

Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelma

Aurinkoseinä-hanke

Loppuraportti 14.3.2025

Aurinkoseinä -hanke on saanut tukea ympäristöministeriöltä Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelmasta, jonka rahoitus tulee EU:n kertaluonteisesta elpymisvälineestä (RRF).



Euroopan unionin rahoittama –
NextGenerationEU

Sisällys

1.	Tiivistelmä suomeksi	1
2.	Summary in English	2
3.	Hankkeen tausta ja tavoitteet	2
4.	Hankkeen osapuolet ja menetelmät	3
5.	Hankkeen tulokset	4
6.	Hankkeen vaikuttavuus/vaikutukset	5
7.	Viestinnän toteutuminen ja tulokset	5
8.	Tulosten kestävyys ja hyödyntäminen	6
9.	Talousraportti	6
10.	Suositukset tulevia hankkeita ja ohjelmia varten	6
11.	Yhteenveto hankkeen päätuloksista suomeksi	6
12.	Summary of the main results of the project in English	7

1. Tiivistelmä suomeksi

Aurinkoseinä -hankkeessa tehtiin tuotekehitystä liittyen rakennusten energialaskentaan. Hankkeessa kehitettiin ja tutkittiin energialaskennan menetelmiä aurinkoseinä -tyyppiselle julkisivulle eli massiivisen seinärakenteen ja lasitetun terassivyöhykkeen yhdistelmälle.

Hankkeessa kehitettiin energialaskennan prosessi ja tuote, jonka avulla aurinkoseinä -tyyppisen julkisivun energiatehokkuushyödyt voidaan huomioida täysimääräisesti virallisissa energiatehokkuuslaskelmissa. Kahden simulointiohjelmiston, IDA ICE -ohjelmiston ja EnergyPlus -ohjelmiston, soveltuvuutta kyseiseen sovellukseen testattiin. IDA ICE -ohjelmiston suorituskykyä tässä käyttötarkoituksessa testattiin vertaamalla koetalossa tehtyjen seurantamittausten tuloksia simulointimallin antamiin tuloksiin. Näin voitiin varmentaa simulointiohjelmiston sopivuus kyseiseen käyttötarkoitukseen.

Hankkeen tuloksena pystyttiin kehittämään LK Energiaratkaisut Oy:n energialaskennan prosesseja ja julkaistiin uusi energialaskennan tuote. Hankkeen osana tehdystä tutkimuksesta julkaistiin tietoa, joka on käytettävissä energialaskennan ammattilaisille ja rakennusalan ammattilaisille laajemminkin. Hankkeen tulokset voivat osaltaan edistää vähähiilistä ja energiatehokasta rakentamista lisäämällä tietämystä massiivisten rakenteiden sekä terassivyöhykkeiden energiatehokkuushyödyistä.

Hankkeesta viestitiin artikkeleissa, jotka julkaistiin LK Energiaratkaisut Oy:n internetsivustolla. Hankkeelle tuotiin näkyvyyttä sosiaalisen median julkaisuilla ja osallistumalla KiraHubin järjestämiin Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelman tiedotustilaisuuksiin. Hankkeen osana Metropolia ammattikorkeakoulun opiskelijat laativat projektityön aiheeseen liittyen ja sitä kautta hankkeen teemoista jaettiin tietoa Metropolian talotekniikan alan opiskelijoille.

Hanke toteutui alkuperäisen hankesuunnitelman mukaan ja hankkeelle varatun budjetin puitteissa. Lähes kaikki hankkeelle asetetut tavoitteet saavutettiin. Hankkeen tulosten julkaisu julkiseen levitykseen opiskelijan lopputyön muodossa ei kuitenkaan toteutunut. Hankkeen kokonaiskustannus jäi paljon pienemmäksi kuin hankesuunnitelmassa arvioitu kokonaiskustannus.

