



Jutta Hasko

# Hiilineutraalisuus Turun yliopis- tossa: tiloihin liittyvien järjestelmien ja käytäntöjen nykytila ja kehitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Talotekniikka

Opinnäytetyö

8.5.2023

# Tiivistelmä

Tekijä:	Jutta Hasko
Otsikko:	Hiilineutraalisuus Turun yliopistossa: tiloihin liittyvien järjestelmien ja käytäntöjen nykytila ja kehitys
Sivumäärä:	49 sivua
Aika:	8.5.2023
Tutkinto:	insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma:	talotekniikka
Ammatillinen pääaine:	LVI-tekniikka
Ohjaajat:	yliopettaja Rauno Holopainen toimitilapäällikkö Meri Louhi

---

Turun yliopisto on sitoutunut olemaan hiilineutraali vuoteen 2025 mennessä. Se on sitoutunut toteuttamaan toimenpiteitä, joilla tähän tavoitteeseen päästään. Turun yliopiston hiilijalanjälki muodostuu pääasiassa kolmesta tekijästä. Ne ovat matkustus, kiinteistöt ja tutkimustoiminta.

Opinnäytetyössä keskityttiin kiinteistö –kokonaisuuteen, joka jakautuu tilaohjelmaan, kampuskehitykseen, tilojen käyttöön ja hallintaan, kiinteistöiden ja tilojen varusteiden kierrätykseen ja materiaaliin. Opinnäytetyössä keskityttiin erityisesti käyttäjien taloteknisiin laitteisiin ja hallintaan sekä niiden energiankulutukseen.

Opinnäytetyössä tutkittiin kolmen rakennuksen energiankulutusta. Samalla tutkittiin kyselytutkimuksella rakennuksissa olevia käyttäjän taloteknisiä laitteita ja niiden määrää. Tämän jälkeen saatuja vastauksia tarkennettiin ja syvennettiin haastatteluiden avulla.

Opinnäytetyön yhteydessä tunnistettiin, että yliopiston tiloissa on paljon käyttäjien tutkimuslaitteita. Iso osa on liitettyä kiinteistön taloteknisiin järjestelmiin. Tiedekunnilla ja laitoksilla on omia käytäntöjä toimintatavoissa hankinnasta tuotteen elinkaaren loppuun. Työssä tarkasteltiin erityisesti vetokaappien ja syväjäähäpakastimien energiakulutusta.

Peruskorjaamattomissa rakennuksissa on paljon potentiaalia tehdä erilaisia energia-  
tehokkuustoimenpiteitä. Jotkin vaativat taloudellisia investointeja, mutta joitakin asioita voi tehdä myös ilman taloudellisia investointeja. Opinnäytetyössä tuotiin esille kehittämideoita, joilla voitaisiin saada energian kulutusta pienemmäksi.

Avainsanat: vetokaappi, syväjäähäpakastin, energiankäyttö, hiilineutraalisuus

## Abstract

Author: Jutta Hasko  
Title: Carbon Neutrality at University of Turku: Current State and Development of Facilities-related Systems and Practices  
Number of Pages: 49 pages  
Date: 8 May 2023

Degree: Master of Engineering  
Degree Programme: Building Services Engineering  
Professional Major: HVAC Engineering  
Supervisors: Rauno Holopainen, Principal Lecturer  
Meri Louhi, Facility Manager

---

The thesis aimed at mapping the current state of the carbon neutrality of the real estate of the University of Turku as a whole, focusing especially on the energy consumption, use and management of the building services equipment.

The thesis investigated the energy consumption of three buildings. At the same time, the building services equipment operated by the building users, and their number in the buildings were mapped with a survey. After this, the answers were refined and expanded on with the help of interviews.

The thesis established that the users have many research devices in the university premises. A large part of these are connected to the building services systems of the buildings. Faculties and departments have their own practices for the operational practices, from procurement to the end of a product's life cycle. The thesis specifically looked into the energy consumption of draft cabinets and deep freezers.

It was shown that buildings that have not been renovated have a lot of potential to implement various energy efficiency measures. Some of these require financial investments, but some can be realized without financial investments. The thesis can be used as a source for measures to take to reduce energy consumption.

Keywords: fume hood, deep freezer, energy use, carbon neutrality

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Taustaa	1
1.2	Tavoitteet ja aiheen rajaus	1
2	Ilmastosopimukset maailmalla ja Suomessa	2
2.1	Kansainvälinen ilmastosopimus	2
2.2	Agenda 2030	2
2.3	Agenda 2030 Suomessa	3
3	Vähähiilinen rakentaminen Suomessa	4
3.1	Hiilineutraali Suomi 2035	4
3.2	Päästökauppa- ja taakanjakosektorit	4
3.3	Säädökset ja asetukset	5
3.3.1	Vähähiilisen rakentamisen tiekartta	5
3.3.2	Uusi rakentamislaki	6
3.3.3	Ilmastolaki	6
3.3.4	Ilmastaselvitys	7
3.4	Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki	8
3.4.1	Hiilijalanjälki	8
3.4.2	Hiilikädenjälki	10
3.5	Arviointityökalu ja standardit	11
3.6	Energian hiilijalanjäljen laskenta	12
4	Hiilineutraali Turun yliopisto	16
4.1	Turun yliopiston toimitilat	16
4.1.1	Vaikuttamismahdollisuudet päästöihin	16
4.1.2	Suomen yliopistokiinteistöjen päästöt	18
4.2	Turun yliopiston hiilineutraalisuustyöryhmä	20
4.3	Turun yliopiston hiilijalanjäljen laskenta	21
4.4	Hiilineutraalisuustavoite 2025	22
4.5	Kestävä kampusarki	23
5	Talotekniset laitteet Turun yliopiston tiloissa	24

5.1	Nykytilan kuvaus	24
5.2	Energian käyttö	25
5.3	Rakennus 1	26
5.3.1	Rakennus 1:n perustiedot	26
5.3.2	Rakennus 1:n energiankulutus ja päästöt	26
5.4	Rakennus 2	27
5.4.1	Rakennus 2:n perustiedot	27
5.4.2	Rakennus 2:n energiankulutus ja päästöt	28
5.5	Rakennus 3	29
5.5.1	Rakennus 3:n perustiedot	29
5.5.2	Rakennus 3:n energiankulutus ja päästöt	30
6	Tutkimuksen tulokset	31
6.1	Vetokaapit	32
6.2	Vetokaappien energiankulutus	33
6.3	Syväjäähäpakastimet	37
6.3.1	Syväjäähäpakastimien energiankulutus	38
6.3.2	Nestetyyppipakastimet	40
7	Kehittämistoimenpiteet	42
7.1	Vetokaapit	42
7.2	Syväjäähäpakastimet	44
7.3	Yleisesti energia-asiat	45
8	Pohdinta	46
	Lähteet	47

## Lyhenteet

- GWP: Ominaislämmitysvaikutus. Se kertoo aineen kasvihuonehaitallisuuden yksikössä kg CO<sub>2</sub>e/kWh.
- SFP: Ominais sähköteho. Se kertoo, kuinka paljon sähkötehoa tarvitaan ilman kuljettamiseen rakennuksessa yksikössä kW/(m<sup>3</sup>/s).
- SYK: Suomen Yliopistokiinteistöt Oy. Valtakunnallinen kampuskehittäjä, joka omistaa ja kehittää pääkaupunkiseudun ulkopuolella sijaitsevia yliopistokampuksia.
- TTK: Turun TeknologiaKiinteistöt. Turussa toimiva kiinteistöyhtiö.
- TYY: Turun ylioppilaskunta.
- YK: Yhdistyneet kansakunnat. Maailmanlaajuinen hallitusten välinen yhteistyöjärjestö.

# 1 Johdanto

## 1.1 Taustaa

Turun yliopisto on 25 000 opiskelijan ja työntekijän akateeminen yhteisö. Se on perustettu vuonna 1920 ja on kansainvälisesti kilpailukykyinen tiedeyliopisto. Turun yliopiston toiminta perustuu korkeatasoiseen ja monialaiseen tutkimukseen. Turun yliopisto on opiskelijamäärältään Suomen kolmanneksi suurin yliopisto. Tiedekuntia yliopistossa on kahdeksan, joten tiloissa on monenlaista ja erityyppistä toimintaa. (Tietoa yliopistosta 2021.)

Turun yliopisto on sitoutunut olemaan hiilineutraali vuoteen 2025 mennessä. Se on sitoutunut toteuttamaan toimenpiteitä, joilla tähän tavoitteeseen päästään. Turun yliopisto tulee tarkastelemaan kriittisesti kaikkia toimintojaan, vahvistamaan jo olemassa olevia hyviä käytäntöjä sekä kehittämään täysin uudenlaisia toimintatapoja hiilineutraalisuuden varmistamiseksi. Turun yliopiston hiilijalanjälki muodostuu pääasiassa kolmesta tekijästä. Ne ovat matkustus, kiinteistöt ja tutkimustoiminta. Jotta tavoitteisiin päästään, on Turun yliopistossa perustettu hiilineutraalisuustyöryhmä. Näitä tavoitteita tukee omalta osaltaan myös Kestävän kampusrarjen toiminnot -työryhmä. Se miettii toimenpiteitä konkreettisella tasolla. (Hiilineutraalisuustyöryhmä 2020.)

## 1.2 Tavoitteet ja aiheen rajaus

Opinnäytetyössä tutkitaan Turun yliopiston kiinteistöihin ja tilojen käyttöön liittyviä järjestelmiä ja käytäntöjä, jotka vaikuttavat päästöihin ja kestävän kehityksen arvoihin. Tarkoituksena on selvittää niiden nykytila ja laatia kehityssuunnitelma. Tässä opinnäytetyössä Turun yliopiston kiinteistöillä tarkoitetaan yliopiston omia kiinteistöjä sekä myös toimitiloja, joissa se on vuokralaisena.

Opinnäytetyössä keskitytään kiinteistökokonaisuuteen. Tässä isoimmat kokonaisuudet ovat tilaohjelma, kampuskehitys, tilojen käyttö/hallinta, kiinteistöiden

ja tilojen varusteiden kierrätys ja materiaalit. Opinnäytetyössä käsitellään kaikkia edellä mainittuja osa-alueita yleisellä tasolla, mutta keskittyen tilojen käyttöön ja hallintaan sekä erityisesti energiankulutukseen.

## **2 Ilmastopöimukset maailmalla ja Suomessa**

### **2.1 Kansainvälinen ilmastopöimus**

Vuonna 2015 tehtiin kansainvälinen ilmastopöimus, joka tunnetaan myös nimellä Pariisin ilmastopöimus. Se astui voimaan 4.11.2016. Sen tarkoituksena on hillitä maapallon keskilämpötilan nousua. Tavoitteena on pyrkiä toimiin, jolla lämpötilan nousu saataisiin rajattua alle 1,5 °C:seen. (Pariisin ilmastopöimus 2023.)

Pariisin ilmastopöimus pyrkii siihen, että tämän vuosisadan jälkipuoliskolla ihmisen aiheuttamat kasvihuonekaasujen päästöt ja päästöjä sitovat nielut ovat tasapainossa. Edistymistä on tarkoitus seurata viiden vuoden välein. Ensimmäinen tarkasteluvuosi on 2023. (Pariisin ilmastopöimus 2023.)

Sopimuksessa ei oteta kantaa määrällisiin päästövähennystavoitteisiin. Osa-puolet sitoutuvat valmistelevaan, tiedottamaan, ylläpitämään ja saavuttamaan kansalliset päästötavoitteensa. Nämä tavoitteet löytyvät YK:n ilmastopöimussuhteeristön ylläpitämästä julkisesta rekisteristä. (Pariisin ilmastopöimus 2023.)

### **2.2 Agenda 2030**

Vuonna 2015 sovittiin myös YK:n jäsenmaiden kesken kestävän kehityksen toimintaohjelmasta. Samalla sovittiin tavoitteista, jotka ohjaavat vuosina 2016–2030 kestävän kehityksen edistämistä. Vastuu toimeenpanosta on ensisijaisesti valtioilla. (Agenda 2030, 2023.)

Sopimuksessa on pyrkimys poistamaan köyhyyttä maailmasta ja turvata ympäristölle hyvinvointia kestäväällä tavalla. Siihen sisältyy 17 erilaista tavoitetta. Ne

on tarkoitus saavuttaa vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteet on esitetty kuvassa 1. (Agenda 2030, 2023.)



Kuva 1. Kestävän kehityksen tavoitteet (Agenda 2030, 2023).

### 2.3 Agenda 2030 Suomessa

Suomi pyrkii johdonmukaisesti tukemaan Agenda 2030:n toteutumista kaikella toiminnallaan. Suomi on ollut yksi toimeenpanon edelläkävijöistä. Suomi on laatinut kestävän kehityksen yhteiskuntasitoumuksen käytännön työkaluksi. Sen

avulla on eri alojen toimijoita koottu mukaan edistämään yhteisiä tavoitteita. (Agenda 2030, 2023.)

Joka neljäs vuosi laaditaan toimeenpanosta eduskunnalla selonteko. Viimeinen selonteko on annettu vuonna 2020. Siinä kerrotaan keinoista, joiden avulla tavoitteiden toteutumista seurataan ja arvioidaan. (Agenda 2030, 2023.)

### **3 Vähähiilinen rakentaminen Suomessa**

#### **3.1 Hiilineutraali Suomi 2035**

Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuonna 2035 ja hiilinegatiivinen nopeasti sen jälkeen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kasvihuonekaasupäästöjen ja hiilinielujen aikaansaamien päästöjen poistumien tulee olla samalla tasolla vuonna 2035. Tämän jälkeen nielujen vaikutukset pitäisi olla päästöjä suuremmat. Tämä koskee yhteiskunnan kaikkia osa-alueita. Sähkön ja lämmön tuotanto tulee olla lähes päästötöntä vuoden 2030 loppuun mennessä. Suomen tavoite hiilineutraaliuteen liittyen on kunnianhimoisempi kuin EU:n vastaavat voimassa olevat tavoitteet. EU:n tavoite olla hiilineutraali vuonna 2050. Tavoitteiden saavuttamisen tueksi on tarkasteltu uusia toimia. (Hiilineutraali Suomi 2035, 2022.)

