

Rauli Lautkankare &
Päivi Simi

TURKU AMK 

Lämpöenergian varastoinnista liiketoimintaa

LÄMPÖÄ-hankkeen loppuraportti



292

Raportteja

Rauli Lautkankare & Päivi Simi

Lämpöenergian varastoinnista liiketoimintaa

LÄMPÖÄ-hankkeen loppuraportti



LÄMPÖÄ
lämpöenergian varastoinnista
liiketoimintaa



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto
Euroopan sosiaalirahasto

Turun ammattikorkeakoulun raportteja 292
Turun ammattikorkeakoulu
Turku 2022

ISBN 978-952-216-822-1 (pdf)
ISSN 1459-7764 (elektroninen)

Turun AMK:n sarjajulkaisut:
turkuamk.fi/julkaisut

Sisältö

Alkusanat	5
1 Johdanto	7
2 LÄMPÖÄ-hanke.....	11
2.1 Hankkeen taustaa	11
2.2 Hankkeen rahoitus ja aikataulu	14
2.3 Hankkeen tavoitteet ja niiden toteutuminen	14
2.4 Hankkeella tavoiteltu muutos.....	18
2.5 Hankkeen ohjausryhmä	20
2.6 Hankkeen kohderyhmät.....	21
2.7 Hankkeen toimenpiteet	21
2.8 Hankkeen tulokset.....	41
2.9 Hankkeen tulosten hyödynnettävyys.....	43
3 LÄMPÖÄ-investointihanke	46
4 Uusimman tiedon kokoaminen, tiedon levitys ja verkostoituminen	46
4.1 LÄMPÖÄ-hankkeen seminaarit	46
4.2 Seminaaritalenteet	51
4.3 LÄMPÖÄ-hanke esittäytyy monipuolisesti.....	52
4.4 Vastine Turun Sanomien artikkeliin Torin energiajärjestelmistä	55
4.5 Media-info.....	55
4.6 Facebook-sivut	56
4.7 Vuoden lähienergiaratkaisu -kilpailu.....	56
4.8 Artikkelit.....	58
4.9 Opinnäytetyöt	59
4.10 Opiskelijaprojektit.....	59
5 Hankkeenarviointi	61
6 Uudet yhteydet	64
7 Yhteenveto ja loppusanat	67

Kirjallisuutta	69
Tieteelliset julkaisut (Rauli Lautkankare).....	74
Lehtiartikkeleita.....	74
Liitteet	75
Liite 1. Lämpöä, Huima ja Hukaton-hankkeen webinaari 6.5.2020. Palautekysely.....	75
Liite2. LÄMPÖÄ-hankkeen palautekysely.....	81

Alkusanat

Käsillä oleva maailmanlaajuinen uusien teknologioiden ja digitaalisuuden mahdollistama energiamurros muuttaa tapaamme tuottaa, siirtää ja kuluttaa energiaa. Muutos on iso haaste yhteiskunnan kaikille toimijoille. Toisaalta muutos on myös mahdollisuus. Se yhdistää meitä miettimään uusia keinoja säästää energiaa, kehittämään uusia laitteita ja parantamaan vanhojen hyötysuhteita, kehittämään liiketoimintamalleja ja lainsäädäntöä sekä luomaan yhä energiaturvallisempaa, tasa-arvoisempaa ja palautumiskykyisempää yhteiskuntaa.

Yksi merkittävä keino vähentää energiatuotantoa ja siitä aiheutuvia päästöjä sekä edistää energiamurroksen kokonaisvaltaista toteutumista kohti älykästä energiajärjestelmää on hyödyntää erilaisia hukkalämpöjä tehokkaammin – joko suoraan tai varastoitamalla. Hukka-, ylijäämä-, ilmais- ja jätelämpöjä on valtavasti tarjolla. Tähän ollaan vasta heräämässä.

LÄMPÖÄ-hankkeessa tutkittiin ja edistettiin hukkalämpöjen hyödyntämistä ja lämpöenergian kausivarastointia. Kolme ja puoli vuotta kestäneen hankkeen aikana on valmisteltu kolme seurantakohtetta, luotu uusi ”Lämpöenergian kausivarastointi” RT-ohjekortti, selvitetty varastoinnin koulutustarpeita, luotu Energia-avatar-mobiilisovellus ja tiedotettu hankkeesta yli 30 tilaisuudessa. Hankeaikana vuosina 2017-2020 tietoisuus ja keskustelu hukkalämmöistä on lisääntynyt huomattavasti: Seminaarit ovat kiinnostaneet enenevässä määrin ja mediasta on voinut lukea aiheesta säännöllisen tiheään. Hankkeiden ohella monenlaisia toimia on käynnistynyt tavoitteena kestävämpi tulevaisuus: Muun muassa Turun ammattikorkeakouluun perustettiin kestävä kehityksen ohjausryhmä, Turku julisti tavoitteekseen olla hiilineutraali vuonna 2029, Kaarina käynnistettiin energiaomavaraisen kaupunkiekokylän suunnittelu ja Helsinki julisti Energy Challenge –kilpailun. Kaikissa näissä olemme olleet mukana ja monessa muussa. Lukuun 4.3 on koottu luettelomaisesti kaikki tilaisuudet, joissa olemme olleet hankkeesta kertomassa.

Tässä julkaisussa kerrotaan LÄMPÖÄ-hankkeen toimenpiteistä ja tuloksista. Työ ei kuitenkaan lopu tähän hankkeeseen. Seurantakohteista tullaan keräämään tietoa DTS-mittauksilla, yritysten törmäyttämistä jatketaan vuosittain järjestettävissä uusiolämpöseminaareissa ja uusien rakennuskohteiden energiaratkaisuissa mietitään alueellisia hyödyntämismahdollisuuksia. Lisäksi luodaan yhteyksiä kansainvälisiin toimijoihin. Lämpöenergian varastoinnista syntyy vielä vuosia eteenpäin uutta liiketoimintaa alueen yrityksille. Erityisesti odotan tiivistä yhteistyötä ja uusia avauksia alueen elinkeinotoimijoiden kanssa. Tällä polulla on ollut mukava kulkea ja tulevaisuus näyttää muuttuuko se valtaväyläksi.

Rauli Lautkankare

Projektipäällikkö

LÄMPÖÄ-hanke

Johdanto



1

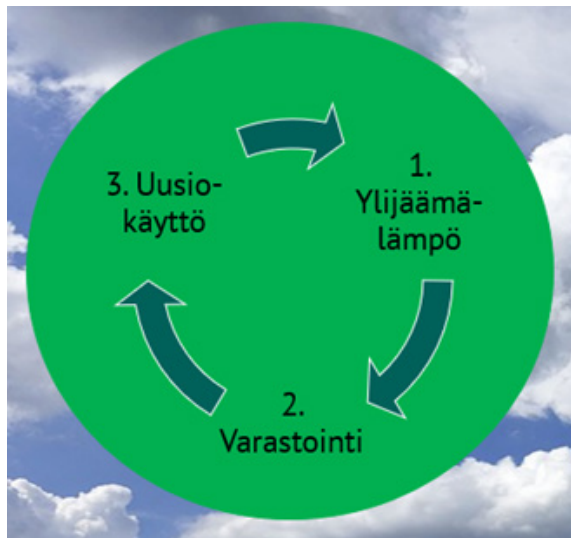
Tarve lämpöenergian kausivarastoinnille on ilmeinen ja varastoinnista on monenlaisia hyötyjä. Kausivarastoinnin avulla lisätään uusiutuvan energian käyttöastetta ja vähennetään fossiilisten energioiden käyttöä. Toiseksi varastosta käyttöön otettu energia vähentää energian tuotannon tarvetta. Kolmanneksi maaperään varastoitu lämpö nostaa maaperän peruslämpötilaa ja parantaa näin esimerkiksi lämpöpumppujärjestelmän hyötysuhdetta.

Tätä julkaisua kirjoitettaessa 23.4.2021 Energiateollisuuden Jukka Leskelä kertoi tiedotteessaan, että yli kaksi kolmannesta maailman bkt:stä on sitoutunut ilmastotavoitteisiin. ”Suomalaiselle ilmasto- ja ympäristötekniologialle maailman suurten talouksien sitoutuminen ilmastotalkoisiin avaa loistavat näkymät. Nyt ei pitäisi olla huolissaan uhkakuviasta, vaan innostua mahdollisuuksista”, Leskelä toteaa.

Energiajärjestelmien dekarbonisoinnissa puhutaan puhtaan sähkön tuotannosta, maailman sähköistymisestä ja sektori-integraatiosta (electrify everything -revolution, sector integration tai sector coupling). Lämpö- ja sähköverkot kytkeytyvät tulevaisuudessa yhä enemmän toisiinsa. Vaihtelevien uusiutuvien energioiden tuotantoon etsitään ratkaisua energian kantaja-aineista kuten vedystä ja energiavarastoista sekä siltateknologioista kuten lämpöpumpuista, jotta saataisiin säästövoimaa. Säästövoimaa tarvitaan tilanteisiin, joissa sähkölle tai lämmölle on tarvetta, mutta sen hetkinen tuotantopaletti ei pysty sitä muuten riittävästi tuottamaan. Esimerkiksi kun aurinko- tai tuulienergiaa ei saada tarpeeksi. Energian varastoinnilla tasapainotetaan energiajärjestelmiä ja mahdollistetaan tuotannon joustaminen, niin sähkö- kuin lämpöenergiapuolella. Vaikka maailma sähköistyy, lämpöä tuotetaan ja tarvitaan yhä.

Työ- ja elinkeinoministeriö asetti kesällä 2020 sektori-integraatiotyöryhmän selvittämään tarpeita, mahdollisuuksia ja esteitä sektori-integraatiossa. Sektori-integraatiossa muodostuu uudenlaisia linkkejä sektoreiden, energiankantajien, infrastruktuurien ja teknologioiden välillä - ja myös näiden teknologioiden toimijoiden välillä. Puhtaan sähkön hyödyntäminen on keskeisessä roolissa. Työryhmä totesi: "Ylijäämälämmön potentiaali on erittäin merkittävä, joten toimenpiteen eri toimia on käynnistettävä välittömästi."

Ylijäämälämpöjen hyödyntämisellä tarkoitetaan jo kertaalleen syntyneen lämpöenergian käyttöä uudelleen. Uusiolämmön hyödyntäminen on näin ollen resurssien viisasta käyttöä ja energian kiertotaloutta. Ylijäämän hyödyntämiseen liittyy olennaisesti varastointi, sillä energian tarpeessa on pohjoisilla leveysasteilla selvää kausivaihtelua. Ylijäämälämpöjen hyödyntäminen ja lämpöenergian kausivarastointi onkin yksi tärkeä osatekijä, jolle sektori-integraatiossa on paikkansa. Lämmön varastoinnin avulla voidaan saavuttaa taloudellista säästöä, kun osa tarvittavasta lämpöenergiasta on saatu aiemmin varastoitua ja voidaan käyttää vähentäen tuotantoa. Erityisesti halutaan luopua fossiilisiin polttoaineisiin perustuvasta lämmön tuotannosta, johon vielä nykyäänkin turvaututaan piikkikulutushetkien säätövoimana.



Kuva 1.
Periaate energian uusiokäytöstä ja kiertotaloudesta.

Tänä päivänä tiedämme, että hukka-, ylijäämä-, ilmais- ja jätelämpöjä sekä erilaisia ympäristölämpöjä syntyy niin paljon, että niiden hyödyntämiseksi tulisi löytää kustannustehokkaimmat tavat. Ylijäämälämpöjen suhteen puhutaan sadoista Terawattitunneista. Teran tarkoittaessa miljoona kertaa miljoonaa kyseessä on iso määrä energiaa. Hyödyntämättä jättäminen ja vastaavan energiamäärän tuottaminen -vaikkakin vain osittain tai uusiutuvia energioita hyödyntäen – on resurssien hukkaamista. Ylijäämä- ja hukkalämpöjen hyödyntämisen prioriteettipyramidissa lämpöenergian kausivarastointi on viimeisenä portaana, mutta silti se tarjoaa varteenotettavan vaihtoehdon energiajärjestelmien tehostamisessa ja päästöjen vähentämisessä. Yritysnäkökulmasta ylijäämälämpöjen hyödyntäminen ja varastointi on miljardien eurojen liiketoimintapotentiaali.

Paljon on ollut esillä myös olemassa olevien lämpöverkkojen lämpötilan madaltaminen ja uusien rakentaminen matalalämpöisiksi, jotta lämpöverkossa pystyttäisiin yhä enemmän hyödyntämään verkon ulkopuolelta saatavia matalalämpöisiä ylijäämälämpöjä. Harvoin ylijäämälämpö tai kausivarastoissa oleva lämpö on lähellä sataa astetta, ja voisi tukea lämpöverkkoa tarvittaessa. Olemassa olevien kaukolämpöverkkojen lämpö perustuu pitkälti polttolaitoksiin. Harva ylijäämälämpökohde pystyy tuottamaan lisäarvoa niin korkean lämpötilan verkkoon. Lämpötilan lasku näissä verkoissa vaatisi verkon kulutuskohteissa eli lukuisissa kiinteistöissä muutoksia. Ollaanko siihen valmiita, millä aikataululla ja kuka maksaa? Ilmastotalkoissa tarvitaan monia toimia, joten miksei tätäkin. Uusille alueille varmasti suunnitellaankin jo valmiiksi matalalämpöisiä kaukolämpöverkkoja, ja niin sanottuja neljännen tai viidennen sukupolven kaukolämpö- ja jäähdytysverkkoja. Niihin pystyy sujuvasti liittämään erilaisia lämmönlähteitä, myös ylijäämälämpöjä.

Erilaiset varastointiteknologiat, joissa hyödynnetään maankamaraa, ovat tuoneet uusia mahdollisuuksia lämpöenergian varastointiin. Maankamaraa voidaan hyödyntää lämmityksen ohella myös tilojen jäähdyttämiseen. Kausivarastoinnista voidaan hyötyä myös energian hinnan vaihdellessa: energian markkinahinnan ollessa alhainen energiakaivojen tai energiapaalujen kautta kannattaa ladata lämpöä maahan. Markkinahinnan noustessa voidaan lämpöä purkaa maasta vähentäen ostoenergian tarvetta.

Lämpöenergian varastoinnin laajamittaisemman hyödyntämisen pullonkauloja ovat yleinen tietämättömyys, suunnitteluosaaminen, kokonaistoimituksen hallinta, asennustyön laadunvarmistus ja dokumentointi. Tietämättömyys lämpövarastoinnin mahdollisuuksista maaperään johtaa valitsemaan perinteisiä tunnetumpia ratkaisuja, joka saattaa hidastaa siirtymistä energiatehokkaampiin ratkaisuihin. Toimitusvarmuuteen liittyvien puutteiden seurauksina voi syntyä tehottomasti toimivia tai lyhytikäisiä ja vika-alttiita järjestelmiä.

Energiamurroksen aiheuttama tarve hyvin kokonaisvaltaiseen systeemiseen uudistumiseen yhdistettynä akuuttiin tarpeeseen taklata maailmanlaajuinen pandemiakriisi nosti esille tarpeen tiivistää yhteistyötä alueen organisaatioiden kesken. Näistä lähtökohdista ja Turku Science Parkin ehdotuksesta käynnistimme työn Varsinais-Suomen energiaosaamisverkoston luomiseksi. Tässä verkostotyössä tulee jatkumaan LÄMPÖÄ-hankkeessa aloitettu työ.

Hukkalämpöjen hyödyntämiseen ja lämpöenergian varastointiin liittyviä EAKR-rahoitteisia hankkeita oli Suomessa käynnissä välillä 2017–2022 kahdeksan. Tämä kertonee aiheen painoarvosta. LÄMPÖÄ-hanke oli Turun ammattikorkeakoulun hanke, jossa tavoitteena oli tuoda lämpöenergian varastointia tunnetuksi. Tässä raportissa kerrotaan EAKR-rahoitteisen LÄMPÖÄ-hankkeen (2017–2020) toimenpiteistä ja tuloksista.

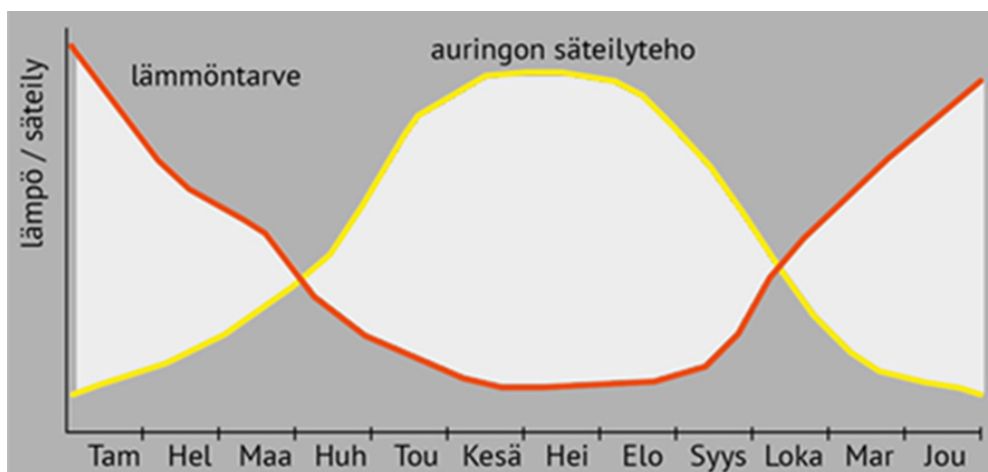
LÄMPÖÄ-hanke

2

2.1 Hankkeen taustaa

Lämpöenergian varastointi oli hankkeen suunnitteluvaiheessa vuonna 2016 varsin tuntematonta Suomessa. Enemmän esillä ja nosteessa oli sähköenergian varastointi ja akkujen kehittäminen sähkön varastoimiseksi. Idea hankkeen toteuttamisesta nousikin Tekes:n vuonna 2016 järjestämässä ”Energian varastointi”-seminaarissa, jossa kaikki esitykset käsittelivät sähkön varastointia, mutta lämmön varastointia ei yksikään. Lämpöenergian varastoinnin tietoisuuden lisäämiselle oli näin ollen tilaa ja sen teeman ympärille Turun AMK valmisti hankehakemuksen Euroopan rakennerahastolle. Myönteinen rahoituspäätös tuli elokuussa 2017 ja LÄMPÖÄ-hanke – Lämpöenergian varastoinnista liiketoimintaa – näki päivänvalon.

Energian varastointi on yksi keskeinen tekijä tulevaisuuden älyverkoissa. Varastoinnin avulla saadaan tasapainotettua energian tuotantoa ja luotua kysynnänjoustoa. Tämä koskee niin lämpö- kuin sähköenergian varastointia. Molempia energian muotoja on ajoittain yli tarpeen ja toisinaan on tarvetta tuottaa lisää. Tuotanto aiheuttaa luonnonvarojen kulumista sekä päästöjä. Näitä voisi vähentää, mikäli suurempi osa tuotetusta energiasta tulisi käytettyä tehokkaammin tai ylijäämä saataisiin varastoitua ja käytettyä myöhemmin. Energian ylijäämää tulisi siirtää ajanjaksoihin, jolloin tuotantoa tarvittaisiin. Ylijäämän hyödyntämisellä ja varastoinnilla ratkaistaisiin energian kohtaanto-ongelmaa. Tällöin päästäisiin vähemmällä energian tuotannolla, säästettäisiin luonnonvaroja ja tuotettaisiin vähemmän päästöjä.



Kuva 2.

Aurinkoenergian saatavuuden ja tarpeen välinen kohtaanto-ongelma, johon kausivarastointi on ratkaisu.

2.1.1 Kausivarastointia kaivataan

Sähköenergian pitkäaikaiseen varastointiin etsitään kuumeisesti keinoja. Lämpöenergian varastointiin niitä jo on, mutta ne eivät ole vielä laajasti tunnettuja, saati sitten käytössä. Pitkäaikaisesta lämpöenergian varastoinnista käytetään nimitystä lämpöenergian kausivarastointi. Termi tarkoittaa, että vuosi jakaantuu lämmön keräyskauteen ja purku-kauteen, jotka ovat molemmat usein kuukausien mittaisia – kesäkautena (~6 kk) lämpöä kerätään varastoon ja lämmityskautena (~6 kk) sitä puretaan varastosta.

Lämpöenergian varastoinnin laajamittaisemman hyödyntämisen pullonkaulana olivat mm. yleinen tietämättömyys aiheesta, suunnittelu- ja tilaajaosaamisen puute, kokonaisu-toimituksen hallinta, asennustyön laadunvarmistus ja dokumentointi. Tietämättömyys lämmön varastoinnista saa rakentajat valitsemaan helposti perinteisiä ja tunnetumpia ratkaisuja. Rakennushankkeen alkuvaiheen valintaprosessista jatkoon selvinnyt uudehko teknologia törmää työmaillakin monenlaisiin esteisiin. LÄMPÖÄ-hankkeen tarkoitus oli avartaa näitä pullonkaloja keräämällä ja levittämällä tietoa.

Teknologian kehittyessä ja uudenlaisten rakentamistapojen yleistyessä tarve tuottaa ajantasaisia ohjeistusta kasvaa. Hankkeen valmistelun aikana selvitettiin Rakennustietosäätiön ja Suomen ympäristökeskuksen SYKE:n laatimien aiheeseen liittyvien oppaiden sisältö ja täydennystarve. Rakennustietosäätiön maalämmitysohjekortti oli päivittämistä vaille eikä energiapaaluista tai lämpöenergian kausivarastoinnista ollut ohjekorttia lainkaan. SYKE:n laatima Lämpökaivo-opas (2009) ja Energiakaivo-opas (2013) olivat

aloittaneet energiakaivoihin liittyvien käytäntöjen yhtenäistämisen. SYKE:n hanketoiminnassa oli myös todettu lisätiedon, koulutuksen, ohjeistuksen ja pitkäaikaisen seurannan tarve energiakaivoille (MaaHyKe-hanke 2015). Lisäksi Suomesta puuttui mittauksiin ja matemaattisiin mallinnuksiin perustuvaa tietoa siitä, miten energiapaalut vaikuttavat maaperän energiapotentiaaliin ja maaperän rakenteeseen pitkällä aikavälillä. Myös kunnissa oli havaittu erilaisia käytäntöjä energiakaivojen osalta ja rakennusvalvonnassa puutteita tiedoissa energiakaivojen suhteen. Kaikkiin puutelistan kohtiin emme aikoneet vaikuttaa, mutta yleistajuisen RT-ohjekortin ja mitoitusohjeita antavan LVI-ohjekortin suhteen kävimme ajatustenvaihtoa Rakennustietosäätiön kanssa. Hankkeen aikana kirjoitettiin lopulta ”Lämpöenergian kausivarastointi” RT-ohjekortti. Ohjeella tavoitetaan laaja-alaisesti rakennusalan toimijoita.

2.1.2 Yrityslähtöinen lähestymistapa

Hanketta suunniteltiin alusta alkaen yrityslähtöisesti. Hankkeeseen osallistuivat toteutusvaiheessa muun muassa Turku Energia Oy, Turun TeknologiaKiinteistöt Oy, YH Kodit Oy, Pohjola Rakennus Oy Länsi-Suomi, Geologian Tutkimuskeskus GTK, paikallisia pk-yrityksiä sekä yksityisiä kotitalouksia. Hankkeessa tuotettujen tietojen levittämiseen osallistui mm. Kiinteistöliitto Varsinais-Suomi ry, Lämmitysenergiayhdistys ry, Rakennustietosäätiö ja Suomen ympäristökeskus, energiayrittäjyys.fi. Hankkeen järjestämissä yleisöseminaareissa oli mukana lukuisia organisaatioita, ja lisäksi hanketta esiteltiin useissa tapahtumissa. Näin tietoa hukkalämpöjen hyödyntämisestä ja lämpöenergian kausivarastoinnista saatiin levitettyä laajalle.

Hankkeen suunnitteluvaiheessa kartoitettiin potentiaalisia pilottikohteita, joista lopulta valikoitui mukaan kolme: Skanssin Tornin asuinrakennus, Turun AMK:n kampusrakennus Kupittaaalla ja omakotitalo Kaarinassa. Kohteiden valinnan yhteydessä oli esille noussut Turun kaupungin tarve kehittää Skanssin alueella uudenlaisia energiatehokkaita ratkaisuja, jotka voitaisiin mahdollisesti yhdistää kaukolämmön kanssa. Skanssin Tornin kohdalle esillä oli ajatus 2-suuntaisesta kaukolämmöstä, ja miten Torniin tuleva lämpövarasto voisi yhdistyä alueen matalalämpökaukolämpöverkon kanssa. Seurantakohteista saatiin hyvää tietoa asennustyön ja eri osapuolten työn yhteensovittamisen haasteista sekä varaston rakentamisen todellisista kustannuksista. Näistä tiedoista ja opeista on ollut hyötyä yritysten kehitystyön varrella.

2.2 Hankkeen rahoitus ja aikataulu

Hanke toteutettiin EAKR-rahoituksella (70 %) ja muulla julkisella rahoituksella (Turun AMK:n omarahoitus 30 %). Kokonaisbudjetti on yhteensä 283 664 € ja toteuttajatahona Turun ammattikorkeakoulu. Hanke kuului Turun AMK:n sisällä Uusi Energia -tutkimusryhmän hankkeisiin.

Alkuperäinen hankeaika oli suunnitelman mukaan 1.4.2017–1.12.2019, mutta syksyllä 2019 esitimme rahoittajalle hankeajan pidentämistä 6 kuukaudella 30.6.2020 asti, jotta saisimme pilottikohteista mittaustuloksia raportoitavaksi.

