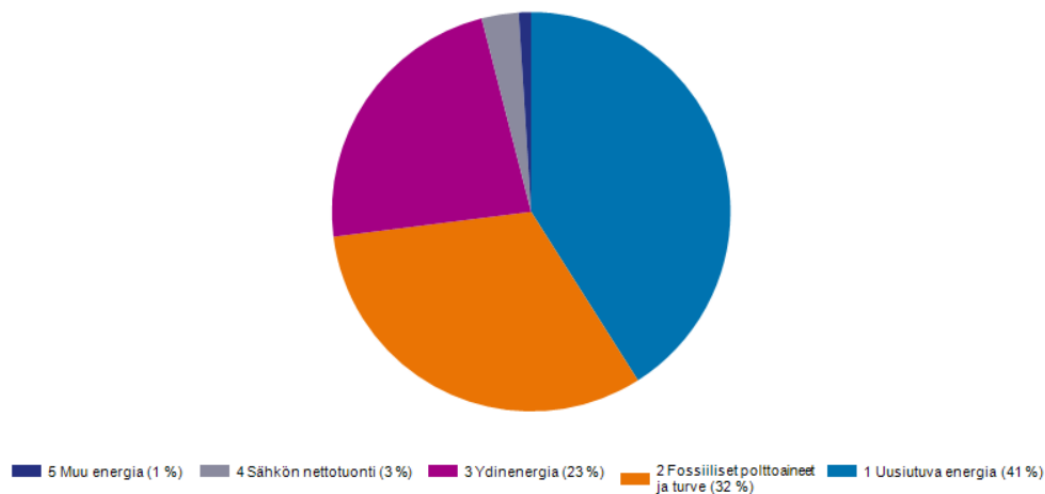
Rakennusten hiilineutraaliuden saavuttamiseen vaikuttaa tietysti myös käytettävän energiantuotantotapa. Uusiutuvia energianlähteitä, joiden varanto ei pitkälläkään aikavälillä vähene, hyödyntämällä saadaan merkittäviä vähennyksiä rakennusten aiheuttamiin päästöihin. (Bruce-Hyrkäs 2020.) Uusiutuvia energianlähteitä ovat aurinkoenergia, lämpöpumpuilla talteen otettu maa- ja ilmalämpöenergia, vesi- ja tuulivoima, biokaasu, kierrätys- ja jätepolttoaineiden biohajoava osuus ja puuperäiset sekä kasvi ja eläinperäiset polttoaineet (Tilastokeskus n.d. Uusiutuvat).

3 Kiinteistön energiatehokkuus

Ilmastonmuutoksen kiihtyessä, energiatehokkuudesta on tullut yhä tärkeämpää hiilidioksidipäästöjen vähentämisen tavoittelussa. Energiatehokkuus ei kuitenkaan vähennä ainoastaan päästöjä vain tuottaa samalla myös kustannussäästöjä. Energiankulutuksen vähentämisestä hyötyvät niin ilmasto ja sitä kautta maapallo, kuin myös ihmisten ja yritysten taloudellinen tilanne. Energiatehokkuuteen liittyviä toimia, joita ovat esimerkiksi energiatehokkuussopimukset, energiakatselmukset ja energianeuvonta, hallinnoi ja ohjaa energiavirasto. (Energiavirasto n.d.)

Maailman tilanne koronapandemian sekä Venäjän ja Ukrainan sodan myötä on vaikuttanut Suomen ja koko Euroopan energiatalouteen. Vallitsevan energiakriisin ja epävarmuuden vuoksi, riippuvuutta Venäjän fossiilisista polttoaineista on päätetty vähentää asteittain. Ilmastotavoitteiden puolesta tilanteen aiheuttama päätös on positiivinen. Energiatehokkuuden lisääminen edesauttaa tähän päämäärään pääsemistä, sillä on helpompi päästä eroon polttoaineriippuvuuksista, kun energian tarve ei ole niin suuri. (Eurooppa-neuvosto 2022.) Uusiutuvien energialähteiden käytön lisääminen sähköntuotannossa, teollisuudessa, rakennuksissa ja liikenteessä poistaisi riippuvuutta Venäjän fossiilisiin polttoaineisiin. Uusiutuvan energian osuutta EU:n energiankulutuksessa on jo lisätty huomattavasti aiempaan nähden ja tavoitteita on nostettu korkeammalle. Vuonna 2020 EU:n energiankulutuksesta 22,1 % oli uusiutuvaa energiaa, ja tämänhetkinen tavoite on nostaa osuutta 45 %:iin vuoteen 2030 mennessä. (Euroopan parlamentti 2022. Uusiutuva.) Kuviossa 2. on kuvattuna energian kokonaiskulutus energialähteittäin vuoden 2022 kolmannelta neljännekseltä. Siinä uusiutuvan energian kulutuksen osuus on jo 41 %.

Energian kokonaiskulutus energialähteittäin muuttujina Energialähde. Osuus energian kokonaiskulutuksesta (%), 2022Q3*.



Kuvio 2. Energian kokonaiskulutus energialähteittäin 2022Q3 (Suomen virallinen tilastokeskus 2022).

3.1 Kiinteistöjen energiatehokkuus

Rakennukset aiheuttavat reilun kolmanneksen energiaan liittyvistä päästöistä ja 40 prosenttia EU:n energian käytöstä on rakennuksien kuluttamaa energiaa. Suurin osa (n. 80 %) kuluu rakennuksien lämmitykseen ja jäähdytykseen. EU:ssa fossiilisten polttoaineiden osuus lämmitykseen ja jäähdytykseen käytetystä energiasta on 76 prosenttia. Tämän vuoksi on otettu käyttöön rakennusten perusparannusstrategian mukaisia toimenpiteitä, joiden avulla asetettu tavoite, että uusiutuvien energialähteiden käyttö rakennusten energian kulutuksessa olisi vähintään 49 prosenttia vuoteen 2030 mennessä, voitaisiin saavuttaa. (Euroopan komissio 2021.)

Energiatehokkuus on kiinteistöjen merkittävin keino vähentää hiilidioksidipäästöjä. Tekemällä kiinteistöissä toimenpiteitä, joiden avulla energiansäästöä saadaan aikaiseksi, päästään askel lähemmäs kiinteistön hiilineutraaliutta. Kiinteistöllä kuluu energiaa muun muassa rakennuksen

lämmitykseen, ilmanvaihtoon ja jäähdytykseen sekä valaistukseen. (Lyytimäki ym. n.d.) Yleisin menetelmä, jolla voidaan mitata kiinteistöistä aiheutuvia päästöjä, on Greenhouse Gas Protocol -standardi. Sen avulla voidaan selvittää merkittävimmät päästölähteet, jonka pohjalta tehdä toimenpidesuunnitelmia päästöjen vähentämiseksi. (Kuiri 2022.)

Kiinteistöjen energiankäyttöä voidaan saada tehokkaammaksi monin eri keinoin, osa keinoista on yksinkertaisempia ja halvempia, kun taas osa saattaa olla suurempia investointeja vaativia ja enemmän aikaa vieviä toimenpiteitä. Arvioiden mukaan ilman kalliitakin toimenpiteitä olisi mahdollista saavuttaa 10–15% säästöpotentiaalista (Ympäristö.fi n.d. Energiahukan). Kun on selvitetty mihin kiinteistöllä kuluu energiaa, voidaan aloittaa perehtyminen näihin asioihin ja selvittää kuinka paljon kyseinen asia voisi säästää energiaa, jos tehtäisiin jotain muutoksia sen toiminnassa. Selvitettäessä kiinteistön energian käyttöä voidaan myös huomata, jos jokin asia ei toimikkaan halutulla tavalla, mutta sitä ei ole aiemmin huomattu. Myös tällaiset väärät toiminta- tai käyttötavat voivat aiheuttaa ylimääräistä energiankulutusta. Esimerkiksi toimistotiloissa, joissa toimistonkäyttäjä itse säätää oman huoneensa patterin lämpötilaa, voi helposti käydä niin, ettei ilmojen lämmitessä muistutakaan muuttaa patterin lämmitystä pienemmälle, jolloin viilennystä haetaankin jäähdyttämällä. Tällöin energiaa kuluu turhaan lämmitykseen ja jäähdytykseen yhtäaikaaisesti. Lämmitykseen kuluva energia olisi mahdollista poistaa sulkemalla lämmitys ja samalla pienentää jäähdytykseen kuluva energia, kun huonetta ei jatkuvasti myös lämmitettäisi lisää.

3.1.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon tarkoitus on taata hyvä ja puhdas sisäilma. Ilmanvaihdon virheellinen toiminta aiheuttaa turhaa energian kulutusta, turhia kustannuksia ja jopa terveysongelmia. Riippuen ilmanvaihtotavasta, on hieman erilaisia ratkaisuja, kuinka saada ilmanvaihto toimimaan mahdollisimman energiatehokkaasti. Vanhemmissa rakennuksissa on usein painovoimainen ilmanvaihto, jonka oikea oppiseen käyttöön liittyy vahvasti venttiilien ja

mahdollisten suodattimien puhdistus. Suurin energiatehokkuus painovoimaisessa ilmanvaihdossa saavutetaan, kun venttiilit säädetään vuodenajan mukaan oikein. Ikkunoilla tuulettaminen saattaa olla tarpeellista, mutta ikkunoita ei kuitenkaan ole hyvä pitää jatkuvasti avonaisena, vaan hyödyllisintä on tuulettaa nopeasti ristivedolla. Talvisin voi tuntua, että ilma vaihtuu liiankin voimakkaasti, mutta tällöinkin olisi hyvä muistaa, ettei venttiileitä tule koskaan sulkea täysin, vaikka niitä muutoin voidaankin säädellä. (Motiva 2021.)