#### **3.2 Päästökauppa- ja taakanjakosektorit**

EU on sitoutunut olemaan hiilineutraali vuoteen 2050 mennessä. Vuoden 2030 hiilineutraalisuustavoite on vähentää 55 % päästöjä. Päästövähennystavoitteet jakautuvat EU-tason päästökauppasektoriin ja kansallisen tason taakanjakoon päästökaupan ulkopuolisilla sektoreilla. (Euroopan unionin ilmastopolitiikka 2022.)

Päästökauppajärjestelmään kuuluvat sähkön- ja lämmöntuotanto sekä suuret teollisuuslaitokset. Päästökaupan ulkopuolella eli taakanjakosektorille kuuluvat

maatalous, rakentaminen, rakennusten lämmitys, asuminen, liikenne ja jätehuolto tai teollisuuden F-kaasut. Suomen maakohtainen vähennystavoite taakanjakosektorilla on 39 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Suomen tulisi kuitenkin vähentää päästöjä 50 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta. (Euroopan unionin ilmastopolitiikka 2022.)

### 3.3 Säädökset ja asetukset

#### 3.3.1 Vähähiilisen rakentamisen tiekartta

Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuonna 2035 ja hiilinegatiivinen hetken jälkeen. Tätä varten on tarkoitus laatia toimialakohtaiset tiekartat vähähiilisyteen yhteistyössä alan toimijoiden kanssa. (Tiekarttatyön lähtökohdat 2022.)

Tiekarttatyön valmistelussa ovat olleet mukana ympäristöministeriö, työ- ja elinkeinoministeriö sekä eri sidosryhmät. Siinä on selvitetty keinoja päästöjen tehokkaaseen vähentämiseen rakentamisessa ja rakennetussa ympäristössä. Tavoitteena on ollut tunnistaa ne toimenpiteet, jotka mahdollistavat vähähiilisyteen. Samalla on tunnistettu myös vähähiilisyden ajureita ja esteitä. (Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035, 2020.)

Kiinteistö- ja rakentamisala vastaa noin 15 % Suomen bruttokansantuotteesta. Rakennuksissa kulutetaan lähes 40 % kokonaisenergian kulutuksesta. Rakentaminen, rakennusten lämmitys ja sähkönkäyttö aiheuttavat noin 30 % Suomen kasvihuonepäästöistä. (Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035, 2020.)

Rakennusten ja rakenteiden käytön aikainen energiankulutus on tällä hetkellä keskeisin rakennetun ympäristön päästövaikutus. Rakennusten lämmittäminen on suurin päästöjä aiheuttava toiminto. Sähkön- ja kaukolämmön päästöt on arvioitu pienenevän vuoteen 2035 mennessä puolella ja vuoteen 2050 mennessä noin kolmannekseen nykyisestä. Rakennusten lämmitystarve myös pienenee ja jäähdytyksen tarve kasvaa ilmastonmuutoksen seurauksena. Suomen raken-

nuskannasta kaksi kolmannelta on energialuokissa D ja E. Viidesosa on luokissa A, B tai C, eikä ne vaadi peruskorjausta. Loput ovat luokissa F ja G. (Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035, 2020.)

On arvioitu, että energiankulutusta voidaan vähentää 50 % poistuman, kunnossapidon ja korjausrakentamisen keinoin. Keskeisiä keinoja energiatehokkuuden parantamiselle ja päästöjen vähentämiselle ovat

- lämpöhäviöiden pienentäminen ja jäähdytystarpeen pienentäminen
- sähkönkäytön tehostaminen
- ilmaisenergioiden hyödyntäminen
- kulutuksen ohjaus ja näyttö
- energiamuotoihin vaikuttaminen.

(Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035, 2020.)

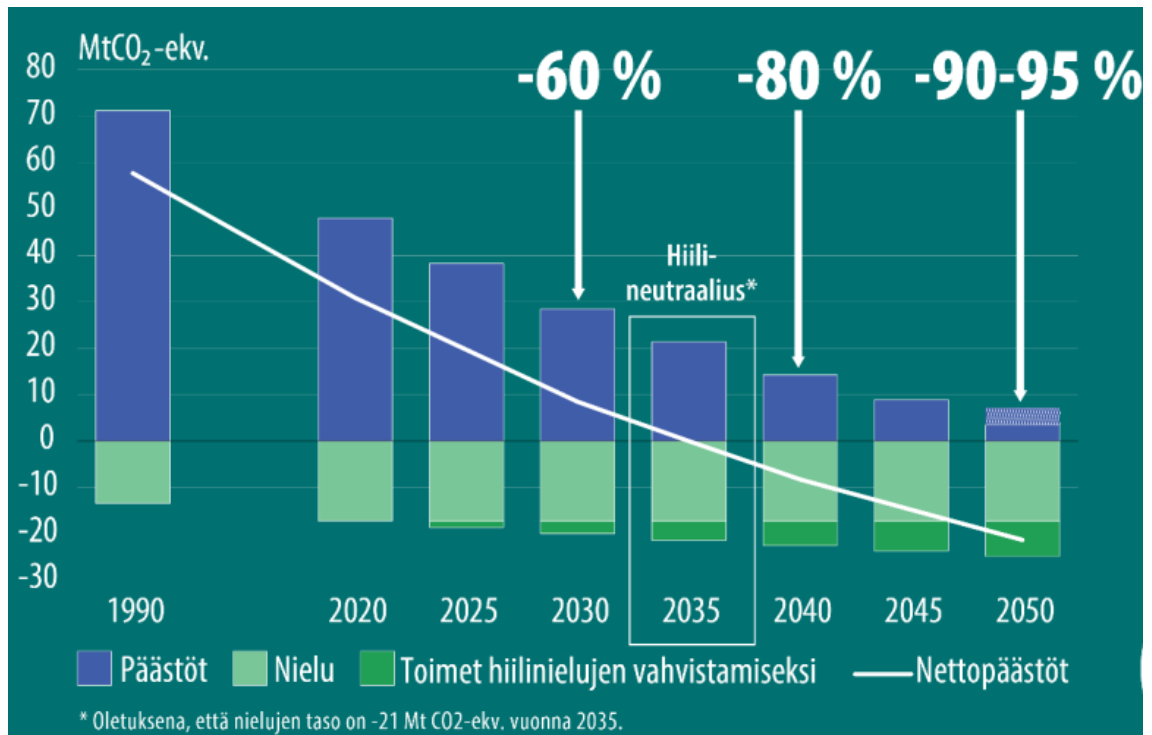
### 3.3.2 Uusi rakentamislaki

Uusi rakentamislaki tulee voimaan 1.1.2025. Sen tavoitteena on ohjata rakentamista vähähiiliseksi. Sen takia se sisältää ehdotuksen uudesta teknisestä vaatimuksesta rakennuksen vähähiilisuudelle. Vuoden 2025 alusta alkaen on laadittava ilmastaselvitys rakentamislupaa varten. Siinä raportoidaan rakennuksen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki. (Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait 2023.)

### 3.3.3 Ilmastolaki

Jotta Suomen hiilineutraalisuustavoite saavutettaisiin, olemassa olevaa ilmastolakia on uudistettu vuonna 2022. Vanha laki on vuodelta 2015. Syksyllä 2022 aloitettiin täydentämään uutta ilmastolakia kuntien ilmastosuunnitelmilla ja muutoksenhakua koskevalla sääntelyllä. Laki tuli täydennettynä voimaan 1.3.2023. Jatkossa kuntien on laadittava tai päivitettävä vähintään kerran valtuustokaudessa ilmastosuunnitelma. (Ilmastolain uudistus 2023.)

Uudessa ilmastolaissa on esitetty päästövähennystavoitteet vuosille 2030, 2040 ja 2050. Aiemmassa ilmastolaissa oli määritetty päästövähennystavoite vain vuodelle 2050. Uudet päästövähennystavoitteet pohjautuvat vuoden 1990 päästöjen tasoon. Lähtötaso ja tavoitteet on esitetty kuvassa 2. (Uusi ilmastolaki 2022). Uudet päästövähennystavoitteet ovat 60 % vuoteen 2030 mennessä, 80 % vuoteen 2040 mennessä ja 90 % vuoteen 2050 mennessä.



Kuva 2. Uuden ilmastolain päästövähennystavoitteet (Uusi ilmastolaki 2022).

### 3.3.4 Ilmastaselvitys

Tällä hetkellä ei ole voimassa olevaa lainsäädäntöä, joka koskisi rakennuksen ilmastaselvitystä tai rakennuksen vähähiilisyyden arviointia koskevaa sääntelyä.

Ympäristöministeriö on valmistellut asetusta rakennuksen ilmastaselvityksestä. Siinä säädetään rakennuksen elinkaaren vähähiilisyydestä, ilmastaselvityksen laatimisesta ja sisällöstä sekä Suomen oloihin kehitetystä arviointimenetel-

mästä. Menetelmää olisi käytettävä rakennuksen ilmastaselvityksessä raportoitavien hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen laskennassa. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ilmastaselvityksestä 2021.)

Asetus tulisi olemaan keskeinen osa tulevaisuuden rakennuksen vähähiilisyyden säädösohjausta. Selvitystyö on aloitettu vuonna 2021. Lausuntokierrokset ovat olleet vuonna 2021 ja 2022. Lausuntoja ovat antaneet muun muassa eri korkeakoulut, kaupungit, kiinteistöyhtiöt ja järjestöt. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ilmastaselvityksestä 2021.)

### 3.4 Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki

#### 3.4.1 Hiilijalanjälki

Hiilijalanjälki tarkoittaa elinkaaren aikana aiheutuneita päästöjä. Ne voi olla peräisin tuotteista, toiminnasta tai palveluista. Näiden käytöstä aiheutuvien päästöjen lisäksi mukana ovat myös tuotantoprosessin päästöt. (Ilmastonmuutos 2020.)

Hiilijalanjäljen arviointia tekevät pääsuunnittelijat, rakennussuunnittelijat ja erityissuunnittelijat. Arviointia tehdään uusille rakennuksille tai laajamittaisen peruskorjauksen tarpeessa oleville rakennuksille. (Asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä 2021.)

Kasvihuonepäästöt lasketaan kaavalla (1) (Asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä 2021):

$$C_{\text{jalanjälki}} = GWP_{\text{valmistus}} + GWP_{\text{vaihdot}} + GWP_{\text{jätteenkäsittely}} + GWP_{\text{loppusijoitus}} + GWP_{\text{kuljetukset}} + GWP_{\text{työmaa}} + GWP_{\text{käyttöenergia}} \quad (1)$$

jossa

$GWP_{\text{valmistus}}$	rakennustuotteiden raaka-aineiden hankinnasta, niiden kuljetuksista ja valmistuksesta aiheutuva kasvihuonekaasupäästö (A1–A3)
$GWP_{\text{vaihdot}}$	rakennustuotteiden vaihdosta aiheutuvaa kasvihuonekaasupäästöä (B4)
$GWP_{\text{jätteenkäsittely}}$	rakennustyömaalla, vaihdettaessa rakennustuotteita, ja purkutyömaalla syntyvän purku- ja rakennusjätteen käsittelystä aiheutuva kasvihuonekaasupäästö (A5, B4 ja C3)
$GWP_{\text{loppusijoitus}}$	rakennus- ja purkujätteen loppusijoituksesta aiheutuva kasvihuonekaasupäästö (A5, B4 ja C4)
$GWP_{\text{kuljetukset}}$	rakennustuotteiden kuljetuksista niiden valmistuspaikalta rakennustyömaalle ja rakennus- ja purkujätteen kuljetuksista purkupaikalta jätteenkäsittelyyn aiheutuva kasvihuonekaasupäästö (A4, B4, A5, B4, C2)
$GWP_{\text{työmaa}}$	rakennustuotteiden vaihdettaessa rakennustyömaalla ja purkutyömaalla kulutetusta energiasta aiheutuva kasvihuonekaasupäästö (B4, C1)
$GWP_{\text{käyttöenergia}}$	rakennuksen käytön aikana kulutetusta energiasta aiheutuva kasvihuonekaasupäästö (B6).

(Asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä 2021.)

Rakennuksen käytön aikaisesta energiankulutuksesta aiheutuvan hiilijalanjäljen arvioinnin on perustuttava 50 vuoden jaksolle. Energian käytön hiilijalanjäljen laskennan on pohjaututtava energiamuotojen hiilijalanjäljen yhteenlaskettuun summaan. Se lasketaan yhteen kaikilta 50 vuoden jaksolta. (Asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä 2021.)

Energian käytön hiilijalanjälki lasketaan kaavalla (2) (Asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä 2021):

$$GWP_{\text{käyttöenergia}} = \sum_{i=1}^t [E \times GWP_{E,i}] \quad (2)$$

jossa

$E$	laskennallinen ostoenergian kulutus jokaiselle rakennuksessa käytetylle energiamuodolle (kWh)
$GWP_{E,i}$	kansallisen päästötietokannan sisältämä vuosittainen kasvihuonepäästökaasujen ominaispäästö, se syntyy ostoenergian kulutuksen seurauksena ja sisältää kansallisen päästötietokannan oletuksen energiamuodon päästövähennemästä tulevaisuudessa ( $\text{kgCO}_{2e}/\text{kWh}$ )
$i$	laskentavuosi
$t$	arviointijakson pituus.

(Asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä 2021.)

### 3.4.2 Hiilikädenjälki

Hiilikädenjäljellä tarkoitetaan tekoja tai tuotteita, jotka aiheuttavat positiivista ilmastovaikutusta ja joita ei syntyisi ilman rakennushanketta. Nämä teot tai tuotteet voivat olla esimerkiksi jokin rakennus tai sen osa. (Ilmastomuutos 2020.)

Hiilikädenjäljen arviointia tekevät pääsuunnittelijat, rakennussuunnittelijat ja erityissuunnittelijat. Arviointia tehdään uusille rakennuksille tai laajamittaisen peruskorjauksen tarpeessa oleville rakennuksille. Arvioinnin tulee sisältää vältetyt sekä poistetut kasvihuonekaasupäästöt, joita ei aiheutuisi ilman rakennushanketta. (Asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä 2021.)