2. Summary in English

The Aurinkoseinä ("Solar wall") project carried out product development related to the energy calculation of buildings. The project developed and studied energy calculation methods for a "Solar wall" type facade, i.e. a combination of a massive wall structure and a glazed terrace zone.

The project developed an energy calculation process and a product that allows the energy efficiency benefits of a "Solar wall" type facade to be fully taken into account in official energy efficiency calculations. The suitability of two simulation software, IDA ICE software and EnergyPlus software, for the application in question was tested. The performance of IDA ICE software for this purpose was tested by comparing the results of monitoring measurements made in a test house with the results given by the simulation model. This allowed the suitability of the simulation software for the purpose in question to be verified.

As a result of the project, LK Energiaratkaisut Oy's energy calculation processes were developed and a new energy calculation product was published. The research conducted as part of the project was published and is available to energy calculation professionals and construction professionals more broadly. The project results can contribute to promoting low-carbon and energy-efficient construction by increasing knowledge about the energy efficiency benefits of massive structures and terrace zones.

The project milestones and results were communicated in articles published on the LK Energiaratkaisut Oy website. The project was given visibility through social media publications and by participating in the Low Carbon Built Environment Programme (Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelma) information sessions organized by KiraHub. As part of the project, Metropolia University of Applied Sciences' students prepared a project paper on the topic and through this, information about the project themes was presented to Metropolia's building services students.

The project was implemented according to the original project plan and within the budget allocated for the project. Almost all the objectives set for the project were achieved. However, the publication of the project results for public distribution in the form of a student's final thesis did not materialize. The total cost of the project was much lower than the total cost estimated in the project plan.

3. Hankkeen tausta ja tavoitteet

Yleisenä tavoitteena hankkeessa oli laajentaa mahdollisuuksia vähähiilisten sekä pitkään kestävien rakennusten toteutukseen hyödyntäen aurinkoseinää eli julkisivua, joka vähentää merkittävästi rakennuksen energiankulutusta. Aurinkoseinällä tarkoitetaan tässä yhteydessä julkisivua, jossa ulkoseinä rakenne on massiivinen ja sitä ympäröi lasitettu terassivöhyke. Aurinkoseinä voidaan toteuttaa erilaisissa rakennuksissa ja eri mittakaavassa, joko yksittäisenä terassina tai kokonaisena parvekejulkisivuna. Konseptia on mahdollista hyödyntää myös korjausrakentamisessa energiatehokkuuden parantamiseen.

Rakennusallalla on esitetty jonkin verran epäilyksiä siitä, että käytössä olevat energialaskennan menetelmät eivät kuvaisi kovin hyvin massiivisten julkisivurakenteiden toimintaa. Tästä syystä on ollut motivaatio tutkia IDA ICE simulointiohjelmiston suorituskykyä massiivisten seinärakenteiden mallintamisessa. Siksi yhtenä osatavoitteena oli, että tuloksia hyödynnetään massiivirakenteiden julkisivujen energialaskennan kehittämisessä. Hankkeen tulosten perusteella oli tarkoitus tutkia sitä, miten hyvin käytössä oleva IDA ICE malli kuvaa massiivirakenteisen seinän toimintaa.

Osatavoitteet:

- Suunnitella ja toteuttaa pieni koetalo, jossa aurinkoseinän toiminta voidaan todentaa käytännössä
- Hankkia tietotaito aurinkoseinän simuloimiseen, jotta aurinkoseinän toteutus voidaan optimoida
- Kehittää prosessi, jonka kautta aurinkoseinän simuloitu energiatehokkuus voidaan huomioida virallisissa energiatehokkuuslaskelmissa eli energiaselvityksissä ja energiatodistuksissa (E-luku).
- Tuottaa validointi-tuloksia massiivisen seinärakenteen simuloinnista laskentamenetelmän kehittämiseksi
- Aurinkoseinän energialaskenta ja suunnittelu -palvelun tuotteistus

4. Hankkeen osapuolet ja menetelmät

Hankkeessa toteutetut toimenpiteet ja osapuolet:

5.-9.2022

Simulointityökaluja IDA-ICE (EQUA Simulation AB) ja EnergyPlus (DOE) testattiin ajatellen soveltuvuutta aurinkoseinä- tyyppisen julkisivun mallintamiseen. Selvitettiin ohjelmistojen seinä-laskentamallien ominaisuuksia sekä tehtiin vertailusimuloinnit IDA-ICE ja EnergyPlus ohjelmistojen toiminnan vertailemiseksi.