Koneellinen ilmanvaihto vaatii myös koneiden, venttiileiden ja suodatinten puhdistamista säännöllisesti, jotta energiatehokkuus voidaan säilyttää. Koneellinen ilmanvaihto voidaan säätää kuormitukseen mukaan sopivaksi kyseisen rakennuksen tarpeelle. Ilmanvaihdon tehoa voidaan säätää asentamalla aikaohjelma, jolla säädellään ilmanvaihdon tehokkuutta sopivaksi tiettyinä aikana. Esimerkiksi ilmanvaihto menee automaattisesti puoliteholle klo. 16, kun toimistotilana toimivasta rakennuksesta lähtevät työpäivän päätyttyä henkilökunta koteihinsa ja aamulla ilmanvaihto palautuu taas normaaliteholle, kun henkilökunta palaa töihin. Energiatehokkuuden kannalta edukkainta on varustaa ilmanvaihtokone lämmöntalteenotolla. Lämmöntalteenotto ottaa poistoilmasta hukkaan menevän lämmön talteen ja hyödyntää sen edelleen tuloilman lämmityksessä. Tuloilman jälkilämmityksen asettaminen noin 17 asteeseen on energiatehokkain tapa sisälämpötilan hallinnan kannalta. (Motiva 2021.) Lämmöntalteenotolla voidaan säästää 30–40 % rakennuksen lämmitykseen kuluvasta kokonaisenergiasta (Tomallen n.d.).

3.1.2 Lämmitys ja jäähdytys

Lämmitysjärjestelmillä on tehtävänä lämmitellä kiinteistöjen tiloja ja käyttövälineitä. Keskuslaitteet, siirtolaitteet ja huonelaitteet ovat järjestelmän osia, joilla lämmitys tapahtuu. Tärkeintä lämmitysjärjestelmän saamisessa mahdollisimman energiatehokkaaksi on, järjestelmän oikea mitoitus ja sen säätöjen asetus ajan tasalle, vastaamaan tilojen käyttäjien tarvetta lämmitykselle. Myös tarpeenmukainen eristys on tärkeässä roolissa

energiatehokkuusmielessä. (Ympäristö.fi n.d. Lämmitysjärjestelmä.)
Jäähdytykseen kuluu energiaa pääasiassa kesällä, ja sen hallintaan paras ratkaisu olisi estää rakennuksen lämpenemistä alun perin, jottei jäähdytystä tarvittaisi niin paljon. Esimerkiksi aurinkosuojauksella voidaan vähentää merkittävästi jäähdytyksen tarvetta. (Mutanen 2017, 12.)

Työsuojeluhallinto on määrittänyt alhaisimmat suosituslämpötilat työskentelylle työn fyysiseen kuormittavuuteen perustuen. Kevyessä istumatyössä alin suosituslämpötila saisi olla työsuojeluhallinnon mukaan 20 °C, kevyessä työssä 18 °C, keskiraskaassa työssä 15 °C ja raskaassa työssä 10 °C.

Huonelämpötilojen lasku on helppoa ja sillä saavutetaan merkittäviä säästöjä energian käytössä. (Motiva 2022. Energiatehokas.) Yhden asteen lasku lämpötilassa tarkoittaa viiden prosentin vähenemistä lämmitykseen käytettävästä energian määrästä. Sellaisista tiloista, jotka eivät ole aktiivikäytössä, kuten rappukäytävät tai varastotilat, voidaan alentaa lämpötilaa enemmänkin, jolloin energiansäästöprosentti luonnollisesti kasvaa. Ikkunoiden ja ovien turha avoimena pito lisää lämmityksen tarvetta, joten ilman vaihtuvuudesta huolehtii riittävä ilmanvaihto ja näin energiaa ei kulu sen osaltakaan hukkaan. (Astetta alemmas n.d. Astetta alempi.)

Lämmitysjärjestelmä voidaan asentaa laskemaan sisälämpötilaa myös esimerkiksi aikoina, jolloin tiloilla ei ole käyttöä, kuten yöajat, viikonloput ja loma-ajat. Tällainen lämpötilan säätö onnistuu parhaiten, kun lämmönjakotapana toimii lämpöpatterit, katto- tai lattialämmitys. (Astetta alemmas n.d. Astetta viileämpi.)

Vertaillen kolmea päälämmönlähdettä, yleisin lämmitysmuoto on kaukolämpö, ja vaikei se vielä tällä hetkellä ole täysin hiilineutraalia, on sillä tulevaisuudessa tarkoituksena hyödyntää yhä enemmän hukkalämpöjä ja uusiutuvia energianlähteitä. Sähkölämmitys voi olla hiilineutraalia, jos sähkön lähteenä on uusiutuvat energianlähteet, mutta sähkölämmitys ei ole kustannusten kannalta järkevä valinta. Öljylämmitys taas ei ole ympäristöä eikä kustannuksia ajatellen hyvä valinta. Maalämpö perustuu luonnon omiin lämmönvaraajiin ja on erinomainen valinta niin energiatehokkuuden että hiilineutraaliudenkin kannalta.

Maalämpöä harkittaessa pitäisi huomioida, että kiinteistöllä on tilaa lämpökaivojen poraamiselle ja alueelle on luvallista porata. (Koutsu – HSY:n verkkokurssit n.d. Lämmitysjärjestelmävaihtoehdot.) Lämpöpumppu on ympäristöystävällinen valinta, joka auttaa energiakustannusten hillitsemisessä. Mikäli kohteessa on sähkö- tai öljylämmitys, on ympäristövaikutusten kannalta erittäin tehokasta vaihtaa lämmitys lämpöpumppuun tai ottaa käyttöön lämpöpumppu toisen lämmitysmuodon lisäksi, vähentämään kuluja ja viemään lämmitystä hiilineutraalimpaan suuntaan. Lämpöpumpun lämpöenergia tulee, joko ulkoilmasta, talon ilmanvaihtokanaviston poistoilmasta, vedestä, maasta tai kalliosta. (Motiva 2022. Lämpöpumput.) Lämpöpumppujärjestelmän hankintaa miettiessä on järkevää kiinnittää huomiota muihin korjaustarpeisiin, kuten esimerkiksi ilmanvaihto- ja lämmönjakojärjestelmien korjaus- tai uusimistarpeisiin. Nämä toimenpiteet tulevat kustannustehokkaimmiksi, kun ne suoritetaan muun remontointiprojektin kanssa samassa projektissa. (Motiva 2022. Lämpöpumppujen.)

3.1.3 Vesi

Lämpimän käyttöveden lämmitys kuluttaa energiaa. Energiatehokkuuden kannalta olisi tärkeää, että käyttövesi lämmitetään oikeaan lämpötilaan ja että vesijohdot on eristetty tarpeen mukaan. Jotta bakteerit eivät leviäisi, olisi lämpimän käyttöveden hyvä olla koko järjestelmässä vähintään 55 astetta. Tätä paljon lämpimämmäksi ei kuitenkaan ole järkevää lämmittää, sillä energiategokkuuden maksimointi ei tällöin pääse toteutumaan parhaalla mahdollisella tavalla. (Ympäristö.fi n.d. Lämmitysjärjestelmä.)

Vesivirtaama ja veden paine vaikuttavat veden kulutukseen ja samalla energian kulutukseen. Näiden asioiden tarkastus ja säätö ovat energiategokkuuden kannalta oleellisia. Etenkin, jos havaitaan veden käyttömäärissä kasvua tai ne ovat olleet jatkuvasti kohtalaisen korkealla, on syytä tarkastella laitteiden toimintaa ja vesivirtaamaa. Virtausmitalla voidaan tarvittaessa tarkastaa hanojen virtaamat, jonka jälkeen on mahdollista asentaa paineenalennusventtiili vesimittarille ja alentaa veden painetta. Virtaama voidaan säätää sopivaksi

kalustekohtaisesti. Myös kalusteiden kunto on huomioitava veden säästöä tavoitellessa. Jos kalusteiden uusiminen koetaan ajankohtaiseksi, on järkevää valita vettä säästäviä vesikalusteita. (Ympäristö.fi 2022.) Vesikalusteiden normivirtaamia paineella 3,0+0,2/-0 bar ovat esimerkiksi keittiöhanoille, 0,2 dm³/s, astianpesukoneventtiilille 0,2 dm³/s ja pesuallashanalle ja sen käsisuihkulle 0,1 dm³/s (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaisista teknisistävaatimuksista 497/2019, 1:9).