Hiilikädenjäljen laskentakaava (3) on (Asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä 2021):

$$C_{\text{kädenjälki}} = GWP_{\text{uudellenkäyttö ja kierrätys}} + GWP_{\text{kierrätyspolttoaine}} + GWP_{\text{polttolaitos}} + GWP_{\text{uusiutuva energia}} + GWP_{\text{hiilivarasto}} + GWP_{\text{karbonatisoituminen}} \quad (3)$$

jossa

$GWP_{\text{uudellenkäyttö ja kierrätys}}$	rakennusosien ja -tuotteiden tai siirtokelpoisten rakennusten uudelleenkäytöllä sekä materiaalikierrätyksellä vältettyä kasvihuonekaasupäästö (D1)
$GWP_{\text{kierrätyspolttoaine}}$	materiaalin hyödyntämisellä vältettyä kasvihuonekaasupäästö, kun materiaalia on käytetty kierrätyspolttoaineena ja se täyttää tekniset vaatimukset (D2)
$GWP_{\text{polttolaitos}}$	materiaalin hyödyntämisellä vältettyä kasvihuonekaasupäästö, kun materiaalia on hyödynnetty polttolaitoksessa, jonka energiatehokkuuden hyötysuhde on yli 65 prosenttia (D2)
$GWP_{\text{uusiutuva energia}}$	rakennuksessa tai sen tontilla tuotetulla ylimääräisellä uusiutuvalla energialla vältettyä kasvihuonekaasupäästö (D3)
$GWP_{\text{hiilivarasto}}$	teknisen tai eloperäisen hiilivaraston kautta vältettyä kasvihuonekaasupäästö (D4)
$GWP_{\text{karbonatisoituminen}}$	sementtipohjaisten materiaalien enimmäismääräisellä karbonatisoitumisella poistettuja kasvihuonekaasupäästöjä (D5).

(Asetusluonnos rakennuksen ilmastaselvityksestä 2021.)

### 3.5 Arviointityökalu ja standardit

Rakennuksen vähähiilisuuden arvioinnilla tavoitellaan pienentämään rakennuksen elinkaaren kasvihuonepäästöjä. Suomen tavoite ilmastolain mukaan on 80 % vähennystä kasvihuonekaasupäästöistä vuoteen 2050 mennessä. Vertailutaso on vuosi 1990. (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019.)

Arviointimenetelmää voidaan käyttää kaikille rakennuksille ja sitä voidaan käyttää uudis- ja peruskorjaushankkeissa. Laskenta tehdään rinnakkain rakennuksen energiatehokkuuden arvioinnin kanssa. Arvioinnissa huomioitavia asioita

ovat koko rakennus, tontin rakenteet ja keskeinen osa taloteknisistä järjestelmistä. Se tehdään koko rakennuksen elinkaaren ajalle ja on havainnollistettu kuvassa 3. (Rakennuksen vähähiilisyysarviointimenetelmä 2019.)



Kuva 3. Rakennuksen elinkaaren vaiheet (Rakennuksen vähähiilisyysarviointimenetelmä 2019).

### 3.6 Energian hiilijalanjäljen laskenta

Energian hiilijalanjälki lasketaan kertomalla rakennuksen laskennallinen osatoenergian kulutus eri energiamuotojen päästökertoimilla. Laskennallinen os-

toenergiankulutus määritetään uuden rakennuksen energiatehokkuudesta annetun asetuksen mukaan. Jos energiaselvitystä ei ole laadittu, ostoenergian kulutuksen laskennassa käytetään asetuksen laskentatapaa. (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019.)

Kuvassa 4 on esitetty käytettävät energiamuotojen päästökertoimet, joita käytettiin energian hiilijalanjälkeä laskettaessa aiemmin. Kaukolämmön osalta voi ilmoittaa lisäksi tuottajakohtaiset päästökertoimella tehdyt energian hiilijalanjälkilaskelmat. (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019.)

	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120
<b>Sähkö</b>	121	57	30	18	14	7	4	2	1	1	0
<b>Kaukolämpö</b>	130	93	63	37	33	22	15	10	7	4	3
<b>Kaukojäähdytys</b>	130	93	63	37	33	22	15	10	7	4	3
<b>Fossiiliset polttoaineet</b>	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
<b>Uusiutuvat polttoaineet</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kuva 4. Vuonna 2019 määritetyt energiamuotojen päästökertoimet (g CO<sub>2</sub>/kWh) (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019).

Nyt energian hiilijalanjälkeä laskettaessa käytetään rakentamisen päästötietokannan mukaisia arvoja. Tarkemmat arvot kaukolämmön, sähkönkulutuksen ja kaukojäähdytyksen osalta on esitetty kuvissa 5, 6 ja 7.

	Year	kg CO <sub>2</sub> e /kWh
ENERGIASKENAARIO Hyödynjakomenetelmä ARVO RAKENTAMISLUVAN HAKEMISEEN, GWP	2020	0.147
	2030	0.114
	2040	0.082
	2050	0.054
	2060	0.029
	2070	0.021
	2080	0.015
	2090	0.011
	2100	0.008
	2110	0.006
	2120	0.004

---

	Year	kg CO <sub>2</sub> e /kWh
ENERGIASKENAARIO Energiajakomenetelmä Ei käytetä rakentamislupaa haettaessa	2020	0.223
	2030	0.162
	2040	0.108
	2050	0.067
	2060	0.045
	2070	0.03
	2080	0.02
	2090	0.014
	2100	0.009
	2110	0.006
	2120	0.004

Kuva 5. Kaukolämmön päästökertoimet (Rakentamisen päästötietokanta 2022).

	Year	kg CO <sub>2</sub> e /kWh
ENERGIASKENAARIO Hyödynjakomenetelmä ARVO RAKENTAMISLUVAN HAKEMISEEN, GWP	2020	0.153
	2030	0.089
	2040	0.059
	2050	0.045
	2060	0.034
	2070	0.022
	2080	0.015
	2090	0.01
	2100	0.007
	2110	0.005
	2120	0.003

---

	Year	kg CO <sub>2</sub> e /kWh
ENERGIASKENAARIO Energiajakomenetelmä Ei käytetä rakentamislupaa haettaessa	2020	0.125
	2030	0.077
	2040	0.051
	2050	0.044
	2060	0.037
	2070	0.026
	2080	0.019
	2090	0.013
	2100	0.009
	2110	0.007
	2120	0.005

Kuva 6. Sähkön päästökertoimet (Rakentamisen päästötietokanta 2022).

	Year	kg CO <sub>2</sub> e /kWh	
ENERGIASKENAARIO Hyödynjakomenetelmä ARVO RAKENTAMISLUVAN HAKEMISEEN, GWP	2020	0.042	
	2030	0.026	
	2040	0.018	
	2050	0.013	
	2060	0.01	
	2070	0.007	
	2080	0.005	
	2090	0.003	
	2100	0.002	
	2110	0.001	
	2120	0.001	
	<hr/>		
	ENERGIASKENAARIO Energijakomenetelmä Ei käytetä rakentamislupaa haettaessa	Year	kg CO <sub>2</sub> e /kWh
2020		0.04	
2030		0.026	
2040		0.017	
2050		0.014	
2060		0.01	
2070		0.007	
2080		0.005	
2090		0.003	
2100		0.002	
2110		0.002	
2120		0.001	

Kuva 7. Kaukojäähdytyksen päästökertoimet (Rakentamisen päästötietokanta 2022).

Päästökertoimet on määritelty kymmenen vuoden välein lähtien vuodesta 2020. Niiden väliin sijoittuvan vuoden päästökerroin täytyy interpoloida. Vuoden 2024 päästökerroin saadaan seuraavan laskentakaavan jälkeen. Vuoden 2020 kaukolämmön päästökerroin on 0,153 ja vuoden 2030 kaukolämmön päästökerroin on 0,089. (Rakentamisen päästötietokanta 2022.)

Kaukolämmön päästökerroin vuonna 2024:

$$GWP_{E,i} = 0,153 \frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{kWh}} + \frac{0,089 - 0,153}{2030 - 2020} \times (2030 - 2024) = 0,127 \frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{kWh}} \quad (4)$$

(Rakentamisen päästötietokanta 2022).

Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmässä on esimerkiksi kaukolämmön osalta päästökertoimet pienemmät kuin päästökertoimet rakentamisen päästötietokannassa. Vuodesta 2060 eteenpäin päästökertoimien arvot ovat

kuitenkin pienemmät rakentamisen päästötietokannassa, kun taas vuodesta 2090 lähtien luvut ovat toisinpäin.

Sähkön päästökertoimet ovat rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmässä koko arviointijakson osalta pienemmät kuin päästötietokannan arvot. Kaukojäähdytyksen osalta arvot ovat taas koko ajan isommat rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmässä.

Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmässä ei määritelty arviointijaksoa, jolle päästöjen laskenta pitäisi tehdä. Uudessa ilmastaselvityksessä arviointijaksona on 50 vuotta.

## **4 Hiilineutraali Turun yliopisto**

### **4.1 Turun yliopiston toimitilat**

Turun yliopiston käytössä olevia tiloja oli 199 354 m<sup>2</sup> vuonna 2022. Suurin osa toimitiloista on vuokrattu Suomen Yliopistokiinteistöt (SYK) Oy:lta. Myös Turun TeknologiaKiinteistöt Oy (TTK) vuokraa tiloja Turun yliopistolle. (Turun yliopiston toimintakertomus ja tilinpäätös 2023.)

#### **4.1.1 Vaikuttamismahdollisuudet päästöihin**

Hankeprosessi tehdään yhteistyössä SYK:n ja Turun yliopiston kanssa. Hankeprosessi on kuvattu asiakkaan näkökulmasta kuvassa 8. Aloite yleensä tulee yliopistolta tai yhteistyössä SYK:n ja Turun yliopiston välillä. SYK:n tehtävänä on tuottaa Yliopistojen käyttöön kohtuuhintaiset ja tarkoituksenmukaiset tilat. SYK vastaa kiinteistöjen huollosta ja ylläpidosta. (Rakennuttamisohje 2011.)

Suomen Yliopistokiinteistöt Oy  
Finlands Universitetsfastigheter Ab

SYK Hankeprosessi asiakkaana omistaja-yo, 22.8.2011

Investointiprosessin vaihe ja päätökset	Vaiheen tehtävät	Hyväksynät	Sopimukset
Hankealoite (YO)			
Valmistelupäätös (SYK)			(Esisopimus hankkeen toteutuksesta)
Luonnossuunnittelu	B Hanksuunnittelu	Hanksuunnitelman hyväksyminen (YO ja SYK)	Hanksuunnittelukonsulttien sopimukset
	C1 Suunnittelun valmistelu C2 Suunnittelun käynnistäminen		Rakennuttamis- ja suunnittelusopimukset
	C3 Ehdotussuunnittelu	Ehdotussuunnitelmien hyväksyntä (YO ja SYK)	
	C4 Yleissuunnittelu	Yleissuunnitelmien hyväksyntä	Esivuokrasopimus
Suunnittelupäätös (SYK)			
Toteutussuunnittelu	C5 Rakennuslupasuunnittelu C6 Toteutussuunnittelu	Toteutussuunnitelmien hyväksyntä (YO ja SYK)	
	D1 Rakentamisen valmistelu		Vuokrasopimus urakkatarjousten saamisen jälkeen
		Urakkatarjousten hyväksyntä, kun vuokrasopimus on tehty (SYK)	Urakkasopimukset
Investointipäätös (SYK)	D2 Rakentaminen, rakentamisen ohjaus, rakennusaikaiset suunnittelutehtävät		
	E Käyttöönotto	Urakkasuoritusten vastaanotto (SYK) Taloudelliset loppuselvitykset	Vuokran maksun aloitus Vuokrasopimuksen tarkistus
Takuuaika	F Takuuajan tehtävät	Toimivuustarkastus Takuutarkastus	

Hankkeen eteneminen

Kuva 8. SYK Oy:n hankeprosessin vaiheet (Rakennuttamisohje 2011).

SYK Oy omistaa kiinteistöt ja määrittelee muun muassa talotekniset järjestelmät kokonaisuudessaan. Tässä kohtaa huomioidaan kuitenkin käyttäjän eli Turun yliopiston toiminnalliset perustat. Eri tiedekunnilla ja laitoksilla on erityistarpeita esimerkiksi tutkimuslaitteiden ja niiden vaatimusten osalta. Jotkin laitteet voi vaatia liitäntää ilmanvaihtoon ja sähköön. Nämä huomioidaan suunnitelmissa annettujen lähtötietojen avulla.

Valmiina oleviin tiloihin voidaan tehdä myöhemmin käyttäjän pyynnöstä käyttäjälähtöinen muutostyö. Se voi olla jokin muutostyö pienelle alueelle tai talotekniisiin järjestelmiin liittyen. Näitä muutostöitä voivat olla esimerkiksi tutkimuslaitteen liittäminen ilmanvaihtoon. (Ohjeistus käyttäjälähtöisiin muutostöihin 2021.)

Koska kiinteistönomistaja omistaa tilat ja määrittelee kiinteistön järjestelmät, Turun yliopisto ei pysty suoraan vaikuttamaan näiden aiheuttamiin päästöihin. Se

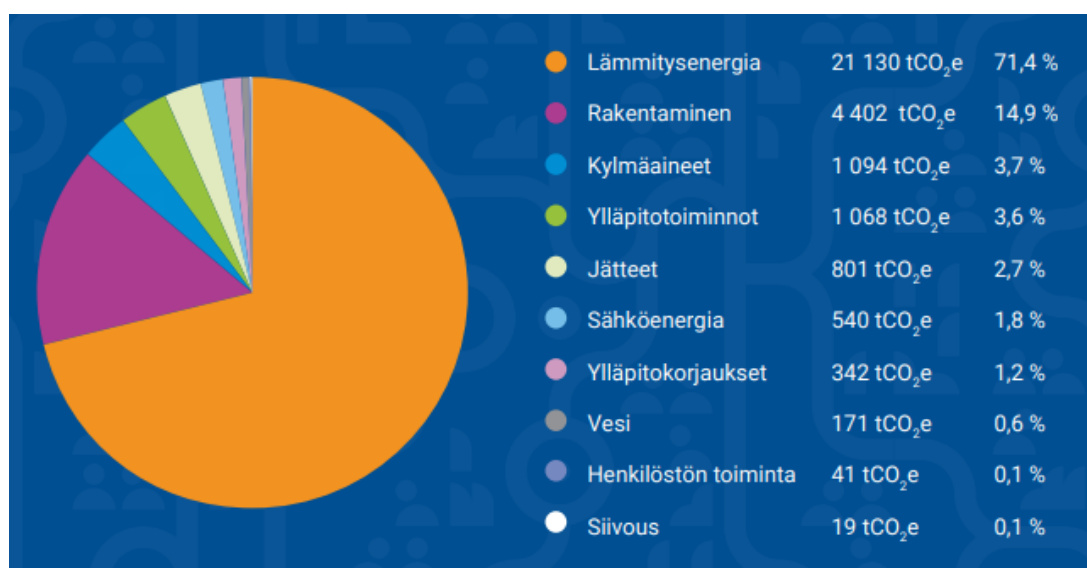
mihin Turun yliopisto pystyy vaikuttamaan, on esimerkiksi käytetty energiamäärä. Energian käytön ohella pystytään vaikuttamaan tilatehokkuuteen ja esimerkiksi tilojen ja laitteiden yhteiskäyttöisyyteen.