Keväälle 2020 suunniteltu loppuseminaarin ajankohta vaarantui Korona-epidemian takia ja koska seminaarien tarkoitus oli myös toimia verkostoitumistilaisuuksina, pyysimme rahoittajalta vielä kerran pidennystä hankkeelle vuoden 2020 loppuun, jotta seminaari voitaisiin syksyn puolella järjestää. Valitettavasti loppuseminaaari jouduttiin kuitenkin järjestämään koronatilanteen takia yhä webinaarina, mutta osallistujia saatiin kuitenkin mukaan hyvä määrä. Hanke päättyi lopulta 31.12.2020.

2.3 Hankkeen tavoitteet ja niiden toteutuminen

LÄMPÖÄ-hankkeen tavoitteet nousivat yhteiskunnallisesta tarpeesta saada ja levittää tietoa hukkalämmön hyödyntämisestä ja lämpöenergian kausivarastoinnista. Hanke-suunnitelmaan oli kirjattu seuraavat tavoitteet:

- Tutkimustiedon kerääminen ja levittäminen
- Energiajärjestelmien hyödynnettävyyden lisääminen energiapaalujen ja lämmön varastoinnin avulla
- Pilottikohteiden järjestelmäsennusten tukeminen ja seuranta
- Yhteistyön lisääminen eri toimijoiden välillä

2.3.1 Tutkimustiedon kerääminen ja levittäminen

Tiedonkeruussa lähtökohdat olivat a) teemaan liittyvän kirjallisuustiedon löytäminen ja kokoaminen sekä b) useiden henkilöiden kanssa käytävät keskustelut. Näiden pohjalta tietäisimme mitä muut asiasta tietävät ja kuinka pitkällä asiassa ollaan.

Keskusteluiden ei ollut tarkoitus olla suunnitelmallisia haastatteluita eikä niitä ollut tarkoitus taltioida. Vapaamuotoisia keskusteluja käytiin lopulta paljon enemmän kuin aluksi aavistimmekaan. Keskustelut muodostivat lopulta jatkuvan dialogin. Koko ajan esille nousi uusia kiinnostavia asioita, joihin ”täytyi” löytää vastaus tai selitys. Tiedon

saamiseksi otimme yhteyttä henkilöihin, joiden ajateltiin tietävän asiasta parhaiten, etsimme tietoa netistä ja kyselimme kollegoilta. Niiden pohjalta syntyi näkemys nykytilanteesta. Tiedon levittämisen tavoitteena oli tavoittaa laajasti energia-alan ihmisiä ja, että energiapaaluista ja lämmön varastoinnista saadaan uutta, ajantasaista ja hyödyllistä tietoa erityisesti kohderyhmällemme yrittäjille kehitystyön ja tulevaisuuden suunnittelun tueksi.

Hankkeessa toteutettujen seminaarien ja webinaarien (yhteensä 5 kpl) myötä kohderyhmät saatiin hyvin tavoitettua ja tapahtumiin osallistui hyvin energia-alan parissa työskenteleviä ihmisiä. Seminaareissa saatiin hyvin valotettua alan nykytilaa erityisesti yritysten case-esittelyillä. Myös Turun kaupungin ja elinkeino-yhtiöiden tahtotilaa ja ajatuksia kuultiin siitä, millaista työtä hiilineutraaliuden eteen tullaan tekemään ja millaista polkua jokainen omilla toimillaan rakentaa. Seminaarien kautta syntyi uutta keskustelua, uusia verkostoja ja toivottavasti uusia näkymiä tulevaisuuden hiilineutraalista Suomesta.

Seminaareista saatuja palautteita sekä hanketta arvioivan loppukyselyn palautteita on koottu tämän raportin loppuun (Liite 1 ja liite 2). Raportin lopusta löytyy myös lista tilaisuuksista, joihin osallistuimme LÄMPÖÄ-hankkeen esittelyllä (kohta 4.3). Hankkeessa tuotetut julkaisut mainitaan tässä raportissa ja kirjallisuusosiossa on listattu aihepiiriin muita koti- ja ulkomaisia julkaisuja.

2.3.2 Energiajärjestelmien hyödynnettävyyden lisääminen energiapaalujen ja lämmön varastoinnin avulla

LÄMPÖÄ-hankkeen tavoitteena oli energiajärjestelmien hyödynnettävyyden lisääminen energiapaalujen ja lämmön varastoinnin avulla. Hyödynnettävyyden lisäämisellä oli tarkoitus tukea yritysten liiketoimintamahdollisuuksien kasvamista. Tarkoituksena oli selvittää energian varastoinnin nykytilaa, keille se on jo liiketoimintaa, millaisia tuotteita siihen on olemassa ja mikä pitäisi muuttua, jotta energiapaalujen käyttö ja varastointi lisääntyisivät. Pyrimme osaltamme selvittämään pullonkauloja ja esteitä sekä muokkaamaan toimintaympäristöä ja lisäämään yritysten mahdollisuuksia tuotteiden ja palveluiden kehittämiseen ja kaupallistamiseen kotimaassa ja ulkomailla.

Lämmön varastointi erilaisine teknologioineen oli varsin tuntematonta hankkeen alussa. Ensimmäinen tehtävämme oli tuntea aihepiiri ja tehdä asia tunnetuksi muillekin.

Hankkeen alkuaikoihin esille oli noussut myös tarve tehdä energiaa ymmärrettävämmäksi ja näkyvämmäksi tavallisille ihmisille tarkoittaen ihmisiä, jotka eivät ole energia-alalla töissä. Energiamurroksen yhtenä osa-alueena onkin kuluttajien osallistaminen,

energian tekeminen konkreettisemmaksi ja ehkä jopa hauskaksikin. Energiajärjestelmät ovat usein katseilta piilossa: geoenergiajärjestelmät maan alla, aurinkoenergiajärjestelmät korkealla kattojen päällä ja tekniikka koottu tekniseen tilaan. Niiden toiminnan ymmärtäminen ei ole ollut kaikille tarpeen. Sama pätee yhä, mutta periaatetasolla tuotteiden innovatiivisuuden tai hyötyjen ymmärtäminen on tärkeää, jotta vastustusta uusia järjestelmiä kohtaan voidaan lieventää.

Skanssin Tornista tuotettu animaatio tehtiin nimenomaan ajatuksella tehdä energiaa näkyväksi. Samoin Energia-avata. Näiden mobiililaitteella katsottavien digitaalisten "osallistamisvälineiden" avulla voidaan kätevästi näyttää, mitä hankkeessa on tehty.

Hankkeessa kehitetyn AR-tekniikkaan perustuvan mobiilisovelluksen tavoitteena oli tuoda Skanssin Tornissa toteutetut ratkaisut ja järjestelmän hyödyt näkyväksi. Avoimen sovelluksen tarkoitus oli mahdollistaa sovelluksen jatkokehittäminen ja lisätä digitaali-ratkaisuja tarjoavien yritysten liiketoimintamahdollisuuksia. Avatareista tehdyn tarjouskilpailun voitti CTRL Reality niminen yritys.

Avatar-mobiilisovellus sai kiinnostusta laajemminkin osallistamisen välineenä. Lokakuussa 2020 käynnistynyt H2020 Lighthouse-hanke nimeltä Response tulee hyödyntämään avatar-periaatetta osallistamisen työkaluna sekä Turussa että Dijonissa. Itse sovellusta ei suoranaisesti kehitetä, vaan haetaan osallistettavilta ryhmiltä eli Turun yliopilaskylän asukkailta ideoita miten tällainen AR-hahmo voisi havainnollistaa energiajärjestelmiä tai käyttäytymisen muutosta. Sovellus on tehty avoimella lähdekoodilla ja on ilmaiseksi ladattavissa Google Playsta.

2.3.3 Pilottikohteiden järjestelmäasennusten tukeminen ja seuranta

Asennusohjeistuksen, dokumentaation ja laadunvarmistuksen kehittymisen myötä järjestelmistä saatava kokonaishyöty kasvaa. Myös lupaprosessit helpottuvat, kun järjestelmät yhdenmukaistuvat ja näyttö asianmukaisesta asennustavasta paranee. Tavoitteiden toteutumista mitataan hankkeeseen sisältyvien pilottikohteiden kautta.

LÄMPÖÄ-hankkeen seurantakohteista tehtiin kaikkiaan kolme opinnäytetyötä, jotka dokumentoivat seurantakohteiden asennuksia. Tulevia asennuskohteita varten laadittiin RT-ohjekortti. RT-kortissa päätettiin esittää mm. energian varastoinnin suunnittelu-prosessi ja lupavaiheet kaaviokuvan muodossa. Prosessin vaiheistusta on kokeiltu mm. NCC:n kampus2-hankkeessa keväällä 2021. Pidemmälle suunnitteluprosessia ja mitoitusta kuvaava LVI-ohjekortti olisi myös tarpeellinen laatia.

2.3.4 Yhteistyön lisääminen eri toimijoiden välillä

Hankkeen tavoitteena oli myös edistää yhteistyötä korkeakoulun, kaupunkien ja yritysten välillä. Yhteistyön tiivistämisellä saimme hyödynnettyä tehokkaasti eri organisaatioiden resursseja ja loimme innovatiivisia tki- ja oppimisympäristöjä Skanssiin ja Kupittaaalle niin oppilaitosten toimijoille kuin yrityksille. Hankkeessa tehtiin yhteistyötä muiden Suomessa käynnissä olevien aihepiirin hankkeiden kanssa (kuva alla). Tiivistä yhteistyötä (seminaarijärjestelyitä, julkaisuja ja benchmark-matkoja) tehtiin muun muassa Hukaton, Huima ja Evakot-hankkeen kanssa.

Hukkalämpö EAKR-hankkeet 2017-2022

TURKU AMK

EAKR-hankkeet, joissa hukkalämpö/varastointi fokuksessa ★

1. LÄMPÖÄ-hanke 1.4.2017 – 31.12.2020 (Varsinais-Suomi)
2. Hukaton 1.5.2018 – 31.12.2020 (Uusimaa ja V-S)
3. Hulma 1.9.2018 – 31.8.2020 (Uusimaa ja V-S)
4. Evakot 1.1.2017 – 31.10.2020 (Keski-Pohjanmaa)
5. Hukkaveks 1.1.2020 – 31.12.2021 (Kymenlaakso)
6. Hukkalämmöstä hyötyenergiaa 1.8.2019 – 31.7.2022 (Satakunta)
7. Energiavarastot ja lämpöpumput osana tulevaisuuden energiajärjestelmää 1.6.2019 – 31.5.2022 (Etelä-Karjala)
8. Sustainable energy storage 1.1.2020 – 31.12.2021 (Kymenlaakso)

Logot: Euroopan unionin, Vipuvoimaa EU:lta 2014–2020, Keskisuomalainen, Kymenlaakson maakuntaliiton logo.

Maailman kartta, jossa on merkitty hankkeiden sijaintipaikat Suomessa.

Kuva 3.
EAKR-hankkeet.

Hanke toteutettiin hyvään aikaan, juuri kun yhteiskunnallista keskustelua tarvittiin hukkalämpöjen hyödyntämisestä ja lämpöenergian kausivarastoinnista. Nämä teemat vastasivat osaltaan kaupunkien ja yritysten hiilineutraaliuustoimiin kohdistuviin toimenpidemahdollisuuksiin. Kaukolämpöyhtiöiden osalta hukkalämpökeskustelu toi esille hyödyntämisen teknisiä, taloudellisia ja lainsäädännöllisiä esteitä ja muutostarpeita. Hankkeen loppupuolella keskusteluun tuli vahvasti mukaan sektori-integraation kehittäminen, joka isona ja täsmentymättömänä tulevaisuuden kuvana sekoitti fokusta kiinteistökohtaisesta energiajärjestelmästä, jossa varastointi olisi selkeä joko kyllä- tai eivaihtoehto. Sektori-integraatiossa esille nousi lukuisia eri vaihtoehtoja yhdistää energialähteitä, energian tuottajia ja kuluttajia.

Keskustelun hukkalämmöistä voidaan ehkä sanoa käyneen ylikuumana vuosien 2019 ja 2020 aikana, ja tasaantuneen taas vuonna 2021. Keskustelun hiipumiseen Varsinais-Suomen alueella vaikuttivat todennäköisesti hankkeiden päätyminen ja hankkeiden järjestämien seminaarien loppuminen sekä koronan vaikutus elinkeinoelämään ja elämään yleensä. Joka tapauksessa yleisvaikutelmaksi jäi, että työ hankkeen osalta tuli tehtyä ja vaikutukset näkyvät luultavasti muutamien lähivuosien aikana paremmin.

2.4 Hankkeella tavoiteltu muutos

Hankkeella tavoiteltiin ja saavutettiin seuraavia asioita:

- Yleinen tietoisuuden kasvu
 - o Seminaarit (3 kpl) ja webinaarit (2 kpl)
 - o Tilaisuudet > 30 kpl
 - o Haastattelut
 - o Lehtiartikkelit
 - o Mediainfo
 - o Some-julkaisut
- Tutkimustiedon ja asiantuntijatiedon kerääminen ja jakaminen
 - o Viimeaikaiset tieteelliset julkaisut Euroopassa (koottu kirjallisuusosioon)
 - o Pilottikohteet 3 kpl
 - o Omat julkaisut 3 kpl
 - o Opinnäytetyöt 3 kpl
 - o RT-ohjekortti
 - o Koulutustarpeen kartoitus ja suunnittelu
 - o Työpajat
 - o Yhteydenotot olemassa olevien vastaavien koulutusten tarjoajiin
 - o Webropol-kyselyt
 - o Koulutussuunnitelma
- Uusien digitaalisten ratkaisujen käyttö
 - o Energia-avataar AR- ja VR-tekniikalla toteutettuna
 - o 3D-animaatio Skanssin Tornin energiapaaluratkaisusta
 - o DTS-mittaus lämpövarastosta 2 kpl

LÄMPÖÄ-hankkeen aikana moni asia on muuttunut. Ei pelkästään hankkeen vaikutuksesta vaan maailman muuttuessa. Neljässä vuodessa (2017–2020) lämpöenergian varastointi tuntuu hypänneen ison askeleen eteenpäin. Silti, niin perusasioissa kuin yksityiskohdissa on valtavasti vielä tekemistä. Hankkeen ansiosta tietoisuus lämpöenergian

kausivarastoinnista on kasvanut paljon energia- ja kiinteistöalan ihmisten keskuudessa, mutta avoimia kysymyksiä on kuitenkin paljon. Koska tutkimustietoa on vähän, epäilyksiä järjestelmien toimivuudesta ja hyödyistä ei pystytä uskottavasti kitkemään. Yleinen tietoisuuden kasvu on lisännyt julkista keskustelua aiheesta. Monia erilaisia näkökulmia on noussut esiin, kun julkiseen keskusteluun osallistuu sekä asiantuntijoita että asiaa tuntemattomia. Kaikki keskustelut ja niistä nousseet kysymykset ovat kuitenkin olleet tarpeen. Niihin hanke on voinut osaltaan antaa vastauksia ja edistää tietämystä.

Kehittyvä teknologia vaatii tueksi pilotointia, jotta päästään näkemään käytännön elämän haasteet ja keräämään empiiristä tietoa aiheesta. Energiapaalujen kautta tapahtuvaa lämmön latauksen ja purun aiheuttamaa maaperän lämpötilamuutosta päätettiin hankkeessa monitoroida digitaalisella DTS (distributed temperature sensing) menetelmällä kahdessa kohteessa – Skanssin Tornissa ja Turun AMK:n uudessa kampusrakennuksessa, Educityssä. Vastaavaa tutkimusta energiapaaluista ja savimaan käyttäytymisestä ei ennen tätä hanketta ollut aikaisemmin tehty Suomessa. Skanssin Tornissa tähän oli lopulta mahdollisuus. Kampuksen alle jouduttiin toteuttamaan energiapaaluista poiketen porakaivovarassto kallioon. Kalliovaraston monitorointi ja tutkimus eivät ole Suomessa ainutlaatuisia, vaikka niitäkin kohteita kaivataan lisää. Mittaustiedon perusteella voitaisiin mallintaa energian riittävyttä ja energiapaalujen lämpötilavaikutusta maaperään ja siten kehittää energiapaalujen luotettavaa mitoituslaskentaa tulevia käyttökohteita varten. Myös osaamisen lisääminen tutkimuskohteiden kautta esimerkiksi diplomi- ja opinnäytetöinä tulisi mahdolliseksi ja toisi lisää osaajia alan pariin tulevina vuosina.



Kuva 4.

DTS-mittausta varten kuitukaapelia asennetaan Skanssin Tornin perustuspaalujen sisään. Kaapeli on kiinni lämmönsiirtoputkessa.

Geologian tutkimuskeskuksen kanssa käytiin jo hankkeen valmisteluvaiheessa keskusteluja, miten maaperän lämpötilaa pystyttäisiin monitoroimaan luotettavasti pitkän aikaa. Omana investointihankkeena toteutettiin DTS-mittalaitteen hankinta ja samalla hankittiin kuitukaapelia lämpötilamittauksia varten. Hankkeen päättyessä kuitukaapelit oli asennettu Skanssin Tornin ja kampusrakennuksen alle, ja DTS-laitteen käyttöön oli pidetty koulutus. Seuranta päästiin aloittamaan hankkeen viimeisten kuukausien aikana ja se jatkuu tulevina vuosina.

LÄMPÖÄ-hankkeessa haluttiin myös selvittää lämpöenergian varastoinnin koulutustarvetta. Maaperään varastointi vaatii energia-alan osaamisen lisäksi hydrogeologian tuntemusta. Kenellä on kiinnostusta ja tarvetta ja ketkä voisivat koulutusta antaa? Varsinais-Suomessa ei järjestetä esimerkiksi energiapaaluja kattavaa energiasuunnittelijan koulutusta. LÄMPÖÄ-hankkeen kokemuksia hyödynnettiin koulutuksen kehittämisessä.

2.5 Hankkeen ohjausryhmä

Rahoituspäätoksen edellyttämällä tavalla hankkeelle asetettiin ohjausryhmä, joka koontui säännöllisesti pari kertaa vuodessa. Hankkeen budjettiin ja toteutusajankohtaan liittyviä muutoksia käsiteltiin sähköpostikokousin, mutta muutoin kokoonnuttii kokoustamaan ensin fyysisesti ja myöhemmin etäyhteyksin yhteensä 6 kertaa.

Ohjausryhmän tavoitteena oli toimia asiantuntijatukena hankkeelle, seurata hankesuunnitelman toteutumista sekä tarvittaessa suunnata toimenpiteitä uudelleen. Tavoitteena oli myös tukea hankkeen tulosten levittämistä ja juurruttamista.

Hankkeen ohjausryhmän kokoonpano oli seuraava: Juha Kääriä, Turku AMK (puheenjohtaja) - Christer Nyman, Soleco Oy (varapuheenjohtaja) - Jouko Lehtonen, Turku AMK - Aleksis Klap, Varsinais-Suomen Liitto - Lotta Lyytikäinen, Turku Energia Oy - Sauli Maanpää, SM Maanpää Oy -Timo Sivula, Heliostorage.

2.5.1 Johdon katselmus -työkalu

Ohjausryhmän työskentelyä ohjaavaksi työkaluksi valittiin Johdon katselmus työkalu, jonka avulla projektipäällikkö saisi parhaan avun ohjausryhmätyöskentelystä. Idea on, että projektipäällikkö esittelee 20 minuuttia asiaansa, jonka aikana häntä ei saa keskeyttää muuta kuin pienin tarkentavin kysymyksiin. Ohjausryhmälle on jaettu lomake, johon kirjataan esityksen aikana esiin nousseet kysymykset datasta ja logiikasta, annetaan positiivista palautetta ja parannusehdotuksia, jotka käydään vuoron perään esityksen jälkeen läpi. Työkalun käyttö osoittautui hyväksi tavaksi saada ja antaa palautetta hankkeen etenemisestä.

2.6 Hankkeen kohderyhmät

Hankkeen ensisijaisena kohderyhmänä olivat varsinaissuomalaiset yritykset, joilla oli jo aurinko- tai geoenergiaan liittyvää liiketoimintaa tai jotka suunnittelivat aloittavansa sellaista. Hankkeen välillistä kohderyhmää olivat rakennusliikkeet, kiinteistösijoitusyhtiöt ja energiayhtiöt. Toinen välillinen kohderyhmä olivat kuntien lupaviranomaiset, jotka päättävät aurinko- ja maalämpöjärjestelmien asennusten vaatimista rakennus- ja toimenpideluvista. Kolmas välillinen kohderyhmä olivat lämpöjärjestelmiin investoivat pientaloasukkaat.

2.7 Hankkeen toimenpiteet

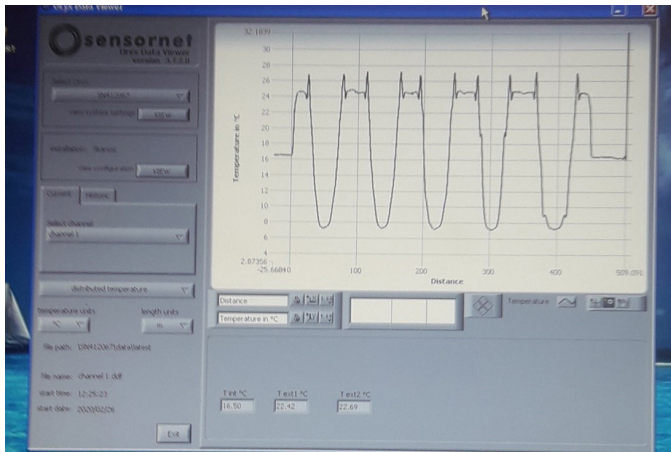
LÄMPÖÄ-hankkeen tavoitteena oli tuottaa sekä teoreettista tietoa että pitkältä ajalta kokemukseräistä tietoa energian varastoinnista energiapaaluihin tai porareikäkenttiin. Energian varastointia voidaan hyödyntää niin olemassa olevassa rakennuskannassa kuin uudisrakentamisessa. Avointa tietoa tuottamalla saadaan energian varastoinnin osuus nousemaan ja järjestelmien tuotto paranemaan. Konkreettisten pilottikohteiden kokemusten ja koulutuksen kautta yritykset voivat jatkossa parantaa omaa kilpailukykyään.

Hankkeessa toteutettiin viisi eri toimenpidettä.

2.7.1 Toimenpide 1: Pilottiekosysteemien valmistelu, seuranta, dokumentointi ja analysointi.

Pilottikohteiden avulla kehitettiin teknistä dokumentaatiota ja tuotettiin tietoa järjestelmien lämpökäyttäytymisestä. Tuotoksena syntyi avointa dataa ja järjestelmä maaperän lämpötilatietojen kokoamiseksi.

LÄMPÖÄ-investointihankkeella hankittiin DTS-mittausjärjestelmä Skanssin Torniin ja Turun AMK:n kampuksen energiakaivoihin. Molemmista kohteista kerätään vielä lämpötiladataa vuosia eteenpäin, jotta voidaan analysoida maaperän lämpötilan muutoksia ja lämmön latauksen hyötyjä suhteessa kiinteistön energiankulutukseen.



Kuva 5.
DTS-mittauksesta saatua lämpötilatietoa Skanssin Tornista.

LÄMPÖÄ-hankkeessa tavoiteltiin energijärjestelmien hyödynnettävyyden lisäämistä energiapaalujen ja lämmön varastoinnin avulla. Hyödynnettävyyden lisääntyminen tukee puolestaan yritysten liiketoimintamahdollisuuksien kasvamista. Tavoitteiden toteutumisen mittaamiseksi hankkeeseen valittiin kolme erilaista pilottikohdetta:

- 1) Skanssin Torni – uusi asuinkerrostalo Skanssin alueella Turussa,
- 2) Turun AMK:n uusi kampusrakennus Turun Kupittaaalla ja
- 3) Yksityinen 0-energia omakotitalo Kaarinassa.

Skanssin Torni seurantakohteena

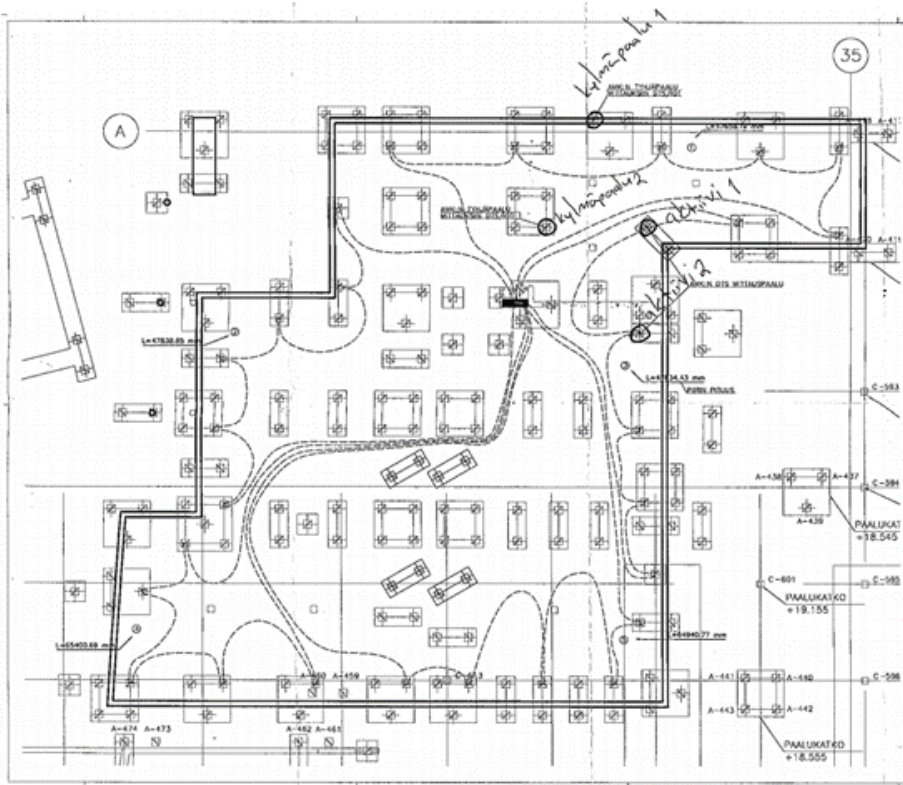
Skanssin Torni kohosi kevään 2019 aikana Skanssinkatu 22:een, Turun Skanssin uuden asuinalueen ytimeen. 10-kerroksissa talossa on yhteensä 71 vuokra-asuntoa 28,5 m² yksioista 65,5 m² kolmen huoneen koteihin. Pohjola-Rakennus Oy:n rakentama rakennus luovutettiin rakennuttajalle YH Kodit Oy:lle 26.4.2019.