3.1.4 Sähkö

Kiinteistöllä kuluu sähköä moneen yhteiseen asiaan, jokaisen asukkaan tai kiinteistössä olevan yrityksen yksilöllisen sähkönkulutuksen lisäksi. Muun muassa yleisten tilojen valaistus ja ulkovalaistus ovat merkittävä osa sähkönkulutusta, esimerkiksi koulurakennuksen valaistus kuluttaa yleisesti viidenneksen kiinteistön sähkönkulutuksesta ja kiinteistöjen, joissa valojen on oltava päällä ympärivuorokauden, kuten sairaaloissa, valaistuksen osuus on yleisesti jopa kolmasosa kiinteistön sähkönkulutuksesta. (Motiva 2022. Valaistus.) Valaistuksessa energiatehokkuuden kannalta olisi hyvä käyttää led-lamppuja, muiden energiaa enemmän vievien lamppujen sijaan. Led-lamput ovat energiatehokkaimpia ja pitkäikäisimpiä lamppuja. Myös valaistuksen ohjauksella voidaan vaikuttaa sähkönkulutuksen suuruuteen. Valaistuskin voidaan ohjelmoida toimimaan aikaohjelmalla, joka olisi hyvä ohjelmoida toimimaan siten, että valaistus on päällä vain tarvittavina aikoina, eikä jatkuvasti. Turvallisuus on kuitenkin huomioitava valaistuksen aikaohjelmia laadittaessa. Sähköä kuluu kiinteistöissä myös kaikenlaisten puhallinten sekä pumppujen käyttöön. Mahdolliset hissit, autolämmityspaikat ja kattokaivo- sekä räystäslämmitykset kuluttavat myös kiinteistössä yhteistä sähköä. Esimerkiksi autolämmitystolppiin voidaan asettaa käyttöajat ja kattokaivo- sekä räystäslämmityksetkin voidaan asettaa toimimaan tietyissä ilman lämpötiloissa. (Motiva 2023. Sähkönkulutus.)

Hiilineutraaliuden kannalta energiatehokkuusajattelu ja kaikki toimet sähkön kulutuksen minimoimiseksi ovat erittäin tärkeitä, mutta sähkön lähteen valinta on myös merkittävä osa kohti hiilineutraalia kiinteistöä. Kaikkea sähkönkulutusta ei voida karsia pois, joten sen sähkön, joka minimissään tarvitaan kiinteistön ylläpitoon käyttäjilleen optimoituna, täytyisi olla peräisin uusiutuvista energianlähteistä. Esimerkiksi aurinkoenergian hyödyntäminen on erinomainen ratkaisu tukemaan maapallon hyvinvointia, sillä auringon säteilyä on tarjolla rajattomasti, eikä sen hyödyntämisestä aiheudu päästöjä tai muita maisemaa ja maankäyttöä haittaavia ongelmia (Laitinen 2012, 51). Sähkö voidaan ostaa kokonaan muualta tai sitten voidaan mahdollisuuksien mukaan tuottaa sitä itse. Esimerkiksi aurinkopaneelien asentaminen kiinteistöön on helppo ja toimiva tapa tuottaa kiinteistölle hiilineutraalia sähköä. Kannattavinta taloudellisesti on, jos aurinkopaneelien tuottamaa sähköä voidaan ainakin suurimmaksi osaksi hyödyntää itse. Ylijäävä sähkö voidaan kuitenkin myydä sähköyhtiöille, joten energia ei kuitenkaan mene hukkaan. Aurinkopaneelien asennukseen vaaditaan riittävästi kattotilaa tai vaihtoehtoisesti järkevästi sijaitsevaa seinätilaa, johon paneelit voidaan asentaa. Aurinkopaneelien tiellä ei saa olla varjostavia tekijöitä, kuten puita tai muita rakennuksia. Paras suunta aurinkopaneelille on etelä, jolloin aurinko paistaa niihin maksimaalisen ajan päivästä. Vaihtoehtoisesti paneelit voidaan sijoittaa myös itä- tai länsisuuntaan, jolloin paneelien tuottavuus prosentti pienenee hiukan, mutta on kuitenkin kannattavalla tasolla. Hyvä huomio ennen paneelien asennusta on kiinteistössä mahdollisesti tuleva kattoremontti. Ennen aurinkopaneelien asennusta on varmistettava, että katto kestää eikä lähivuosina ole tulossa kattoon remonttia. (Motiva 2023. Aurinkosähkö.)

3.1.5 Rakenteet

Rakenteilla on paljon merkitystä erityisesti kiinteistön johtumislämpöhäviöihin ja sitä kautta lämmitystarpeeseen. Hyvin eristävät ja tiivistetyt ikkunat ja ovet sekä niitä ympäröivät rakenteet ovat energiatehokkuutta lisääviä tekijöitä.

Tiivistyksissä on kuitenkin huomioitava, ettei mahdollisia korvausilmareittejä

tukita. Lisäksi kiinteistön muiden rakenteiden kuten seinien, lattian ja katon liitoskohtien sekä läpivientien lämpö- ja ilmapuodot vaikuttavat hukkaan menevän lämpöenergian määrään. Kiinteistöissä myös yläpohjan kautta häviää lämmitysenergiaa, jonka vuoksi mahdollinen lisäeristyksen tarve on hyvä tutkia. Kiinteistön rakenteiden kuntokartoitus ja -tutkimus sekä rakennefysikaalinen toiminta ja kosteuskäyttäytyminen olisi hyvä tehdä, jos mietinnässä on rakenteisiin liittyviä energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä. Samassa yhteydessä voidaan korjata rakenteisiin liittyviä asioita ja parantaa niiden energiatehokkuutta. Yksinään energiatehokkuutta parantavien rakenteellisten korjaus/muutos toimenpiteiden tekeminen harvoin on kustannustehokasta. (Korpisalo & Hintsala 2021.)

3.2 Lainsäädäntö

Suomessa on voimassa energiatehokkuuslaki, jossa säädetään energiatehokkuuden edistämisestä (Energiatehokkuuslaki 30.12.2014/1429, 1:1). Tärkeitä saavutuksia, joita energiatehokkuuden säätämiseksi on saatu aikaan ovat energiatehokkuusdirektiivi (EED) ja rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD). Energiatehokkuusdirektiivi säätää EU-tason ja kansallisen tason energiatehokkuuteen liittyvistä tavoitteista, velvoitteista ja toimenpiteistä. Se on astunut voimaan EU:ssa 4.12.2012 ja siihen tullut muutos on astunut voimaan EU:ssa 24.12.2018. (Motiva 2022. Energiatehokkuusdirektiivi.) Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin tavoitteena on edistää rakennusten energiatehokkuutta hiilidioksidipäästöjä vähentämällä. Se vaikuttaa uudisrakentamisen lisäksi korjausrakentamiseen. (Motiva 2022. Rakennusten.)

3.3 Tavoitteet energiatehokkuudessa

Energiatehokkuuden päätavoite on vähentää päästöjä ja sitä kautta edesauttaa ilmastonmuutoksen hillintää. Tavoite pitää sisällään myös kustannustehokkuuden eli energiatehokkuutta pyritään lisäämään kuitenkin

kustannukset huomioiden. Energiatehokkaammat vaihtoehdot säästävät energiankulutuksen määrässä ja näin ollen tuovat kustannussäästöjä myös käytännössä. Samalla tärkeitä syitä energiatehokkuuden tavoittelemiseksi ovat muun muassa energian saatavuuden turvaaminen ja resurssitehokkuus sekä uusiutuvan energian osuuden lisääminen, kun energian tarve kokonaisuudessaan on pienempi. (Työ- ja elinkeinoministeriö n.d.) Myös esimerkiksi rakennusten käyttö- ja asuinolosuhteet paranevat energiatehokkuutta lisäämällä (Ympäristöministeriö n.d. Rakennusten).

4 Kohdekäynnit

Tässä opinnäytetyössä tehtyyn esiselvitykseen kiinteistöjen mahdollisuuksista hiilineutraaliuteen, kuului jokaisella seitsemällä kohteella vierailu sekä huoltomiehen tai isännöitsijän haastattelu. Kohdekäynneillä oli tarkoitus kysellä ja selvittää kohteesta energiankäyttöön liittyviä tietoja huoltomieheltä tai isännöitsijältä. Myös haastateltavan henkilön omia mielipiteitä ja ajatuksia kohteeseen liittyen oli tarkoitus selvittää. Esimerkiksi ulkona tarkasteltiin aurinkopaneeleita ajatellen, onko niille mahdollisesti tilaa rakennuksen katolla ja eihän rakennuksen ympärillä ole paneeleihin kohdistuvaa auringonsäteilyä estäviä tekijöitä kuten puita tai muita rakennuksia. Rakennuksista tarkasteltiin myös ikkunoita ja ovia, jotka ovat lämmöneristävyyden kannalta merkittäviä kohtia. Suuri osa tarkastelun kohteista painottui ilmanvaihtoon, lämmitykseen, jäähdytykseen ja valaistukseen. Ilmanvaihtokoneet ja lämmönjakokeskukset käytiin katsomassa ja niiden toimintaan liittyvistä ohjauksista saatiin lisätietoa ohjaustauluista. Kohteista saatiin myös kulutustietoja analysoitavaksi.