#### 4.1.2 Suomen yliopistokiinteistöjen päästöt

SYK omistaa yli 200 rakennusta ja hallinnoi 1,3 miljoonan bruttoneliömetrin kiinteistöomaisuutta. SYK Oy:n tavoite on olla hiilineutraali vuoteen 2030 mennessä ilman ulkopuolista kompensointia. Päästökompensointi on ollut käytössä vuodesta 2020, ja se on kattanut kaikki yhtiön päästöt. (Vastuullisuusraportti 2021.)

Kompensointien yhteenlaskettu suuruus on 75 309 tCO<sub>2</sub>e, kun vuoden 2021 loppuun mennessä kompensointi on toteutettu kahden vuoden osalta. Päästökompensointia toteutettiin vuonna 2021 investoimalla neljään ilmasto tukevaan hankkeeseen. Ne olivat Malawissa, Keniassa, Indonesiassa ja Suomessa. (Vastuullisuusraportti 2021.)

SYK Oy:n kokonaispäästöt vuonna 2021 olivat 29 609 tCO<sub>2</sub>e. Päästöt ja niiden jakautuminen on esitetty kuvassa 9. (Vastuullisuusraportti 2021.)



Kuva 9. SYK Oy:n päästöt vuonna 2021 (Vastuullisuusraportti 2021).

Suorien päästöjen osuus vuonna 2021 olivat 1 548 tCO<sub>2</sub>e ja epäsuorien päästöjen osuus olivat 20 680 tCO<sub>2</sub>e ja muiden epäsuorien päästöt olivat 7 382 tCO<sub>2</sub>e. Kuvassa 10 on esitetty päästöjen jakautuminen. (Vastuullisuusraportti 2021.)

Päästölähde		
Kylmäaineet	1 094,2	Scope 1
Tuotettu energia (kiinteistöt)	450,6	
Leasing-autot	2,9	
Ostettu energia (kiinteistöt)	20 679,8	Scope 2
Peruskorjaus- ja tilamuutos-hankeet	2 275,5	Scope 3
Uudisrakentaminen	2 126,7	
Käyttö ja huolto	874,1	
Jätteet	801,5	
Ostettu energia (vuokralaiset)	540,4	
Ylläpitokorjaukset	342,1	
Ulkoalueiden hoito	193,8	
Vesi	170,7	
Siivous	19,1	
Liikematkustaminen (lennot, taksit, junat, km-korvaukset, hotelliyöt)	14,8	
Toimiston hankinnat	11,9	
Työmatkaliikenne	11,1	

Kuva 10. SYK Oy:n päästöjen jakautuminen vuonna 2021 (Vastuullisuusraportti 2021).

Toiminnan aiheuttamista päästöistä lämmitysenergian osuus on 70 %. Jotta hiilineutraalisuustavoitteeseen päästään, on SYK Oy:n tärkeimpiä keinoja uusiutuvat ja älykkäät energiaratkaisut. Vuodesta 2010 alkaen SYK on ollut mukana kiinteistöalan energiatehokkuussopimuksissa. Meneillään olevalla kaudella 2017–2025 SYK tavoittelee 7,5 %:n säästöä lämpöenergian kulutuksessa. Tämän tavoitteen SYK saavutti jo vuonna 2021. SYK on tehnyt erilaisia energiatehokkuustoimenpiteitä, joiden vaikutuksesta lämmityksen tarve on pienentynyt 14 957 MWh vuodessa. (Vastuullisuusraportti 2021)

Suurin osa SYK Oy:n omistamista rakennuksista on liitetty sähkön kulutusjoustopaikkinaan. Se mahdollistaa uusiutuvan energian laajemman hyödyntämisen.

SYK on laatinut myös oman hiilineutraalisuustiekartan, josta ilmenee tavoitteiden toteutuminen sekä kohdat, jotka vaativat ratkaisuja. (Vastuullisuusraportti 2021.)

## 4.2 Turun yliopiston hiilineutraalisuustyöryhmä

Turun yliopiston hiilijalanjäljen arviointia toteutettiin vuoden 2019 lopulla. Selvitystyötä varten perustettiin projektiryhmä. (Hiilineutraalisuustyöryhmä 2020.)

Sen tavoitteena oli selvittää

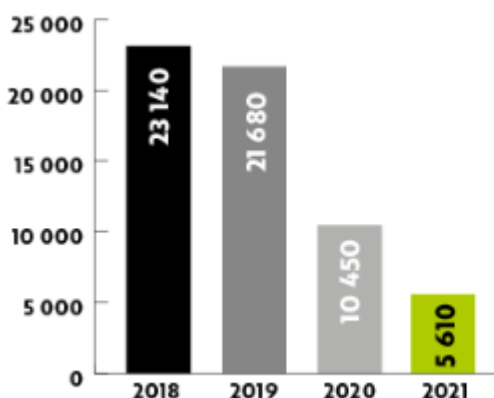
- yliopisto-organisaatiolle tarkoituksenmukaista tapaa hiilijalanjäljen arviointiin
- Turun yliopiston toimintojen ja kiinteistöjen nykyistä hiilijalanjälkeä
- tapoja vähentää toimintojen ja kiinteistöjen hiilijalanjälkeä
- mahdollisten kompensatioiden toteuttamista
- tapoja vahvistaa yliopiston roolia ja tunnettavuutta ilmastoratkaisujen kehittäjänä.

Projektiryhmän ensimmäisenä tehtävänä oli selvittää yliopiston hiilidioksidipäästöjen määrä ja tärkeimmät päästölähteet. Työ alkoi tilanteen kartoittamisella ja laskennan rajauksella. Valmiita laskentakaavoja ei ollut. Tarkoituksena oli selvittää päästöjen mittakaava, merkittävimmät päästölähteet ja oleelliset nopeat ja kustannustehokkaat päästövähennyskeinot. (Hiilineutraalisuustyöryhmä 2020.)

Työryhmän ja laskennan taustamateriaaleista selviää, että laboratoriotilojen arvioidaan kuluttavan energiaa 2–5 kertaa enemmän kuin vastaava toimistotila. Vetokaapit, syväjäähäpakkastimet, muovitarvikkeet ja laitteet on katsottu olevan tärkeimmät tekijät energiankulutukseen ja hiilijalanjälkeen. Vetokaappien osuus laboratoriorakennuksen energiasta arvioitu olevan noin 40 %. (Hiilineutraalisuustyöryhmä 2020.)

### 4.3 Turun yliopiston hiilijalanjäljen laskenta

Turun yliopiston hiilineutraalisuustyöryhmä on arvioinut jo neljännen kerran yliopiston hiilijalanjäljen. Päästöt ovat pienentyneet joka vuosi (kuva 11). Vuonna 2021 hiilijalanjälki oli 5 610 tCO<sub>2</sub>. (Hiilijalanjälki 2023.)



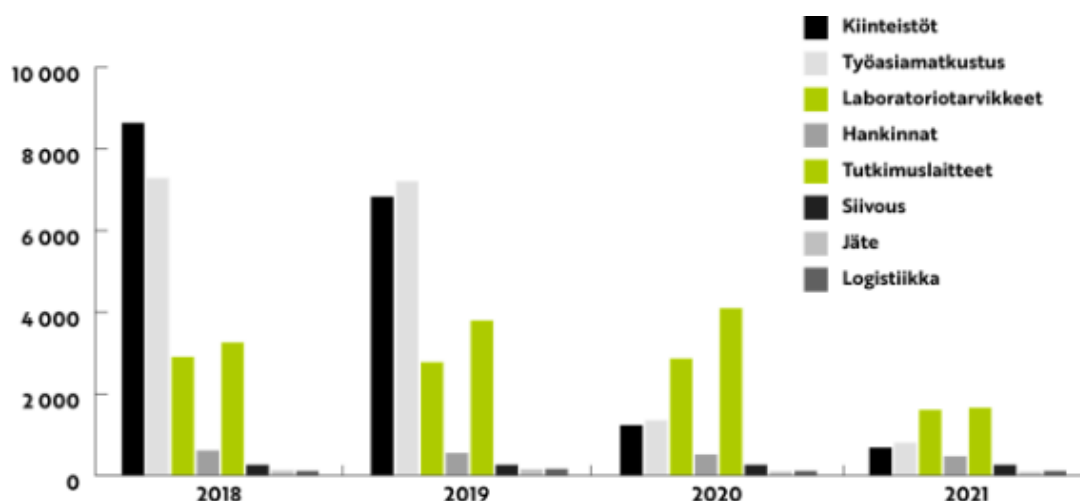
Kuva 11. Turun yliopiston hiilijalanjälki yhteensä (tCO<sub>2</sub>/vuosi) (Hiilijalanjälki 2023).

Vuonna 2019 suurimmat CO<sub>2</sub>-päästölähteet olivat kiinteistöt 6 830 tCO<sub>2</sub>, matkustus 7 210 tCO<sub>2</sub> ja tutkimus 6 560 tCO<sub>2</sub>. Suurimman osan kiinteistöihin liittyvän hiilijalanjäljen muodosti lämmitysenergia. Matkustuksen osalta suurin tekijä oli lentomatkustus. Tutkimuksen hiilijalanjälki taas muodostui tutkimuslaitteista sekä kemikaaleista ja laboratoriotarvikkeista. (Hiilijalanjälki 2023.)

Vuonna 2020 suurimmat päästölähteet olivat samat kuin vuonna 2019. Ne olivat kiinteistöt (1 220 tCO<sub>2</sub>), matkustus (1 359 tCO<sub>2</sub>) ja tutkimus (7 890 tCO<sub>2</sub>). Vuosien 2019 ja 2020 välillä oli siis tapahtunut selkeä päästöjen pieneneminen. Kiinteistöjen osalta SYK Oy oli ottanut käyttöönsä päästökompensoinnin ja tämän myötä sen kiinteistöt ovat hiilineutraaleja. Vuonna 2020 vallitsi myös COVID19 -pandemia, joka näkyi matkustamisen luvuissa. (Hiilijalanjälki 2023.)

Vuonna 2021 päästöt pienenevät entisestään. Syynä olivat SYK Oy:n kompensointiomenettelyt sekä COVID19 -pandemia. Näiden lisäksi Turun yliopisto on

kasvattanut tietoisuutta yhteisössään liittyen kestäviin valintoihin. Vuonna 2021 tutkimuslaitteet ja laboratoriotarvikkeet muodostivat liki 60 % hiilijalanjäljestä (kuva 12). Tutkimukseen liittyvien hankintojen osalta otettiin myös uusia päästökertoimia mukaan laskentaan. (Hiilijalanjälki 2023.)



Kuva 12. Turun yliopiston hiilijalanjälki (tCO<sub>2</sub>/vuosi) (Hiilijalanjälki 2023).

#### 4.4 Hiilineutraalisuustavoite 2025

Turun yliopiston strategia 2030 toimenpideohjelmassa on esitetty yliopiston omia tavoitteita, joihin on strategiassa haluttu painottaa. Se sisältää seitsemän eri tavoitetta. (Turun yliopiston strategia 2019.)

Turun yliopiston strategia 2030 -toimenpideohjelmassa yhtenä tavoitteena on vastuullinen ja vaikuttava tiede. Tämän tavoitteen yhtenä toimenpiteenä on kestävä kehitys ja globaalin vastuun edistäminen sekä tutkimuskohteena että tutkimuksen kohteena. (Turun yliopiston strategian toimenpideohjelma 2020.)

Toimenpideohjelmassa toisena tavoitteena on tutkimuksen edellytykset ja tukipalvelut. Tämän yhtenä toimenpiteenä on kehittää tutkimuslaitteistoa sekä käytettävyyttä ja saavutettavuutta. Tavoitteena on edistää laitteistojen yhteiskäyttöä

sekä sisäisesti että alueellisten kumppaneiden kanssa. (Turun yliopiston strategian toimenpideohjelma 2020.)

Kolmantena tavoitteena on vaikuttavuuden vahvistaminen. Tämän tavoitteen tarkoituksena on toimia kestävä kehityksen edelläkävijänä. Tavoitteena on olla hiilineutraali vuonna 2025. Tätä varten on perustettu ohjausryhmä edistämään ja seuraamaan tavoitteeseen tähtäävää toimintaa. (Turun yliopiston strategian toimenpideohjelma 2020.)

Neljäntenä tavoitteena on olla kestävä tulevaisuuden kampus. Sen toimenpiteinä on kehittää fyysistä työ- ja opiskeluympäristö kestävyiden näkökulmasta ja samalla parantaa tilatehokkuutta. (Turun yliopiston strategian toimenpideohjelma 2020.)

#### 4.5 Kestävä kampusarki

Turun yliopistossa on perustettu kestävät kampusarjen toiminnot -työryhmä vuonna 2020. Sen tarkoituksena on suunnitella ja koordinoita kestävä kehityksen mukaisia arjen toimintoja. Työryhmän tehtävänä on laatia selkeät toimeenpanosuunnitelmat ja seurantamittarit.

Vuonna 2022 työryhmä laati toimintasuunnitelman vuosille 2022–2025. Sen tavoitteena on, että toiminta ja arki ovat kampuksilla kestävä kehityksen mukaista vuoden 2025 jälkeen. Työryhmä hyödyntää muun muassa hiilineutraalisuustyöryhmän materiaaleja. Muita tausta-aineistoja ovat erilaiset kyselyt, joiden kautta on kuultu koko yliopistoyhteisöä sekä myös Turun ylioppilaskuntaa (TYY).