Kuva 6.

10-kerroksinen Skanssin Torni-asuinrakennus.

Skanssin Torni on yksi Turun kaupungin energiatehokkuuden referenssikohde sekä ilmastostrategian toteuttamista konkreettisesti esittelevä kohde. Siitä on laadittu Secap-kortti (SECAP, Sustainable Energy and Climate Action Plan), johon on kirjattu kohteen energiajärjestelmän rakentamiskustannukset, energiankulutuksen laskennalliset tiedot ja oleelliset kommentit toteutukseen vaikuttaneista tekijöistä. Myös LÄMPÖÄ-hankkeesta tehtiin Secap-kortti Turun kaupungin ilmastointitoimien listalle. Skanssin Torni oli ARA-kohde, jossa investoinnit oli rajattu. Hieman suuremmalla investoinnilla olisi säävutettu suurempia energiasäästöjä elinkaaren aikana.



Kuva 7.

Skanssin Tornin paalukartta, jossa näkyvät energiapaalut ja niiden välillä kulkevat keräinputket.



Kuva 8.

DTS-mittauksen tuloste, jossa lämpötila-asteikko vasemmalla ja alla kaapelin pituus, josta sijainti päätellään.

Kokonaispaalumäärä rakennuksen alla on 196 kpl, joista 28 kpl kantavaa paalua on energiakäytössä. Lämpötilaseurannan piirissä on 2 energiapaalua ja 2 tavallista paalua. Lämpötiladata kulkee valokuidussa ja datan rekisteröintiä varten hankittiin DTS-loggeri.

Rakennuksen energiaratkaisusta tehtiin 3D-animaatio sekä AR- ja VR-tekniikalla toteutettu Energia-avatar, joka esittelee kohteen energiaratkaisuja ja ohjaa järkevään energian käyttöön.

Opittavaa

Skanssin Tornin valmistuttua yhdessä keruupiirissä havaittiin vuoto ja vuotava piiri jouduttiin sulkemaan. Keruuputkien asennuksessa ei ollut huomioitu alapohjan alla olevan maan painumista ajan saatossa. Rakennuksen ollessa paalutettu kaikki alapohjan alle tulevat putkivedot olisi pitänyt kannakoida alapohjalaatasta, jotta ne eivät olisi painuneet maan painumisen mukana. Näin ei ollut ilmeisesti tehty. Tästä syystä putket olivat päässeet painumaan ja notkahtamaan alapohjavedoissa. Vuoto ilmeni ensin yhdessä piirissä ja sitten toisessa. Vuotoja on ollut vaikea paikantaa, sillä osa mutkista on niin jyrkkiä, ettei niistä pääse kameralla eteenpäin. Asiasta käytiin rakennuttajan kanssa keskustelua ja he päätyivät sulkemaan piirit ja porauttamaan rakennuksen viereen matalan energiakaivon, jolla korvataan paalujen kautta menetetty energia. Tilannetta pidettiin suunnittelutoimiston virheenä.

Pilottikohteista laadittiin kaikkiaan kolme opinnäytetyötä, jotka kuvaavat toteutettuja ja järjestelmiä joko rakennus- tai energiatekniikan näkökulmasta. Kaksi työtä käsitteli Skanssin Tornia ja yksi Turun AMK:n uutta kampusrakennusta.

Opinnäytetyö: Lämpöenergian varastointi Skanssin Tornissa – Energiapaalujen käyttö lämmönvarastoinnissa

Arto Tahvanainen teki opinnäytetyön Skanssin Tornin energian varastoinnista Turun ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelmassa. Opinnäytteessä kuvataan erityisesti energiapaaluja lämpöenergian varastointitekniikkana, käytettävän tekniikan valintaperusteita, projektin kannattavuutta, sekä energiapaalujärjestelmän toteuttamista Skanssin Tornin kohdalla.

Opinnäytetyö: Energiapaalutus Skanssin tornissa

Maksim Susi on tarkastellut Turun ammattikorkeakoulun rakennustekniikan koulutusohjelmaan tehdyssä opinnäytetyössään ”Energiapaalutus Skanssin tornissa” etenkin edellytyksiä perinteisestä paalutuksesta siirtymisestä energiapaalutukseen. Selvitystyötä on tehty teemahaastattelujen ja kirjallisuuteen perustuen. Työssä on myös esitetty lyhyt

katsaus energiapaalujen optimoinnista. Työssä on aluksi käyty lävitse kattavasti paalutuksen perusteet ja tämän jälkeen kerrotaan paalutuksesta energiapaalutukseen siirtymisen edellytyksistä ja näkökohdista sekä tuodaan esille kokemuksia Skanssin Tornin hankkeesta.

Turun AMK:n uusi kampus – EduCity

EduCity sijaitsee keskeisellä paikalla Turun Kupittaaan kampuksella osoitteessa Joukahaisenkatu 7. Se on suunniteltu ja rakennettu Turun ammattikorkeakouluyhteisölle toteuttamaan AMK:n strategiaa ja visiota. Yhteiskäyttöisten oppimistilojen lisäksi EduCityssä on laboratorio- ja erityistiloja, henkilöstön työympäristö ja sisäisten palveluiden keskittymä Service Centre.

EduCity on rakennettu ympäristösertifikaatti LEED:n korkeimman Platina-tason mukaisesti, minimoiden kaiken rakentamisesta ja kiinteistön ylläpidosta aiheutuvan haitan. Matalan energiankulutuksen, hyvän saavutettavuuden ja kestäväen kehityksen mukaisten suunnitteluratkaisujen lisäksi EduCityn ympäristöjalanjälkeä pienentävät muun muassa katolle asennettavat aurinkopaneelit sekä hiilinieluina toimivat maksaruoholla katetut terassit.

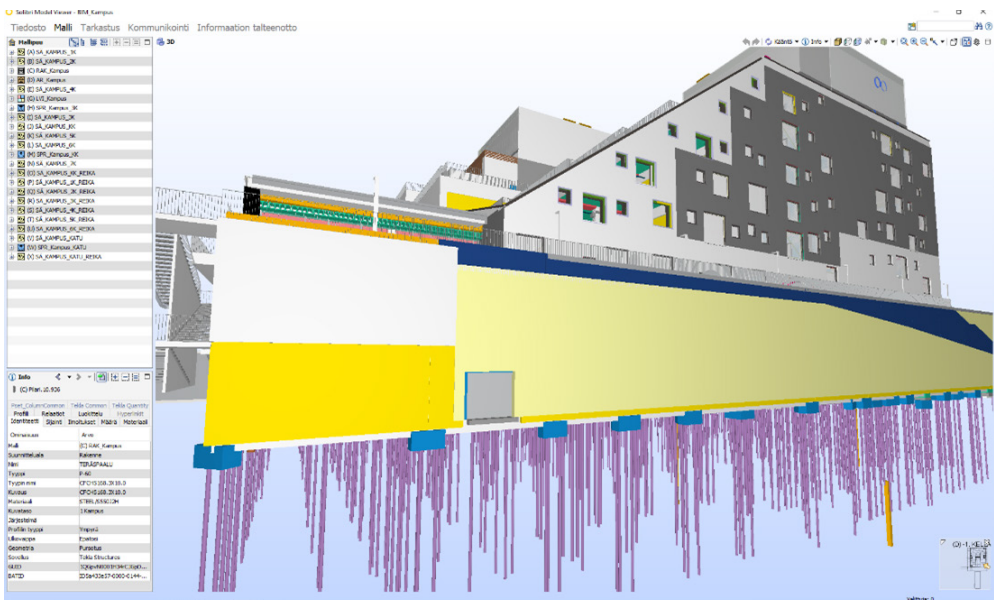
Rakennus otettiin käyttöön neljä kuukautta myöhässä alkuperäisestä aikataulusta elokuussa 2020. Rakennuttajana toimi Turun TeknologiaKiinteistöt Oy ja rakentajana YIT Oyj.

Turun AMK esitti 70 kpl 30 metrisiä lämpökaivoja rakennuksen alle, jolloin hukkalämmöt olisi saatu kattavammin varastoitua ja hyödynnettyä. Rakennusprojekti oli kuitenkin jo liian pitkällä, jolloin hankesuunnitelman muutos ja varaston toteutus olisi aiheuttanut lisäkustannuksia ja olisi vaarantanut rakennusprojektin aikataulun. Hankesuunnitelmaan oli kirjattu pienimuotoinen lämpövarasto, ja se toteutettiin.

Nyt rakennuksen alla on kolme lämpökaivoa, joiden syvyydet ovat 150 m, 200 m ja 250 m. Kaivoissa oleviin keräimiin asennettiin valokuitukaapeli lämpötilan mittaamiseen ja seurantaan. Lämpökaivot kytkeytyvät dynamometriin ja ahtoilmajäähdetyksen piiriin. Lämpöä käytetään varastosta iv:n ja käyttöveden esilämmitykseen.

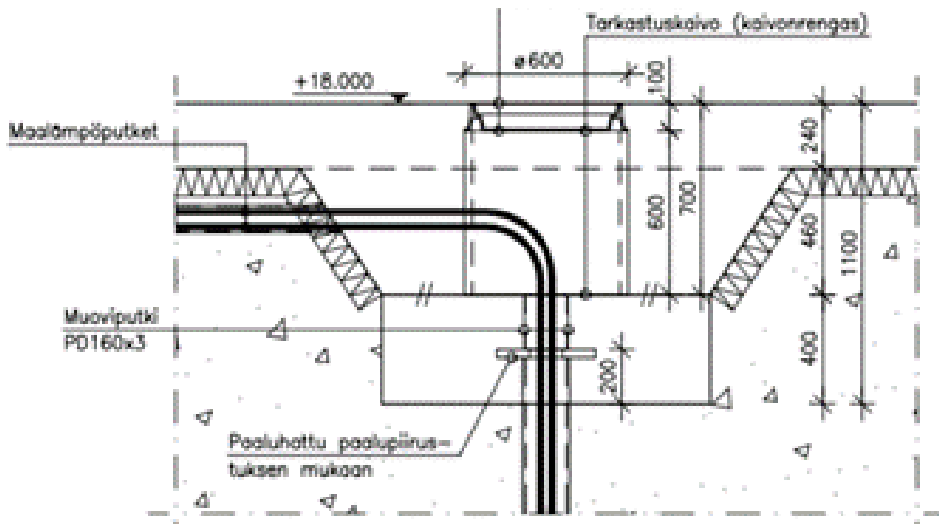


Kuva 9.
Arkkitehdin 3D-luonnos Educitystä
(taaimmainen viherkattoinen rakennus).



Kuva 10.

Educityn alla on kaikkiaan 700 paalua. Varastointi pelkästään niiden kautta ei kuitenkaan ollut mahdollista pohjaveden virtausten takia.



Kuva 11.

Suunnitelma energiapaalun tarkastusmahdollisuuden ja mittauskaapeleiden asennusten toteuttamiseksi.



Kuva 12.
DTS-kaapelit valmiina asennettavaksi
Educityn energiakaivoihin.



Kuvat 13 ja 14.
Energiakaivot ovat tarkastuskansien alla alimmassa kerroksessa Educityn pysäköintihallissa.

Opinnäytetyö: Turun ammattikorkeakoulun uuden kampuksen energiapaalukaivot

Jussi Hämäläisen opinnäytetyössä Turun ammattikorkeakoulun uuden kampuksen energiapaalukaivot selvitettiin lämmön maaperävarastoinnin rakennusteknisiä mahdollisuuksia Turun AMK:n tulevaan kampusrakennukseen, siihen vaikuttavia ominaisuuksia ja mitoitettiin energiapaalujärjestelmä kuvitteelliseen kohteeseen.



Kuva 15.

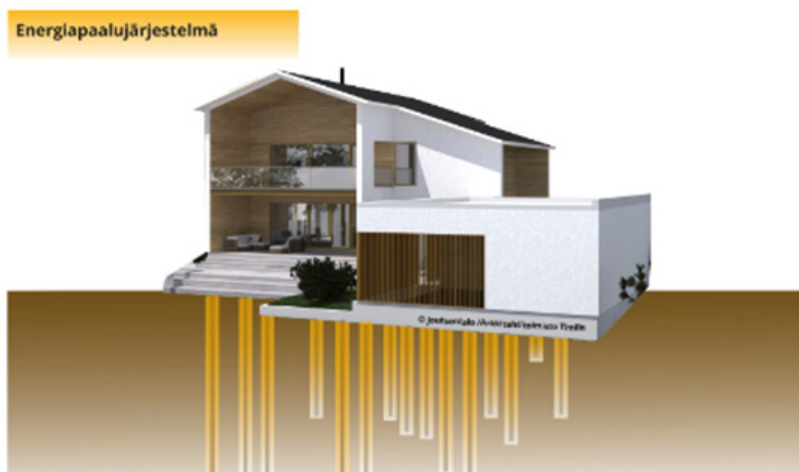
Educityn rakennustyömaa 13. helmikuuta 2019 nettikameran kautta nähtynä.

Kaarinan 0-energiatalo seurantakohteena

Hankkeen kolmantena seurantakohteena oli yksityisperheen rakennuttama 0-energia-omakotitalo Kaarinassa. Rakennukselle haettiin Joutsenmerkki-sertifikaatti, joka voidaan myöntää kohteille, jotka täyttävät tiukat ympäristökriteerit. Kaksikerroksisessa talossa on 205 asuinneliötä ja aurinkoenergiaa hyödynnetään lämmön- ja sähköntuotannossa aurinkopaneelien sekä -keräinten avulla. Rakennuksessa on 16 kpl energiapaaluja, joiden pituus on n. 5 metriä. Energiapaaluilla ladataan aurinkokeräinten ylijäämälämpö maahan. Lämmityskaudella lämpöä hyödynnetään suoraan lattialämmitykseen. Tontilla on myös 200 metriä maapiiriä.

Kaarinan kohde otettiin käyttöön heinäkuussa 2018 ja rakennuksen alapohjaan on asennettu seurantajärjestelmä. Seurantajärjestelmän käytöstä on laadittu myös erilliset ohjeet. Maaperän lämpötilan vaihteluiden seurantaan hankittiin tähän kohteeseen Pietiko Oy:ltä sensorit ja ohjelmisto.

Energia- ja ilmanvaihtojärjestelmä on tässä kohteessa turhan monimutkainen ja vaikeaselkoinen, jotta pystyisi arvioimaan energiapaalujen ja varastoinnin merkitystä energiankulutuksessa. Monimutkaisuus näkyi rakennustyön varrella suunnittelun ja asennuksen yhteensovittamisessa. Järjestelmän monet komponentit ja monimutkaisuus aiheuttivat tulkinnan vaikeuden, ja asentajat olivat usein yhteydessä eri osuuksien suunnittelijoihin. Vastaavaa tapahtuu omakotitalojen kokoluokassa harvoin, ja voidaankin sanoa, että tämä kohde on energiajärjestelmältään poikkeava sisältäen monia osajärjestelmiä. Energiapaalujärjestelmiä on kuitenkin jonkin verran rakennettu pientaloihin. Yksinkertaiset järjestelmät ovat tarpeen – niin käyttäjien kuin laitteita asentavien ja huoltavien näkökulmasta. Paaluihin asennettavat keräinputkistot ovat tee-se-itse –rakentajallekin helppo asentaa, samoin maapiiri. Kun tarkastelukohteessamme näihin vielä liittyy tumma kattopelti lämpimän ilman keräimenä yhdistettynä ilmanvaihtoon ja aurinkopaneelit, tekniseen tilaan tulee melkoinen määrä putkea ja piuhaa, jotka kytkeä oikein yhteen.



Kuva 16.

Kaarinan 0-energiatalon paalut toimivat aurinkolämmön varastoinnissa. (Kuva: NollaE)

Aurinkolämmön varastointi maahan lämpökaivojen tai -paalujen välityksellä mahdollistaa kesäajan ylituotannon hyödyntämisen myöhemmin lämpöpumpun avulla rakennuksessa tilojen ja käyttöveden lämmittämiseen. Karkeasti arvioiden noin puolet maahan varastoidusta lämmöstä saadaan takaisin.

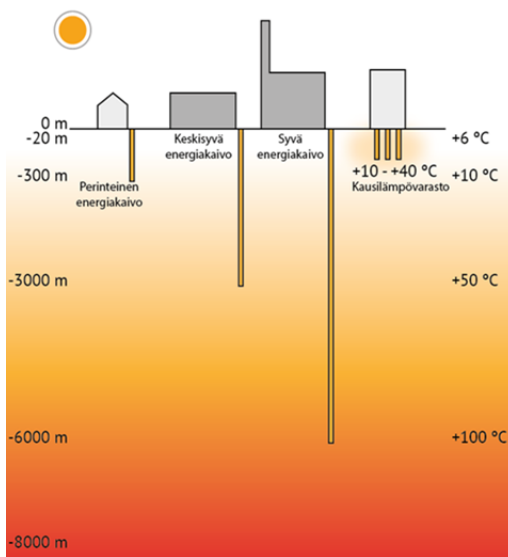
2.7.2 Toimenpide 2: Lämpöenergian varastoinnin koulutuksen suunnittelu

Toimenpiteen tavoitteena oli luoda koulutussuunnitelma lämpöenergian varastoinnin suunnittelu- ja toteutusosaamisen sekä laadunvarmistuksen kehittämiseen. Koulutusta kehittämällä pyritään parantamaan energiasuunnitteluosaamista ja ehkäisemään asennuksilla aiheutetut riskit. Toimenpiteen tuloksena syntyi suunnitelma energian varastoinnin koulutuksesta. Koulutustarpeen selvittelyssä keskeinen havainto oli, että kentälle tarvitaan yhdistelmäosaamista. Koulutuksen tulisi siis yhdistää olemassa olevia geo-, rakennus-, LVI- ja energiatekniikan luentoja, ja liittää niihin viimeaikaisimpia tietoja varastoinnista.

Koulutuksen tarve lämpöenergian varastoinnille on ilmeinen. Keskusteluja varastoinnin koulutuksen kehittämistä ja osaaminen lisäämisestä käytiin mm. Motivan ja Turun kiertotalouskeskuksen kanssa sekä Turun rakennusvalvonnan LVI-tiimin kanssa. Keskustelujen pohjalta mietittiin erilaisia vaihtoehtoja koulutuksen käynnistämiseksi ja tilanekartoitusta varten oltiin yhteydessä mm. Finnish Green Building Counciliin, Sykliin ja Valoniaan. Meneillään olevia täydennyskoulutus- ym kurssseja järjestettiin LÄMPÖÄ-hankkeen aikana mm. HAMK:ssa (Monitaitoinen rakennuksen energiasuunnittelija ja Rakennuksen energiaosaaja-koulutukset).

Yliopistotasolla energian varastoinnin koulutusta oli tullut tarjolle muutamiakin toteutuksia. Keväällä 2020 Aalto-yliopistolla käynnistyi Thermal Energy Storages-opintojakso <https://mycourses.aalto.fi/course/view.php?id=23863§ion=3>. Aalto-yliopisto, Instituto Superior Técnico Lisbon ja Politecnico di Torino ovat luoneet energian varastoinnin DI-tutkintoon johtavan koulutuksen: <https://www.aalto.fi/fi/koulutustarjonta/masters-programme-in-energy-storage-eit-innoenergy> Vaasan yliopistolla oli tarjolla keväällä 2021 Seasonal Energy Storage and Conversion Technologies 5 cr. Opintojakso järjestetään näillä näkymin joka toinen vuosi.

Koulutuksen suuntaviivoja kartoitettiin seminaarien yhteydessä järjestetyissä työpajoissa sekä erilaisin kyselyin. Viimeisin Webropol-kysely Lämpöenergian varastoinnin koulutustarpeen selvittämiseksi lähetettiin keväällä 2020 LÄMPÖÄ-hankkeen yhteystietolistan henkilöille. Vastauksia tuli 50 kpl. Näistä oli hyvin nähtävissä kentän koulutustarve. Kyselyn tietojen perusteella koulutuspäivälle luotiin muutama vaihtoehtoinen toteutustapa, sisällöt ja puhujat. Koulutusta voisi tarjota esimerkiksi Turun AMK:n palvelutoimintana.



Kuva 17.

Luonnos Hukkalämpöjen varastoinnin koulutuksesta suunnattuna yrityksille.

Hukkalämmöt ja varastointi –koulutus (1 pv)

Webinaari tai seminaarityyppinen

Koulutuksen sisältö (Draft)

Lämpöenergian kausivaroituksen periaatteet (1h)

- Tulevaisuuden energia- ja dataverkko
- Miksi varastoida? Mitä hyötyjä lämmön varastointi tuo?
- Geoenergian boostaus ylijäämälämmöllä
- Kaukolämmön kehitys

Varastointityypit (1h)

- A-, B-, C- ja D-TES, PCM, altaat, säiliöt [jne](#)
- Toimintaperiaatteet
- RT-ohjekortti
- Case-kohteita

Suunnitteluohjelmistot (1h + oma päivä)

- Eri ohjelmistot (Comsol, TRNSys, EED, Ica Ice, Solid works)
- Soveltuvuus maaperäsimulaatioihin (ja käyttö. Oma päivänsä)

Geologisten olosuhteiden vaikutus varastoon (1h)

- Erilaiset maaperät, pohavesi, hyödyt ja haasteet
- Maaperäalueet Suomessa ja soveltuvuus varastointiin

Uudet teknologiat (1h)

- Lämpöpumput
- ORC
- Mitä tulossa, mikä tukee varastoinnin kehitystä?

Toiveita koulutuksen sisällölle (vastauksia >50):

	Vastaukset
Y	Varastotyyppi, maalajien ja kallioperän potentiaali, toimintaperiaatteet, kustannukset ja energiatuotto
Y	Maalajien "todellinen" vaikutus. Kaivataan eräänlaista "Maaperä-atlasta" tuulivoiman tapaan. GTK ei ole kaiketi luonut sellaista yleiseen jakoon, kaupalliseen ehkä.
Y	Konseptisuunnittelu ja kannattavuuslaskenta investointipäätöstä varten.
Y	Yksinkertainen järjestelmä joka voi tuottaa lämpöä, sekä pytyy lataamaan lämmön takaisin lämmityskautta varten.
Y	Korkealämpöisten lämpövarastojen vaikutusta maaperän kosteuteen esimerkiksi saviakkuun. Esimerkki toriparkki: Miten savi käyttäytyy jos sitä lämmitetään yli 60c lämpötiloihin? Mitä muita riskejä. Muuten homma hallussa. Koulutus olisi kyllä tarpeen, mutta alalla ei taida kovin montaa osajaa olla..
Y	Käytettävissä olevat suunnitteluohjelmistot ja niiden käyttö, varastojen toimintaperiaatteet ja tyypit, geologisten olosuhteiden vaikutus varastoon
Y	Varastotyyppi, varastointitavat.
Y	maalajit ja toimintaperiaatteet sekä kustannukset
Y	Isot kausivarastot ja maalämpöreitit kiinnostavat.
Y	Kalkki

Kuva 18.

Koulutustarvekyselyn vastauksia kysyttäessä toiveita koulutuksen sisällölle.

2.7.3 Toimenpide 3: RT-ohjeen laatiminen

Hankkeen tuotoksena luotiin uusi RT-ohjekortti vastaamaan nykytietämystä ja -tekniikkaa lämpöenergian kausivarastoinnista. RT-kortin valmistelua valvoi Rakennustieto Oy:n nimeämä ohjausryhmä. Toimenpiteen tuloksena julkaistiin Suomen olosuhteisiin ja rakentamismääräyksiin sovitettu RT Lämpöenergian kausivarastointi RT-103137.

RT[®]

RT 103137

OHJEKORTTI
tammikuu 2020
1 (12)

LÄMPÖENERGIAN KAUSIVARASTOINTI

Tässä ohjeessa esitetään hukkalämpökuormien hyödyntämisen sekä lämpöenergian kausivarastoinnin suunnittelun ja toteutuksen periaatteet. Ohje on suunnattu rakennushankkeeseen ryhtyville ja hanke- tai esisuunnitteluvaiheesta vastaaville tahoille.

Kuva 19.

Uusi RT-ohjekortti tuotettiin LÄMPÖÄ-hankkeen aikana ja julkaistiin tammikuussa 2020.