Haastattelemalla selvitettiin tarkempia tarvittavia tietoja energiankäyttöön liittyen. Haastattelun tarkoituksena oli myös selvittää, oliko kiinteistöissä mahdollisesti suunnitelmissa tai jo tehty jotain energiatehokkuuteen liittyviä korjauksia tai muita toimenpiteitä. Haastateltavat saivat kertoa omia mielipiteitään ja ajatuksiaan energiatehokkuutta ja hiilineutraaliutta tukevista toimenpiteistä, jotka heidän mielestään sopisivat tai eivät missään nimessä sopisi kyseisille kiinteistöille. Kohteita ennestään tuntevien henkilöiden mielipiteet ovat tietyllä tasolla merkityksellisiä, sillä heillä on näkemystä laajemmalla ja pidemmältä aikaväliltä kyseisen kohteen asioissa ja siksi myös usein järkeviä ajatuksia siitä, olisiko jokin toimenpide kohteella hyödyllinen. Näihin täytyy kuitenkin suhtautua kriittisesti, sillä usein ajatukset pohjautuvat myös vain arvailuun. Haastateltavien kokemus ja tietämys vaihteli kohteittain, mutta pääasiat sai jokaiselta kohteelta selvitettyä. Haastattelut toteutettiin strukturoimattomana, mitään varsinaista kysymyspohjaa hyödyntämättä. Jokaisella kohteella käytiin samoja asioita läpi keskustelemalla kohdekierrosten

yhteydessä kiinteistöihin liittyvistä asioista. Mukana haastatteluissa oli muistilista asioista, joista täytyi ottaa selvää sekä muistiinpanovälineet tietojen taltioimista varten.

4.1 Yleistä kohteista

Tarkasteltavat kohteet olivat esiselvityksen toimeksiannossa etukäteen määrätty ja saman omistajan omistamia kiinteistöjä. Kohteet ovat eri vuosilta väliltä 1927–2011 ja eri kaupungeista (Lahti, Tampere, Lempäälä, Jyväskylä, Seinäjoki ja Oulu), joten niiden vertailu keskenään on hieman haastavaa. Rakennusten rakennusmateriaaleissa on myös eroavaisuuksia. Kooltaan rakennukset asettuvat välille 1800 m²-8800m². Pääasiassa kohteiden tilojen käyttö on toimistotilatyyppistä, mutta osassa kiinteistöistä on myös yrityksiä ja näille suunnattuja tiloja, esimerkiksi elintarvikekauppa, autohuolto, keilahalli, ravintola ja pienimuotoinen tuotantotila.

Kaikilla kohteilla on käytössään kaukolämpö lämmitysjärjestelmänään ja suurimmalla osalla patteriverkosto lämmönjakotapanaan. Yhdellä kohteista lämmönjakotapa on lattialämmitys ja yhden kohteen patterit toimivat puhallinperiaatteella. Ilmanvaihtona kaikilla kohteilla toimii koneellinen tulo sekä poisto ja jokainen kohde on myös varusteltu lämmöntalteenotolla. Toisistaan eroavia, mutta rakennusten jäähdytykseen tarkoitettuja järjestelmiä löytyy jokaiselta kohteelta. Järjestelmien toiminnassa ja käyttö tavassa on hieman eroavaisuuksia, mutta suurimman osan kohteista jäähdytys kuitenkin on tarkoitettu koko kiinteistölle.

4.2 Tehtyjä ja suunnitelmissa olevia energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä

Valaistuksen uusiminen energiatehokkaammaksi vaihtoehdoksi eli ledeiksi on ollut jokaisella kiinteistöllä suunnitelmissa. Suurin osa kohteista on jo suorittanut

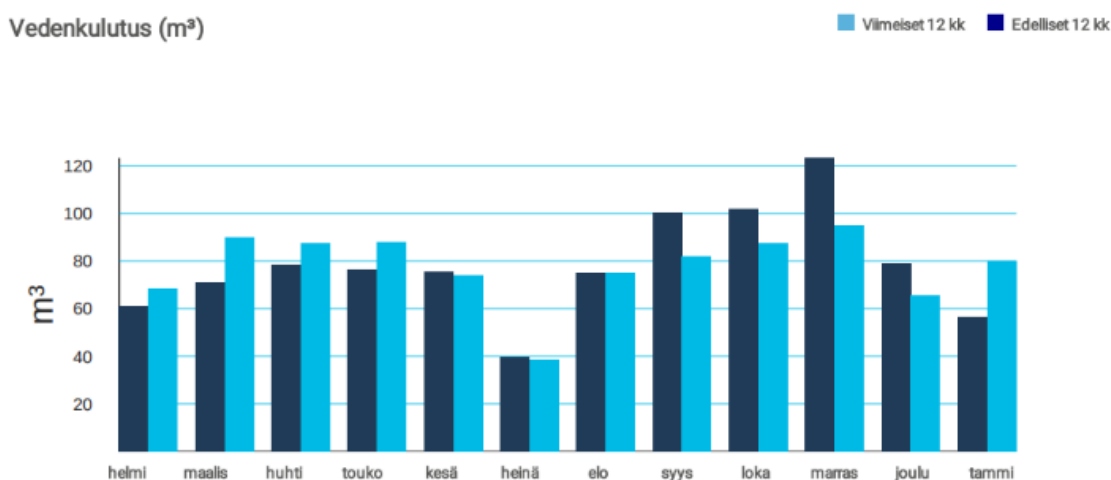
tämän energiansäästöä tukevan toimenpiteen viime vuosina ja lopuillakin on tavoitteena lähivuosien aikana suorittaa valaistuksen vaihtaminen led-valaistukseen. Ikkunat ja ovet ovat rakenteiden eristävyiden heikko kohta ja pääosin kohteilla tämä on huomioitu tarkastamalla ja tarvittaessa vaihtamalla vanhat ikkunat uusiin. Autojen lämmitystolppien ajastus kohteilla on maksimissaan kaksi tuntia, jolloin energiaa ei päästä kuluttamaan turhaan.

Yhdessä kohteessa ilmanvaihtojärjestelmien vaihtaminen on parhaillaan suunnitelmissa. Vanhan ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen energiatehokkaampaan versioon on kannattavaa, sillä säästöjä voidaan saada aikaan jo parissa vuodessa, eikä koneen vaihtotyöhön kulu juuri enemmän rahaa kuin korjaustyöhönkään (Vallox n.d.). Koneiden kunnosta huolehtimisen lisäksi kohteilla on käytössään aikaohjelmointia, jonka avulla esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmä ei ole täysillä jatkuvasti vain tarpeen mukaisesti, jolloin säästetään energiaa. Jos esimerkiksi yöaikana, kun kohteella ei ole käyttöä, olisi ilmanvaihto silti täysillä, kulutettaisiin suuri määrä energiaa hukkaan. Ilmanvaihto samoin kuin lämmitys ja valaistuskin voidaan kytkeä toimimaan ajastuksella tarpeen mukaan. Tässä työssä tarkasteltujen kohteiden aikaohjelmointi on pääosin kohteiden käyttötarpeen mukaiseksi asetettua. Myös lämmitysjärjestelmien ja lämmönjakoverkostojen uusimista on tehty muutamassa kohteessa vajaa kymmenen vuotta sitten sekä yhdellä kohteista on parhaillaan suunnitelmissa tehdä näiden uusiminen. Järjestelmien tasapainotusta ja säätöä on myös tehty ja ollaan tekemässä osassa kohteista.

Saatujen tietojen mukaan yksittäisissä kohteissa on tehty rakenteiden tiiveysmittauksia ja tarkastuksia, hissien vaihtaminen energiatehokkaampaan versioon ja hiilidioksidimittareiden sekä läsnäolo tunnistimien käyttö ilmanvaihdon tehokkuuden vaihtelussa. Vesikalusteita on uusittu veden käyttöä säästävämmiksi sekä Fiksu vesijärjestelmän asennus käyttöveden jatkuvaa seuraamista ajatellen.

4.3 Kulutustietojen analysointi

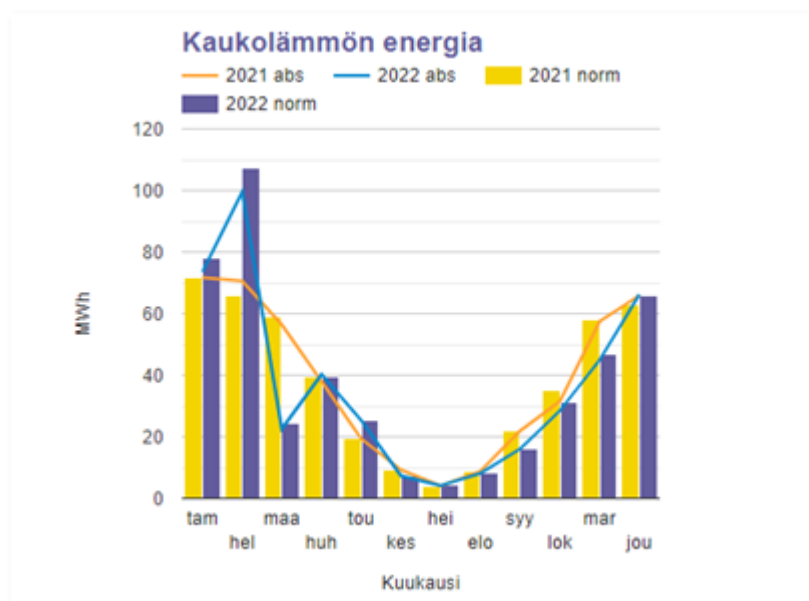
Suurimmalta osalta kohteista kulutustiedot saatiin selvityksessä, mutta aivan kaikilta kohteilta ei näitä saatu. Työssä käsiteltävät tiedot siis pohjautuvat niiden kohteiden kulutustietoihin, jotka selvityksessä saatiin. Erikseen lämpimän käyttöveden kulutuksen osalta tietoja ei suurimmalta osalta kohteista saatu, joten vedenkulutustietojen analysoiminen jätetään tässä tapauksessa vähäiseksi. Saatujen tietojen perusteella käyttöveden kulutus oli kuitenkin hyvin tasaista läpi vuoden ja ainoat pienet laskut tapahtuivat kesäkuukausina, minkä voidaan olettaa liittyneen kesäloma-aikoihin. Kuviossa 3. on havainnollistava esimerkki yhden opinnäytetyössä tarkasteltavan kohteen kuukausikulutuksesta vedenkulutuksen osalta.