Toimintasuunnitelmassa on nostettu muun muassa seuraavat asiat tarkasteluun

- kestävä kehityksen periaatteiden ja tuotteiden elinkaarivaikutusten huomioiminen hankinnoissa
- kestävien ratkaisujen toteuttaminen toimitilahankkeiden suunnittelussa sekä toimitilojen käytössä
- kiertotalouden edistäminen materiaalivalinnoissa, tuotteiden käytössä ja uusiokäytössä sekä jätehuollossa.

Tulosyksiköiden tulee hankintojen vuosisuunnittelun yhteydessä laatia infrastruktuurisuunnitelma 5-vuotiskaudella. Siinä tarkastellaan toimintaympäristöä, tiloja ja investointitarpeita. Näihin kuuluvat myös laitteet ja tutkimusaineistot. Hankinnoissa pyritään toteuttamaan elinkaariajattelua. (Kestävät kampusarjen toiminnot -työryhmä 2021.)

Toimitilahankkeissa ja tilojen käytössä noudatetaan elinkaariajattelua, siten että tuetaan mahdollisimman pitkäikäistä käyttöikää. Turun yliopiston edistää kestävää kampusarkea muun muassa tilaohjelmien laatimisella, käytetään ympäristöystävällisiä ratkaisuja talotekniikassa ja laitteistoissa, tuetaan piha-alueiden käyttöä ja valitaan ympäristöystävällisiä ja kierrätysmateriaaleja kalusteissa. (Kestävät kampusarjen toiminnot -työryhmä 2021.)

## **5 Talotekniset laitteet Turun yliopiston tiloissa**

### **5.1 Nykytilan kuvaus**

Turun yliopiston vuokralla olevissa toimitiloissa tarvitaan talotekniikkaa moniin eri tarkoituksiin. Turun yliopiston tiedekunnat ja laitokset tekevät tutkimuksia, jotka vaativat talotekniikkaan kytkettyjä laitteita. Tämän opinnäytetyön taustatueksi kerättiin taloteknisten laitteiden laiterekisteri. Laiterekisteri kerättiin Turun Teknologiaakiinteistön tiloissa toimivien Turun yliopiston tiedekunnan ja laitosten osalta. Yliopiston tiloissa on näiden taustatietojen mukaan paljon vetokaappeja, kohdepoistoja ja syväjäähdytystimä.

Vetokaapit ovat kytkettyjä ilmanvaihtoon, vesi ja viemäriin, paineilmaan ja sähköön. Vetokaappien huoltovastuu on kiinteistönomistajalla. Näiden lisäksi myös kohdepoistot, paloturvakaapit, kemikaalikaapit ja liuotinkaapit ovat yleisiä. Ne kaikki on liitetty ilmanvaihtoon. Tehdyn kyselyn perusteella talotekniikkaa tarvitaan ainakin ilmanvaihtoon, vesi ja viemäriin, jäähdytyksen, vakiolämpöön, paineilmaan, sähköön sekä varavoimaan. Kyselystä selvisi myös, että laitteiden yhteiskäyttöisyyttä ole juuri laisinkaan.

## 5.2 Energian käyttö

SYK Oy on tehnyt Turun yliopiston tiloihin 56 kpl energiasäästötoimia vuosina 2017–2021. Niistä 13 kpl liittyi lämmitykseen, 11 kpl ilmanvaihtoon, 6 kpl rakenteisiin, 4 kpl jäähdytykseen, 2 kpl valaistukseen ja muita oli 20 kpl.

Näiden lisäksi Turun yliopisto ja SYK Oy liittyivät mukaan Asetta alemmas -kampanjaan talvella 2022–2023. Kampanjassa kannustettiin yhtenä toimenpiteenä säättämään energiankulutusta astetta alemmas. (Motiva, Asetta alemmas 2022). Turun yliopiston ja SYK Oy:n yhteisenä tavoitteena oli säätää huonelämpötiloja sekä samalla tarkastaa ilmanvaihtokoneiden käyntiajat tilojen käytön mukaisiksi. Ilmanvaihtoon käytetty energian määrä on iso ja merkittävä osa energiankulutusta. Sitä kautta ennustettiin saavan säästöjä niin energiaan kulu- tukseen kuin rahallisesti.

SYK Oy on tehnyt Turku Energian kanssa sopimuksen hiilineutraalista kauko- lämmöstä. Lämmön osalta on 1.7.2022 lähtien annettu uusituvan energian alku- perätakuu. Sitä ennen ei ole ollut varmuutta kaukolämmön lähteestä. Turun yli- opistossa on ollut käytössä hiilineutraali kaukolämpö 1.7.2022 alkaen, kuten SYK Oy:lla. Ensimmäiset takuutodistukset saadaan keväällä 2023. (Savikko 2023.)

Tarkempaan tarkasteltuun energian käytön osalta päätettiin ottaa Turun yliopis- ton kolme rakennusta. Näistä kaksi on laboratoriorakennuksia, joihin ei ole vielä tehty peruskorjausta. Nämä rakennukset ovat rakennettu samoihin aikoihin ja tekniset järjestelmät ovat samantasoisia. Kolmas rakennus on Turun yliopiston yksi uudisrakennuksista. Se on samalla myös monikäyttäjärakennus eli siinä on myös muita vuokralaisia kuin pelkästään Turun yliopisto.

## 5.3 Rakennus 1

### 5.3.1 Rakennus 1:n perustiedot

Rakennus 1 sijaitsee Turun yliopiston kannalta keskeisellä sijainnilla Turun Yliopistonmäellä. Se on rakennettu vuonna 1954. Rakennuksella on bruttoalaa 12 215 brm<sup>2</sup> ja huoneistoalaa on 9 336 m<sup>2</sup>. (Huoltokirja 2023.)

Kohteeseen on tehty osittainen peruskorjaus vuonna 1995. Silloin ilmanvaihtojärjestelmiä on uusittu. Kiinteistössä on nykyisin koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä lämmöntalteenotolla. Peruskorjauksen yhteydessä uusittiin myös lämmitysverkosto ja käyttövesiputket. (Huoltokirja 2023.)

Kiinteistö on liitetty Turku Energia Oy:n kaukolämpöverkkoon. Tämän lisäksi kiinteistö on liitetty Turun kaupungin vesi- ja viemäriverkostoihin. Käyttövettä lämmitetään kaukolämmöllä lämmönsiirtimen välityksellä. Rakennuksessa on jäähdytys, mutta se ei ole liitettynä kaukokylmäverkostoon. Se on suunnitteilla tapahtuvan keväällä 2023. Rakennus 1:n sisävalaistus on yleisvalaistuksen osalta toteutettu pääosin loistelamppu- ja pienloistelamppuvalaisimilla. Valaistuksen ohjaus tapahtuu tilakohtaisilla kytkimillä. (Huoltokirja 2023.)

### 5.3.2 Rakennus 1:n energiankulutus ja päästöt

Rakennus 1:n energiankulutusta tarkasteltiin samalla aikajaksolla, kuin Turun yliopisto on tehnyt omaa hiilijalanjäljen laskentaa. Hiilijalanjäljen laskentaa on tehty vuosina 2019–2022 Turun yliopistossa. Laskelmiin otettiin huomioon kaukolämpö ja sähkö. Rakennuksessa on käytössä jäähdytys, mutta toistaiseksi se toimii sähkön avulla. Taulukossa 1 ja 2 on esitetty rakennus 1:n lämmön ja sähkön kulutus sekä niiden päästöt.

Taulukko 1. Rakennus 1:n kaukolämmön päästöt vuosina 2019–2022.

<b>Vuosi</b>	<b>Päästökerroin (kgCO<sub>2e</sub>/kWh)</b>	<b>Lämpö (kWh)</b>	<b>Päästöt (kgCO<sub>2e</sub>)</b>
2019 <sup>1)</sup>		2 555 800	
2020	0,147	2 725 300	400 619
2021	0,144	2 737 400	393 364
2022	0,140	2 646 800	371 611

<sup>1)</sup> Päästökertoimen arvo ei ole tiedossa.

Taulukko 2. Rakennus 1:n sähkönkulutuksen päästöt vuosina 2019–2022.

<b>Vuosi</b>	<b>Päästökerroin (kgCO<sub>2e</sub>/kWh)</b>	<b>Sähkö (kWh)</b>	<b>Päästöt (kgCO<sub>2e</sub>)</b>
2019 <sup>1)</sup>		1 910 680	
2020	0,153	1 774 037	271 428
2021	0,147	1 838 441	269 515
2022	0,140	1 934 384	271 201

<sup>1)</sup> Päästökertoimen arvo ei ole tiedossa.

## 5.4 Rakennus 2

### 5.4.1 Rakennus 2:n perustiedot

Rakennus 2 sijaitsee Turun yliopiston kannalta keskeisellä sijainnilla Turun yliopistonmäellä. Se on rakennettu vuonna 1958. Rakennuksella on bruttoalaa 10 161 brm<sup>2</sup> ja huoneistoalaa on 8 711 m<sup>2</sup>. (Huoltokirja 2023.)

Kohteeseen on tehty osittainen peruskorjaus vuonna 1997. Silloin on uusittu ainakin ilmanvaihtojärjestelmiä. Kiinteistössä on nykyisin koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. (Huoltokirja 2023.)

Kiinteistö on liitetty Turku Energia Oy:n kaukolämpöverkkoon. Tämän lisäksi kiinteistö on liitetty Turun kaupungin vesi- ja viemäriverkostoihin. Käyttövettä lämmitetään kaukolämmöllä lämmönvaihtimien välityksellä. Rakennuksessa on jäähdytys, mutta se ei ole liitettynä kaukokylmäverkkoon. Se on suunnitteilla tapahtuvan keväällä 2023. Rakennus 2:n sisävalaistus on yleisvalaistuksen osalta toteutettu pääosin loistelamppu- ja pienloistelamppuvalaisimilla. Valaistuksen ohjaus tapahtuu tilakohtaisilla kytkimillä. (Huoltokirja 2023.)

#### 5.4.2 Rakennus 2:n energiankulutus ja päästöt

Rakennus 2:n energiankulutusta tarkasteltiin samalla aikajaksolla, kuin Turun yliopisto on tehnyt omaa hiilijalanjalan laskentaa. Hiilijalanjalan laskentaa on tehty vuosina 2019–2022 Turun yliopistossa. Laskelmiin otettiin huomioon kaukolämpö ja sähkö. Rakennuksessa on käytössä jäähdytys, mutta toistaiseksi se toimii sähkön avulla. Taulukossa 3 ja 4 on esitetty rakennus 2:n lämmön ja sähkön kulutus sekä niiden päästöt.

Taulukko 3. Rakennus 2:n kaukolämmön päästöt vuosina 2019–2022.

<b>Vuosi</b>	<b>Päästökerroin (kgCO<sub>2</sub>e/kWh)</b>	<b>Lämpö (kWh)</b>	<b>Päästöt (kgCO<sub>2</sub>e)</b>
2019 <sup>1)</sup>		2 127 400	
2020	0,147	2 105 300	309 479
2021	0,144	2 095 200	301 080
2022	0,140	1 988 300	279 157

<sup>1)</sup> Päästökertoimen arvo ei ole tiedossa.

Taulukko 4. Rakennus 2:n sähkönkulutuksen päästöt vuosina 2019–2022.

<b>Vuosi</b>	<b>Päästökerroin (kgCO<sub>2e</sub>/kWh)</b>	<b>Sähkö (kWh)</b>	<b>Päästöt (kgCO<sub>2e</sub>)</b>
2019 <sup>1)</sup>		868 207	
2020	0,153	845 614	129 379
2021	0,147	827 672	121 337
2022	0,140	802 755	112 546

<sup>1)</sup> Päästökertoimen arvo ei ole tiedossa.

## 5.5 Rakennus 3

### 5.5.1 Rakennus 3:n perustiedot

Rakennus 3 sijaitsee Kupittaaan kampusalueella. Se on rakennettu vuonna 2018. Rakennuksella on bruttoalaa 26 038 brm<sup>2</sup> ja huoneistoalaa 24 464 m<sup>2</sup>. (Huoltokirja 2023). Rakennus on monikäyttäjärakennus, jossa vuokralaisena on muitakin kuin Turun yliopisto.

Kohde on uudisrakennus. Kiinteistön tiloissa on koneellinen tulo ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Kiinteistö on liitetty Turku Energia Oy:n kaukolämpöverkkoon ja kaukojäähdytysverkkoon. Tämän lisäksi kiinteistö on liitetty Turun kaupungin vesi- ja viemäriverkostoihin. Käyttövettä lämmitetään kaukolämmöllä lämmönsiirtimen välityksellä. (Huoltokirja 2023.)

Rakennuksen valaistus on toteutettu LED-valaisimilla. Käytävä- ja aulatilojen valaistusta ohjataan läsnäoloilmaisimilla ja rakennusautomaation aikaohjelmilla sekä valoisuusantureilla. Laboratorioissa ja toimistotiloissa valaistusta ohjataan läsnäoloilmaisimilla. (Huoltokirja 2023.)

Rakennuksen laboratoriotiloissa on paikallisia laboratoriokaasuverkostoja. Kellaritiloissa on syväjäähdytysjärjestelmää varten rakennettu nestetyypiverkosto. (Huoltokirja 2023.)

### 5.5.2 Rakennus 3:n energiankulutus ja päästöt

Rakennuksen energiankulutusta tarkasteltiin samalla aikajaksolla, kuin Turun yliopisto on tehnyt omaa hiilijalanjäljen laskentaa. Hiilijalanjäljen laskentaa on tehty vuosina 2019–2022 Turun yliopistossa. Laskelmiin otettiin huomioon kaukolämpö, sähkö ja kaukojäähdytys. Taulukossa 5, 6 ja 7 on esitetty rakennus 3:n lämmön, sähkön ja jäähdytyksen kulutus sekä niiden päästöt.

Taulukko 5. Rakennus 3:n kaukolämmön päästöt vuosina 2019–2022.

<b>Vuosi</b>	<b>Päästökerroin (kgCO<sub>2e</sub>/kWh)</b>	<b>Lämpö (kWh)</b>	<b>Päästöt (kgCO<sub>2e</sub>)</b>
2019 <sup>1)</sup>		2 476 000	
2020	0,147	2 276 000	334 572
2021	0,144	2 294 100	329 662
2022	0,140	2 147 400	301 495

<sup>1)</sup> Päästökertoimen arvo ei ole tiedossa.

Taulukko 6. Rakennus 3:n sähkönkulutuksen päästöt vuosina 2019–2022.

<b>Vuosi</b>	<b>Päästökerroin (kgCO<sub>2e</sub>/kWh)</b>	<b>Sähkö (kWh)</b>	<b>Päästöt (kgCO<sub>2e</sub>)</b>
2019 <sup>1)</sup>		4 218 880	
2020	0,153	4 462 784	682 806
2021	0,147	4 585 722	672 267
2022	0,140	4 617 637	647 393

<sup>1)</sup> Päästökertoimen arvo ei ole tiedossa.

Taulukko 7. Rakennus 3:n kaukojäähdytyksen päästöt vuosina 2019–2022.

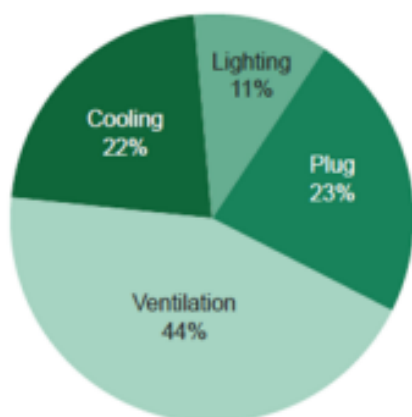
<b>Vuosi</b>	<b>Päästökerroin (kgCO<sub>2e</sub>/kWh)</b>	<b>Jäähdytys (kWh)</b>	<b>Päästöt (kgCO<sub>2e</sub>)</b>
2019 <sup>1)</sup>		1 251 500	
2020	0,042	1 441 600	60 547
2021	0,040	1 737 100	70 179
2022	0,039	1 699 800	65 952

<sup>1)</sup> Päästökertoimen arvo ei ole tiedossa.

## 6 Tutkimuksen tulokset

Tehdyn kyselyn perusteella tunnistettiin vetokaapit, kohdepoistot ja syväjäähdytyslaitteet sellaisiksi talotekniikkaan kytkettäviksi laitteiksi, joita on paljon Turun yliopiston tiloissa. Tällaisia laitteita on molempien kiinteistönomistajien SYK Oy:n ja TTK:n rakennuksissa.

Laboratorioiden energiankulutuksesta on tehty tutkimuksia ja niiden laitteiden on tunnistettu kuluttavan merkittävästi energiaa. Harvardin yliopistossa on tehty tutkimus, jonka mukaan heidän laboratorioiden osuus kaikista heidän tiloista on 22 %. Laboratorioiden energiankulutuksen osuus on jopa 44 % koko yliopiston energiankulutuksesta. Sama prosentuaalinen määrä liittyy suoraan ilmanvaihtoon. Kuvassa 13 on esitetty Louis Stokes -laboratorion vuosittaisen energiankulutuksen jakautuminen. (Validating cost and energy savings from Harvard's shut the sash program 2022.)



Kuva 13. Louis Stokes -laboratorion vuosittainen energiankulutuksen jakautuminen (Validating cost and energy savings from Harvard's shut the sash program 2022).

## 6.1 Vetokaapit

Turun yliopiston tiloissa on useita vetokaappeja eri laboratoriorakennuksissa. Ne ovat selkeästi isoin laiteryhmä laboratorioympäristössä. Monella tiedekunnalla ja laitoksella on oma tutkimuksensa ja näin ollen tarve laitteille tulee myös tutkimusten myötä. Vetokaapit ovat pääsääntöisesti kiinteistön omistajan hankkimia ja samalla vastuu on kiinteistön omistajalla niiden ylläpidosta.

Turun yliopistolla on vetokaappeja tutkimuskäyttöön sekä myös opetuskäyttöön. Näiden käyttöaste vaihtelee tutkimuksen ja opetuksen mukaan. Tällä hetkellä ei vetokaappien osalta ole luotu varausjärjestelmää, jonka avulla voitaisiin edistää yhteiskäyttöisyyttä. Ongelmana tähän on selkeästi tutkimusryhmän fyysinen sijainti jossain tietyssä rakennuksessa. Myös tutkimukseen liittyvät kemikaalit on hyvä sijaita lähellä, ja niiden siirtäminen päivittäin ei ole toiminnan kannalta järkevää.

Turun yliopisto on vuokralaisena muutamissa rakennuksissa, jotka ovat uudisrakennuksia tai peruskorjattuja. Vuokra-alaan kuuluu myös peruskorjaamatonta rakennuskantaa. Näin ollen myös uusissa rakennuksissa vetokaapit ovat nyky-

aikaisempia ja rakennuksissa on todennäköisesti lämmöntalteenotto. Vanhemmissa rakennuksissa on vielä paljon iäkkäämpiä vetokaappeja ja tilat eivät täytä nykyvaatimuksia esimerkiksi energiatehokkuuden kannalta.

## 6.2 Vetokaappien energiankulutus

Vetokaapeissa on työskentelyalueella suojaluukku, joka liikkuu yleensä liukukiskoilla. Vetokaapissa työskentellessä suojaluukku nostetaan liukukiskoilla ylös. Vetokaappi saattaa kuluttaa lämpöenergiaa jopa 115 kWh vuorokaudessa, jos sen suojaluukku jätetään auki. (Energy Consumption of Laboratory Equipment 2020). Vuositasolla tämä on noin 42 000 kWh. Suomessa sähkölämmiteinen noin 120–150 m<sup>2</sup> pientalo kuluttaa vuositasolla noin 15 000–17 000 kWh. (Energiatehokas sähkölämmitys 2023).

Vetokaappi, jossa ei ole kiertoilmahuuhtelua, ei itse kuluta sähköä muun, kuin valaistuksen osalta. Eli suurin energiankulutus vetokaapeissa on poistoilman tilalle tulevan tuloilman lämmitykseen liittyvä lämmitysenergia. Ilmanvaihtoon liitetyn vetokaapin ilmavirtaa ei saa pysäyttää esimerkiksi yöajaksi. Ilmanvaihdolla varmistetaan se, ettei epäpuhtaudet pääse siirtymään vetokaapista tilaan. Yleensä myös tila, jossa vetokaappi sijaitsee, on oltava alipaineinen muihin tiloihin nähden.

Vetokaappeihin liittyvää energiankulutusta on arvioitu tässä työssä käyttäen ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarpeen laskentaa. Laskentaa tehtiin rakennuksille, jossa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla. Se lasketaan kaavalla (5). (Energiatehokkuus 2017.)

$$Q_{iv} = \frac{t_d t_v \rho_i c_{pi} q_{v,tulo} ((T_{sp} - \Delta T_{puhallin}) - T_{lto}) \Delta t}{1000} \quad (5)$$

jossa

$Q_{iv}$	ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarve, kWh
$t_d$	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntisuhde, h/24h
$t_v$	ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhde, vrk/7vkr
$\rho_i$	ilman tiheys, 1,2 kg/m <sup>3</sup>
$c_{pi}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 J/(kg K)
$q_{v,tulo}$	tuloilmavirta, m <sup>3</sup> /s
$T_{sp}$	sisäänpuhalluslämpötila, °C
$\Delta T_{puhallin}$	lämpötilan nousu puhaltimessa, °C
$T_{lto}$	lämmöntalteenottolaitteen jälkeinen lämpötila, °C
$\Delta t$	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla tehdään laatumuunnos kilowattitunneiksi.

(Energiatehokkuus 2017.)

Taulukossa 8 on arvioitu laskennallisesti vetokaapin käytön energiankulutus eri käyttötuntimäärillä. Vetokaapin luukun ollessa auki, ilmavirran nopeus on 0,3–0,5 m/s. Vetokaapin aukon koko määriteltiin olevan leveydeltään 1 200 mm ja korkeudeltaan 890 mm. Ilmavirran suuruus oli 480 m<sup>3</sup>/h. (Vetokaapit 2023). Tätä ilmavirtaa vastaava ilmannopeus on noin 0,3 m/s. Ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde vaihtelee Turun yliopiston kiinteistöissä ja tässä laskennassa käytettiin arvoa 52 %, joka on rakennus 2:n yhden koneen vuosihyötysuhde.

Laskennassa oletettiin, että vetokaappien suojuuikut ovat kiinni viikonloppuisin. Silloin, kun vetokaapin suojuuukku oletettiin olevan auki jatkuvasti, oletettiin sen olevan auki myös viikonloppuisin. Annetuissa arvoissa on mukana ilmanvaihdon lämmitysenergia ja ilmanvaihtopuhaltimien sähköenergia. Ilmanvaihdon ominaissähkötehon (SFP-luvun) arvona on käytetty arvoa 1,8 kW/(m<sup>3</sup>/s) ja sisälämpötila on 21 °C. Ulkolämpötilana on käytetty ulkoilman keskilämpötilaa säävyöhykkeellä 1 Helsinki-Vantaa. (Energiatehokkuus 2017.)

Taulukko 8. Yhden vetokaapin energiankulutus.

Vetokaapin suoja- luukku auki tuntia vuoro- kaudessa (h)	Vetokaapin suoja- luukku kiinni tun- tia vuoro- kaudessa (h)	Sisäil- man läm- pötila (°C)	Vetokaapin käytön ai- heuttama lämpö- ja säh- köenergian kulutus <sup>2)</sup> vuo- dessa 365 vrk (kWh)	Vetokaapin energian ku- lutus (kes- kiarvo) päi- vässä 24 h (kWh)
<b>0</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>6221</b>	<b>17,0</b>
2	22	21	6591	18,1
4	20	21	6962	19,1
6	18	21	7332	20,1
<b>8</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>7702</b>	<b>21,1</b>
10	14	21	8072	22,1
12	12	21	8443	23,1
14	10	21	8813	24,1
16	8	21	9183	25,2
18	6	21	9554	26,2
20	4	21	9924	27,2
22	2	21	10294	28,2
<b>24</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>12442</b>	<b>34,1</b>

2) Lämpö- ja sähköenergian kulutus muodostuu ilmanvaihdon lämmitysenergian tarpeesta ja puhaltimien sähköenergiasta.

Taulukossa 8 esitettyjen tulosten perusteella energiaa säästyy päivässä keskimäärin noin 13 kWh ja vuositasolla noin 4 740 kWh, jos vetokaapin suoja-  
luukku suljettaisiin 8 tunnin käytön jälkeen. Tämä tarkoittaa noin 38 %:n energian säästöä päivä- ja vuositasolla.

Laskentaan ja saatuihin tuloksiin vaikuttaa paljon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde, vetokaapin aukon otsapinta-ala, sisäilman lämpötila sekä ilman no-

peus. Saadut arvot ovat huomattavasti erilaiset kuin Kalifornian yliopiston ilmoittamat tavanomaiset kulutukset. (Energy Consumption of Laboratory Equipment 2020).

Energiankulutuksen vaikutus hiilidioksidipäästöihin on esitetty taulukossa 9 vuosina 2020–2022. Samoin kuin energiankulutuksen säästöt olivat 38 %, niin myös päästöjen vähennys oli 38 %, kun vetokaapin suojaaluukku laitetaan kiinni 8 tunnin työskentelyn jälkeen.

Taulukko 9. Yhden vetokaapin energiankulutuksen hiilidioksidipäästöt.

Vetokaapin suoja- luukku auki/kiinni tunnit vuoro- kaudessa (h)	Vetokaapin ener- gian kulu- tus vuo- dessa 365 vrk (kWh)	Vuosi 2020 kaukolämmön päästökerroin 0,147 kgCO <sub>2e</sub> /kWh ja sähkön- päästökerroin 0,153 kgCO <sub>2e</sub> /kWh (kgCO <sub>2e</sub> )	Vuosi 2021 kaukolämmön päästökerroin 0,144 kgCO <sub>2e</sub> /kWh ja sähkön- päästökerroin 0,147 kgCO <sub>2e</sub> /kWh (kgCO <sub>2e</sub> )	Vuosi 2022 kaukolämmön päästökerroin 0,140 kgCO <sub>2e</sub> /kWh ja sähkön- päästökerroin 0,140 kgCO <sub>2e</sub> /kWh (kgCO <sub>2e</sub> )
<b>0/24</b>	<b>6221</b>	<b>921</b>	<b>899</b>	<b>871</b>
2/22	6591	976	952	923
4/20	6962	1030	1006	975
6/18	7332	1085	1060	1026
<b>8/16</b>	<b>7702</b>	<b>1140</b>	<b>1113</b>	<b>1078</b>
10/14	8072	1195	1167	1130
12/12	8443	1250	1220	1182
14/10	8813	1304	1274	1234
16/8	9183	1359	1327	1286
18/6	9554	1414	1381	1338
20/4	9924	1469	1434	1389
22/2	10294	1524	1488	1441
<b>24/0</b>	<b>12442</b>	<b>1842</b>	<b>1798</b>	<b>1742</b>

### 6.3 Syväjäähäpakastimet

Turun yliopiston tiloissa on useita syväjäähäpakastimia eri rakennuksissa. Vuonna 2020 syväjäähäpakastimia yliopiston tiloissa oli noin 220 kpl. Tänä vuonna määrä on jo yhden tiedekunnan osalta noin 200 kpl. Näistä pakastimista vain pieni osa eli noin 30 kpl on nestetyyppipakastimia. Muita kylmälaitteita tai pakastimia yliopistolla on noin 600 kpl.

Syväjäähäpakastimet ovat vetokaappien jälkeen yksi isoimmista laiteryhmistä yliopiston tiloissa. Tiedekunnilla ja laitoksilla on omat tutkimusprojektit ja näin ollen tarve laitteille tulee myös tutkimuksen myötä.

Syväjäähäpakastimet ovat pääsääntöisesti käyttäjien hankkimia. Jos hankintaan yksittäisiä tai muutamia syväjäähäpakastimia, niin silloin puhutaan pienhankinnasta. Pienhankinta tarkoittaa sitä, että yksikkö tekee hankintapäätöksen ja siihen liittyvän vertailun. (Hurmerinta 2023.)

Turun yliopistolla on syväjäähäpakastimia tutkimusten näytteiden säilyttämiseen. Näiden käyttöaste vaihtelee tutkimuksen ja opetuksen mukaan. Tällä hetkellä ei syväjäähäpakastimien osalta ole luotu varausjärjestelmää, jonka avulla voitaisiin edistää yhteiskäyttöisyyttä. Yhtäältä näiden yhteiskäyttöisyyttä ei nähdä tällä hetkellä mahdollisena, mutta toisaalta taas pakastimissa saattaa olla väljyyttä. Ongelmana tähän on selkeästi tutkimusryhmän fyysinen sijainti jossain tietyssä rakennuksessa. Tutkimukseen liittyvien näytteiden on hyvä sijaita lähellä, ja niiden siirtäminen päivittäin ei ole toiminnan kannalta järkevää.

Turun yliopisto on vuokralaisena muutamissa rakennuksissa, jotka ovat uudisrakennuksia tai peruskorjattuja. Vuokra-alaan kuuluu myös peruskorjaamatonta rakennuskantaa. Uusissa ja peruskorjatuissa rakennuksissa voi olla nestetyyppiverkosto rakennettuna.

Elektronisissa syväjäähäpakastimissa toimintavarmuus ei ole niin hyvä kuin nestetyyppipakastimessa. Tavalliset syväjäähäpakastimet ovat erityisen herkkiä sähkö-

katkoille, ja niissä pitäisikin olla hälytysjärjestelmä sähkökatkojen varalta. Tämän lisäksi niitä on kytketty varavoimajärjestelmään. Tiedekunnilla ja laitoksilla on varapakastimia, jos käytössä oleva syväjäähäpakastin hajoaa. Nämä pakastimet ovat jatkuvasti valmiustilassa, ja ne kuluttavat sähköenergiaa.

### 6.3.1 Syväjäähäpakastimien energiankulutus

Syväjäähäpakastimet kuluttavat paljon energiaa. Niiden on arvioitu kuluttavan 16–22 kWh vuorokaudessa. (Energy Consumption of Laboratory Equipment 2020). Vuositasolla tämä on noin 5 800–8 000 kWh.

Turun yliopistossa käytettäviä pakastimia on useita erilaisia. Vuonna 2020 nestetyyppipakastimia Turun yliopistolla oli 28 kpl. (Säilytyskartoitus 2020). Syväjäähäpakastimien, joiden lämpötila on –80 °C, valmistajien ilmoittamat sähkönkulutusarvot ovat 2 810–6716 kWh vuodessa.

Turun yliopistossa tehtiin viikon ajan omaa mittausta syväjäähäpakastimien energiankulutuksesta. Käytettynä mittarina oli Hama Energy Cost Meter. Mitattavat syväjäähäpakastimet olivat Sanyo -merkkisiä. Mukana mittauksissa oli 2 kpl –80 °C:n, 1 kpl –135 °C:n, 1 kpl –140 °C:n ja 1 kpl –150 °C:n syväjäähäpakastimia, ja niiden energiakulutusta seurattiin noin viikon ajan maaliskuussa 2023. Taulukossa 10 on esitetty mitatut energiankulutukset.

Taulukko 10. Syväjäähäpakastimien energiankulutus maaliskuussa 2023.

Syväjäähäpakastimen lämpötila (°C)	Mittaus-aika (vrk)	Energiankulutus (kWh/vrk)	Energiankulutus (kWh/vuosi)
–80	3	13,36	4 875
–80	6	19,74	7 204
–135	3	44,58	16 270
–140	5	33,21	12 123
–150	4	34,05	12 428

Vanhempien pakastimien lämpötilan säätö  $-80\text{ °C}$ :sta  $-70\text{ °C}$ :seen voi tuoda energiasäästöä jopa 30 %. (ULT freezers 2023). Energiasäästöä on arvioitu tässä työssä myös ulkoilmaan rajoittuvien lämpöhäviön kaavalla. (Energiatehokkuus 2017). Se lasketaan kaavalla (6):

$$Q_{\text{rakosa}} = \sum U_i A_i (T_s - T_u) \frac{\Delta t}{1000} \quad (6)$$

jossa

$Q_{\text{rakosa}}$	johtumislämpöhäviö rakennusosan läpi, kWh
$U_i$	rakennusosan $i$ lämmönläpäisykerroin, $\frac{\text{W}}{(\text{m}^2\text{K})}$
$A_i$	rakennusosan $i$ pinta-ala, $\text{m}^2$
$T_s$	sisäilman lämpötila, $^{\circ}\text{C}$
$T_u$	ulkoilman lämpötila, $^{\circ}\text{C}$
$\Delta t$	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

(Energiatehokkuus 2017.)

Laskennassa rakennusosana oli pakastimen vaippa (seinät). Lämmönläpäisykerroin ja pinta-ala oletettiin olevan vakiot ja niillä ei ollut tässä laskennassa merkitystä, kun arvioitiin prosentuaalista eroa lämpötilan säädön jälkeen. Mitattujen pakastimien lämmönläpäisykerroin ja pinta-ala laskettiin mitatuista energiankulutusten ja mittausajan avulla. Sisälämpötila laskennassa oli  $21\text{ °C}$  ja ajanjakson pituus 8 760 h.

Sama laskenta tehtiin  $-80\text{ °C}$ :n ja  $-70\text{ °C}$ :n pakastimille. Laskennasta saatiin säästetyn energian määrä kilowattitunteina (kWh) ja prosentuaalisena erona. Energiasäästöä tämän kaavan avulla saatiin näissä pakastimissa 10 %. Samaa laskentaa käytettiin  $-150\text{ °C}$ :n ja  $-140\text{ °C}$ :n pakastimille. Silloin säästetty energia oli 6 %.

Taulukoissa 11 ja 12 on esitetty lämpötilan säädön vaikutus energiankulutukseen.

Taulukko 11. Syväjäähäpakastimien, joiden energiankulutusta Turun yliopisto on mitannut, energiankulutus ja säästö.

Syväjäähäpakastimen lämpötila (°C)	Syväjäähäpakastimen lämmönläpäisykerroin ja pinta-ala (U·A)	Energian kulutus (kWh/vuosi)	Lämpötilan säätö -80°C → -70°C, vuosikulutus kWh (kWh/vuosi)	Säästetty energia (kWh)
-80	5,510	4 875	4 393	483
-80	8,142	7 204	6 491	713

Taulukko 12. Syväjäähäpakastimien, joiden energiankulutus oli valmistajan antama, energiankulutus ja säästö.

Syväjäähäpakastimen lämpötila (°C)	Syväjäähäpakastimen lämmönläpäisykerroin ja pinta-ala (U·A)	Syväjäähäpakastimen valmistajan vuosikulutusarvio (-80 °C) (kWh)	Lämpötilan säätö -80°C → -70°C, vuosikulutus kWh (kWh/vuosi)	Säästetty energia (kWh)
-80	3,176	2 810	2 529	281
-80	3,878	3 431	3 088	343
-80	6,106	5 402	4 862	540
-80	7,642	6 761	6 085	676

### 6.3.2 Nestetyyppipakastimet

Turun yliopistolla on tavallisten syväjäähäpakastimien lisäksi nestetyyppipakastimia. Ne vievät vähemmän tilaa, ovat hiljaisempia ja luotettavia ja vähentävät kunnossapitokustannuksia. Niiden avulla päästään alhaisempiin pakastuslämpötiloihin kuin tavallisissa syväjäähäpakastimissa. Ne eivät myöskään tuota läm-

pöä ympäristöön. Tavallisiin syväjäähäpakastimiin verrattuna nestetyypipakastimen sähkön kulutus voi olla jopa alle 1 % mekaanisten pakastimien kulutuksesta. (Kryogeeniset pakastimet ja säiliöt 2023.)

Nestetyypipakastimien hankintahinta on korkea verrattuna tavallisiin syväjäähäpakastimiin. Se voi olla jopa kymmenkertainen. Taulukoissa 13 ja 14 on tavalliset syväjäähäpakastimet korvattu nestetyypipakastimilla. Taulukossa on laskettu säästetty energian määrä vuodessa.

Taulukko 13. Arvio energiankulutuksesta, jos syväjäähäpakastimet vaihdetaan nestetyypipakastimiksi. Laskennassa on käytetty valmistajan ilmoittamaa vuosikulutusarviota.

Syväjäähäpakastimen lämpötila (°C)	Syväjäähäpakastimen valmistajan vuosikulutusarvio (kWh)	Nestetyypipakastin, 1 %:n osuus tavallisen syväjäähäpakastimen kulutuksesta (kWh)	Energian säästö (kWh/vuosi)
-80	2 810	28,1	2782
-80	3 431	34,3	3397
-80	5 402	54,0	5348
-80	6 761	67,6	6693

Taulukko 14. Arvio energiankulutuksesta, jos syväjäähäpakastimet vaihdetaan nestetyyppipakastimiksi. Laskennassa on käytetty Turun yliopiston mittaamia energiankulutuslukemia.

Syväjäähäpakastimen lämpötila (°C)	Energian kulutus, mitattu (kWh/vuosi)	Nestetyyppipakastin, 1 %:n osuus tavallisen syväjäähäpakastimen kulutuksesta (kWh)	Energian säästö (kWh/vuosi)
-80	4 875	48,8	4 826
-80	7 204	72,0	7 132
-135	16 270	162,7	16 107
-140	12 123	121,2	12 002
-150	12 428	124,3	12 304

## 7 Kehittämistoimenpiteet

### 7.1 Vetokaapit

Vetokaappien osalta voidaan todeta, että ne kuluttavat Turun yliopistossa paljon lämpö- ja sähköenergiaa. Erityisesti vanhoissa rakennuksissa, joissa ei ole tehty peruskorjausta, suuruus on merkittävä.

Vetokaappien hankinnasta vastaa tulevaisuudessakin pääsääntöisesti kiinteistönomistaja. Uusia laitteita hankittaessa on hyvä varmistaa, että laitteeseen saa automaattisen päälle/pois -kytkimen. Tämä on hyvä toiminto esimerkiksi opetuslaboratorioissa, joissa vetokaappeja ei välttämättä käytetä jokaisena päivänä vuodessa. Uusia laitteita hankittaessa on myös hyvä varmistaa, että laite on varustettu hälyttimellä, joka hälyttää silloin, kun työskentelyalueen suojaluukku jää auki.

Vetokaappien osalta laitteet ovat pitkäikäisiä ja laitteita huolletaan tarpeen mukaan. Niitä ei hankita turhaan, mutta niiden hankintojen suunnitelmallisuutta voitaisiin tehostaa. Tiedekuntien ja laitosten pitäisi tehdä ja ylläpitää 5-vuotissuun-

nitelmaa, johon sisällytetään myös uudet hankinnat. Samalla pitäisi arvioida vetokaapin käyttöaste jollakin aikavälillä esimerkiksi kuukausittain tai vuosittain. Jos tässä kohtaa todetaan laitteiden olevan jossain kohtaa vajaakäytöllä, siitä voisi kertoa eteenpäin toiselle laboratoriryhmälle.

Vetokaappien yhteiskäyttöisyyttä ja vapaiden ajankohtien tarjoamista pitäisi miettiä, eli miten sitä voitaisiin edistää. Se tarkoittaisi sitä, että vetokaapeissa ei voisi säilyttää kemikaaleja siinä mittakaavassa kuin esimerkiksi nyt. Uusien rakennushankkeiden ja niiden laboratoriotilojen osalta tämä tulee huomioiduksi tulevaisuudessa, kun yhteiskäyttöisyyttä pyritään lisäämään.

Merkittävin toimenpide, miten energiankulutusta voitaisiin laboratorioympäristössä vähentää, on ihmisten tietoisuuden ja käyttäytymismallien edistäminen. Tässä Turun yliopisto on jo hyvällä tiellä, mutta yksittäisenä konkreettisena tekona voisi olla lisätä vetokaappeihin käyttö- ja energiansäästöä ohjaavat tarrat, joissa muistutetaan sulkemaan luukku. Samalla voitaisiin kertoa, millaisia vaikutuksia tällä on esimerkiksi sähkönkulutukseen. Tätä toimenpidettä varten olisi hyvä tunnistaa jokaisesta laboratoriryhmästä avainhenkilöt, joiden kautta lisätään tietoisuutta muun muassa energia-asioissa. Toisena konkreettisena asiana on valtuuttaa jokaisesta laboratorion tilasta vastuuhenkilö, jonka vastuulla on vetokaappien oikean käytön tarkastaminen säännöllisesti. Myös perehdyttämisen merkitys on iso ja siinä pitäisi yhtenä osa-alueena ottaa energiatietoisuuden lisääminen.

Pidemmän aikavälin suunnitelmana olisi hankkia erilliset kemikaalikaapit laboratorioden kemikaaleille. Tällä hetkellä aineita saatetaan säilyttää vetokaapeissa, minkä vuoksi niiden ilmanvaihto on pidettävä päällä. Kun kemikaalit saadaan niille kuuluviin säilytyskaappeihin, voitaisiin myös vetokaapit mahdollisesti sammuttaa yö- ja viikonlopun ajaksi.

Toiminnan hallinnan kannalta olisi järkevää myös tehdä laiterekisteri, jossa on selkeästi talotekniset laitteet laitetietoineen rekisteröityneenä. Yliopistolla on käytössä jo OpenIris-rekisteri ja sitä voisi täydentää lisäämällä sinne kaikkien

tiedekuntien ja laitosten talotekniset laitteet. Tämä voitaisiin yhdistää yliopiston uuteen kiinteistöhallintajärjestelmään.

## 7.2 Syväjäähäpakastimet

Turun yliopistossa on useita syväjäähäpakastimia. Vain harva näistä on nestetyp-pipakastimia. Kuten vetokaapit, myös syväjäähäpakastimet kuluttavat merkittävästi energiaa.

Yliopisto on aloittanut jo hyvän tien kohti yhteisiä järjestelmiä syväjäähäpakastimien osalta. Vuonna 2020 on tehty säilytyskartoitus, jossa selvitettiin kaikki yliopiston tiloissa olevat syväjäähäpakastimet. Sen perusteella pakastimien käyttö ja hallinta on aina jonkun tiedekunnan tai laitoksen vastuulla. (Säilytyskartoitus 2020). Jotta yhteiskäyttöisyyttä voitaisiin lisätä, pitäisi syväjäähäpakastimista tehdä myös oma rekisterinsä. Tämä voisi olla myös OpenIris-järjestelmässä tai osana sitä; kuitenkin niin, että listalta näkee suoraan, mitkä pakastimet ovat käytössä ja mitä varten sekä miten pitkään. Myös hankintakäytäntöjä pitäisi tarkastella uudestaan ja edistää yhteishankintoja.

Laiterekisterin ohella pitäisi olla näyتهallintajärjestelmä. Tämän avulla nähtäisiin, koska näyte on tuotu pakastimeen, mitä varten näyte on ja miten pitkään se on ajateltu siellä olevan. Näyتهallintajärjestelmässä olisi tiedot näytteiden säilytyslämpötiloista ja myös tieto siitä, missä lämpötilassa näyte pilaantuu. Tämän kautta pakastimia tulisi säännöllisesti siivottua. Näin ollen päästäisiin mahdollisesti turhista pakastimista eroon.

Syväjäähäpakastimissa säilytettävät näytteet saattavat olla erittäin arvokkaita. Siksi on hyvä huolehtia myös pakastimien toimivuudesta ja kunnossapidosta. Samalla pitäisi miettiä huolellisesti lämpötilat, joissa näytteitä voidaan säilyttää. Kaikki näytteet eivät välttämättä tarvitse yhtä alhaista lämpötilaa kuin toinen näyte. Tällä tavoin näytteitä olisi mahdollista järjestellä pakastimiin uudestaan ja mahdollisesti jonkun muun pakastimen lämpötilaa voi nostaa tai jopa poistaa toiminnasta. Tämä tuo taas energiansäästöä.

Jotta syväjäähäpakastimet olisivat mahdollisimman energiatehokkaita, on niiden kunnossapitoon syytä kiinnittää huomiota. Näytteiden säännöllinen inventoiminen pakastimesta vaikuttaa myös energiatehokkuuteen. Kun kirjanpito on kunnossa, pakastimella vietetty aika pienenee. Pakastimia pitäisi sulattaa säännöllisesti ja tilan olosuhteisiin pitäisi myös kiinnittää huomiota.

Uusia pakastimia hankittaessa pitäisi tarkasteluun ottaa myös nestetyyppipakastimet. Vaikka niiden hankintahinta on korkea, ne ovat pitkäikäisiä ja energiatehokkaita. Ne kuluttavat vain prosentin normaalin syväjäähäpakastimen käyttämästä energiasta. Samalla niiden huoltotarve on vähäinen, joten huoltokustannuksiakin säästyy. (Kryogeeniset pakastimet ja säiliöt 2023.) Nestetyyppipakastimissa energiaa kuluttaa nesteytetyn typen valmistaminen ja sen jakelu.

### 7.3 Yleisesti energia-asiat

Tällä hetkellä Turun yliopistossa sähkönkulutuksen kustannukset jakautuvat jokaiselle tiedekunnalle tai laitokselle tasaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi yksittäinen laboratorio ei pysty seuraamaan oman laboratorion sähköenergian kulutusta. Tämän vuoksi kulutusta ei välttämättä pystytä seuraamaan edes rakennuksen tasolla. Jotta sähköenergiaa kulutettaisiin vähemmän ja siihen kiinnitettäisiin huomiota, pitäisi sen kustannusten jakautumista miettiä uudelleen. Tätä voitaisiin ensimmäisessä vaiheessa tarkastella rakennuksen tasolla ja miettiä sen jälkeen, onko mahdollista vielä pilkkoa sitä pienempiin osiin.

Turun yliopiston uuden talouden säästöohjelman osana olevan tilaohjelman tavoitteena on vähentää tiloja 10 % vuoteen 2028 mennessä. Se tarkoittaa myös vähennystä 10 % nettolämmityskuluista. Tämä tuo jo itsessään ison säästön energian määrään ja sen kustannuksiin liittyen. Tilatehokkuuden parantaminen tilaohjelman puitteissa merkitsee tiivistämistä nykyisissä tiloissa. Jotta tilatehokkuuteen päästään, täytyy laitteiden yhteiskäyttöisyyttä lisätä paljon nykytilanteesta.

Tutkimuslaitteita hankittaessa pitäisi kiinnittää huomiota erityisesti energiatehokkuuteen, ja sen osuutta kilpailutuksessa tulisi painottaa.

Energian säästöä mietittäessä kannattaa huomioida myös lampun vaihdot vanhoista loisteputkivalaisimista LED-valaisimiin. Tähän liittyy laki, joka kieltää uusien loisteputkien tuomisen markkinoille 24.8.2023 jälkeen. Loisteputkivalaisimet sisältävät elohopeaa. Uudet LED-valaisimet kuluttavat 50–70 % vähemmän energiaa kuin loisteputkivalaisimet. (Loisteputket ledeiksi 2023.) Turun yliopiston vanhoissa peruskorjaamattomissa rakennuksissa on käytössä vielä näitä vanhoja loisteputkivalaisimia.

## **8 Pohdinta**

Agenda 2030 ja sen tavoitteet ovat olleet yliopistoissa niin Suomessa, kuin Ruotsissa ohjaavana vastuullisuustoiminnan tekijänä. Vastuullisuusasiat ovat hyvin näkyvillä yliopistojen strategioissa, ja ne näkyvät myös yliopiston normaalissa arjessa.

Turun yliopisto ei omista kiinteistöjä, muutamaa kohdetta lukuun ottamatta. Turun yliopistossa on käytössä jo nyt hiilineutraali kaukolämpö ja sähköenergia. Se mihin yliopisto voi vaikuttaa on, paljonko energiaa kuluu. Laboratoriotilojen energiankulutus on eri tutkimuksien mukaan yksi isoimmista tekijöistä energiankulutuksessa.

Turun yliopistolla laboratoriotiloissa on paljon tutkimuslaitteita, jotka ovat liitettyinä talotekniikkaan. Näihin laitteisiin kuuluvat vetokaapit ja syväjäähdytyslaitteet, joita on paljon yliopiston tiloissa. Näiden laitteiden osalta yliopisto pystyisi säästämään huomattavasti energiaa. Tätä varten tarvitaan yhtenäisiä toimintamalleja, perehdytystä, järjestelmiä ja ohjausta.

## Lähteet

Agenda 2030 – kestävän kehityksen tavoitteet. Ulkoministeriö. 2023. Verkkoaineisto. Ulkoministeriö. <https://um.fi/agenda-2030-kestavan-kehityksen-tavoitteet>. Luettu 19.2.2023.

Astetta alemmas. Kampanja. 2022. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.astettaalemmas.fi/>. Luettu 2.3.2023.

Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait. Tiedote. Ympäristöministeriö. 2023. <https://ym.fi/-/eduskunta-hyvaksyy-rakentamisen-paastoja-pienentavat-ja-digitalisaatiota-edistavat-lait>. Luettu 2.3.2023.

Energiatehokas sähkölämmitys. 2023. Verkkoaineisto. [https://www.motiva.fi/koti\\_ ja\\_ asuminen/remontoi\\_ ja\\_ huolla/energiatehokas\\_ sahkolammitus](https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/remontoi_ ja_ huolla/energiatehokas_ sahkolammitus). Luettu 18.3.2023.

Energiatehokkuus. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehotarpeen laskenta. Ympäristöministeriö. 2017. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Energy Consumption of Laboratory Equipment. University of California. 2020. [https://sustainability.ucsc.edu/engage/green-certified/green-labs/resources/Energy%20Efficiency/energy\\_consumption.pdf](https://sustainability.ucsc.edu/engage/green-certified/green-labs/resources/Energy%20Efficiency/energy_consumption.pdf). Luettu 18.3.2023

Euroopan unionin ilmastopolitiikka. 2022. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka>. Luettu 27.3.2023

Hiilineutraali Suomi 2035 -kansallinen ilmasto ja energiastrategia. 2022 Helsinki. Työ- ja elinkeinoministeriö.

Hiilineutraalisuustyöryhmä. Kestävä kehitys. 2020. Sisäinen intranet-verkkoaineisto. Turun yliopisto. <https://intranet.utu.fi/index/kestava-kehitys/Sivut/Hiilineutraalisuustyoryhma.aspx>. Päivitetty 14.9.2021. Luettu 18.1.2022.

Huoltokirja. Granlund manager. Suomen yliopistokiinteistöt Oy. Tampere.

Hurmerinta, Teija. Hankintapäällikkö Turun yliopisto. Turku. Sähköpostikeskustelu 16.3.2023.

Ilmastolain uudistus. 2023. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://ym.fi/ilmastolain-uudistus>. Luettu 12.3.2023.

Ilmastonmuutos. 2020. RT-Ohjekortti. RT 103170. Rakennustieto.

Increase ULT freexer temperature to -70°C and save energy. 2023. Verkkoaineisto. University of Exeter. <https://www.exeter.ac.uk/about/sustainability/sustainablelabs/energy/ultfreezers/>. Luettu 1.4.2023.

Kestävät kampusarjen toiminnot. Kestävä kehitys. 2020. Sisäinen intranet-verkkoaineisto. Turun yliopisto. <https://intranet.utu.fi/index/kestava-kehitys/Sivut/Kest%C3%A4v%C3%A4t-kampusarjen-toiminnot.aspx>. Päivitetty 25.10.2021. Luettu 18.1.2022.

Kryogeeniset pakastimet ja säiliöt. 2023. Verkkoaineisto. Linde Oy. [https://www.linde-gas.fi/fi/products\\_ren/food\\_freezing/cryogenic\\_containers\\_freezers/index.html](https://www.linde-gas.fi/fi/products_ren/food_freezing/cryogenic_containers_freezers/index.html). Luettu 26.3.2023.

Loisteputket ledeiksi 2023 – kaikki lakimuutoksesta. 2023. Verkkoaineisto. Greenled Oy. <https://greenled.fi/lakimuutos/>. Luettu 27.3.2023.

Ohjeistus käyttäjälähtöisiin muutostöihin. 2021. Sisäinen intranet-verkkoaineisto. Turun yliopisto. [https://intranet.utu.fi/fi/Yksikko/kiinteistohallinto/Documents/Ohjeistus\\_kayttajalahtoisiiin\\_muutostoihin\\_260321.pdf#search=K%C3%84YTT%C3%84J%C3%84L%C3%84HT%C3%96INEN%20MUUTOSTY%C3%96](https://intranet.utu.fi/fi/Yksikko/kiinteistohallinto/Documents/Ohjeistus_kayttajalahtoisiiin_muutostoihin_260321.pdf#search=K%C3%84YTT%C3%84J%C3%84L%C3%84HT%C3%96INEN%20MUUTOSTY%C3%96). Luettu 26.2.2022.

Pariisin ilmastopöytäkirja. 2023. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://ym.fi/pariisin-ilmastopöytäkirja>. Luettu 19.2.2023.

Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä. 2019. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. Ympäristöministeriö. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161761/YM\\_2019\\_22\\_Rakennuksen\\_vaha-hiilisyden\\_arviointimenetelma.pdf](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161761/YM_2019_22_Rakennuksen_vaha-hiilisyden_arviointimenetelma.pdf). Luettu 24.2.2023.

Rakennuttamisohjeet. Suomen Yliopistokiinteistöt Oy. 2011.

Rakentamisen päästötietokanta. 2022. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus. <https://co2data.fi/rakentaminen/>. Luettu 26.3.2023.

Savikko, Heikki. 2023. Vastuullisuusasiantuntija Suomen Yliopistokiinteistöt Oy. Tampere. Sähköpostikeskustelu 6.3.2023.

Säilytyskartoitus. Turun yliopisto. 2020.

Tiekarttatyön lähtökohdat. Vähähiiliset tiekartat 2025. Työ- ja elinkeinoministeriö. 2022. Verkkoaineisto. Työ- ja elinkeinoministeriö. <https://tem.fi/tiekarttatyon-lahtokohdat>. Luettu 19.2.2023.

Tietoa yliopistosta. 2021. Verkkoaineisto. Turun yliopisto. <https://www.utu.fi/fi/yliopisto>. Luettu 18.1.2022.

Turun yliopiston hiilijalanjälki. Kestävä kehitys. 2020. Sisäinen intranet-verkkoaineisto. Turun yliopisto. <https://intranet.utu.fi/index/kestava-kehitys/Sivut/Turun-yliopiston-hiilijalanj%C3%A4lki.aspx>. Päivitetty 24.1.2023. Luettu 19.2.2023.

Turun yliopiston strategia 2030. 2019. Turun yliopisto. 14.1.2022.

Turun yliopiston strategian 2021-2030 toimenpideohjelma. 2020. Turun yliopisto. 14.1.2022.

Turun yliopiston toimintakertomus ja tilinpäätös 2022. 2023. Turun yliopisto. 1.4.2023.

Uusi ilmastolaki. Uuden ilmastolain keskeinen sisältö -esitys. 2022. Verkkoaineisto. Valtioneuvosto. [https://ym.fi/documents/1410903/0/Ilmastolaki\\_HE1\\_final.pdf/95e84169-7415-926e-9d0a-502e5614e26d/Ilmastolaki\\_HE1\\_final.pdf?t=1654770493478](https://ym.fi/documents/1410903/0/Ilmastolaki_HE1_final.pdf/95e84169-7415-926e-9d0a-502e5614e26d/Ilmastolaki_HE1_final.pdf?t=1654770493478). Luettu 12.3.2023.

Validating cost and energy savings from Harvard's shut the sash program. 2022. Verkkoaineisto. Harvard University. <https://green.harvard.edu/sites/green.harvard.edu/files/FumeHoodWhitePaper.pdf>. Luettu 18.3.2023

Vastuullisuusraportti 2021. 2021. Verkkoaineisto. Suomen Yliopistokiinteistöt Oy. [https://sykoy.fi/wp-content/uploads/SYK\\_vastuullisuusraportti\\_2021\\_aukeamittan.pdf](https://sykoy.fi/wp-content/uploads/SYK_vastuullisuusraportti_2021_aukeamittan.pdf). Luettu 26.2.2023.

Vetokaapit. Tuotekortti. Kojair Oy. 2023.

Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. Osa 4 Rakennusteollisuuden ja rakennetun ympäristön vähähiilisyyden tiekartta 2020 – 2035 – 2050. Gaia Consulting Oy. Rakennusteollisuus RT ry. 2020.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ilmastaselvityksestä. Säädösvalmistelu. 2021. Verkkoaineisto. Valtioneuvosto. <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM027:00/2021>. Luettu 19.2.2023.