RT-kortisto on Rakennustietosäätiön omistaman Rakennustieto Oy:n ja julkaisema rakennusalan tietopalvelu ja laatujärjestelmä kestävään rakentamiseen. Koska kortistosta ei löytynyt ohjetta lämmön varastointiin tai energiapaaluihin, Rakennustietosäätiön myötävaikutuksella uutta kausienergiaa koskevaa RT-korttia varten perustettiin toimikunta (TK393), johon kuului Rauli Lautkankare (puheenjohtaja) ja Juha Kääriä Turun ammattikorkeakoulusta, Birgitta Martinkauppi Vaasan yliopistosta, Nikolas Salomaa NollaE Oy:stä, Timo Sivula Heliostorage Oy:stä, Teppo Arola Geologian tutkimuskeskuksesta, Pekka Tuominen Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:stä, Ilkka Toijala Fortum Power and Heat Oy:stä sekä Jussi Klemola (sihteeri 31.7.2019 asti) ja Marko Pulliainen (sihteeri 1.8.2019 lähtien) Rakennustieto Oy:stä.

Ohjeessa esitetään hukkalämpökuormien hyödyntämisen sekä lämpöenergian kausivarastoinnin suunnittelun ja toteutuksen periaatteet. Ohje on suunnattu rakennushankkeeseen ryhtyville ja hanke- tai esisuunnitteluvaiheesta vastaaville tahoille.

RT-kortin kirjoitusprosessi

Heti LÄMPÖÄ-hankeen alkumetreillä syksyllä 2017, otettiin yhteyttä Rakennustietosäätiöön ja alettiin kartoittaa mahdollisia sisällöntuottajia asiantuntijaryhmäksi ohjaamaan kortin sisältöä oikeaan suuntaan. Toimikunta kokoontui ensimmäisen kerran syyskuussa 2018, jolloin kortin sisällysluettelon luonnosta päästiin jo kommentoimaan ja varsinaisen kirjoitustyö pääsi alkuun.

Ohjekortin kirjoittamisen aloittamista viivytettiin useaan kertaan, sillä alkuun tietoa varastoinnista ei ollut tai löytynyt juuri lainkaan. Vaihtoehtona olisi ollut kirjoittaa esimerkiksi varsin yksityiskohtaisesti vain energiapaaluista, mutta se olisi ollut turhan yksipuolista ja sulkenut monia energiakaivosovelluksia pois. Toimikunta lopulta päätti esitellä RT-ohjeessa laajasti erilaisia lämpöenergian kausivarastointiin sopivia teknologioita, jotta asiasta kiinnostuneet saisivat hyvän yleiskuvan vaihtoehdoista ja tietoisuus muistakin varastointiteknologioista kuin pelkästään tämän hetken tyypillisimmistä vaihtoehdoista – porareijistä kalliooperässä ja energiapaaluista savimaissa - kasvaisi.

Hukkalämpöjen hyödyntäminen ja lämmön varastointi alkoi myös saada huomiota eri puolilla Eurooppaa ja erilaisia raportteja ja tieteellisiä julkaisuja alkoi vihdoinkin löytyä useampia. Näitä on esitetty RT-ohjeen ja tämän julkaisun kirjallisuusosiossa. Näiden julkaisujen perusteella syntyi käsitystä siitä, millä tasolla kehitystä tapahtui Euroopassa ja miten me Suomessa siihen asemoiduimme.

Yleinen varastoinnin kehitys Euroopassa ja julkaisujen ilmestyminen auttoivatkin ohjekortin kirjoitustyön käynnistymisessä ja vaikutti lopulta sisältöön merkittävästi. Esimerkiksi pohjavesilämpövarastot (Aquifer Thermal Energy Storage ts. ATES varastot) voisivat olla hyvinkin sopiva ratkaisu Suomessa harjualueiden rakennuskannan energiantuotannossa, mutta Suomessa näitä ei ole totuttu vielä tekemään. Ruotsissa vastaavia on parisentoja, Hollannissa 3000. Suomessa on nyt aluillaan yksi ATES-hanke.

Matkan varrella RT-ohjeeseen tuli paljon tarkennuksia ja lisäyksiä. Muun muassa kuvitusta tehtiin kaikista eri teknologioista, jotta ohjeen lukija ymmärtäisi periaatetasolla järjestelmien toiminnan ja niiden erot. Lopulta RT-ohje hyväksyttiin toimikunnassa ja se lähetettiin lausuntokierrokselle Rakennustietosäätiön ja LÄMPÖÄ-hankkeen jakelulistoilta asiantuntijoiden kommentointia varten.

Valmis RT-kortti julkaistiin tammikuussa 2020, joten koko prosessiin meni aikaa noin kaksi vuotta.

Ohje on ladattavissa <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103137>

RT-kortissa sanottua

Lämpöenergian varastoinnin kannalta kasvavina kehityssuuntina voidaan nähdä älykkäiden ratkaisujen tarjoamat mahdollisuudet, kiinnostus ylijäämälämpöjen hyödyntämiseen ja varastoinnin skaalautuvuus niin matalan lämpötilan pien- tai kerrostalokohteisiin kuin korkean lämpötilan teollisuuskohteisiin. Tulevaisuudessa älykkäät ja avoimet energiajärjestelmät – niin sanotut 5. sukupolven kaukolämpö- ja kaukokylmäverkot – hyödyntävät useita lämmön- ja hukkalämmönlähteitä sekä sisältävät varastointiratkaisuja, joilla tasapainotetaan tuotantoa, mahdollistetaan kysyntäjoustoa ja lämpö- ja sähköjärjestelmien integraatiota (sector coupling).

Nykyisetkin teknologiat ja verkot mahdollistavat hukkalämpöjen hyödyntämisen ja varastoinnin. Energiatehokkuus ja hukkalämpöjen hyödyntämismahdollisuudet kasvavat edelleen, kun uudet matalalämpöverkot tai lämmitystarpeen kattamiseen suunnitellut kaukojäähdytysverkot lisääntyvät. Tällaisiin verkkoihin voidaan integroida yhä matalatasoisempia lämpöjä.

Kiinteistökohtaisten varastointijärjestelmien ohella voidaan rakentaa kortteli- ja aluekohtaisia varastoja esimerkiksi kaukolämpöverkkojen yhteyteen. Suuret aluevarastot voivat mahdollistaa suuruuden ekonomian tuomat hyödyt, kun varaston volyymi kasvaa suhteessa sen ulkovaipan alaan. Näin varastosta karkaa suhteessa vähemmän lämpöä hukkaan ympäröivään maankamaraan. Uudenlaisten energiaratkaisujen yleistymistä voidaan tukea lainsäädännön päivityksillä, kestäväällä kaavoituksella ja maankäytön suunnittelulla.

RT 103137

LÄMPÖENERGIAN KAUSIVARASTOINTI

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO

2 LAINSÄÄDÄNTÖ JA LUVITUS

3 PROSESSI

3.1 Prosessikaavio

3.2 Lähtötiedot

4 KAUSIVARASTOINTIJÄRJESTELMÄT

4.1 Perinteinen energiakaivo, regenerointi/varastointi

4.2 Maaperävarastot koon mukaan

4.3 ATES – Aquifer Thermal Energy Storage

4.4 BTES – Borehole Thermal Energy Storage

4.5 CTES – Rock Cavern Thermal Energy Storage

4.6 DTES – Duct Thermal Energy Storage

4.7 Pit ES – Pit Energy Storage

4.8 PCMES – Phase Changing Material Energy Storage

5 LÄMMÖNLÄHTEET JA -KERÄIMET

5.1 Aurinkokeräin

5.2 Asfalttienergia

5.3 Rakennukset lämmönkeräiminä

5.4 Teollisuuden prosessit

5.5 Vesistöenergia ja lämpövarasto sedimentissä

6 VARASTOINNIN KUSTANNUKSET

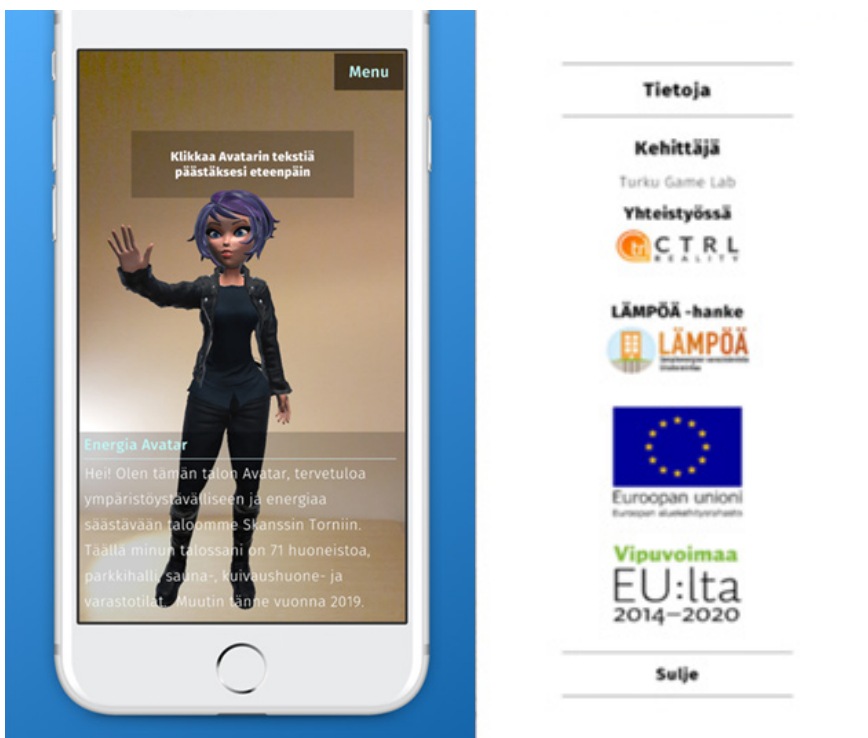
6.1 Energiapaalujärjestelmät

6.2 Lyhyet porakaivot

7 KIRJALLISUUTTA

2.7.4 Toimenpide 4: Energia-avatar-mobiilisovellus

Turun ammattikorkeakoulun Game Lab tuotti yhteistyössä pelialan yrityksen kanssa Skanssin Tornista luotuja 3D-malleja hyödyntävän mobiilisovelluksen. Sovellus avaa asukkaille Skanssin Torniin toteutettuja innovatiivisia energiajärjestelmiä, varastoinnin hyötyjä ja fiksua energian käyttöä.



Kuva 20.

LÄMPÖÄ-hankkeessa luotu Energia-avatar -sovellus.

Mobiilisovellukseen toteutettujen digitaalisten ratkaisujen kuten lisätyn todellisuuden (AR) ja virtuaalitodellisuuden (VR) myötä lisättiin Skanssin Tornin asukkaiden energiajärjestelmien tuntemusta ja ymmärrystä uutta teknologiaa kohtaan. AR- ja VR-tekniologioita hyödyntämällä loimme Energia-avatar nimisen hahmon. AR-kokemukseen riittää kameralla varustettu mobiililaitte kuten kännykkä tai tabletti, VR-ympäristöön siirtymisen vaatii virtuaalilasit. VR-lasit oli tarkoitus tarjota hankkeen kautta kokeiluun osallistuville asukkaille, mutta pandemia rajoitti kokeilun sijoittumisen lopulta Skanssin kaupakeskukseen.

Asukkaalla eli rakennuksen käyttäjällä on oma vaikutuksensa energiankulutukseen, mutta isossa rakennuksessa yksittäinen asukas ei yleensä tiedä eikä välitä kokonaisuudesta paljonkaan. Varsinkin lämpimän veden kulutus aiheuttaa energian kulutusta, ja saattaa yllättää asukkaan vuoden lopulla, kun tasauslasku saapuu postissa. Avatar tuo osaltaan esille tätä vedenkulutukseen liittyvää ongelmaa ja toivottavasti vähentää näin asukkaiden vedenkulutusta ja “turhien” reklamaatioiden määrää. Avatar-sovellus toimii myös palautekanavana, jonne voi kertoa huomioistaan energian käytön suhteen.

Avatar sovellus testattiin ensin Turun AMK:n Game labissa ja Skanssin Tornin asukkaiden keskuuteen jaettiin tiedote sovelluksen lataamiseksi. Syksyllä 2020 suunnittelimme Energia Avataren esittelyä Skanssin kauppakeskuksessa ja Skanssin Tornin asuintalossa. Koronan johdosta asuintalon esittelyä ei toteutettu. Kauppakeskuksessa esittely toteutettiin 5.11.2020, joskin ihmiset olivat hyvin varovaisia kokeilemaan virtuaalilaseilla olevaa sovellusta.



Kuva 21.

Energia-avataar kertoo keinoista energian säästämiseksi ja Skanssin Tornin innovatiivisesta energijärjestelmästä.

Avatar-sovelluksen ideaa on myös tarkoitus käyttää osallistamisen välineenä lokakuussa 2020 käynnistyneessä H2020 Response Lighthouse-hankkeessa sekä Turussa että Dijonissa. Osallistaminen on tärkeää uusien teknologioiden vastustuksen lieventämiseksi, ja siihen kaivataan lisää juuri digitaalisia sovelluksia.



Kuva 22.
Avatar-hahmon luonnostelua.

Avataren suunnitellut Noora Ristimäki kuvaa prosessia näin:

“Energia-avataren suunnittelu ja hahmottelu käynnistyi heti ensimmäisestä tiimitaamisesta, jolloin minulle avattiin ensin LÄMPÖÄ-hankkeen tarkoitus ja tavoite, ja sen jälkeen avataren ideaa. Pyöritin päässäni ideoita siitä, millainen avatar voisi olla ja mikä olisi mielenkiintoinen lähestymistapa. Alun perin ajattelin lähestyä avatarta vihreämmästä suunnasta, sillä pidin ekologisuuutta ja kestäväää kehitystä yhtenä osana hahmoa, mutta samalla koin sen myös liian yleisesti käytetyksi lähestymistavaksi. Halusin kehittää jotain erilaista, sillä projektin tarkoituksena ei kuitenkaan ollut suoraan luoda hahmoa, joka valaisisi ihmisiä esimerkiksi ilmastonmuutoksesta”.

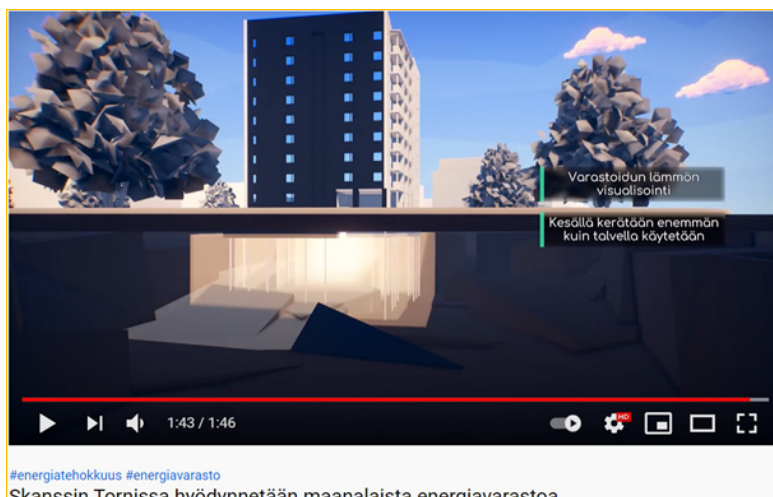
“Teen ison osan suunnittelutyöstä päässäni ja moodboardien avulla, joten ensimmäiset varsinaiset luonnokset paperille tein vasta muutaman viikon päästä ensimmäisestä kokouksesta. Minuun teki vaikutuksen muiden tiimiläisten ideat siitä, että avatarella voisi kenties olla ”taikavoimia”, jotka kirjoitettaisiin osaksi tarinaa ja selittäisivät sen, miten avatar pystyy näyttämään seinän sisällä olevia asioita. Toinen mieleeni jäänyt idea oli se, että hahmon hiukset voisivat olla sähköä. Päässäni syntyi idea melko futuristisesta hahmosta, joka olisi puhdasta energiaa”.

“Tein Pinterestiin itselleni taulun, johon keräsin kuvia muiden tekemistä hahmoista, jotka huokuivat samaa henkeä, mitä omaani hain. Halusin avattaresta futuristisen, hieman kyborgimaisen, hieman ihmismäisen. Avatar ei kuitenkaan ole ihminen eikä robotti, vaan energian ilmentymä ja hän haluaa opettaa ihmisiä käyttämään energiaa kestävämmiin. Valitsin myös sarjakuvamaisen tyylin lopulliseen malliin, sillä sen lisäksi, että omaleimainen tyyli toimii mielestäni tässä projektissa, vaatii realistisen VR-kokemuksen tekeminen paljon enemmän aikaa ja resursseja”.

Skanssin Tornin animaatio

Turun AMK:n opiskelijatyönä Skanssin Tornista toteutettiin arkkitehdin 3D-mallin pohjalta animaatio, jossa tuodaan havainnollisesti esille lämpöenergian varastointi maaperään paalujen avulla. Animaatio on ollut katsottavissa mm. suunnittelutoimiston Nolla€:n nettisivuilla ja LÄMPÖÄ-hankkeen Facebook-sivuilla.

Animaatiosta käy ilmi, miten kesäaikana sisätilojen lämpökuormaa ladataan maahan ja talvella tilanne kääntyy toisin päin, jolloin maahan varastoitunutta lämpöä otetaan ilmanvaihdon esilämmitykseen. Näin ollen ilmanvaihtokoneen hyötysuhde paranee, sillä sen ei tarvitse lämmittää pakkasilmaa 20-asteiseksi ennen sisäänpuhallusta. Animaatio esitettiin Lämpöä yleisöseminaarissa toukokuussa 2019 ja sai kiitosta visuaalisuudestaan. Arkkitehdin 3D-mallista tuotettu animaatio oli myös nopea toteuttaa.



Kuva 23.

Skanssin Tornin seurantaakohteesta tehtiin energian varastointia esittävä animaatio.

Animaatio löytyy YouTubesta haulla “Skanssin Tornissa hyödynnetään maanalaista energiavarastoa” tai suoraan linkistä <https://www.youtube.com/watch?v=Cu7CA28ffEA>.

2.7.5 Toimenpide 5: Uusimman tiedon kokoaminen, tiedonlevitys ja verkostoituminen

Energian varastointiin liittyvät tiedonlevitysseminaarit järjestettiin vuosittain Turussa. Aihepiirin asiantuntijoita kutsuttiin myös maakunnan ulkopuolelta. Tarkoituksena oli koota laajasti valtakunnan lämmitysenergiaosajia yhteen, jotta lämmön varastoinnin haasteita saadaan nostettua esille. Hanke kokosi uusinta tietoa energian varastoinnin nykytilasta ja muista meneillään olevista energiahankkeista Suomessa ja muualla. Lämmön varastoinnin uusin tieto levitettiin yrityksille ja eri viranomaisille ja tämä työ myös jatkuu.

2.8 Hankkeen tulokset

Tässä osiossa peilataan hankesuunnitelman mukaisia suunniteltuja tuloksia hankkeen saavuttamiin tuloksiin. Hankkeen suunnitelma tehtiin vuonna 2016 ja hanke päättyi neljä vuotta myöhemmin hyvin erilaiseen tilanteeseen kuin missä lähtötilanteessa olimme ja elimme.

Alla on esitetty, mitä hankesuunnitelmassa luvattiin ja perään on kuvattu toteuma kursivilla.

1. Päivitetään energiajärjestelmien ja energiapaalujen asennusohjeet nykytietämyksen mukaisiksi. Varmistetaan järjestelmien dokumentaation yhtenäistyminen ja parantaminen.

Yksittäisten kohteiden asennukset ovat uniikkeja. Suhteellisen uutena teknologiana varastointiin ei ole eikä kehittynyt hankeaikana vakiomenetelmää. Teimme hankeaikana RT-ohjekortin. Tarvetta olisi vielä mm. LVI-ohjeelle.

2. Alan osaamista ja koulutusta saadaan kehitettyä Varsinais-Suomen alueella. Toteutimme koulutustarvekyselyn Turun alueen rakennustarkastajille. Lisäksi selvitimme teemaan liittyvää koulutustarjontaa ja suunnittelimme täydennyskoulutusluonnoksen kohderyhmänä energia- ja rakennusalan yritykset.

3. Yritystasolla energiajärjestelmien ja niiden lämpöenergian varastoinnin kokonaisuuden hallinta paranee ja energian hyödynnettävyyden yleinen näkyvyys lisääntyy.

Kokonaisuuden hallintaan teimme lämpöenergian varastoinnin prosessikuvauksen, joka löytyy nyt RT-ohjeesta. Energian hyödynnettävyyden näkyvyyttä lisäsimme useissa tilaisuuksissa ja hankkeessa tuotettujen animaatioiden sekä mobiilisovelluksen kautta.

4. Hankkeen tulosten myötä Cleantech-sektorin liikevaihto kasvaa Varsinais-Suomen alueella.
Liikevaihdon kasvua ei mitattu hankkeen aikana. Hankkeen myötävaikutus liikevaihtoon voi näkyä vasta useiden vuosien kuluttua.
5. Rakennus- ja toimenpidelupakäsittely yhdenmukaistuu tiedon lisääntymisen ja toimintatapojen muutoksen myötä.
Rakennusvalvonnan kanssa käytiin satunaista keskustelua heidän energian varastoinnin tietämyksestä ja osaamisen kehittämisestä. Hankkeen toteuttaman kyselyn myötä selvisi, että varastointi on tarkastajille uutta ja lisätietoa tarvitaan. Osaamisen kehittämistä varten tuotimme koulutussuunnitelman. Rakennuslupia hakeville RT-ohjeessa esitetty energian varastointihankkeen prosessikaavio auttaa lupahakemusten suunnittelussa ja muotoilussa.
6. Väärillä asennuksilla aiheutettavien riskien mahdollisuus pienenee sekä paremman suunnittelun ja toteutuksen myötä järjestelmien tuotto paranee.
LÄMPÖÄ-hanke tiedotti seurantakohteista kaikissa yleisötilaisuuksissa ja niissä oli lisäksi esillä lukuisia yritys-casetapauksia, joilla pyrittiin tuomaan esille onnistumisia ja haasteita.
7. Avointa tietoa tuottamalla saadaan energian varastoinnin osuus nousemaan ja järjestelmien tuotto paranemaan.
Toteutimme viisi yleisötilaisuutta ja useita muita tilaisuuksia. Osallistuimme hankeesittelyllä lukuisiin tilaisuuksiin. Tuotimme RT-ohjekortin ja animaatioita, jotka ovat katsottavissa mm. YouTubessa.
8. Lämpöenergia varastoinnilla tavoitellaan myös Euroopan unionin tavoitteita vähentää kasvihuonekaasupäästöjä sekä nostaa uusiutuvilla energialähteillä tuotetun energian osuus 20 prosenttiin energian loppukäytöstä.
LÄMPÖÄ-hanke vaikutti erityisesti tiedolla ohjaamiseen. Nähtäväksi jää miten paljon talous- tai säädösohjausta aihepiiriin liitetään tulevana vuosina ja miten varastointi yleistyy 2020-luvulla.
9. Koulutuksen ja ohjeistuksen kehittyminen sekä pilotointi tukevat toinen toisiaan.
Hankkeen toimenpiteet tukivat hyvin toinen toisiaan. Ilman koulutuksen suunnittelua ei olisi saatu tietoa koulutuksen nykytilanteesta eikä tehty kyselyä koulutustarpeesta. Pilotointi antoi tietoa käytännön haasteista. Pilotointi seurantakohteissa (käsittäen hankinnan, suunnittelun, toteutuksen ja monitoroinnin) oli haastavaa, sillä oma ja eri osapuolien osaaminen oli hyvin eri tasoilla varastoinnista puhuttaessa eikä yhteistä kieltä vielä ollut. Keskusteluihin ei voinut hakea tukea esimerkiksi toteutetuista kohteista tai tieteellisistä julkaisuista, sillä vastaavia kohteita ei juuri ole toteutettu.

10. Hankkeessa luodut digitaaliset ratkaisut tekevät energiajärjestelmiä näkyväksi. *LÄMPÖÄ-hankkeessa tuotettiin energia avatar -sovellus ja 3D-animaatiot, joilla Skanssin Tornin energiajärjestelmää tuodaan näkyväksi laajalle yleisölle. Hankkeen myötävaikutuksesta myös Turun toriparkin energiajärjestelmästä luotiin animaatio, joka esiteltiin 2019 yleisöseminaarissa. Animaatiot löytyvät YouTubesta.*
11. Hankkeen tulosten myötä yrityksille syntyy uusia liiketoimintamahdollisuuksia. *Hankkeen yleisötilaisuuksissa oli esillä lukuisia yritysesityksiä ja yritysten casetapauksia. Palautteen perusteella uusia kontakteja syntyi ja hankkeella oli myötävaikutusta liiketoiminnan boostaamiseen.*

2.9 Hankkeen tulosten hyödynnettävyys

Pilottitoteutusten energiantuoton seurantaan jatketaan hankkeen päätyttyäkin Geologian tutkimuskeskuksen ja Turun ammattikorkeakoulun toimesta. Mukaan on tarkoitus ottaa muidenkin varastointikohteiden seuranta. Datan hyödyntämisellä tuetaan osaamisen kehittämistä. Tuloksista julkaistaan tieteellisiä artikkeleita ja muita julkaisuja.

Syntyvästä mittausaineistosta saadaan tietoa erilaisten maaperien energiapotentiaalista. Tieto auttaa kehittämään maankattavaa maaperän energiakarttaa, mutta ennen kaikkea tiedon hyödyntäminen tukee pitkällä tähtäimellä lämpöenergian varastoinnin osaamisen kehittämistä.

Skanssin Torniin tehdystä energia-aiheisesta mobiilisovelluksesta tehtiin avoin sovellus, jonka jatkokehittäminen ja monistaminen on kenelle tahansa mahdollista. Energiankäyttöä opastava Energia-avataari on ideana hyödynnettävissä vapaasti. Energian kulutukseen liittyvien tottumusten ja asenteiden muuttaminen on tärkeää. Avataari on tavallaan neutraali persoona kertomaan energiatehokkuudesta ja uusista teknologioista ilman tunnetta markkinoinnista. Tämän kaltaisessa osallistamisessa avataari on hyödynnettävissä yhtenä välineenä.