Kuvio 3. Esimerkki yhden kohteen veden kuukausikulutuksesta.

Saatujen kulutustietojen perusteella kiinteistöillä kuluu lämmitysenergiaa talvisin enemmän ja kesäisin hyvin vähän. Joulu-, tammi- ja helmikuiden aikana lämmönkulutus on vuoden kovinta. Alhaisinta lämmönkulutus taas on kesä-, heinä- ja elokuiden aikana. Tämä on luonnollista, sillä kesällä ulkolämpötila on niin korkea, ettei sisätiloja juurikaan tarvitse lämmittää erikseen. Kuviossa 4. on yhden tässä opinnäytetyössä tarkastellun kohteen kuukausikulutukset lämmönkulutuksen osalta, joka havainnollistaa hyvin lämmitykseen kuluvan energian käytön vaihtelua vuoden aikojen mukaisesti. Työssä vertailtiin vuosien

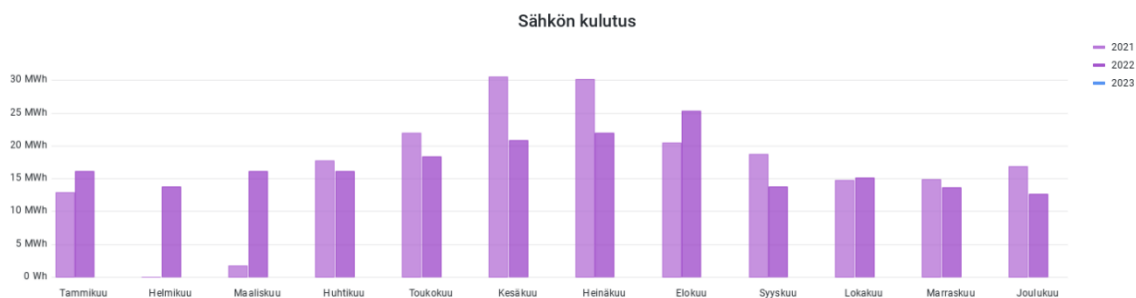
2021 ja 2022 kulutuksia, joissa suurimmassa osassa kohteista ei ollut juurikaan eroavaisuutta. Eri vuosien lämmönkulutuksen vertailu ei kuitenkaan välttämättä ole luotettavaa, sillä lämpöenergiankulutukseen vaikuttaa vuoden sääolosuhteet. Kuumana kesänä ei lämmitysenergiaa kulu, kun taas viileämpänä kesänä kiinteistöä voidaan joutua lämmittämään enemmän. Samoin talven kylmyys vaikuttaa lämmityksen tarpeeseen ja vaikuttaa näin ollen vuosikulutusten lukemiin. Jos eri vuosien välistä vertailua haluttaisiin tehdä, olisi kulutukset mahdollista normeerata, jolloin ne muutettaisiin vastaamaan pitkän aikavälin vertailulämpötiloja



Kuvio 4. Esimerkki yhden kohteen lämmön kuukausikohtaisesta kulutuksesta.

Sähköenergian kulutus taas jakautui vuoden aikana huomattavasti tasaisemmin, eikä vastaavanlaista yhtenevää jakautumista havaittu. Kohteesta riippuen sähkönkulutus oli läpi vuoden hyvinkin tasaista, kuukausittain huomattavasti vaihtelevaa tai kesäkuukausina hieman kasvavaa. Kesällä kasvava sähkönkulutus viittaa siihen, että jäähdytys kuluttaa huomattavasti sähköä. Kuvio 5. on kuvaus yhden opinnäytetyössä tarkastellun kohteen kuukausikulutuksesta sähkönkulutuksen osalta, jossa kulutus nousee kesäaikaan talviaikaa korkeammalle. Osassa kohteista sähköenergiankulutuksen suuruuteen vaikuttaa kiinteistöissä toimivien yritysten

toiminta, joten sähköenergian kulutuksen vertailua on vaikea tehdä. Kesäisin nouseva sähköenergiankulutus on erinomainen peruste harkita kohteelle aurinkopaneeleita, joilla energiankulutuksesta koituvia kustannuksia saataisiin huomattavasti alemmas ja käytettävä energia olisi tällöin hiilineutraalia.



Kuvio 5. Esimerkki yhden kohteen sähkön kuukausikulutuksesta.

Kulutustietojen hyödyntämisessä energiatehokkuuden selvittämisen kannalta hyödyllisintä on ominaiskulutusten vertailu. Pelkkä kokonaiskulutus ei, esimerkiksi rakennusten kokoerojen vuoksi, ole toimiva yksikkö energiatehokkuuden arviointiin. Ominaiskulutusten perusteella voidaan verrata rakennusten energiatehokkuuden kehitystä eri vuosina, ja se mahdollistaa rakennusten vertailun keskenään. Vertailu rakennusten kesken tulisi kuitenkin toteuttaa vain saman ikäisten ja varustelutasoltaan samankaltaisten rakennusten välillä, sillä esimerkiksi kunakin aikana voimassa olleet rakennusmääräykset ovat vaikuttaneet aikansa rakennusten tyypilliseen ominaiskulutukseen. Lämmön ja sähkön ominaiskulutukset ilmoitetaan muodossa kWh/m² tai kWh/m³, tässä työssä käytetään vertailuna arvoja tilavuutta kohden. Veden ominaiskulutus ilmoitetaan yleensä litroina eli tässä työssä dm³/m³. (Koutsi n.d. Ominaiskulutukset.) Taulukossa 1. on neljän opinnäytetyössä selvityksen kohteena olleen kohteen lämmön, sähkön ja veden ominaiskulutukset vuosilta 2021 ja 2022. Kohteiden sisäisiä muutoksia ei juurikaan näiden vuosien välillä ole havaittavissa. Kohteen yksi vedenkulutus on hieman kasvanut vuodesta 2021 vuoteen 2022 kun taas kohteen kaksi lämmönkulutus on tippunut hieman vuoden 2021 tasosta vuoteen 2022. Ainoastaan kohteen neljä vedenkulutus on kasvanut huomattavasti vuodesta 2021 vuoteen 2022. Muuten kohteiden ominaiskulutukset ovat pysyneet

suhteellisen samalla tasolla näiden vuosien välillä. Kohteiden väliset erot eivät ole vertailukelpoisia, joten vertailua kohteiden välillä ei tehdä.

Taulukko 1. Lämmön, sähkön ja veden ominaiskulutuksia vuosilta 2021 ja 2022.

Kohde	Tilavuus (m ³)	Ominaiskulutukset 2021			Ominaiskulutukset 2022		
		Lämpö (kWh/m ³)	Sähkö (kWh/m ³)	Vesi (dm ³ /m ³)	Lämpö (kWh/m ³)	Sähkö (kWh/m ³)	Vesi (dm ³ /m ³)
Kohde 1	8200	45,5	18,9	17,3	45,7	18,8	22,6
Kohde 2	23260	34,7	8,6	28,7	29,6	8,8	27,4
Kohde 3	36765	34,4	17,8	25,5	33,2	17,7	25,3
Kohde 4	16090	28,3	0,4	26,9	28,3	0,4	39,0

Motivan energiakatselmustietokantaan on kerätty ominaiskulutuksia vuosien 2013–2020 ajalta. Rakennusten ominaiskulutusten keskiarvot on jaettu vain rakennustyypeittäin, joten näitä lukemia ei pidä pitää tavoitearvoina, mutta niihin voidaan kuitenkin verrata tässä opinnäytetyössä tarkasteltujen kohteiden ominaiskulutuksia. Kaikkien toimistorakennusten, joita tietokannassa on huomioitu, keskimääräinen lämmön ominaiskulutus on 34,2 kWh/m³, sähkön ominaiskulutus on 19,0 kWh/m³ ja veden ominaiskulutus on 55 dm³/m³. Näiden arvojen perusteella voidaan tulkita, että kohteen yksi lämmön ominaiskulutus on jonkin verran normaalia tasoa korkeampi. Sähkön ominaiskulutukset ovat kohteilla kaksi ja neljä huomattavasti keskiarvoa matalammat. Tähän merkittävään eroon syynä voi esimerkiksi olla se, ettei kiinteistön tiloissa toimivien yritysten sähköenergiankulutusta ole mukana laskelmissa. Veden ominaiskulutukset ovat huomattavasti alle keskimääräisen arvon.

