



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Antti Pitkänen

# Helsingin yliopiston toimitilakiinteistö- jen energiansäästön toimenpideoh- jelma vuosille 2017–2025

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Talotekniikka

Opinnäytetyö

18.6.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Antti Pitkänen Helsingin yliopiston toimitilakiinteistöjen energiansäästön toimenpideohjelma vuosille 2017–2025 52 sivua + 4 liitettä 18.6.2020
Tutkinto	insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka
Ohjaajat	ympäristöasiantuntija Jarna Heikkilä yliopettaja Jukka Yrjölä
<p>Helsingin yliopisto on tehnyt useita energiatavoitteita ja -sitoumuksia. Yksi niistä on Helsingin yliopistokonsernin liittyminen Kiinteistöalan energiatehokkuussopimuksen toimitilakiinteistöjen toimenpideohjelmaan kaudelle 2017–2025. Liittymisasiakirjassa ohjeelliseksi energiansäästötavoitteeksi on esitetty kymmenen prosenttia vuonna 2025 vuoden 2018 tasosta. Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella, miten kyseinen kymmenen prosentin energiansäästö on saavutettavissa.</p> <p>Opinnäytetyössä käytiin läpi kaikki tarkasteluajanjaksolle ajoittuvat Helsingin yliopiston rakennushankkeet. Hankkeiden energiansäästöluvut koottiin hankkeissa laadituista dokumenteista. Niiden tulevien hankkeiden osalta, joista ei vielä ollut saatavilla energialaskentadokumentteja, energiansäästö laskettiin tai arvioitiin osana opinnäytetyötä.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi energiansäästötavoitteen täyttävä realistinen toimenpideohjelma sekä rakennushankkeiden energia- ja elinkaarilaskelmien ohje suunnittelijoille. Asetetusta energiansäästötavoitteesta noin 30 prosenttia laskettiin saavutettavan peruskorjaushankkeiden yhteydessä, noin 60 prosenttia teknisen käyttöikänsä päässä olevan tekniikan uusimisella energiatehokkaammaksi ja noin 10 prosenttia erillisillä energiansäästöprojekteilla.</p> <p>Työn yhteydessä tunnistettiin rakennusautomaatiojärjestelmän suuri merkitys rakennuksen energiankulutukseen ja järjestelmän saneerauksen yhteydessä tehtävän järjestelmän kehittämisen merkittävä energiansäästöpotentiaali.</p> <p>Tämä opinnäytetyö on merkityksellinen Helsingin yliopistolle, jonka strategiassa korostuvat kestävä kehitys ja vastuullisuus. Energian käytön vähentäminen ja rakennusten energiatehokkuuden jatkuva parantaminen ovat keskeinen osa ympäristövastuuta alentaen myös energiakustannuksia. Opinnäytetyön tulosten avulla strategisten tavoitteiden saavutettavuutta on ennalta tarkasteltu.</p>	
Avainsanat	energiansäästö, energiatehokkuus, rakennusautomaatio

Author Title Number of Pages Date	Antti Pitkänen Energy Saving Action Plan for Properties of the University of Helsinki for 2017–2025 52 pages + 4 appendices 18 June 2020
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Engineering
Instructors	Jarna Heikkilä, Environmental Specialist Jukka Yrjölä, Principal Lecturer
<p>The purpose of the final year project was to look at how the energy saving target of 10% can be achieved by the University of Helsinki Group, about to join the Energy Efficiency Agreement for Property and Building Sector.</p> <p>The thesis reviewed all construction projects during the period 2017–2025. The energy saving figures of the projects were compiled from the documents prepared in the projects. For future projects with no energy calculations yet available, energy savings were calculated or estimated.</p> <p>The result was a realistic list of projects that meet the energy saving goal. The thesis showed that about 30% of the energy saving targets are met by renovation projects, 60% by upgrading end-of-life technology and 10% by separate energy saving projects. Furthermore, the great importance of a building automation system for the energy consumption of a building was identified. Developing the automation systems when it is renovated has a significant energy saving potential.</p> <p>The thesis is relevant to the University of Helsinki, whose strategy emphasizes sustainable development and responsibility. With the help of the results of the thesis, the achievability of the strategic goals is examined in advance.</p>	
Keywords	energy saving, energy efficiency, building automation

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Asetetut energiavoitteet	3
2.1	Energian- ja vedenkulutus sekä uusiutuva lähienergia	3
2.2	Energiatehokkuussopimus	4
2.3	Hiilineutraalius 2030	6
2.4	Energiaomavarainen Viikki 2040	7
2.5	Energiavoitteet vuosille 2017–2025 käytännössä	7
2.6	Energiatehokkuuslaki	8
2.7	Saatavilla oleva energiatuki	8
3	Energiankulutuksen nykytilanne	9
3.1	Energiankulutus 2018–2019	9
3.2	Suurimmat energian ja veden ominaiskulutuskohteet vuonna 2019	10
4	Hankkeet	14
4.1	Energiansäästö teknisistä tai toiminnallisista syistä toteutettavissa suurissa hankkeissa	14
4.2	Energiansäästö teknisistä tai toiminnallisista syistä toteutettavissa pienissä hankkeissa	23
4.2.1	Valaistusmuutokset 2017–2019	23
4.2.2	Kryosäilytysjärjestelmät, Haartmaninkatu 3 ja Biokeskus 2	25
4.2.3	Saneerattavat rakennusautomaatiojärjestelmät	27
4.3	Erilliset energiansäästöhankkeet	34
4.4	Hankkeet, joita ei voida huomioida	39
5	Hankkeiden vertailu	41
6	Yhteenveto	45
	Lähteet	48

## Liitteet

Liite 1. Energiansäästön toimenpideohjelma, Energiatehokkuussopimus

Liite 2. Ohje suunnittelijoille Helsingin yliopiston rakennushankkeisiin liittyvien energia- ja elinkaarilaskelmien toimittamiseen

Liite 3. Laskennallinen energiansäästö RAU-saneerauksissa 2020–2025

Liite 4. Kilpisjärven biologisen aseman päärakennuksen energiansäästölaskentataulukko öljylämmityksestä maalämpöpumppuun siirryttäessä

## Lyhenteet

brm<sup>2</sup> Bruttoala. Bruttoala lasketaan rakennuksen kaikkien kerrostasojen kerrostasoalojen summana riippumatta kerrostason sijainnista ja sen sisältämien huoneiden käyttötarkoituksista. Bruttoalaan lasketaan kaikki kerrostasosalat riippumatta myös siitä, ovatko huoneet kylmiä vai lämpimiä. Kerrostasoala on kerrostason ala, jonka rajoina ovat kerrostasoa ympäröivien ulkoseinien ulkopinnat tai niiden ajateltu jatke ulkoseinän pinnassa olevien aukkojen ja koristeosien osalla. Kerrostasoalaan lasketaan tavanomaiset talotekniikka-, hissi- ja porraskuilut, muttei välipohjan aukkoja, jotka eivät ole vähäisiä (esimerkiksi isot valokuilut). Ullakolla ja kellarikerroksessa kerrostaso muodostuu vain niistä tiloista, joilla on suunniteltu käyttötarkoitus, ja niitä ympäröivistä rakennusosista. [1.]

htm<sup>2</sup> Huoneistoala. Huoneistoala on ala, jota rajaavat toisaalta huoneistoa ympäröivien seinien, toisaalta huoneiston sisällä olevien kantavien ja muiden koko rakennukselle välttämättömien rakennusosien (esimerkiksi talotekniikkakuilujen) huoneiston puoleiset pinnat. Huoneistoalaan ei lasketa kantavien ja paloteknisesti osastoivien seinien, hormiryhmien yms. rakennukselle välttämättömien rakennusosien rakennusosa-alaa. Huoneistoalaan lasketaan huoneiston sisäisten ei-kantavien seinien rakennusosa-ala. Ullakotatasolla huoneistoalaan lasketaan vähintään 1600 mm korkuiset huonealat. [1.]

HY Helsingin yliopisto.

HYK Helsingin Yliopistokiinteistöt Oy.

HYR Helsingin yliopiston rahastot.

Lämmitetty nettoala.

Lämmitetty nettoala on E-lukulaskennassa käytettävä pinta-ala. Se on lämmitettyjen kerrostasoalojen summa kerrostasoja ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettuna. Puolilämpimät tilat käsitellään lämpiminä tiloina. Lämmittämättömiä tiloja ei lasketa mukaan. [2, liite 1.]

RAU

Rakennusautomaatio.

## 1 Johdanto

Helsingin yliopisto (HY) on Suomen vanhin ja suurin tiedekorkeakoulu sekä yli 40 000 opiskelijan ja työntekijän kansainvälinen tiedeyhteisö. Se toimii Helsingissä neljällä kampuksella keskustassa, Viikissä, Kumpulassa ja Meilahdessa sekä yhdeksällä muulla paikkakunnalla Suomessa. Helsingin yliopistossa on 11 tiedekuntaa ja useita niihin kuuluvia osastoja, tutkimuskeskuksia ja -asemia. Lisäksi yliopistossa toimii useita monitieteisiä tutkimusverkostoja ja kampusyksiköitä sekä valtakunnallisia viranomaistehtäviä hoitavia yksiköitä. [3.]

### Opinnäytetyön tarkoitus

HY on sitoutunut vähentämään rakennustensa energian- ja vedenkulutusta kymmenellä prosentilla vuoteen 2025 mennessä. Yksittäisiä hankkeita on tehty, mutta kokonaissuunnitelma on puuttunut.

Opinnäytetyön tavoitteena on laatia HY:n Kiinteistöalan energiatehokkuussopimuksen liittymisasiakirjassa asettaman energiansäästö tavoitteen täyttävä energiansäästön toimenpideohjelma vuosille 2017–2025. Ainoita oikeita hankkeita ei ole olemassa, vaan tavoitteisiin voi päästä eri tavoin. Osa energiansäästöhankkeista yhdistyy teknisistä tai toiminnallisista syistä joka tapauksessa tehtäviin hankkeisiin, osa taas on puhtaita energiansäästön vuoksi tehtäviä hankkeita. Hankkeiden energiansäästövaikutukset arvioidaan ja ne ajoitetaan tarkoituksenmukaisesti eri vuosille niin, että ohjelmaa voidaan realistisesti ryhtyä toteuttamaan.

### Yliopistokonserni tilahallinnon ja -palveluiden näkökulmasta

HY:n kiinteistöjen ja toimitilojen omistus, johtaminen ja palvelutoiminnot ovat eri yhtiöissä kuuluu kuitenkin samaan yliopistokonserniin. Helsingin yliopistokonsernin kiinteistöistä noin kaksi kolmasosaa omistaa Helsingin Yliopistokiinteistöt Oy (HYK) ja yhden kolmasosan Helsingin yliopiston rahastot (HYR). Kumpikin muodostavat myös konsernin, joihin kuuluu lukuisia tytäri- ja osakkuusyhtiöitä. Yksittäisen rakennuksen omistaa siis pääsääntöisesti HYK tai HYR tai niiden osittain tai kokonaan omistama kiinteistöosakeyhtiö. [4.]



Rakennuksen omistaja vuokraa tilat Tilat- ja kiinteistöt -toimialalle (TILA) nettovuokraperiatteella, jolloin vuokra sisältää pääomavuokran, kiinteistöveron, vakuutukset ja omistajan yleiskulut. TILA vastaa tilojen ylläpito- ja käyttökustannuksista sekä käyttäjäpalveluista ja vuokraa tilat edelleen sisäisenä vuokrana käyttäjille eli tiedekunnille ja muille yksiköille. [5, s. 72 ja 75.]

Palvelutoiminnot tuottaa niin ikään yliopistokonserniin kuuluva Helsingin yliopiston kiinteistöpalvelut Oy (HY247), joka toimii inhouse-periaatteella, eli se myy palvelujaan ainoastaan yliopistokonsernille kokonaispalvelusopimuksella. HY247:n tehtäviin kuuluvat kiinteistöjen siivous, ylläpito, kunnossapito, rakennuttamis-, vahtimestari- ja turvallisuuspalvelut sekä kalustamis- ja kuljetuspalvelut. [5, s. 72.]

### Tilat vuonna 2018

Helsingin yliopistolla oli vuonna 2018 vuokrattuna tilaa eri kiinteistönomistajilta kaikkiaan 530 380 htm<sup>2</sup>; näistä yliopistokäytössä 455 766 htm<sup>2</sup> [5, s. 73.]. Pääosa yliopiston tiloista oli Helsingissä ja vajaa kymmenesosa muualla maassa. Kampuksista suurin on keskustakampus, jossa on 37 prosenttia tiloista, ja toiseksi suurin on Viikin kampus 27 prosentin osuudella. Meilahden kampuksella tiloista on 15 prosenttia ja Kumpulan kampuksella 10 prosenttia. [5, s. 73.] Taulukossa 1 on esitetty HY:n tilojen jakautuminen eri käyttötarkoituksiin.

Taulukko 1. Helsingin yliopiston tilankäyttö tilaluokittain vuonna 2018 [5, s. 73.].

Tilaluokka	htm <sup>2</sup>	%
Toimistotilat	113 127	21
Opetus- ja tutkimustilat	102 045	19
Erityistilat	68 879	13
Sosiaali- ja virkistystilat	27 603	5
Säilytystilat	63 463	12
Yhteistilat	23 411	5
Ruokailu- ja keittiötilat	12 019	2
Asuin- ja majoitustilat	13 261	3
Liikenne- ja tekniset tilat	106 571	20
<b>Yhteensä</b>	<b>530 380</b>	<b>100</b>

Kolme suurinta tilaluokkaa ovat toimistotilat, opetus- ja tutkimustilat sekä liikenne- ja tekniset tilat kukin noin 20 prosentin osuudella. Seuraavaksi suurimmat tilaluokat reilun kymmenen prosentin osuuksilla ovat erityistilat ja säilytystilat. [5, s. 73.] Keskitetyssä varauksessa olevia opetustiloja oli vuonna 2018 yhteensä 292 ja niiden käyttöaste oli keskimäärin 75 prosenttia. Käyttöaste lasketaan niin, että 100 prosentin käyttöaste saavutetaan, kun tila on käytössä 1 000 h/v (noin 7 h/pv, 5 pv/vk ja 28 vk/v). [5, s. 75.]

## 2 Asetetut energiatavoitteet

### 2.1 Energian- ja vedenkulutus sekä uusiutuva lähienergia

Valtioneuvoston kanslia ylläpitää Sitoumus2050.fi-verkkopalvelua, jossa organisaatiot, yritykset ja yksityiset henkilöt voivat julkisesti antaa vapaaehtoisia kestävän kehityksen toimenpidesitoumuksia. Helsingin yliopisto on vuonna 2015 antanut sen kautta kaksi kestävän kehityksen toimenpidesitoumusta:

- Sitoumus vähentää rakennusten energian- ja vedenkulutusta kymmenellä prosentilla vuoteen 2025 mennessä vuoden 2014 tasosta [6.].

- Sitoumus lisätä uusiutuvaa lähienergiaa niin, että vuonna 2025 yliopiston rakennusten käyttämästä energiasta (sähkö ja lämpö yhteensä) vähintään viisi prosenttia tuotetaan uusiutuvalla energialla paikan päällä ja vähintään kymmenessä yliopiston rakennuksessa tai kohteessa on uusiutuvaa energiaa tuottavia järjestelmiä [7.].

Osana jälkimmäistä sitoumusta luovutaan fossiilisista polttoaineista omassa energiantuotannossa. Käytännössä tämä tarkoittaa Kilpisjärven biologisen aseman, Hyytiälän metsäaseman ja Tvärminnen eläintieteellisen aseman öljylämmityksestä luopumista. [8.] Öljylämmitys on jo aiemmin korvattu Sallan kunnassa sijaitsevalla Värriön tutkimusasemalla sähkökattilalla 1990-luvulla [9.], Lammin biologisella asemalla hakelämmityksellä vuonna 2013 ja Tvärminnen eläintieteellisen aseman oppilasasuntolassa maalämmöllä vuonna 2019.

## 2.2 Energiatehokkuussopimus

Energiatehokkuussopimus on elinkeinoelämän ja ministeriöiden välinen puitesopimus, jonka tavoitteena on tehostaa yritysten ja yhteisöjen energiankäyttöä vapaaehtoisuuden pohjalta. Sopimusosapuolina ovat valtion puolesta ympäristöministeriö, työ- ja elinkeinoministeriö ja Energiavirasto sekä kiinteistöalan puolesta RAKLI ry. Energiatehokkuussopimusten seuranta ja tukitoimintoja hoitaa Motiva Oy. Sen kautta toteutetaan vaikuttavuudeltaan normeihin verrattavalla ja toteutukseltaan joustavalla tavalla EU:n energiatehokkuusdirektiiviä ja Suomen hallituksen energiapolitiikkaa. [10.]

Helsingin yliopistokonserni on liittynyt Kiinteistöalan energiatehokkuussopimuksen toimintakiinteistöjen toimenpideohjelmaan [11.]. Toimenpideohjelman yhteinen ohjeellinen energiansäästötavoite kaudelle 2017–2025 on 7,5 prosenttia vuonna 2025 laskettuna toimenpideohjelman kohderyhmään kuuluvien jäsenyhteisöjen energiankäytöstä. Tämä on samalla lähtökohtainen tavoite kullekin toimenpideohjelmaan liittyvälle. Tavoite koskee pääsääntöisesti koko toimijan määräysvallassa olevaa energiankäyttöä eli sähköä, lämpöä ja polttoaineita. Tavoitteen saavuttamisen seurantaan hyväksytään kyseisellä kaudella toteutetut energiatehokkuussopimusten seurantajärjestelmään raportoidut toimenpiteet, joiden energiansäästövaikutus on edelleen voimassa tarkasteluvuonna ja jotka koskevat tavoitteen laskennassa mukana olevaa energiankäyttöä. Energiansäästöllä tarkoitetaan aktiivisin toimenpitein aikaan saatua tai tulevaa ostoenergiankulutuksen vähentämistä toimenpiteen kohteena olevassa energiankulutuksessa nykytasosta

verrattuna siihen energiamäärään, joka toteutuisi ilman aktiivisia toimenpiteitä. Esimerkkinä aktiivisin toimenpitein saavutetusta tulevan energiankäytön vähentämisestä on määräystasoa parempi uudisrakentaminen tai ecodesign-tasoa parempien laitteiden hankinta. Säästetty energia (MWh/a) määritetään mittaamalla ja/tai laskennallisesti arvioimalla energiansäästötoimen kohteena oleva kulutus ennen toimenpiteen toteuttamista ja sen jälkeen siten, että energiankulutukseen vaikuttavat ulkoiset olosuhteet vakioidaan. [12; 13.]

Toimitilakiinteistöjen toimenpideohjelman mukaisesti Helsingin yliopistokonserni on esittänyt liittymisasiakirjassa ohjeelliseksi energiansäästöavoitteeksi kymmenen prosenttia vuonna 2025 vuoden 2018 tasosta [14.]. Asetettu tavoite on siis kovempi kuin toimenpideohjelman lähtökohtainen tavoite 7,5 prosenttia. Taulukoissa 2 ja 3 on esitetty liittymisasiakirjan mukainen toimitilakanta sekä energiankäyttö ja vedenkulutus.

Taulukko 2. Helsingin yliopistokonsernin toimitilakiinteistökanta energiatehokkuussopimukseen liittymisvaiheessa vuonna 2018 [14.].

Tilaluokka	Kohteiden lukumäärä	Pinta-ala yhteensä brm <sup>2</sup>
Toimistorakennukset	5	35 426
Liikerakennukset	0	0
Varasto- ja logistiikkarakennukset	0	0
Muut rakennukset	71	627 003
<b>Yhteensä</b>	<b>76</b>	<b>662 429</b>

Taulukko 3. Helsingin yliopistokonsernin toimitilakiinteistöjen energiankäyttö ja vedenkulutus energiatehokkuussopimukseen liittymisvaiheessa vuonna 2018 [14.].

Sähkö (kiinteistösähkö)	67 693 MWh
Lämpö	92 722 MWh
Polttoaineet	10 342 MWh
<b>Yhteensä</b>	<b>170 757 MWh</b>
Vedenkulutus	277 908 m <sup>3</sup>
Lämmityssähkö (arvioitu osuus edellä olevasta sähkönkulutuksesta)	338 MWh

Koska Helsingin yliopistokonserni on liittynyt toimitilakiinteistöjen toimenpideohjelmaan, on asuinkiinteistöt jätetty Energiatehokkuussopimuksen energiansäästötarkastelun ulkopuolelle. Lisäksi seuraavat yliopistokonsernin omistamat rakennukset ja kohteet on jätetty energiatehokkuussopimuksen ulkopuolelle:

- Yksittäiset satelliittikohteet: Metsähovin observatoriot, Kirkkonummi; Furuskär, Hanko; Saimaankatu 6, Mikkeli
- Kluuvin huoltotunneli, Helsinki ja Viikin pysäköintilaitos, Helsinki
- Viikin opetus- ja tutkimustilan toimintaa tukevat talousrakennukset: Sauna-pesula, Kanala, Laakasiilo, Vaakahuone, Kalustovaja, Reuhalli, Konehalli, Kuivaamo, Rantapellon lato, Alaniityn latokuivuri, Mehiläissaaren lato ja Koivumetsän lato
- Kytösuontie 9 ja 11, Helsinki (koska toiminnot muuttavat muualle Meilahti-Ruskeasuo-kampuksella ja vuonna 2020–2021 rakennukset myydään purettavaksi)
- Maatalousmuseo, Hakalantie 8, Helsinki (koska rakennus aiotaan purkaa massiivisista home- ja kosteusvaurioista johtuen).

Energiatehokkuussopimuksessa on mukana 72 mittarointikohdetta. Yliopistokonsernin omistamia kohteita, joiden omistusosuus on yli 50 prosenttia, on yhteensä 102 kohdetta.

### 2.3 Hiilineutraalius 2030

Helsingin yliopiston strategian 2021–2030 mukaan edetään kohti ekologista kestävyyttä pienentämällä toiminnan hiilijalanjälkeä ja tehostamalla kiertotaloutta sekä kehittämällä virtuaalista liikkuvuutta. Tavoitteena on oman toiminnan hiilineutraalius strategiakauden aikana. [15.] Toimeenpanosuunnitelman laadinta on käynnissä ja kevään 2020 aikana

tarkentuu nykyinen hiilijalanjäljen lähtötaso ja eri toimintojen kuten kiinteistöjen ja matkustamisen osuus siitä sekä mitkä ovat tarkemmat alatavoitteet ja -toimenpiteet.

#### 2.4 Energiaomavarainen Viikki 2040

Osana Helsingin yliopiston strategiaa kaudelle 2021–2030 laaditun, vielä hyväksymättömän toimitilaohjelmaluonnoksen mukaan Viikin kampuksen yliopistotoiminnoissa pyritään energiaomavaraisuuteen vuoteen 2040 mennessä [16.].

#### 2.5 Energiatavoitteet vuosille 2017–2025 käytännössä

Helsingin yliopiston kestävän kehityksen toimenpidesitoumus vähentää rakennustensa energian- ja vedenkulutusta kymmenellä prosentilla vuoteen 2025 mennessä vuoden 2014 tasosta tarkoittaa absoluuttisena lukuna **21 000 MWh/vuosi ja 30 000 m<sup>3</sup>/vuosi** [17.].

Energiatehokkuussopimuksen toimitilakiinteistöjen toimenpideohjelman liittymisasiakirjassa Helsingin yliopistokonsernin esittämä ohjeellinen energiansäästötavoite 10 prosenttia vuonna 2025 vuoden 2017 tasosta tarkoittaa absoluuttisena lukuna **17 076 MWh/vuosi**. Kyseinen summa koostuu energiansäästötoimenpiteistä, joissa energiansäästö on määritetty mittaamalla ja/tai laskennallisesti arvioimalla kulutus ennen toimenpiteen toteuttamista ja sen jälkeen ulkoiset olosuhteet vakioiden [12.].

Energiansäästötavoite 2014–2025 liittyy siis mitattuun kulutukseen, joka riippuu muun muassa säästä ja rakennusten todellisesta käytöstä. Näitä tekijöitä voi olla vaikea arvioida etukäteen. Tässä opinnäytetyössä keskitytään Energiatehokkuussopimuksen 2017–2025 energiansäästötavoitteeseen eikä mitatun kulutuksen energiansäästötavoitteeseen.

## 2.6 Energiatohokkuuslaki

Vuoden 2015 alussa voimaan astunut energiatohokkuuslaki velvoittaa suuren yrityksen tekemään energiakatselmuksen neljän vuoden välein. Suureksi yritykseksi katsotaan toimialaista riippumatta kaikki yritykset, joiden palveluksessa on yli 250 henkilöä tai joiden vuosiliikevaihto on yli 50 miljoonaa euroa ja taseen loppusumma yli 43 miljoonaa euroa. Lisäksi yritys voidaan luokitella suureksi yritykseksi omistussuhteiden kautta. Yrityksen energiakatselmuksessa otetaan huomioon kaikki yrityksen energiankäyttökohteet, joita ovat rakennukset, teollinen ja kaupallinen toiminta sekä liikenne. Yrityksen energiakatselmukseen on sisällytettävä erillisiä kohdekohtaisia katselmuksia riittävästä määrästä yrityksen toimintoja. Yrityksen energiakatselmuksen vastuuhenkilönä saa toimia henkilö, jolla on Energiaviraston myöntämä pätevyys. Kohdekatselmusten tekijöille ei ole pätevyysvaatimuksia. [18.]

Helsingin yliopistokonserni luetaan laissa tarkoitetuksi suureksi yritykseksi. Viimeisin suuren yrityksen energiakatselmus on teetetty vuonna 2019. Kohdekatselmuksia on esimerkiksi vuonna 2019 teetetty seitsemän kappaletta, joista osaa käsitellään tämän opinnäytetyön luvussa 4.2.3.

## 2.7 Saatavilla oleva energiatuki

Helsingin yliopisto voi hakea Business Finlandilta edellä esitettyjen energiatavoitteiden toteuttamiseen energiatukea, sillä sitä voidaan myöntää sellaisiin investointi- ja selvityshankkeisiin, jotka edistävät:

- uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä
- energiansäästöä tai energian tuotannon tai käytön tehostamista
- muulla tavoin energiajärjestelmän muuttumista vähähiiliseksi. [19.]

Energiatukea haettaessa on huomioitava, että

- tukea ei myönnetä hankkeille, jotka on käynnistetty ennen tukipäätöstä
- tuella on oltava merkittävä vaikutus hankkeen käynnistämiseen
- tukiprosentit vaihtelevat hanketyypeittäin ja vuosittain alkaen 10 prosentista ollen enimmillään suurilla yrityksillä 30 prosenttia. [19.]

### 3 Energiankulutuksen nykytilanne

#### 3.1 Energiankulutus 2018–2019

Helsingin yliopiston ylläpitokustannuksista suurin erä (5,9 M€) vuonna 2018 oli lämpöenergian ostot [5, s. 75.]. Noin 50 prosenttia koko yliopistokonsernin energiankulutuksesta koostuu 15 kiinteistöstä (yhteensä 102 kohdetta).

Taulukossa 4 on esitetty energian ja veden ominaiskulutusluvut ja niiden vertailu. Helsingin yliopiston osalta mukana on Energiatehokkuussopimukseen liitetyt rakennukset (yhteensä 72 kohdetta) koko kulutuksensa osalta sisältäen sekä yliopiston oman käytön kulutuksen että ulkopuolisten vuokralaisten kulutuksen. Vertailussa on mukana myös Aalto-yliopisto, Suomen Yliopistokiinteistöt Oy:n (SYK) ja Energiatehokkuussopimuksen toimitilakiinteistöjen toimenpideohjelman (TETS) korkeakoulu- ja tutkimusrakennusten vuoden 2016 raportointitiedoista lasketut korkeakoulu- ja tutkimusrakennusten ominaiskulutusmediaanit.



Taulukko 4. Energian ja veden ominaiskulutusvertailu.

	Helsingin yliopisto		Aalto-yliopisto [20.]		SYK [21.]	TETS [22.]
	2019	2018	2019	2018	2018	2016
Ostolämpöenergia, sääkorjattu, kWh/brm <sup>2</sup>	139,9	146,5	122,2	118,7	144,7	129,0
Ostosähköenergia, kWh/brm <sup>2</sup>	107,1	107,6	98,4	94,9	109,2	54,5
Tuotettu aurinkosähköenergia, MWh	947,8	509,3	471,2	390,9	235,5	
Tuotettu maalämpöenergia, MWh	64	0	2 603	1 700		
Tuotettu aurinkolämpöenergia, MWh	20	0	0	0		
Vedenkulutus, dm <sup>3</sup> /brm <sup>2</sup>	423,6	404,0	312,1	316,0	273,4	264,1
Laajuus, brm <sup>2</sup>	621 766	621 766	384 332	393 298	1 268 498	

Taulukon 4 luvuissa kiinnittää huomiota erityisesti Helsingin yliopiston suuri ominaisvedenkulutus, mikä johtunee runsaista laboratorio- ja eläintiloista. Helsingin yliopiston lämpöenergian ominaiskulutus on kuitenkin samaa tasoa kuin muissa yliopisto-, korkeakoulu- ja tutkimusrakennuksissa, joten vedenkulutuksesta suurin osa lienee kylmää vettä. Helsingin yliopisto tuottaa aurinkosähköä tällä hetkellä Viikin kampuksella (luku 4.3), Aleksanterinkatu 7:ssä ja Yliopistonkatu 4:ssä. Uusiutuvaa ilmaislämpöenergiaa Helsingin yliopisto tuottaa tällä hetkellä vain Tvärminnen eläintieteellisen aseman oppilasrakennuksessa (maalämpö ja aurinkoenergia).

### 3.2 Suurimmat energian ja veden ominaiskulutuskohteet vuonna 2019

Taulukoissa 5–7 on esitetty ominaiskulutuksiltaan suurimmat kohteet vuonna 2019. Mukana on Energiategohkuussopimukseen liitetyt rakennukset koko kulutuksensa osalta sisältäen sekä yliopiston oman käytön kulutuksen että ulkopuolisten vuokralaisten kulutuksen. Toiminnassa tapahtuvista muutoksista ja remonteista johtuen useiden rakennusten kulutukset saattavat nousta tai laskea jopa parikymmentä prosenttia vuodessa.

Taulukko 5. Suurimmat lämmön ominaiskulutuskohteet (sääkorjattu vuotuinen ostoenergia). Taulukossa on esitetty kohteet, joiden ominaiskulutus on yli 200 kWh/brm<sup>2</sup>.

Kohde, osoite, kunta	kWh/brm <sup>2</sup>	MWh	Kommentti
Fontell, Siltavuoren- penger 7, Helsinki	339	258	Pienehkö toimistorakennus. Suuri energiansäästöpotentiaali rakennusautomaation saneerauksella ja kehittämisellä [47.].
Lammin biologinen asema, Pääjärventie 320, Hämeenlinna	280	2346	Asunnot ja asuntolat käytössä ympäri vuoden. Jonkin verran laboratoriotoimintaa. Useita rakennuksia, joiden välillä menee lämpöputket maassa.
Eläinsairaala Clinicum, Koetilantie 4, Helsinki	254	2605	Eläinsairaala- ja laboratoriotoimintaa edellyttäen suurta ilmanvaihtoa.
Chemicum, A.I. Virtasen aukio 1, Helsinki	241	4783	Laboratoriorakennus edellyttäen suurta ilmanvaihtoa.
Biokeskus 3, Viikinkaari 1, Helsinki	237	3586	Laboratoriorakennus edellyttäen suurta ilmanvaihtoa. Eläintiloja.
Kasvimuseo, Unioninkatu 44, Helsinki	232	1618	Eksoottisten kasvien vaatimat korkeat lämpötilat. Useita rakennuksia.
Haartman-instituutti, Haartmaninkatu 3, Hki	219	5492	Laboratoriorakennus edellyttäen suurta ilmanvaihtoa.
EE-rakennus, Agnes Sjöbergin katu 2, Hki	211	4415	Laboratoriorakennus edellyttäen suurta ilmanvaihtoa.
Värriön tutkimusasema, Ainijärventie 114, Salla	207	91	Sijainti on yksi Suomen kylmimmistä paikoista. Lämmöntuottomuotona sähkökatilla, joka kannattaisi korvata lämpöpumpuratkaisulla. Luvussa on lämmityksen osuus 50 % kokonaissähkönkulutuksesta.
Uusi Minerva, Siltavuoren- penger 9, Helsinki	203	1833	Opetus- ja toimistorakennus. Energiansäästöpotentiaalia rakennusautomaation saneerauksella ja kehittämisellä sekä ilmanvaihdon modernisoinnilla [48.].
Navetta, Koetilantie 9, Helsinki	201	827	Eläintilat edellyttäen suurta ilmanvaihtoa. Isot ovet.
Oppilasrakennus, Koeti- lantie 7, Helsinki	201	486	K. krs aputiloja, 1. krs lounasravintola, 2.-3. krs toimistoa. Rakennuksesta menee lämpö kahdelle talousrakennukselle.

Taulukko 6. Suurimmat sähkön ominaiskulutuskohteet (vuotuinen ostoenergia). Taulukossa on esitetty kohteet, joiden ominaiskulutus on yli 150 kWh/brm<sup>2</sup>.

Kohde, osoite, kunta	kWh/brm <sup>2</sup>	MWh	Kommentti
Koekasvihuoneet, Kanslerinkaari 2, Helsinki	261	1297	Kasvilamput vievät paljon sähköä. Ensimmäiset led-kasvilamput on asennettu maaliskuussa 2020, kun niiden spektrintoistokyky ja kustannustaso alkoivat olla riittävän hyviä.
Biokeskus 3, Viikinkaari 1, Helsinki	243	3685	Laboratoriorakennus. Eläintiloja.
Chemicum, A.I. Virtasen aukio 1, Helsinki	217	4310	Laboratoriorakennus.
Haartman-instituutti, Haartmaninkatu 3, Helsinki	214	5378	Laboratoriorakennus.
Värriön tutkimusasema, Ainijärventie 114, Salla	207	91	Luvussa on käyttäjäsähkön osuus 50 % kokonaissähkönkulutuksesta.
HUSLAB, Topeliuksenkatu 32, Helsinki	188	4410	Laboratoriorakennus.
Yliopiston apteekki, Valimotie 7, Helsinki	175	1165	Laboratoriotoimintaa.
Kiihdytinlaboratorio, Pietari Kalmin katu 2, Helsinki	173	704	Laboratoriorakennus. Ei vielä aurinkopaneeleja.
Eläinsairaala Clinicum, Koetilantie 4, Helsinki	168	1724	Eläinsairaala- ja laboratoriotoimintaa.
B-rakennus, Latokartanonkaari 7, Helsinki	166	1332	Laboratoriotiloja.
F-rakennus, Latokartanonkaari 13, Helsinki	164	988	Eläintiloja ja vaativat puhtastilaolosuhteet.
Physicum, Gustaf Hällströminkatu 2, Helsinki	153	3212	Laboratoriotiloja. Ei vielä aurinkopaneeleja.

Taulukko 7. Suurimmat veden ominaiskulutuskohteet (vuotuinen kulutus). Taulukossa on esitetty kohteet, joiden ominaiskulutus on yli 500 dm<sup>3</sup>/brm<sup>2</sup>.

Kohde, osoite, kunta	dm <sup>3</sup> /brm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	Kommentti
Navetta, Koetilantie 9, Helsinki	2884	11 862	Eläintilat ja niiden vesipesut. Korkeat hygieniavaatimukset.
F-rakennus, Latokartanonkaari 13, Helsinki	2754	16 600	Höyryjärjestelmä ja korkeat hygieniavaatimukset.
Biokeskus 3, Viikinkaari 1, Helsinki	1299	19 664	Laboratoriorakennus. Kalatutkimusta.
Kumpulan liikuntakeskus, Väinö Auerin katu 11, Helsinki	1272	3 957	UniSport-liikuntakeskus.
Yliopistonkatu 4, Helsinki	1028	12 959	UniSport-liikuntakeskus.
EE-rakennus, Agnes Sjöbergin katu 2, Helsinki	848	17 713	Laboratoriorakennus ja korkeat hygieniavaatimukset. Elintarviketeknologian, patologian ja meren tutkimusta.
HUSLAB, Topeliuksenkatu 32, Helsinki	808	18 936	Laboratoriorakennus ja korkeat hygieniavaatimukset.
Haartman-instituutti, Haartmaninkatu 3, Helsinki	777	19 496	Laboratoriorakennus ja korkeat hygieniavaatimukset.
Eläinsairaala Clinicum, Koetilantie 4, Helsinki	672	6 877	Eläinsairaala- ja laboratoriotoimintaa ja korkeat hygieniavaatimukset.
Hyytiälän metsäasema, Hyytiäläntie 124, Juupajoki	661	5 616	Asunnot ja asuntolat käytössä ympäri vuoden, erityisesti kesällä. Jonkin verran laboratoriotoimintaa.
Chemicum, A.I. Virtasen aukio 1, Helsinki	641	12 712	Laboratoriorakennus.
Kasvimuseo, Unioninkatu 44, Helsinki	602	4 190	Kastelut.
Oppilasrakennus, Koetilantie 7, Helsinki	554	1 342	K. krs aputiloja, 1. krs lounasravintola, 2.-3. krs toimistoa.
Koekasvihuoneet, Kanslerinkaari 2, Helsinki	550	2 730	Kastelut.

## 4 Hankkeet

### 4.1 Energiansäästö teknisistä tai toiminnallisista syistä toteutettavissa suurissa hankkeissa

#### Yliopistonkatu 4:n peruskorjaus

Helsingin yliopiston hallintorakennuksena toimineen vuonna 1977 valmistuneen Yliopistonkatu 4:n peruskorjaus valmistui vuonna 2017. Peruskorjauksessa kellarikerrosten Unisport-kuntosalia laajennettiin, 1.–2. kerros muutettiin Tiedekulma-tapahtumatilaksi ja 3.–6. kerros ulosvuokratuksi toimistotilaksi. [23.]

Hankkeen energiaselvityksen mukaan standardikäytön mukainen ostoenergia ilman energiamuotojen kertoimia on ennen korjausta 2651 MWh/a ja korjauksen jälkeen 1618 MWh/a, joten vähenemä on 1033 MWh/a. Energiatehokkuuden paranemisen vaikuttivat eniten rakenteelliset parannukset kuten yläpohjan, alapohjan ja ulkoseinien parantaminen ja ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen, ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen (ilmanvaihdon ominaissähkötehon ja lämmöntalteenoton parantuminen sekä osittainen tarpeenmukainen säätö) sekä valaistuksen uusiminen ja aurinkopaneelit. [24.]

#### Viikin D-rakennuksen peruskorjaus

Vuonna 1965 valmistuneen Viikin D-rakennuksen peruskorjaus valmistui vuonna 2018. Peruskorjauksessa rakennus muutettiin laboratorio-, opetus- ja tutkimusrakennuksesta toimistorakennukseksi Suomen ympäristökeskuksen käyttöön.

Hankkeen energiaselvityksen mukaan standardikäytön mukainen ostoenergia ilman energiamuotojen kertoimia on ennen korjausta 1 460 MWh/a ja korjauksen jälkeen 651 MWh/a, joten vähenemä on 809 MWh/a. Energiankäytön tehostumiseen vaikuttivat eniten rakenteelliset parannukset (vaipan tiiveyden paraneminen, yläpohjan ja osin alapohjan parantaminen sekä ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen) ja ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen (ilmanvaihdon ominaissähkötehon ja lämmöntalteenoton parantuminen sekä osittainen tarpeenmukainen säätö). [25.]

## Biokeskus 1:n talotekniikan peruskorjaus

Vuonna 1995 Viikin kampukselle valmistuneessa Biokeskus 1:ssä tehtiin talotekniikan peruskorjaus, jossa kaikki pääilmanvaihtokoneiden puhaltimet uusittiin EC-puhaltimiksi, kaikki pääilmanvaihtokoneiden patterit uusittiin, keittiötä palveleva ilmanvaihtokone uusittiin kokonaisuudessaan ja varustettiin lämmöntalteenotolla, rakennusautomaatio saaneerattiin, jäähdytyskoneikkoja uusittiin ja pääosa lamputa uusittiin led-lampuiksi sekä lämmitysverkoston linja- ja patteriventtiilit uusittiin ja verkosto tasapainotettiin. Lisäksi tehtiin tilankäytön tehostamiseksi ja ajanmukaistamiseksi tilankäyttöllisiä ja toiminnallisia muutoksia. Peruskorjaus tehtiin vaiheittain kesäkuusta 2016 huhtikuuhun 2019.

Hankkeen energiaselvityksen mukaan standardikäytön mukainen ostoenergia ilman energiamuotojen kertoimia on ennen korjausta 3 417,2 MWh/a ja korjauksen jälkeen 3 243,0 MWh/a, joten vähenemä on 174,2 MWh/a [26.]. Lisäksi Energiategokkuussopimuksen säästövaikutusten laskenta- ja dokumentointiohjeen mukaan lämmitysverkoston perussäädön lasketaan vähentävän 7 prosenttia tilojen lämmitysenergiankulutuksesta [13, s. 35.], mikä tekee hankkeen energiaselvityksen mukaiseen tilojen lämmitysenergiankulutukseen 1 387,8 MWh/a vähennystä 97,1 MWh/a.

## Tvärminnen eläintieteellisen aseman peruskorjaukset

Hangossa sijaitsevalle Tvärminnen eläintieteelliselle asemalle valmistui vuonna 1970 neljä uudisrakennusta, jotka ovat nyt peruskorjauksen tarpeessa: päärakennus, oppilasasuntola, tutkija-asuntola ja huoltorakennus. Nämä neljä rakennusta ovat olleet yhteisen öljylämmitysjärjestelmän piirissä, joka on kuluttanut noin 100 000 litraa öljyä vuodessa. [27.]

Oppilasasuntolan peruskorjaus valmistui vuonna 2019. Peruskorjauksessa tehtiin teknisiä korjaus- ja parannustoimenpiteitä sekä majoitustilojen toiminnallisia muutos- ja parannustöitä [27.]. Peruskorjauksessa energiatehokkuutta parannettiin uusimalla ikkunat ja lisälämmöneristämällä yläpohja, alapohja ja ulkovaipan ulokeosat, joiden laskennallinen lämmönsäästö yhteensä on 52,6 MWh/a [28.]. Jakamalla se Energiategokkuussopimuksen säästöjen laskennassa käytettävällä lämpöpumpun lämpökertoimella 2,5 saadaan sähkönsäästöksi 21,0 MWh/a. Lisäksi rakennus eriytettiin aseman öljylämmitysjär-

jestelmästä niin, että lämmöntuotosta vastaavat nyt maalämpöpumput (3 kpl), aurinkolämpökeräimet (17 kpl), käyttövesivaraajat (3 kpl) ja sähkökattila. Oppilasrakennuksen aurinkolämpökeräimien laskennallinen lämmöntuotto on 20 MWh/a [28.].

Seuraavana peruskorjausvuorossa on aseman päärakennus ja sen jälkeen tutkija-asuntola. Näiden peruskorjausten valmistuttua huoltorakennus on tarkoitus purkaa. Koska peruskorjattavat rakennukset ovat valmistuneet samaan aikaan ja niiden peruskorjaustoimenpiteet ovat pääpiirteissään samanlaiset, oletetaan päärakennuksen ja tutkija-asuntolan ominaisenergiatehokkuuden paranevan saman verran kuin oppilasasuntolan.

Taulukossa 8 on esitetty peruskorjausten tuomat laskennalliset energiansäästöt. Öljynkulutus on jaettu rakennuksille bruttoalan suhteessa. Lämmöntuoton energiansäästö on laskettu Energiatehokkuussopimuksen säästöjen laskennan esimerkkilaskentataulukolla primäärienergiatarkasteluna vaihdettaessa öljylämmitys maalämpöpumppuun. Kaikkien rakennusten osalta laskennassa on käytetty laskentataulukon mukaisesti kattilahyötysuhdetta 85 prosenttia, myös purettavan huoltorakennuksen osalta (energian loppukäyttö). Aurinkokeräimien lämmöntuotto on arvioitu. Purettaessa huoltorakennus säästyy taulukossa 8 esitetyn lämmönkulutuksen lisäksi myös sen sähkönkulutus 44 MWh/a, joka saadaan kolmen viime vuoden sähkönkulutuksen keskiarvosta huomioiden sähkösäästöksi kiinteistösähkön osuus, jona on käytetty Senaatti-kiinteistöjen käyttämää kokemusperäisesti määriteltyä 45 prosenttia [64.].

Taulukko 8. Tvärminnen eläintieteellisen aseman peruskorjausten ja huoltorakennuksen purkamisen tuomat laskennalliset energiansäästöt.

	<b>Pääraken- nus</b>	<b>Oppilas- asuntola</b>	<b>Tutkija- asuntola</b>	<b>Huolto- rakennus</b>	<b>Yhteensä</b>
Bruttoala brm <sup>2</sup>	2 956,7	963,9	644,3	841,3	5 406,2
Öljynkulutus l/a	54 691	17 830	11 918	15 562	100 000
Lämmöntuoton energiansäästö MWh/a	231,3	75,4	50,4		357,1
Energiatehokkuus- toimenpiteiden sähkösäästö MWh/a	64,5 (0,022/brm <sup>2</sup> )	21,0 (0,022/brm <sup>2</sup> )	14,1 (0,022/brm <sup>2</sup> )		99,6 (0,022/brm <sup>2</sup> )
Aurinkokeräimet MWh/a	15	20	10		45
<b>Energiansäästö yhteensä MWh/a</b>	<b>311</b>	<b>116</b>	<b>75</b>	<b>133</b>	<b>635</b>

#### Snellmaninkatu 10 peruskorjaus

Vuonna 1878 anatomisen patologian laitokseksi valmistunut Snellmaninkatu 10 peruskorjataan valtiotieteellisen tiedekunnan käyttöön. Tiloihin tulee pääosin tavanomaiseen toimistotyöskentelyyn tarkoitettuja työpisteitä niin sanottuna monitilaratkaisuna sekä näihin liittyviä aputiloja kuten kokous- ja taukotilat. [29.]

Hankkeen alustavan energiaselvityksen mukaan standardikäytön mukainen ostoenergia ilman energiamuotojen kertoimia on ennen korjausta 499 MWh/a ja korjauksen jälkeen 386 MWh/a, joten vähenemä on 113 MWh/a. Energiatehokkuuden paranemiseen vaikuttavat eniten ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen (ilmanvaihdon ominaissähkötehon ja lämmöntalteenoton parantuminen sekä osittainen tarpeenmukainen säätö) ja rakenteelliset parannukset kuten vaipan tiiveyden, maanvastaisten ulkoseinien, yläpohjan ja alapohjan parantaminen. [30.] Hankkeen valmistuttua energiaselvitykseen päivitetään valaistuksen uusimisen vaikutus, jäähdytysjärjestelmän toteutettu laajuus sekä vuotoilmatiedot mittausten perusteella. Rakennussuojelun vuoksi ulkoseiniä ei voida parantaa, ikkunoita ja ulko-ovia uusia eikä asentaa aurinkopaneeleita.



## Saaren tuotantoeläinklinikan korjaus- ja muutostyö

Mäntsälässä Saaren yksikössä sijaitseva Yliopistollisen eläinsairaalan eläinklinikka tarjoaa peruseläinlääkintäpalveluita ja eläinlääkäripäivystystä kaikille eläinlajeille sekä erikoispalveluja tuotantoeläimille. Vuonna 1996 valmistuneeseen rakennukseen tehdään vuonna 2020 korjaus- ja muutostyö, jossa energiatehokkuutta parantavat uuden käytävän rakentaminen (lämpöhäviön aleneminen), ilmanvaihdon uusiminen osittain lämmöntalteenotolla, käyttövesiverkoston uusiminen ja eristyksen paraneminen sekä ilmanvaihdon puhaltimien uusiminen (ominaissähköteho parantuu). Hankkeen energialaskennan mukaan standardikäytön mukainen ostoenergia ilman energiamuotojen kertoimia on ennen korjausta 413,2 MWh/a ja korjauksen jälkeen 381,4 MWh/a, joten vähenemä on 31,8 MWh/a. [31.]

## Päärakennuksen peruskorjaus

Helsingin yliopiston päärakennuksen peruskorjaus alkoi kesällä 2019. Ensimmäinen korjausvaihe kestää noin kaksi vuotta ja sisältää Senaatintorin puoleisen vuonna 1832 valmistuneen vanhan puolen sekä Yliopistonkadun ja Aleksanterinkadun puoleiset siipirakennukset. Toinen korjausvaihe kattaa Fabianinkadun puoleisen vuonna 1937 valmistuneen uuden osan, ja siitä päätetään myöhemmin erikseen, mutta se on tarkoitus toteuttaa 2020-luvun alkupuoliskolla. Peruskorjauksen tarkoituksena on korjata päärakennus vastaamaan nykyisiä teknisiä ja toiminnallisia vaatimuksia: nykyaikaiset opetustilat, esteettömyys, tila- ja paloturvallisuus sekä sisäilmaolosuhteet. [32.]

Ensimmäisen korjausvaiheen energiaselvityksen mukaan standardikäytön mukainen ostoenergia ilman energiamuotojen kertoimia on ennen korjausta 2 580 MWh/a ja korjauksen jälkeen 1 820 MWh/a, joten vähenemä on 760 MWh/a. Lämmitetty nettoala on 9 422,6 m<sup>2</sup>. [33.] Toisen korjausvaiheen energiaselvitystä ei ole vielä laadittu, mutta lämmitetty nettoala on 9424,4 m<sup>2</sup> [34.] eli käytännössä sama kuin ensimmäisessä korjausvaiheessa. Toisen korjausvaiheen standardikäytön mukaisen energiankulutuksen vähenemisen oletetaan olevan sama 760 MWh/a.

Energiatehokkuuden paranemiseen vaikuttavat eniten ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen (ilmanvaihdon ominaissähkötehon ja lämmöntalteenoton parantuminen) ja tarpeen mukainen säätö opetustiloissa, työtiloissa, ravintolasaleissa, keittiöissä ja juhlasalissa

sekä rakenteelliset parannukset. Osana peruskorjausta kaikkiin ikkunoihin lisätään lämpölasit juhlasalia lukuun ottamatta sekä yläpohjarakenteet lisäeristetään. Lisäksi ullakokerrokseen rakennetaan uudet IV-konehuoneet. Tilojen jäähdytyksessä siirrytään vedenjäähdytyskoneista kaukojäähdytykseen. [33.] Rakennussuojelun vuoksi ulkoseiniä ei voida parantaa, ulko-ovia uusia eikä asentaa aurinkopaneeleita.

#### Viikin Infokeskuksen peruskorjaus

Vuonna 1999 valmistuneen Viikin Infokeskus Koronan korjaus- ja muutostyöt alkavat keuhalla 2020. Korjaus- ja muutostöiden yhteydessä tiloja muutetaan paremmin nykyisiä tarpeita vastaaviksi ja talotekniikkaa päivitetään. Rakennuksessa toimii muun muassa Helsingin kaupungin kirjasto, Helsingin yliopiston kirjasto, Yliopistopalveluiden toimisto ja sinne sijoittuu yliopiston Tietotekniikkakeskuksen toimisto. [32.]

Hankkeen yleissuunnitteluvaiheen E-lukulaskelmien mukaan standardikäytön mukainen ostoenergia ilman energiamuotojen kertoimia on ennen korjausta 1860,0 MWh/a ja korjauksen jälkeen 1451,2 MWh/a, joten vähenemä on 409 MWh/a. Tällä erää E-lukulaskelmassa energiankäytön tehostumiseen vaikuttaa vain uudet porattavat energiakaivot, joista saatava lämpö ja jäähdytys vähentävät kaukolämmön ja vedenjäähdytyskoneiden sähkön kulutusta. [35.] Hankkeen valmistuttua energiaselvitykseen päivitetään mahdollisesti toteutetut valaistuksen ja ilmanvaihdon muutokset.

#### Porthania, eteläjulkisivukorjaus

Pääosin oikeustieteellisen tiedekunnan käytössä oleva Porthania oli valmistuessaan vuonna 1957 Suomen ensimmäinen laaja betonielementtirakennus. Eteläjulkisivun betonielementit ovat huonokuntoisia ja vaativat korjausta. Samassa yhteydessä voidaan rakennussuojelun puitteissa jonkin verran parantaa niiden lämmöneristävyttä. Rakennesuunnittelijan luonnossuunnitelman mukaan vanhan rakenteen U-arvo on 0,58 W/m<sup>2</sup>K ja korjatun rakenteen 0,20 W/m<sup>2</sup>K [36.]. Korjaustyön laajuus on vielä selvityksessä, mutta käytetään tässä vaiheessa arviona 480 m<sup>2</sup>, joka sisältää A-, B- ja C-osien umpipäädyt, muttei ikkunanauhojen välisiä elementtejä [36.].

Kaavassa 1 on esitetty energiansäästö Energiatehokkuussopimuksen säästöjen laskennan esimerkkilaskentataulukon 6A mukaisesti:

$$Q_{\text{säästö}} = (U_{\text{vanha}} - U_{\text{uusi}})A(t_s - t_{u,ka})T \quad (1)$$

$$= (0,58 - 0,20) \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 480 \text{ m}^2 \times (22 - 0) \text{ K} \times 210 \frac{\text{d}}{\text{a}} \times 24 \frac{\text{h}}{\text{d}} / 1\,000\,000 \frac{\text{Wh}}{\text{MWh}} \approx 20 \frac{\text{MWh}}{\text{a}}$$

Hyytiälän metsäaseman asuntolat ja Instituutti-rakennuksen peruskorjaus sekä Arkadiankatu 7:n peruskorjaus

Pirkanmaalla sijaitsevalle Hyytiälän metsäasemalle suunnitellaan vuodelle 2022 valmistuvaksi uudisrakennusta, jolla on tarkoitus toiminnallisesti korvata kolme nykyistä 1970-luvulla valmistunutta rakennusta: oppilasasuntola (A-rakennus), tutkijoiden asuinrakennus (B-rakennus) ja henkilökunnan asuinrakennus (C-rakennus). Uudisrakennuksen aiottu laajuus on noin 2500 brm<sup>2</sup> ja sen lämmöntuotto toteutettaneen lämpöpumppujärjestelmällä. Uudisrakennuksesta ei vielä ole piirustuksia eikä siten energialaskelmia. Purettavat A-, B- ja C-rakennukset on kytketty öljylämmitykseen ja niiden yhteenlaskettu laajuus on 3445 brm<sup>2</sup>.

Hyytiälän metsäaseman öljylämmitys palvelee tällä hetkellä Instituutti-rakennusta, A-, B- ja C-rakennuksia, lämmintä konehallia ja kesäkaudella Impivaara-oppilasrakennusta. Öljylämmön kulutus on ollut vuosina 2017–2019 noin 220–240 kWh/brm<sup>2</sup>. Öljylämmitys tullaan kokonaisuudessaan korvaamaan lämpöpumppuratkaisuilla, mikä tapahtunee A-, B- ja C-rakennusten osalta uudisrakennushankkeessa ja muiden rakennusten osalta Instituutti-rakennuksen peruskorjauksen yhteydessä.

Hyytiälän metsäaseman Instituutti-rakennuksen ja Arkadiankatu 7:n peruskorjaukset ajoittuvat investointiohjelmassa vuodelle 2025. Hankkeiden sisältö ei ole vielä selvillä. Näin ollen hankkeiden energiansäästöä voidaan vain arvioida jo toteutettujen ja käynnissä olevien peruskorjausten ominaisenergiensäästön avulla.

Taulukko 9. Jo toteutettujen ja käynnissä olevien peruskorjaushankkeiden ominaisenergian-säästö.

	Laskennallinen ominaisenergian-säästö kWh/brm <sup>2</sup>
Yliopistonkatu 4	62
Viihin D-rakennus	126
Biokeskus 1	11
Tvärminne, oppilasasuntola	121
Snellmaninkatu 10	48
Päärakennus	68
Viihin Infokeskus	37

Tvärminnen oppilasasuntolan suuri ominaisenergian-säästö selittyy pääasiassa siirtymisellä öljylämmityksestä maalämpöön. Viihin D-rakennuksen suuri ominaisenergian-säästö selittyy pääosin rakenteellisilla parannuksilla ja ilmanvaihtojärjestelmän uusimisella. Keskustan suojelluissa rakennuksissa ei ole mahdollista tehdä energiansäästötoimenpiteitä samassa laajuudessa, minkä vuoksi ominaisenergian-säästökin jää pienemmäksi. Vaikka Hyytiälän metsäaseman Instituutti-rakennus ja Arkadiankatu 7 eivät itse olekaan suojeltuja, sijaitsevat ne suojeltujen rakennusten vieressä, mikä voi rajoittaa energiansäästötoimenpiteitä. Arvioidaan niiden peruskorjausten ominaisenergian-säästökseen 60 kWh/brm<sup>2</sup>.

Vaikka Hyytiälän metsäaseman uudisrakennuksesta tulee luonnollisesti peruskorjattua rakennusta energiatehokkaampi, arvioidaan parempien tietojen puuttuessa taulukkoa 9 mukaillen ominaisenergian-säästökseen varovaisesti 120 kWh/brm<sup>2</sup> ja lisäksi huomioidaan tilatehokkuuden parantumisen myötä pienenevä pinta-ala kaavan 2 mukaisesti.

$$A_{uusi} \Delta \frac{Q}{A} + (A_{vanha} - A_{uusi}) \frac{Q}{A} \quad (2)$$

$$\left( 2500 \text{ brm}^2 \times 120 \frac{\text{kWh}}{\text{brm}^2} + (3445 - 2500) \text{ brm}^2 \times 230 \frac{\text{kWh}}{\text{brm}^2} \right) / 1000 \frac{\text{kWh}}{\text{MWh}} \approx 517 \text{ MWh}$$

## Viikin biokaasulaitos

Nykytilanteessa Viikin opetus- ja tutkimustilan navetasta tuleva ”lietelanta” separoidaan. Separoinnin nestejäte johdetaan kaupungin viemäriin ja kuivajäte siirretään lantalaatalle, josta se levitetään pelloille keväällä ja syksyllä. Lantaketju on erittäin huonosti toimiva ravinteiden kierrätyksen kannalta ja lisäksi työläs. Lannan ja jäterehun käsittelyyn on alustavasti selvitetty biokaasulaitosta. Laskentamallista riippuen laitoksen nettoenergiantuotto olisi sähkön osalta 94...155 MWh/vuosi ja lämmön osalta 119...196 MWh/vuosi. Navetan energiankulutus on sen verran suuri, että biokaasulaitoksen tuottama energia saataisiin kokonaisuudessaan helposti käytettyä navetassa. Kuvassa 1 on esitetty esimerkki tilalle ehdotetusta biokaasulaitoksesta. [37.]



Kuva 1. Viikin opetus- ja tutkimustilan biokaasulaitoksen alustavassa selvityksessä on ehdotettu Demeca Oy:n Kiintomädätys -tekniikkaa. [38.]

## 4.2 Energiansäästö teknisistä tai toiminnallisista syistä toteutettavissa pienissä hankkeissa

### 4.2.1 Valaistusmuutokset 2017–2019

Useissa kiinteistöissä on tehty sisä- ja ulkovalaistusmuutoksia joko osana pientä tilamuu-  
tosta tai erillisenä työnä. Sähkösäästöarviot on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10. Vuosien 2017–2019 sisä- ja ulkovalaistusmuutosten sähkönsäästöarvio [39].

	<b>Sähkön- säästö MWh/a</b>
Viikin Infokeskus, Viikinkaari 11, YPA-tilojen toimisto- valaistus muutos ledeiksi	5,0
Topelia, Unioninkatu 38, ulkovalaistuksen eloho- peapolttimoiden vaihto led-polttimoiksi	4,2
Unioninkatu 33, ulkovalaistuksen eloho- peapolttimoiden vaihto led-polttimoiksi	4,3
Snellmania, Unioninkatu 37, ulkovalaistuksen eloho- peapolttimoiden vaihto led-polttimoiksi	5,0
Topelia D-osa, Unioninkatu 38, loisteputkivalaistuk- sen vaihto led-valaistukseen	30,0
Yliopiston päärakennus, Fabianinkatu 33, sisäpihan ulkovalaisinten ja uuden puolen sisäänkäynnin valais- tusten vaihto ledeiksi	1,6
Physicum, Gustaf Hällströminkatu 2, kirjaston valais- tusten vaihto ledeiksi	15,0
Chemicum, A.I. Virtasen aukio 1, A-osan polttimoiden vaihto ledeiksi	70,0
Chemicum, A.I. Virtasen aukio 1, ulkovalojen vaihto leddeiksi	4,1
Physicum, Gustaf Hällströminkatu 2, ulkovalojen vaihto ledeiksi	5,0
Kiihdytinlaboratorio, Pietari Kalmin katu 2, ulkovalojen vaihto ledeiksi	1,0
Exactum, Pietari Kalmin katu 5, ulkovalojen vaihto le- deiksi	3,8
Kumpulan liikuntakeskus, Väinö Auerin katu 11, ulko- valojen vaihto ledeiksi	1,2
Fabianinkatu 24, wc-tilojen kattovalaisimien vaihto/uusiminen ledeiksi	2,5
KOy Kirjastoluolat, Yliopistonkatu 1, kirjastoluolien parkkihallin valaisimien uusiminen ledeiksi	2,5
Yliopiston päärakennus, Fabianinkatu 33, juhlasalin isojen riippuvalaisinten uusiminen ledeiksi	1,2
<b>Yhteensä</b>	<b>156,4</b>

#### 4.2.2 Kryosäilytysjärjestelmät, Haartmaninkatu 3 ja Biokeskus 2

Tutkijat säilyttävät näytteitä syväjäähäpakkimissa, joista tyypillisesti osa on säilytyslämpötilaltaan  $-80\text{ °C}$  ja osa  $-120\text{ °C}$ . Elektroniset syväjäähäpakkimet kuluttavat paljon sähköä. Lisäksi niiden lauhdelämpö jää tilaan, joten tila joudutaan jäähdyttämään erikseen. Elektronisia syväjäähäpakkimia korvaamaan rakennetaan kryosäilytysjärjestelmä, joka käyttää jäähdytykseen sähkön sijaan nestetyypeä. Nestetyypin ominaislämpötila on  $-196\text{ °C}$ , joten höyrystyessään se sitoo tehokkaasti lämpöä. Nestetyypipakkimet ovat kooltaan suurempia, joten yksi nestetyypipakkim korvaa tyypillisesti puolitoista elektronista pakkimta näytemäärän pysyessä samana. Nestetyypipakkimet sijoitetaan keskitetysti olosuhdevalvottuun tilaan, kun taas elektroniset pakkimet sijaitsevat hajautetummin eri puolilla rakennusta. Toiminnallisista syistä (näytteiden päivittäinen käyttö) kaikkia elektronisia pakkimia ei voida korvata nestetyypipakkimilla, jotka soveltuvat keskitetyn sijoituksensa vuoksi erityisesti pitkäaikaissäilytykseen.

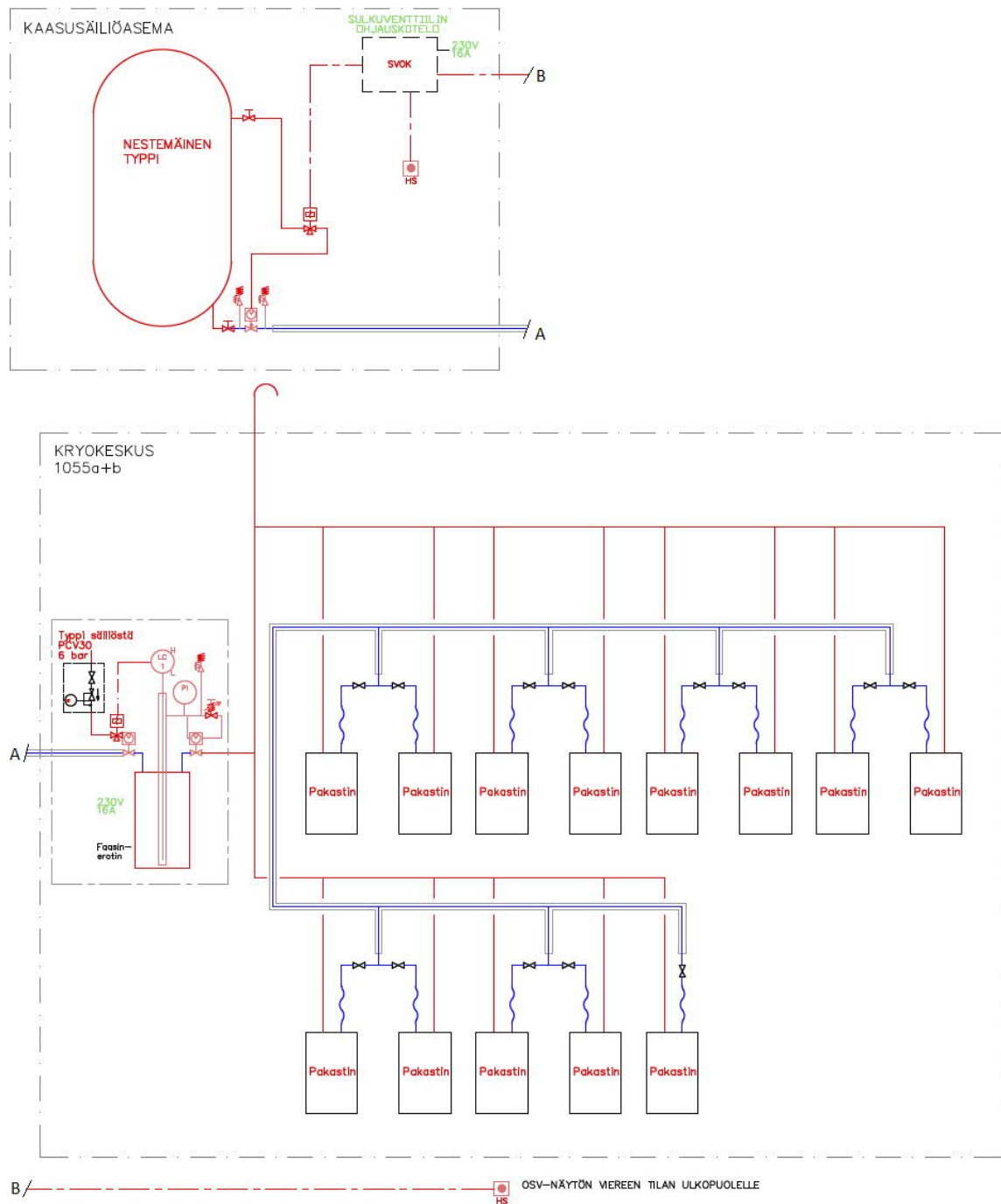
Kryosäilytysjärjestelmä valmistui Haartmaninkatu 3:een vuonna 2019 ja Viikin kampuksen Biokeskus 2:een vuonna 2020. Haartmaninkatu 3:n järjestelmän laskennallinen sähkönsäästö on 288 MWh/a ja Biokeskus 2:n 267 MWh/a. Sähkönsäästön lisäksi järjestelmällä on myös muita etuja kuten parempi toimintavarmuus ja alhaisemmat huoltokustannukset. Biokeskus 2:n järjestelmän takaisinmaksuaika on noin 8 vuotta, mutta kustannusvertailua tai takaisinmaksuaikaa ei tässä esitetä. Taulukossa 11 on esitetty elektronisten syväjäähäpakkimien ja nestetyypipakkimien sähkönkulutusvertailua Biokeskus 2:n osalta.



Taulukko 11. Elektronisten syväjäähdytyslaitteiden ja nestetyyppipakastimien sähkönkulutusvertailua Biokeskus 2:n osalta.

	<b>Elektroninen syväjäähdytyslaitteiden</b>	<b>Nestetyyppipakastin</b>
Sähkönkulutus, kWh/d per pakastin	20	0,72
Sähkönkulutus, kWh/a per pakastin	7300	262,8
Huonejäähdytyksen sähkönkulutus, kWh/d per pakastin	18	0
Huonejäähdytyksen sähkönkulutus, kWh/a per pakastin	6570	0
Pakastinmäärä	1,5*13=19,5	13
<b>Sähkönkulutus yhteensä, kWh/a</b>	<b>270 465</b>	<b>3416,4</b>

Kuvassa 2 on esitetty Biokeskus 2:n nestetyyppiputkiston PI-kaavio. Kuvassa harmaasinen viiva tarkoittaa tyhjiöeristettyä putkea, ja HS tarkoittaa sulkuventtiilin pikasulkupainiketta (häätä-seis).



Kuva 2. Biokeskus 2:n nestetyyppiputkiston PI-kaavio [40].

#### 4.2.3 Saneerattavat rakennusautomaatiojärjestelmät

Helsingin yliopiston keskitetyissä kiinteistöautomaatiojärjestelmissä on tällä hetkellä käytössä seitsemän järjestelmätoimittajaa, ja niihin on liitetty yhteensä 74 kohdetta. Niissä on yhteensä lähes 300 alakeskusta ja 50 000 pistettä (mittausta, hälytystä ja ohjausta).

Rakennusautomaatiojärjestelmä on vanhentunut ja saneerattava kymmenissä koh-teissa. Tulevaisuudessa 5–10 vuoden kuluttua järjestelmätoimittajien määrä vähen-ne-tään kolmeen ja pisteiden määrän ennakoidaan kaksinkertaistuvan lähes 100 000 pis-teeseen. Automaation optimoinnilla voidaan saavuttaa 5–20 prosentin säästöjä energi-ankulutuksessa. [41.] Rakennusautomaation saneeraustarve ja energiansäästöpotenti-aali ovat valtava mahdollisuus, joten ne kannattaa ehdottomasti yhdistää. Energiansääs-töpotentiaalia on esitelty seuraavissa kappaleissa 4.2.3.1–4.2.3.3.

#### Standardin SFS EN 15232 näkökulma

Rakennusten automaation vaikutusta energiankulutukseen on melko vaikeata arvioida. Eurooppalainen standardi ”SFS EN 15232 (2012) Energy performance of buildings - Im-pact of Building Automation, Controls and Building Management” on kuitenkin hyvä työkalu vaikutuksen arviointiin. Standardi tarkastelee rakennuksen automaation tuomaa energiatehokkuutta ensisijaisesti kerroinmenetelmällä. Menetelmä on kehitetty yksinker-taiseen ja karkeaan automaation energiatehokkuusvaikutusten arviointiin. Yksinkertai-simmillaan kertoimina käytetään rakennustyypeittäin termistä kerrointa  $f_{BAC,th}$  lämmityk-selle, jäähdytykselle ja lämpimälle käyttövedelle sekä sähkökerrointa  $f_{BAC,el}$  valaistus- ja laitesähkölle. Kertoimet on esitetty taulukossa 12. [42.] Kerroin kuvaa kehittyneemmällä (B- tai A-luokan) tai heikommalla (D-luokan) automaatiolla varustetun rakennuksen ener-giankulutusta verrattuna tavanomaiseen C-luokan automaatiolla varustetun rakennuk-sen energiankulutukseen. Rakennusautomaation lisäksi myös LVI-järjestelmät pitää olla toteutettu siten, että tarpeenmukainen ohjaus ja säätö sekä energiankulutuksen seu-ranta ovat toteutettavissa.

Rakennuksen automaatio voidaan luokitella energiatehokkuustasoihin A, B, C ja D:

- D-luokan automaatio vastaa manuaalista käyttöä. Siinä ei ole huomioitu energiate-hokkuusasioita. D-luokan mukaiset järjestelmät tulisi perusparantaa eikä sen mukai-sia uusia järjestelmiä tulisi rakentaa.
- C-luokan automaatio vastaa automaattista ohjausta ja säätöä. C-luokka edustaa ny-kyistä tavanomaista ratkaisua liike- ja toimistorakennuksissa. C-luokan automaatio on useimmiten toteutettu keskitetyillä ohjaus- ja säätöjärjestelmillä, mutta toiminnot voidaan toteuttaa myös erillisillä laitteilla.
- B-luokan automaatio vastaa automaatiojärjestelmää. Perusedellytyksenä on, että automaatiojärjestelmä ja sen toiminnot on toteutettu tehokkuusluokkaa C paremmin. B-luokan automaatiolla voidaan optimoida automaattisesti rakennusten eri järjestel-mien toimintaa tarpeenmukaisen ohjauksen toteuttamiseksi. Tyypillistä luokalle B on

esimerkiksi, että huonesäätimet on liitetty rakennuksen automaatiojärjestelmään tiedonsiirtoyhteydellä.

- A-luokan automaatio vastaa kokonaisvaltaista talotekniikan hallintajärjestelmää. Siinä energiatehokkuus on huomioitu kattavasti. A-luokan automaatio on usein toteutettu usealla järjestelmällä, joita käytetään tarpeenmukaiseen ohjaamiseen ja säätöön, energiankulutuksen seurantaan, raportointiin ja poikkeamien ennakointiin sekä analysointiin energiankulutuksen vähentämiseksi. Käyttäjä voi seurata tunti-, vuorokausi- ja kuukausitasolla rakennuksen sähkön-, lämmön- ja vedenkulutusta sekä lukea järjestelmän tulostamia kulutusraportteja ja poikkeamahälytyksiä. [42.]

Taulukko 12. Standardin SFS-EN 15232 (2012) mukaiset rakennuksen automaation energiatehokkuuden kertoimet muissa kuin asuinrakennuksissa. [42.]

		<b>D tehoton</b>	<b>C tavallinen</b>	<b>B edistynyt</b>	<b>A tehokas</b>
Toimistot	$f_{BAC,th}$	1,51	1	0,80	0,70
	$f_{BAC,el}$	1,10	1	0,93	0,87
Luentosalit	$f_{BAC,th}$	1,24	1	0,75	0,50
	$f_{BAC,el}$	1,06	1	0,94	0,89
Koulut	$f_{BAC,th}$	1,20	1	0,88	0,80
	$f_{BAC,el}$	1,07	1	0,93	0,86
Sairaalat	$f_{BAC,th}$	1,31	1	0,91	0,86
	$f_{BAC,el}$	1,05	1	0,98	0,96
Hotellit	$f_{BAC,th}$	1,31	1	0,85	0,68
	$f_{BAC,el}$	1,07	1	0,95	0,90
Ravintolat	$f_{BAC,th}$	1,23	1	0,77	0,68
	$f_{BAC,el}$	1,04	1	0,96	0,92
Liikerakennukset	$f_{BAC,th}$	1,56	1	0,73	0,60
	$f_{BAC,el}$	1,08	1	0,95	0,91

### Energiakatselmusten näkökulma

Luvun 2.6 mukaisesti Helsingin yliopisto kuuluu energiatehokkuuslain piiriin ja teettää siten vuosittain muutamiin rakennuksiin energiakatselmuksen. Rakennuksiin, joissa on

vanhentunut rakennusautomaatiojärjestelmä ja joihin on tehty energiakatselmus, ehdotetaan energiakatselmuksessa kustannustehokkaana toimenpiteenä rakennusautomaatiojärjestelmän uusimisen yhteydessä:

- ilmanvaihdon modernisointi uusimalla puhaltimet portaattoman nopeussäädön EC-puhaltimiksi
- rakennusautomaatiojärjestelmän fyysinen ja ohjelmallinen laajentaminen:
  - Toimistotilojen ilmanvaihtokoneiden täyden tehon aikaohjelmien lyhentäminen tilojen normaalin käyttöajan pituisiksi ja liiketunnistimien lisääminen niin, että normaalien käyttöaikojen ulkopuolella ja kesäaikaan ilmanvaihto tehostuu liiketunnistimien avulla.
  - Aula-, opetus-, seminaari-, ravintola- yms. tilojen varustaminen tilakohtaisilla lämpötila-CO<sub>2</sub> -yhdistelmäantureilla mahdollistaen IV-koneen tehostus- ja osateho-toiminnot.
  - Toimistotilojen ilmanvaihtokoneiden käynnin ohjelmallinen rajoittaminen kovilla pakkasilla mahdollistaen huipputehon laskun.
  - Valmistuskeittiöhuuvien huippuimurien ohjaus keittiölaitteiden päällä oloon perustuen ja tämän huomiointi keittiön ja ruokalan ilmanvaihtokoneen puhaltimien ohjauksissa.
  - Lämmitys- ja LTO -pumppujen kesäpysäytystoiminto lämmityskauden ulkopuolella sekä kesäpyöräytys-toiminto, jolla estetään pumpun mahdollinen jumiutuminen.
  - IV-jäähdytyspumppujen talvipysäytystoiminto jäähdytyskauden ulkopuolella sekä talvipyöräytys-toiminto, jolla estetään pumpun mahdollinen jumiutuminen.
  - Mahdollisten ulkoalueiden sulanapidon ohjaus sadeanturin sekä ulkoalueen lämpötila- ja kosteusmittausten perusteella. Sulanapidon lämmönsiirtimille suunnitellaan jäätymiseltä estävä ohjaus ensiöpiirin paluupuolen lämpötilan perusteella. [43–49.]

Taulukko 13. Energiakatselmusten mukainen rakennusautomaatiojärjestelmän laajennuksen ja ilmanvaihdon modernisoinnin lämmönsäästöpotentialiaali [43–49.] sekä siitä johdettu rakennuksen automaation energiatehokkuuden kerroin.

Kohde	Läm- mönkul. 2018 MWh/a	Säästö- potent. lämpö, MWh/a	Laajuus, brm <sup>2</sup>	Säästö- potent. lämpö, kWh/brm <sup>2</sup> ,a	Ener- giateh. kerroin lämpö
Agnes Sjöbergin katu 2 (EE-rakennus)	3 583	394,6	20 896	18,9	0,89
Siltavuorenpenger 1 (Psychologicum)	1 112	192,1	8 208	23,4	0,83
Siltavuorenpenger 3 (Athena)	883	172,3	7 052	24,4	0,80
Siltavuorenpenger 5 (Vanha Minerva)	518	132,7	4 568	29,1	0,74
Siltavuorenpenger 7 (Fontell)	236	16,7	759	22,0	0,93
Siltavuorenpenger 9 (Uusi Minerva)	1 699	449,3	9 036	49,7	0,74
Unioninkatu 37 (Snellmania)	883	195,0	8 208	23,8	0,78
<b>Keskiarvo</b>				<b>27,3</b>	<b>0,82</b>

Taulukko 14. Energiakatselmusten mukainen rakennusautomaatiojärjestelmän laajennuksen ja ilmanvaihdon modernisoinnin sähkönsäästöpotentiaali [43–49.] sekä siitä johdettu rakennuksen automaation energiatehokkuuden kerroin.

Kohde	Sähkönkul. 2018 MWh/a	Säästöpotent. sähkö, MWh/a	Laajuus, brm <sup>2</sup>	Säästöpotent. sähkö, kWh/brm <sup>2</sup> ,a	Energiateh. kerroin sähkö
Agnes Sjöbergin katu 2 (EE-rakennus)	1 895	352,5	20 896	16,9	0,81
Siltavuorenpenger 1 (Psychologicum)	327	38,1	8 208	4,6	0,88
Siltavuorenpenger 3 (Athena)	303	41,7	7 052	5,9	0,86
Siltavuorenpenger 5 (Vanha Minerva)	202	48,9	4 568	10,7	0,76
Siltavuorenpenger 7 (Fontell)	25	0,4	759	0,6	0,98
Siltavuorenpenger 9 (Uusi Minerva)	698	84,8	9 036	9,4	0,88
Unioninkatu 37 (Snellmania)	323	50,6	8 208	6,2	0,84
<b>Keskiarvo</b>				<b>7,8</b>	<b>0,86</b>

Kaavassa 3 on esitetty esimerkkinä Athenan sähkön energiatehokkuuden kerroin energiakatselmuksesta saatavilla luvuilla:

$$\begin{aligned} & (Q_{\text{sähkö 2018}} - Q_{\text{sähkö, laskennallinen säästö}}) / Q_{\text{sähkö 2018}} \quad (3) \\ & = (303 - 41,7) \frac{\text{MWh}}{\text{a}} / 303 \frac{\text{MWh}}{\text{a}} \approx 0,86 \end{aligned}$$

#### Päätelmä saneerattavista rakennusautomaatiojärjestelmistä

Taulukosta 12 nähdään, että standardin SFS-EN 15232 (2012) mukaan parannettaessa rakennuksen automaatiota luokasta C luokkaan B, paranee rakennustyyppistä riippuen energiatehokkuuden terminen kerroin 0,73...0,91:een ja sähkökerroin 0,87...0,96:een.

Taulukosta 13 nähdään, että energiakatselmusten mukaisesta energiansäästöpotentiaalista johdetusti vanhentuneen rakennusautomaatiojärjestelmän uusimisen ja laajentamisen yhteydessä rakennuksen automaation energiatehokkuuden lämmönkulutuskerroin voi parantua 0,74...0,93:een ja sähkönkulutuskerroin 0,76...0,98:aan. On huomioitava, että taulukkojen 12 ja 13 kertoimet eivät tarkoita täysin samaa, sillä energiakatselmuksissa on huomioitu vain kustannustehokkaat rakennusautomaation laajentamistoimenpiteet eikä rakennuksen koko automaatiojärjestelmä välttämättä parane luokkaan B. Näiden kahden eri kertoimen yhdenmukaisuus on kuitenkin varsin suuri ja molemmat osoittavat merkittävän energiansäästöpotentiaalin.

Helsingin yliopistolla on jopa kymmeniä saneerattavia rakennusautomaatiojärjestelmiä vuosina 2020–2025. Liitteessä 3 on esitetty laskelma niissä saavutettavasta energiansäästöstä käytettäessä taulukon 13 mukaista lämmönkulutuksen keskiarvokerrointa 0,82 ja sähkönkulutuksen keskiarvokerrointa 0,86. Tätä kautta RAU-saneerattavien rakennusten laskennallisen energiansäästön summaksi saadaan 9569 MWh/a. Laskelma perustuu kolmen viime vuoden toteutuneen sähkönkulutuksen ja sääkorjatun lämmönkulutuksen keskiarvoihin, ja energiankulutustiedot on haettu Granlund Manager -ylläpito-ohjelmistosta [50.]. Laskelmassa ei ole huomioitu:

- kohdan 2.3 lopussa esitettyjä Energiatehokkuussopimuksen ulkopuolelle jätettyjä rakennuksia
- peruskorjattavia rakennuksia, joista on esitetty erillislaskelmat (yliopiston päärakennus, Snellmaninkatu 10, Unioninkatu 37, Viikin Infokeskus, Tvärminnen eläintieteellinen asema, Hyytiälän metsäasema)
- energiakatselmoituja rakennuksia, joista on esitetty erillislaskelmat kohdassa 4.2.3.2
- poistuvia rakennuksia, joista luovutaan kohdan 4.4.2 mukaisesti
- rakennuksia, joissa niiden vaativien sisäolosuhteiden, prosessien, pienen koon tai rakennussuojelun vuoksi ei oleteta olevan saavutettavissa merkittävää energiansäästöpotentiaalia rakennusautomaatiojärjestelmää kehittämällä (Kaisaniemen kasvitieteellinen puutarha, Kirjaluola, Kumpulan kartano, Viikin F-rakennus, Viikin kalliosuoja, Viikin kartano, Viikin koekasvihuoneet).

Rakennusautomaatio apuna energijahtamisessa

Energijahtamisen ensisijainen tavoite on varmistaa kiinteistöissä sisäilmaolosuhteet ja selvittää, missä ja milloin energiaa kuluu. Energijahtamisessa tuo tieto tulee tuoda käyttäjien ja huoltohenkilökunnan silmien eteen sekä haastaa heidät mukaan kestävään kehitykseen. Toiseksi energijahtamisen tavoite on tehostaa energiankäyttöä ja rajoittaa



huippukulutukset hyväksytyyn tasoon. Kolmantena tavoitteena on ilmaston muutoksen estäminen sekä valita energiantuotantotavassa riittävän energiatehokas ja vähäpäästöinen energiamuoto. [51.] Kaiken tämän kautta rakennusautomaation merkitys energiaojohtamisessa on merkittävä.

#### 4.3 Erilliset energiansäästöhankeet

##### Unioninkatu 35, rakennusautomaation pienet muutokset

Vuonna 1963 valmistuneen Unioninkatu 35:n peruskorjaus valmistui vuonna 2014. Rakennukselle tehtiin vuonna 2017 energiakatselmus, jossa havaittiin, että rakennuksen energiankäyttöä ja toimintavarmuutta on mahdollista parantaa rakennusautomaatioon tehtävillä muutoksilla.

- Aulan ja seminaaritulojen ilmanvaihtokoneelle lisättiin hiilidioksidipitoisuuden mukaan toimiva tehostustoiminto mahdollistaen koneen käyttämisen osateholla huomattavasti aiempaa enemmän.
- Myös auditorion ja autohallin ilmanvaihtokoneet muutettiin käymään täyden tehon aikaohjelman sijaan tarpeenmukaisesti, minkä koneiden toiminnot jo mahdollistivat.
- Osaan ilmanvaihtokoneista lisättiin erillinen yökäyttö-asetus hoitamaan tilojen ilmanvaihto aktiivijalan ulkopuolella ja estämään osatehokäytöstä johtuva sisäolosuhteiden huonontuminen.
- Autohallin ilmanvaihtokoneen tuloilman lämpötilan kiinteä asetusarvo muutettiin ohjelmallisesti riippumaan ulkolämpötilasta.
- Jäähdytysverkoston menoveden lämpötilan asetusarvo muutettiin kiinteään asetusarvon sijaan säätymään ulkolämpötilan mukaan. [52.]

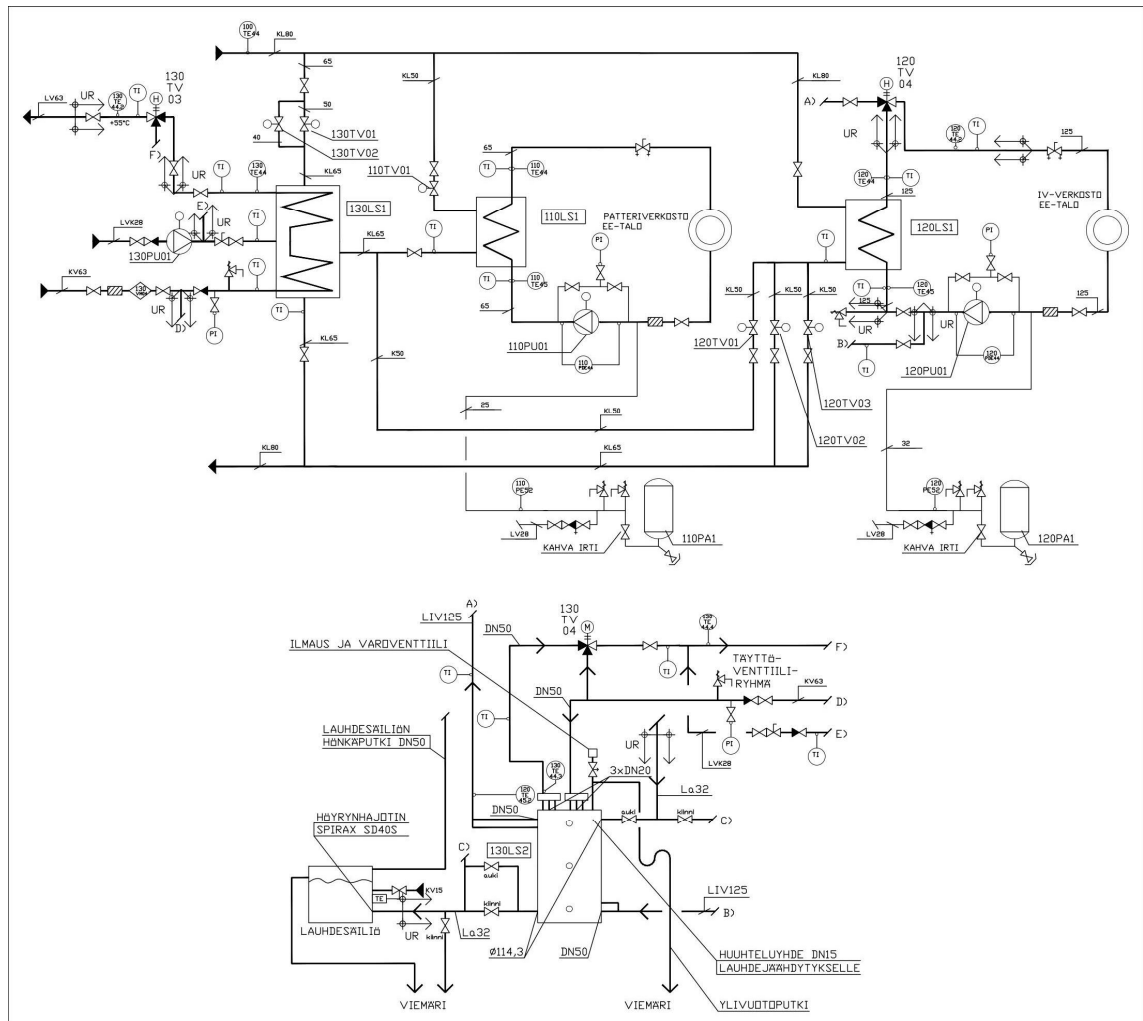
Toimenpiteiden suora takaisinmaksuaika oli reilun vuoden pituinen. Vasta peruskorjatun rakennuksen energiakatselmointi ”tuuletusvuoden” jälkeen oli tässä tapauksessa erittäin kannattavaa ja tehosti talotekniikan toimintaa koko jäljellä olevan teknisen käyttöikänsä ajalle.

##### Viikin EE-rakennuksen höyrylauhteen lämmöntalteenotto

Viikin kampuksen eläinlääke- ja elintarviketieteiden rakennus eli EE-rakennus on valmistunut kahdessa vaiheessa vuosina 2004 ja 2005. Rakennuksessa on höyryputkisto, jo-

hon tulee höyry mitoitusvirtaamalla 800 kg/h viereisen F-rakennuksen höyrykeskuksesta. Höyryä käytetään ensimmäisen rakennusvaiheen osalla 1. kerroksen koemeijerissä, prosessihallissa ja lihateknologian koetehtaassa sekä 3. kerroksen autoklaaveissa, joiden paineenalentimien mitoitusvirtaama on yhteensä 960 kg/h. Toisen rakennusvaiheen osalla höyryä käytetään 1. kerroksen tutkimuskeittiö- ja jätetiloissa, joiden paineenalentimen mitoitusvirtaama on 185 kg/h. Höyrylauhdetta ei palauteta höyrykehittimille vaan sitä jäähdytetään kylmän käyttöveden avulla ja lasketaan viemäriin.

Ensimmäisen rakennusvaiheen lauhteenjäähdytysvälikamion yhteyteen aloitettiin loppuvuonna 2015 toteuttaa höyrylauhteen lämmöntalteenottosiirrin. Hankkeeseen liittyi useita teknisiä haasteita kuten optimaalinen putkikytkentä ja rakennusautomaatio sekä siirtimen lämpölaajenemisen kestävyys. Höyrylauhteen putkikytkentäkaavio on esitetty kuvassa 3. Arviolaskelman mukaan lämmöntalteenotto säästää 121,18 MWh/a [53.].



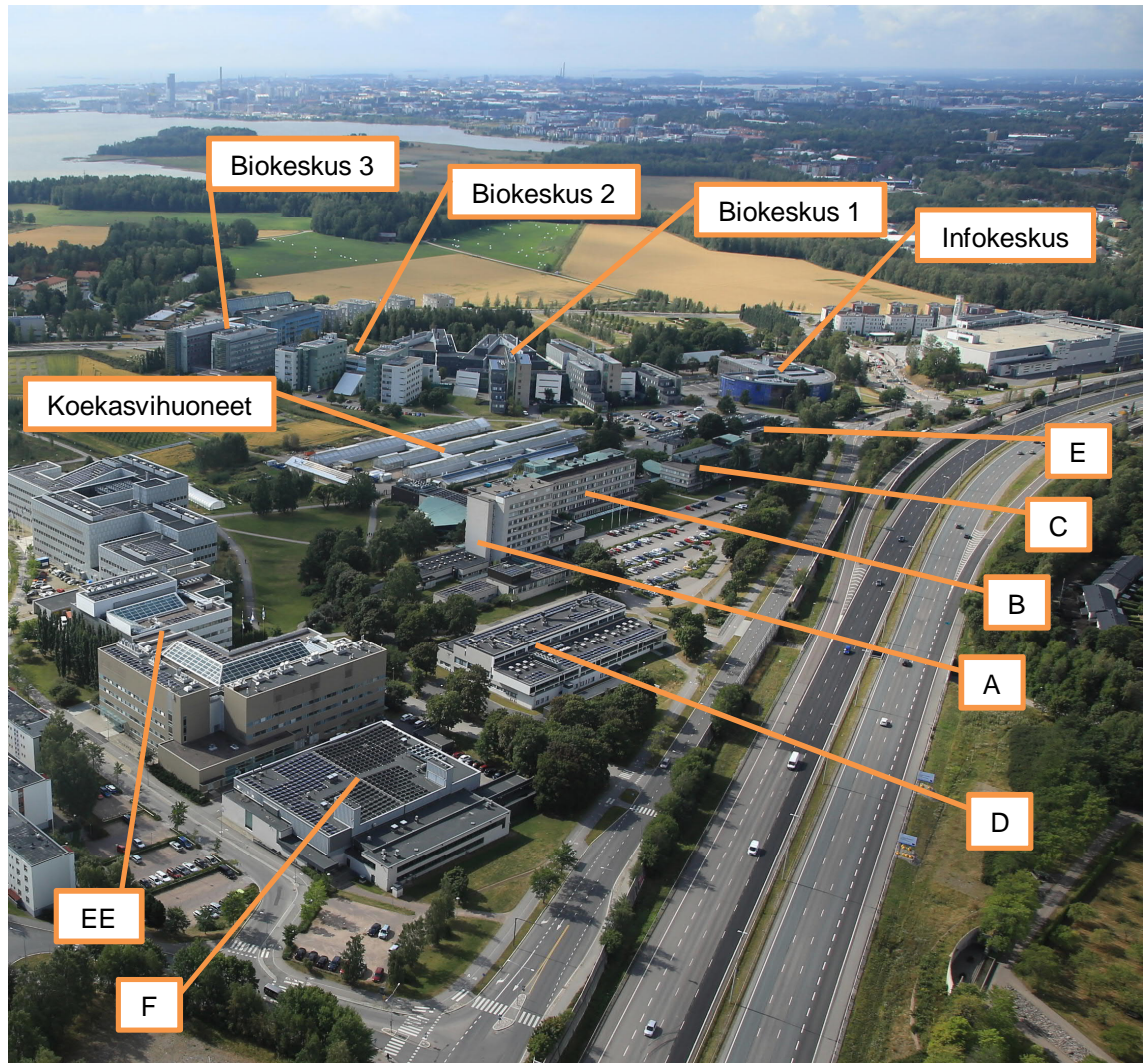
Kuva 3. Viikin EE-rakennuksen ensimmäisen rakennusvaiheen höyrylauhteen lämmöntalteenoton putkikytkentäkaavio.

Toistaiseksi parempien lähtötietojen puuttuessa voidaan ensimmäisen rakennusvaiheen höyrymitoituksen 960 kg/h ja lauhdelämmöntalteenoton 121,18 MWh/a perusteella arvioida toisen rakennusvaiheen lauhdelämmöntalteenotoksi 23 MWh/a höyrymitoituksen ollessa 185 kg/h. Arvio on karkea eikä mitoitus sinänsä kerro höyryn kulutusta ja sitä kautta lauhteen tuottoa.

### Viikin aurinkovoimala

Viikin kampukselle valmistui kahdessa vaiheessa vuosina 2018 ja 2019 laaja aurinkovoimala, jonka myötä käytännössä kaikkien yliopistokonsernin täysin omistamien Viikin kampuksen rakennusten katoille on asennettu aurinkosähköpaneeleja, kuva 4. Ensimmäisen vaiheen aurinkovoimalan huipputeho on 425 kWp ja tuottotakuu 383 MWh/a [54.]

kattaen koekasvihuoneiden huoltorakennukset ja Biokeskukset 1, 2 ja 3. Toisen vaiheen huipputeho on 559 kWp ja tuottotakuu 467,25 MWh/a [55.] kattaen A-, B-, D-, E-, EE- ja F-rakennukset sekä Eläinsairaalan.



Kuva 4. Viikin kampuksen aurinkopaneeleja [56.]. Etualalla F-rakennus ja sen vasemmalla puolella EE-rakennus. F-rakennuksesta takaoikealle D-rakennus, A-rakennus ja koekasvihuoneet. Taaempänä sininen pyöreä rakennus Infokeskus ja siitä vasemmalle Biokeskukset 1, 2 ja 3.

#### Kumpulan aurinkosähköjärjestelmät

Kumpulan kampuksen rakennusten katolle on tarkoitus asentaa aurinkosähköjärjestelmät, jotka tukevat erinomaisesti Helsingin yliopiston energiatavoitteita ostoenergianku-

lutuksen vähentämisen, paikan päällä tuotetun uusiutuvan energian lisäämisen ja energiatehokkuussopimuksen suhteen. Kumpulan liikuntakeskus on päätetty jättää pois hankkeen piiristä johtuen rakennuksen pienestä sähkönkulutuksesta ja kiinteistönomistusmuotoon ja sen talouteen liittyvistä haasteista. [57.] Taulukossa 15 on esitetty Kumpulan kampuksen aurinkosähköjärjestelmien alustavat tiedot ja tuottotarkastelut.

Taulukko 15. Kumpulan kampuksen aurinkosähköjärjestelmien alustavat tiedot ja asennusmahdollisuuksiin perustuvat tarkastelut [57.].

Rakennus	Pienin kulutus päivällä, kW	Paneeleja mahtuu asentamaan noin, kpl	Paneelien teho, kWp	Tuotto keskim. teholla, MWh/a	Aiottu asennusvuosi
Chemicum	460	250...340	69...94	69	2020
Physicum	500	200...330	55...91	62	2021
Exactum		320...450	88...124	90	2022
Kiihdytinlaboratorio	50	100...160	28...44	31	2023
<b>Yhteensä</b>	<b>1010</b>	<b>870...1280</b>	<b>240...353</b>	<b>252</b>	

#### Chemicum, LED-valaistus

Kumpulaan vuonna 1992 valmistunut Chemicum-rakennus on peruskorjattu talotekniikaltaan vaiheittain vuosina 2014-2016. Viimeisimpänä peruskorjatun osan käytävillä ja osaan laboratoriotiloista on jo vaihdettu LED-loisteputket. Erillishankkeena on tarkoitus vaihtaa myös muiden osien ja tilojen nykyisiin valaisimiin LED-loisteputkia nykyisten loisteputkien tilalle. Työn laajuus ei ole vielä selvillä, mutta alustavien laskelmien mukaan valaistuksen nykyinen arvioitu energiankulutus 583 MWh/a laskee 406:een MWh/a ja investoinnin takaisinmaksuaika olisi noin 8,6 vuotta. [58.]

#### Kilpisjärven biologisen aseman lämmöntuotto

Käsivarren Lapissa sijaitsevalla Kilpisjärven biologisella asemalla on kahdessa rakennuksessa öljylämmitysjärjestelmä: vuonna 1985 valmistuneessa ja 2003 peruskorjatussa päärakennuksessa sekä niin sanotun Siilastuvan alueella sijaitsevassa vuonna 1980 valmistuneessa Kiekulassa. Päärakennuksen lämmityksen öljynkulutus oli

vuonna 2019 noin 32 000 litraa ja vuonna 2018 noin 31 000 litraa. Kiekulan lämmityksen öljynkulutus oli vuonna 2019 noin 5000 litraa. [59.]

Helsingin yliopisto on sitoutunut luopumaan fossiilisista polttoaineista omassa energiantuotannossa. Energiatehokkuussopimuksen säästöjen laskentataulukon avulla öljylämmityksestä maalämpöpumppuun siirryttäessä edellä mainituilla öljynkulutuksilla 31 000 litraa ja 5000 litraa saadaan energiansäästöksi 131 MWh/a ja 21 MWh/a. Kilpisjärven biologisen aseman päärakennuksen laskentataulukko on esitetty liitteessä 4.

#### 4.4 Hankkeet, joita ei voida huomioida

Hankkeet, joissa ei synny energiansäästöä

Seuraavissa investointiohjelmaan kuuluvissa hankkeissa ei syntyne merkittävää energiansäästöä:

- Viikin kalliosuoja, teknisesti välttämättömät korjaukset 2020
- Metsätalo, Unioninkatu 40, tilakorjaukset 2021 [60.]
- Haartmaninkatu 3, D-siiven talotekniikan peruskorjaus 2022, hankkeen sisältö ei ole vielä tiedossa ja käyttäjäkin voi vielä vaihtua, mikä voi ilmanvaihdon tarvetta merkittävästi lisätä tai vähentää [61.]
- Topelia, Unioninkatu 38, julkisivu- ja tilakorjaukset 2023 [60.]
- Fabianinkatu 24–Vuorikatu 3, tilakorjaukset 2024, hankkeen sisältö ei ole vielä tiedossa [62.].

Poistuvat rakennukset

Helsingin yliopiston muutosohjelman mukaisesti tilankäyttöä tehostetaan lukuisten suurten ja pienten muutosten avulla. Poistuvista rakennuksista ei vielä tiedetä, myydäänkö vai ulosvuokrataan ne. Koska Kiinteistöalan energiatehokkuussopimuksessa on kiinteistön omistajan näkökulma eikä tilojen käyttäjän näkökulma, ei tilavähennyksiä voida lukea energiansäästötoimenpiteeksi, sillä tilan vapautuessa ulosvuokrattavaksi ei energiankulutus pienene. Tilavähennyssuunnitelman mukaisesti seuraavista yliopistokonsernin omistamista ja yliopiston käytössä olevista rakennuksista on tarkoitus luopua kokonaan [63.]:

- keskustakampus: Siltavuorenpenger 10 -6864 htm<sup>2</sup>  
Kasvatustieteellisen tiedekunnan toiminnot keskitetään Siltavuorenpenger 1–9 rakennusten muodostamalle alueelle vuosina 2020–2023.
- keskustakampus: Unioninkatu 33 -3023 htm<sup>2</sup>  
Rakennuksessa olevat humanistisen tiedekunnan toiminnot muuttavat Päärakennukseen sen peruskorjauksen valmistuessa 2023–2024.
- keskustakampus: Fabianinkatu 32 -4545 htm<sup>2</sup>  
Rakennuksessa olevat yliopistopalvelujen ja muiden yksiköiden toiminnot muuttavat vuosina 2024–2025 muihin saman korttelin rakennuksiin, joista toimintoja siirtyy Päärakennukseen sen peruskorjauksen valmistuttua.
- Viikki: Koetilantie 3 -1872 htm<sup>2</sup>  
Viikki: Koetilantie 7 -1600 htm<sup>2</sup>  
Rakennuksissa olevat yliopiston tietotekniikkakeskuksen toiminnot muuttavat Viikin Infokeskukseen sen peruskorjauksen valmistuessa 2022–2023. [63.]

Lämmönsäästöksi on laskettu kolmen viime vuoden sääkorjatun lämmönkulutuksen keskiarvo. Sähkön osalta on käytetty kolmen viime vuoden sähkönkulutuksen keskiarvoa ja huomioitu siitä sähkönsäästöksi kiinteistösähkön osuus, jona on käytetty Senaatti-kiinteistöjen käyttämää kokemusperäisesti määriteltyä 45 prosenttia [64.]. Energiankulutustiedot on haettu Granlund Manager -ylläpito-ohjelmistosta [50.]. Koontitiedot taulukossa 16.

Taulukko 16. Poistuvien rakennusten energiansäästö. Lämmönsäästönä on vuosien 2017–2019 sääkorjatun lämmönkulutuksen keskiarvo. Sähkönsäästönä on vuosien 2017–2019 sähkönkulutuksesta laskettu 45 prosentin kiinteistösähkön osuus.

	Lämmönsäästö MWh/a	Sähkönsäästö MWh/a	Yhteensä MWh/a
Siltavuorenpenger 10	992,5	146,9	1 139,4
Unioninkatu 33	721,2	155,2	876,5
Fabianinkatu 32	873,4	235,6	1 108,9
Koetilantie 3	415,5	90,5	506,0
Koetilantie 7	521,6	89,5	611,1

Viikin Hakalantien asuinrakennukset sekä Maatalousmuseon purku

Hakalantien asuinrakennukset ovat neljä 1950-luvulla valmistunutta Viikin opetus- ja tutkimustilan toimintaan liittyvää asuinrakennusta. Asuinrakennukset on liitetty kaukolämpöön. Lämmönsiirtimet sijaitsevat viereisessä Maatalousmuseossa, joka aiotaan purkaa massiivisista home- ja kosteusvaurioista johtuen.

Hankeselvityksen perusteella kannattavimmaksi vaihtoehdoksi on katsottu kaukolämmön korvaaminen asuinrakennuskohtaisilla maalämpöpumpuilla. Asuinrakennuskoh- taiseksi kaukolämmönkulutukseksi on laskettu 61 MWh/vuosi ja maalämpöpumpun sähkökulutukseksi 20 MWh/vuosi. [65.]

Asuntokohteita ja Maatalousmuseota ei ole liitetty Energiategokkuussopimukseen. Jos näin ei olisi, niin Maatalousmuseon purkamisen osalta Energiategokkuussopimuksen laskentaohjeen mukaan ”säästötoimenpiteeksi voidaan laskea, mikäli tyhjillään ja tulevaisuudessa ilman käyttömahdollisuutta oleva rakennus puretaan. Tällöin säästövaiku- tus määritetään lähtien siitä, että kohdetta ei enää pidetä peruslämmössä ja energian- säästövaikutuksen lähtötasona ei siis ole normaali huonelämpötilataso.” [13.] Maatalous- museossa on alkuperäinen lattiakanaalien kautta ja täysin kiertoilmalla toteutettu ilma- lämmitys, joka ilmapirraksi on alkuperäisen piirustuksen mukaan mitoitettu 11 000 m<sup>3</sup>/h.

## 5 Hankkeiden vertailu

Vaikka hankkeet toteutetaan pääsääntöisesti teknisistä tai toiminnallisista syistä, on mie- lenkiintoista analysoida myös energiansäästöinvestoinnin kannattavuutta. Yksi sovel- tuva menetelmä on säästetyn energian hinta -menetelmä. Säästetyllä energialla korva- taan ostettavaa energiaa. Jos säästetyn energian hinta on halvempi kuin ostoenergian hinta, on investointi kannattava. Säästetyn energian hinta voidaan laskea kaavalla 4. [66, s. 21.]

$$h_s = \frac{a'H + a''_k E_k h_k + I_0}{a''_s E_s} \quad (4)$$

$h_s$  on säästetyn energian hinta, €/MWh  
 $a'$  on inflaation huomioon ottava diskonttaustekijä, -



$H$  on vuotuiset ylläpitomenot, €/a  
 $a''_k$  on vuosittaisen lisäenergian diskonttaustekijä eskalaation huomioiden, -  
 $E_k$  on käytetty lisäenergia, MWh/a  
 $h_k$  on lisäenergian hinta, €/MWh  
 $I_0$  on alkuinvestointi, €  
 $a''_s$  on vuosittain säästetyn energian diskonttaustekijä eskalaation huomioiden, -  
 $E_s$  on vuotuinen säästetty energia, MWh/a

Inflaation huomioon ottava diskonttaustekijä  $a'$  on esitetty kaavassa 5 [66, s. 20.].

$$a' = \frac{1-(1+r)^{-n}}{r} \quad (5)$$

$r$  on reaalikorko, %/100  
 $n$  on laskentajakson pituus, v

Vuosittain säästetyn energian diskonttaustekijä eskalaation huomioiden  $a''_s$  on esitetty kaavassa 6 [66, s. 21.].

$$a''_s = \frac{1-(1+r_e)^{-n}}{r_e} \quad (6)$$

$r_e$  on energiakustannusten reaalikorko, %/100

Tässä opinnäytetyössä esitetyt energiansäästöluvut ovat nettosäästölukuja, joten kaavan 4 lisäenergia voidaan jättää huomiotta. Vuotuisina ylläpitomenoina  $H$  on käytetty mahdollisuuksien mukaan standardin ”SFS EN 15459-1 (2017) Energy performance of buildings - Economic evaluation procedure for energy systems in buildings. Part 1: Calculation procedures, Module M1-14” liitteen D mukaista osuutta alkuinvestoinnista  $I_0$ . Led-valaistusten osalta on käytetty 0,5 prosenttia, peruskorjausten ja kryosäilytysjärjestelmien osalta yhtä prosenttia, lämpöpumppujärjestelmien osalta kahta prosenttia, rakennusautomaation ja lauhdelämmöntalteenoton osalta neljää prosenttia sekä aurinkosähkön osalta viittä prosenttia.

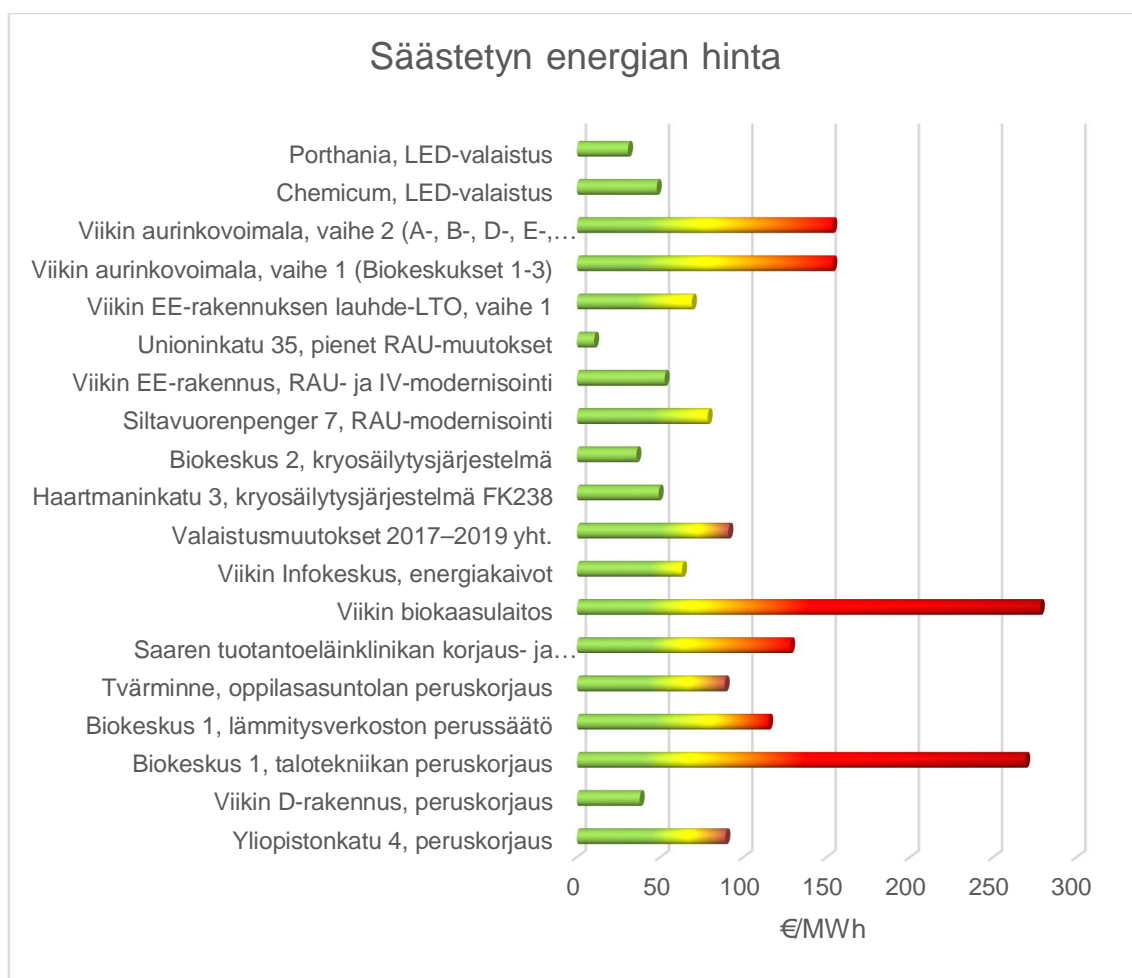
Tarkastelujaksona  $n$  käytettiin peruskorjausten osalta komission delegoidun asetuksen (EU) N:o 244/2012 mukaista muiden kuin asuinrakennusten laskentajaksoa 20 vuotta ja muiden toimenpiteiden osalta edellä mainitun standardin mukaista elinkaarta. Energian hinnan reaalinousun  $e_r$  oletettiin olevan kaksi prosenttia vuodessa, mikä on yleisesti elin-

kaaritarkasteluissa käytetty oletus. Reaalikorkona  $r$  käytettiin kahta prosenttia. Reaalikorko huomioi nimelliskoron eli rahan arvon nousun ja inflaation eli rahan arvon heikkenemisen. Koska energian reaalin hinnannousu  $e_r$  on tässä sama kuin reaalikorko  $r$ , on energiakustannuksiin kohdistuva reaalikorko  $r_e = 0$ , kaava 7. Tällöin myöhemmät energiakustannukset ovat reaalisesti yhtä arvokkaita kuin nykyhetken energiakustannukset. Kaavassa 4 vuotuinen säästetty energia  $E_s$  kerrotaan suoraan vuosien määrällä, eli  $a''_s = n$ .

$$r_e = \frac{r - e_r}{1 + e_r} = \frac{0,02 - 0,02}{1 + 0,02} = 0 \quad (7)$$

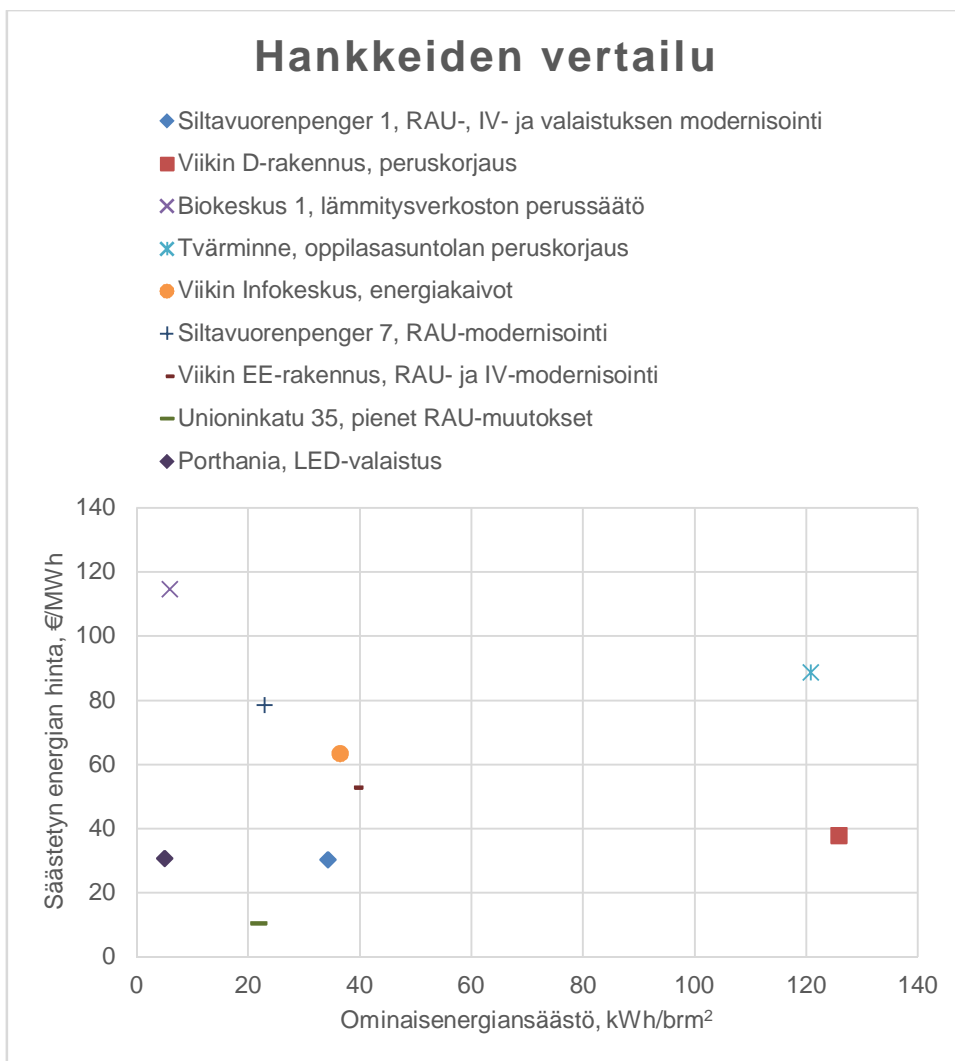
$e_r$  on energian reaalin hinnannousu, %/100

Kuvassa 5 on vertailtu erilaisista hankkeita, joista on riittävästi investointikustannus-, ylläpitomeno- ja käyttöikä tietoja. Investointi on taloudellisesti kannattava, jos säästetyn energian hinta on halvempi kuin ostoenergian hinta. Ostoenergian hinta on sähkön osalta noin 80 €/MWh ja kaukolämmön osalta noin 50 €/MWh. Tuloksia analysoitaessa on muistettava, että investointikustannus- ja ylläpitomenotietoihin liittyy joitakin epävarmuustekijöitä. Esimerkiksi peruskorjaushankkeissa on hankala arvioida, mikä osuus investointikustannuksista on käytetty nimenomaan energiatehokkuuden parantamiseen.



Kuva 5. Vertailua erilaisista hankkeista, joista on riittävästi investointikustannus-, ylläpitomeno- ja käyttöikä tietoja.

Kuvaan 6 on poimittu muutamia erilaisia hankkeita, joista on riittävästi laajuus-, investointikustannus-, ylläpitomeno- ja käyttöikä tietoja. Hanke on energiansäästömielessä sitä parempi mitä suurempi on energiansäästö (MWh) ja ominaisenergiensäästö (kWh/brm<sup>2</sup>) ja mitä pienempi on säästetyn energian hinta (€/MWh).



Kuva 6. Vertailua muutamista erilaisista hankkeista, joista on riittävästi laajuus-, investointikustannus-, ylläpitomeno- ja käyttöikä tietoja.

## 6 Yhteenveto

Helsingin yliopisto on tehnyt useita energiatarjoitteita ja -sitoumuksia. Tässä opinnäytetyössä ne kaikki esitellään, mutta työssä keskitytään pääasiassa yhteen niistä, Helsingin yliopistokonsernin liittymiseen Kiinteistöalan energiatehokkuussopimukseen toimitilakiinteistöjen toimenpideohjelmaan kaudelle 2017–2025. Liittymishetkellä ei ole ollut käsitystä, miten ja millä toimenpiteillä liittymisasiakirjassa asetettu energiansäästötavoite on saavutettavissa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli ennalta tarkastella, miten kyseinen energiansäästö on saavutettavissa.

Tässä opinnäytetyössä on käyty läpi kaikkien jo toteutettujen (vuosina 2017–2019, 24 kpl) ja käynnissä olevien (vuonna 2020, 6 kpl) hankkeiden energialaskelmat sekä tehty kaikkien tulevien (vuosina 2021–2025) peruskorjaushankkeiden (noin 15 kpl) ja muiden tiedossa olevien toimenpiteiden (noin 40 kpl) arviointi tai laskenta. Lisäksi on käyty läpi tehdyt energiakatselmukset ja niiden toimenpide-ehdotukset, analysoitu energiankulutuksen nykytilannetta sekä vertailtu hankkeita ominaislukujen ja laskentamenetelmän avulla. Opinnäytetyö on merkityksellinen Helsingin yliopistolle, jonka strategiassa korostuvat kestävä kehitys ja vastuullisuus. Opinnäytetyön yhteydessä laadittiin rakennushankkeiden energia- ja elinkaarilaskelmien ohje suunnittelijoille, liite 2.

Energiatehokkuussopimuksen liittymisasiakirjassa ohjeelliseksi energiansäästö tavoitteeksi on esitetty kymmenen prosenttia vuonna 2025 vuoden 2018 tasosta eli 17 076 MWh/vuosi. Tämä näyttää olevan hyvin saavutettavissa ja jopa ylitettävissä, sillä energiansäästö tulee olemaan arviolta 20 760 MWh/vuosi, liite 1. Siitä saavutettaneen noin 30 prosenttia peruskorjaushankkeiden yhteydessä, noin 60 prosenttia teknisen käytöikänsä päässä olevan tekniikan uusimisella energiatehokkaammaksi (muun muassa rakennusautomaatiojärjestelmä ja valaistus) ja noin 10 prosenttia erillisillä energiansäästöhankkeilla (muun muassa lauhdelämmöntalteenotto, aurinkosähkö ja öljylämmitysten muuttaminen lämpöpumpuiksi). Isot peruskorjaushankkeet on aikataulutettu vuoteen 2025 asti ja ne etenevät sen mukaan. Muiden toimenpiteiden osalta toteutusjärjestykseen vaikuttavat muun muassa tekninen kunto, käyttäjätarpeet, sisäiset henkilöresurssit, toimittajien resurssit ja kunkin yliopistokonserniin kuuluvan kiinteistön omistajan tasainen "hankevirta" talouden tasapainon ylläpitämiseksi.

Koska Kiinteistöalan energiatehokkuussopimukseen on liitetty kiinteistön omistajan näkökulmasta, HY:n tilavähennysohjelmaa ei voitu lukea hyödyksi, vaikka tilavähennysohjelma on varsin kunnianhimoinen ja sillä on todellista vaikuttavuutta toiminnan supistamatta.

Opinnäytetyössä on tunnistettu vanhentuneiden rakennusautomaatiojärjestelmien saneerauksen merkittävä energiansäästöpotentiaali, kun saneerauksen yhteydessä järjestelmää hiukan laajennetaan energiaa säästävillä toiminnoilla. Opinnäytetyöprosessin aikana on ryhdytty selvittämään sopivinta toimintamallia RAU-saneerausten ja energiaremonttien läpivientiin.

Myös muihin energiasitoumuksiin kuin Energiatehokkuussopimukseen liittyvään tavoitteeseen tulisi laatia toimenpideohjelma. Todellisen kulutuksen vähentämistavoite voi olla haastavampi kuin Energiatehokkuussopimuksen mukaisen laskennallisen kulutuksen vähentämistavoite. Tavoitteiden etenemistä seurataan vuosittain vuosiraportoinnin yhteydessä. Tavoitteet eivät vuoteen 2025 loppune, ja energiansäästöpotentiaalia löytyy edelleen, koska peruskorjattavia rakennuksia ja saneerattavia järjestelmiä riittää vuoden 2025 jälkeenkin.

Yliopiston itselleen asettamat energiatavoitteet luovat hyvän pohjan energiaohtamiselle. Jotta myöhemmin voidaan investoida juuri oikean tehoiset laitteet esimerkiksi energiaomavaraista Viikkiä tavoiteltaessa, pitää tehdä automaation perusinfra kuntoon, kuten automaattinen kulutusseuranta nykyisen manuaalisen kuukausitason kulutusseurannan sijaan.

## Lähteet

- 1 Rakennuksen pinta-alat. 2011. RT 12-11055. Rakennustietosäätiö.
- 2 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2017. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 3 Tiedekunnat ja yksiköt. 2019. Verkkoaineisto. Helsingin yliopisto. <<https://www.helsinki.fi/fi/yliopisto/tiedekunnat-ja-yksikot>>. Päivitetty 23.9.2019. Luettu 29.9.2019.
- 4 Yliopistokonserni. 2019. Verkkoaineisto. Helsingin yliopisto. <<https://www.helsinki.fi/fi/yliopisto/yliopiston-talous/yliopistokonserni>>. Päivitetty 1.7.2019. Luettu 29.9.2019.
- 5 Helsingin yliopiston katsaus vuoteen 2018. 2019. Verkkoaineisto. Helsingin yliopisto. <[https://www.helsinki.fi/sites/default/files/atoms/files/katsaus\\_vuoteen\\_2018.pdf](https://www.helsinki.fi/sites/default/files/atoms/files/katsaus_vuoteen_2018.pdf)>. Päivitetty 3.4.2019. Luettu 29.9.2019.
- 6 Selaa sitoumuksia. Tehokkaampaa energian- ja vedenkäyttöä. Helsingin yliopisto – Helsingfors universitet. Verkkoaineisto. Sitoumus2050.fi. <<https://sitoumus2050.fi/selaa-sitoumuksia#/details/5575ADB1F0B166BD32047B0D>>. Luettu 20.10.2019.
- 7 Selaa sitoumuksia. Lisää uusiutuvaa lähienergiaa. Helsingin yliopisto – Helsingfors universitet. Verkkoaineisto. Sitoumus2050.fi. <<https://sitoumus2050.fi/selaa-sitoumuksia#/details/5575AECF8A5221B832C40450>>. Luettu 20.10.2019.
- 8 Energiasitoumukset. 2015. Sisäinen PowerPoint-dokumentti. Helsingin yliopisto. Päivitetty 7.10.2015. Luettu 25.10.2019.
- 9 Tuohimaa, Tapani. 2019. Tutkimusteknikko, Helsingin yliopisto, Matemaattisluonnontieteellinen tiedekunta, Ilmakehätieteiden keskus. Puhelinkeskustelu 18.12.2019.
- 10 Kiinteistöalan energiatehokkuussopimus. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö, Työ- ja elinkeinoministeriö, RAKLI ry & Energiavirasto. <<http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/wp-content/uploads/Kiinteistöala.pdf>>. Luettu 26.1.2020.
- 11 Sopimukseen liittyneet - Energiatehokkuussopimukset 2017–2025. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <<http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/sopimukseen-liittyneet/#kiinteistoala>>. Luettu 20.10.2019.

- 12 Kiinteistöalan energiatehokkuussopimus. Toimitilakiinteistöt. Toimenpideohjelma toimitilayhteisöille. Verkkoaineisto. RAKLI ry. <<http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/wp-content/uploads/Toimitilakiinteistot-Kiinteistoala-TETS-1.pdf>>. Luettu 20.10.2019.
- 13 Säästövaikutusten laskenta ja dokumentointi – yleisiä pelisääntöjä. Energiatehokkuussopimukset 2017-2025. 9/2017. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <<http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/wp-content/uploads/Säästöjen-laskenta-ja-dokumentointi.pdf>>. Luettu 17.11.2019.
- 14 Kiinteistöalan energiatehokkuussopimus. Toimijan liittymisasiakirja. Toimitilayhteisöjen toimenpideohjelma. Sisäinen dokumentti. Helsingin yliopisto konserni. Allekirjoitettu 12.4.2019.
- 15 Helsingin yliopiston strategia 2021–2030. 2020. Helsingin yliopisto. 26.2.2020.
- 16 Toimitilaohjelma 2021–2030. Luonnos. 2020. Helsingin yliopisto. 9.1.2020.
- 17 Heikkilä, Jarna. Energianhallinta. 2019. Sisäinen dokumentti. Helsingin yliopiston kiinteistöpalvelut Oy. 27.9.2019.
- 18 Pakollinen suuren yrityksen energiakatselmus. 2017. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <[https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/pakollinen\\_suuren\\_yrityksen\\_energiakatselmus](https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/pakollinen_suuren_yrityksen_energiakatselmus)>. Päivitetty 29.8.2017. Luettu 29.4.2020.
- 19 Energiatuki. Verkkoaineisto. Business Finland. <<https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/energiatuki/>>. Luettu 26.10.2019.
- 20 Uusitalo, Tuomo. 2020. Kestävän kehityksen koordinaattori, Aalto-yliopistokiinteistöt Oy, Espoo. Sähköpostikeskustelu 30.3.2020.
- 21 Vuosikertomus 2018. 2019. Verkkoaineisto. Suomen Yliopistokiinteistöt Oy. <<https://vuosikertomus.sykoy.fi/2018/vastuullisuus/ymparistovastuu/>>. Luettu 22.2.2020.
- 22 Energiatehokkuussopimukset. Toimitilakiinteistöjen toimenpideohjelman vuosiraportti 2016. 2017. Motiva Oy, Helsinki. Lokakuu 2017.
- 23 Allianssihanke Yliopistonkatu 4. Peruskorjaus- ja muutostyön hankesuunnitelma. 2015. Sisäinen dokumentti. Helsingin yliopisto, Tila- ja kiinteistökeskus. 30.3.2015
- 24 Yliopistonkatu 4 – perusparannuksen vaikutukset energiankulutukseen. 2020. Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy. 24.2.2020.



- 25 Energiaselvitys. Helsingin yliopisto, Viikin D-rakennuksen peruskorjaus. 2017. Insinööritoimisto Äyräväinen Oy. Päivitetty 9.8.2018.
- 26 Energiaselvitys. Kiinteistö Oy Biokeskus 1. 2020. Granlund Oy. 27.3.2020.
- 27 Tvärminnen eläintieteellinen asema. Hankesuunnitelma. 2015. Sisäinen dokumentti. Helsingin yliopisto. Päivitetty 17.8.2018.
- 28 Helsingin yliopisto, Tvärminnen eläintieteellinen asema, oppilasasuntolan perusparannus. Energiansäästötoimenpiteet. 2018. Excel-dokumentti. Äyräväinen Oy. Päivitetty 28.12.2018.
- 29 Snellmaninkatu 10. Peruskorjaus 2019-20. Hankesuunnitelma. 2019. Sisäinen dokumentti. Helsingin yliopisto, Tilat ja kiinteistöt toimiala. 24.1.2019.
- 30 Energiaselvitys. Helsingin yliopisto, Snellmaninkatu 10:n peruskorjaus. 2020. Äyräväinen Oy. 14.1.2020.
- 31 Saaren tuotantoeläinklinikka. Energianmuutos peruskorjauksessa. 2020. Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy. 31.3.2020.
- 32 Tilamuutokset ja hankkeet. 2019. Sisäinen intranet-verkkoaineisto. Helsingin yliopisto. <<https://flamma.helsinki.fi/group/yliopisto/tilamuutokset-ja-hankkeet>>. Päivitetty 25.6.2019. Luettu 9.11.2019.
- 33 Energiaselvitys, rakennuslupa. Helsingin yliopisto, päärakennus. Peruskorjaus, 1. rakennusvaihe. 2019. Granlund Consulting Oy. 3.5.2019.
- 34 Energiaraportti. Helsingin yliopiston päärakennus, peruskorjaus. Yleissuunnittelu-vaihe. 2019. Granlund Oy. 5.11.2019.
- 35 Rakennuksen energiasimulointi. Ostoenergian tarve. Viikin Infokeskus, korjaus- ja muutostyö. 2020. Granlund Oy. 3.3.2020.
- 36 Porthania, Yliopistonkatu 3, 00100 Helsinki. Julkisivun korjaus. Elementtien havainnekuvat. Luonnos. 2019. Rakennepiirustus. IdeaStructura Oy. 6.9.2019.
- 37 Viikin opetus- ja tutkimustilan biokaasulaitos – alustava selvitys. 2019. Sisäinen PowerPoint-dokumentti. Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. 28.2.2019.
- 38 Suomalainen maatilan biokaasulaitos. Verkkoaineisto. Demeca Oy. <<https://demeca.fi/biokaasu/>>. Luettu 28.3.2020.

- 39 Toimenpiteiden siirtotiedosto. Energiatehokkuussopimukset 2017–2025. Versio 2. 2019. Excel-tiedosto. Motiva Oy. 9.12.2019. Helsingin yliopiston kiinteistöpalvelut Oy. Päivitetty 27.3.2020.
- 40 Helsingin yliopisto. Biokeskus 2. Nestetyyppiutkisto. Piirustus FI118481-1. 2019. PI-kaavio. Oy AGA Ab. 5.4.2019.
- 41 Jalo, Mikko. 2019. Kiinteistöautomaatiojärjestelmät Helsingin yliopistolla. Sisäinen dokumentti. Helsingin yliopiston kiinteistöpalvelut Oy.
- 42 Heikkinen, Lauri. 2017. Rakennusautomaation vaikutus energiatehokkuuteen. Luentoaineisto. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 43 Energiakatselmus. EE-rakennus. 2017. EcoReal Oy. 3.8.2017.
- 44 Energiakatselmus. Psychologicum, Siltavuorenpenger 1. 2019. EcoReal Oy. 14.11.2019.
- 45 Energiakatselmus. Athena, Siltavuorenpenger 3. 2019. EcoReal Oy. 12.11.2019.
- 46 Energiakatselmus. Minerva vanha osa, Siltavuorenpenger 5. 2019. EcoReal Oy. 12.11.2019.
- 47 Energiakatselmus. Fontell, Siltavuorenpenger 7. 2019. EcoReal Oy. 14.11.2019.
- 48 Energiakatselmus. Minerva uudisrakennus, Siltavuorenpenger 9. 2019. EcoReal Oy. 11.11.2019.
- 49 Energiakatselmus. Snellmania, Unioninkatu 37. 2019. EcoReal Oy. 12.11.2019.
- 50 Kulutuslajien koontiraportti. Lämpö sääkorjattu ja sähkö päto. Vuosi 2017–2019. Granlund Manager -ylläpito-ohjelmisto. Luettu 12.1.2020.
- 51 Viirret, Jari. 2019. Energiajohtaminen kiinteistöissä. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 52 Energiakatselmus. Unioninkatu 35. 2017. EcoReal Oy. 4.7.2017.
- 53 Tuomola, Jussi & Kurki, Juha. 2017. EE-rakennuksen höyryjärjestelmän lauhteen talteenoton rakentaminen. Loppuraportti. Sisäinen dokumentti. Helsingin yliopisto, Tila- ja kiinteistökeskus. 15.6.2017.
- 54 Tarjouslomake. Aurinkopaneelien toimitus ja asennus, kokonaisurakka. 2017. Oulun Sähkönynti Oy. Revisio A 13.6.2017.

- 55 Tarjouslomake. Aurinkopaneelien toimitus ja asennus, kokonaisurakka. 2018. Naps Solar Systems Oy. 16.3.2018.
- 56 Suomen Ilmakuva Oy. 2019.
- 57 Moisio, Ville. 2019. Sähköasiantuntija, Helsingin yliopiston kiinteistöpalvelut Oy, Helsinki. Sähköpostikeskustelu 23.9.2019.
- 58 Chemicum, valaistusjärjestelmä. Projektisuunnitelma. 2019. Sisäinen dokumentti. Ville Moisio, Helsingin yliopiston kiinteistöpalvelut Oy. 9.10.2019.
- 59 Laurila, Kalevi. 2019. Kiinteistöhoitaja, Kilpisjärven biologinen asema, Helsingin yliopisto, Kilpisjärvi. Sähköpostikeskustelu 12.11.2019.
- 60 Nisonen, Ari. 2020. Kiinteistöpäällikkö, Helsingin yliopisto, Helsinki. Keskustelu 28.1.2020.
- 61 Saario, Outi. 2020. Tilapäällikkö, Helsingin yliopisto, Helsinki. Puhelinkeskustelu 24.3.2020.
- 62 Seppä, Ulla. 2020. Tilapäällikkö, Helsingin yliopisto, Helsinki. Puhelinkeskustelu 18.3.2020.
- 63 Salmikivi, Teppo. 2019. Tilavähennysten tilannekatsaus. Sisäinen PowerPoint-dokumentti. Helsingin yliopisto. 16.9.2019.
- 64 Vehosmaa, Timo. 2008. Sähköenergian käytön tehostaminen kiinteistötoimialalla. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu.
- 65 Selvitys. Maalämpöpumppujärjestelmän kustannustehokkuus ja toteutettavuus. 2019. Valteri Paasalo, Granlund Consulting Oy. 12.4.2019.
- 66 Sirén, Kai. 2015. Rakennusten energiainvestointien kannattavuuden laskenta. Aalto yliopisto.



Hanke	Laskennallinen energiansäästö MWh/vuosi									
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	

## Teknisistä tai toiminnallisista syistä toteutettavat pienet hankkeet

Valaistusmuutokset 2017–2019 yht.	156										
Haartmaninkatu 3, kryosäilytysjärjestelmä FK238			288								
Biokeskus 2, kryosäilytysjärjestelmä				267							
Siltavuorenpenger 1, RAU-, IV- ja valaistuksen modernisointi					253						
Siltavuorenpenger 3, RAU- ja valaistuksen modernisointi, TK201 LTO, aurinkosähkö					366						
Siltavuorenpenger 5, RAU- ja valaistuksen modernisointi					188						
Siltavuorenpenger 7, RAU-modernisointi					17						
Siltavuorenpenger 9, RAU-, IV- ja valaistuksen modernisointi					563						
Viikin EE-rakennus, RAU- ja IV-modernisointi					814						
RAU-saneerattavat rakennukset yhteensä					9569						

## Erilliset energiansäästöhankeet

Unioninkatu 35, pienet RAU-muutokset	127									
Viikin EE-rakennuksen lauhde-LTO, vaihe 1	121									
Viikin aurinkovoimala, vaihe 1 (Biokeskukset 1-3)		383								
Viikin aurinkovoimala, vaihe 2 (A-, B-, D-, E-, F- ja EE-rakennus sekä Eläinsairaala)			467							
Kumpulän aurinkosähköjärjestelmät				69	62	90	31			
Chemicum, LED-valaistus				177						
Viikin EE-rakennuksen lauhde-LTO, vaihe 2				23						
Kilpisjärvi, päärakennuksen lämmöntuotto					131					
Kilpisjärvi, Kiekulan lämmöntuotto					21					
Porthania, LED-valaistus					105					

Kaikki hankkeet yhteensä

20 760

5.5.2020

## RAKENNUSHANKKEIDEN ENERGIA- JA ELINKAARILASKELMAT

Tätä ohjetta sovelletaan kaikissa Helsingin yliopiston hallinnassa olevien rakennusten hankkeissa, ellei erityisistä syistä muuta johdu. Tässä esitetyt energialaskelmat kuuluvat tavallisesti LVI-suunnittelijan tehtäviin. Energiatehokkuus on huomioitava kaikissa hankkeissa.

### Helsingin yliopisto on:

- sitoutunut vähentämään rakennustensa energian- ja vedenkulutusta 10 % vuoteen 2025 mennessä vuoden 2014 tasosta
  - Kyseessä on todelliseen mitattuun kulutukseen ja rakennuksen todelliseen käyttöön liittyvä tavoite.
- sitoutunut, että vuonna 2025 yliopiston rakennusten käyttämästä energiasta (sähkö + lämpö) vähintään viisi prosenttia tuotetaan uusiutuvalla energialla paikan päällä
- liittynyt Kiinteistöalan energiatehokkuussopimuksen toimitilakiinteistöjen toimenpideohjelmaan ja asettanut energiansäästö tavoitteekseen 10 % vuonna 2025 vuoden 2018 tasosta
  - Kyseessä on laskennallinen arvio, jossa rakennuksen käyttö ja ulkoiset olosuhteet on vakioitu.
- sitoutunut etenemään kohti ekologista kestävyttä pienentämällä toiminnan hiilijalanjälkeä ja tehostamalla kiertotaloutta sekä kehittämällä virtuaalista liikkuvuutta. Tavoitteena on oman toiminnan hiilineutraalius vuoteen 2030 mennessä.

### Suunnittelija laatii:

- tavoite-energiankulutuslaskelman hanketta edeltävälle ja hankkeen jälkeiselle tilanteelle laskettuna normaalivuoden säädäntä mukaan.
  - Laskelmasta tulee ilmetä myös uusiutuvan paikan päällä tuotetun energian tuottoarvio.
  - Viite: TATE18-tehtäväluettelon kohdat D3.6 taso b, E6.1 taso b, G6.1.1 taso b, I6.4 taso b
- määräysten mukaisen energiaselvityksen. Korjaus- ja muutostyön energiaselvityksessä määräysten mukaisuus osoitetaan pääsääntöisesti E-lukulaskennan kautta (YMa 4/13 7 §).
  - Viite: TATE18-tehtäväluettelon kohdat F4.1 taso b, F4.2, J4.2
- energiatehokkuustoimenpiteistä energiankulutuslaskelman toimenpidettä edeltävälle ja toimenpiteen jälkeiselle tilanteelle vakioituilla ulkoisilla olosuhteilla.
  - Energiatehokkuussopimuksen seurantajärjestelmään raportoimista ja energiatuen hakemista varten tarvitaan:
    - toimenpiteen lyhyt kuvaus (maks. 255 merkkiä), josta käy ilmi, mistä ja mihin kohdistuvasta toimenpiteestä on kyse
    - lyhyt investointilaskelma

5.5.2020

- lyhyt takaisinmaksuaikalaskelma
- lyhyt energiansäästölaskelma
- lyhyt hiilijalanjätkilaskelma
  - Ympäristöasiantuntija toimittaa suunnittelijalle Helsingin yliopiston käyttämän sähkön ominaispäästökertoimen.
- Viite: <http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/extranet/aineistopankki/saastojen-laskenta/>, josta löytyy:
  - Säästövaikutusten laskenta ja dokumentointi – yleisiä pelisääntöjä (pdf)
  - Säästöjen laskenta – esimerkit (Excel)
  - Säästöjen laskenta -webinaari
- Viite: TATE18-tehtäväluettelon kohdat D6.6 taso b, E6.5 taso c
- Elinkaaritarkastelut ja toteutettavuus:
  - lämmöntuottovaihtoehdot
  - jäähdytyksentuottovaihtoehdot
  - uusiutuvan paikan päällä tuotetun sähkön tuottaminen.
  - Viite: TATE18-tehtäväluettelon kohdat D6.6 taso b, E6.5 taso c

Kaikista laskelmista toimitetaan eriteltynä kaukolämpö, kokonaissähkö, kiinteistösähkö, kaukojäähdytys ja polttoaineet. Laskelmien ensimmäiset versiot laaditaan jo ensimmäisessä suunnitteluvaiheessa. Niitä päivitetään seuraavissa suunnitteluvaiheissa ja vastaanoton yhteydessä.

Energiatehokkuussopimukseen ja energiatukeen liittyvissä investointilaskelmissa on huomioitava, että energiatehokkuustoimenpiteen vaatima investointi tarkoittaa esim. ilmanvaihtokoneiden uusimisessa vain sitä osaa investoinnista, joka on tehty energiatehokkuuden parantamiseksi tai peruskorjauksessa vain ns. lisäinvestointia energiatehokkuuteen.

Hankkeen alkuvaiheessa pidetään energialaskentaan liittyen esim. Teams-palaveri, johon osallistuvat:

- pääsuunnittelija
- LVI-suunnittelun projektipäällikkö
- energiasuunnittelija
- hankkeen projektipäällikkö, Helsingin yliopiston kiinteistöpalvelut Oy
- Jarna Heikkilä, ympäristöasiantuntija, Helsingin yliopiston kiinteistöpalvelut Oy
- Antti Pitkänen, LVI-asiantuntija, Helsingin yliopiston kiinteistöpalvelut Oy

Hankkeen projektipäällikkö (HY247) vie energiansäästötiedot Granlund Manageriin.

## Laskennallinen energiansäästö RAU-saneerauksissa 2020–2025

Lämmönkulutuksen kerroin	0,82
Sähkökerroin	0,86

Kohde	Säästö yht., MWh/a	Lämpö					Sähkö				
		v. 2017, MWh	V. 2018, MWh	V. 2019, MWh	Keskiarvo, MWh/a	Säästö, MWh/a	V. 2017, kWh	V. 2018, kWh	V. 2019, kWh	Keskiarvo, MWh/a	Säästö, MWh/a
ARKADIANKATU 7, Economicum	255,3	979,7	956,0	921,9	952,5	171,5	601 800	542 039	652 742	598,9	83,8
FABIANINKATU 24	151,6	664,8	643,6	645,0	651,1	117,2	238 002	243 237	255 250	245,5	34,4
FABIANINKATU 26	110,2	477,2	487,4	477,8	480,8	86,5	162 060	169 810	174 977	168,9	23,7
FABIANINKATU 28, Aleksandria	151,9	384,1	457,9	439,2	427,1	76,9	515 986	543 822	548 611	536,1	75,1
FABIANINKATU 35, Fabiania	215,9	864,4	873,9	884,2	874,2	157,4	426 396	419 177	409 877	418,5	58,6
GUSTAF HÄLLSTRÖMIN KATU 2a, Physicum	1004,7	2855,2	3264,6	3120,4	3080,1	554,4	3 195 853	3 241 963	3 211 933	3216,6	450,3
GUSTAF HÄLLSTRÖMIN KATU 2b, Exactum	580,1	1641,6	1691,6	1618,7	1650,6	297,1	2 079 759	2 077 641	1 907 052	2021,5	283,0
HAARTMANINKATU 3, Haartman-instituutti	1763,0	5728,0	5554,7	5491,6	5591,4	1006,5	5 468 500	5 364 992	5 378 004	5403,8	756,5
KEVÄTKATU 2, Viikin normaalikoulu	506,6	1711,5	2302,2	2008,2	2007,3	361,3	891 414	1 163 196	1 059 149	1037,9	145,3
LATOKARTANONKAARI 3, E-rakennus	83,3	383,3	374,5	343,5	367,1	66,1	141 385	130 612	97 477	123,2	17,2
LATOKARTANONKAARI 7, B-rakennus	432,2	1460,9	1386,1	1306,8	1384,6	249,2	1 187 133	1 402 211	1 332 178	1307,2	183,0
LATOKARTANONKAARI 9, A-rakennus	273,9	836,4	817,0	749,4	800,9	144,2	925 700	1 072 558	782 385	926,9	129,8
PIETARI KALMIN KATU 2, Kiihdytinlaboratorio	207,8	625,2	655,2	589,7	623,4	112,2	612 466	731 568	704 112	682,7	95,6
Lammin biologinen asema	471,9	1923,3	2260,1		2091,7	376,5	616 899	745 731		681,3	95,4
RATAKATU 6 A	140,3	641,6	658,9	681,8	660,8	118,9	157 501	147 025	153 191	152,6	21,4
RATAKATU 6 B, Hgin normaalilyseo	333,6	1271,8	1390,6	1309,8	1324,1	238,3	698 047	694 776	647 931	680,3	95,2
SNELLMANINKATU 12, Svenska soc&kom	133,3	461,1	521,1	508,6	496,9	89,4	310 300	315 730	312 967	313,0	43,8
SNELLMANINKATU 14 A	67,3	314,0	312,4	314,2	313,5	56,4	79 072	76 665	77 295	77,7	10,9
SNELLMANINKATU 14 B	42,4	203,8	193,2	201,8	199,6	35,9	45 991	45 527	46 785	46,1	6,5
UNIONINKATU 38, Topelia	515,6	2394,2	2318,7	2196,9	2303,3	414,6	696 498	702 245	765 019	721,3	101,0
UNIONINKATU 40, Metsätalo	685,0	2917,5	3023,5	2839,5	2926,8	526,8	1 128 876	1 120 494	1 139 688	1129,7	158,2
VIIKINKAARI 1, Biokeskus 3	1154,8	3489,5	3571,8	3585,6	3549,0	638,8	3 588 854	3 782 554	3 685 169	3685,5	516,0
VUORIKATU 3	146,0	649,5	671,6	651,8	657,6	118,4	199 450	197 233	195 066	197,2	27,6
VÄINÖ AUERIN KATU 11, Kumpulän liikuntakeskus	142,4	474,9	460,9	458,1	464,6	83,6	420 584	412 690	426 431	419,9	58,8

9569,1



**10 Primäärienergiatarkastelu****10A Öljylämmityksestä maalämpöpumppuun siirtyminen**

Energiansäästötoimeksi hyväksymisen edellytyksenä on pääsääntöisesti energian loppukäytön väheneminen ja säästövaikutus lasketaan vastaavasti pääsääntöisesti loppukäytöstä. Energiamuodon vaihto ei myöskään pääsääntöisesti ole säästötoimenpide (esim. öljystä kaukolämpöön siirtyminen). Poikkeuksena tästä on öljylämmityksestä maalämpöön siirtyminen. Tällöin säästön laskenta tapahtuu primäärienergian kautta.

**Toimenpiteen kuvaus**

Öljylämmityksestä maalämpöön siirtyminen.

**Laskentaperiaatteen kuvaus**

Säästön laskennassa otetaan poikkeuksellisesti käyttöön primäärienergiatarkastel. Säästö lasketaan alkuperäisen öljynkulutuksen ja maalämpöpumpun energiamuotokertoimella primäärienergiaksi muutetun sähkönkulutuksen erotuksena.

Laskennassa käytetään lähtökohtaisesti seuraavia vakiokertoimia:

Kattilan hyötysuhde 0,85 (RakMK D5, tavanomainen kattila)

Lämpöpumpun lämpökerroin 2,5 (RakMk D5)

Sähkön energiamuotoenergiakerroin 1,7 (RakMk 2012)

**Kaava :**

Energian loppukäyttö = öljynkulutus\*kattilanhyötysuhde (85 %)

Lämpöpumpun sähkönkäyttö = energian loppukäyttö/lämpöpumpun lämpökerroin (2,5)

Lämpöpumpun sähkönkäyttö primäärienergiana = Lämpöpumpun sähkönkäyttö\*sähkön energiamuotokerroin (1,7)

Säästö = alkuperäinen öljynkulutus (primääri) - lämpöpumpun sähkönkulutus (primääri)

**Laskennan lähtötiedot****Polttoaineet**

Öljynkulutus	31 1000 litraa	Kevyt polttoöljy	10,02 MWh/1000 litraa
Öljynkulutus	310,70 MWh/a		11,86 MWh/tonni
Kattilan hyötysuhde	85 %	Tässä laskennassa vakiokerroin	
Energian loppukäyttö	264,09 MWh/a		

**Sähkö**

Lämpöpumpun COP	2,5	Tässä laskennassa vakiokerroin	
Sähkön energiamuotok.	1,7	Tässä laskennassa vakiokerroin	
Lämpöpumpun sähkö	105,6 MWh/a		
Sähkö primäärienergiana	179,6 MWh/a		
Säästö	131,1 MWh/a		

**Raportoitava säästö**

<b>Lämpö</b>	<b>Polttoaineet</b>	<b>Sähkö</b>
0,0 MWh/a	131,1 MWh/a	0,0 MWh/a