Pilottikohteet ovat vähähiilisuuden ja energiatehokkuuden referenssikohteita yrityksille ja niiden tuloksia kannattaa yritysten tuoda esille omassa markkinoinnissaan. Näin on ollut mm. Turun Teknologiaakiinteistöjen ja NollaE:n suhteen.

Hankkeen tuloksena syntyneelle RT-ohjeelle lämmön varastoinnista voidaan odottaa vähintään kymmenen vuoden elinkaarta. Rakennustieto Oy jatkaa hankkeen jälkekin ohjeen markkinointia osana RT-ohjejärjestelmää. RT Lämpöenergian kausivarastointi-ohjekorttia on hyödynnetty julkaisun jälkeen mm. uuden kampuksen viereen suunnitella olevan seuraavan kampusrakennuksen lämpövaraston suunnittelussa.

Hankkeen aikana järjestettiin kolme isompaa seminaaria ja työpajaa sekä kaksi webinaaria hukkalämpötiedon ja varastointiosaamisen levittämiseksi. Näitä on tarkoitus jatkaa vuosittain hankkeen päättymisen jälkeenkin yhdessä yhteistyökumppaneiden kanssa. Pandemian johdosta ajankohta on siirtynyt toistamiseen yhä myöhemmäksi, mutta ohjelma puhujineen on selvä.

Tarve yhteiselle tiedonlevitys- ja verkostoitumisfoorumille on edelleen olemassa, sillä Suomesta puuttuu vielä eri alan toimijoiden välinen yhteinen keskustelufoorumi, jossa olisi määritetty ja sovittu energia-alan toimijoiden yhteinen visio siitä, millainen on tulevaisuuden energiaverkko ja miten se luodaan yhdessä. SYKEN alaisuudessa toimiva hukkalämpöjen edistämisfoorumi on omalta osaltaan edistämässä eri toimijoiden välistä hukkalämpökeskustelua. Myös Varsinais-Suomen maakuntastrategia 2040+ työllä luodaan yhteistä visiota eri toimijoiden välille.

Skanssin Tornin asuinkerrostaloon suunniteltu mobiilisovellus on tehty avoimella lähdekoodilla, joten sen jatkokehittäminen ja monistaminen on mahdollista myös muille tahoille.

Hankkeen aikana tehtyä luonnosta energijärjestelmien suunnittelukoulutuksesta voidaan alkaa viedä eteenpäin toteuttamisasteelle esimerkiksi Turun ammattikorkeakoulun täydennyskoulutuksen toimesta. Koulutuspilottia on mietitty pitkälle myös Geologian tutkimuskeskuksen ja Työtehoseuran kanssa. Yrityksistä on tullut kyselyjä koulutukselle ja rakennusvalvonnoille tehty kysely toi esille tarpeen.

LÄMPÖÄ- investointihanke

3

LÄMPÖÄ-hankkeen rinnalle haettiin rahoitusta DTS-laitteeseen hankintaan. Investointi kuului varsinaisen hankkeen toimenpiteisiin. Hankkeen kahteen pilottikohteeseen asennettiin optista kuitukaapelia pitkäaikaisseurantaa varten DTS-menetelmällä (DTS = Distributed Temperature Sensing). DTS- laitteeksi hankittiin Sensornet Halo, jonka toimitti Geologian tutkimuslaitos.

DTS-menetelmä

DTS-menetelmällä (Distributed Temperature Sensing) mitataan lämpötilaa optisesta kuitukaapelista siihen erikseen kehitetyllä mittauslaitteella. Menetelmä on alun perin kehitetty öljy- ja kaasuputkien monitorointiin tulipalojen varalta, mutta sitä voidaan soveltaa mihin tahansa lämpötilan mittauskohteeseen, kuten energiakaivojen lämpötilojen mittaamiseen. DTS-mittauksessa käytettävä lasikuitukaapeli toimii lineaarisena sensorina koko pituudeltaan ja mahdollistaa näin energiakaivon lämpötilan mittaamisen samanaikaisesti koko kaivon syvyydeltä, sekä lämpötilojen tarkastelun etäisyysarvoa kohden mittauksessa käytettävien välein.

Uusimman tiedon kokoaminen, tiedon levitys ja verkostoituminen

LÄMPÖÄ-hankeessa koottiin uusinta tietoa energian varastoinnin nykytilasta ja muista meneillään olevista energiahankkeista Suomessa ja muualla sekä benchmarkattiin lähialueiden energianvarastoinnin kohteita. Uusin tieto levitettiin yrityksille ja virkamiehille mm. energian varastointiin liittyvissä tiedonlevitysseminaareissa vuosittain Turussa. Aihepiirin asiantuntijoita kutsuttiin myös maakunnan ulkopuolelta. Tarkoituksena oli koota kaikki valtakunnan parhaat lämmitysenergiaosaajat yhteen, jotta lämmön varastoinnin haasteita saataisiin ratkaistua. Tässä onnistuttiin melko hyvin. Seminaarista tuli vuotuinen lämmön varastoinnin päätapahtuma, jossa kuultiin uusimpia innovaatioita ja case-esittelyitä sekä haettiin ratkaisuja yhdessä tunnistettuihin pullonkauloihin. Tiedon levitystä seminaarien kautta jatketaan myös hankkeen päättymisen jälkeen.

LÄMPÖÄ-hanketta ja lämpöenergian varastointia myös esiteltiin useissa muissa eri tilaisuuksissa - kaikkiaan noin 30 eri yhteydessä. Lista tilaisuuksista on kappaleessa 4.3.

4.1 LÄMPÖÄ-hankkeen seminaarit

Tiedonlevitysseminaareja järjestettiin vuosittain yhteensä kolme isompana yleisötapahtumana ja kaksi webinaarina. Seminaareista kerättiin palautetta, jonka perusteella seuraavan vuoden tapahtumaa kehitettiin. Yleisesti voidaan todeta, että seminaarit koettiin ajankohtaisiksi ja tarpeellisiksi.

Tallenteet on koottu LÄMPÖÄ-hankkeen projektisivulle osoitteeseen <https://www.turkuamk.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/hae-projekteja/lampoa-lampoenergian-varastoinnista-liiketoimintaa/>

4.1.1 2017 Aloitusseminaari ja työpaja

16.5.2017 LÄMPÖÄ-hankkeen aloitusseminaari ja työpaja järjestettiin ICT-talon Potkurissa. Osallistujia seminaarissa oli 42 henkilöä.

Lämpöenergian varastointi LÄMPÖÄ
Lämpöenergian varastointi

LÄMPÖÄ-hankkeen aloitusseminaari ja työpaja
Aika: 16.5.2017 klo 9.00 – 13.30
Paikka: ICT-talo, Potkuri,
Joukahaisenkatu 3A, Turku

OHJELMA

CASE-ESITTELYT

- 9.30–9.40 Turun ammattikorkeakoulu, Rauli Laukkari
Lämmön varastointi rakennuksen alla olevaan maaperään päätyen avulla. Haasteet ja mahdollisuudet
- 9.40–9.55 SRT, Tero Saarno
Deep Heat-projekti Espoossa ja Turussa
- 10.00–10.15 Nottia Oy, Nikolas Salomas
Energiasäilytys ja lämmön varastointi 2 case-esitelyä
- 10.15–10.30 Vesaan yhtiöistä, Erkki Hiltunen
Aika- ja lämpövarasto
- 10.30–10.45 Geologian tutkimuskeskus, Tapio Anola
Puhallettu energia - case Lemi
- 10.45–11.00 Heliestorage, Timo Sivula
Kokemuksia lämpöenergian kausivarastoinnista maaperään ilman lämpöpumppua
- 11.00–11.15 TEKES, Karin Wilman
TKI-vaihtoehtoja Suomessa, pohjoisessa ja EU:ssa
- 11.15–11.30 TEM, Kati Velonen
Energiasäilytys
- 11.45–12.30 LOUNAS SODEXO
- 12.30–13.30 TYÖPAJA

TYÖPAJA

Kierroksipöytätyö a. 10 min/aihe
Voitte vapaasti valita, mistä pöydästä/aiheesta aloitate.

1. Maaperän mittarit: mitä tieto halutaan, miten sitä saadaan, millä mittareilla? Määrittele tehokas, helppo, kestävä, painumaton...? Miten tai millä ongelmalla voidaan ratkaista? Puhemies: Tapio Anola
2. Määrittele hyödyntämällä lämmön varastointilata rakennuksen alla. Oletetaan rakennus, mikrotila, kiviä, painumaton...? Miten tai millä ongelmalla voidaan ratkaista? Puhemies: Rauli Laukkari
3. Miten digitaalisuutta (kuten mobiilivälitteinen AR/VR/VR) voi hyödyntää lämmön varastoinnissa? Miten se voi auttaa asukkaita/asiakkaita/taloyhtiöitä/yrityksiä paremmin valitsemaan lämpöä, säilytystä, vertailu, ohjauk, lämmitys? Puhemies: Markku Savila
4. Miksi lämpöä tallentaa? Miten varastointi onnistuu savi- tai kallomaaperään? Määrittele lämpöä varastoidaan ja miten, miten lämpötilaero maaperässä säilyy ja miten sitä lämpöä varastoidaan? Puhemies: Timo Sivula
5. Varastoinnin rooli 0-energiarakentamisessa? Kuka paljon lämpöenergian varastointia voi auttaa osanenergian vähentämisessä? Kuka suoriin prosentissa kokonaisenergiasta voidaan ottaa varastointia? Puhemies: Nikolas Salomas
6. Katso ovat lämmön varastoinnin operoija, kun kohteena on pientalo tai iso julkisen kohde tai aluerakentamisessa? Miten eri operoijat saadaan mukaan? Puhemies: Vesa Tunnen

TURKU AMK
EU:Ita
Tokes

facebook.com/lampoazka rauli.laukkari@turkuamk.fi

Kuva 24.
LÄMPÖÄ-hankkeen aloitusseminaarin ohjelma.

4.1.2 2018 Lämpöenergian varastointi -seminaari

12.4.2018 Lämpöenergian varastoinnin seminaari Vierailu- ja innovaatio keskus Joessa, Turussa. Seminaarissa oli osallistujia 117 henkilöä, jotka edustivat suunnittelua, konsultointia, asennusta, ylläpitoa, laitetoimittajia, viranomaisia, tutkimusta, koulutusta, energialaitoksia, yhdistyksiä ja liittoja.

Lämpöenergian varastoinnin seminaari

Aika: 12.4.2018

Paikka: vierailu- ja innovaatiokeskus Joki, Lemminkäisenkatu 12B Turku

Aikataulu ja puhujat

8.30 Aamupala

8.57 **Turun AMK Rauli Lautkankare:** Lämpöä-hanke ja lämpöenergian varastoinnin tilanne

Skanssin Tornin rakenteilla, Kampukseen asennettu keräimet ja megaluokan kohteita tulossa

9.10 **GTK Teppo Arola:** Maa- ja kallioperä energia-akkuna - varastoinnin geologiset perusteet

9.30 **Energys Kari Kauppila:** Energiakenttien lataaminen

9.50 **St1 Marko Huovinen:** St1 elinkaarimallit lämmöntuotannossa

10.10 **Fourdeg Sonja Salo:** Lämmön varastointi rakenteisiin – Fourdeg Smart Energy™

10.30 **Aalto yliopisto Janne Hirvonen:** Aurinkolämmön kausivarastointi ja järjestelmien optimointi

10.50 **Heliostorage Timo Sivula:** Peltikate aurinkolämmön kerääjänä, Case Finnspring

11.10 **VTT Juha Hämekoski:** Rakennus energiasiepparina - viihtyisä ja energiaviisas SunZEB-talo

11.20 Uunituoreen **3D-animaation esittely** Skanssin Tornin lämmitysjärjestelmästä

11.30 Ruokailu (omakustanteinen)

12.30 -13.30 **Learning cafe** (alustavat teemat):

1) Mihin suuntaan varastoinnin tutkimusta tulisi viedä? Mikä tutkimus tukee yritystoiminnan kasvua?

Mitä tukea yritykset tarvitsevat?

2) Millaisia esteitä varastoinnilla on / millaisia kannustimia on tai tulisi saada?

3) Kenen kanssa varastointia tulisi kehittää, missä fokus ja mistä rahoitusta hankkeille?

4) Lämpöenergian varastoinnin kilpailu korkeakouluille. Ideoidaan yhdessä kilpailu!

5) Murrosareenan raportissa todetaan, että energiasta tulisi tehdä konkreettisempaa, osallistavaa ja hauskaa. Ideoita, miten tämä tehdään?

6) Missä ensi vuonna seminaari, ketä puhujiksi, kenen kanssa yhteistyö ja mitä kohteita tuodaan esille?

Nopeat kierrot – n. 10 min ideointia/piste

Viimeinen ilmoittautumispäivä 10.4.2018.

Ilmoittautumiset linkin kautta: https://www.lyyti.in/Lampoenergian_varastoinnin_seminaari_0306

Kuva 25

LÄMPÖÄ-hankkeen toisen yleisöseminaarin ohjelma.

4.1.3 2019 Uusiolämpö-seminaari

16.5.2019 Uusiolämpö-seminaari, Finnkino Kinopalatsissa Turussa. Osallistujia oli 125 henkilöä paikan päällä ja etäyhteyden kautta noin 40. Seminaari järjestettiin yhdessä Hukaton-hankkeen kanssa.

Uusiolämpö -seminaari Järjestäjät: Lämpöä ja Hukaton-hanke
Aika: 16.5.2019 klo 8.30 - 12.30
Paikka: Finnkino Kinopalatsi Turku, Kauppiaskatu 11, 20100 Turku

8.30 - 9.00 Ilmoittautuminen

9.00 Avaussanat Saara Ilvessalo, Turun kaupunki: **Kohti ilmastoposiitivista kaupunkia.**

9.10 Videotervehdys: Rauli Lautkankare, Turun amk: **Lämpöenergian varastointi vs. ilmastonmuutos**

9.25 **Tekres Oy:n uusi paaluinnovaatio.**

9.40 Antti Mattila, Finess Energy Oy: **Lämpöä talteen jättevesistä.**

10.00 Niklas Söderholm, Ramboll Oy: **Hukaton-hankkeen case: Pirkkolan uimahalli-jäähallin lämmitys/jäähdytys.**

10.20 **Kahvi- ja keskustelutauko 20 min. Pientä purtavaa tarjolla.**

10.40 Petri Vuori, Calefa Oy: **Case 1: Kiihto Oy - Hukkalämpöä, maalämpöä ja maakyilmää**
Case 2: MSK Plast Oy - Energiansäästöä suuren taajaman verran vuosittain.

11.00 Risto Larmio, Fortum Oy: **Avoim kaukolämpö, tarve hukkalämmölle ja tulevaisuuden skenaarioita.**

11.20 Pekka Erkkilä, Centria amk: **Hukkalämpöjä talteen maavarastoon – Case Finn Spring.**

11.40 Nikolas Salomaa, NollaE Oy: **Maailman suurin aurinkolämpöjärjestelmä sekä lämpöenergian varasto keskellä Turkuu.** Kommenttipuheenvuoro Mika Karbin, Turku Energia Oy.

12.00 Uunituore animaatio Turun Toriparkin energiajärjestelmästä. Toriparkkia pääsee katsomaan myös VR-lasella.

Tilaisuus on osallistujille maksuton.

Kuva 26.

LÄMPÖÄ-hankkeen kolmannen yleisöseminaarin ohjelma.

Tilaisuus striimattiin ja tallennettiin, mikä osoittautui hyväksi ratkaisuksi. Myös chat-boxin keskustelut olivat katsottavissa jälkikäteen. Striimitallenteen on katsonut yli 70 henkilöä.

4.1.4 2020 Hukkalämmön hyödyntäminen -webinaarit

Vuoden 2020 seminaarijärjestelyjä varjosti maaliskuussa 2020 alkanut Covid-19 epidemia. Toukokuulle suunniteltu seminaarimme päätettiin muuttaa webinaariksi. Rahoittajalta haettiin myös lisäaikaa vuoden loppuun. Mikäli tilanne olisi parantunut, verkostoitumisen kannalta hedelmällisempi normaali seminaari olisi vielä voitu pitää. Epidemia-tilanne ei kuitenkaan hellittänyt, joten myös syksyn tilaisuus järjestettiin webinaarina. Webinaareista tehtiin tallenteet. Tallenteet ovat saatavilla. Kts. seminaaritallenteet.

Hukkalämmön hyödyntäminen -webinaarit järjestettiin yhdessä Hukaton-hankkeen kanssa

HUKKALAMMON HYÖDYNTÄMINEN – WEBINAARI

Turun ammattikorkeakoulun, Turku Science Parkin, Posintran ja Green Net Finlandin järjestämä etäseminaari



AIKA: 6.5.2020 klo 9:00 – 11:15.

OHJELMA

9:00 – 9:05	Tilaisuuden avaus, Turun ammattikorkeakoulu ja Green Net Finland
9:05 – 9:40	Hukaton, Huima ja Lämpöä: EAKR-hankkeista boostia ja pöhinää hukkalämpöjen hyödyntämiseen
9:40 – 10:00	Uusiolämpöä jalostamoilta: case Naantali ja Kilpilähti, Maija Henell, TSE; Leena Alihakkola, Posintra
10:00 – 10:20	Geoterminen energia kaukolämmössä: St1 Deep Heat Case Turku Energia, Tero Saarno; Lotta Lyytikäinen
10:20 – 10:40	Kaukolämpöbisneksen tulevaisuudennäkymät, Jouni Kivirinne, Helen
10:40 – 11:00	Uusia teknologioita hukkalämpöjen hyödyntämiseen, Ilkka Pihlainen, Solved
11:00 – 11:15	Kommentteja & kysymyksiä esittäjille.
11:15	Tilaisuus päättyy

Tästä pääset mukaan webinaariin: <https://turkuamk.zoom.us/j/511179686>

Webinaari on katsottavissa myös tallenteesta. Linkki ilmoitetaan myöhemmin.

Kuva 27.

LÄMPÖÄ-hankkeen neljännen yleisötilaisuuden ohjelma.

Webinaarin jälkeen osallistujilta kerättiin palautetta. Saimme kaikkiaan 54 vastausta. Liitteeseen 1 on koottu joitain otteita palautteesta.

Turun ammattikorkeakoulun, Turku Science Parkin, Posintran ja Green Net Finlandin järjestämä webinaari



AIKA: 27.8.2020 klo 9:00 – 12:00.

OHJELMA **Huom!** Toteutus koronatilanteen vuoksi vain etänä! Linkit ohjelman alaosassa.

9:00 – 9:20	Tilaisuuden avaussanat ja EAKR-hankkeiden kuulumiset, Hukaton // Huima // Lämpöä			
9:20 – 9:40	Geoenergia Suomessa 2020-luvulla, Nina Leppäharju, Geologian tutkimuskeskus			
9:40 – 10:00	Sektor-integraatio, Jarkko Heikura, Sweco			
	Tauko 10 minuuttia			
10:10 – 10:30	Smart Otaniemi: älykäs energiankäyttö Aalto-yliopiston kampuksella, Antti Säynäjoki, Aalto University Campus & Real Estate			
10:30 – 11:40	Yritysten puheenvuoroja hukkalämpöjen hyödyntämisestä ja uusiutuvan energian käytöstä. 6 min/yritys			
	Caligo Industria	SunSampo	Heliostorage	Oilon
	Finess Energy	Calefa	Adven	SFTec
	Saariston Kaivonporaus	Polar Night Energy		
11:40 – 12:00	Aikaa kysymyksille ja keskustelulle.			

Tule kuulemaan uusimmat uutiset älykkästä uusiutuvan energian hyödyntämisestä.

Linkki etäseurantaan: <https://turkuamk.zoom.us/j/67888519213>. Tallenteen linkki tulee jakoon myöhemmin.

Ilmoittautumiset webinaariin (klikkaa linkkiä): https://www.lyyti.in/Hukkalammon_hyodyntaminen_seminaari_8512



Kuva 28.

LÄMPÖÄ-hankkeen viidennen yleisötilaisuuden ohjelma.

4.2 Seminaaritallenteet

Vuoden 2019 ja 2020 seminaarit live-striimattiin. Tallenteet ja pdf-esitykset seminaareista löytyvät alla olevilta sivustoilta.

16.5.2019 Uusiolämpö-seminaari

<https://www.turkuamk.fi/fi/tapahtumat/760/uusiolampo-seminaari/>

6.5.2020 ja 27.8.2020 Hukkalämmön hyödyntäminen -webinaarit 1 ja 2

<https://www.turkuamk.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/hae-projekteja/lampoalampoenergian-varastoinnista-liiketoimintaa/>

4.3 LÄMPÖÄ-hanke esittäytyy monipuolisesti

Jo hankkeen suunnittelusta lähtien oli selvää, että viestintä on tärkeässä roolissa, koska aihepiiri oli suurelle yleisölle kovin tuntematon ja lopuillekin varsin kapealta sektorilta tunnettu. Alle on listattu tilaisuuksia, joissa LÄMPÖÄ-hanke oli esillä. Suluissa on tilaisuuden arvioitu henkilömäärä.

31.8.2017 Turun AMK yritysammattilaisilla esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta (10 hlöä).

5.9.2017 Rakennustietofoorumissa esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta (40 hlöä).

4.10.2017 Turun kaupungin Skanssin toimijoille esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta (7 hlöä).

1.11.2017 Kauppapuutarhaliiton Uuden Tekniikan Päivät Tampereella. Esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta. (200 hlöä).

9.11.2017 Aurinkoteknillisen yhdistyksen seminaarissa (30 hlöä).

20.11.2017 VIA University College Braedstrup. Excursio Evakot-hankkeen kanssa (10 hlöä).

23.11.2017 GTK:n kutsuasiakastilaisuus Börs-hotellissa Turussa. Esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta (15 hlöä).

24.11.2017 Skanssin kauppakeskustorilla opiskelijatempaus.

14.12.2017 V-S ympäristöosaamisen yhdistykselle esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta (10 hlöä).

1.2.2018. Kiertotalouden hanketreffillä Tuorlassa Piikkiössä. Tapahtuman järjesti Ilmastoviisaita ratkaisuja maaseudulle -hanke ja Energiatehokkuudesta kilpailukyky- valtakunnallinen koordinaatiohanke. Tilaisuus kokosi Varsinais-Suomen ilmasto-, energia- ja ravinnetalouden hankevetäjät yhteen ja päivittämään hankkeiden tuotoksia ja kuulemaan mitä palveluja ja välineitä valtakunnalliset hankkeet tarjoavat.

2.2.2018 Sitrassa Ilmastoratkaisut -avainalueella projektijohtaja Janne Peljolle esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta. Ilmastoratkaisut -avainalue tunnistaa ja analysoi ilmastoratkaisuja ja -toimia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen taloudellisesti tehokkaalla tavalla. Lisäksi se tarjoaa tietoa kunnianhimoisen ja strategisen ilmastopolitiikan tekemisen tueksi Suomessa.

6.2.2018 Salon kaupungintalolla Salon kaupungin kiinteistöväelle, Salon Kaukolämpö Oy:n toimitusjohtajalle ja Lounais-Suomen jätehuollon toimitusjohtajalle esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta. Tapaaminen järjestettiin, koska Turun Sanomissa oli juttu Salon Korvenmäkeen rakennettavasta jätteenpolttolaitoksesta, ja sen kohdalla hukkalämpöjen varastointi voisi tuoda merkittäviä säästöjä. Ekovoimalaitoksen hukkalämpöjen varastointi voisi olla iso kansallinen demonstraatiohanke. Noin puoli vuotta myöhemmin ekovoimalaitos-case tuli Hukaton-hankkeen tarkastelukohteeksi. Lopulta ekovoimalan operoija Lounavoima Oy sai TEM:n rahoituksen suurelle demonstraatiohankkeelle, jossa Salon kaukolämpöverkon varrelle rakennetaan 6 kpl keskisyviä energiakaivoja, johon voi myös varastoida lämpöä.

16.2.2018 Esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta Sukari-konsernin toimitusjohtajalle ja Virtanen-yhtiöt toimitusjohtajalle. Kesällä 2018 Raisiossa rakennustyöt alkunsa saava 10 000 neliön liikekeskus olisi ollut mielenkiintoinen tarkastelukohde, jossa tarvittavan viilennyksen olisi voitu toteuttaa lataamalla lämpöä kesäaikana maaperään ja talvella lämmityksen olisi saanut lämmenteestä maaperästä. Pelkästään imagon takia he eivät kuitenkaan olleet valmiita investoimaan tämän kohteen lämmönvarastointiin, sillä käyttökulut eivät tulisi rakennuttajan maksettavaksi, vaan tilojen vuokralaiselle. Rakennuttaja ei siis suoraan hyödy mahdollisesta lisäinvestoinnista, jonka varastoinnin rakentaminen tuo, koska pienentyneistä käyttökustannuksista hyöttyy tiloja vuokraava toimija.

5.3.2018 Turun osuuskaupan kiinteistöväestävien kanssa keskusteltiin TOK:n kiinteistöjen hukkalämpökuormista, viilennyksen tarpeesta ja tulevista rakennusprojekteista, joissa varastointia voisi hyödyntää. Esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta (3 hlöä).