4.4 Haastateltavien henkilöiden mielipiteet ja ajatukset

Haastateltavien isännöitsijöiden ja huoltomiesten välillä oli eroavaisuuksia heidän tiedoissaan kyseisistä kohteista. Jokaisella kohteella saatiin kuitenkin keskusteltua perusasioista ja mielipiteitä sekä ajatuksiakin käytiin hieman läpi. Kaikilla työssä haastatelluilla henkilöillä oli positiivinen suhtautuminen hiilineutraaliuden tavoitteluun, mutta huolena tuntui olevan kustannukset. Osalla

kohteista oltiin hyvinkin tyytyväisiä jo nykytilanteeseen ja koettiin, että kiinteistöllä on asiat hyvin teknisellä puolella.

Aurinkoenergian hyödyntämistä pidettiin hyvänä ratkaisuna kohti kiinteistöjen hiilineutraaliustavoitteita, mutta kaikille kohteille tätä ei kuitenkaan nähty toimivana ratkaisuna. Osalla kohteista oli paljon kattotilaa, jota ei varjostanut mikään sen suurempi eli estettä aurinkopaneelien laittamiselle ei olisi. Näissä kohteissa aurinkopaneelit nähtiin erittäin potentiaalisena vaihtoehtona, jos sellaisiin olisi mahdollisuus investoida. Kohteista, joissa aurinkoenergian hyödyntämistä ei koettu mahdolliseksi ratkaisuksi, ongelmana oli tilan puute. Yhdellä kohdekäynnillä tuli myös ilmi, että kohteelle voisi mahdollisesti asentaa sähköautojen latauspisteitä, jolloin aurinkoenergian hyödyntäminen niihinkin olisi oivallinen ratkaisu. Maalämpö olisi ratkaisu lämmityksestä johtuvien hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen, mutta tätä ei kuitenkaan kohteille tunnutta pitävän järkevänä vaihtoehtona. Suurimpana syynä lämmitysjärjestelmän vaihtoon liittyvät kustannukset ja onhan kaukolämmölläkin tietysti tavoitteena pyrkiä hiilineutraaliksi tulevaisuudessa, joten olisiko maalämpöön vaihtaminen sen hiilineutraaliuden takia nyt järkevää.

Automatiikan päivityksellä ajateltiin, että voitaisiin saada säästöjä aikaan. Suurella osalla kohteista koettiin, että vaikka järjestelmien aikaohjelmoinnit ovat kiinteistön käyttötarvetta vastaavat, niissä voisi olla vielä jotain mahdollisuuksia energiaa säästäville muutoksille. Myös esimerkiksi hiilidioksidimittareiden asentamista kiinteistön tiloihin pohdittiin, joillain kohteilla. Osalla kohteista oli suunnitelmissa alentaa lämpökäyriä ja tämä nähtiinkin potentiaalisena keinona vähentää energiankulutusta. Muutamalla kohteella oli tiloissaan autotalli, joiden lämmitystä pidettiin mahdollisesti hieman turhana energiaa kuluttavana toimintona. Osalla kohteista oli mietitty katon eristeiden lisäämistä ja osalla kohteista kattoremonttikin olisi luultavasti luvassa. Kattoremontti olisikin hyvä hoitaa ennen mahdollista aurinkopaneelien asentamista, ettei paneeleita tarvitse heti poistaa niiden asennuksen jälkeen kattoremontin tieltä. Parilla kohteista oli huomattu käyttäjien toiminnan aiheuttamaa suurta lämpöhukkaa, jonka kerääminen talteen voisi olla potentiaalinen keino säästämään

lämmitysenergiankuluja. Näillä kohteilla oli korkeaan lämpötilaan lämmitettäviä uuneja, joista hukkalämpö johdetaan suoraan ulos. Jos tämän lämmön saisi talteen, olisi se huomattava etu lämmityskuluja ajatellen.

5 Mahdollisuudet hiilineutraaliuteen

Kiinteistöjen käytönaikaisen hiilineutraaliuden saavuttamiseksi, kiinteistöjen energiankäytön tulee olla täysin päästötöntä. Kiinteistö voidaan määritellä hiilineutraaliksi sen käytön aikana, jos kiinteistön käyttämä energia ei aiheuta kasvihuonekaasupäästöjä ja kuluta uusiutumattomia luonnonvaroja. Tähän päästöttömään energiankäyttöön kiinteistöt pääsevät hyödyntämällä uusiutuvista energianlähteistä peräisin olevaa energiaa niin sähkön, kuin lämmönkin osalta. Hiilineutraaliuteen on vahvasti kytköksissä myös energiatehokkuus, jonka tarkoituksena on minimoida energian tarve ylipäättään. Kestävän toiminnan perustana on kuluttaa mahdollisimman vähän ja samalla ympäristöä sekä ilmastoa ajatellessa säästää myös kustannuksissa.

5.1 Ilmanvaihto

Opinnäytetyössä selvityksen kohteina olevilla kiinteistöillä selvisi, että ilmanvaihdon aikaohjelmat ovat hyvin käyttötarpeen mukaisia, mutta niiden tarkastaminen ja mahdollisten säästö kohtien miettiminen voisi olla kuitenkin aiheellista ja tuottaa säästöjä. Yhdellä kohteista oli käytössään ilmanvaihdon säätämiseen hiilidioksidimittareita ja läsnäolotunnistimia, jotka olisivat myös muille kohteille merkittävä lisä ilmanvaihdon optimoimiseen mahdollisimman tehokkaasti. Hiilidioksidimittareilla ohjelmoitu ilmanvaihto ohjaa ilmanvaihdon tehokkuutta asetettujen asetusten mukaisesti esimerkiksi siten, että kun tilan hiilidioksidipitoisuus ylittää tietyn rajan niin ilmanvaihto menee täysteholle ja kun hiilidioksidipitoisuus taas laskee rajan alapuolelle, vaihtuu ilmanvaihto puoliteholle. Erityisesti kohteet, joilla on paljon toimistotilaa, hyötyisivät hiilidioksidimittareiden käyttöönotosta. Niiden avulla voisi ilmanvaihdon optimoida tehokkaimmaksi, sillä toimistotiloilla, ei välttämättä ole käyttöä koko päivää ja nykyään, kun etätyömahdollisuudet ovat kasvaneet on myös mahdollista, ettei tiloilla ole käyttöä edes joka päivä. Myös kokoustilat ja neuvottelu huoneet saattavat olla paljonkin käyttämättömänä, jolloin hiilidioksidimittarilla ohjelmoitu ilmanvaihto voisi vähentää ilmanvaihdon

energiankulutusta, kun ilmanvaihto ei olisi täydellä teholla koko päivää, ellei kyseisessä tilassa ole käyttäjiä koko päivää.

5.2 Lämmitys ja jäähdytys

Lämmityksen osalta maalämpö olisi ehdottomasti energiatehokkain ratkaisu. Maalämpö on hiilineutraalia, sillä se hyödyntää uusiutuvaa luonnonvaraa eli maahan varastoitunutta auringosta peräisin olevaa lämpöenergiaa. Maalämmön käyttö tietysti kuluttaa myös sähköä, mutta on silti selvästi muita lämmitysvaihtoehtoja kustannustehokkaampi. Maalämpöön siirtyminen vaatii kuitenkin suuren alkuinvestoinnin, minkä vuoksi päälämmitysjärjestelmää ei välttämättä nähdä kannattavaksi vaihtaa. Tämän työn kohteiden tavoite hiilineutraaliudesta on mahdollista toteuttaa myös kaukolämpöä lämmitysjärjestelmänään käyttäen. Osasta kohteista saatiin tieto, mikä yhtiö heidän kaukolämpönsä tuottaa ja näiden yhtiöiden nettisivuilla kerrottiin, heidän pyrkivän hiilineutraaliuteen tulevien vuosien aikana. Myös jo tällä hetkellä voi olla mahdollista tehdä kaukolämpösopimus, jossa ostettu kaukolämpö on tuotettu hiilineutraalisti. Jyväskylässä toimivalla energiayhtiöllä Alvalla on esimerkiksi valikoimassaan biopolttoaineilla tuotettu hiilineutraali vaihtoehto ”Alva vihreä lämpö” (Alva n.d.).

Hyvänä ideana kiinteistöjen lämmityskulujen pienentämiseksi voisi myös olla kohdekäynneillä ilmi tullut asia tiloissa toteutuvan toiminnan aiheuttaman hukkalämmön keräämisestä ja hyödyntämisestä lämmitykseen. Toteutustapaa tälle toimenpiteelle ei tässä työssä kuitenkaan määritellä, mutta jos tätä hukkaan menevää lämpöä saataisiin kerättyä ja hyödynnettyä, olisi sillä positiivisia vaikutuksia lämmityksestä aiheutuviin päästöihin ja kustannuksiin. Selvityksessä ilmeni myös erään kohteen osalta, että kyseisellä kiinteistöllä on paljon toimistotilaa, jolla ei hetkeen ole ollut lainkaan käyttöä, mutta toimistotilan lämpötilat olivat silti asetettu samalle tasolle, kuin tiloissa, joilla jatkuvaa käyttöä on. Tässä olisi mahdollisuus tehdä lämpötilan laskua näissä tiloissa, joilla käyttöä ei ole ja säästää näin ollen energiankulutuksessa. Myös muilla kohteilla voisi olla mahdollisuutta energiansäästöön, kun sisälämpötilaa hieman

laskettaisiin. Osassa kohteista oli kuitenkin valitettu kylmästä sisäilmasta, joka tietysti täytyy huomioida lämpötilamuutoksia tehtäessä.