IDA-ICE ohjelmistolla tehtiin testisimuloinnit aurinkoseinä- tyyppisen julkisivun laskennallisen suorituskyvyn selvittämiseksi.

IDA-ICE ohjelmistolla tehtiin testisimuloinnit, joilla vertailtiin erilaisia ulkoseinärakenteita aurinkoseinä- tyyppisen julkisivun yhteydessä. Näitä tuloksia käytettiin koetalossa käytettävän seinärakenteen valinnassa.

IDA ICE simuloinnit suoritettiin LK Energiatekniikka Oy:n toimesta ja EnergyPlus simuloinnit teki konsultti Divyanshu Sood (Väitöskirjatutkija University College Dublin).

Aloitettiin koetalon suunnittelu.

10.2022-4.2023

Toteutettiin koetalon suunnittelu. Valmisteltiin koetalon toteutusta. Valmisteltiin koetalon seurantamittauksia yhteistyössä Tampereen yliopiston Rakennustekniikan yksikön kanssa.

5.-9.2023

Koetalon rakentaminen aloitettiin huhtikuussa 2023. Koetalo rakennettiin ja ensimmäiset seurantamittaukset alkoivat syyskuun puolessa välissä.

10.2023-7.2024

Koetalossa suoritettiin seurantamittaukset. Seurantamittausjaksolta saatiin tuloksia sopivassa laajuudessa hankkeen tarpeisiin.

Seurantamittauslaitteiston asensi RF SensIT Oy pilvipalveluun tallentavien lämpötila- ja kosteusmittausten osalta ja LK Energiatekniikka Oy paikallisesti tallentavien lämpötilamittausten ja sähkömittausten osalta.

Paikalla kerätyn seurantamittausdatan lisäksi hankkeessa hyödynnettiin Ilmateiteenlaitoksen julkaisemaa säädataa Jyväskylän lentoaseman sääasemalta.

8.-12.2024

Syksyn 2024 aikana suoritettiin koetalon seurantajakson mittausdatan analysointi sekä vertailu koetalon IDA ICE simulointimallin antamiin tuloksiin.

Syksyn 2024 aikana LK Energiaratkaisut Oy osallistui Metropolia ammattikorkeakoulun Monialainen innovaatioprojekti -kurssin järjestämiseen Aurinkoseinä -hankkeen osana. LK Energiaratkaisut Oy tarjosi Aurinkoseinä-hankkeeseen liittyvän aiheen ja ohjauksen opiskelijaryhmän projektityölle. Projektityötä oli tekemässä kolmen opiskelijan ryhmä. Työssä opiskelijat rakensivat IDA ICE simulointimallin ja vertailivat simulointituloksia ja seurantamittauksen tuloksia koetalosta. Opiskelijat laativat projektityön tuloksista raportin ja esittelivät tulokset kurssin päätöstilaisuudessa ohjaajille ja muille kurssin opiskelijoille. Projektityössä opiskelijat oppivat IDA ICE simulointiohjelmiston käyttöä sekä massiivisten seinärakenteiden simuloinnin erityispiirteitä. Opiskelijat pääsivät esittelemään Aurinkoseinä -hankkeeseen liittyviä teemoja muille kurssin opiskelijoille. Kaikkiaan Monialainen innovaatioprojekti -kurssille osallistui 130 talotekniikan opiskelijaa.