26.3.2018 SAFAn tilaisuudessa Vierailukeskus Joessa Turussa. Esityksen pääsee katsomaan osoitteessa: <http://turkuamk.adobeconnect.com/pkbvz70wu2jb/>

18.4.2018. Suomen ympäristökeskuksen toivomuksesta Hinku-kuntien edustajille esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta Hinku-päivillä Lappeenrannassa. Paikan päällä oli n. 50 henkilöä pääasiassa kuntien eri viroista muun muassa kunnanjohtajia, teknisiä päälliköitä ja kiinteistöpäälliköitä.

6.9.2018 Kiertotalousakatemia tilaisuudessa Turussa esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta.

8.10.2018 EKAT-hankkeen Turun henkilöstölle esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta (8 hlöä).

10.10.2018 Kiinteistöliiton energiaillassa esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta (50 hlöä).

17.11.2018 RKL:n liittokokouksen rakennuspäivillä esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta (150 hlöä).

20.11.2018 Turun rakennusvalvonnan lvi-tiimille esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta (10 hlöä).

29.11.2018 Uusiutuvan energian toimialaraportin julkistustilaisuudessa Valtion viras-totalolla Turussa. LÄMPÖÄ-hankkeella oli esitys tilaisuudessa (40 hlöä).

31.10.2018 Energiäkäännö –ratkaisuforumissa Turussa. Tapahtuman teemana oli tulevaisuuden rakennusten energiaratkaisut.

vko 41/2018 kansallinen energiansäästöviikko

17.1.2019 LÄMPÖÄ-hankkeen esitys SSAB:n järjestämällä Teräspaalupäivillä Helsingissä. Paikalla oli noin 300 paalutusalan asiantuntijaa.

7.5.2019 Varsinais-Suomen liitto järjesti kiertotalous kaavoituksessa ja maankäytön suunnittelussa-seminaarin. LÄMPÖÄ-hankkeella oli esitys/alustus tilaisuudessa (30 hlöä).

9.5.2019 Torppalan ekokylä-hankkeen valmistelusta pidettiin keskustelutilaisuus Kaarinan Lemun Torppalassa. LÄMPÖÄ-hankkeella oli alustus tilaisuudessa (15 hlöä).

27.8.2019 Lähienergialiitto järjesti Smart Åland ja EKAT-hankkeen Tampereen Hiidenrannan alueen esittely- ja keskustelutilaisuuden Helsingissä. Lämmön varastointi on molemmissa hankkeissa huomioitu ja joitain pilotteja on suunnitteilla.

6.11.2019 Turun AMK:n opiskelijoiden esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta TSYK:n lukiossa luonnontiedelinjan oppilaille.

13.11.2019 Turun AMK:n opiskelijat järjestivät LÄMPÖÄ-hankkeen esittelytilaisuuden Turun AMK:n Sepänkadun toimipisteessä. Tilaisuudessa kerrottiin lämmön varastoinnista sekä Turun Toriparkista rakentajan ja energiasuunnittelijan näkökulmasta.

26.11.2019 Turun kaupunki ja Energiaviisaat kaupungit –hanke järjestivät Turussa palvelurakennusten lämmön kysyntäjoustop markkinakartoitustilaisuuden. LÄMPÖÄ-hankkeella oli tilaisuudessa esitys lämmön varastoinnista kysyntäjoustop näkökulmasta (50 hlöä).

28.1.2020 Rakennuslehti ja RKL järjestivät ”Huomisen tuotantotekniikat”-tilaisuuden Turussa innovaatiokeskus Joessa. Esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta, hukkalämpöjen hyödyntämisestä ja lämmön varastoinnista (80 hlöä).

28.1.2020 Turun RIL senioreille pidettiin esitys LÄMPÖÄ-hankkeesta ja lämmön varastoinnista panimoravintola Koulussa (18 hlöä).

8.2.2020 Kiinteistöliitto Varsinais-Suomi järjesti Rakenna ja sisusta-messuilla kaikille avoimen messuseminaarin. Tilaisuuteen osallistui jäsentaloyhtiöiden edustajia noin 150 henkilöä, erityisesti hallitusten jäseniä. LÄMPÖÄ-hanketta esiteltiin otsikolla: Uudet tekniikat energian tuotantoon ja säästöön. Tarkoituksena oli tuoda joitakin esimerkkejä ja pohdintaa, miten varastointi ja ylijäämälämpöjen hyödyntäminen voivat muuttaa asuinalueiden suunnittelua tai miten varastointi sopii olemassa olevaan rakennuskantaan.

12.2.2020 Hukkalämmöstä hyötyenergiaa-hankkeen tilaisuudessa Porissa <https://www.prizz.fi/tapahtumat/tapahtuma-arkisto/kuuminta-hottia-vai-hukkalampoa.html>

7.–9.9.2020 NSB2020 Nordic Symposium on Building Physics. Projektipäällikkö esitti hukkalämpöjen hyödyntämistä ja varastointia käsittelevän artikkelin virtuaalisesti

4.4 Vastine Turun Sanomien artikkeliin Torin energiajärjestelmistä

26.1.2020 Turun Sanomissa oli artikkeli ”Torin energiajärjestelmä ei vakuuta asiantuntijoita”. Artikkelin sisälsi jonkin verran asiavirheitä ja siksi päätimme laatia vastauksen kirjoitukseen omalta osaltamme. Projektipäällikkö toimitti vastauksen TS:lle 30.1.2020, ja kertoi vastauksen ohessa, että olemme järjestämässä LÄMPÖÄ-hankkeen puolesta mediainfoa hukkalämmöistä ja varastoinnista Turun torin infopisteeseen. Mediainfon tarkoitus oli jakaa varastoinnista ajantasaista tietoa, sillä julkinen keskustelu sisälsi paljon arvailuja. Vastaus julkaistiin TS:n mielipiteitä osastolla 5.2.2020. <https://www.ts.fi/lukijoilta/4850253/Lukijalta+Lampoenergian+maaperavarastointi+tulee+lisaantymaan++syvällistä+asiantuntemusta+loytyy+nykyisin+harvalta>

4.5 Media-info

11.3.2020 Projektipäällikkö järjesti ”Hukkalämmöt talteen”-mediainfon Turun toriparkin infopisteessä, johon saapui kaikki päämediat alueelta: Yle, Turun Sanomat, Turkulainen, Aamuset, Åbo Underrättelser, ja SPT Nyheter. Aihe kiinnostaa mediaa kovasti.

Hufvudstadsbladet otsikoi näin: Åbo salutorg ska värmas upp med världens största solvärmesystem <https://www.hbl.fi/artikel/abo-salutorg-ska-varmas-upp-med-varldens-storsta-solvarmesystem/>

Rakennuslehti julkaisi asiasta artikkelin: Turun Kauppatori ja Toriparkki hyödyntävät hukkalämpöä -Toriparkin energiajärjestelmässä auringon lämpöä kerätään kesän aikana torin pinnasta <https://www.rakennuslehti.fi/2020/03/turun-kauppatori-ja-toriparkki-hyodyntavat-hukkalampoa/>

4.6 Facebook-sivut

Hankkeen Facebook-sivuilla (www.facebook.com/lampoahanke/) on postattu pilottikoh-teista ja aiheeseen liittyvistä tapahtumista.



Kuva 29.

Kuva LÄMPÖÄ-hankkeen Facebook-sivuilta.

4.7 Vuoden lähienergiaratkaisu -kilpailu

Hanke on tehnyt yhteistyötä Lähienergialiiton kanssa, jotta lämmön varastoinnin tiedottaminen ja seminaarit saadaan säännöllisiksi tapahtumiksi. LÄMPÖÄ-hanke osallistui myös Vuoden lähienergiaratkaisu 2017-kilpailuun, jonka voittajan Lähienergialiitto valitsee. Vuoden 2017 kilpailussa voiton vei St1:n lähienergiaratkaisu. Kilpailussa LÄMPÖÄ-hanke sai kuitenkin tuomariston erityiset kiitokset edistyksellisestä työstä ja hanketta päästiin esittelemään voittajan julkistamistilaisuudessa tammikuussa 2018. Mainittakoon, että kilpailun valintakriteereitä uudistettiin, jotta hankekin voidaan valita jatkossa voittajaksi. LÄMPÖÄ-hanke sai kilpailun johdosta paljon näkyvyyttä eri medioissa kuten Twitterissä, Facebookissa, ammattilehdissä ja energia-alan toimijoiden nettisivuilla.

Myös vuoden 2018 kilpailussa LÄMPÖÄ-hanke sai huomiota: ”Tuomaristo halusi myöntää yhden kunniamaininnan. Tuomaristo kiinnitti erityistä huomiota Lämpöä -hankkeen tutkimuskohteille: hukkalämmön hyödyntäminen ja lämmön varastointi. Hankkeessa käsitellään erittäin tärkeitä aiheita: lämmitys, vaihtoehtoiset lämmön tuotantotavat ja lämmön varastointi.”



Kuva 30.
Vuoden lähienergiaratkaisu -kilpailussa palkittuja.



Kuva 31.
Lähienergialiitto jakoi kunniaininnan LÄMPÖÄ-hankkeelle.

<https://www.lahienergia.org/vuoden-lahienergiaratkaisu-2018-kilpailu-kerasi-ison-joukon-kiinnostavia-osallistujia-joissa-keskityttiin-ratkomaan-energian-puhdistamisen-suurimpia-ja-tarkeimpia-ongelmia/>

4.8 Artikkelit

LÄMPÖÄ-hankkeen aikana myös kirjoitettiin vertaisarvioituja artikkeleita lämpöenergian varastoinnista.

Artikkeli "Micropile operated thermal energy storages below the building" julkaistiin IFCEE-seminaarin (International Foundations Conference and Equipment Expo) konferenssijulkaisussa maaliskuussa 2018. Artikkelissa olivat mukana kirjoittajina myös Nikolas Salomaa, Teppo Arola ja Jouko Lehtonen.

Rakennusfysiikka 2019-seminaariin Tampereella 28.–30.10.2019 projektipäällikkö kirjoitti artikkelin "Ylijäämälämpöjen hyödyntäminen yhdyskuntien vähähiilisyysratkaisuna" ja oli toisena kirjoittajana artikkelissa "The world's biggest solar thermal system and seasonal thermal energy storage in the city centre of Turku". Artikkelit esitettiin seminaarissa ja julkaistiin seminaarijulkaisussa.

"Underground parking lot at Turku market square - Zero energy parking hall and the biggest solar energy storage in the world" artikkeli esitettiin 7.9.2020 Nordic Symposium on Building Physics NSB2020-seminaarissa virtuaalisesti 3 minuutin videona.

Keskustelussa on ollut myös artikkeli lämmön varastoinnin etiikasta: kuka antaa luvat, kenellä on vastuu, mikä vaikutus maan lämpenemisellä on maaperän bakteereihin tai pohjaveteen ja millaista lainsäädäntöä on maalämpövarastojen rakentamiseen keskusta-alueille. Artikkelia ei kuitenkaan työstetty alkua pidemmälle. Pirjo Majuri, joka olisi ollut yksi kirjoittajista, julkaisi kuitenkin aiheeseen liittyen väitöskirjan "Geoenergy and sustainable development – Perspectives on environmental challenges and governance of geenergy installations (Maalämpö ja kestävä kehitys – Näkökulmia maalämpöasennusten ympäristöhaasteisiin ja hallintaan)".

Tarkemmat artikkelitiedot löytyvät raportin lopusta kirjallisuusosioista.

4.9 Opinnäytetyöt

Pilottikohteista Skanssin Tornin ja Turun AMK:n uuden kampuksen osalta toteutettiin kolme opinnäytetyötä liittyen rakennusvaiheiden sovittamiseen energiapaalutuksen kanssa ja lämmitysjärjestelmän toimintaan. Opinnäytetyöt valmistuivat kesällä 2018. Ne ovat ladattavissa sähköisesti Theseus.fi –palvelusta.

1. Arto Tahvanainen: Lämpöenergian varastointi Skanssin Tornissa - energiapaalujen käyttö lämmönvarastoinnissa
2. Maksim Susi: Energiapaalutus Skanssin Tornissa
3. Jussi Hämäläinen: Turun ammattikorkeakoulun uuden kampuksen energiapaalukäytöt

4.10 Opiskelijaprojektit

LÄMPÖÄ-hanke ja lämpöenergian varastointi olivat myös opiskelijaprojektien aiheina Turun ammattikorkeakoulun projekti- tai tutkimuspajoissa. Vuosien 2017–2020 aikana toteutettiin yli 10 opiskelijoille suunnattua projektia. Opiskelijat perehtyivät hankkeeseen ja hukkalämpöjen hyödyntämismahdollisuuksiin ja saivat järjestettäväkseen jonkin tapahtuman, jossa tuoda esille LÄMPÖÄ-hanketta ja varastointia.

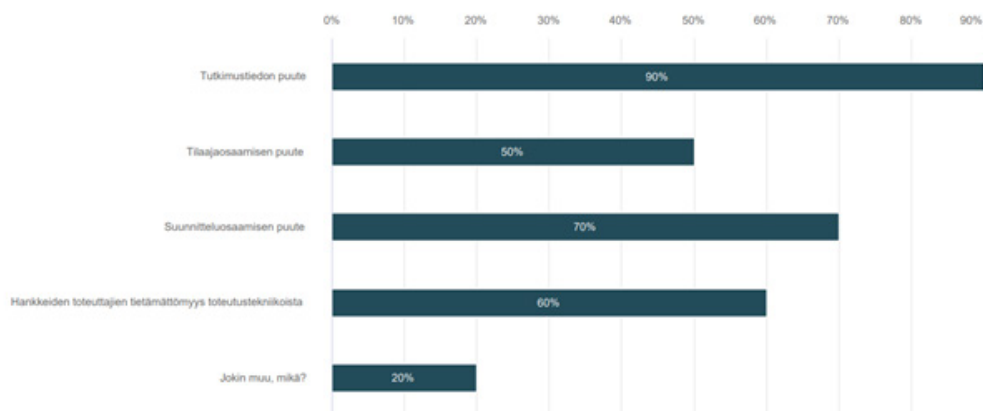
Projektien aiheina olivat mm:

1. Tutustuminen Turun toriparkin energiaratkaisuun ja verrata sitä Suomen muihin maanalaisiin toriparkkeihin ja siltä pohjalta laatia Turun suomalaisen yhteiskoulun TSYK:n lukion fysiikan kurssilaisille esitys hukkalämmöistä ja case toriparkeista.
2. Kysely Turun alueen kuntien rakennusvalvonnoille lämpöenergian varastoinnin koulutuksen tarpeesta. (Kuva kyselyn vastauksesta alla)
3. Case Hesburger: Hesessä otetaan ympäristöasiat hyvin huomioon, vai otetaanko? Selvitys: Miten Hesburger hyödyntää hukkalämpöä ja miten energian uusiokäyttöä ja varastointia hyödynnetään?
4. Raportti, miten hukkalämpöä syntyy eri kiinteistöissä, toimitiloissa ja alueilla, kuinka tietoisia hukkalämmön synnystä ollaan ja hyödynnetäänkö hukkalämpöä jollakin tavalla.
5. Selvitys ja kysely: Kaukolämpöyhtiöiden näkymät nyt ja tulevaisuudessa. Kaukolämpöön kohdistuu suuria muutostarpeita lämpöenergian tuotannossa johtuen päätöksestä, jossa Suomi pyrkii hiilineutraaliin yhteiskuntaan vuoteen 2035 mennessä ja kivihiiilestä luopumiseen vuoteen 2030 mennessä. Millaisia muutoksia on näkyvissä ja miten niihin varaudutaan?

Opiskelijat kokivat aihepiirin toimeksiannot ajankohtaisina, mielenkiintoisina ja motivoivina.

5. Mitä esteitä näet lämpöenergian varastoinnissa maaperään?

Vastaajien määrä: 10 , valittujen vastausten lukumäärä: 29



Kuva 32.

Opiskelijoiden tekemän rakennustarkastajille suunnatun kyselyn vastauksia.

Hankkeen arviointi

Hanketiimi pitää hanketta pääosin onnistuneena. Tietoisuus hukkalämmöistä ja niiden hyödyntämispotentiaalista lisääntyi kohderyhmissä hankkeen aikana 2018–2020. Turun AMK:n oma osaaminen vahvistui, erityisesti Rakennustekniikassa ja Uusi energia -tutkimusryhmässä, viestinnän ja julkaisujen kautta laajemminkin suomalaisessa yhteiskunnassa. Hankkeen takia energian varastoinnin substanssiosaamisen katsotaan nyt olevan Turun AMK:ssa valtakunnallisesti merkittävää, tosin vain harvalla henkilöllä. Hankitulla osaamisella on vaikutusta aiheeseen liittyvien uusien hankkeiden kannalta ja tulevaisuuden energijärjestelmien koulutuksen ja suunnittelun kannalta. Hankkeen partnereiden ja tiiviisti osallistuneiden organisaatioiden palautteen perusteella hanke tuki merkittävästi varastoinnin alkumetrioiden kehittymistä hankeaikana.

Varsinais-Suomen alueella ja valtakunnallisesti merkittävin tulos oli tietoisuuden lisääntyminen. Hankkeen yleisöseminaarit kiinnostivat laajasti. Lisäksi useita pilottikohteita seurattiin ja niiden olemassaolosta levitettiin tietoa. Osa hankkeen ulkopuolisista pilottikohteista sai ulkoista hankerahoitusta LÄMPÖÄ-hankkeen myötävaikutuksesta. Kansainvälisiä kontakteja syntyi Ruotsiin (Swedish Geoenergy Centre) ja Tanskaan (VIA University College Horsens). Uusia hankevalmisteluita oli laajojen kotimaisten ja kansainvälisten verkostojen kanssa (erityisesti Vaasan yliopiston tai VTT:n vetämänä). Yhteistyö Hukatön EAKR-hankkeen kanssa auttoi tiedon levityksessä, hankkeen toteutuksen eteenpäin viemisessä ja uusien asioiden pohdinnassa. Yhteistyö Huima EAKR-hankkeen kanssa synnytti pitkäaikaisempaa (ja toivottavasti pysyvää) yhteistyötä Turku Science Parkin kanssa.

Haluamme korostaa viestinnän tärkeyttä. Viestintäosaamisella ja viestinnän suunnitella on suuri merkitys, kun uusista asioista yleensä toivotaan suuren yleisön tietävän paremmin ja aikaansaada muutosta. Viestinnän tulisi olla merkittävässä roolissa kaikissa hankkeissa – myös teknisissä hankkeissa. Viestintä on se, jolla lopulta luodaan vaikutusta hankkeen ulkopuolellakin. LÄMPÖÄ-hankkeessa viestintä onnistui siinä mielessä, että tietoisuus monenlaisista hukkalämpöjen lähteistä, ylijäämälämmöistä ja niiden varastointimahdollisuuksista levisi hyvin: hankkeen budjetti ja partnerimäärä oli pieni (Turun amk ainoa rahoituksen saaja), mutta hankkeen seminaareissa oli parhaimmillaan 170 henkilöä läsnä ja tallenteita oli katsottu lähemmäs sata kertaa. Lisäksi olimme esillä muun muassa somessa, kilpailuissa, kampanjoissa, verkostokokouksissa, hankesuunnittelukokouksissa ja julkaisuissa (Turun Sanomat, opinnäytetyöt, tieteelliset julkaisut ja konferenssit, opiskelijoiden tekemät blogikirjoitukset jne.). Hankkeen Facebook-sivustojen postauksiin ja päivittämiseen olisi voinut satsata heti alkumetreiltä enemmän, ja LinkedIn olisi pitänyt hyödyntää myös tiedonlevityksen kanavana.

Oleellisten sidosryhmien sitouttaminen hankkeeseen rahallisesti on tärkeää. Muussa tapauksessa heidän ajankäyttönsä hanketta edistäviin toimiin voi olla minimaalista. Vaikka nyt kumppaneita ei ollutkaan, yhteistyössä olleet yritykset tuntuivat kokevan yhteistyön tarpeelliseksi ja auttavan heitä uuden asian eteenpäin viemisessä. Usein esille tuotiin ajatus, että on hyvä, kun puolueeton taho kertoo asiasta ja sen tärkeydestä eikä siinä ole vahvaa markkinointitarkoitusta niin kuin yrityksillä olisi vastaavan asian esittelyssä.

Uusien asioiden esittely kohderyhmille tulisi tehdä fiksusti. Alalla kuin alalla vastustus uutta asiaa kohtaan voi olla suurta, jolloin löydetään pikemminkin ongelmia kuin etsitään niihin ratkaisuja. Lämpöenergian varastoinnin esittely asiasta tietämättömille ja uusille kohderyhmille olisi voinut onnistua hankkeen aikana paremmin, jos energian varastoinnin esittelyn olisi osannut tehdä alussa fiksummin. Kuulijakunnan keskittyminen lähinnä ongelmiin johti tiettyjen potentiaalisten varastointikohteiden kehittymisen etenemisen toteutumiseen asti.

Hankkeen toteutus oli myös hankehallinnon puolelta onnistunutta. Erityiskiitos siitä. Ohjausryhmälle kiitos, sillä heidän osoittama kiinnostus ja kommentit vaikuttivat osaltaan uskoon, että ollaan oikealla tiellä. Osaamisen nosto laajemmin omassa organisaatiossa on vielä työn alla, mutta sekini tuntuu nyt etenevän. Kiitos siitä oman organisaation kt- ja tutkimusryhmän päälliköille.

LÄMPÖÄ-hankkeen aikaansaaman nosteen tai aiheuttaman kipinän vaikutuksesta hukkalämpöjen hyödyntäminen ja energian varastointi tuntuu vetävän jälki-imussa mukanaan toimijoita ja luovan pohjaa uudelle yhteistyölle. LÄMPÖÄ-hanke tunnetaan hyvin

ja yhteistyötä aihepiirin ympärille on syntymässä valtakunnallisesti mm. kuuden ammattikorkeakoulun kesken. Lisäksi Turun seudulle on kehittymässä Turku Science Parkin ehdotuksesta energiaosaamisverkosto, jossa lämmön varastointi on nousemassa yhdeksi keskeiseksi fokusalueeksi. Osaamisverkoston ympärille kytkeytyy useita yrityksiä ja tutkimuslaitoksia tavoitteenaan luoda uutta liiketoimintaa energian varastoinnista.

Palautekysely

LÄMPÖÄ-hankkeen palautekysely hankkeen onnistumisista lähetettiin 17.12. ja 21.12.2020 noin 400 henkilölle. Vastausprosentti jäi hieman alle 10 %. Palautetta oli kerätty jo aiemmin hankkeen järjestämien tilaisuuksien jälkeen eikä loppukysely tuottanut sinänsä uutta tietoa. Yhteenvedona voi todeta, että saimme hyvää palautetta, tavoitimme laajasti osallistujia seminaareissa, ja seminaarien/webinaarien esityksiä pidettiin ajan-kohtaisina ja kiinnostavina. Jotkin yritysesitykset saivat kritiikkiä yrityksen omien tuotteiden liiallisesta ja puolueellisesta markkinoinnista ja erilaisten haasteiden esille tuomista olisi toivottu lisää.

	n	Prosentti
erittäin hyödyllisenä	13	39,4%
hyödyllisenä	17	51,5%
ei juurikaan vaikutusta	3	9,1%
ei mitään merkitystä	0	0,0%

Kuva 33.

Webropol-kyselyn antia:

Kuinka hyödyllisenä näet LÄMPÖÄ-hankkeen toiminnan vaikutuksen tulevaisuutta ajatellen?

Yli 90 % oli sitä mieltä, että LÄMPÖÄ-hankkeen toiminnan vaikutukset olivat hyödyllisiä tai erittäin hyödyllisiä. Koko loppukysely on nähtävissä liitteessä 2.

Uudet yhteydet



6

LÄMPÖÄ-hankkeen käynnistyttyä 2017 Suomessa ei ollut vielä foorumia, jossa olisi keskusteltu säännöllisesti hukkalämpöjen hyödyntämisestä ja lämpöenergian varastoinnista. Asia ei ollut vielä kaikkien huulilla ja näimme erityisesti tarvetta yleisen tietoisuuden nostamiseen. Tähän oli mahdollisuus, sillä periaatetasolla varastointi oli helposti ymmärrettävissä. Päätimme panostaa hankkeesta tiedottamiseen kertomalla siitä useissa tilaisuuksissa - niin omissa kuin muiden järjestämissä, pienissä kahdenkeskisissä tapamisissa ja isoissa seminaareissa. Näin jälkikäteen voidaan sanoa, että hankkeesta tulikin ennen kaikkea tiedotushanke. Olimme esillä monessa kokouksessa, työpajassa, seminaarissa ja pandemian ajan webinaarissa. Vastaanotto oli heti alkujaan hyvä. Kentällä oli selvästi tarve kuulla varastoinnista ja siihen liittyvistä ratkaisuista.

Alkuajoilta muistuu mieleen eräs lyhyt, mutta merkittävä puhelu. Heti LÄMPÖÄ-hankkeen alkumetreillä syksyllä 2017 keskustelimme LÄMPÖÄ-hankkeen ideasta hyödyntää hukkalämpökuormia varastoimalla Green Net Finlandin silloiselle toiminnanjohtajalle puhelimitse. Näiden keskustelujen pohjalta käynnistyi keväällä 2018 Hukatton-hankkeen (Hukkalämpökuormien hyödyntäminen, varastointi ja kysyntäjoustopuutteen tehostaminen) valmistelu. Valmisteluun tuli mukaan Aalto-yliopisto ja Geologian tutkimuskeskus. Green Net Finland otti valmistelusta vetovastuun, ja kesän korvalla 2018 hanke sai myönteisen päätöksen EAKR-rahoituksesta. Hankkeen tarkastelukohteiksi valittiin Varsinais-Suomen alueelta Piltin puutarhan kasvihuoneyksikkö 1500 m², Huiskulan puutarhaan rakennettava pakkaamotila 3000 m², Salon Korvenmäen ekovoimalaitos ja Raisioon suunnitella oleva liikekeskus 10 000 m². Hukatton-hankkeen kanssa teimme paljon yhteistyötä ja

järjestimme muun muassa webinaareja ja yritysryhmän tapaamisia. Tällä oli vaikutusta LÄMPÖÄ-hankeen tiedon levityksessä ja toisaalta Hukaton-hankeen tiedon saamisesta LÄMPÖÄ-hankeen hyödyksi.

Vuosien 2017–2022 välillä Suomessa oli käynnissä kahdeksan EAKR-hanketta, joissa hukkalämpö ja varastointi olivat keskiössä. Tutustuimme näihin hankkeisiin ja loimme verkostoja aina mahdollisuuksien mukaan kaikkiin aihepiiriin parissa työskenteleviin. Näin kokonaiskuva tilanteesta alkoi muodostua ja hankkeen loputtua pystyi toteamaan, että olimme tulleet aika matkan vajaassa neljässä vuodessa ja se loi hyvää pohjaa jatkotoimille niin kunnissa kuin yrityksissä.

Kohti hiilineutraaleja kuntia ja maakuntia (Canemure-hanke) käynnisti loppuvuodesta 2020 ympäristö- ja hukkalämpöjen hyödyntämisen edistämisfoorumin ja yhteistyöryhmän, jossa olimme hankkeen päätyttyä mukana. Suomen ympäristökeskus koordinoi foorumin toimintaa ja järjesti teemaan liittyviä työpajoja.

Lämpöenergian osaamisverkosto Varsinais-Suomeen

Kun LÄMPÖÄ-hanke päättyi, voidaan kysyä: ”Mitä jäi käteen?” Hankkeen viimeisen vuoden aikana kolme EAKR-hanketta – Huima, Hukaton ja Lämpöä – yhdistivät voimansa ja toteuttivat yhteisesti päätösseminaarin. Korona-pandemian levittyä Suomeen ja esitettyä seminaarien järjestämisen päädyttiin järjestämään kaksi webinaaria. Pohdittiin lisäksi webinaarien tai seminaarien jatkoa, sillä aihepiiriin tuntui koko ajan olevan yhä enemmän kiinnostusta ja kysyntää.

Kuka voisi järjestää webinaareja tai seminaareja, yritysten case-esittelyjä, törmäyttää toimijoita ja edistää omalta osaltaan sektori-integraation suotuisaa kehitystä hankkeiden päätyttyä? Näistä kysymyksistä nousi tarve perustaa Varsinais-Suomen alueelle elin, joka voisi ottaa asian hoitaakseen. Turku Science Parkin kanssa ja heidän ehdotuksensa laadimme idean alueellisesta osaamisverkostosta ja sen kehittämiseen mukaan otettavista yrityksistä ja muista organisaatioista. Tarkoitus on luoda Turkuun hukkalämpöjen ja lämpöenergian varastoinnin ympärille osaamisverkosto, joka nostaisi esille tarpeellisia kehitys- ja tutkimusaiheita, ja samalla sitoutuisi kehittymään niin kansalliseksi kuin kansainväliseksi huippuosaamiskeskukseksi, josta voisi kehittyä uusia suomalaisia vientituotteita energia-alalle.

Ajatus Energiaosaamisverkostosta esiteltiin ensimmäisen kerran 7.10.2020 Turun AMK:n EduCity-kampuksella ja osallistumaan pystyi myös etänä. Tilaisuuteen osallistui kaikkiaan noin 30 henkilöä yli 20 eri organisaatiosta. Vastaanotto yhteistyön tiivistämiselle,

yhteisille hankkeille ja yhteisen viestinnän koordinoinnille oli hyvä. Näin LÄMPÖÄ-hankkeen työ voidaan nähdä jatkuvan osaamisverkoston työssä.

Kansainvälisiä kontakteja syntyi Ruotsiin (Swedish Geoenergy Centre) ja Tanskaan (VIA University College Horsens). Jonkin verran viestittelyä käytiin myös Hollannin Delftin yliopiston ja Ruotsin Tekniska Verkenin henkilöiden kanssa. Uusia hankevalmisteluita oli laajojen kotimaisten ja kansainvälisten verkostojen kanssa (erityisesti Vaasan yliopiston ja VTT:n vetämänä).

Yhteenveto ja loppusanat

Missä tilanteessa maailma on nyt neljä vuotta myöhemmin, kun LÄMPÖÄ-hanke on päättynyt? Hukkalämpöjen hyödyntämisen ja lämpöenergian kausivarastoinnin tietoisuus on kasvanut valtavasti neljässä vuodessa. Välillä tuntui, että kiinnostus vain kasvaa ja kasvaa, ja uusia kohteitakin rakentuu koko ajan lisää. Hukkalämpöjen hyödyntäminen varmasti lisääntyy tulevinakin vuosina yhä enemmän, mutta miten käy energiapaalujen tai porareikien kautta varastointi. Pelkkä tieto ei riitä, että menestyy. Tarvitaan myös markkinointia ja markkinavoimia.

Millaisia signaaleja nyt on havaittavissa ja tuleeko hukkalämpöjen hyödyntämisestä ja lämpöenergian kausivarastoinnista trendi tai ilmiö?

Tietyt asiat ja aiheet ovat niin suuria ja koskettavia, että ne ovat kaikkien tai lähes kaikkien mielessä jollei ihan päivittäin niin usein joka tapauksessa. Esimerkiksi ilmastonmuutos tai pandemia koskettavat kaikkia. Ilmastonmuutoksen alla energiamurros vaatii meiltä monia toimia. Niitä onkin paljon käynnissä, ja miten esimerkiksi lämmön varastointi kehittyi 2020-luvulla jää nähtäväksi. Ottaako jokin suuryritys kausivarastoinnin tuotteistamisen tehtäväkseen, lisääntyvätkö varastointikohteet pikkuhiljaa vai tulevatko ne enemmän säännöksi kuin poikkeukseksi?

Geoenergiapuolella on havaittavissa, että keskisyvät energiakaivot ja syväenergia samoin kuin kallioluolavarastot ovat kuumaa tavaraa. Niihin liittyvät isot investoinnit ja tuotto-odotukset, ja niiden osalta teknologiaa on tuotu hienosti ja kiinnostavalla tavalla

esille. Syväenergia on tietyllä tavalla kilpaileva ratkaisu lämpövarastolle. Erojakin löytyy, joten molemmille on varmasti omat kohteensa nyt ja tulevaisuudessa.

Lämpöpumppujen osuus on ollut pitkän aikaa kasvussa ja ennusteet vaikuttavat hyviltä. Lämpöpumpuilla on monia sovelluskohteita ja ne istuvat siltateknologiana ja monipuolisesti skaalautuvina laitteina tukemaan niin hajautettuja kuin keskitettyjä energiajärjestelmiä. Geoenergian ja lämpövarastojen yhteydessä lämpöpumppujen kehitys tukee varastoinnin kehitystä.

Kaukolämpöverkkojen kehityssuunta kohti matalalämpöisiä verkkoja tulee tukemaan hukkalämpöjen hyödyntämistä ja varastointia. Neljännen ja viidennen sukupolven kaukolämpö- ja jäähdytysverkoissa varastointi on tärkeä elementti, joten siinä mielessä mm. maaperävarastointi voi tulla yhä useammin kyseeseen.

Vetytalous ja muut uudet energiateknologiset ratkaisut kehittyvät vauhdilla ja niillä tulee olemaan vaikutusta energiajärjestelmien eri osioiden mittasuhteisiin. Digitaalisuuden kehitys mahdollistaa tarkempaa mittarointia ja monipuolisempaa seurantaa ja ohjausta. Lainsäädännön kehittyminen ja uudet liiketoimintamallit avaavat tietä tehokkaampaan energian tuotantoon, siirtoon ja käyttöön. Monia kehityspolkuja on nyt aluillaan ja on vaikea arvioida, miten kehitys Suomen osalta jatkuu, ja miten kausivarastoinnin maanalaiset ratkaisut otetaan käyttöön. Hukkalämpöjen hyödyntäminen lisääntyy kuitenkin varmasti.

LÄMPÖÄ-hanke toi hukkalämpö- ja varastointikeskustelua esille muiden vastaavien EAKR-hankkeiden kanssa. Kehitystoimia tarvitaan vielä huomattavasti lisää, jotta hankkeiden aikaansaamaa sysäystä saadaan jatkettua valtavirtatoteutuksiin asti. Tutkimustietoa tarvitaan varastointikohteista lisää, osaamistarpeita tulisi kuroa kiinni uusilla koulutuksilla ja ohjeita tarvitaan niin suunnitteluun kuin asennukseen. Yhteistyötä on tiivistetty ja yhdessä saadaankin parhaat ratkaisut aikaan.

LÄMPÖÄ-hanke kiittää kaikkia hankkeen eri toimenpiteisiin osallistuneita yrityksiä ja organisaatioita innostavasta matkasta.

Kirjallisuutta

Lämpöä-hankkeen verkkosivu, josta löytyvät mm. webinaaritallenteet. <https://www.turkuamk.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/hae-projekteja/lampoa-lampoenergian-varastoinnista-liiketoimintaa/>

Heat roadmap Europe. 2021. <https://heatroadmap.eu/>

Waste heat. Waste heat technologies. 2021. <https://www.waste-heat.eu/about-waste-heat/waste-heat-technologies>
<http://energiamurros.fi/>

Datakeskusten hukkalämmön hyödyntämismahdollisuudet - Organic Rankine kiertoprosessin ja lämpöpumpun teknoekonominen vertailu. Sanna Yli-Kojola. 2020. Tampereen yliopisto. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/121531/Yli-KojolaSanna.pdf?sequence=2>

Kallioluolavarasto Vaasa Vaskiluoto. 2019. <https://yle.fi/uutiset/3-10980939>

Kallioluolavarasto Helsinki Mustikkamaa. 2019. https://www.helen.fi/uutiset/2018/mustikkamaa_toteutus

Kallioluolavarasto Helsinki Kruunuvuorenranta. 2018. <https://www.helen.fi/uutiset/2018/kruunuvuorenranta>

Kemiran kallioluolavarasto Oulussa. 1990. <https://cris.vtt.fi/en/publications/oulu-kallioliol%C3%A4mp%C3%B6varasto-osa-4-l%C3%A4mp%C3%B6varaston-virtaustekniikka-ja->

Vantaalle louhitaan maailman suurin lämpövarasto. 2020. <https://yle.fi/uutiset/3-11556904>

Ainutlaatuinen pohjavesihanke Askonalueella. 2018. <https://www.renor.fi/uutiset/2018/ainutlaatuinen-pohjavesihanke-askonalueella>

Aquifer Thermal Energy Storage Smart Grids+. Haettu 29.4.2021. <https://www.tudelft.nl/3me/over/afdelingen/delft-center-for-systems-and-control/research/networked-cyber-physical-systems/ates-sg>

ATES-asiantuntemusta: <https://www.tudelft.nl/citg/over-faculteit/afdelingen/watermanagement/staff/staff-hydrology/academic-staff/drir-jm-bloemendal>

Liimatehdas valjasti hukkalämmön hyötykäyttöön: Päästöt putosivat ja energialasku pieni 100 000 euroa vuodessa. 2019. <https://yle.fi/uutiset/3-10800350>

Turun toriparkki pyrkii olemaan edelläkävijä: pysäköintiluola tuottaa itse tarvitsemansa energian. 2019. <https://yle.fi/uutiset/3-10590686>

Turun Toriparkin alle rakennettiin valtava aurinkolämpövarasto – lähes miljoonaa savikuutioon voi ladata 11,2 GWh lämpöenergiaa. 2020. <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/turun-toriparkin-alle-rakennettiin-valtava-aurinkolampovarasto-lahes-miljoonaa-savikuutioon-voi-ladata-11-2-gwh-lampoenergiaa/5167bb2a-a338-4274-af96-eeb181a920f1>

Skanssin Tornissa hyödynnetään maanalaista energiavarastoa. 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=Cu7CA28ffEA>

Aurinkoenergiaa säilötään maavarastoon talvea varten Toholammilla – ympärivuotinen hyödyntäminen ottaa isoja askelia pilottihankkeessa. 2018. <https://yle.fi/uutiset/3-10368936>

Finn Springillä nautittiin viime talvena edellisen kesän lämmöstä. 2020. <https://finnspring.fi/ajan-kohtaista/2020/06/26/finn-springill%C3%A4-nautittiin-viime-talvena-edellisen-kes%C3%A4n-l%C3%A4mm%C3%B6st%C3%A4/>

Hefaistos – seasonal storage of heat. 2017. <https://resource-sip.se/content/uploads/2017/08/42522-1-summary-hefaistos.pdf>

Geoenergia kiinteistöjen lämmitysratkaisujen markkinoilla suomessa energiakriisien ajoista 2030-luvulle. Ville Lauttamäki. 2018. Turun yliopisto.

Ympäristö- ja hukkalämmön edistämisfoorumi. 2020. [https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtais-ta/Toimintatutkimus_ymparisto_ja_hukkalammo\(58979\)](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtais-ta/Toimintatutkimus_ymparisto_ja_hukkalammo(58979))

Energian varastoinnin nykytila. Raili Alanen, Tiina Koljonen, Sirpa Hukari ja Pekka saari. VTT tiedotteita 2199. 2003.

Teollisuuden ylijäämälämmön hyödyntäminen kaukolämmityksessä. YIT Teollisuus- ja verkkopalvelut Oy, Energiateollisuus ja Työ- ja elinkeinoministeriö. Projekti numero 860308. 2010. <https://docplayer.fi/2968184-Tyo-ja-elinkeinoministerio.html>

Tuotannon hukkalämpö hyödyksi. Motiva. 2014.

Ylijäämälämmön taloudellinen hyödyntäminen. Ilkka Heikkilä ja Tomi Kiuru. Motiva. 2014.

Ylijäämälämpö yhteiskuntien vähähiilisyysratkaisuna. Ari Laitala ja Jukka Korri. Maankäyttö-lehti. 2018. http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk318/mk318_2071_laitala_korri.pdf

Uudet energiateknologiat – yhteenveto polttamisen vaihtoehdoista. ÅF-Consult Oy. 2019.

Teollisuuden hukkalämpöjen hyödyntäminen kaukolämpöverkossa. Opinnäytetyö JAMK. 2019.

Ylijäämälämmön potentiaali teollisuudessa. Motiva, esiselvitys. 2019.

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia. 2019. Energiatehokkuustyöryhmän raportti 2019:53

Toimenpidekortit. TEM-työryhmän raportin liite. Toimenpiteiden yksityiskohtaiset kuvaukset. 2019.

Hukkalämpöjen hyödyntämisen liiketoimintanäkymät Suomessa. Hukaton-hankkeen kysely. 2020.

Hukkalämpö kaukolämpöjärjestelmissä. Miika Rämä ja Krzysztof Klobut. VTT:n raportti. 2020.

Hukkalämmön hyödyntämisen mahdollisuudet asuinkerrostaloissa ja liikekiinteistöissä. AX-lvi. 2020.

Hukkalämpöjen hyödyntäminen - Toiminta kaukolämpöyrityksissä. Energiategollisuus. 2020.

Energiategokkuusdirektiivin mukainen selvitys hukkalämmön potentiaalista ja kustannushyötyanalyysi tehokkaasta lämmityksestä. AFRY. Raportti työ- ja elinkeinoministeriölle. 2020.

Systemaattinen menetelmä hukkalämpöjen kartoittamiseksi. VTT:n raportti/ diplomityö. 2020.

Hukaton-hankkeen loppuraportti. 2020. Hukkalämpökuormien hyödyntäminen, varastointi ja kysyntäjouston tehostaminen. https://gnf.fi/wp-content/uploads/2020/12/Hukaton_loppuraportti_Web.pdf

Lämpöenergian kausivarastointi, RT-ohjekortti RT-103137. 2020. Rakennustietosäätiö. Verkkoaineisto: https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5f1PeDhrH/HHdScr75P/RTS_19_38_Lampoenergi-an_kausivarastointi.pdf. Haettu 5.10.2020. Lopullinen julkaisu saatavilla RTS:n verkkokaupassa.

Lämpöpumppujen merkitys ja tulevaisuus. SULPU. <https://www.sulpu.fi/documents/184029/209175/Lampopumppujen-merkitys-ja-tulevaisuus-SULPU.pdf>. Haettu 2.10.2020

Numerical analysis of heat recovery options in old Finnish apartment buildings, BuildSim-Nordic. Janne Hirvonen, Juha Jokisalo ja Risto Kosonen. 2020. https://www.sintefbok.no/book/index/1264/buildsim-nordic_2020_selected_papers

Waste heat utilization and smart energy system of combined ice and swimming halls. Leo Lindroos. Diplomityö. Aalto-yliopisto. 2019. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201905122958>

Study on waste heat recoveries and energy saving in combined energy system of ice and swimming halls in Finland. Xiaolei Yuan, Leo Lindroos, Juha Jokisalo, Risto Kosonen, Yiqun Pan. Energy and Buildings. 2020. Saatavilla: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110620>

The Impact of Optimal Demand Response Control and Thermal Energy Storage on a District Heating System. Sonja Salo, Aira Hast, Juha Jokisalo, Risto Kosonen, Sanna Syri, Janne Hirvonen ja Kristian Martin. Energies,12, (9). 2019. Saatavilla: <https://doi.org/10.3390/en12091678>

Modelling and optimization study on a high temperature borehole thermal energy storage concept driven by power plant waste heat. Sami Vallin. Diplomityö. Aalto-yliopisto. 2019. Saatavilla: https://aaltoodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/40792/master_Vallin_Sami_2019.%20pdf?sequence=1&isAllowed=y

Uusiutuvan energian suuret innovatiiviset demonstraatiohankkeet. TEM. Hankekuvaukset 20.12.2019 tuetuista hankkeista: https://tem.fi/documents/1410877/15020328/201219_hankekuvaukset_energian_demolaitokset/%20c3c0b488-2bb7-5196-c1d5-04951959ede9/201219_hankekuvaukset_energian_demolaitokset.pdf

Energiaoptimointiraportti, Virtanen Yhtiöt Raision kauppakeskus. Niklas Söderholm, Tuomo Niemelä, Essi Kuikka ja Timo Karvinen. HUKATON-hankkeen raportti. 2020. https://gnf.fi/wp-content/uploads/2020/12/Energiaoptimointiraportti-Raision-kauppakeskus_28082020.pdf

Korvenmäen ekovoimalaitoksen hukkalämmön hyödyntäminen ja varastointi. HUKATON-hankkeen raportti. Andreas Lund ja Timo Karvinen. 2020. https://gnf.fi/wp-content/uploads/2020/12/Korvenm%C3%A4en-ekovoimalaitoksen-hukkal%C3%A4mm%C3%B6n-hy%C3%B6dynt%C3%A4minen-ja-varastointi_Raportti-9.7.2020.pdf

Saisonale Wärmespeicher – Stand der Technik und Ausblick. Haller, M. ja Ruesch, F. 2019. Institut für Solartechnik SPF, Hochschule für Technik HSR. <https://speicher.aeesuisse.ch/de/fokusstudien>

Hyödynnetään energiamurros ja luovutaan fossiilisesta energiasta. Hildén, M., Aalto, P., Auvinen, K., Kopsakangas-Savolainen, M., Sveto, R. ja Temmes, A. 2018. Strategisen tutkimuksen neuvoston energia-hankkeiden toimintasuosituksia.

5th generation district heating and cooling systems: A review of existing cases in Europe. Buffa, S., Cozzini, M., D'Antoni, M., Baratieri, M. ja Fedrizzi, R. 2019. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 104, April 2019, Pages 504-522.

Murrosareena, Kunnianhimoisia energia- & ilmastotoimia vuosille 2018–2030. Uusia näkymiä energiamurroksen Suomeen. Hyysalo, S., Marttila, T., Temmes, A., Lovio, R., Kivimaa, P., Auvinen, K., Pyhälampi, A., Lukkarinen, J. ja Peljo, J. 2017.

Rakennusten energiainvestointien monitaivoiteoptimointi. Niemelä, T. 2017. http://www.energiapopas.fi/files/2013/06/Niemel%C3%A4_Rakennusten-energiaoptimointi_15112017.pdf

Utilizing Asphalt Heat Energy in Finnish Climate Conditions. Mäkiranta, A. ja Hiltunen, E. 2019. Energies 2019 12, no. 11: 2101. <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/11/2101>. Myös Vaasan yliopiston nettisivut. 2012. https://www.univaasa.fi/fi/news/kampusalueen_geoenergian_tutkimushanke_ainutlaatuinen_koko_maailmassa/

4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems. Lund, H., Werner, S., Wiltshire, R., Svendsen, S., Thorsen, J.E., Hvelplund, F. ja Mathiesen, B.V. 2014. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544214002369>

Future district heating systems and technologies: On the role of smart energy systems and 4th generation district heating. Lund, H., Duic, N., Østergaard, P.A. ja Mathiesen, B.V. 2018. Energy, Volume 165, Part A, 15 December 2018, Pages 614-619

Salon kaupungin nettisivut. 2019. <https://www.salo.fi/kaupunkijahallinto/strategiajalous/strategiajavisio/karkihankkeet/ekovoimalaitokseentukeutuvakiertotalouspuisto/52523.aspx>

SunZEB – Plusenergiaa kaupungissa. Shemeikka, J., Lylykangas, K., Ketomäki, J., Heimonen, I., Pulakka, S. ja Pylsy, P. 2015. VTT Technology 219, Espoo.

Guideline for seasonal thermal energy storage systems in the built environment. Mangold, D., Schmidt, T., Dohna, A. ja Späh, D. 2016. Solites. Steinbeis research institute for solar and sustainable thermal energy systems. Stuttgart.

Large-scale Thermal Energy Storage. Nordell, B. 2000. WinterCities'2000, Energy and Environment. Luleå University of Technology, Luleå, Sweden.

Energiakaivo – Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa. Juvonen, J. ja Lapinlampi, T. 2013. Ympäristöopas 2013. Ympäristöministeriö. Helsinki.

Maalämpökaivot Helsingissä. Maalämpötyöryhmän ehdotus. Helsinki. Luettavissa: https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/julkaisut//Maalampotyoryhman_raportti_keskustelua-varten.pdf

Espoon syväreikäprojekti. Luettavissa <https://www.st1.eu/geothermal-heat>

Tampereen syväreikäprojekti. Luettavissa <https://www.robitgroup.com/robit-kehittaa-yhdessa-tegs-finlandin-kanssa-teknologiaa-kestavaan-energiantuotantoon-tampereella-porataan-jopa-8-kilometrin-syvyinen-lampokaivo/>

Deep Groundsourced Heat Exchanger with Coaxial Pipe, Closed Water Circuit – Improvement Proposals in

Project Development and Technical Pipe Conception. Doelling, R.J. ja Schulte, I. 2010. Proceedings World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia,

Heat Extraction Performance of a Deep Downhole Heat Exchanger. Dai, C., Shi, Y., Zeng, L., Li, J. ja Lei, H. 2018. 10th International Conf. on Applied Energy, Hong Kong, China.

Suomen geoenergiapotentiaalikartta <http://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>.

Geothermal Energy Use, Country Update for Sweden. Gehlin, S. ja Andersson, O. 2016. European Geothermal Congress, Strasbourg, France.

Sweden Country Update on Energy Storage. Gehlin, S., Andersson, O., Ningwei C. J. ja Martin, V. 2019.

EnerStock2018. 14th International Conference on Energy Storage. Adana, Turkey.

Geoenergy and sustainable development – Perspectives on environmental challenges and governance of geoenergy installations (Maalämpö ja kestävä kehitys – Näkökulmia maalämpöasennusten ympäristöhaasteisiin ja hallintaan). Pirjo Majuri. 2020. Väitöskirja, Turun yliopisto.

Tieteelliset julkaisut (Rauli Lautkankare)

Energy Piles in Underpinning Projects – Through Holes in Load Transfer Structures. Rauli Lautkankare, Vesa Sarola, Heli Kanerva-Lehto. 2014. Deep Foundation Institute, DFI Journal 105.

Hybrid energy micropiles in underpinning projects – combination of load bearing structures and geothermal energy field. Rauli Lautkankare, Jukka Rantala, Vesa Sarola, Heli Kanerva-Lehto. 2014. International Workshop on Micropiles - conference IWM 2014.

Micropile operated TES under the building. Rauli Lautkankare, Nikolas Salomaa, Teppo Arola ja Jouko Lehtonen. 2018. IFCEE konferenssiartikkeli. Florida, USA.

Ylijäämälämpöjen hyödyntäminen yhteiskunnan hiilineutraaliustoimissa. Rauli Lautkankare. 2019. Rakennusfysiikka-seminaari. Seminaarijulkaisu. Tampere.

Underground parking lot at Turku market square - Zero energy parking hall and the biggest solar energy storage in the world. Rauli Lautkankare, Nikolas Salomaa, Anna Heikkilä & J.B. Martinkauppi. 2020. Nordic Symposium on Building Physics NSB2020. Tallinna.

Comparison Between Different Generations of BTES (Borehole Thermal Energy Storage) and Geothermal Heat Pumps. Rauli Lautkankare, Timo Sivula & J.B. Martinkauppi. 2021. World Geothermal Congress WGC2020+1. Reykjavik.

Utilizing Energy Piles as Cold Storages. Rauli Lautkankare, Nikolas Salomaa & J.B. Martinkauppi. 2021. World Geothermal Congress WGC2020+1. Reykjavik.

Lehtiartikkeleita

Uutta potkua energia-alalle: Geoenergia ja hukkalämmöt käyttöön. Ilkka Aaltio ja Rauli Lautkankare. 2020. Poratek uutiset -lehti 30.10.2020.

Energiapaalu on vaiettu salaisuus. Vesa Tompuri. Helmikuu 2010. Rakennuslehti.

Energiapaalu tuo lämpöä Puuvillaan uudella tavalla. Mika Vuorio. 18.12.2009. Satakunnan kansa.

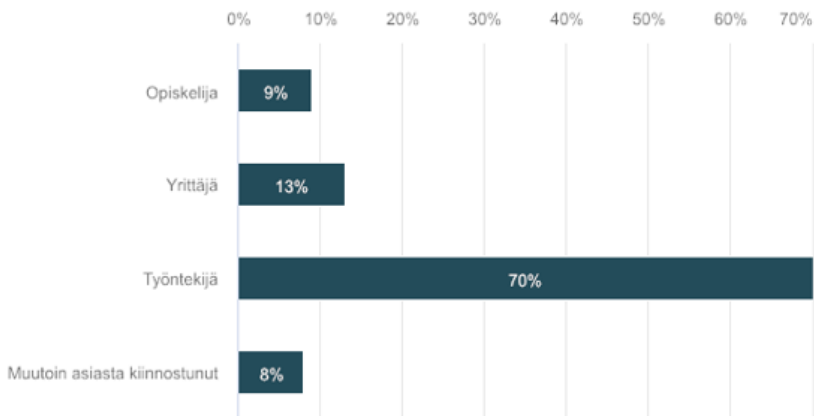
Liitteet

Liite 1. Lämpöä, Huima ja Hukaton-hankkeen webinaari 6.5.2020. Palautekysely

Vastaajien kokonaismäärä: 54

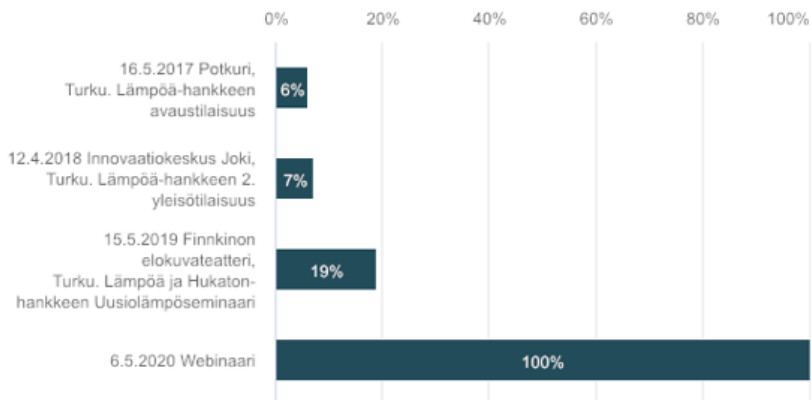
1. Olen

Vastaajien määrä: 54



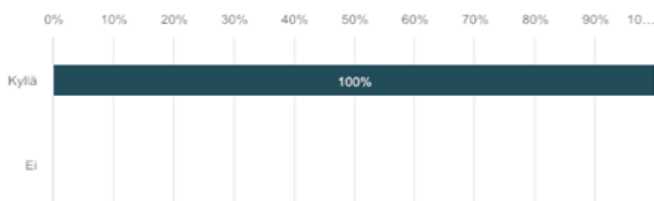
2. Mihin Lämpöä, Hukaton tai Huima-hankkeen seminaareihin olet osallistunut?

Vastaajien määrä: 54, valittujen vastausten lukumäärä: 71



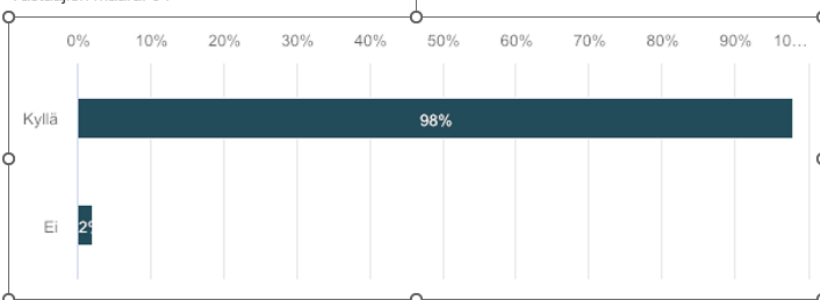
3. Saitko 6.5.2020 järjestetystä webinaarista itseäsi ja/tai yritystäsi kiinnostavaa tietoa

Vastaajien määrä: 54



4. Oliko webinaari mielestäsi onnistunut? Perustele lyhyesti

Vastaajien määrä: 54



Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

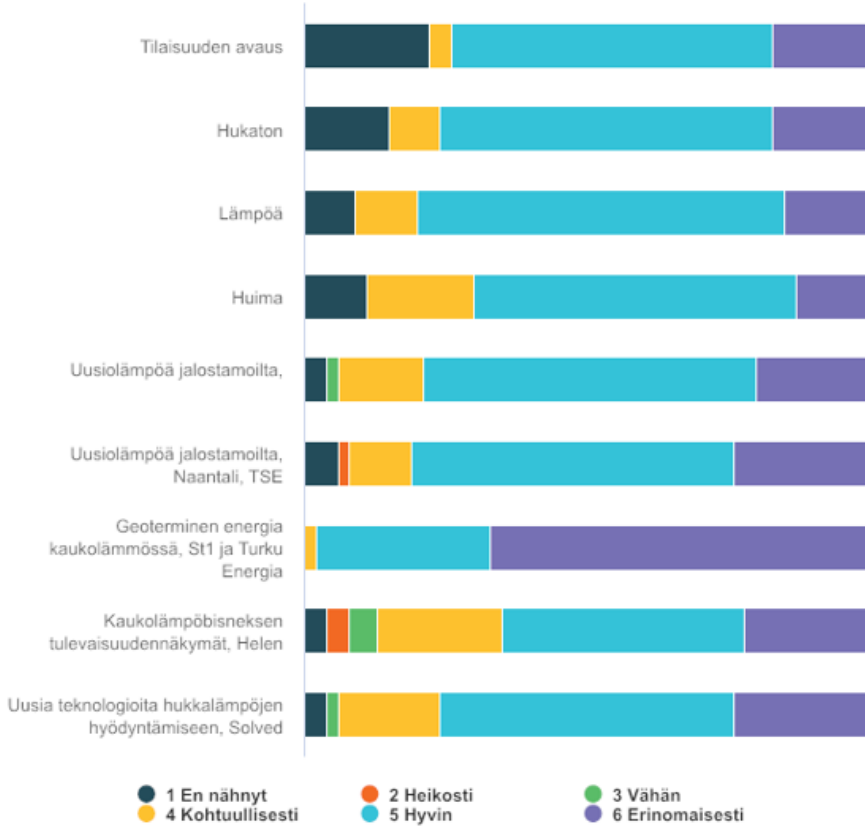
Vastausvaihtoehdot	Teksti
Kyllä	mielenkiintoiset esitykset, hyvin järjestetty
Kyllä	Hyvin sujui, ei ollut teknisiä <u>ongelmia</u> joita pelkäsin.
Kyllä	Kiinnostavia puheenvuoroja
Kyllä	Hyvin järjestetty ja laajasti tietoa
Kyllä	Hyviä, ajankohtaisia esityksiä
Kyllä	Järjestelyt toimivat hyvin ja aiheet mielenkiintoisia

Kyllä	Melkein kaikki olivat keskittyneitä esittelyyn paitsi Helenin tyyppi
Kyllä	Mielenkiintoinen tiivis tietopaketti
Kyllä	Paljon uutta ja mielenkiintoista asiaa.
Kyllä	kaikki esitykset kiinnostavia lämpöyhtiön edustajalle
Kyllä	Kiva saada kuulla ideoista, hankkeista visioista ja toteutuksistakin
Kyllä	hyvä kokonaisuus, ST1 esitys oli tosi kiinnostava
Kyllä	Hyvää, käytännönläheistä tietoa jaettiin
Kyllä	Ihan ok. Lyhyttä mutta asiallista
Kyllä	aiheet hyvät
Kyllä	Hyvä läpileikkaus hukkalämpöasioista
Kyllä	Hyvin valitut asiantuntijat
Kyllä	St1 ja Solved kiinnostavia, toisaalta myös Helenin tapa perustella kaukolämpöä
Kyllä	Uusiutuvien ja maalämmön käytön nopea lisääntyminen kaukolämmön tuotannossa yllätti
Kyllä	valtavan laaja tietosisältö
Kyllä	Mielenkiintoisia asioita, aika meni nopeasti
Kyllä	Hyvät esitykset ja aiheet
Kyllä	Loistavaa lisätietoa
Kyllä	Eritäin hyvä ja ytimekäs kokonaisuus ja hyödyllistä tietoa
Kyllä	Todella monipuolinen ja kattava esitys
Kyllä	Hyviä esityksiä
Kyllä	Mielenkiintoisia esityksiä kohti vähähiilisempää yhteiskuntaa.
Kyllä	Hyvää perustietoa erityisesti geotermisistä mahdollisuuksista
Kyllä	Monipuolinen ohjelma
Kyllä	Sopivan lyhyt ja ytimekkäät esitykset.
Kyllä	Innostavaa ja kattavaa tietoa eri näkökulmista miten hiilineutraalius tavoitetaan.
Kyllä	MONIPUOLINEN LÄHESTYMISTAPA / ERILAISET CASET
Kyllä	Oli onnistuttu valitsemaan mielenkiintoiset aiheet.
Kyllä	Puheenvuorot olivat laadukkaita ja kiinnostavia
Kyllä	Laajalti tietoa hukkalämmön hyödyntämisestä ja varastoinnista

Kyllä	varsinkin ST1 edustajan <u>insertti</u> erittäin mielenkiintoinen!
Kyllä	St1:n projekti on todella mielenkiintoinen. Myös muut esitykset olivat hyviä. Yhteydet pelasivat ok.
Kyllä	opin
Kyllä	Aiheet olivat kiinnostavia.
Kyllä	Ajankohtaiset aiheet
Kyllä	Mielenkiinnolla seuraan Kaupunkien siirtymistä Uusiutuviin eri keinoin sekä ST1 Deep <u>Heat</u> projektia.
Kyllä	tekniikka toimi mielestäni hyvin
Kyllä	Mielenkiintoiset aiheet ja asiantuntevat puhujat
Kyllä	toimi tarkoituksessaan
Kyllä	Erittäin mielenkiintoisia esityksiä
Kyllä	Asiat olivat mielenkiintoisia ja esitykset hyviä
Kyllä	Sain hyvän päivityksen missä mennään.
Kyllä	Hyvät ja konkreettiset esitykset
Kyllä	Tiivis asiapitoinen paketti
Kyllä	Hyvin onnistuneesti vedetty webinaari ajankohtaisista asioista
Kyllä	<u>Zoom</u> toimi hyvin
Kyllä	Hyviä esityksiä useampi
Kyllä	Mielenkiintoinen aiheeltaan ja hyvin järjestetty
Ei	Webinaarin muuttanutta ajankohtaa ei <u>oltu</u> ilmoitettu.

5. Miten esiintyjät onnistuivat mielestäsi esityksessään?

Vastaajien määrä: 54



6. Vapaa sana, kehitysehdotuksia tai toiveita tulevia seminaareja varten

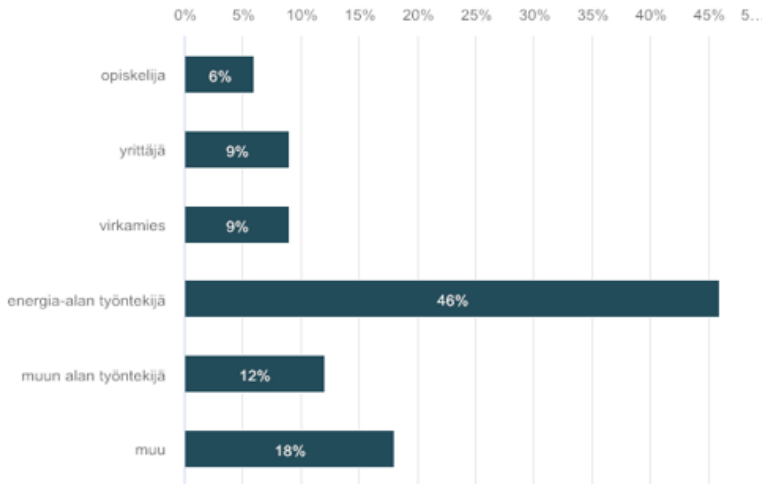
Vastaajien määrä: 18

Vastaukset
Enemmän aikaa esityksille ja keskustelulle.
Toivottavasti seuraava pystytään pitämään jälleen live-versiona.
Toimi kokonaisuutena hyvin. Johdettiin ja valottiin myös hyvin
Vähän yli tunnin esityspotki on maksimi. Väiillä pidettävä taukoja! Kokonaisuutena erinomaisesti järjestetty! Laittaakaapa linkki esitysaineistoihin, kiitos.
En löytänyt tietoa tilaisuuden järjestelyistä koronatilanteen takia, mikä oli hieman haastavaa
Hanke-esittelyt aiheuttavat melkein aina ja melkein kaikissa tilaisuuksissa myötähäpeän tunteita. Tämän tunnistaa, koska on itse ollut pitkään hankemaailmassa. Parasta on jos esittelee reilusti vain todennettuja tuloksia ja minimoi hankehöpinät. Valitut yrityspuolen caseet olivat ok ja kiinnostavia. Mukana oli myös itselle uutta tietoa. Kriitikistä huolimatta hyvä setti. Jaksoi kuunnella.
Olen kiinnostunut osallistumaan jatkossakin.
Webinaarin muuttunutta ajankohtaa tai muuttumista täysin etänä pidettäväksi ei ilmoitettu osallistujille. Useat esitykset olivat vain pintaraapaisuja aiheisiin, olisin kaivannut syvällisempiä esityksiä. Zoom alustana on tietoturvaltaan kyseenalainen valinta.
Jäin kaipaamaan mahdollisuutta esittää kysymyksiä. Tähän olisi mielestäni kannattanut varata paremmin aikaa. Nyt esitykset rullasivat peräkkäin ilman keskustelua. En saanut vastausta yhteenkään chattiin laittamaani kysymykseen. Muutoin hyvä setti.
Kysymyksille olisi hyvä olla pari minuuttia aikaa esityksien välissä.
Energiayhtiöiden rooli ylikorostunut seminaarissa ja muodostui osittain heidän markkinointitilaisuudeksi . St1 esitelmä aivan huippuhyvä, Helenin taas epäselvä ja jopa virheitä sisältävä.
Kiitos webinaarista! Jouduin poistumaan ennen tilaisuuden loppua, joten jäi epäselväksi, mistä tallenne löytyy ja kuinka kauan se on katsottavissa?
Esitysten aikatauluista (esitysten pituuksista) pidettävä tarkasti kiinni.
Kysymyksiä joku moderoimaan ja kysymykset esille heti esityksen perään. Pieni tauko myös paikallaan yli tunnin webinaareissa. Nyt oli aika tykittämistä.
Kiitoksia hyvästä seminaarista!
Mielestäni webinaari oli hyvä
Lisää vastaavia webinaareja!
Kiitos, näitä lisää vaan. Yhdessä tehdään enemmän. :)

Liite2. LÄMPÖÄ-hankkeen palautekysely

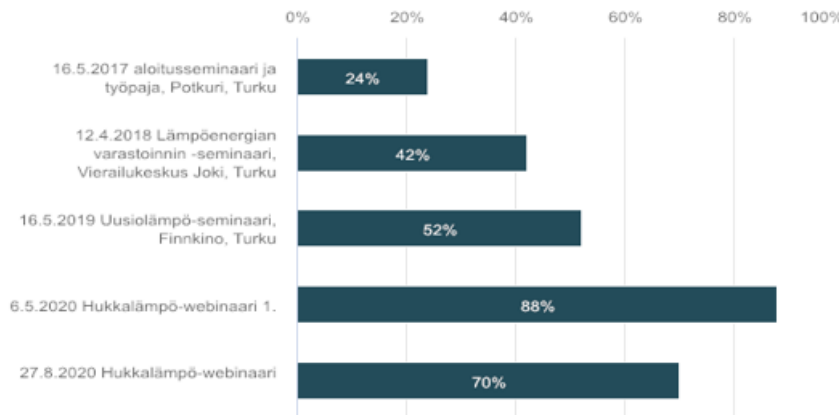
1. Olen

Vastaajien määrä: 33



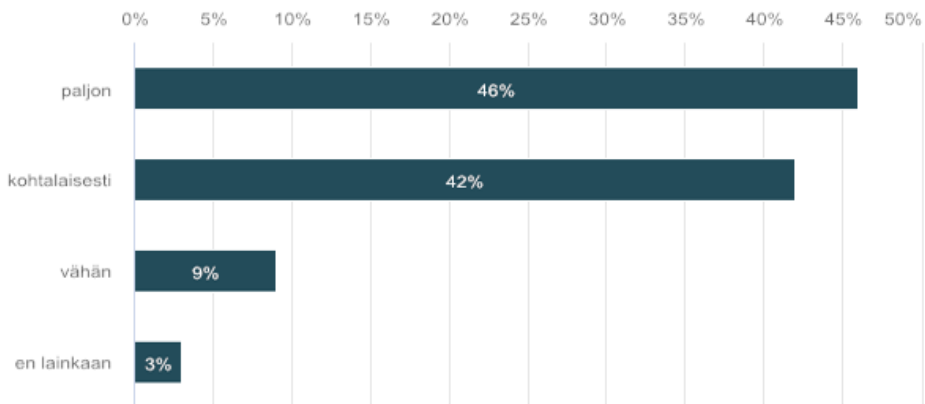
2. Mihin seuraavista LÄMPÖÄ-hankkeen seminaareista / webinaareista olet osallistunut

Vastaajien määrä: 33, valittujen vastausten lukumäärä: 91



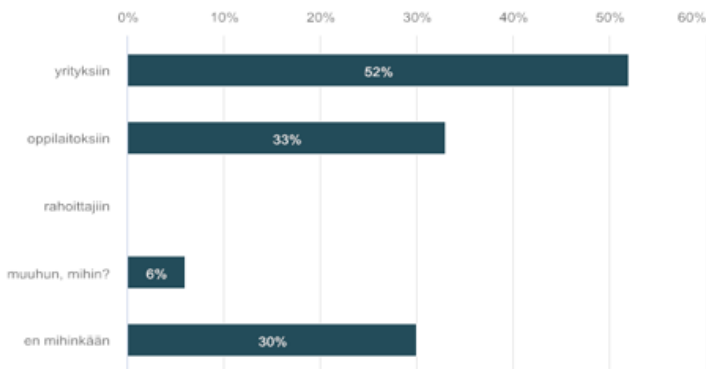
3. Miten koette saaneenne itsellenne tai organisaatiollenne hyödyllistä tietoa hankkeen myötä?

Vastaajien määrä: 33



4. Onko hankkeen myötä syntynyt uusia liiketoimintamahdollisuuksia, yhteistyösuhteita tai muita aloitteita? (useampi vaihtoehto valittavana)

Vastaajien määrä: 33, valittujen vastausten lukumäärä: 40

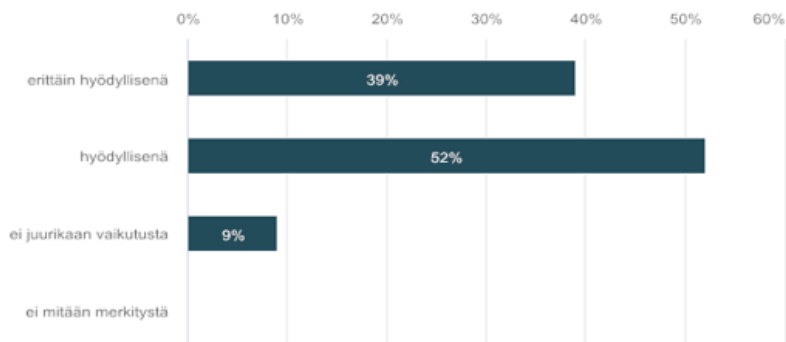


Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
muuhun, mihin?	Suunnitteluun laitettiin muutamia ideoita tulevaisuutta varten
muuhun, mihin?	Posintran edustaja vieraili keväällä <u>Xamkilla</u> Kotkassa.

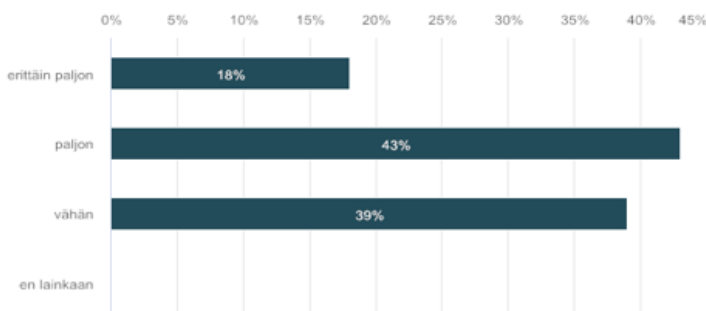
5. Kuinka hyödyllisenä näet LÄMPÖÄ-hankkeen toiminnan vaikutuksen tulevaisuutta ajatellen?

Vastaajien määrä: 33



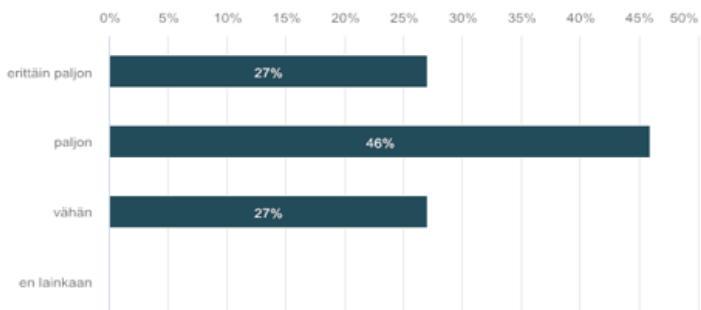
6. Miten koette lämpöenergian varastoinnin tietoisuuden lisääntyneen Suomessa viimeisen kolmen vuoden aikana?

Vastaajien määrä: 33



7. Miten koette lämpöenergian varastointi asenneilmapiirin kehittyneen kuluneen kolmen vuoden aikana?

Vastaajien määrä: 33



8. Vapaa sana. Miten Lämpöä-hanke mielestäsi onnistui kokonaisuutena? Kehitysehdotukseni tulevia hankkeita tai jatkoa ajatellen.

Vastaajien määrä: 16

Vastaukset
On ollut hyvä yhteistyötä HUKATON- ja HUIMA-hankkeiden kanssa!
Lämpöä hankkeessa saatiin paljon alan huippuasiantuntijoiden kommentteja. Tämän tyyppisiä hankkeita tarvitaan lisää mm. hiilineutraalisuuden saavuttamiseksi.
Hieman myöhään tulin mukaan, joten hyöty jäi vähän vajaaksi mutta aiheena erittäin hyödyllinen. Toivottavasti aiheesta tulee jatkoa jossain muodossa, kuten esimerkiksi teollisuuden hukkalämpöihin keskittyen ja miten yhteistyömahdollisuuksia voisi löytää...
EQS .
Hanke oli mielestäni hyvin tarpeellinen ja ajankohtainen ja jakoi tietoa merkittävästä osasta suomalaisia alan aktiviteetteja.
Pienten KPA-laitosten 1-3MW kokoisiin savukaasupesuri. Nykyiset eivät ole järkevällä hintatasolla pieniin kattiloihin joita on Suomessa paljon, pitäisi olla hieman yksikertaisempi lämmöntalteenotto savukaasuista, millä saavutetaan vaikka vain 8-15% talteenotto.
Hyviä referenssi kohteita esiteltiin.
Varastointiin ja esimerkiksi caseihin liittyen, olisi hyödyllistä tietää hankkeiden taloudellisia tietoja. Esimerkki hankkeista myös datan saaminen esim. dropboxin kautta avoimeksi helpottaisi seuranta.
Hyviä ideoita, mutta ei vielä kaupallisesti kannattavia, tai missään esityksissä sitä ei tuotu esiin, investoinnit versus hyödyt.
Lämpöenergian varastoinnissa on paljon tutkimus- ja liiketoimintapotentiaalia koko Euroopassa ja sille pitäisi saada sen ansaitsema huomio. Energian varastointi ansaitsisi oman tutkimus/innovaatiokeskuksensa.
Hyvä hanke ja mielenkiintoisia webinaareja.
Hyvin onnistui. Turun alueen suurin "jarru" on mielestäni paikallisen energialaitoksen nihkeys uudistuksiin.
viimeisen 5 vuoden aikana on tapahtunut hieman asennemuutosta energian tehokkaaseen käyttöön. Eihän kukaan tykkää, jos myynti laskee 50 - 70 % , kun pitäisi tehdä myynnin lisäystä. Energianmyyjien ja -siirtäjien piirissä on vieläkin vähättelyä energiansäästöstä. Vieläkin puuttuu paljon osaamista rakentamisessa ja niiden energiankäytöstä. Samoin teollisuuden energiankäyttöä ei olla helposti järjeistämässä. Hyvää Joulua ja Onnellista Uutta Vuotta Terveellisesti
Jo olemassa olevan tiedon ja kokemusten jakaminen eri muodoissaan olisi tärkeää. Toinen asia on toistettavuus: hanke antoi paljon malliesimerkkejä, joita voitaisiin toteuttaa useissa kohteissa, mutta riittääkö osaaminen, ymmärrys ja uskallus?
Monipuoliset seminaarit, hyvät referenssit
Hanke onnistui hyvin, mutta työsarkaa on myös paljon jäljellä.