Jäähdytys on kiinteistöjen yksi eniten energiaa kuluttavimmista asioista. Kaukolämmön lisäksi kohteille voisi olla mahdollista asentaa ilmalämpöpumppu tukemaan lämmitystä, ja samalla voitaisiin vähentää energiankulutusta erityisesti nimenomaan jäähdytyksen osalta. Ilmalämpöpumppujen lisääminen kaukolämmön ohelle voisi olla kustannustehokas ratkaisu kohteilla, joilla erityisesti jäähdytykseen kuluva energiamäärä on kovin suurta.

5.3 Sähkö

Hiilineutraaliuden suhteen sähköllä on valtava rooli. Sähköliittymän valinta uusiutuvista energianlähteistä koostuvaan energiaan on avainasemassa tässä asiassa. Selvityksessä ei saatu selville kaikkien kohteiden sähkön alkuperää, mutta kohteet, joissa sähkön alkuperä on jotain muuta, kuin uusiutuvia energian lähteitä, olisi tärkeää muuttaa se koostumaan vain uusiutuvan energian lähteistä. Kun sähkö tulisi uusiutuvista energialähteistä, saataisiin käytännössä kiinteistö hiilineutraaliksi sähkön käytön osalta.

Omavarainen aurinkoenergian tuotanto olisi erinomainen keino tukea kiinteistön hiilineutraaliutta. Kohdekäynneillä selvisi, että osalle kohteista tämä olisi mahdollinen ratkaisu puitteiden puolesta. Kyseisillä kohteilla olisi katolla tilaa asentaa aurinkopaneeleita siten, että aurinko pääsee esteettömästi niihin paistamaan. Omavaraista aurinkoenergiaa hyödyntämällä saadaan myös kustannuksia ostosähköltä pois. Kohteille, joilla sähkönkulutus on suurimmillaan erityisesti kesäaika olisi erittäin tehokasta asentaa aurinkopaneelit. Suomen oloissa kesä on aurinkopaneelien osalta tehokkainta aikaa. Kohteet, joilla todettiin katolla olevan hiukan niukasti tilaa, mutta auringon paistavuuden kannalta olisi otollista aurinkopaneeleille, voitaisiin harkita aurinkopaneeleihin erikoistuneen asiantuntijan arviointia, olisiko mahdollista kuitenkin saada paneeleita mahtumaan katolle.

5.4 Rakenteet

Selvityksessä kyseltiin rakennusten rakenteisiin liittyvistä tarkastuksista sekä korjauksista ja todettiin, ettei näitä kaikissa kohteissa ole juurikaan tehty. Osalle kohteista voisi olla hyödyllistä selvittää esimerkiksi lattioiden ja seinien tiiveydet ja tarvittaessa korjata löydettyjä ilmavuotoja. Tällä tarkastuksella varmistettaisiin, ettei lämpöenergia pääse karkaamaan rakenteiden raoista ja aiheuta ylimääräisiä kuluja kiinteistön lämmitykselle. Kohteissa, joilla kattoremontti on ajankohtainen, voisi olla myös mahdollisuus lisätä yläpohjan eristävyttä sekä tarkastaa myös katon tiiveyttä ja näin ollen parantaa lämmön pysymistä rakennuksen sisällä. Esimerkiksi lämpökuvauksia voidaan tehdä energiatehokkuuden parantamiseksi rakennusten rakenteiden osalta. Lämpökuvauksella voidaan havaita lämpövuotoja ja tarkastaa rakennusten eristyksien tasaisuus sekä kunto. Lämpökuvauksen ansiosta rakenteita ei tarvitse rikkoa näiden asioiden selvittämiseksi.

6 Yhteenveto ja päätelmät

Kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttama ilmastonmuutos on globaali ongelma, ja sen hillitsemiseksi on ryhdytty toimiin. Energiasektori on suurin päästöjen aiheuttaja ja rakennusten energiankäyttö merkittävä osa sitä. Kiinteistöjen käytönaikainen hiilineutraalius tarkoittaisi, ettei kiinteistön käytönaikaisesta energiankulutuksesta koidu kasvihuonekaasupäästöjä, jotka lisäävät ilmastonmuutoksen voimistumista. Kiinteistöjen käytönaikaiseen hiilineutraaliuteen kuuluu energiankäytön tehostaminen eli energiatehokkuus ja uusiutuvien energianlähteiden käyttö energianlähteenä. Opinnäytetyössä tarkasteltiin seitsemää kiinteistöä ja näiden energiankäyttöä ajatuksena tavoite käytönaikaisesta hiilineutraaliudesta.

Kiinteistöjen energiatehokkuuteen panostaminen laskee niiden energiantarvetta ja näin ollen helpottaa hiilineutraalius tavoitteiden saavuttamisessa.

Energiatehokkuuteen voidaan erityisesti vaikuttaa rakenteiden tiiveydellä ja eristeillä, lämmitys-, ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmien valinnalla ja kunnossapidolla sekä esimerkiksi valitsemalla valaistukseen vähän kuluttavia led-valaisimia ja optimoimalla laitteiden toiminta oikein ja tarvetta vastaavaksi. Fossiilisista polttoaineista luopuminen ja vain uusiutuvien energianlähteiden käyttäminen niin sähköenergian kuin lämpöenergiankin käytössä saisi kiinteistöistä hiilineutraaleita.

Opinnäytetyössä tarkastelun alla olevien kohteiden hiilineutraalius tavoitteiden saavuttamiseksi, omavaraisen aurinkoenergian hyödyntäminen koettiin parhaaksi ja tehokkaimmaksi keinoksi tämän tavoitteen kannalta, niissä kohteissa, joissa puitteilla on edellytykset aurinkopaneelien asennukselle. Myös mahdollinen aurinkopaneeliasiantuntijan arvio näillä kohteilla, joille paneelien asennukseen ei suoranaista tilaa löytynyt voisi olla hyvä toteuttaa. Lisäksi tarvittava ostosähkö tulisi olla tuotettu uusiutuvia luonnonvaroja käyttäen. Lämmitysjärjestelmien osalta päädyttiin siihen, ettei kohteilla käytössä olevien kaukolämpöjärjestelmien vaihtaminen esimerkiksi maalämpöön ole kustannusten kannalta välttämättä järkevää, sillä kaukolämmöllä on tavoitteena

tulevien vuosien aikana olla peräisin uusiutuvista energianlähteistä. Näin ollen on kannattavaa lämmitysjärjestelmiin kohdistuvien hiilineutraalius suunnitelmien osalta huomioida tämä tavoite. Kuitenkin osalla kohteista voi olla mahdollisuus jo nyt siirtyä täysin hiilineutraaliin kaukolämpöön, jolloin tämä muutos olisi hyvä tehdä. Lämmitysjärjestelmän tueksi ilmalämpöpumppujen hankinta voisi kuitenkin olla kannattavaa, sillä ilmalämpöpumput ovat energiatehokas ratkaisu esimerkiksi vähentämään jäähdytyksen aiheuttamia kuluja. Muita energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä, joita kyseisillä kohteilla voitaisiin tehdä, olisivat esimerkiksi hiilidioksidimittareiden asennus ilmanvaihdon optimoimisen tueksi, sisälämpötilojen lasku sekä rakenteiden tiiveystarkastukset ja eristeiden kunto ja tasaisuus. Pienilläkin energiatehokkuutta tukevilla toimenpiteillä saadaan aikaan merkittäviä säästöjä.

Opinnäytetyössä tarkastelluilla kohteilla pääsääntöisesti tuntui olevan kaikki hyvällä mallilla ja energiatehokkuus oli otettu jo hyvin huomioon monessa asiassa, sekä oltiin kiinnostuneita hiilineutraalius tavoitteiden edistämisestä. Opinnäytetyön tekeminen oli kuitenkin hieman haastavaa, sillä kohteiden erilaisuus ja sijainti hankaloittivat vertailua niiden välillä. Yhtenäinen kokonaisuus saatiin kuitenkin kasattua kaikkien saatujen tietojen ja havaintojen pohjalta.