Loppuvuodesta 2024 kehitettiin simuloinnin ja energialaskennan prosessia, jolla IDA ICE simuloinnissa voidaan huomioida Aurinkoseinä -tyyppisen julkisivun hyödyt virallisissa energiatehokkuuslaskelmissa eli energiatodistuksessa ja energiaselvityksessä. Tähän liittyi koulutusta IDA ICE energiaselvitysten laadinta - ominaisuuksiin ja energialaskennan prosessin vaiheiden suunnittelua. Uudelle, hankkeen tuloksena syntyneelle, energialaskennan tuotteelle laadittiin markkinointimateriaalit LK Energiaratkaisut Oy internetsivustolle.

5. Hankkeen tulokset

Hankkeen tulokset simulointityökalujen vertailusta:

- Todettiin IDA-ICE simulointiohjelmisto parhaiten soveltuvaksi työkaluksi hankkeen simulointitarkasteluihin ja aurinkoseinä-julkisivun laskentamenetelmän jatkokehitykseen. Suurimmat valintaan vaikuttaneet tekijä olivat IDA ICE -ohjelmiston parempi käytettävyys, monipuolisemmat mallinnusominaisuudet sekä se, että ohjelmistosta on jo pitkäaikainen käyttökokemus LK Energiaratkaisut Oy:ssa.
- Todettiin, että IDA-ICE ja EnergyPlus simulointiohjelmit antavat saman suuntaisia tuloksia aurinkoseinä-julkisivujen toiminnasta.

Tulokset koetalon suunnitteluvaiheesta:

- Valittiin koetaloon testattavaksi julkisivuratkaisuksi 27cm paksu hirsiseinä yhdistettynä lasitettuun terassiin. Perusteluina tämän seinärakenteen valintaan olivat, että hirsirakenne on Suomessa yleisesti käytetty seinärakenne ja että suhteellisesti paksusta hirsirakenteesta on mahdollista saada tarkempia seurantamittauksen tuloksia.
- Simuloinnein laskettiin koetalon terassivyöhykkeen vaikutusta energiankulutukseen. Todettiin, että terassivyöhyke pienentää lämmitysenergian tarvetta huomattavasti enemmän verrattuna hirsiseinän lisäeristämisen vaikutukseen.

Tulokset koetalon seurantamittauksen ja simulointimallin tulosten vertailusta

- Todettiin IDA ICE -ohjelmisto (IDA ICE 5.0 Standard) ominaisuuksiltaan soveltuvaksi massiivisen seinärakenteen ja terassivyöhykkeen yhdistelmän toiminnan mallintamiseen.

- IDA ICE -ohjelmistosta saatiin tarkasteltavaksi tulokset seinärakenteen sisälämpötiloista riittävällä tarkkuudella hankkeen tutkimuksen tarpeisiin.
- Seurantamittausten ja simulointien perusteella pystyttiin todentamaan, että simulointimalli vastaa riittävällä tarkkuudella todellisuutta terassivyöhykkeen ja massiivisen seinärakenteen yhdistelmästä muodostuvan julkisivun tapauksessa.
- Todettiin IDA ICE -ohjelmisto hyvin soveltuvaksi terassivyöhykkeen ja massiivisen seinärakenteen yhdistelmästä muodostuvan julkisivun energialaskennan työkaluksi.

Tulokset tuotekehityksestä

- Kehitettiin suunnitteluprosessi terassivyöhykkeellisten julkisivujen energialaskentaan, jolla tällaisten julkisivujen energiatehokkuushyödyt saadaan täysimääräisesti näkyviin virallisissa energiaselvitysten E-luku laskelmissa.
- Laadittiin ja julkaistiin markkinointimateriaali hankkeessa kehitetylle energialaskennan tuotteelle.

6. Hankkeen vaikuttavuus/vaikutukset

Hankkeen tuloksena pystyttiin kehittämään energialaskentaprosessi aurinkoseinä-tyyppisille julkisivuille. Hankkeen tulosten perusteella prosessissa käytettävän simulointityökalun tulosten oikeellisuus pystyttiin varmistamaan. Näin saatiin työkalut aurinkoseinä -tyyppisten energiatehokkaiden ja kestävien julkisivujen toteutuksessa tarvittavaan energialaskentaan. Sen lisäksi saatiin lisää varmuutta siitä, että käytettävän energialaskentaprosessin tulokset vastaavat todellisuutta.

Tulokset tuovat varmuutta myös muiden massiivisten rakenteiden tai terassivyöhykkeellisten julkisivujen energialaskennan tulosten hyödyntämiseen. Hankkeen tulosten avulla rakennusalan asiantuntijoiden on helpompi viestiä massiivisten rakenteiden ja terassivyöhykkeiden hyödyistä asiakkailleen. Näin voidaan edistää kestävää ja vähähiilistä rakentamista.

Hankkeen tulokset edistävät energiatehokasta ja vähähiilistä rakentamista, jossa energiaa säästetään hyödyntämällä aurinkoenergiaa passiivisesti. Tulokset edistävät kestävää rakentamista, jossa toteutetaan julkisivuja, jotka sopeutuvat hyvin ilmastomuutoksen vaikutuksiin.

Hankkeen tulokset ovat hyödyksi massiivisten rakenteiden ja terassivyöhykkeiden toteutuksessa laajemmin kuin vain hankkeessa käsitellyn aurinkoseinä -tyyppisen julkisivun tapauksessa.

Hankkeen tuloksena luotua energialaskennan prosessia ja tuotetta voidaan käyttää rakennusten suunnittelussa ja näin toteuttaa energiatehokasta ja pitkäikäistä eli vähähiilistä rakentamista.

7. Viestinnän toteutuminen ja tulokset

Hankkeesta on tiedotettu yleisellä tasolla KIRAHub:in viestintäkanavien kautta.

- Hankkeen tietojen julkaisu kirahub.org/kirailmasto/ -sivustolla

Hankkeen ja sen tulosten esittelyt seuraavissa tilaisuuksissa:

- KIRAHub tietoisuus 9.12.2022 hanke-esittely
- KIRAHub hankkeiden esittelytilaisuus 31.5.2023
- KIRAILmasto -tulostilaisuus 13.12.2024

Hankkeen tuloksia on julkaistu yrityksen internetsivustolla kahdeksan (8) blogitekstiä. Viestinnässä on pyritty välittämään hankkeen tulokset ymmärrettävästi rakennusalan ammattilaisille. Viestinnässä pyritään myös välittämään tutkimuksen yksityiskohtia riittävällä tarkkuudella niin, että energialaskennan ammattilaiset voivat hyödyntää tuloksia.

Metropolia ammattikorkeakoulun Monialainen innovaatioprojekti -kurssin yhteydessä opiskelijaryhmä laati Aurinkoseinä- hankkeen teemaan liittyvän projektityön, joka esiteltiin kurssille osallistuneille talotekniikan opiskelijoille. Kurssille otti osaa 130 talotekniikan opiskelijaa. Alun perin hankkeessa oli tavoitteena teettää tulosten julkaisu opiskelijan lopputyönä. Yhteistyön muoto Metropolia ammattikorkeakoulun kanssa muutettiin kuitenkin projektityökurssin ryhmän ohjaukseksi ammattikorkeakoulun pyynnöstä. Projektityön tuloksia ei julkaista julkiseen levitykseen, mutta toisaalta projektityön kautta Aurinkoseinä -hankkeen teemat tuotiin esiin sopivalle talotekniikkaopiskelijoiden kohderyhmälle. Näin ollen julkinen viestintä hankkeen tuloksista tapahtui ensisijaisesti LK Energiaratkaisut Oy:n viestintäkanavien kautta.

LK Energiaratkaisut Oy:n sosiaalisen median kanavissa julkaistiin 10 tiedotetta hankkeen etenemisestä ja tuloksista.

Suunnittelupalvelun kehitystyöhön liittyen toteutettiin markkinointimateriaalit aurinkoseinä-energialaskennan tuotteesta LK Energiaratkaisut Oy:n internetsivustolle.

8. Tulosten kestävyys ja hyödyntäminen

Hankkeessa kehitetty energialaskennan prosessi aurinkoseinä -tyyppisille julkisivuille on suoraan hyödynnettävissä LK Energiaratkaisut Oy:n liiketoiminnassa. Muut energialaskennan asiantuntijat voivat hyödyntää hankkeesta jaettua tietoa omassa työssään ja markkinoinnissaan.

Hankkeessa jaettu tieto ja koetulokset ovat rakennusalan ammattilaisten hyödynnettävissä hankkeiden suunnittelun ja päätöksenteon tukena.

Hankkeen tuloksia voitaisiin hyödyntää jatkossa julkaisemalla niitä sopivissa kanavissa ja/tai rakennusalan ammattilaisten koulutuksessa. Tulokset voisivat parantaa rakennusalan ammattilaisten tietämystä massiivirakenteiden energiateknisestä toiminnasta ja siihen liittyvästä energialaskennasta.

9. Talousraportti

Hanke toteutui alkuperäisen hankesuunnitelman mukaan ja hankkeelle varatun budjetin puitteissa.

10. Suositukset tulevia hankkeita ja ohjelmia varten

Tässä hankkeessa oli tarkastelussa massiivisen seinärakenteen ja lasitetun terassivyöhykkeen yhdistelmän toiminta, kun huomioidaan julkisivulle osuva auringon säteilyenergia. Toisaalta myös massiivisen seinärakenteen lisäeristämisen energiatehokkuusvaikutusta olisi syytä tutkia samalla näkökulmalla eli huomioiden julkisivulle osuva auringon säteilyenergia. Kysymys kuuluu: Mikä on massiivisen seinärakenteen lisäeristämisen energiatehokkuusvaikutus, kun huomioidaan julkisivun suuntaus ja sille saatava auringon säteilyn määrä?

11. Yhteenveto hankkeen päätuloksista suomeksi

- Todettiin IDA ICE -simulointiohjelmisto parhaiten soveltuvaksi energialaskennan työkaluksi hankkeessa kehitettävän energialaskennan tuotteen tapauksessa (vertailussa EnergyPlus -ohjelmistoon)
- Simuloinnein todettiin, että lasitettu terassivyöhyke pienentää julkisivun lämpöhäviötä huomattavasti enemmän verrattuna ulkoseinän lisäeristämiseen ilman terassivyöhykettä.
- Vertailemalla koetalosta saatuihin mittaustuloksiin todettiin IDA ICE -simulointiohjelmiston tulosten vastaavan hyvin todellisuutta mallinnettaessa massiivisen seinärakenteen ja lasitetun terassin yhdistelmän energiateknistä toimintaa.
- Kehitettiin suunnitteluprosessi ja julkaistiin suunnittelupalvelu terassivyöhykkeellisten julkisivujen energialaskentaan. Kehitetyn suunnitteluprosessin avulla tällaisten julkisivujen

energiatohokkuushyödyt saadaan täysimääräisesti näkyviin virallisissa energiaselvitysten E-luku laskelmissa.

12. Summary of the main results of the project in English

- The IDA ICE simulation software was found to be the most suitable energy calculation tool for the energy calculation product developed during the project (in comparison with the EnergyPlus software)
- The simulations showed that a glazed terrace zone reduces the heat loss of the facade significantly more than additional insulation of the external wall without a terrace zone.
- By comparison with the monitoring results obtained from the test house, it was found that the results of the IDA ICE simulation software correspond well to reality when modeling the energy performance of the combination of a massive wall structure and a glazed terrace.
- A design process was developed and a design service product was published for the energy calculation of facades with a terrace zone. With the help of the developed design process, the energy efficiency benefits of such facades can be fully reflected in the energy efficiency calculations of official energy certificates.