Lähteet

Alva n.d. Vihreä lämpö. Viitattu 11.4.2023. <https://www.alva.fi/vihrea-lampo/>

Astetta alemmas n.d. Astetta alempi huonelämpötila. Viitattu 10.3.2023.
https://www.astettaalemmas.fi/saastovinkit/omakotitalo/astetta_alempi_huonela_mpotila.19296.news

Astetta alemmas n.d. Astetta viileämpi poissaolo. Viitattu 10.3.2023.
https://www.astettaalemmas.fi/saastovinkit/kerrostalokoti/astetta_viileampi_pois_saolo.19160.news

Bruce-Hyrkäs, T. 2020. Tulossa syksyllä 2020: Hiilineutraalin rakennuksen määritelmä. Green Building Council Finland. Viitattu 7.3.2023.
<https://figbc.fi/tulossa-syksylla-2020-hiilineutraalin-rakennuksen-maaritelma/>

Energiatehokkuuslaki 30.12.2014/1429. Viitattu 30.11.2022.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20141429>

Energiavirasto n.d. Energiatehokkuus. Viitattu 3.3.2023.
<https://energiavirasto.fi/energiatehokkuus>

Euroopan komissio 2021. Kysymyksiä ja vastauksia – Energiajärjestelmä ilmastotavoitteita vastaavaksi. Viitattu 11.11.2022.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fi/qanda_21_3544

Euroopan parlamentti 2022. Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä? Viitattu 3.3.2023.
<https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20190926STO62270/mita-hiilineutraalius-tarκοittaa-ja-miten-se-saavutetaan-2050-menessa>

Euroopan parlamentti 2022. Uusiutuva energia: Euroopan kunnianhimoiset tavoitteet. Viitattu 11.11.2022.
<https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20171124STO88813/uusiutuva-energia-euroopan-kunnianhimoiset-tavoitteet>

Eurooppa-neuvosto 2022. Energian hinnat ja toimitusvarmuus. Viitattu 7.11.2022. <https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/energy-prices-and-security-of-supply/>

Korpisalo, K. & Hintsala, J. 2021. Vinkkejä taloyhtiön energiatehokkuuden parantamiseksi. HSY. Viitattu 27.3.2023. <https://energianeuvonta.fi/wp-content/uploads/2021/02/Taloyhti%C3%B6n-energiatehokkuus.pdf>

Koutsi – HSY:n verkkokurssit n.d. Lämmitysjärjestelmävaihtoehdot. Viitattu 27.3.2023. <https://koutsi.hsy.fi/courses/energiaekspertti/lessons/lammitys-2/topic/lammitysmuodot-3/>

Koutsi – HSY:n verkkokurssit n.d. Ominaiskulutukset auttavat energiatehokkuuden vertailussa. Viitattu 27.4.2023. <https://koutsi.hsy.fi/courses/energiaekspertti/lessons/johdanto-taloyhtio-ja-energia-3/topic/ominaiskulutukset-auttavat-energiatehokkuuden-vertailussa/>

Kuiri, M. 2022. Greenhouse gas -protokolla auttaa organisaatioita merkittävimpien päästölähteiden tunnistamisessa – WWF green officen työkaluilla lasket ja seuraat päästöjä. WWF. Viitattu 6.3.2023. <https://wwf.fi/greenoffice/tarina/greenhouse-gas-protokolla-auttaa-organisaatioita-merkittavimpien-paastolahteiden-tunnistamisessa-wwf-green-officen-tyokalulla-lasket-ja-seuraat-paastoja%E2%80%AF/>

Laakso, S. 2018. Kulutuksen hillintä vaatii vuoropuhelua ja tekoja. Sitra. Viitattu 3.11.2022. <https://www.sitra.fi/blogit/kulutuksen-hillinta-vaatii-vuoropuhelua-ja-tekoja/>

Laitinen, J. 2012. Valomerkki. Energiapula ja makean elämän loppu. Atena Kustannus Oy. Viitattu 26.4.2023.

Lyytimäki, V.; Bies-Wikgren, J. & Karhunen, A. n.d. Energiankulutus. Ympäristöosaava.fi. Viitattu 6.3.2023. <https://www.ymparistoosaava.fi/sosiaali-ja-terveysala/index.php?k=22666>

Motiva 2021. Hyvä ilmanvaihto. Viitattu 13.3.2023. https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/hyva_ilmanvaihto

Motiva 2022. Energiatehokas ja suositusten mukainen lämpötila työpaikoilla.

Viitattu 11.11.2022.

https://www.motiva.fi/ajankohtaista/uutiset/uutiset_2022/energiatehokas_ja_suosituksien_mukainen_lampotila_tyopaikoilla.19520.news

Motiva 2022. Energiatehokkuusdirektiivi. Viitattu 11.11.2022.

<https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/direktiivit/energiatehokkuusdirektiivi>

Motiva 2022. Lämpöpumppujen hankintaopas kunnille ja taloyhtiöille. Viitattu

14.11.2022.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumppujen_hankintaopas_kunnille_ja_taloyhtiöille

Motiva 2022. Lämpöpumput. Viitattu 14.11.2022.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput

Motiva 2022. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi. Viitattu 11.11.2022.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/direktiivit/rakennusten_energiatehokkuusdirektiivi

Motiva 2022. Valaistus. Viitattu 10.5.2023.

https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energiankaytto/valaistus

Motiva 2023. Aurinkosähkö taloyhtiöissä. Viitattu 27.3.2023.

https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot_-_yhdessä_energiatehokkaasti/aurinkosahko_taloyhtiössä

Motiva 2023. Sähkönkulutus ja valaistus. Viitattu 27.3.2023.

https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot_-_yhdessä_energiatehokkaasti/sahkonkulutus_ja_valaistus

Mutanen, O. 2017. Toimistorakennuksen energiatehokas jäähdytys. 12. s.

Viitattu 17.4.2023.

https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/135126/diplomity%c3%b6%20Mu_final.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Rakennuslehti 2011. Energiatehokkuus ratkaisee rakennuksen hiilijalanjäljen. Viitattu 8.11.2022. <https://www.rakennuslehti.fi/2011/06/energiatehokkuus-ratkaisee-rakennuksen-hiilijalanjaljen/>

Rakennusteollisuus n.d. Energiatehokkuuden parantaminen vähentää päästöjä. Viitattu 3.11.2022. <https://www.rt.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Energiatehokkuus/>

Silvonen, V. n.d. Kasviuonekaasut ja niiden haitallisuus. Genano. Viitattu 2.11.2022. <https://www.genano.com/fi/tietopankki/kasviuonekaasut-ja-niiden-haitallisuus>

Sjöstedt, T. 2018. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat. Sitra. Viitattu 3.11.2022. <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarchoittavat/>

Suomen virallinen tilastokeskus (SVT): Energian kokonaiskulutus energialähteittäin muuttujina Energianlähde osuus energian kokonaiskulutuksesta (%), 2022Q3*. Viitattu 17.4.2023. https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ ehk/statfin_ ehk_pxt_12st_px/chart/chartViewPie/

Suomen virallinen tilasto (SVT): Kasviuonekaasut [verkkojulkaisu]. Viiteajankohta: 2021. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu 17.4.2023. <https://www.stat.fi/julkaisu/cktf0i203azm0a519to5exzc>

Suomen ympäristökeskus 2022. Maailman kasviuonekaasupäästöt kasvavat yhä. Viitattu 1.11.2022. https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/maailman-kasviuonekaasupaastot-kasvavat-yha#ref_UNI21

Tilastokeskus n.d. Epäsuorat kasviuonekaasut. Viitattu 2.11.2022. https://www.stat.fi/meta/kas/epasuorat_kasvi.html

Tilastokeskus n.d. Uusiutuvat energialähteet. Viitattu 7.3.2023. https://www.stat.fi/meta/kas/uusiutuvat_ener.html

Tomallen n.d. Poistoilman lämmön talteenotto. Viitattu 17.4.2023. <https://www.tomallensenera.fi/lammon-talteenotto>

Työ- ja elinkeinoministeriö n.d. Energiatehokkuus. Viitattu 28.3.2023.

<https://tem.fi/energiatehokkuus>

Vallox n.d. Ilmanvaihtokoneen vaihto: Uusi ilmanvaihtokone voi maksaa itsensä takaisin parissa vuodessa. Viitattu 10.4.2023.

https://www.vallox.com/tietoa_ilmanvaihdosta/ilmanvaihtokoneen_vaihto_uusi_ilmanvaihtokone_voi_maksaa_itsensa_takaisin_parissa_vuodessa.html

WWF n.d. Ilmastonmuutos. Viitattu 4.11.2022.

<https://wwf.fi/uhat/ilmastonmuutos/>

Ympäristö.fi n.d. Energiahukan vähentäminen. Viitattu 8.3.2023.

[https://www.ymparisto.fi/fi-fi-rakentaminen/korjaustieto/taloyhtiot/energiatehokkuus/Energiahukan_vahentaminen](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/korjaustieto/taloyhtiot/energiatehokkuus/Energiahukan_vahentaminen)

Ympäristö.fi n.d. Lämmitysjärjestelmä. Viitattu 8.3.2023.

[https://www.ymparisto.fi/fi-fi-rakentaminen/korjaustieto/taloyhtiot/energiatehokkuus/energiankulutus/lammitusjarjestelma](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/korjaustieto/taloyhtiot/energiatehokkuus/energiankulutus/lammitusjarjestelma)

Ympäristö.fi 2022. Vedenkulutuksen hallinta. Viitattu 8.3.2023.

[https://www.ymparisto.fi/fi-fi-Rakentaminen/Korjaustieto/Taloyhtiot/Energiatehokkuus/Energiahukan_vahentaminen/Vedenkulutuksen_hallinta](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/Rakentaminen/Korjaustieto/Taloyhtiot/Energiatehokkuus/Energiahukan_vahentaminen/Vedenkulutuksen_hallinta)

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaisista teknisistävaatimuksista 497/2019. Viitattu 10.5.2023.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190497#Pdm45843169573968>

Ympäristöministeriö n.d. Pariisin ilmastopimus. Viitattu 4.11.2022.

<https://ym.fi/pariisin-ilmastosopimus>

Ympäristöministeriö n.d. Rakennusten energiatehokkuus. Viitattu 28.3.2023.

<https://ym.fi/rakennusten-energiatehokkuus>

Ympäristöministeriö n.d. Suomen kansallinen ilmastopolitiikka. Viitattu 4.11.2022. <https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka>