



Vähähiiliset energiamuodot kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa

Kokemuksia esimerkkikohteista

Ympäristöministeriön julkaisu
2024:26



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet

Vähähiiliset energiamuodot kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa

Kokemuksia esimerkkikohteista

Jukka Kopra, Jukka Korri, Sami Hirvonen, Niina Uusi-Seppä, Juha Åberg,
Esa Huurinainen

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi



**Euroopan unionin
rahoittama**

NextGenerationEU

Ympäristöministeriö

This publication is copyrighted. You may download, display and print it for Your own personal use.
Commercial use is prohibited.

ISBN pdf: 978-952-361-378-2

ISSN pdf: 2490-1024

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2024

Vähähiiliset energiamuodot kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa Kokemuksia esimerkkikohteista

Ympäristöministeriön julkaisu 2024:26

Teema

Rakennettu
ympäristö

Julkaisija Ympäristöministeriö

Tekijä/t
Yhteisötekijä
Kieli Jukka Kopra, Jukka Korri, Sami Hirvonen, Niina Uusi-Seppä, Juha Åberg, Esa Huurinainen
Ramboll Finland Oy
suomi

Sivumäärä

122

Tiivistelmä

Eri tahot ovat kaivanneet tietoa vähähiilisten energiamuotojen sovittamiseen kulttuurihistoriallisesti arvokkaisiin kohteisiin ja ympäristöihin. Työssä kootaan hyviä esimerkkejä ja käytäntöjä tukemaan vähähiilisten energiamuotojen käyttöönottoa ja sovittamista kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa rakennuksissa ja alueilla. Kulttuurihistoriallisesti arvokkailla kohteilla tarkoitetaan rakennuksia ja rakennettuja ympäristöjä, jotka on arvioitu kulttuurihistoriallisesti merkittäviksi valtakunnallisessa, maakunnallisessa tai paikallisessa inventoinnissa. Näissä kohteissa on huolehdittava siitä, että energiaratkaisuilla ei heikennetä niitä ominaispiirteitä, joista kohteen arvot muodostuvat. Arkkitehtuurin lisäksi on otettava huomioon kaupunkikuvalliset ja muut ympäristön arvot, kuten arkeologinen kulttuuriperintö ja kasvillisuus. Muutokset tulee suunnitella siten, että ne ovat myöhemmin poistettavissa ja rakennus on ennallistettavissa. Tässä julkaisussa tarkastellut energiamuodot ovat: aurinkoenergia, bioenergia, geoenergia, pientuulivoima sekä lämpöpumput (ilma-vesi, ilma, poistoilma). Työssä esiteltiin seitsemän esimerkkikohteita, joissa on toteutettu edellä mainittuja vähähiilisiä energiamuotoja. Yhteistä hyvin toteutetuille ratkaisuille on se, että niissä on käytetty ammattitaitoista suunnittelijaa. Hanke on rahoitettu EU:n elpymisvälineellä (RRF).

Asiasanat energiatehokkuus, rakennushistoria, kulttuuriympäristö, rakennusperintö, uusiutuvat energialähteet

ISBN PDF 978-952-361-378-2

ISSN PDF

2490-1024

Julkaisun osoite <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-378-2>

Koldioxidsnäla energiformer i kulturhistoriska objekt Erfarenheter av exempelobjekt

Miljöministeriets publikationer 2024:26	Tema	Byggd miljö
Utgivare	Miljöministeriet	
Författare	Jukka Kopra, Jukka Korri, Sami Hirvonen, Niina Uusi-Seppä, Juha Åberg, Esa Huurinainen	
Utarbetad av	Ramboll Finland Oy	
Språk	finska	Sidantal 122

Referat

Olika aktörer har efterlyst information om hur koldioxidsnäla energiformer kan anpassas till kulturhistoriskt värdefulla objekt och miljöer. Arbetet går ut på att sammanställa goda exempel och god praxis för att stödja ibruktagandet och anpassningen av koldioxidsnäla energiformer i kulturhistoriskt värdefulla byggnader och områden. Med kulturhistoriskt värdefulla objekt avses byggnader och bebyggda miljöer som bedömts vara kulturhistoriskt betydelsefulla i den nationella, landskapsvisa eller lokala inventeringen. I dessa objekt ska man se till att energilösningarna inte försämrar de egenskaper som utgör objektets värden. Utöver arkitekturen ska man även beakta stadsbilden och andra miljövärden, såsom arkeologiska kulturarv och vegetation. Ändringarna ska planeras så att de senare kan avlägsnas och byggnaden kan restaureras. De energiformer som granskas i denna publikation är solenergi, bioenergi, geoenergi, småskalig vindkraft samt värmepumpar (luft-vatten, luft, frånluft). I arbetet presenterades sju exempel där ovan nämnda koldioxidsnäla energiformer har genomförts. Gemensamt för väl genomförda lösningar är att man i samtliga anlitar en yrkeskunnig planerare. Projektet har finansierats med EU:s återhämtningsinstrument (RRF).

Nyckelord Byggnadsarv, byggnadshistoria, energieffektivitet, förnybara energikällor, kulturmiljö

ISBN PDF 978-952-361-378-2 **ISSN PDF** 2490-1024

URN-adress <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-378-2>

Low-carbon Energy Sources in Sites with Cultural and Historical Value Experiences from Example Sites

Publications of the Ministry of the Environment 2024:26	Subject	Built environment
Publisher	Ministry of the Environment	
Author(s)	Jukka Kopra, Jukka Korri, Sami Hirvonen, Niina Uusi-Seppä, Juha Åberg, Esa Huurinainen	
Group author	Ramboll Finland Oy	
Language	Finnish	Pages 122

Abstract

Various parties have been seeking guidance on integrating low-carbon energy sources into sites with cultural and historical value and their surroundings. This work compiles good examples and practices to support the adoption of low-carbon energy sources and their incorporation into culturally and historically valuable buildings and areas. Sites with cultural and historical value refer to buildings, structures, and built environments that have been classified as culturally and historically significant in national, regional or local inventories. In such sites, it is important to ensure that energy solutions do not impair the special characteristics that constitute the values of the site. Besides architecture, the matters to be taken into account include urban landscape and other environmental values, such as archaeological heritage and vegetation. Changes made to a site should be designed in such a way that they can be removed later and the building can be restored to its original state. The energy sources examined in this report are solar energy (collectors and panels), bioenergy, geoenergy, small-scale wind power and heat pumps (air-water, air-air, exhaust air). The work presents seven example sites where the aforementioned low-carbon energy sources have been implemented. A common feature of well-executed solutions is that a professional designer has been used. The project has been funded by the EU Recovery and Resilience Facility (RRF).

Keywords Built heritage, Architectural history, Cultural environment, Energy efficiency, Renewable energy sources

ISBN PDF	978-952-361-378-2	ISSN PDF	2490-1024
-----------------	-------------------	-----------------	-----------

URN address <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-378-2>

Sisältö

Uusi energia taipuu vanhaankin, kun tietyt asiat osataan huomioida	8
1 Johdanto	9
1.1 Hankkeen tarve ja tavoite	9
1.2 Hankkeen toteutus.....	9
1.3 Käytetyt käsitteet/termistö	10
1.4 Vähähiilinen rakentaminen korjausrakentamisessa	12
1.5 Tarkasteltavat energiamuodot	15
1.6 Kulttuurihistoriallisesti arvokkaat kohteet	16
1.7 Raportin kohderyhmä	17
2 Näkökulmat ja niiden yhteen saattaminen	18
2.1 Kulttuurihistoriallisten arvojen huomioiminen	18
2.2 Tekninen näkökulma	20
2.2.1 Ilmalämpöpumput	20
2.2.2 Geoenergia eli maalämpö.....	34
2.2.3 Aurinkoenergia	46
2.2.4 Pientuulivoima	64
2.2.5 Bioenergia	71
3 Esimerkkikohteet	77
3.1 Kuitiassa kehitetään bioenergiaa	77
3.2 Aurinkopaneelit arvoalueilla.....	82
3.2.1 Tampereen lyseo	82
3.2.2 Kuitian kartanon navetta	87
3.3 Maalämpö Vampulan kirkossa	89
3.4 Pientuulivoimaa, maalämpöä ja aurinkovoimaa Kanteleen meijerissä.....	93
3.5 Lämpöpumput.....	99
3.5.1 Ilmalämpöpumppu Lyökin luotsiasemalle.....	99
3.5.2 Ilmalämpöpumput katolla As Oy Pyynikinkulma	103
3.5.3 Ilmalämpöpumput Hyrylän torpalla.....	107
3.6 Yhteenvedo esimerkkikohteista.....	111
4 Rahoitusmahdollisuudet, tuet	113
4.1 ESCO (Energy Service Company)	113
4.2 Kotitalousvähennys.....	114

4.3	Business Finland – Energiatuki.....	115
4.4	ELY-keskuksen tuet öljy ja kaasulämmityksestä luopumiseen.....	115
4.5	Maatilojen energiatuki.....	116
4.6	Aran myöntämät tuet.....	116
5	Luvat	117
6	Abstract	118
7	Lähteet	121

Uusi energia taipuu vanhaankin, kun tietyt asiat osataan huomioida

Energiamurros tuo mukanaan yhä enemmän tilanteita, joissa uusiin energiamuotoihin liittyvää tekniikkaa sovitetaan kulttuurihistorialtaan arvokkaisiin kohteisiin. Tekniikka kehittyy jatkuvasti, ja kaikenlaisten rakennusten energiatehokkuuden parantamiseksi on keinoja.

Ympäristöministeriö tilasi Ramboll Finland Oy:ltä selvityksen kokoamaan kulttuurihistoriallisissa kohteissa mahdollisia vähähiilisiä energiamuotoja ja kohteisiin liittyviä erityishuomiota. Uusien energiamuotojen käyttöönotto on mahdollista samalla, kun huolehditaan kohteen arvokkaiden ominaispiirteiden säilyttämisestä.

Raportti ei sisällä ympäristöministeriön linjauksia, vaan työssä on koottu hyviä esimerkkejä ja käytäntöjä, jotka tukevat vähähiilisten energiamuotojen käyttöönottoa ja sovittamista kulttuurihistoriallisesti arvokkaisiin rakennuksiin ja arvokkaan kulttuuriympäristön alueilla. Raportti antaa lisää välineitä vähähiilisen energian ja kulttuuriympäristöjen parissa työskenteleville sekä auttaa puntaroimaan yhteensovittamisen kysymyksiä. Esimerkit toimivat hyödynnettäväksi yhtä lailla kohteissa, joita ei ole suojeltu, tai joilla ei ole erityistä kulttuuriympäristöstatusta. Siksi ne on tuotu myös osaksi kiinteistönomistajille suunnattua tietopankkia Energiahankkeet.fi. Ministeriö hyödyntää tietoja lainvalmistelussa, EU-sääntelyn toimeenpanossa ja tulevaisuissa oppaissa.

Ympäristöministeriö kiittää lämpimästi hankkeen työryhmää, ohjausryhmää, haastatteluihin osallistuneita, esimerkkikohteita vinkanneita tahoja, kohteiden omistajia, raporttia kommentoineita ja muita hanketta eri tavoin edistäneitä tahoja.

Työn ovat toteuttaneet Ramboll Oy:n työryhmä Jukka Kopra, Jukka Korri, Sami Hirvonen, Niina Uusi-Seppä, Juha Åberg ja Esa Huurinainen. Ympäristöministeriössä työtä ohjasivat Harri Hakaste, Hanna Hämäläinen, Jyrki Kauppinen, Reko Korhonen, Annukka Lyra ja Maija Stenvall.

Hanke on rahoitettu ympäristöministeriön Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelmasta, jonka rahoitus tulee EU:n kertaluonteisesta elpymisvälineestä.

Reko Korhonen
Kesäkuu 2024

1 Johdanto

1.1 Hankkeen tarve ja tavoite

Rakennusvalvonta, kaavoittajat ja kulttuuriympäristöalan asiantuntijat ovat tuoneet esiin tarpeen ohjeistaa muun muassa aurinkoenergialaitteiden ja lämpöpumppujen sovittamista kulttuurihistoriallisesti arvokkaisiin kohteisiin ja kaupunki- ympäristöihin. Vähähiilisiä energiamuotoja tullaan enenevässä määrin ottamaan käyttöön myös kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa, koska kiristyvät energiatehokkuustavoitteet ja kansallinen hiilineutraaliustavoite vuoteen 2035 mennessä asettavat paineita päästövähennyksiin kaikissa rakennuksissa.

Euroopan Unionin sääntely tulee asettamaan uusiutuvan energian hankkeiden lupamenettelyille entistä tiukempia energiatehokkuusvaatimuksia sekä määräaikoja, joita ovat mm. rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) ja uusiutuvan energian direktiivi (Renewable Energy Directive, RED III). Lisätietoa tarvitaan siten myös EPBD:n kansalliseen toimeenpanoon.

Näihin tarpeisiin ympäristöministeriö käynnisti hankkeen *vähähiiliset energiamuodot kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa*. Hankkeen tavoitteena oli koota hyviä esimerkkejä ja käytäntöjä, jotka tukevat vähähiilisten energiamuotojen käyttöönottoa ja sovittamista kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa rakennuksissa ja alueilla. Hankkeen tulokset on koottu tähän loppuraporttiin, jota alan toimijat voivat hyödyntää. Raportissa esitetyt kohteet ovat myös Energiahankkeet.fi-sivustolla. Tuloksia hyödynnetään myös ministeriön jatkotyössä. Lainsäädäntöä on uudistettu raportin laadinnan aikana, joten voimassa oleva sääntely kannattaa tarkastaa hankkeeseen ryhtyessä.

1.2 Hankkeen toteutus

Vähähiiliset energiamuodot kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa -hankkeen toteutuksesta vastasi Ramboll Finland, ja työskentelyä ohjasi asiantuntijaorganisaatioiden edustajista koostunut ohjausryhmä.

Hankkeen aluksi toteutettiin Webropol-kysely, jonka avulla kartoitettiin kulttuuriympäristöjen parissa työskenteleviltä viranomaisilta ja asiantuntijoilta, millaisia vähähiilisiin energiamuotoihin liittyviä kysymyksiä he ovat joutuneet työssään

käsittämään, ja mitä haasteita uusien energiaratkaisujen ja kulttuurihistoriallisten arvojen yhteensovittamiseen on liittynyt. Kysely lähetettiin 180 vastaanottajalle ja vastauksia saatiin 22. Eniten vastauksia saatiin alueellisilta vastuuseoilta, jotka vastaavat kulttuuriympäristön suojeluun liittyvistä viranomaistehtävistä omalla alueellaan.

Kyselyllä kerättiin lisäksi vinkkejä kulttuurihistoriallisesti arvokkaista kohteista, joissa vähähiilisten energiamuotoja on otettu käyttöön onnistuneesti. Näistä valittiin sopiva kokonaisuus esiteltäväksi esimerkkikohteina.

Raportissa esitetyt suositukset perustuvat Ramboll Finlandin asiantuntijoiden näkemyksiin ja kokemuksiin sekä viitattuihin lähteisiin.

1.3 Käytetyt käsitteet/termistö

Arkeologinen kulttuurikerros

Ihmisen toiminnasta muodostunut kerrostuma, joka sisältää rakenteiden jäännöksiä, löytöjä tai muita ihmisen toiminnan jälkiä.

Arkeologinen kulttuuriperintö

Kulttuuriperinnön osa, joka muodostuu ihmisen toiminnasta syntyneistä arkeologisista jäännöksistä ja löydöistä sekä niitä koskevasta tiedosta. Arkeologista kulttuuriperintöä tutkitaan ensisijaisesti arkeologian menetelmin. Keskeisiä tutkimusmenetelmiä ovat kohteiden arkeologiset tarkastukset, arkeologiset inventoinnit ja arkeologiset kaivaukset.

CHP

Lämmön ja sähkön yhteistuotanto (CHP Combined Heat and Power). CHP-tuotantoyksikkö voi olla esimerkiksi kaasumoottori, josta tuotetun sähkön lisäksi otetaan talteen myös syntynyt lämpöenergia.

COP

Lämpöarvo, joka kuvaa lämpöpumppujen energiatehokkuutta (Coefficient of Performance). COP kertoo kuinka moninkertaisesti lämpöä tai jäähdytystä lämpöpumppu tuottaa verrattuna sen käyttämän sähköenergian määrään.

IV-kone

Ilmanvaihtokone. Ilmanvaihtokone kierrättää asunnon tai rakennuksen ilmaa hyödyntämällä ilmanvaihtojärjestelmää. Samalla se poistaa asunnosta ylimääräistä kosteutta ja ilman epäpuhtauksia sekä tekee sisäilmasta raikkaamman ja puhtaamman.

Kulttuurihistoriallinen arvo

Ominaisuus, joka ilmentää kohteen kulttuurihistoriallista laatua.

Kulttuurimaisema

Maisema, jonka syntymiseen ihmisellä on ollut merkittävä vaikutus. Kulttuurimaisemaa voi tyypitellä esimerkiksi elinkeinojen, asutusrakenteen tai jonkin muun tekijän pohjalta. Erilaisia kulttuurimaisematyyppejä ovat esimerkiksi maatalousmaisema, kaupunkimaisema, teollisuusmaisema ja liikennemaisema.

Kulttuuriympäristö

Ihmisen ja luonnon vuorovaikutuksesta syntynyt ja muotoutunut ympäristö. Kulttuuriympäristö-käsite ei ota suoraan kantaa ympäristön merkittävyyteen, mutta käsitettä käytetään usein, kun halutaan tuoda esiin esimerkiksi alueen arvoja.

Rakennettu kulttuuriympäristö

Kulttuuriympäristö, joka muodostuu rakennuksista, rakennelmista ja rakennetuista alueista sekä niiden suhteista toisiinsa ja ympäristöönsä. Rakennettuihin kulttuuriympäristöihin kuuluvat myös puistot ja puutarhat sekä muut istutetut tai rakennusten käyttöön liittyvät luonnonvaraiset alueet kuten esimerkiksi metsälähiöiden suunnitellusti rakentamatta jätetyt alueet.

Rakennusperintö

Kulttuuriperinnön osa, joka koskee rakennuksia, rakennelmia ja rakennettuja alueita, rakentamisen ja suunnittelun periaatteita sekä rakentamisen tapoja ja näiden historiaa.

Valtakunnallinen merkittävyys

Asema, joka kohteella on, kun se on arvioitu kulttuurihistoriallisesti merkittäväksi koko maan laajuisen tarkastelun perusteella. Kohteen valtakunnallista merkittävyyttä arvioi valtion viranomainen, esimerkiksi Museovirasto tai ympäristöministeriö. Lisäksi valtakunnallinen vastuumuseo arvioi erikoisalansa kohteiden merkittävyyttä.

Valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö (RKY)

Rakennettu kulttuuriympäristö, jonka asiantuntijaviranomainen on määritellyt koko maan laajuudessa tarkastelussa kulttuurihistoriallisesti merkittäväksi.

Valtakunnallisesti arvokas maisema-alue (VAMA)

Maisema-alue, jonka asiantuntijaviranomainen on määritellyt koko maan laajuudessa tarkastelussa maisemallisesti arvokkaaksi.

1.4 Vähähiilinen rakentaminen korjausrakentamisessa

Tässä julkaisussa käsitellään ainoastaan vähähiilisiä energiamuotoja korjausrakentamisessa, ei esimerkiksi lisäeristämistä tai muuta energiatehokkuuden parantamiseen liittyvää korjausrakentamista. Siihen liittyen ympäristöministeriö on julkaissut vuonna 2018 oppaan *Energiatehokkuuden parantaminen kulttuurihistoriallisesti arvokkaan rakennuksen korjaushankkeessa* (Nöjd Kari, Nieminen Jyri, Suomen ympäristö 6/2018).

Ympäristöministeriön kehittämä rakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmä (julkaistu 8/2019) pohjautuu eurooppalaiseen Level(s)-menetelmään ja kestävän rakentamisen standardeihin. Menetelmä on kuvattu yksityiskohtaisesti ympäristöministeriön julkaisussa: *Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2021, luonnos lausuntokierrosta varten* (Ympäristöministeriö 2021). Muita käytettyjä laskentatapoja ovat muun muassa Breeam, leed, DGNB ja EU Taksonomia.

Hiilijalanjäljen arvioinnissa huomioidaan yleisesti seuraavat asiat

- rakennuspaikan päästöt
- rakennuksen ja perustuksien sitoutuneet päästöt
- operatiiviset päästöt energiakäytöstä
- rakennuksen purkamisesta syntyvät päästöt

Laskenta toteutetaan tyypillisesti rakennuksen 50 vuoden elinkaaren ajalle. Vähähiilisyys edellyttää pelkän päästöjen todentamisen lisäksi hankkeen aktiivista ohjausta kohti vähähiilisyyttä ja eri osapuolien yhteistyötä.

Rakennuksen suunnittelun yhteydessä tehdyt päätökset vaikuttavat eniten rakennuksen elinkaaren aikaisiin päästöihin, ja siksi päästöjen tarkastelu riittävän aikaisessa vaiheessa hanketta on olennaista. Hiilijalanjälkihajauksella pyritään pienentämään hankkeen operatiivista hiilijalanjälkeä esimerkiksi vähäpäästöisillä energiaratkaisuilla ja materiaalisidonnaista hiilijalanjälkeä esimerkiksi kiertotalousratkaisuilla. Hiilikädenjälki kuvaa hankkeen ilmastohyötyjä eli ilmastoviisaita ratkaisuja, jotka vähentävät päästöjä hankkeen ulkopuolella (esim. uusiutuvan energian tuotanto yli oman tarpeen, hiilivarastot). Hiilineutraalisuus on tilanne, jossa jalanjälki ja kädenjälki yhtä suuret.

Hiilijalanjälkitavoitteisiin pääsy vaatii toimenpiteitä eri suunnittelualoilta. Hankkeen alkuvaiheesta lähtien suunnittelijan tulisi osallistua hankkeen vähähiilisyyden linjausten ja tavoitteiden määrittämiseen. Suunnittelijan vastuulla on tuottaa vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja (esim. massoittelu, rakenteet, materiaalit, energiaratkaisut) hiilijalanjäljen vertailuun suunnittelun eri vaiheissa. Toteutettujen suunnitteluratkaisujen tulisi tukea hankkeelle asetettuja tavoitteita. Lisäksi suunnittelussa on hyvä varmistaa suunnitteluratkaisujen muuntojoustavuus, huollettavuus, korjattavuus, purettavuus, uudelleenkäytettävyys sekä materiaali- ja energiatehokkuus.

Energiaratkaisut ovat merkittävä osa kokonaishiilijalanjälkeä. Hiilijalanjälkeen laskevasti voidaan vaikuttaa muun muassa seuraavilla teknisillä ratkaisuilla

- rakennusten ja järjestelmien pitkäikäisyys
- optimoidut materiaalia säästävät rakenneratkaisut (saman arvoisten rakenteiden päästövertailu, kantavien rakenteiden kokonaisoptimointi, tuoteratkaisut, joilla voitaisiin vähentää esim. betonin määrää)
- vähähiiliset rakennusmateriaalit (kuten vähähiiliset betoni- ja terästuotteet, puutuotteet, rakennusmateriaalien uusiokäyttö, kuten uusiokäytettävät tiilijulkisivut/rakennuselementit)
- energiatehokkuus (minimoidaan energiahukka, energiatehokkaat laitteet, rakenteellisen energiatehokkuuden optimointi)
- vähähiiliset tekniset järjestelmäratkaisut
- paikan päällä tuotettu uusiutuva energia, esim. lämpöpumppu- ja aurinkoenergiaratkaisut

Hiilijalanjäljen elinkaariohjaus tuodaan uutena elementtinä osaksi rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä. Euroopan komissio tavoittelee julkaisevansa delegoidun asetuksen hiilijalanjäljenarviointimenetelmien harmonisoinnista vuonna 2025. Vuodesta 2030 alkaen astuisivat voimaan myös jäsenvaltiokohtaiset raja-arvot. (Green Buildings Council Finland 2023)

Suomessa hiilijalanjäljen elinkaariohjauksesta säädetään rakentamislaisissa, johon valmisteltiin muutoksia vielä hankkeen aikana. Esityksessä ehdotetaan muutettavaksi rakentamislakia niin, että ilmastaselvitys olisi esitettävä rakentamislupaa haettaessa ainoastaan, jos kyseessä on sellainen uusi rakennus, jota koskisi esityksen mukaisesti hiilijalanjäljen raja-arvo. Ilmastaselvitystä ei edellytetä esimerkiksi pientaloilta eikä laajamittaisesti korjattavalta rakennukselta. (Ympäristöministeriö 2023)

Kiertotalous

Ensimmäinen EU:n kiertotalouden toimintasuunnitelma julkaistiin vuonna 2015. Suomessa on vuonna 2021 tehty periaatepäätös, jossa tavoitteena on luoda kiertotaloudesta talouden uusi perusta vuoteen 2035 mennessä. Kiertotalouden Green Deal -sopimuksilla edistetään kiertotalousyhteiskuntaan siirtymistä eri toimialoilla, yrityksissä, alueilla ja kunnissa. Osana rakentamisen kiertotaloutta Suomi on EU:n jäsenenä sitoutunut kierrättämään tai hyödyntämään 70 prosenttia rakennus- ja purkujätteestä vuoteen 2020 mennessä. (Valtioneuvosto 2021)

Kiertotalouden periaatteiden mukaan tavoitteena on rakentaa uutta vain tarpeeseen. Lisätilan tarve tyydytetään ensisijaisesti käyttämällä tehokkaammin jo olemassa olevia tiloja ja palveluita. Rakennuksia hyödynnetään pidempään remontoimalla. Kiertotalouden näkökulmasta purettavat rakennukset ovat materiaali-pankkeja, joista vapautuvat materiaalit käytetään uudelleen tai kierrätetään.

Purkamista ja jätehuoltoa ohjaa etusijajärjestys. Ensisijaisesti on pyrittävä välttämään jätteen syntymistä. Jos rakennusosia puretaan, pyritään ehjänä purkamiseen ja osat tulisi saattaa ensisijaisesti kunnostettuina uudelleen käyttöön. Jos osat eivät sovellu uudelleenkäyttöön, ne pyritään kierrättämään materiaalina. Vasta viimeisinä vaihtoehtoina tulisi rakennusmateriaaleja hyödyntää maantäyttöaineena tai energian lähteenä.

Kiertotalousselvitystä varten suoritetaan katselmus kohteessa. Katselmuksessa tunnistetaan uudelleenkäytettäviä ja mahdollisesti kunnostettavia rakennus- ja tekniikkaosia sekä kiinto- ja irtokalusteita. Tunnistetut osat tai kalusteet voidaan mahdollisuuksien mukaan uudelleenkäyttää peruskorjattavissa tiloissa. Vaihtoehtona voi olla myös kalusteiden myyminen eteenpäin uusille käyttäjille

(esim. kiertonet.fi) julkisen sektorin myyntikanavilla. Uudelleenkäytettäviä osia ovat esim. erilaiset kalusteet (pöydät, tuolit, kaapit, toimistokalusteet, tilanjakajat), wc-istuimet, hanat, altaat, patterit, päätelaitteet, jäähdytinpalkit. Kunnostettavia / muokattavia osia ovat esimerkiksi lasiväliseinät, lasitiiliseinät, väliovet, alakatot, keittiökaapistot, valaisinrungot.

Rakennneosat ja kalusteet, joita remontin yhteydessä ei voida uudelleen käyttää tai kunnostaa, on poistettava käytöstä. Käytöstä poistettavien materiaalien kierrätysmahdollisuudet voidaan esittää kiertotalousselvityksessä. Purettavien materiaalien kierrätyksestä voidaan myös tehdä erillinen kierrätysohje.

Energiaratkaisun vaikutus

Ympäristöministeriön laskentamenetelmässä rakennuksessa käytetty ostoenergia lasketaan ympäristöministeriön asetuksen 1010/2017 mukaisesti myös korjausrakentamisen kohteissa. Käytönaikeisten päästöjen laskennassa huomioidaan ajanjaksona 50 vuotta ja käytetään rakentamisen päästötietokannan julkaisemia päästökertoimia, jotka ovat Suomen keskiarvoja, huomioiden myös päästökertoimien kehitys.

Energiaratkaisulla on näin merkittävät vaikutus kokonaispäästöihin, kun esimerkiksi lämpöpumppuratkaisuilla saadaan rakennuksen laskennallinen ostoenergia pienennettyä, pienenevät päästöt myös tehokkaasti.

1.5 Tarkasteltavat energiamuodot

Vähähiiliset energiamuodot kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa -hankkeessa tarkasteltavat energiamuodot/energiankierrätysjärjestelmät ovat

- aurinkoenergia: aurinkokeräimet ja -paneelit
- bioenergia
- geoenergia eli maalämpö
- tuulivoima: vain pienet, kiinteistökohtaiset tai kiinteistöjen yhteiset yksiköt
- lämpöpumput: ilma-vesilämpöpumput, ilmalämpöpumput, poistoilmalämpöpumput

1.6 Kulttuurihistoriallisesti arvokkaat kohteet

Kulttuurihistoriallisesti arvokkailla kohteilla tarkoitetaan rakennuksia, rakennelmia ja rakennettuja ympäristöjä, jotka on arvioitu kulttuurihistoriallisesti merkittäviksi valtakunnallisessa, maakunnallisessa tai paikallisessa inventoinnissa.

Kulttuurihistoriallista merkittävyyttä voidaan arvioida ja perustella esimerkiksi rakennusperinnön suojelemisesta annetussa laissa (498/2010, 8 §) mainituilla kriteereillä, jotka ovat harvinaisuus, tyypillisuus, edustavuus, alkuperäisyys, historiallinen todistusvoimaisuus ja historiallinen kerroksellisuus.

Kulttuurihistoriallisesti arvokas kohde erottuu edukseen muista vastaavista kohteista. Kohteita voidaan nimetä valtakunnallisesti, maakunnallisesti tai paikallisesti merkittäviksi, ja ne on voitu suojella lailla tai kaavoituksen yhteydessä. Esimerkiksi kaikki ennen vuotta 1917 rakennetut kirkot kiinteine sisustuksineen on suojeltu kirkkolailla. Kaikkia kulttuurihistoriallisesti arvokkaita kohteita ei kuitenkaan ole vielä suojeltu. Puutteita on erityisesti modernin rakennusperinnön suojelussa, jonka arvot on toistaiseksi tunnistettu vain osittain.

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää maakunta-, yleis- ja asema-kaavojen ohella. Valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita varten on laadittu valtakunnalliset inventoinnit, jotka koskevat valtakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita (VAMA), valtakunnallisesti merkittäviä rakennettuja kulttuuriympäristöjä (RKY) ja valtakunnallisesti merkittäviä arkeologisia kohteita (VARK). Näillä arvo-alueilla on kiinnitettävä erityistä huomiota maiseman ja kulttuuriympäristön arvoihin ja niiden säilymisen turvaamiseen.

Kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa voi olla useita erilaisia arvoja, jotka tulee huomioida. Arvokkaita rakennuksia voi ympäröidä historiallinen puisto käytäväverkkoineen, aitoineen ja istutuksineen. Alueella voi olla pitkä asustushistoria, jolloin siellä on myös arkeologisia jäännöksiä ja perinteisten maankäyttötapojen synnyttämiä perinnebiotooppeja. Yksittäisellä pihapiirillä voi olla suuri merkitys myös osana kaupunkikuvaa tai laajempaa kulttuurimaisemaa.

Arkeologinen kulttuuriperintö muodostuu ihmisen toiminnasta syntyneistä arkeologisista jäännöksistä ja löydöistä sekä niitä koskevasta tiedosta. Kaikki kiinteät muinaisjäännökset on Suomessa rauhoitettu muinaismuistolailla.

1.7 Raportin kohderyhmä

Vähähiiliset energiamuodot kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa -raportti on ensisijaisesti asiantuntijakäyttöön tarkoitettu aineisto tukemaan vähähiilisten energiamuotojen käyttöönottoa ja sovittamista kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa rakennuksissa ja alueilla. Raportin kohderyhmänä ovat kiinteistöjen omistajat sekä kuntien rakennusvalvonnat ja kaavoittajat, alueellisten vastuumuseoiden ja ELY-keskusten kulttuuriympäristöasiantuntijat, suunnittelijat, hanke- ja laitetoimijat ja muut kiinnostuneet.

Raportin esimerkkikohteet on julkaistu myös osoitteessa energiahankeet.fi.

2 Näkökulmat ja niiden yhteen saattaminen

2.1 Kulttuurihistoriallisten arvojen huomioiminen

Noin 30 prosenttia suomalaisten hiilijalanjäljestä aiheutuu asumisesta ja erityisesti asunnon lämmityksestä. Vähähiilisiä energiamuotoja tullaan ottamaan käyttöön myös kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa, koska kiristyvät energiatehokkuustavoitteet asettavat paineita päästövähennyksiin kaikissa rakennuksissa. Vaikka kulttuurihistoriallisesti arvokkaiksi luokiteltujen rakennusten osuus koko rakennuskannasta on pieni, voivat arvojen ja energiaratkaisujen maisemalliset yhteisvaikutukset ulottua laajalle aluelle esimerkiksi kaupunkiympäristössä. Vähähiilistä, keskitetysti tuotettua energiaa voi myös ostaa sähköä ja lämpöä tuottavilta yhtiöiltä.

Sähkönhinnan nousu on kuitenkin lisännyt kiinnostusta kiinteistökohtaisiin energiaratkaisuihin. Vähähiilisten energiamuotojen sovittaminen kulttuurihistoriallisesti arvokkaaseen rakennukseen vaatii tavallista tarkempaa suunnittelua ja harkintaa, jotta kohteen arvoja ja rakenteita ei vaaranneta. Useimmiten sopiva ratkaisu löytyy, mutta joissain erityisen herkissä kohteissa voi olla parempi luopua suunnitelmasta. Energialaitteiden oikealla käytöllä ja huollolla voidaan jo vaikuttaa merkittävästi energiankulutukseen. Edullisemmalla energialla on kuitenkin myös myönteisiä vaikutuksia rakennusperinnön säilymiselle, sillä rakennuksen jättäminen kylmilleen on vielä suurempi uhka kulttuurihistoriallisten arvojen säilymiselle.

Kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa on huolehdittava siitä, että energiaratkaisuille ei heikennetä niitä ominaispiirteitä, joista kohteen arvot muodostuvat. Rakennuksen arkkitehtuurin lisäksi on otettava huomioon kaupunkikuvalliset arvot ja muut ympäristön arvot, kuten arkeologinen kulttuuriperintö ja kasvillisuus. Kulttuurihistoriallisesti arvokkaaseen kohteeseen tehtävät muutokset tulisi aina suunnitella siten, että ne ovat myöhemmin helposti poistettavissa ja rakennus on palautettavissa ennalleen.

Vähähiilisten energiamuotojen sovittaminen kulttuurihistoriallisesti arvokkaaseen rakennukseen vaatii aina rakenteiden kunnon ja kantavuuden selvittämisen ennen päätöksentekoa hankkeen etenemisestä. Laitteet – tulivatpa ne vesikatolle tai seinään – pyritään sijoittamaan vähemmän näkyville pinnoille, ja toisaalta putki-/johtovedot pyritään saamaan joko kokonaan piiloon tai sijoittamaan/verhoamaan mahdollisimman ”huomaamattomiksi”.

Vesikatoille sijoitettavien laitteiden osalta olemassa olevan vesikatto- ja yläpohjarakenteen kunto, kantavuus ja mahdolliset vahvistustarpeet lisääntyvien kuormien takia on selvitettävä etukäteen. Vesikatoille laitteita sijoitettaessa on huomioitava, että laitteiden omapaino ja toisaalta niiden mukanaan mahdollisesti tuomat kinos- ja tuulikuormat lisäävät rakenteiden kuormitusta usein merkittävästi alkuperäiseen mitoituskuormaan nähden. Vesikaton vesikatemateriaalilla ja sen alusrakenteella on suuri merkitys kiinnitystapaa ja järjestelmää valittaessa, jottei vesikaton vedenpitokykyä heikennetä tarpeettomasti. Markkinoilla on huomattava valikoima erilaisia kiinnitysjärjestelmiä ja kiinnikkeitä erityyppisille vesikatoille ja vesikatteille.

Julkisivupintoihin laitteita kiinnitettäessä on aina huomioitava pinnan verhous- ja runkomateriaali, sekä rakenteiden kunto ja kantavuus. Julkisivun pinnan verhousmateriaalin laatu saattaa johtaa siihen, että sitä joudutaan kiinnityksen takia ainakin osittain poistamaan työnaikaisesti tai jopa lopullisesti, jotta kiinnitys kantavaan runkoon on mahdollinen. Kantavan rungon materiaali taas ratkaisee kannakkeiden kiinnitystavan ja toisaalta kiinnikkeiden laadun ja määrän. Kannakkeiden ja kiinnikkeiden on syytä olla aina joko HST-/RST- tai vähintään kuumasinkittyjä. Kiinnityksissä on aina huomioitava se, ettei johdeta sade- tai sulamisvesiä rakenteeseen.

Rakenteiden osalta on lisäksi selvitettävä mahdolliset lävistyskohdat rakennuksen vaipparakenteesta ja rakennekerrokset niiden kohdalla, jotta voidaan valita kosteusteknisesti mahdollisimman toimiva lävistysratkaisu kuhunkin rakenteeseen. Vesikattopintaan ei luonnollisesti ole suositeltavaa tehdä suoraan lävistyksiä eli se vaatii aina oman tapauskohtaisen ylösnosto- ja läpivientirakenteensa. Käytännössä vesikattolävistys kulttuurihistoriallisesti arvokkaassa rakennuksessa ei ole suositeltava ratkaisu. Mikäli lävistyksen tekoon kuitenkin päädytään, on se hyvä toteuttaa tavalla, joka on energiaratkaisun käyttöiän/purkamisen jälkeen ennallistettavissa siten, ettei se vaurioita rakennetta.

Vähähiilisten energiamuotojen sovittaminen kulttuurihistoriallisesti arvokkaaseen rakennukseen on usein helpompaa rakennuksen peruskorjauksen yhteydessä, jolloin voidaan ottaa paremmin huomioon myös järjestelmien alle jäävien rakenteiden huoltosyklit- ja toisaalta käyttöikätaavoitteet.

2.2 Tekninen näkökulma

2.2.1 Ilmalämpöpumput

Ilmalämpöpumppu (ILP) koostuu ulkoyksiköstä ja yhdestä tai useammasta sisäyksiköstä. Ilmalämpöpumppua käytetään tässä työssä yleisterminä kuvaamaan lämpöpumppua, joka hyödyntää ilmaa lämmönlähteenään ja siirtää sen joko huoneilmaan (ilma-ilmalämpöpumppu) tai vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään (ilma-vesilämpöpumppu). Ilmalämpöpumppua voidaan käyttää myös huoneilman jäähdyttämiseen.

Ilmalämpöpumppu (ilma-ilmalämpöpumppu, ILP)

Hyödyt

1. Vähentää ostoenergian (sähkö, öljy) tarvetta korkean lämpökertoimen ansiosta.
2. Edullinen investointikustannus.
3. Mahdollistaa myös viilennyksen.

Huomioitava

1. Ei sovellu ainoaksi lämmitysratkaisuksi.
2. Lämmitys tapahtuu ilmavälitteisesti, joten sen leviäminen sokkeloisissa tiloissa on rajallista.
3. Alhainen lämpökerroin kovalla pakkasella.
4. Edellyttää yleensä seinärakenteen lävistämistä (vaikutukset rakenteisiin).
5. Kondenssiveden johtaminen hallitusti pois (vaikutukset rakenteisiin).
6. Sisältää seinään tai piha-alueelle sijoitettavan ulkoyksikön ja sisäseinään sijoitettavan sisäyksikön.
7. Vaikutukset arkkitehtuuriin ja kaupunkikuvaan.

Ilma-vesilämpöpumppu (IVLP)

Hyödyt

1. Vähentää ostoenergian (sähkö, öljy) tarvetta korkean lämpökertoimen ansiosta.
2. Mahdollistaa käyttöveden lämmityksen.
3. Mahdollistaa usein myös viilennyksen.

Huomioitava

1. Tarvitsee rinnalle tukilämmitysmuodon (esimerkiksi suoran sähkölämmityksen).
2. Soveltuu lämmönlähteeksi vesikiertosiin lämmönjakojärjestelmiin.
3. Alhainen lämpökerroin kovalla pakkasella.
4. Edellyttää yleensä seinärakenteen lävistämistä (vaikutukset rakenteisiin).
5. Kondenssiveden johtaminen hallitusti pois (vaikutukset rakenteisiin).
6. Sisältää seinään tai piha-alueelle sijoitettavan ulkoyksikön.
7. Vaikutukset arkkitehtuuriin ja kaupunkikuvaan.

Ilmalämpöpumppu on edullinen ja energiatehokas tapa tuottaa lämmitysenergiaa erityisesti sellaisissa kohteissa, joissa sisälämpötilalle ei aseteta tiukkoja vaatimuksia.

Ilmalämpöpumppua käytetään yleisimmin sähkölämmityksen rinnalla. Se soveltuu parhaiten pienehköjen kohteiden tai erillisten, maksimissaan 100 m²:n, tilojen lisälämmönlähteeksi. Ilmalämpöpumppu pystyy tuottamaan energiatehokkaasti lämpöä noin 15 °C ulkolämpötilaan saakka.

Ilmalämpöpumppu ei vaadi erillistä teknistä tilaa ja sen asentaminen ei juurikaan riko rakenteita. Ulkoyksikön sijoittaminen rakennuksen julkisivuun voi olla luvanvarainen toimenpide, jos kaupungin rakennusjärjestys sitä vaatii. Sisäyksikön sijoittamisessa kannattaa myös tarkistaa liittyykö sisätiloihin suojelullisia tavoitteita.

Lämpöpumppujen ulkoyksiköiden sijoittelu ja verhoilu sekä kanavien piilottaminen ovat arkkitehtonisesti usein haastavia, mutta hyvällä suunnittelulla useimmiten ratkaistavissa. Yleensä löytyy ratkaisu, jolla haittoja voidaan pienentää ja laitteet sijoittaa vähemmän häiritsevästi. Erityisesti muoviset putki- ja johtokoteloinnit sopivat huonosti vanhaan julkisivuun, ja koteloinnissa olisikin hyvä käyttää esimerkiksi puuta tai metallia.

Kulttuurihistoriallisesti merkittävässä rakennuksessa ulkoyksikön sijoituspaikan tulee olla sellainen, ettei siitä muodostu rakennuksen kokonaisarkkitehtuurin kannalta häiritsevää elementtiä eikä se tuhoa rakenteita. Pääjulkisivut ja katunäkymät eivät yleensä sovi ulkoyksikön paikoiksi. Laitteen kaupunkikuvallisesti paras paikka ei aina välttämättä ole paras lämmön levittäytymisen kannalta sisätilassa. Rakenteiden kannalta turvallisin ratkaisu on ulkoyksikön sijoittaminen vähintään metrin etäisyydelle rakennuksen seinästä. Tätä tapaa on noudatettu muun muassa monissa kirkoissa.

Haasteeksi ovat muodostuneet erityisesti monen asunnon rakennukset, joihin halutaan useita ilmalämpöpumppuja. Tällöin sopivaa paikka ulkoyksiköille voi etsiä esimerkiksi rakennuksen katolta.

Tekniset ominaisuudet

Ilmalämpöpumppu koostuu ulkona sijaitsevasta ulkoyksiköstä ja yhdestä tai useammasta sisätiloissa olevasta sisäyksiköstä. Lämmityskäytössä ilmalämpöpumpun ulkoyksikkö ottaa talteen lämpöenergiaa ulkoilmasta ja välittää sen sisäyksikön avulla huonetilaan. Ilmalämpöpumpulla lämpöä voidaan siirtää myös huonetilasta ulkoilmaan, eli sitä voidaan käyttää myös huoneilman viilentämiseen.

Yleisimmät ilmalämpöpumput ovat ilma-ilmalämpöpumppuja ja ilma-vesilämpöpumppuja. Näiden keskeisin ero on lämmönjakotapa rakennuksen sisällä. Ilma-ilmalämpöpumpun sisäyksikkö puhaltaa lämmintä ilmaa huonetiloihin. Ilma-vesilämpöpumppu siirtää lämmön veteen, joten järjestelmä vaatii vesikiertoisen lämmönjakojärjestelmän.

Kuva 1. Ilma-vesilämpöpumpun ulkoyksikkö omalla jalustalla Hyrylän torpalla.
Kuva: Jukka Korri/Ramboll.

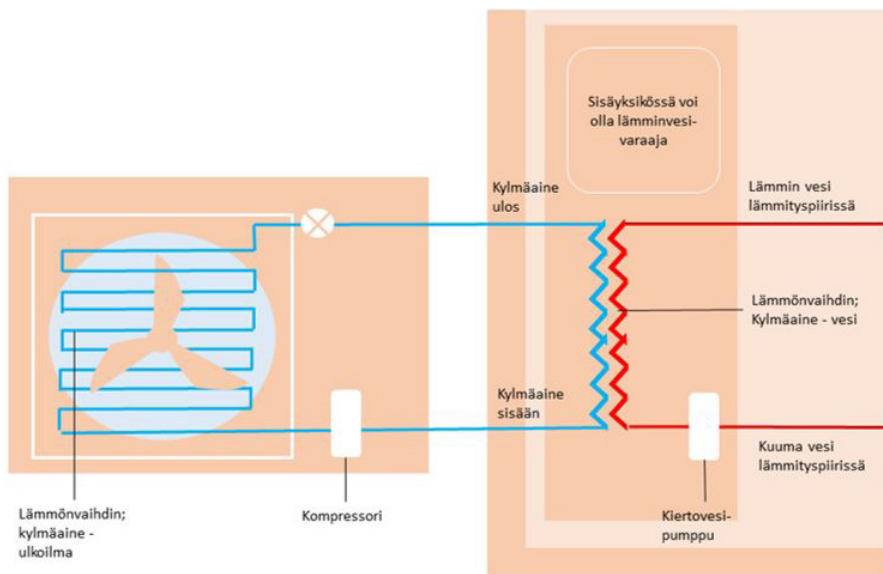


Kuva 2. Kaksi koteloitua ilma-ilmalämpöpumpun ulkoyksikköä kiinnitettynä ulkoseinään Hyrylän torpalla. Kuva: Jukka Korri/Ramboll.

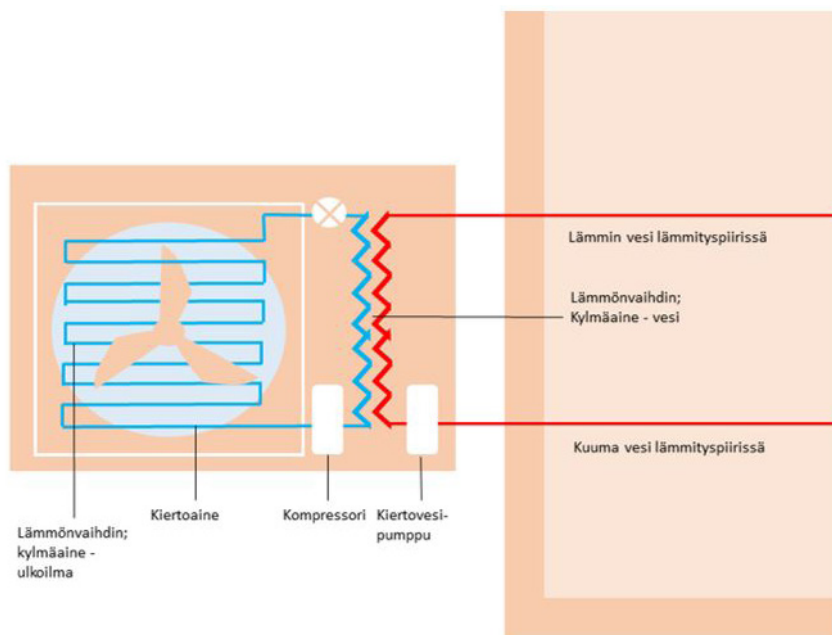


Markkinoilla on saatavilla split- ja monoblock-järjestelmiä, joista split on yleisemmin käytetty. Split-järjestelmässä on yksi ulkoyksikkö, joka on yhdistettynä yhteen tai useampaan sisäyksikköön (Kuva 3). Monoblock-järjestelmässä ilma-vesilämpöpumpun kaikki tekniikka on ulkoyksikössä ja rakennuksen sisällä olevien varaajan ja lämmönjakotkiston välillä kiertää vesi (Kuva 4).

Kuva 3. Split-järjestelmän toimintaperiaate



Kuva 4. Monoblock-järjestelmän toimintaperiaate



Ilma-ilmalämpöpumppu toimii erinomaisesti rinnakkaisena lämmitysjärjestelmänä esimerkiksi öljylämmityksen tai suoran sähkölämmityksen kanssa. Ilmalämpöpumppu ei yleensä ole sopiva valinta ainoaksi lämmitysjärjestelmäksi rakennuksessa, koska sen suorituskyky ja energiatehokkuus heikkenevät, kun ulkolämpötila laskee. On kuitenkin olemassa sähkövastuksella varustettuja ilma-vesilämpöpumppuja, jotka sopivat ainoaksi lämmitysjärjestelmäksi. Tällaiset järjestelmät siirtyvät tuottamaan lämpöä sähkövastuksella, kun ulkolämpötila on kylmimmillään.

Hybridijärjestelmässä ilmalämpöpumppu toimii yhdessä toisen lämmitysmuodon kanssa. Näin lämmitysmuodot voivat vuorotella eri vuodenaikoina tai vuorokauden aikoina. Tästä esimerkki on ilma-vesilämpöpumppu, joka on yhdistettynä öljykattilaan tai sähkövaraajaan. (Motiva Ilmalämpöpumppu 2022)

Asentaminen

Ilmalämpöpumppu on helppo asentaa kaikenlaisiin taloihin, olivat ne sitten uusia tai vanhoja. Ilmalämpöpumppujen ulkoyksiköiden tyypillisiä sijoituspaikkoja ovat rakennuksen julkisivupinnat tai asennus maan varaan omalle ”perustukselle” välittömästi rakennuksen viereen. Joissain tapauksissa ulkoyksiköitä on sijoitettu myös rakennusten vesikatoille. On myös tapauksia, joissa on onnistuttu hyödyntämään ulkoyksiköstä syntyvää hukkalämpöä rakenteiden kuivaukseen (tällöin kondenssivesi on johdettava muualle). Ulkoyksikkö asennetaan rakennuksen seinään tai se sijoitetaan maahan siten, että sen alareuna on lumirajan yläpuolella. Asennuskorkeuden on oltava vähintään 80 cm maanpinnasta.

Ulkoyksikön julkisivukiinnitys tehdään aina erillisille kannakkeille, joiden kiinnitys tulee tehdä aina julkisivumateriaali ja runkorakenne huomioiden. Jos kannakkeiden kiinnitys ei syystä tai toisesta sovellu julkisivuun tai sen runkorakenteeseen, asennetaan ulkoyksikkö yleensä oman jalustan ja ”perustuksen” välityksellä maan varaan rakennuksen viereen. Näissä asennustavoissa on aina huomioitava maassa oleva ja vesikatolta putoava lumi.

Vesikattoasennuksessa ulkoyksikkö asennetaan joko oman jalustan varaan tai esimerkiksi katon huoltosillan pätkän päälle, vesikattemateriaali sekä vesikaton kaltevuus ja kantavuus huomioiden. Kaltevilla lappeilla vesikattoasennuksen yhteyteen lisätään aina lumieste laitteen taakse lappen yläosan puolelle, jos jalustarakenne ei voi vastaanottaa lumesta aiheutuvaa painetta.

Ilmalämpöpumpun sähkösyöttö tulee ulkoyksikköön ja siten yleensä näkyviin. Samoin ulkoyksiköltä sisäyksikölle menevät kylmäaine-, kondenssi- ja sähköjohdot jäävät usein muovikotelolla verhoiltuna näkyviin. Kulttuurihistoriallisesti arvokkaassa rakennuksessa johdot on syytä koteloida paremmin julkisivuun sopivaksi. Kotelo voidaan vähintään maalata seinän väriseksi tai erityisen arvokkaissa kohteissa teetetään esimerkiksi metallikotelo.

Ilmalämpöpumpun ulkoyksikkö näkyy talon julkisivussa ja sen piilottamiseksi on kehitetty erilaisia katoksia ja koteloita. Ulkoyksikkö voidaan "naamioida" kevyesti esim. julkisivuun soveltuvalla puu- tai metalliritalällä. Katosten suunnittelussa on huomioitava, ettei katos johda sadevettä kohti rakennuksen seinää.

Vaikka ulkoyksikkö voidaan ulkonäkö- ja sääsuojauksista koteloida, on huomiotava sen ympärilleen vaatima "vapaa" tila, jotta se toimii asianmukaisesti. Peittämisessä tulee huomioida ettei kotelosta tule liian tiivis, jotta ilman pääsee virtaamaan häiriöttä laitteen lävitse. Mikäli laitetta käytetään myös viilennykseen, on hyvä välttää sen sijoittamista etelä-länsisuuntaisille julkisivuille. Niillä ulkoyksikkö altistuu herkemmin auringon suoralle lämpösäteilylle, mikä lisää laitteen energiankulutusta.

Ilmalämpöpumpun ulkoyksikössä oleva kompressori voi ajoittain käyttää korkeampia kierroksia, mikä aiheuttaa tärinää ja ääntä. Tärinä välittyy seinän kautta sisätiloihin, erityisesti jos seinärakenne on puuta. Resonanssiääntä voi pienentää vaimenninkumeilla. Melu tai tärinä eivät tyypillisesti nouse häiritseviksi tekijöiksi ympäristölle tai ulkopuolisille kohteille. Suurin osa ongelmista voidaan vähentää laitteiden oikeanlaisella sijoittamisella ja asentamisella. Esimerkiksi ulkoyksikköä ei tyypillisesti sijoiteta makuuhuoneen ikkunan alle.

Suhteellisen kevyt sisäyksikkö sijoitetaan yleensä ulkoseinärakenteeseen, tai joka tapauksessa mahdollisimman lähelle ulkoyksikköä. Ilmalämpöpumppujen ulko- ja sisäyksiköiden välinen etäisyys on mallista riippuen usein minimissään n. 2 metriä ja maksimissaan n. 25 metriä. Pidempi keskinäinen etäisyys alentaa jonkin verran laitteen hyötysuhdetta. Sisäyksikön sijoitusta rakenteellisessa mielessä valittaessa on myös akustisista syistä perusteltua valita kantava tai raskaampi ei-kantava väliseinä. Ilma-ilmalämpöpumpun sisäyksikkö sijoitetaan yleensä avoimeen tilaan, kuten eteiseen tai aulaan, seinän yläosaan, kuitenkin niin, että se on vähintään 20 cm katto-ajan alapuolella. (Motiva Ilmalämpöpumppu 2022)

Jos ilma-vesilämpöpumpussa on sisäyksikkö, se sijoitetaan yleensä tekniseen tilaan tai esimerkiksi kodinhoitohuoneeseen. Ilma-vesilämpöpumpun sisä- ja ulkoyksikön sijoittaminen on suunniteltava asiantuntijan kanssa.

Lain mukaan ilmalämpöpumpun saa asentaa vain Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukesin rekisterissä oleva asentaja, jolla on kylmälaiteliikkeen pätevyys. Myös sähkötyöt on teetettävä ammattiasentajalla.

Kuva 5. Ilma-ilmalämpöpumpun sisäyksikkö Hyrylän torpalla. Kuva: Päivö Kuusisto/Hyrylän torppa.



Vaipan lävistys

Ilmalämpöpumpun sisä- ja ulkoyksikön välisten putki- ja sähköjohtojen lävistys ulkoseinästä tai ala-/yläpohjasta tulee tehdä huolella, jotta ilma- tai toisaalta vesivuoto ei ole mahdollinen lävistettävän rakenteen kohdalla, ja toisaalta siten että mahdollinen vuoto on havaittavissa helpommin julkisivun ulkopinnasta. Ulkoyksikön sähkösyöttö otetaan yleensä lähimmästä sähkön ulkopisteestä, tai jos ulkopistettä ei ole lähettyvillä, otetaan sähkösyöttö lähimmästä sisäpisteestä. Tällöin lävistys tehdään normaalina sähköjohtolävistyksenä suojaputkineen sekä sisä- ja ulkopuolisin tiivistyksineen.

Usein massiivirakenteisissa seinissä (hirsi, tiili, betoni) lävistys on ratkaistu siten, että se tehdään hieman ulospäin kaltevaksi ja käytetään lävistysholkkia eli lävistysreikään sopivaa rakenteen pinnasta pintaan ulottuvaa läpivientisarjaa tai yksinkertaisimmillaan muovista viemäri- tms. putkea, jotka tiivistetään etenkin sisäpäästään tiiviisti seinärakenteeseen. Johtojen putkeen asennuksen jälkeen lävistysputki voidaan täyttää uretaanivaahdolla ja tiivistää putken sisä- ja ulkopinta. Ala- ja yläpohjarakenteen lävistykset tehdään samaan tapaan, mutta vesikatteen lävistys vaatii oman, lumirajan yläpuolelle ulottuvan rakenteellisen ylösnousukotelonsa ulkoyksikön lähelle.

Kerroksellisissa rakenteissa on huomioitava liittyminen mahdolliseen höyrynsulkuun ja muihin mahdollisiin tiiviisiin pintoihin kuten esim. perusmuurin vedeneristyksen bitumikermiin tai vastaavaan tiiviiseen kerrokseen. Näissä liittymissä on syytä käyttää valmiita teollisia läpivientikappaleita. Esimerkkejä kerroksellisten rakenteiden tiivistämisestä löytyy ohjeita esim. Motivan julkaisusta *Build up skills – Eristys- ja tiivistystyöt*. (Motiva 2021)

Hyödyt

Ilma-ilmalämpöpumpulla voidaan säästää jopa noin 30–40 prosenttia koko asunnon lämmitysenergiasta verrattuna suoraan sähkölämmitykseen. Asia riippuu kuitenkin mm. lämpöpumpun mitoituksesta ja lämpöpumpun sisäyksikön sijoittelusta. Ilma-vesilämpöpumpulla puolestaan voidaan säästää noin 40–60 prosenttia lämmitysenergiatarpeesta verrattuna suoraan sähkölämmitykseen. Sen kohdalla säästön määrä riippuu paitsi lämpöpumpun mitoituksesta, myös lämmönjakojärjestelmästä ja lämmityskohteen maantieteellisestä sijainnista. (Motivan *Lämpöä ilmasta* -esite 2012)

Ilmalämpöpumppu käyttää sähköä primäärienergianlähteenään ja sillä on hyvin korkea energiatehokkuus. Lämpöpumppujen energiatehokkuutta kuvataan lämpöarvolla, jota kutsutaan COP-arvoksi. COP on yksinkertainen mittari, joka kertoo kuinka moninkertaisesti lämpöä tai jäähdytystä lämpöpumppu tuottaa verrattuna sen käyttämän sähköenergian määrään. Mitä korkeampi COP-arvo, sitä tehokkaampi lämpöpumppu on, koska se tuottaa enemmän lämpöä tai jäähdytystä vähemmällä sähkömäärällä. Lämpöpumpun vuosihyötysuhdetta kuvaa SCOP-arvo, joka kertoo tarkemmin laitteen oikeasta hyötysuhteesta markkina-alueella. Lämpöpumpun hankinnassa Suomessa täytyy huomioida, että lämpöpumppu soveltuu pohjoiseen ilmasto-olosuhteisiin ja sen SCOP on laskettu Pohjois-Euroopan ilmastovyöhykkeelle. Lämpöpumppujen nähdään kuuluvan uusiutuviin energiaratkaisuihin, sillä ne käyttävät energianlähteenään sähköä ja ulkoilman

lämpöä. Ilmalämpöpumppujen taloudellinen hyöty perustuu hyvän hyötysuhteen mahdollistamiin edullisiin käyttökustannuksiin sekä melko edulliseen investointikustannukseen.

Toimivan ja kohtuuhintaisen lämmitysmahdollisuuden voidaan nähdä myös edistävän rakennusten käyttöä ja säilymistä erityisesti taantuvilla alueilla, joilla vajaa-käytöllä olevat rakennukset saatetaan muuten jättää kylmilleen.

Riskit

Lämmityskäytössä ilmalämpöpumpun ulkoyksikön pinnalle syntyy kondensaatiota eli vedentiivistymistä. Näin tapahtuu erityisesti kosteissa olosuhteissa. Vesi tippuu usein hallitsemattomasti pisaroiden ulkoyksikön pohjassa olevista rei'istä keruuputkeen tai suoraan maahan. Viilennyskäytössä kondenssivettä syntyy sisäyksikön pinnalle. Tämä vesi ohjautuu oikein asennetussa ilmalämpöpumpussa ennalta suunniteltuun paikkaan, kuten pihamaahan tai viemäriin. Kondenssiveden väärin johtaminen ulkoyksikön ympärille voi vahingoittaa rakennuksen rakenteita ja materiaaleja, kuten ulkoseinän pintaa ja maaperän perustuksia ajan myötä. Pitkäaikainen kosteus altistaa rakenteet homeelle ja lahoamiselle. Erityisen suuri riski on, jos kondenssivesi ohjataan astiaan, joka vaatii säännöllistä tyhjentämistä.

Kylmäaine-, kondenssi ja sähköjohtojen lävistys- ja sisäyksikön kiinnityskohtaa valittaessa on syytä huomioida työturvallisuus eli myös näiden rakenteiden mahdollisesti sisältämät haitalliset tai jopa vaaralliset aineet (joita ovat tyypillisesti asbesti, PCB, raskasmetallit). Ulkoseinään lävistystä tehtäessä ja sisäyksikköä kiinnitettäessä tulee huomioida myös ulkoseinärakenne mahdollisine höyrynsulkuineen.

Elinkaari ja ilmastovaikutukset

Ilmalämpöpumppujen tekninen elinikä on 10–20 vuotta, mutta tämä vaihtelee valmistajien ja mallien välillä. Käyttäjä voi itse hoitaa ilmalämpöpumpun perushuolto- toimenpiteitä, kuten suodattimen puhdistuksen. Vaativammat huoltotoimenpiteet tulee jättää ammattilaisen hoidettavaksi.

Käyttöikänsä päässä olevan ilmalämpöpumppu puretaan ja irrotetaan rakenteista. Purkamisessa ilmalämpöpumpun kylmäaineen tyhjennyksen saa tehdä vain lailistettu kylmäaineasentaja. Seuraavaksi tapahtuvaan sähköistyksen purkuun tarvitaan sähköurakoitsijan luvat. Jollei vanhan laitteen tilalle asenneta uutta vastaavaa, paikataan rakennuksen rakenteisiin tehdyt läpiviennit ennallistamalla ne ympäröivän rakenteen mukaisesti, samalla mahdollisen höyrynsulkuliitoksen tiiveydestä huolehtien.

Ilmalämpöpumpun valmistuksesta syntyneistä päästöistä ei ole luotettavaa tutkimustietoa. Lämpöpumppujen asennuksesta aiheutuvat hiilipäästöt ovat vähäiset. Ilmalämpöpumppujen kasvihuonekaasupäästöjen vähennys sijoittuu käytön vaiheeseen, kun niillä korvataan saastuttavampaa lämmöntuotantoa, kuten öljyn polttamista. Ilmalämpöpumpuilla on myös korkea energiatehokkuus, mikä laskee rakennuksen sähkönkulutusta verrattuna suoraan sähkölämmitykseen. Lämpöpumpun normaalissa käytössä ei synny suoria kasvihuonekaasupäästöjä. Lämpöpumppujen suorat päästöt riippuvat siitä, mitä kylmäainetta käytetään ja kuinka paljon kylmäainetta vuotaa ympäristöön käytön aikana tai poistettaessa lämpöpumppu käytöstä. Vanhat ilmalämpöpumput sisältävät moninkertaisesti ympäristölle haitallisempia kylmäaineita verrattuna nykyaikaisiin kylmäaineisiin. Lämpöpumpun käytöstä poistoon ei liity merkittäviä päästölähteitä, kunhan kylmäainetta ei vapaudu ilmakehään ja laite hävitetään tai kierrätetään oikeaoppisesti.

Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumppu (PILP)

Hyödyt

1. Vähentää ostoenergian tarvetta (sähkö, öljy) lämmön talteenoton ansiosta.
2. Ei vaadi muutoksia rakenteisiin, laitteita rakennuksen julkisivuun tai näkyviin sisätiloihin.
3. Mahdollistaa käyttöveden lämmityksen.
4. Mahdollistaa usein myös viilennyksen.

Huomioitava

1. PILP on tukilämmitysmuoto, joka vaatii rinnalleen toisen lämmitysjärjestelmän.
2. Soveltuu vain koneellisen (poisto)ilmanvaihdon kohteisiin.
3. Tarvitsee teknisen tilan tai vastaavan laitteen sijoittamista varten.

Ilmalämpöpumppujen erikoistapauksena voidaan pitää poistoilmalämpöpumppua (PILP). PILP ottaa lämmitysenergian talosta poistettavasta ilmasta ilmanvaihtoputkiston kautta. Pumppu siirtää lämmön tuloilmaan, lämminvesivaraajaan ja/tai vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Poistoilmalämpöpumppu edellyttää toimintaansa poistoilmakanaviston tai tulo-poistoilmanvaihtokanaviston. Hankinta on kannattava, kun rakennuksen sisätilavuus on suuri lämmitystehon tarpeeseen nähden. Tämän vuoksi PILP sopii matalaenergia- tai passiivitaso uudistaloihin, joiden vuositaso energiankulutus on pientä. Kulttuurihistoriallisesti merkittävillä kiinteistöillä on tyypillisesti korkea lämmöntarve ja niiden energialuokka on alhainen, minkä vuoksi poistoilmalämpöpumppu ei sovi tällaisiin kohteisiin kovinkaan hyvin. (Motiva Poistoilmalämpöpumppu 2022)

Kuva 6. Poistoilmalämpöpumppu, jossa on yhdistettynä ilmanvaihtokone, vesivaraaja ja vesikiertoisen lattialämmityksen vastus. Kuva: Ramboll Finland Oy.



Poistoilmalämpöpumpulla ei voi kattaa kaikkea lämmöntarvetta, vaan rinnalle tarvitaan jokin toinen lämmitysmuoto, kuten sähkö tai puu. PILP:n teho on melko tasainen läpi vuoden, koska poistoilman lämpötila on tasainen. Mitä enemmän talossa on sähkölaitteita ja valoja päällä sekä ihmisiä paikalla, sitä paremmin energiaa saadaan myös talteen. PILP asennuksen suunnittelussa täytyy huomioida myös ilmanvaihdon mitoitus. PILP järjestelmien koko ja liitännät vaihtelevat mallien mukaan. PILP korvaa ilmanvaihtokoneen ja se mahtuu melko pieneen tilaan. Suuremmissa järjestelmissä mukana voi olla lämminvesivaraaja. PILP:in energiansäästö on ilmalämpöpumpun luokkaa, mutta investointina se on yleensä kalliimpi. Toisaalta poistoilmalämpöpumppu ei vaadi muutoksia rakenteisiin, laitteita rakennuksen julkisivuun tai näkyviin sisätiloihin, mitkä voidaan nähdä hyötyinä suojelluissa kohteissa. Ilma-vesilämpöpumppuun ja maalämpöön verrattuna PILP on yleensä investointina pienempi.

Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto

Ilmanvaihdon lämmöntalteenotolla tarkoitetaan poistoilmasta tuloilmaan siirrettyä lämpöenergiaa erilaisten lämmönsiirtimien avulla. Poistuva lämmitetty sisäilma kulkee poistokanavaa pitkin ja viileä ulkoilma tulokanavaa pitkin. Yksinkertaisimmillaan näiden kanavien välille asennettava lämmönsiirrin siirtää poistoilman ylijäämälämpöä tuloilmakanavaan lämmittäen siinä kulkevaa ilmaa ennen kuin se johdetaan rakennukseen. Poistoilmasta talteenotettua lämpöenergiaa voidaan käyttää myös rakennuksen käyttö- tai lämmitysveden lämmittämiseen kohteesta ja sen taloteknisistä ominaisuuksista riippuen. Laitetyypit jaetaan neste- ja ilmakiertoisiin järjestelmiin lämpöä siirtävän aineen mukaan. Lämmöntalteenoton hyötysuhde vaihtelee 40–80 % välillä riippuen käytettävästä tekniikasta sekä muista taloteknisistä ominaisuuksista. LTO-järjestelmää suunniteltaessa on otettava huomioon, etteivät ilman epäpuhtaudet pääse haitallisissa määrin leviämään ilmanvaihtokanavia pitkin muihin tiloihin toisiin. LTO-järjestelmän rakenne on suunniteltava siten, että poistoilmaa ei siirry merkittävästi tuloilman sekaan.

Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto (LTO)

Hyödyt

1. Vähentää ostoenergian tarvetta (sähkö, öljy) lämmöntalteenoton ansiosta.
2. Ei vaadi muutoksia rakenteisiin, laitteita rakennuksen julkisivuun tai näkyviin sisätiloihin.

Huomioitava

1. LTO on tukilämmitysmuoto, joka vaatii rinnalleen toisen lämmitysjärjestelmän. LTO:lla voidaan kattaa pieni osa lämmöntarpeesta.
2. Soveltuu vain koneellisen (poisto)ilmanvaihdon kohteisiin.

2.2.2 Geoenergia eli maalämpö

Maalämpöpumppu (MLP) kerää maaperään, kallioon tai veteen varastoitunutta auringonlämpöä. Lämpökaivon syvemmissä osissa lämpöä saadaan oleellisemmalta osalta maapallon ytimestä kallioon johtuvasta fissioenergiasta sekä lämpimistä pohjavesivirtauksista.

Maalämpöpumppu (MLP)

Hyödyt

1. Vähentää ostoenergian (sähkö, öljy) tarvetta korkean lämpökertoimen ansiosta. Lämpökerroin säilyy korkeana myös talvella (vrt. ilmalämpöpumput).
2. Mahdollistaa käyttöveden lämmityksen.
3. Mahdollistaa myös viilennyksen.

Huomioitava

1. Soveltuu lämmönlähteeksi vesikiertosiin lämmönjakojärjestelmiin.
2. Tarvitsee teknisen tilan tai vastaavan laitteen sijoittamista varten (vaikutukset arkkitehtuuriin).
3. Edellyttää putkien läpiviennin tekniseen tilaan (vaikutukset rakenteisiin).
4. Korkea investointikustannus verrattuna muihin järjestelmiin.
5. Tontilla tarvitaan tilaa maalämpökaivoille (vaikutukset kasvillisuuteen ja puistoon/hautausmaahan/puutarhaan).
6. Maalämpökaivojen poraaminen on sotkuinen työvaihe, joka aiheuttaa muutoksia pihapiirissä ja maa-/kallioperässä. Urakoitsijalta pitää vaatia erityistä varovaisuutta pihapiirin siistinä pitämisessä.
7. Pohjavesialueet voivat rajoittaa maalämpökaivojen poraamista.
8. Muinaisjäänökset voivat rajoittaa maalämpökaivojen poraamista ja lämmönsiirtoputkien kaivamista.

Vesistölämpö

Hyödyt

1. Vähentää ostoenergian (öljy, sähkö) tarvetta korkean lämpökertoimen ansiosta. Lämpökerroin säilyy korkeana myös talvella jos vesistö ei jäädy (vrt. ilmalämpöpumput).
2. Mahdollistaa käyttöveden lämmityksen.
3. Mahdollistaa myös viilennyksen.
4. Ei vaadi maaperään kajoamista muuten kuin lämmönsiirtoputkien osalta.

Huomioitavaa

1. Vaatii sopivat vesistöolosuhteet, minkä vuoksi käyttö on harvinaista.
2. Soveltuu vesikiertosiin järjestelmiin.
3. Korkea investointikustannus.
4. Tarvitsee teknisen tilan tai vastaavan laitteen sijoittamista varten (vaikutukset arkkitehtuuriin).
5. Edellyttää putkien läpiviennin tekniseen tilaan (vaikutukset rakenteisiin).
6. Muinaisjäännökset saattavat rajoittaa lämmönsiirtoputkien kaivamista.

Geoenergian hyödyntäminen Suomen olosuhteissa tarkoittaa maan lämpöenergian hyödyntämistä maalämpöpumpun avulla. Maalämpöpumpun investointi on suurempi kuin muilla lämpöpumpuilla, mutta käyttökustannukset ovat edullisimmat.

Maalämpöpumppu toimii yleensä ainoana lämmitysmuotona rakennuksissa. Maalämpöpumppu sopii tyypillisesti kaikkiin kohteisiin. Pieniin ja vähällä käytössä oleviin rakennuksiin maalämmön asentamista pidetään usein liian kalliina investointina. Maalämpö ei ole riippuvainen ulkolämpötilasta vaan se pystyy tuottamaan tasaisesti lämpöä myös pakkasilla. Kaikista kovimmilla pakkasilla maalämpöpumpussa on lisälämmittimenä sähkövastus kuten ilma-vesilämpöpumpussakin.

Pohjavesialueilla maalämpökaivojen asentamista saatetaan rajoittaa, koska on olemassa riski, että kaivoissa käytettävä lämmönsiirtoneste vuotaa ja saastuttaa alueen pohjaveden.

Maalämmön suurimmat vaikutukset kohteisiin syntyvät asennuksen aikana, kun maaperään täytyy kaivaa tai porata lämmönkeruuputkisto. Kun maalämpöjärjestelmä on asennettu, se on hyvin huomaamaton ja siten sopii hyvin myös kulttuurihistoriallisten kohteiden lämmitysjärjestelmäksi. Maalämpöjärjestelmä vaatii vesikiertoisen lämmönjakojärjestelmän rakennuksen sisälle.

Maalämpö on rakennusperinnön kannalta usein hyvä ratkaisu, sillä teknisen tilan tarve on pieni ja sen toteutus onnistuu usein myös vanhan rakennuksen sisätiloihin. Lämmönjako sisätiloissa pitää kuitenkin suunnitella harkiten, jos käytössä ei ole ollut vesikiertoista patterijärjestelmää. Esimerkiksi uusi lattialämmitys edellyttää lattiapintojen laajaa purkamista, minkä lisäksi muodostuva lattiarakenne poikkeaa merkittävästi perinteisestä rakentamistavasta.

Kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa on huomioitava kaivuutöiden vaikutukset pihapiiriin kasvillisuuteen ja rakenteisiin sekä mahdollisiin muinaisjäännöksiin. Erityisesti historialliset puistot vaativat tarkkaa dokumentointia ja suunnittelua. Istutukset ja katukiveykset on palautettava kaivuun jälkeen ennalleen.

Kun maalämpöjärjestelmää harkitaan kirkkorakennusten lämmitykseen, on suunnittelussa huomioitava kirkon ympärillä oleva hautausmaa muistomerkkeineen. Kirkkojen ympäristössä on usein myös muinaisjäännöksiä, jotka on selvitettävä tarkoin ennen kaivuutöihin ryhtymistä.

Tekniset ominaisuudet

Maalämpöpumppu toimii samalla periaatteella kuin ilmalämpöpumppu, eli se siirtää lämpöenergiaa ympäristöstä rakennuksen sisätiloihin. Maalämpöpumpun lämmönkeruupiiri voidaan asentaa maahan, kallioon tai vesistöön. Lämmönkeruupiirin tehoon vaikuttavaa useat tekijät.

Suosituin tapa maalämmön keräämiseksi on maahan porattu lämpökaivo, jonka ulkohalkaisija on 115–165 mm. Tähän kaivoon lasketaan lämmönkeruuputkisto eli kollektoriputkisto, jossa kiertää lämmönkeruuliuos. Liuos koostuu 30-prosenttisesta bioetanolista, jonka jäätymispiste on noin -17 °C. Lämpökaivojen toteuttaminen on usein kallein lämmönkeruuvaihtoehto. Lämpökaivon avulla maalämpö sopii myös ahtaille ja pienille tonteille. Lämmönkeruupiirin tehoon vaikuttaa muun muassa

lämpökaivojen syvyys ja määrä sekä kallioperän kivilaji. Ympäristöministeriö on julkaissut maalämpökaivojen hyödyntämisestä oppaan vuonna 2013. (Juvonen ja Lapinlampi 2013)

Muita lämmönkeruupiirin toteutustapoja on vaakasennus maaperän pintakerrokseen. Noin 30 prosenttia maalämpökohteissa on vaakatasossa oleva lämmönkeruuputkisto. Vaakaputkisto on yleensä edullisin maalämmönkeruutapa. Lämmönkeruupiirin tehoon vaikuttaa muun muassa maan kosteus, maalaji, keruuputkiston pituus ja kaivuussyvyys.

Lämmönkeruupiiri voidaan myös asentaa vesistöön upotettuna, mutta vain hyvin harva keruuputkistoista hyödyntää vesistöjen lämpöä. Vesistölämmön soveltuvuuden tarkastelu täytyy tehdä jokaiselle kohteelle yksilöllisesti ja sillä on monta rajoitettavaa tekijää, minkä vuoksi sen käyttö ei ole yleistä. Vesistöasennuksessa syntyy ongelmia, jos veden lämpötila laskee putken ympärillä talviaikanakaan alle +1 °C:n. Erityisesti virtaavissa vesissä veden lämpötila laskee lähelle nollaa talvisin. Putkiston asennussyvyyden tulee olla yli 2 metriä. Vesistöasennus on kustannukseltaan pienentalolle hieman lämpökaivoasennusta edullisempi vaihtoehto, mutta se vaatii jonkin verran erikoisvalmistelua ja -kalustoa. Vesistöasennus voi olla hyvä vaihtoehto suuriin kohteisiin, jos vesistön ominaisuudet ovat siihen soveltuvat. Lämmönkeruupiirin tehoon vaikuttaa muun muassa keruuputkiston pinta-ala ja veden lämpötila.

Maalämpö sopii ensisijaisesti sisätilojen lämmitykseen vesikiertoisen lämmönjaon avulla, mutta on myös useita malleja, jotka soveltuvat lisäksi käyttöveden lämmitykseen. Esimerkiksi vesikiertoinen lattialämpö on erityisen hyvä lämmönjakotapa, sillä sen lämpötila on melko matala. Myös vesikiertoinen patterijärjestelmä soveltuu maalämmölle. Jos rakennuksessa ei ole olemassa olevaa vesikiertoista lämmönjakoa, niin maalämmön asennuksen yhteydessä joudutaan vaihtamaan myös lämmönjakotapa. Tämä nostaa lämmitysremontin hintaa melko paljon.

Asentaminen

Maalämpöpumpun sisäyksikkö voidaan asentaa erilliseen tekniseen tilaan. Tyypillisesti lämpöpumppu on samassa tilassa lämminvesivaraajan ja lämmönjakojärjestelmän kanssa.

Kuva 7. Maalämpöpumpun sisäyksikkö ja varaaja. Kuva: Jouni Lehtonen, Ympäristöministeriö Energiakaivo 2013.



Kuva 8. Suuremman maalämpöpumpun sisäyksikkö. Kuva: Ramboll Finland Oy.



Lämpökaivon paikkaa mietittäessä on huomioitava, että kohde on porauskaluston saavutettavissa. Porausryityksiltä voi kysyä lisätietoja heidän kalustonsa vaatimuksista. Poraaminen vaatii tyypillisesti vettä ja sähköyhteyden kohteessa. Porausessa syntyy maa-ainesta, kuten kiveä ja hiekkaa sekä vettä, joka voidaan kerätä konttiin tai jättää kohteeseen kasaksi. Yhden porareian syvyys vaihtelee yleensä 120–350 metrin välillä. Uudella poraustekniikalla jopa 450 metrin syvyinen porareikä on kuitenkin mahdollinen. Useamman lämpökaivon ratkaisuisa on suositeltavaa lämpökaivojen välillä 15 metrin suojaetäisyys. Lämpökaivot voidaan myös porata vinoon viuhkamaiseen muodostelmaan, jos etäisyyttä ei saada porareikien väliin riittävästi esimerkiksi tontin koon vuoksi. Porareikään asennetaan lämmönkeruuputket ja niiden ja rakennuksen välille asennetaan eristetyt siirtoputket (Lämmönsiirtoputkien

avoin kaivanto maalämpökaivoilta lämpöpumpulle. Kuva: Ramboll Finland Oy.), jotka kaivetaan maahan noin 50 senttimetrin syvyyteen. Siirtoputket lämmönkeruupiiriin ja rakennuksen sisäyksikön välillä ovat samankaltaiset lämmönkeruupiiristä riippumatta. Lämpökaivon maahan kaivetut osat voidaan peittää näkymättömiin, mutta porareian päälle tulee rakentaa erillinen betoninen tai muovinen suojakaivo mahdollisia tarkastus- ja huoltotoimenpiteitä varten.

Kuva 9. Lämpökaivon porauskalusto kohteessa. Kuva: Ramboll Finland Oy.



Kuva 10. Lämmönsiirtoputkien avoin kaivanto maalämpökaivoilta lämpöpumpulle.
Kuva: Ramboll Finland Oy.



Vaakatasoon kaivettava lämmönkeruuputkisto vaatii laajan maa-alueen rakennuksen läheltä. Lämmönkeruuputki kaivetaan maahan noin metrin syvyyteen ilmastovyöhykkeestä riippuen. Pohjois-Suomessa asennus on syvempi. Viereiseen putkilenkkiin on vaakataäisyyttä oltava vähintään 1,5 metriä, mieluiten enemmänkin. Maaperän maalaji ja kosteus määrittävät oleellisesti lämmönvarauskyvyn ja siten lämmönkeruupiirin koon. Märkä savi on otollisin ympäristö putkiston tehokkuuden kannalta. Vaakatasoinen lämmönkeruuputkiston asentamisen vaikutukset pihapiiriin ovat suuremmat verrattuna lämpökaivojen poraamiseen.

Vesistöön sijoitettavat lämmönkeruuputkistot suunnitellaan tapauskohtaisesti, koska jokaisen kohteen vesistö on erilainen. Lämmönkeruuputkistoa ei yleensä kaiveta vesistön pohjaan vaan se upotetaan painojen avulla vesistön pohjaan. Asennuksen aikana kaivetaan maaperään vain siirtoputket, jotka menevät rakennuksen sisältä rantaan lämmönkeruuputkille.

Maalämpöputkiston asentaminen edellyttää kohdekunnan teknisen toimen myöntämää toimenpidelupaa.

Maalämpöjärjestelmälle lupia haettaessa kannattaa selvittää seuraavat asiat:

- Onko kunnan alueella luokiteltuja I- tai II-luokan pohjavesialueita, suojeltuja muinaismuistoalueita tai sellaista maanalaista rakentamista, joka rajoittaa lämmönkeruuputkiston asentamista.
 - Lämpökaivon rakentaminen edellyttää pohjavesialueella vesilain mukaisen luvan.
 - Maalämmön hyväksyttävyydestä pohjavesialueella päättää kunkin kunnan viranomaiset.
 - Mikäli alueella sijaitsee kiinteä muinaisjäännös, tai löytyy ennestään tuntematon kiinteä muinaisjäännös, tulee ottaa yhteys alueelliseen vastuumuseoon tai Museovirastoon. Museovirastolta haetaan kajoamislupaa ja mahdollista tutkimuslupaa.
- Lämmönkeräyspiirin asentaminen vesistöön vaatii vesialueen omistajan luvan.
- Isommissa kaupungeissa kuten esim. Helsingissä vaaditaan lämpökaivojen rakennettavuusselvitys, joka tilataan Kaupunkiympäristö-toimialan johtotiepalvelusta.

Toimenpideluvan lisäksi on syytä selvittää paikalliselta sähköverkkoja ylläpitävältä taholta maalämpöpumpun mahdollisista vaikutuksista kiinteistön sulakekokoon tai muuhun sähköverkkoon, jos kiinteistön sähkönkulutus tulee nousemaan uuden maalämpöjärjestelmän vuoksi. Tämä voi olla oleellista haja-asutusalueella rakennuksessa, jossa on käytössä polttoon perustuva lämmitysmuoto.

Lämpöpumpun asennus ja sähköasennukset ovat luvanvaraista toimintaa. Sähköasennustöitä saavat tehdä ainoastaan vain Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (TUKES) rekisteröimät sähköurakoitsijat. Maalämmön mitoitukseen ja asennukseen suositellaan käytettäväksi kokenutta urakoitsijaa.

Vaipan lävistys

Yksinkertaisimmillaan maalämpökaivoilta tuleva/menevä putki tuodaan sisään rakennukseen kellaritilassa sijaitsevalle sisäyksikölle yleensä suoraan betonisen perusmuuriseinän läpi tehtävän reiän kautta.

Rakennukseen maantasokerroksessa sijaitsevalle sisäyksikölle putki tuodaan sisään joko perustukset alittaen tai sitten betonisen sokkelin läpi tehtävän reiän kautta. Molemmissa tapauksissa on myös huomioitava alapohjarakenteen paikallinen avaustarve ko. sisätilassa ja siitä aiheutuvat korjaus- ja ennallistamistoimenpiteet.

Joissain tapauksissa läpivienti voidaan koteloida myös sokkelin yläpuolelle seinäpintaa vasten, mutta tämä menetelmä on usein ristiriidassa rakennussuojelun kanssa.

Sokkelin tai perusmuurin läpi tai alta asennettavat maalämpöputket asennetaan yleisimmin suojaputkeen, esim. loivaan kulmaan taitetun sisältä sileäpintaisen halkaisijaltaan 110 mm sadevesiviemäriputken tai sähkökaareen.

Sokkelin tai perusmuurin suojaputken ja rakenteen sekä suojaputken ja lävistyksen välit tiivistetään esim. uretaanivaahdolla ja sokkelin tai perusmuurin ulkopinnassa huolehditaan lävistyskohdan vesitiiveydestä esim. liittämällä lävistys teollisesti valmistetulla ns. läpivientikappaleella vesieristykseen, jos sellainen sokkelissa tai perusmuurissa on aiemmin ollut, tai tässä yhteydessä asennetaan. Lävistyskohdan tiiveys myös sokkelin tai perusmuurin sisäpinnassa on varmistettava.

Kiviladontaperustuksien kohdalla on lävistyskohta ja -ratkaisu mietittävä tapauskohtaisesti varsinkin, jos kiviladontaperustuksissa ei ole tuuletusluukkuja, joita mahdollisesti voisi lävistysreittinä hyödyntää.

Jos alapohjarakennetta joudutaan avaamaan putken tuomiseksi sisätilaan, se tehdään ensinnäkin mahdollisimman vähän rakenteita rikkoen ja ennallistamalla mahdollisimman pitkälti alkuperäistä tilannetta vastaavaksi. Alapohjan rakenteesta riippuen lävistyskohta tehdään käyttäen jo sokkelin tai perusmuurin yhteydessä mainittua suojaputkea, jonka sisäpuolinen tiivistäminen tehdään uretaanivaahdolla. Muu tiivistäminen alapohjarakenteen yläpinnassa toteutetaan käyttäen tiivistyskorjausmenetelmiä (radon yms. / tiivistysmassa ja vahvikekangas) sekä sen verhoamiseen mahdollisesti lattian pintamateriaalia.

Jos jostain syystä lävistys tulee seinäpinnalle, on massiivirakenteisissa seinissä (hirsi, tiili, betoni) lävistys tehtävä siten, että se tehdään hieman ulospäin kaltevaksi ja käytetään em. loivaan kulmaan taitettua halkaisijaltaan 110 mm sadevesiviemäriputkea

tai sähkökaarta, jotka tiivistetään etenkin sisäpäästään tiiviisti seinärakenteeseen. Johtojen putkeen asennuksen jälkeen lävistysputki voidaan täyttää uretaanivaahdolla ja tiivistää putken sisä- ja ulkopinta. Julkisivupinnassa nousevat putket on verratava mahdollisimman hyvin ympäröivään rakenteeseen sopivin materiaalein ja pinnoin.

Kerroksellisissa rakenteissa on huomioitava liittyminen mahdolliseen höyrynsulkuun ja muihin mahdollisiin tiiviisiin pintoihin kuten esim. perusmuurin vedeneristyksen bitumikermiin tms. tiiviiseen kerrokseen. Näissä liittymissä on syytä käyttää valmiita teollisia läpivientikappaleita. Esimerkkejä kerroksellisten rakenteiden tiivistämisestä löytyy ohjeita esim. Motivan julkaisusta Build up skills – Eristys- ja tiivistystyöt. (Motiva 2021)

Hyödyt

Maalämmön suurin hyöty on korkea energiatehokkuus, minkä vuoksi sen sähkökulutus on pientä. Lämpöpumppujen energiatehokkuutta kuvataan lämpöarvolla, jota kutsutaan COP-arvoksi. Mitä korkeampi COP-arvo on, sitä enemmän lämpöä tai jäähdytystä lämpöpumppu tuottaa suhteessa käyttämäänsä sähkömäärään. Käytännössä vuosilämpökerroin maalämmössä vaihtelee useimmiten kohdekohtaisesti 2,5–3,5 välillä. Maalämpö ei ole riippuvainen ulkoilman lämpötilasta, minkä vuoksi sillä on hyvä lämpökerroin myös talvella lämmön tarpeen ollessa suurimmillaan. Maalämpöjärjestelmä suunnitellaan yleensä kattamaan 80–90 % rakennuksen lämmitysenergian kulutuksesta. Kaikista kovimmilla pakkasilla lisälämmöntarve katetaan tyypillisesti sähkövastuksella, joka on usein osa maalämpöjärjestelmää. Maalämpö soveltuu erityisesti vesikiertoiseen lattialämmitykseen ja muihin matalalämpöisiin lämmönjakojärjestelmiin. Korkean lämpökertoimen ansiosta maalämmön käyttökustannukset ovat pieniä. Suoran sähkölämmityksen vaihtaminen maalämpöön vähentää lämmitykseen käytetyn ostosähkön määrää noin 66 %, kun lämpöpumpun lämpökerroin on kolme. Maalämmön investointikustannukset ovat korkeammat kuin ilma-vesilämpöpumpun, mutta sen käyttökustannukset ovat edullisemmat. Tämän vuoksi se on pidemmällä aikavälillä edullisempi lämmitystapa.

Tyypillisesti maalämpöä käytetään vain lämmitykseen, mutta se soveltuu tietyin edellytyksin myös viilennykseen. Tällöin maapiirin käyttö viilennykseen ei välttämättä edellytä maalämpöpumppujen tarvitsemaa kompressoritekniikkaa, vaan jäähdytys voidaan toteuttaa vapaajäähdytyksenä. Tällöin kesällä lämpökaivoja voidaan niin sanotusti ladata lämmöllä, jolloin ne varastoivat lämpöä talvelle. Mikäli maaperää halutaan hyödyntää sekä lämmitykseen että kesäaikaiseen viilennykseen, on ilmanvaihtokojeeseen kytkettävä nestekiertoisen lämmityspatterin lisäksi viilennyspatteri.

Riskit

Maalämpöjärjestelmän lämmönkeruupiirin oikeanlainen mitoitus on hyvin tärkeää investoinnin onnistumiselle. Liian pieneksi mitoitettussa järjestelmässä säästetään investointikustannuksissa, mutta alimitoitettun järjestelmän riskinä on lämpöenergian loppuminen lämpökaivoista ennenaikaisesti ja kaivojen jäähtyminen, jolloin järjestelmän käyttökustannukset nousevat merkittävästi. Liian suureksi mitoitettu järjestelmän investointi on kalliimpi, mutta pienissä kohteissa reilumpi mitoitus voi olla hyväksyttävää. Maalämpöpumpun tehoksi voidaan mitoittaa noin 60–80 prosenttia rakennuksen mitoitustehosta. Tällöin maalämpö kattaa noin 95–99 prosenttia vuotuisesta energiantarpeesta. Loput 1–5 prosenttia tuotetaan maalämpöpumpun vara/lisälämmitysvastuksella.

Maalämmön vaatiman toimenpideluvan saantiin vaikuttaa myös kohteen muun muassa mahdolliset maanalaiset rakenteet taajama-alueella, pohjavesialueet ja suojaetäisyydet rakennuksiin, tonttirajoihin, muihin kaivoihin. Myös tontin pieni koko voi estää vaakatasoon maan pinnalle kaivetun lämmönkeruuputkiston asennuksen. Pienellekin tontille mahtuu 1–2 kpl porattua lämpökaivoa, jos lämmitettävä rakennus ei ole suuri.

Suomessa on asetettu rajoituksia maalämpökaivojen poraamiseen pohjavesialueilla. Maalämpökaivojen paikkaaminen näille alueille herättää huolta, sillä on olemassa riski, että lämmönkeruuneste pääsee vuotamaan kaivosta ja saastuttamaan pohjaveden. Pohjavesialueilla (luokat I ja II) energiakaivon rakentaminen voi vaatia vesilain 3 luvun 2 §:n 1 momentin mukaisen vesitalousluvan, jos rakentamisesta arvioidaan aiheutuvan vaaraa vedenhankinnalle tai pohjavedelle. Maalämmön soveltumisesta pohjavesialueille ei ole annettu kansallista ohjetta vaan asiasta päättää kuntien tekninen toimi ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. Myös AVI ja ELY ovat antaneet omia ohjeistuksia omille alueilleen. Useissa kunnissa pohjavesialueelle sijoittuvalle maalämpöjärjestelmälle on käytännössä mahdotonta saada vesilainmukaista lupaa.

Kulttuurihistoriallisissa kohteissa merkittävimmät riskit geoenergian käytössä kohdistuvat mahdollisille muinaisjäännöksille, kun maaperään joudutaan kajoamaan. Toinen merkittävä riski on asennuksen aikaisista rakennustöistä syntyvät haitat. Rasakat työkoneet kuten porauskalusto ja kaivinkoneet voivat aiheuttaa haittaa herkille kohteille kuten muuratuille rakenteille, rappauksille ja erilaisille laastista tehdyille ornamenteille.

Elinkaari ja ilmastovaikutukset

Oikein rakennetun ja mitoitettun lämmönkeruuputkiston käyttöäksi arvioidaan yli 50 vuotta. Maalämpöpumpun tekninen elinikä on noin 30 vuotta. Lämmönkeruuputkisto on käyttäjälle hyvin huoltovapaata. Energiakaivolle rakentamisen jälkeen tehtäviä toimenpiteitä ovat rakenteiden kunnon seuraaminen, lämmönkeruunesteen vaihtaminen tai keruuputkiston uusiminen joko osittain tai kokonaan sekä lopulta järjestelmän käytöstä poistaminen. Jos energiakaivo poistetaan pysyvästi käytöstä, tulee keruuputket nostaa ylös. Jos se ei ole mahdollista, tulee keruuputket vähintään tyhjentää lämmönkeruunesteestä. Käytöstä poistettu kaivo täytetään esimerkiksi betonilla, jotta sen kautta ei pääse pinta-, hule- tai jätevesiä tai pohjaveden laatua heikentäviä aineita suoraan tai välillisesti pohjaveteen.

Maalämpöjärjestelmän valmistuksesta syntyneistä päästöistä ei ole luotettavaa tutkimustietoa. Maalämmön asennuksesta syntyvät päästöt ovat eri lämpöpumpuista suurimmat porauskaluston tai kaivinkoneen käytöstä johtuen. Asennuksen päästöt ovat kuitenkin pienet ottaen huomioon maalämmön käytön aikaiset päästövähennykset. Maalämpöjärjestelmä voi kattaa lähes täysin kiinteistön lämmöntarpeen korkealla hyötysuhteella tuotetulla lämmöllä, minkä vuoksi sen käytön ajan päästövähennykset ovat lämpöpumpuista suurimmat. Öljylämmityksestä siirtyminen maalämpöön vähentää ilmastopäästöjä noin 80 %, kun huomioidaan myös ostetun sähköenergian päästöt.

2.2.3 Aurinkoenergia

Aurinkoenergialla tarkoitetaan aurinkosähkön sekä -lämmöntuotantoa. Aurinkosähkön tuottaminen perustuu auringon säteilyenergian hyödyntämiseen. Auringonsäteily koostuu fotoneista eli hiukkasista, jotka kuljettavat auringon säteilyenergiaa. Osuessaan aurinkokennoihin fotonit luovuttavat energiansa kennojen materiaalin elektroneille. Nämä fotoneilta energiaa saaneet elektronit muodostavat sähkövirran aurinkokennojen virtajohtimiin. Aurinkolämmön keräimissä auringon säteilylämpö otetaan talteen keräimessä kulkevaan nesteeseen, joka kiertää lämminvesivaraajaan.

Aurinkosähköpaneeli

Hyödyt

1. Vähentää ostosähkön tarvetta.
2. Soveltuu lähes kaikkiin kohteisiin, kunhan paneeleille ei kohdistu varjostuksia.

Huomioitavaa

1. Katon kestävyys täytyy aina selvittää ennen asennusta.
2. Läpivientien sijoittaminen ja vaikutukset rakenteisiin.
3. Vaikutukset arkkitehtuuriin ja kaupunkikuvaan.
4. Tuotanto keskittyy pääosin kesälle päiväsaikaan.
5. Paneelien sijoittamisessa tulee suosia etelään kallistusta sekä välttää varjostuksia tuoton takaamiseksi.
6. Paloturvallisuus.

Aurinkolämpökeräin

Hyödyt

1. Vähentää ostoenergian (öljy, sähkö) tarvetta lämmityksessä.
2. Tuottaa ilmaista lämpöä korkealla hyötysuhteella.
3. Soveltuu vesikiertoisiin lämmitysjärjestelmiin ja käyttöveden lämmityksen.

Huomioitavaa

1. Katon kestävyys täytyy selvittää ennen asennusta.
2. Mitoitus ja suunnittelu on tehtävä huolellisesti, jotta järjestelmä on sopiva kohteeseen.
3. Tuotanto keskittyy pääosin kesälle päiväsaikaan.
4. Paneelien sijoittamisessa tulee suosia etelään kallistusta sekä välttää varjostuksia tuoton takaamiseksi.
5. Toimii ainoastaan tukilämmitysmuotona kun aurinko paistaa.
6. Vaikutukset arkkitehtuuriin.

Kiinteistökohtaiset aurinkosähköpaneelit ovat helppo tapa tuottaa uusiutuvaa sähköä kiinteistön tarpeisiin. Aurinkopaneelit sopivat useisiin kohteisiin, kunhan paneeleita ei varjosteta ja katto kestää paneelien painon ja asennuksen. Aurion energiaa voidaan kerätä myös aurinkolämpökeräimin, jotka keräävät auringon säteilyn lämpönä. Vaikka molemmat näistä käyttävät auringon säteilyä energianlähteenään, niin ne eroavat toisistaan teknisesti hyvin paljon. Aurinkosähköä tuotavia paneeleita kutsutaan aurinkopaneeleiksi, kun taas aurinkoenergiaa lämmön muodossa kerääviä laitteita kutsutaan aurinkokeräimiksi.

Aurinkopaneelit voivat vaatia luvan eri tasoilla kaava-alueilla ja lupakäytäntö on syytä aina tarkistaa ennen hankkeeseen ryhtymistä. Kaupunkikuvallisesti merkittävissä kohteissa paneelien asennukselle voidaan asettaa rajoituksia tai vaatimuksia, jotka voivat kohdistua esimerkiksi kadunpuoleiselle lappeelle asennettaviin paneeleihin. Kulttuurihistoriallisesti arvokkailla alueilla ja suojelluissa rakennuksissa huolellinen, tapauskohtainen suunnittelu on tärkeää. Sopivia paikkoja voivat olla esimerkiksi katon pihanpuoleinen lape tai piharakennuksen katto. Paneelit voidaan joissain tapauksissa sijoittaa myös erilleen rakennuksista maahan kiinnitetyille telineille. Seinälle sijoittaminen ei arvokkaissa rakennuksissa ole suositeltavaa aurinkopaneelien tämän hetkisen ulkonäön takia.

Kattomuoto ja katemateriaali ovat tärkeä osa rakennuksen ominaispiirteitä. Museoviranomaisten mukaan paneelit tulee asentaa katonharjan alapuolelle samaan kaltevuuteen katon kanssa, eivätkä paneelit saisi peittää suojellun rakennuksen koko kattoa, vaan myös katemateriaalia pitäisi jäädä näkyviin. Kehysten ja kiinnikkeiden värityksellä voidaan vähentää paneelien erottumista kattopinnasta.

Kuva 11. Aurinkopaneelit Kanteleen meijerillä. Maalaamattomat metallikehykset erottuvat pinnasta selvästi. Kuva: Eeva Sumiloff.



Kuva 12. Kuitian kartanon navetan katolla aurinkopaneelien kehykset on maalattu mustiksi. Kuva: Pekka Heikkinen/Qvidja Gård



Tekniset ominaisuudet

Aurinkoenergiajärjestelmän tuottoon vaikuttaa auringon kokonaissäteilyn määrä paneelien pintaan. Kokonaissäteilyn määrään ja siten sähkön/lämmön tuotantoon vaikuttaa pääasiassa paikkakunnan sijoittuminen etelä-pohjoissuunnassa, paneelien asennuskulma ja -suuntaus. Paneelien/keräimien hyötysuhde määrää kuinka paljon säteilystä saadaan muutettua sähköksi/lämmöksi. Katon lappen suunta ja kallistus sekä ympäristön synnyttämät varjostukset vaikuttavat jokaisen yksittäisen kohteen tuottoon. Suomessa paras tuotto saadaan maan eteläosassa suuntaamalla paneelit etelään 35–45 asteen kulmassa.

Suomessa aurinkosähköjärjestelmä tuottaa vain osan kiinteistön tarvitsemasta sähköstä tai lämmöstä. Yleisesti ottaen aurinkosähköjärjestelmän hankinta on kannattavinta kohteissa, joissa sähkönkulutus on merkittävää kesäpäivinä, jolloin myös tuotanto on suurinta. Aurinkokeräimien kannattavuuden arviointi tulee tehdä kohdekohtaisesti, sillä siihen vaikuttaa hyvin moni tekijä. Aurinkopaneelien ja -keräimien tuotto on täysin riippuvainen auringonpaisteesta, joten talvella niiden tuotto putoaa hyvin pieneksi. Energiantuotannon ja kannattavuuden näkökulmasta aurinkopaneelit ovat laajalti soveltuvia useimpiin ympäristöihin, sillä ne pystyvät tuottamaan sähköä tehokkaasti myös viileissä olosuhteissa ja niiden ylläpito on yksinkertaista. Toisaalta aurinkokeräinten käyttömahdollisuudet ovat rajoitetummat, koska ne vaativat suhteellisen lämpimiä olosuhteita ja lämpövaraston sekä niiden integroiminen olemassa oleviin lämmitysjärjestelmiin voi olla haastavaa.

Aurinkosähkön tuottaminen perustuu auringon säteilyenergian hyödyntämiseen. Aurinkopaneelit muodostuvat aurinkokennoista, jotka koteloidaan paneelikehykseen ja suojataan suojalasilla. Markkinoilla on saatavilla erikokoisia paneeleita erilaisiin käyttötarkoituksiin, mutta karkeasti tarkasteltuna niiden kaikkien toimintaperiaate ja perusominaisuudet ovat samat.

Aurinkopaneelien ja -kennojen tuotanto kehittyy koko ajan ja erilaisia tuotteita varsinaisten paneelien ohella on jo nyt saatavilla esim. lasirakenteisiin liimattavat erivärisinä tai ainakin osin läpinäkyvät aurinkokennot tai -kalvot.

Aurinkopaneelit tuottavat tasasähköä, joka on yleensä käytössä sähköverkon ulkopuolisissa kohteissa kuten kesämökeillä. Tasasähkö voidaan muuttaa vaihtosuuntaajalla eli invertterillä vaihtosähköksi, joka voidaan hyödyntää sähköverkkoon liitetyissä järjestelmissä.

Aurinkopaneelijärjestelmän mitoitus suositellaan tehtävän ammattilaisen toimesta, mutta sen voi myös tehdä itse. Yleisesti ottaen aurinkosähköjärjestelmä kannattaa mitoittaa, niin että mahdollisimman suuri osuus tuotannosta käytetään omaan kulutukseen. Näin vältetään liian suuren järjestelmän hankinnalta ja investoinnin huonolta kannattavuudelta.

Aurinkolämpökeräin kerää auringon säteilyn lämpönä, joka siirretään yleensä lämminvesivaraajaan tai suoraan vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään. Keräimet voidaan jakaa kahteen pääteknologiaan: 1) tasokeräimet 2) tyhjiöputkikeräimet. Tasokeräimissä auringosta tuleva lämpö siirretään suoraan tason alla kiertävään lämmönkeruunesteeseen. Neste kuljettaa lämpöenergian joko suoraan käyttökohteeseen tai varajaan. Tyhjiöputkikeräimestä on ilma poistettu lähes kokonaan, jolloin johtumishäviöt vähenevät merkittävästi ja keräimen hyötysuhde säilyy tasokeräintä parempana korkeissa toimintalämpötiloissa. Tyhjiöputkikeräimissä lämmöntalteenotto on korkeampaa kylminä vuodenaikoina kuin tasokeräimissä. Lämpiminä vuodenaikoina taso- ja tyhjiöputkikeräinten lämmöntuotoissa ei ole kovin suuria eroja. Suomessa yleisin teknologia on tasokeräimet. Valinnassa tulee ottaa huomioon kohteen lämmitysjärjestelmän lämpötilatasot, lämmöntarpeen jakautuminen sekä kustannustasot.

Aurinkokeräimen mitoitus kannattaa jättää ammattitaitoiselle suunnittelijalle, sillä mitoituksessa on perehdyttävä kohteen veden- ja lämmönkulutustietoihin. Suunnittelijan on perehdyttävä myös rakennuksen LVI- ja arkkitehtiinrakennuksiin.

Asennus

Kun sopivaan suuntaan sijoittuva kattopinta on valittu, on huomioitava, ettei kattopinnalle osu varjostuksia, sillä ne heikentävät merkittävästi järjestelmän tuotantoa. Varjostuksia aiheuttavat muun muassa puut, korkeat rakennukset ja muut rakenteet kuten savupiiput ja lipputangot. Mikäli varjostavia puita halutaan kaataa, on kaupunkiympäristössä, asemakaava-alueilla ja erityisesti kulttuurihistoriallisesti arvokkailla alueilla selvitettävä, onko kaataminen mahdollista.

Aurinkopaneelien tai -keräinten asennus tehdään yleensä vesikatoille, mutta joissain tapauksissa ne saatetaan kiinnittää myös seinärakenteisiin. Aurinkopaneelien taustan tuulettumisesta tulee huolehtia jättämällä vapaa ilmarako paneelin ja rakenteen väliin. Tuulettumattoman paneelin lämpötila voi nousta, mikä heikentää merkittävästi aurinkopaneelien hyötysuhdetta, ja siten sähköntuotantoa.

Vesikatoille aurinkopaneeleita tai -keräimiä harkittaessa on aina olemassa olevien kantavien vesikatto- ja yläpohjarakenteiden tekninen kunto ja kantavuus tarkistettava ennen hankintapäätöstä. Sen lisäksi selvitetään / tarkistetaan rakenteiden mitoituskuormat ja toisaalta aurinkopaneelijärjestelmistä (omapaino) ja niiden tuomista luonnonkuormista (kinos- ja tuuli) aiheutuvat mahdolliset uudet lisääntyvät kuormat.

Näiden selvitysten jälkeen tehtävien teknisten ja taloudellisten laskelmien perusteella arvioidaan mahdollisuutta asentaa aurinkopaneelijärjestelmä vesikatolle joko ilman kantavien rakenteiden vahvistuksia, tai mahdollisten rakenteellisten vahvistusten kanssa.

Aurinkopaneelit voidaan asentaa / perustaa myös yksittäin tai kenttänä rakennuksesta irrallaan maan tai kallion varaan. Aurinkokeräimien sijoittaminen ja kiinnitys noudattavat samoja periaatteita kuin aurinkopaneelien asennus. Aurinkokeräimien kattoasennus vaatii vesikattoon läpiviennit lämmönsiirtoputkille, jotka kulkevat aurinkokeräimiltä lämminvesivaraajalle.

Aurinkopaneelit kiinnitetään vesikatoilla tyypillisesti valmiilla kiinnitysjärjestelmillä joko kiinteästi rakenteeseen tai sitten loivilla vesikatoilla ”irrallaan” tuulikuormat vastaanottavilla, usein betonisilla asennuspainoilla varustettuna. Aurinkopaneelien tai -keräinten asennuksessa on aina huomioitava vesikatteen ja yläpohjarakenteen jäljellä oleva käyttöikä. Aurinkopaneelien asennuksen optimiajankohta onkin vesikatteen uusimisen yhteydessä, jolloin sekä vesikatteen että paneelijärjestelmän käyttöikä on joko suoraan synkronissa (bitumikatteen) tai sen kerrannaisina (peltikatteen) siten että katteen käyttöikä on suurempi. Aurinkopaneelien tai -keräinten asennuksessa on myös huomioitava sekä vesikaton että paneelien huoltomahdollisuudet.

Vesikatteen materiaali ja toisaalta kattomuoto ratkaisee sen minkä tyyppinen valmis kiinnitysjärjestelmä soveltuu käytettäväksi vesikatolla vesitiiviin ratkaisun varmistamiseksi. Valmiita kiinnitysjärjestelmiä löytyy yleisimmille katemateriaaleille ja kattomuodoille, mutta joillekin vesikattomateriaaleille kiinnitystapa ja kiinnitykseen tarvittavat osat joudutaan suunnittelemaan tapauskohtaisesti.

Erityyppisiin vesikatemateriaaleihin (esim. tiili- ja rivipeltikate), sopivat valmiit kiinnitysjärjestelmät eivät kuulu CE-merkinnän piiriin eli joissain tapauksissa niiden teknisten mitoitus- ja kantavuustietojen hankinnassa voi olla hankaluuksia. Osa kiinnitys- / kannatusjärjestelmistä on tarkoitettu asennettaviksi kattopollarityyppisten vesieristeen läpi kantavaan rakenteeseen ulottuvien kannakkeiden varaan.

Kaltevilla lappeilla aurinkopaneelit asennetaan yleensä lappeen kallistuksen suuntaisina, jolloin niistä ei kohdistu vesikaton rakenteille paneelien oman painon lisäksi muita merkittäviä lisäkuormia. Toinen äärilaita on loivasti kallistetuille katoille (bitumikermikatot) vastapainoin irrallisten telineiden varaan ja usein vielä auringon suuntaan kallistettavat aurinkopaneelit, jolloin paneelien oman painon lisäksi tulevat lisäkuormiksi järjestelmän tarvitsemat vastapainot, telineiden painot sekä kallistettujen paneelien tuomat lisääntyneet luonnonkuormat ainakin kinostuvan lumen muodossa.

Vesikattoasennuksissa on aina ulkonäköseikkojen lisäksi huomioitava vesikaton ja myös aurinkopaneelien huoltoreitit ajatellen mm. lumenpoistoa eli itse paneeleilla-kin on rajallinen kantavuus lumikuormien suhteen.

Aurinkopaneeleita tai -keräimiä seinärakenteisiin kiinnitettäessä on kiinnityksissä huomioitava tuulikuormien paine- ja imukuormat sekä myös helposti unohdettava tekijä, vesikatolta mahdollisesti putoavan lumen aiheuttamat rasitukset. Nämä samat asiat koskevat periaatteessa myös maa-asennuksia, varsinkin jos paneelit sijaitsevat hyvin lähellä rakennusta tai lumista puustoa. Seinärakenteiden kiinnitykset tulee kohdistaa kantavaan runkoon eli rakenteesta riippuen saatetaan pintarakenteita joutua hieman purkamaan ja ennallistamaan. Tämänkaltaisten kiinnitysten osalta on mahdolliset kylmäsiilat huomioitava erikseen.

Suomen lumikuormahistoriaa

Vesikattorakenteiden mitoituslumikuormat ovat vaihdelleet eri aikoina ja ne ovat nykyiseen Eurokoodin mitoituskuormaan verrattuna jopa merkittävästi pienempiä.

Mitoituskuormat ovat tulleet yleiseen käyttöön yleensä viiveellä eli pitkälle meneviä johtopäätöksiä ei noiden mitoituslumikuormien perusteella voi tehdä. Onkin aina tärkeää selvittää kohteessa käytetyt mitoituskuormat dokumenteista, jos sellaisia löytyy. Toisaalta aina tulee selvittää vastaavatko rakenteiden dimensiot ja kunto myös mitoitusolettamia. Rakenteiden hyötykuormien kantavuutta voidaan arvioida myös kapasiteetilaskelmin, jos dokumentoitua tietoa ei löydy.

Alla Suomen lumikuormahistoriaa pääpiirteittäin esitettynä:

Helsingin kaupungin rakennuskonttorin julkaisu, 1913:

- $\geq 200 \text{ kg/m}^2$, Vesikatoissa kokonaispaino (peltikatto sillä olevine lumineen) ja tuulen paino

Sisäasianministeriön päätös, 1932:

- $1,0\text{--}1,5 \text{ kN/m}^2$, Lumikuorma Uudenmaan- sekä Turun ja Porin lääneissä
- $1,5\text{--}2,0 \text{ kN/m}^2$, Lumikuorma muissa osissa maata
- $1,0 \text{ kN/m}^2$, Tuulen paine, yleensä
- $1,25 \text{ kN/m}^2$, Tuulen paine, rannikolla

Rakenteiden kuormitusmääräykset RKM, Rakennusinsinööriyhdistys, 1955:

- $1,0 \text{ kN/m}^2$, Lumikuorma Saaristomeri / Ahvenanmaa
- $1,0\text{--}1,5 \text{ kN/m}^2$, Lumikuorma Helsingistä Poriin ja linjan lounaispuoli
- $1,5\text{--}2,0 \text{ kN/m}^2$, Lumikuorma Hamina-Tampere-Seinäjoki-Oulu-Tornio linjan etelä / länsipuoli
- $2,0 \text{ kN/m}^2$, Lumikuorma Valtakunnan raja-Joensuu-Kajaani-Kemijärvi-Muonio-linjan pohjoispuoli

Kuormat esitetty tarkemmin määräyksessä esitetyssä erillisessä kartassa.

Kinoskuorman esiaste eli ns. "lisäkuorma", ja toisaalta myös lumikuormiin kattomuodosta ja tyypistä riippuneet kuormavähennykset, otettu ensimmäisen kerran käyttöön.

Rakenteiden kuormitusnormit RIL59, 1969:

- $1,4 \text{ kN/m}^2$, Lumikuorma aivan länsirannikolla
- $1,4\text{--}1,8 \text{ kN/m}^2$, Lumikuorma välivyöhykeellä
- $1,8 \text{ kN/m}^2$, Lumikuorma lähes koko eteläinen, itäinen ja pohjoinen Suomi

Kuormat esitetty tarkemmin määräyksessä esitetyssä erillisessä kartassa. Väliarvot interpoloidaan. Kinoskuorma määritelty seinämän viereen ($2x$ seinämän h , $\leq 5\text{m}$) ja kinoksen lisäkuormaksi määritelty $1,5$ x normaali lumikuorma.

Rakenteiden vähimmäiskuormat B1, 1975:

- 1,4 kN/m², Lumikuorma aivan länsirannikolla
- 1,4–1,8 kN/m², Lumikuorma välivyöhykkeellä
- 1,8 kN/m², Lumikuorma lähes koko eteläinen, itäinen ja pohjoinen Suomi

Kuormat esitetty tarkemmin määräyksessä esitettyssä erillisessä kartassa. Väliarvot interpoloidaan. Kinoskuorma määritelty seinämän viereen (2x seinämän h, ≤ 5m) ja kinoksen lisäkuormaksi määritelty 1,5 x normaali lumikuorma.

Rakenteiden varmuus ja kuormitukset B1, 1978:

- Ei muutoksia edelliseen.

Rakenteiden varmuus ja kuormitukset B1, 1983:

- Ei muutoksia edelliseen. Kinoskuorman osalta todettu, että otetaan erikseen huomioon.

Rakenteiden vähimmäiskuormat B1, 1998:

- 1,4 kN/m², Lumikuorma aivan länsirannikolla
- 1,4–1,8 kN/m², Lumikuorma länsirannikon lähi-/välivyöhykkeellä
- 1,8 kN/m², Lumikuorma keskisessä Suomessa
- 1,8–2,0 kN/m², Lumikuorma keskisen ja itäisen/koillisen Suomen välivyökkeellä sekä läntisessä ja aivan pohjoisessa Lapissa
- 2,0–2,2 kN/m², Lumikuorma itäisessä ja koillisessa Suomessa sekä Lapin eteläosissa
- 2,2–2,4 kN/m², Osin Lapissa
- 2,6 kN/m², Kuusamon ja Kilpisjärven seutu

Kuormat esitetty tarkemmin määräyksessä esitettyssä erillisessä kartassa. Väliarvot interpoloidaan. Kinoskuorman osalta todettu, että otetaan erikseen huomioon. Lumikuorman ominaisarvo (kinos) on kinostumista kuvaavan muotokertoimen ja peruslumikuorman arvojen tulo.

Eurokoodi SFS-EN 1991-1-3 + AC + A1, SFS-EN 1991-1-3/AC + Kansallinen liitstandardiin SFS-EN 1991-1-3: Rakenteiden kuormat. Osa 1–3: Yleiset kuormat. Lumikuormat

Maanpinnan lumikuorma, ominaisarvo (s_k)

- 2,0 kN/m², Lumikuorma aivan länsirannikolla
- 2,0–2,5 kN/m², Lumikuorma länsirannikon lähi-/välivyöhykkeellä
- 2,5 kN/m², Lumikuorma keskisessä Suomessa sekä aivan Lapin pohjoisosissa
- 2,5–2,75 kN/m², Lumikuorma keskisen ja itäisen/koillisen Suomen välivyöhykkeellä sekä läntisessä ja aivan pohjoisessa Lapissa
- 2,75 kN/m², Lumikuorma itäisessä ja koillisessa Suomessa sekä Lapin länsiosissa
- 3,0 kN/m², Osin Meri- ja iäisessä Lapissa
- 3,5 kN/m², Kuusamon ja Kilpisjärven seutu

Kuormat esitetty tarkemmin standardissa esitetyssä erillisessä kartassa. Väliarvot interpoloidaan.

Lumikuorma katolla (s)

Katon ominaisuuksia tai muita tekijöitä, jotka aiheuttavat erilaista kinostumista, voivat olla:

- a) katon muoto
- b) sen lämpöominaisuudet
- c) pinnan karheus
- d) katon alla syntyvä lämpömäärä
- e) viereisten rakennusten läheisyys
- f) ympäröivä maasto
- g) paikallinen ilmasto, erityisesti sen tuulisuus, lämpötilan vaihtelu ja sateiden todennäköisyys (joko vetenä tai lumena).

Näitä rakennuksien ja kattojen ominaisuuksia otetaan huomioon eri kaavoin ja kertoimin niille lumikuormaa määritettäessä.

Esim. Rakennuksia koskevat kertoimien ψ_0 , ψ_1 and ψ_2 suositusarvot riippuvat tarkasteltavan kohteen sijainnista, ja ne saadaan standardin EN 1990:2002 taulukosta A1.1 tai seuraavasta taulukosta 4.1.

- Yhdistelyarvo, ψ_{0s} , suositusarvo Suomessa 0,7
- Tavallinen arvo, ψ_{1s} , suositusarvo Suomessa 0,5
- Pitkäaikaisarvo, ψ_{2s} , suositusarvo Suomessa 0,2

- Tuulensuojaisuuskerroin, maastotyyppin mukaan (C_e)
- Lämpökerroin (C_f)
- Katon muotokertoimet mm.
 - Katon lappeen kulman mukaan, $\mu_{1...3}$,
 - Yhteen suuntaan kaarevien kattojen yhteydessä käytettävä muotokerroin, μ_4 ,
 - Ylemmältä katolta liukuvan lumen aiheuttaman lumikuorman
 - Muotokerroin μ_5 ,
 - Tuulesta johtuva lumikuorman muotokerroin μ_w ,

Vaipan lävistys

Aurinkopaneelien sähköjohdon ja aurinkokeräimien tulo- ja paluuputkien lävistyskohdat rakennukseen on suositeltavaa sijoittaa seinärakenteen kohdalle. Jos ne kuitenkin sijoitetaan vesikatolle, on lävistyskohtaan rakennettava vesieristeen ylösnostoinen vesitiivis, lumi- ja tuulikuormat kestävä lävistysrakenne tai käytettävä vastaavat ominaisuudet omaavaa valmista vesieristeeseen liitettävää lävistyskappaletta.

Aurinkopaneelien sähköjohdon ja aurinkokeräimien tulo- ja paluuputkien lävistyskohdat ulkoseinästä tai yläpohjasta tulee tehdä huolella, jotta ilma- tai toisaalta vesivuoto ei ole mahdollinen lävistettävän rakenteen kohdalla ja toisaalta siten että mahdollinen vuoto on havaittavissa helpommin julkisivun ulkopinnasta.

Usein massiivirakenteisissa seinissä (hirsi, tiili, betoni) lävistys on ratkaistu siten, että se tehdään hieman ulospäin kaltevaksi ja käytetään lävistysreikään sopivaa rakenteen pinnasta pintaan ulottuvaa läpivientisarjaa tai lävistysholkkia/-putkea, jotka tiivistetään etenkin sisäpäästään tiiviisti seinärakenteeseen. Johtojen putken asennuksen jälkeen lävistysputki tai -putket voidaan täyttää uretaanivaahdolla ja tiivistää putken sisä- ja ulkopinta. Ala- ja yläpohjarakenteen lävistykset tehdään samaan tapaan, mutta vesikatteen lävistys vaatii oman, lumirajan yläpuolelle ulottuvan rakenteellisen vesieristetyn ylösnousukotelonsa ulkoyksikön lähelle.

Kerroksellisissa rakenteissa on huomioitava liittyminen mahdolliseen höyrynsulkuun ja muihin mahdollisiin tiiviisiin pintoihin. Näissä liittymissä on syytä käyttää valmiita teollisia läpivientikappaleita. Esimerkkejä kerroksellisten rakenteiden tiivistämisestä löytyy ohjeita esim. Motivan julkaisusta Build up skills – Eristys- ja tiivistystyöt. (Motiva 2021)

Luvitus

Aurinkopaneelien asentamiseen liittyvät lupa-asiat vaihtelevat riippuen rakennuksesta, johon laitteisto asennetaan. Pääsääntöisesti lupa vaaditaan vain, jos asennus vaikuttaa merkittävästi kaupunkikuvaan tai ympäristöön tai hanke vaatii toimenpideluvan. Suojellut rakennukset ja suuret järjestelmät saattavat edellyttää rakennuslupaa. Suojelukohteissakaan aurinkosähkö ei ole suoraan poissuljettu, vaan näissä tehdään tapauskohtaista harkintaa. (Motiva Oy 2022) Aurinkokeräimiä koskevat samat lupamenettelyt.

Paneeleille vaadittavia lupia on hyvä tiedustella kunnan rakennusvalvonnasta. Lupia selvittäessä mahdollisia lopputulemia ovat:

- asentaminen on kokonaan kielletty (esim. jotkut suojelukohteet),
- rakennusvalvonta vaatii toimenpideluvan tai kaupunkikuva-arkkitehdin tai muun vastaavan hyväksynnän,
- rakennusvalvonta vaatii toimenpideilmoituksen (lomakkeen täyttäminen ja maksu), tai
- rakennusvalvonta ei vaadi mitään. (Motiva Oy 2022)

Aurinkopaneelien mekaanisen asennuksen voi suorittaa itse, mutta ammattiapu on suositeltavaa. Paneelien omatoiminen kiinnitys voi vaikuttaa kotivakuutuksen kattavuuteen tai paneelien takuuseen, joten se ei ole suositeltavaa. Verkkoon kytkettyjen vaihtojännitteisten aurinkosähköjärjestelmien sähkötyöt ja verkkoon liittämisen saa suorittaa ainoastaan toimija, jolla on sähköasennusoikeudet. Verkkoon kytkettyjen järjestelmien tulee läpäistä käyttöönottotarkastus. Matalan jännitteen järjestelmät eivät vaadi käyttöönottotarkastusta ja ne voi asentaa itse, jos on saanut tarvittavan koulutuksen ja ymmärtää niihin liittyvät turvallisuusvaatimukset.

Sähköverkkoon kytkeminen vaatii verkkoyhtiön luvan ja laitteiston tulee täyttää kytkemisen tekniset vaatimukset. Verkkoyhtiöltä saa verkkoon kytkemisen ohjeet, jotka on hyvä huomioida jo hankintavaiheessa. Verkkoon syötettävän sähkön myynnistä tulee sopia valitun sähkönmyyjän kanssa.

Hyödyt

Aurinkosähkön tuotanto on helppo ja melko edullinen tapa tuottaa uusiutuvaa sähköä kiinteistön tarpeisiin. Aurinkopaneelit sopivat useisiin kohteisiin, kunhan katon kunto ja lappeen suuntaus on sopiva. Aurinkopaneelit ovatkin ainoa sähkön-tuotantotapa, joka soveltuu lähes kaikille kiinteistöille. Aurinkopaneelien suurimpia hyötyjä ovat taloudellinen kannattavuus, yleinen soveltuvuus ja energiaoma-varaisuuden kasvattaminen.

Aurinkoenergian tuotto on ennustettavaa ja melko tasaista varsinkin kesällä. Vuoden aikana 1 kWp tehoinen paneelijärjestelmä tuottaa arviolta 800–1 000 kWh Etelä-Suomessa ja Pohjois-Suomessa 700–900 kWh (Motiva Aurinkosähkölajitelman teho 2024). Aurinkopaneelien pitkä käyttöikä ja mitättömät käyttökustannukset tekevät niistä kannattavan investoinnin moneen kiinteistöön. Aurinkopaneelit voivat joissain kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa rakennuksissa edistää merkittävästi rakennuksen ylläpitoa ja säilymistä käytössä.

Aurinkokeräimien etu aurinkopaneelihin nähden on korkeampi hyötysuhde. Aurinkokeräin pystyy ottamaan auringon säteilystä moninkertaisesti enemmän energiaa lämpönä kuin aurinkopaneelit. Tämä tarkoittaa että samalla pinta-alalla aurinkokeräimet ottavat talteen enemmän energiaa. Aurinkokeräimen avulla voidaan tuottaa vuodessa jopa 60 % tarvittavasta lämpimästä käyttövedestä. Käyttöveden lämmityksen lisäksi aurinkokeräimet soveltuvat hyvin matalanlämpötilan lämmönjaon piiriin kuten ulkoilma-aldaiden kesänajan lämmitykseen sekä pesu- ja saunatilojen lattialämmitykseen.

Riskit

Aurinkoenergian heikkous on hyvin vähäinen tuotanto talvella, kun auringon valo on vähän saatavilla. Myös liian suureksi mitoitettu tai pieneksi mitoitettu järjestelmä heikentää kannattavuutta ja tuottavuuden maksimointia.

Osa tiilikatoista ja peltikatoista voivat olla yli 100 vuotta vanhoja. Vanhat katto-rakenteet ja katemateriaalit eivät välttämättä kestä aurinkopaneeleita, mikä voi joh-taa kattojen vaurioitumiseen tai ennenaikaiseen uusimistarpeeseen. Jos kate uusitaan aurinkopaneelien asentamisen yhteydessä, ei perinteinen peltikaton maalaaminen parin vuoden päästä onnistu, vaan on käytettävä valmiiksi maalattua peltiä.

Aurinkopaneeleista tuleva omapaino liikkuu asennustavasta (mekaaninen tai vasta-paino) riippuen karkeasti välillä n. 0,3...1,0 kN/m². Lisääntyvä kinos- ja toisaalta tuulikuorma riippuu kattomuodosta sekä toisaalta paneelien kallistuskulmasta ja ko. rakennuksen omista kinoskuormista. Paneelien sijoittaminen vesikaton

ns. kinosalueelle ei ole suositeltavaa koska paneelien oma lumikuorman kestävyys on rajallinen ja kinosalueella lumen kertyminen on muuta vesikattoaluetta nopeampaa, ja siten arvaamattomampaa vesikaton huollon eli lumenpoiston kannalta.

Aurinkokeräimet asennetaan tyypillisesti kallistetun kattolapteen kallistuksen mukaisesti ko. vesikaton kätteeseen sopivin kiinnikkein ja aurinkokeräinyksiköihin sopivin kiinnitysjärjestelmin. Vesikattokiinnikkeet ovat samanlaisia tai -kaltaisia, joita käytetään myös aurinkopaneelien kiinnittämiseen. Aurinkokeräimien omapaino on yleensä verrannollinen aurinkopaneelien painoon.

Aurinkopaneelien sähköjohdon ja aurinkokeräimien tulo- ja paluuputkien reitti vesikatolla on sijoitettava siten, ettei vesikatolla oleva lumi aiheuta niille vauriota suoraan eikä välillisesti esim. kattolumien poiston yhteydessä. Vesikaton lappeilla joihin aurinkopaneeleista tai -keräimiä sijoitetaan, on syytä olla lumiesteet räystäillä ja pitkillä lappeilla myös ko. laitteiden ylälappeen puolella.

Tukes on nostanut esille aurinkopaneelimarkkinoilla esiin nousseita väärin asennettuja järjestelmiä ja laiminlyöntejä turvallisuudessa (Tukes 2023). Tämä vaikeuttaa ammattitaitoisen urakoitsijan valintaa. Aurinkopaneelien käytöstä ja huollosta puuttuu pitkäaikaisempi kokemus, mikä voi olla riskitekijä kulttuurihistoriallisesti arvokkaassa rakennuksessa.

Erityisesti aurinkopaneelien paloturvallisuusriskit tulee arvioida tarkkaan, kun kyse on puurakennuksista tai vanhoista puukaupungeista. Aurinkosähköjärjestelmiin, kuten muihinkin sähköjärjestelmiin, liittyy tulipalon riski. Aurinkosähköjärjestelmistä alkaneet tulipalot ovat Suomessa kuitenkin harvinaisia, ja todennäköisyys järjestelmän aiheuttamalle tulipalolle on vähäinen. Aurinkosähköjärjestelmän suurimmat haasteet liittyvät normaaliin sähköturvallisuuteen.

Paloturvallisuutta edistää, että suunnittelun ja asennuksen suorittaa pätevyyden omaavat ammattilaiset ja asennuksessa käytetään vaatimukset ja standardit täyttäviä komponentteja. Paloturvallisuuden riskiä vähentää myös asennetulle järjestelmälle tehty käyttöönottotarkastus, jonka todistus toimitetaan muiden dokumenttien kanssa järjestelmän omistajalle. Aurinkopaneelijärjestelmän toiminnan seuranta ja järjestelmän osien, kuten liittimien ja johtojen kunnan seuranta tasaisin väliajoin on osa käyttäjän tekemää huoltoa.

Paneelien sijoittamisen suunnittelussa on otettava huomioon sopivat turvavälit savunpoistoluukkuihin, palomureihin tai -katkoihin ja katon reunaan. Lisäksi on tärkeää ottaa huomioon paikallisviranomaisten asettamat

paloturvallisuusmääräykset. Osastoivien rakenteiden läpivienneissä pitää olla palokatko. Tämä on olennainen osa paloturvallisuuden varmistamista myös rakennusvaiheen aikana, jolloin tilapäisiä ratkaisua voidaan tarvita palokatkona.

Paloturvallisuuden näkökulmasta mikroinvertteri voi olla turvallisempi kuin keskusinvertteri. Mikroinvertterien käyttö aurinkosähköjärjestelmissä mahdollistaa matalan jännitteen hyödyntämisen, mikä pienentää valokaaririskiä. Verrattuna perinteisiin järjestelmiin, joissa jännite voi kohota jopa satoihin volttihin, mikroinvertterijärjestelmän jännite pysyy maksimissaan 60 voltissa.

Aurinkokeräimien vaikutukset rakenteille, työturvallisuudelle ja kaupunkikuvalle ovat samat kuin aurinkopaneeleilla. Aurinkokeräimien paloturvallisuudesta ei ole erillistä ohjeistusta. Aurinkolämpöjärjestelmä vaatii yksityiskohtaisemman mitoituksen ja suunnittelun, johon liittyy erityinen riski taloudellisen kannattavan mitoituksen epäonnistumisesta. Liian suuressa järjestelmässä kaikkea lämpöä ei saada kulutettua rakennuksessa. Liian pienessä järjestelmässä investointi on liian suuri hyötyyn nähden. Molemmissa tapauksissa aurinkolämmön kannattavuus heikkenee merkittävästi.

Elinkaari

Aurinkopaneelien tekninen elinikä voi ylittää 30 vuotta. Aurinkopaneelien tehontuotto heikkenee niiden vanhetessa. Aurinkosähköjärjestelmän muiden komponenttien kuten invertterien ja mahdollisten akkujen elinikä on tyypillisesti pienempi kuin paneelien. Tämän vuoksi invertteri joudutaan vaihtamaan kerran paneelien elinaikana. Vaihdon saa suorittaa vain sähköurakoitsija.

Käytön aikana paneelit ovat melko huoltovapaita, yleensä vain kiinnityksien kunto ja johtojen liitännät vaativat vuosittaisen tarkastuksen. Paneelit voi pyyhkiä harjalla, jos sen pinnalle on tippunut lehtiä tai likaa, jota sade ei huuhtele pois. Tyypillisesti paneelien päältä ei kannata poistaa lunta talvella, koska niiden pinta saattaa vaurioitua. Puhdistuksen sähköntuotannollinen hyöty on myös varsin pieni.

Aurinkopaneelien poiston voi suorittaa aurinkopaneelien asentajat työturvallisuussyistä. Elinkaaren loputtua vanhojen paneelien tilalle voidaan vaihtaa uudet paneelit uusille kiinnikkeille. Jos paneelit ja kiinnikkeet päätetään lopullisesti purkaa, on tärkeää muistaa seuraava seikka. Suojeltuihin rakennuksiin tehtävissä korjauksissa on aina otettava huomioon mahdolliset suojelumääräykset, jotka käyvät usein ilmi kaavasta tai erillisestä päätöksestä. Tämä voi esimerkiksi tarkoittaa vaatimusta alkuperäisten rakenteiden säilyttämisestä, jolloin uusien korjauksien ja

rakenteiden on oltava sellaisia, että ne voidaan myöhemmin poistaa ilman, että ne vahingoittavat alkuperäisiä rakenteita ja rakennus on mahdollista palauttaa ennalleen.

Aurinkopaneelien kiinnikkeet ja kannatusjärjestelmät ovat pääsääntöisesti hyvin helposti poistettavissa varsinkin kallistetuille vesikattolappeille mekaanisesti asennettujen ja toisaalta ns. loivasti kallistetuille bitumikermikatteille vastapainoin asennettujen aurinkopaneelien osalta. Yleensä näiden osalta voidaan selvittää vesikattomateriaalista riippuen paikkamaalauksilla tai paikallisin korjauksin jos järjestelmän purkaminen ei osu vesikaton korjausjaksoon eli sen uusimiseen. Loivasti kallistettujen vesikattojen vesikatemateriaalin läpi kantavaan ylläpohjarakenteeseen ulottuvien kattopollari-tyyppisten kannattajien poistaminen ja vesikaton ennallistaminen ei ole taloudellisesti perusteltua muuten kuin ajoittamalla se vesikatteen korjausjaksoon eli sen uusimiseen.

Tiilikatteiden korjausten osalta uusien ja vanhojen tiilien yhteensopivuus on usein ongelma niiden profiilimuotojen muuttuessa ajan myötä. Tämä koskee niin paikallisia korjauksia kuin myös laajempia vesikattokorjauksia. Parhaassa tapauksessa ns. varatiiliä on jonkin verran varastoitu rakennukseen juuri paikallisia korjauksia varten.

Lävistyskohtien paikkaaminen edellyttää vähintään paikallista korjaamista (ja tiivistämistä) olemassa olevan rakenteen mukaan. Korjaamisessa on huomioitava rakenteen tiiveyden lisäksi niiden sisä- ja ulkopintojen sovittaminen mahdollisimman hyvin ympäröivään rakenteeseen.

Ilmastovaikutukset

Aurinkoenergia ei tuota päästöjä toiminnassaan. Aurinkopaneelien päästövähennys syntyy käytön aikana, kun tuotetulla sähköllä korvataan saastuttavampaa tuotantoa. Aurinkoenergian suurimmat välilliset päästöt ja ympäristövaikutukset syntyvät paneelien tuotannossa tarvittavista materiaaleista, tuotantoon sitoutuneesta energiasta, kuljetuksesta ja asennuksesta. Aurinkopaneelien valmistuksen päästöjä on haastavaa arvioida luotettavasti, ja eri paneelitekniikoiden välillä on suuria eroja. Suurin osa aurinkopaneeleista valmistetaan Kiinassa, jossa suurin osa energiasta tuotetaan tällä hetkellä fossiilisilla polttoaineilla. Suomen ainoa piikenneisia aurinkopaneeleja valmistava yritys SaloSolar on laskenut aurinkopaneeliensa valmistuksesta syntyvän hiilijalanjäljen. Heidän laskelmansa mukaan 375 W paneelin valmistuksesta (cable-to-gate) päästöt ovat 174 kg CO₂ (Hakala 2021). Suomessa kulutetun sähkön päästökerroin oli v. 2023 38 kg CO₂/MWh (Fingrid 2024). Paneelin vuosituottona voidaan arvioida olevan noin 360 kWh, jolloin paneelin valmistuksen

hiilijalanjälki olisi näillä oletuksilla kompensoitu noin 13 vuodessa. Tarkemmassa päästölaskennassa tulisi kuitenkin ottaa huomioon sähkön päästökertiomen laskeva trendi ja sen vaikutus hiilijalanjälkeen. Voidaan kuitenkin vielä sanoa että aurinkopaneelit kompensoivat tuotannon päästöt tällä hetkellä.

Käyttöään jälkeen paneelit poistetaan ja ne päätyvät SER-jätteeksi eli niistä tulee sähkö- ja elektroniikkaromua. Aurinkokeräimet sisältävät pääosin metalleja, lasia ja erityyppisiä lämmöneristeitä, ja ovat siis kierrätettäviä materiaalina. Aurinkokeräinten putkissa yleensä oleva lämmönkierto neste, tyypillisesti glykolisekoitus, on poistettava putkistosta ja kerättävä talteen ennen kuin varsinaisia keräimiä aletaan purkaa. Neste on tietysti reunaehdoin mahdollista toimittaa kierrätettäväksi ja puhdistuksen jälkeen uudelleenkäytettäväksi eri prosessien raaka-aineeksi. Muussa tapauksessa neste toimitetaan vaarallisen jätteen vastaanottoonpaikkaan. Aurinkokeräimien muut tekniset laitteet toimitetaan joko metallijätteenä kierrätettäväksi, tai osin SER-jätteenä käsiteltäväksi.

Aurinkopaneelien ja -keräinten kierrättäminen ei vielä ole yleistä, sillä kierrätyskeskuksien kehitystä jarruttaa kierrätettävän materiaalin puute. Tämän uskotaan muuttuvan tulevaisuudessa, kun yhä suurempi määrä aurinkopaneeleita saavuttavat niiden käyttöikänsä lopun.

Aurinkopaneelien ja -keräinten kiinnitys- ja kannakejärjestelmät ovat yleensä metallisia ja ovat siis kierrätettäviä materiaalina. Hyväkuntoisena säilyneet kappaleet ovat jopa uudelleen käytettäviä. Loivasti kallistetuilla katoilla vastapainoina käytettävät betoniset laatat ovat myös kierrätettäviä, tai hyväkuntoisina uudelleen käytettäviä.

Aurinkokeräimien käyttöikä vaihtelee valmistajien mukaan, mutta se voi ylittää 30 vuotta. Aurinkokeräimet vaativat enemmän huoltoa ja huomiota käyttäjältä kuin aurinkopaneelit ja ovat siten työläämpiä.

Aurinkokeräimien päästövähennys on pienempi kuin muiden uusiutuvien lämmitystapojen, koska sen vuotuinen energiantuotanto on niihin verrattuna pieni. Laitteiston tuottaman lämmön hiilijalanjälki on kuitenkin hyvin pieni. Suurimmat päästövähennykset tulee, kun sillä korvataan vesikiertoista öljylämmitteistä järjestelmää tai suoraan sähkөөn perustuvaa veden lämmitystä. Aurinkokeräimien yksinkertaisemman rakenteen ansiosta niiden valmistus ei ole yhtä materiaali- ja energiaintensiivistä kuin aurinkopaneelien. Molemmat ovat kuitenkin hyvä vaihtoehto päästöjen ja ostoenergian vähentämiseksi.

2.2.4 Pientuulivoima

Tuulivoimala on laite, joka muuttaa tuulen liike-energian sähköksi. Nykyinen yleiskäsitys tuulivoimalasta on teollinen tuulivoimala. Tässä raportissa keskitytään kuitenkin pientuulivoimaan.

Pientuulivoima tarkoittaa yhtä voimalaa, jonka potkurin pyyhkäisypinta-ala on alle 200 neliometriä, jolloin lavan pituudeksi tulee maksimissaan noin 8 metriä. Käytännössä tämä tarkoittaa laitteita, joiden nimellisteho on alle 50 kW. Pientuulivoimaloiden mastonkorkeudet ovat tyypillisesti 5–30 metriä.

Hyödyt

1. Vähentää ostosähkön tarvetta.
2. Tuottaa sähköä melko tasaisesti ympäri vuoden (vrt. aurinkoenergia).

Huomioitavaa

1. Vaatii kohteelta ideaalisia tuuliolosuhteita, minkä vuoksi pientuulivoiman käyttö on harvinaista.
2. Korkea alkuinvestointi.
3. Maisemalliset ja luontovaikutukset.
4. Mahdollinen melu.
5. Perustusten vaatimat maasto-olosuhteet.
6. Arkeologinen kulttuuriperintö (perustusten ja kaapeleiden kaivaminen).

Pientuulivoimaa käytetään esimerkiksi akkujen lataukseen 12 voltin, 24 voltin, 48 voltin tai 230 voltin sähköjärjestelmissä. Pientuulivoimalla tuotetaan myös lämmitysenergiaa rakennuksen lämmitysjärjestelmän vesi- tai massavaraajaan tai lämpimän käyttöveden varaajaan. Myös suora sähköntuotanto omakotitalon sähköverkkoon on mahdollista pientuulivoimalla. Silloin voimalan sähkö muutetaan tavalliseksi verkkosähköksi vaihtosuuntaajalla eli invertterillä ja voimala kytketään sähköpääkeskukseen.

Pientuulivoimaloita käytetään muun muassa maataloudessa, laitoksissa, kotitalouksissa, vapaa-ajan asunnoissa ja purjeveneissä. Pientuulivoimaloiden käyttö ei kuitenkaan ole yleistä, koska niiden takaisinmaksuajat ovat yleensä pitkiä ja alueen tuuliolosuhteet rajoittavat niiden tuottoa.

Pientuulivoiman hankinnassa tulee kiinnittää huomiota tuotteiden sähköturvallisuuden, säänkestävyyteen ja sähköjen yhteensopivuuteen. Tämän vuoksi on syytä suosia tyyppihyväksytyjä, standardit täyttäviä ja CE-merkittyjä laitteita.

Tekniset ominaisuudet

Pientuulivoima muuttaa tuulen liike-energian sähköksi hyödyntäen potkuria ja generaattoria. Tuulivoimaloista yleisin malli on perinteinen vaaka-akselinen potkurivoimala, jossa on yleensä kolme lapaa. Tuulivoimalan masto asennetaan maahan kiinni omalle perustukselle.

Toinen pientuulivoimalateknikka on pystyakselinen voimala. Pystyakseliset voimalat eivät ole yhtä herkkiä tuulen turbulenssille kuin vaaka-akseliset potkurivoimalat. Erilaisia pystyakseli voimalamalleja on kehitetty useita, mutta yleisimpiä niistä on Savonius-, H-rotor Darrieus -tyyppiset voimalat.

Kuva 13. Pystyakselisen Savonius -tyyppisen pientuulivoimalan pystytys Kanteleen Meijerillä betoniseen torniin. Kuva: Eeva Sumiloff.



Tuulivoimalan sähköntuotantoon, ja siten kustannussäästöihin, vaikuttaa potkurin pinta-ala tuulta vasten. Vaaka-akselisen potkurivoimalan pinta-ala on suurempi kuin pystyakselisen, joten sen tuotanto on suurempaa. Pystyakselinen voimala tarvitsee suuremman tuulen nopeuden tuottaakseen saman tehon kuin vaaka-akselinen potkurivoimala. Potkurin tuulta vastaan olevaan pinta-alaan vaikuttaa potkurin halkaisijan koko, minkä vuoksi suurilla teollisilla tuulivoimaloilla päästään paljon suurempaan tuottoon verrattuna pientuulivoimaloihin. Erityisesti tämä seikka heikentää pientuulivoiman taloudellista kannattavuutta. (Eklund 2011)

Tuulivoiman tuotantoon vaikuttaa tuulen nopeus potkurin kohdalla. Paikallisiin tuuliolosuhteisiin vaikuttaa hyvin moni tekijä. Yleisesti ottaen tuulivoima toimii hyvin paikoilla, joissa on paljon avointa ja esteetöntä aluetta. Tuulivoimalan maston korkeus on syytä olla mahdollisimman korkea, sillä korkealla tuulen nopeus on suurempi, ja maanpinnan muodot eivät estä tuulta. (Suomen Tuulivoimayhdistys 2024) Korkea masto nostaa kuitenkin investointikustannuksia ja se näkyy kauas. Myös lupaehdoissa saatetaan rajoittaa maston maksimikorkeutta.

Hyviä tuulivoimaloiden asennuspaikkoja löytyy rannikolta ja saaristosta, vesien reunamilla sekä avoimilla pelloilla. Kuitenkin parhaimmat sijoituspaikat ovat korkeilla kukkuloilla, missä tuuli saavuttaa lisää vauhtia kohotessaan ylöspäin rinnettä. Kaikki esteet, kuten rakennukset ja puut, häiritsevät tuulen virtaamista luoden pyörteitä ja turbulenssia. Tämä turbulenssi heikentää tuulen voimaa, rasittaen samalla voimalaa ja lyhentäen sen käyttöikä. Tuulivoimala ei siis tyypillisesti sovellu kaupunkialueelle.

Pientuulivoimaa käytetään yleensä akkujen lataukseen 12 voltin, 24 voltin, 48 voltin tai 230 voltin sähköjärjestelmissä. Tällainen käyttö on yleistä mökeillä ja veneillä, joissa suora sähköliittymä on kallis tai mahdoton toteuttaa. Myös suora sähköntuotanto omakotitalon sähköverkkoon on mahdollista pientuulivoimalla. Tällöin voimalan sähkö muutetaan tavalliseksi verkkosähköksi vaihtosuuntaajalla eli invertterillä ja voimala kytketään sähköpääkeskukseen.

Asentaminen

Pientuulivoimalan lupamenettely vaihtelee kunnittain. Tavallisesti tuulivoimalan asentaminen vaatii rakennus- tai toimenpideluvan, ja naapureita on kuultava. Riippuu muun muassa alueen ominaisuuksista, kaavatilanteesta ja hankkeesta, onko tuulivoiman sijoittaminen aiotulle alueella mahdollista, ja mitä alueidenkäytön suunnittelua ja viranomaispäätöksiä tarvitaan. Luvista voi kysyä kunnan rakennusvalvonnasta, ja voimalan liittämistä sähköverkkoon paikalliselta sähkönsiirtoyhtiöltä.

Tuulivoimalan maston perustuksien rakentaminen vaatii kaivuu- ja valutöitä. Voimalan luvanvaraiset sähköliitännät hoitaa sähköurakoitsija. Voimalan kokoaminen ja maston pystytys ovat ammattitaitoa vaativia tehtäviä. Maston pystytykseen ja huoltoon saatetaan tarvita nosturi, jollei mastoa voida kääntää maston juuressa olevan saranan avulla. Osa toimittajista myy tuotteitaan avaimet käteen -periaatteella, mikä on kuluttajan kannalta vaivaton tapa hankinnalle.

Tuulivoimalan ei tarvitse sijaita rakennuksen välittömässä läheisyydessä. Tuulivoimalan voi rakentaa sille sopivalle paikalle, josta sähkökaapelit vedetään sähkön kulutuspaikalle. Tämä voi olla hyvä ratkaisu kohteeseen, jossa tuulivoimala on mäen päällä, ja rakennukset sijaitsevat mäen alla.

Avoimella paikalla sijaitseva tuulivoimala näkyy kauas, joten sillä on maisemallisia vaikutuksia laajalle alueelle. Tämän vuoksi voimalan sijoittamisessa on käytävä erityisen tarkkaa harkintaa maisemallisesti arvokkailla alueilla ja rakennetuissa kulttuuriympäristöissä.

Joskus tuulivoimala halutaan asentaa rakennuksen katolle, jotta maston pituudesta voidaan säästää. Rakennus kuitenkin aiheuttaa tuuleen turbulenssia, jonka vuoksi voimalan olisi hyvä olla yli 10 metriä katon harjan yläpuolella. Kattoasennuksessa täytyy huolehtia kiinnityskohtien vaimennuksesta, sillä voimalan masto värähtelee. Markkinoilla on myös pieniä pystyakselisia voimaloita, joita voidaan asentaa katolle. Näiden tuotto on kuitenkin yleensä pientä, joten ne ovat harvinaisia.

Varsinaista pientuulivoimalaa ei voi asentaa suoraan rakennukseen kiinni johtuen sen koosta ja toimintatavasta eli tuulivoimalan potkuriosan tulee päästä kääntymään aina vastatuulen suuntaan. Jotta se olisi mahdollista maston tulee olla joko riittävän pitkä tai sitten potkurin riittävän pieni. Pientuulivoimalan painovoimasta, värähtelystä ja rotaatiosta johtuvat staattiset sekä dynaamiset inertia- ja gravitaatio-kuormitukset ovat suuria kulttuurihistoriallisesti arvokkaille kohteille ja voivat aiheuttaa runkoääniä rakennuksessa. Koosta riippumatta tulee pientuulivoimalaa rakennukseen kiinnitettäessä voimalan oman painon ohella miettiä, mitä muita jo edellä kuvattuja rasituksia sen kiinnittäminen tuo mukanaan rakennuksen olemassa oleville rakenteille. Tuulivoimala tuo tulleessaan maston ($L > 10$ m) ja sen kiinnityskohtiin vaakasuuntaisen tai -suuntaisia tuulikuormia, joiden vaikutussuunta voi olla satunnainen (360°). Edellä mainittujen seikkojen vuoksi rakennukseen kiinni asennettava pientuulivoimala voi olla suuri riski rakennukselle ja se tulee suunnitella tarkasti ottaen edellä mainitut voimat huomioon.

Kun otetaan huomioon voimalan oma paino sekä tuuli- ja gravitaatiokuormat, jokaisen tuulivoimalan, myös pienempien, rakenteisiin kohdistuvat rasitukset tulee arvioida huolellisesti. Siksi pientuulivoimaloiden asennusta suositellaan tehtäväksi riittävän kaukana rakennuksesta, omille lujille rakenteille ja perustoille.

Vaipan lävistys

Tuulivoimalan sähkön tulojohdon lävistyskohta rakennukseen on suositeltavaa sijoittaa seinärakenteen kohdalle. Jos ne sijoitetaan vesikatolle, lävistyskohtaan on rakennettava vesieristeen ylösnostoinen vesitiivis, lumi- ja tuulikuormat kestävä lävistysrakenne tai käytettävä vastaavat ominaisuudet omaavaa valmista vesieristeeseen liitettävää lävistyskappaletta.

Tuulivoimalan sähkön tulojohdon lävistyskohta ulkoseinään tai yläpohjaan tulee tehdä huolella, jotta ilma- tai vesivuoto ei ole mahdollinen lävistettävän rakenteen kohdalla, ja toisaalta siten, että mahdollinen vuoto on havaittavissa helpommin julkisivun ulkopinnasta.

Usein massiivirakenteisissa seinissä (hirsi, tiili, betoni) lävistys on ratkaistu siten, että se tehdään hieman ulospäin kaltevaksi ja käytetään lävistysreikään sopivaa rakenteen pinnasta pintaan ulottuvaa läpivientisarjaa tai lävistysholkkia/-putkea, jotka tiivistetään etenkin sisäpäästään tiiviisti seinärakenteeseen. Johtojen putkeen asennuksen jälkeen lävistysputki tai -putket voidaan täyttää uretaanivaahdolla ja tiivistää putken sisä- ja ulkopinta. Ala- ja yläpohjarakenteen lävistykset tehdään samaan tapaan, mutta vesikatteen lävistys vaatii oman, lumirajan yläpuolelle ulottuvan rakenteellisen vesieristetyn ylösnousukotelonsa ulkoyksikön lähelle.

Kerroksellisissa rakenteissa on huomioitava liittyminen mahdolliseen höyrynsulkuun ja muihin mahdollisiin tiiviisiin pintoihin. Näissä liittymissä on syytä käyttää valmiita teollisia läpivientikappaleita. Esimerkkejä kerroksellisten rakenteiden tiivistämisestä on julkaisussa Build up skills – Eristys- ja tiivistystyöt. (Motiva 2021)

Hyödyt

Pientuulivoima on uusiutuvaa energiaa, joka nostaa rakennuksien energiaomavaraisuutta. Alueen tuuliolosuhteet, voimalan koko ja tekniset ominaisuudet määrittävät kuinka paljon sähköä voimala tuottaa. Sopivissa tuuliolosuhteissa pientuulivoimala voi olla kannattava ratkaisu.

Pientuulivoima sopii erityisesti pieniin kohteisiin, jotka eivät ole liitettyjä sähköverkkoon. Tämä voi olla hyödyllistä esimerkiksi saariston kohteissa, joissa ei ole sähköverkkoa. Tuulivoimalalla voi myös tuottaa lämpöä rakennuksen lämminvesivaraajaan tai lämpimään käyttöveden varaajaan sähkövastuksen avulla. Tuulivoiman hyvänä puolena on se, että se ei ole vuodenaikariippuvaista, toisin kuin aurinkovoima, jonka tuotto vähenee merkittävästi talven pimeimpinä kuukausina.

Erilleen rakennuksista asennettava tuulivoimala ei edellytä kajoamista kulttuurihistoriallisesti arvokkaan rakennuksen rakenteisiin.

Riskit

Pientuulivoiman taloudellinen kannattavuus on useissa kohteissa heikkoa, minkä vuoksi toteutuneita kohteita on vähän. Kannattavuuteen vaikuttavat erityisesti tuuliolosuhteet kohteessa, minkä vuoksi jokaisen kohteen kannattavuus on laskettava erikseen.

Pientuulivoima voi kuitenkin olla kannattava uusiutuvan energian muoto ideaalisissa kohteissa, joissa tuulen nopeus on riittävä, masto on tarpeeksi korkealla, ja maasto on tasaista. Muihin uusiutuvan energian menetelmiin verrattuna pientuulivoiman kannattavuus on yleensä heikompi. Pientuulivoiman kannattavuuteen vaikuttaa myös kiinteistön sähkönostosopimus. Pörssisähkösopimuksella sähkönhinta on yleisesti alhainen kun tuulee paljon, joka siten heikentää tuulivoiman kannattavuutta. Kiinteähintaisella sopimuksella tällä ei ole merkitystä, vaan kannattavuuden arvionti on suoraviivaisempaa.

Tuulivoimaloiden lapojen liike aiheuttaa melua varsinkin lapojen kärkien pyöriessä nopeasti. Melu yleensä peittyi luonnon omiin ääniin tuulen nopeuden kasvaessa.

Perustuskuopan ja sähkökaapeleiden kaivuun vaikutukset arvokkaan pihapiirin kasvillisuuteen ja rakenteisiin sekä mahdollisiin arvokkaisiin lähiympäristön luontokohteisiin ja muinaisjäännöksiin tulee selvittää.

Elinkaari ja ilmastovaikutukset

Pientuulivoimalan käyttöikä vaihtelee useista tekijöistä riippuen, kuten valmistajan laadusta, huollosta, ympäristöolosuhteista ja käytöstä. Yleisesti ottaen hyvin hoidettu pientuulivoimala voi kestää noin 20–25 vuotta tai jopa enemmän.

Tuulivoimala vaatii ajoittaista huoltoa, jonka tarve vaihtelee laitekohtaisesti. Tyypillisesti vuoden tai kahden välein voimalan laakerit tulee rasvata, pulttien tiukkuus tarkistaa ja siivet puhdistaa.

Tuulivoimalan elinkaaren päättyessä laitteisto ja tavallisesti myös perustukset puretaan. Voimaloiden purkamista ja ennallistamista koskeva lainsäädäntö uudistuu, joten voimassa olevat määräykset on varmistettava. Voimalan omistaja on vastuussa purkamisesta. Teräksinen torni kierrätetään; voimalaan liittyvät sähköiset laitteet ja johdot ovat SER-romua. Mahdolliset kallioankkurit katkaistaan mahdollisimman läheltä kallion pintaa ja parhaassa tapauksessa hieman sen alle. Mahdollisesti jäävät kolot puhdistetaan ja paikataan säänkestävällä laastilla.

Pientuulivoimalan rakenteiden valmistuksen synnyttämistä päästöistä ei ole saatavilla luotettavaa tutkimustietoa. Suurien teollisten tuulivoimaloiden päästöistä on tietoa, mutta päästöjen suuruus vaihtelee valmistusmaiden, materiaalien ja valmistajien välillä eikä ne ole vertailukelpoisia pientuulivoiman kanssa. Suurin ilmasto-vaikutus tuulivoimalla on käytön aikana, kun sillä korvataan saastuttavampaa sähköntuotantoa kuten polttamiseen perustuvaa sähköntuotantoa. Sähköverkon ulkopuolella olevissa kohteissa tämä voi tarkoittaa esimerkiksi dieselgeneraattorin korvaamista tuulivoimalalla ja akustolla.

2.2.5 Bioenergia

Bioenergia on Suomessa merkittävin uusiutuvan energian lähde. Tässä työssä bioenergialla tarkoitetaan pääasiassa biopohjaisten aineiden hyödyntämistä lämmitykseen. Käytännössä siis tulipesien ja lämpökattiloiden käyttämistä puupohjaisten polttoaineiden polttoon. Bioenergia sopii monien rakennuksien lämmitysjärjestelmäksi, mutta sen polttoaineen käyttöön liittyy tiettyjä erityispiirteitä verrattuna sähkön perustuviin lämmön tuotantomuotoihin.

Tulipesät (kuten kamiinat, takat, uunit)

Hyödyt

1. Vähentää ostoenergian (sähkö, öljy) tarvetta erityisesti talvella.
2. Uusi tehokkaampi tulipesä soveltuu hyvin kohteisiin, joissa on olemassa oleva tulipesä ja hormi.
3. Bioenergiaa voidaan varastoida ja se tukee hyvin muita lämmitysmuotoja.

Huomioitava

1. Vaatii käyttäjältä jatkuvaa työtä käytön aikana.
2. Vanhat lämmitysuunit ovat osa kulttuurihistoriallisesti arvokkaan rakennuksen kiinteää sisustusta.
3. Vanhan tulipesän ja hormin kunto täytyy aina tarkistaa ennen käyttöä tai muutosta.

Lämpökattila (kuten hake- ja pellettikattila)

Hyödyt

1. Vähentää ostoenergian (öljy, sähkö) tarvetta.
2. Soveltuu vesikiertosiin järjestelmiin ja mahdollistaa käyttöveden lämmityksen.
3. Voidaan sijoittaa tekniseen tilaan tai erilliseen rakennukseen, jolloin ei tarvita muutoksia rakenteisiin, laitteita rakennuksen julkisivuun tai näkyviin sisätiloihin.
4. Bioenergiaa voidaan varastoida ja se tukee hyvin muita lämmitysmuotoja.

Huomioitava

1. Vaatii käyttäjältä enemmän työtä käytön aikana kuin sähkön perustuvat ratkaisut.
2. Polttoaine vaatii erilliset varastotilat.
3. Uusien teknisten ja varastorakennusten vaikutukset rakennettuun ympäristöön.
4. Arvokas puisto/pihapiiri (kasvillisuus, rakenteet) ja mahdolliset muinaisjäännökset putkistoja kaivettaessa.

Bioenergian yleisin käyttömuoto on kiinteä puupolttoaine, joten tässä selvityksessä keskitytään vain siihen. Puulämmityksellä on helppo vähentää ostolämmön määrää erityisesti talvipakkasten aikaan.

Puulämmitys voi toimia ainoana lämmitysmuotona tai jonkin toisen lämmitysmuodon rinnalla. Puulämmitysjärjestelmän voi mitoittaa kuinka suurelle kohteelle tahansa ja se on mahdollista asentaa lähes mihin tahansa kohteeseen. Puupolttoainekattilalla voi myös lämmittää rakennuksen lämpimän käyttöveden.

Puulämmityskattiloita ja tulipesiä on markkinoilla useille erilaisille puupolttoaineille. Laitteiston tilantarve ja sijoitushuone vaihtelevat käytettyjen tekniikoiden ja polttoaineiden välillä.

Maatalouden lämmitysratkaisuissa bioenergian käyttö on arkipäiväistä ja ratkaisut ovat vakiintuneita ja kehittyneitä. Tapauskohtaisesti voidaan arvioida, onko kattilan sijoituspaikkana mahdollista hyödyntää olemassa olevaa rakennuskantaa vai pitääkö kattilalle rakentaa uusi rakennus. Yksi ratkaisu on lämmityskeskuksen rakentaminen etäämmälle arvokkaasta pihapiiristä ja vetää maan alla kulkeva putki lämmitettävälle kiinteistölle. Tällöin pihapiirin kulttuuriarvot eivät häiriinny.

Tekniset ominaisuudet

Puuta käytetään muun muassa pientalojen, maatalojen ja suurten kiinteistöjen lämmityksessä tulisijoissa ja kattiloissa. Yleisimpiä puupolttoainelajeja ovat erimittaiset polttopuut, kuten halot ja klapit. Muita puupolttoaineita ovat hake, pelletti ja brieketit. Markkinoilla on hyvin useita erilaisia puukattila- ja tulisijamalleja, joista kaikkia ei tässä selvityksessä käsitellä.

Puulämmitys sopii sekä ilma- että vesikiertoiseen lämmitykseen. Puutakan voi asentaa tukemaan muita lämmitysjärjestelmiä, jolloin se lämmittää suoraan huoneilmaa. Puulämmityskattila voi hoitaa myös koko rakennuksen lämmön tarpeen. Tämä on ollut tyypillistä vanhoissa rakennuksissa. Tällöin tulisijoja voi olla monta jaettuna eri huoneisiin, tai sitten rakennuksen teknisessä tilassa on yksi suurempi puukattila, joka on liitetty vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään. Erillisessä puukattilassa käytetään tyypillisesti haketta ja pellettiä. Tällöin polttoaineelle tarvitaan oma varasto, kuten siilo. Varastointitila voi olla kattilan kanssa samassa huoneessa tai se voidaan kuljettaa kuljettimella erillisestä varastosta. Suurempi keskuslämmityskattila voi sijaita myös toisessa rakennuksessa, josta lämmityspotket on kytketty yhteen tai useaan lämmitettävään rakennukseen.

Olemassa olevien tulisijojen tai kattiloiden lämmöntalteenottoa voi tehostaa lisäinvestoinneilla ja oikealla käytöllä. Kattilan toiminnan tunteminen on tärkeää oikeanlaisen ja tehokkaan puunpolton saavuttamiseksi. Kattilan kunnon tunteminen ja säännöllinen nuohous takaavat kattilan hyötysuhteen pysymisen korkeana. Osa nuohoojista tarjoaa lisäpalveluna kattiloiden mittauksia ja hyötysuhteen määrittäviä, joiden avulla kattilan käyttöä voidaan tehostaa.

Asentaminen

Hake-, pelletti- tai klapi-kattila voidaan rakentaa erilliseen rakennukseen tai sille voidaan rakentaa oma rakennus. Tällöin lämmönsiirtoputkisto kaivetaan maahan rakennuksien välille.

Kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa uuden rakennuksen rakentaminen on harkittava tapauskohtaisesti, mutta yleensä sopiva paikka on löydettävissä. Bioenergiaa käytetään erityisesti maataloilla, joissa rakennuskantaa on muutenkin paljon. Lämmönsiirtoputkiston kaivuussa on huomioitava arvokkaan pihapiirin kasvillisuus ja rakenteet sekä mahdolliset muinaisjäännökset.

Tyypillisesti vanhojen kattiloiden ja tulisijojen hyötysuhde on heikompi kuin uusien. Tämän vuoksi vanhan tulisijan purkaminen ja korvaaminen modernimmalla laitteella voi nostaa hyötysuhdetta ja tuoda kustannussäästöjä. On kuitenkin hyvä selvittää sopivatko vanha hormi ja uusi tulisija yhteen. Vanhalla hormilla voi olla vaikeuksia kestää uusien takkojen savukaasuja. Ennen uuden tulisijan asennusta on syytä varmistaa myös, että lattian kantavuus riittää uudelle tulisijalle. Kulttuurihistoriallisesti merkittävässä kohteissa vanhojen tulisijojen purkamista tulee välttää. Erityisesti kaakeliuunit ovat tärkeä osa rakennuksen kiinteää sisustusta.

Olemassa olevien tulisijojen vaihtamiseen tai muuttamiseen vaadittavat luvat riippuvat kohdekunnasta. Vaadittavat luvat kannattaa aina selvittää kohdekunnan rakennusvalvonnasta. Jos vanhan takan tilalle vaihdetaan uusi takka, ei rakennusvalvonnan lupaa välttämättä tarvita, vaan ilmoitus rakennusvalvontaan voi riittää. Ilmoitusmenettely voi riittää, jos paloturvallisuusriskit ja vaatimukset eivät muutu. Jos kohteessa ei ole olemassa olevaa tulisijaa, vaaditaan uuden tulisijan rakentamiseen rakennuslupa tai toimenpidelupa. Joissain kunnissa on myös erillinen tulisijalupa. Erilliseen rakennukseen sijoitettava pienenergiantuotantolaitoksen rakentaminen vaatii aina maankäyttö- ja rakennuslain mukaisen rakennusluvan.

Hyödyt

Puupolttoaine tulisijojen ja kattiloiden hyötysuhteet vaihtelevat merkittävästi kattilatyypin mukaan. Pellettikattiloissa ja uusissa varaavissa tulisijoissa hyötysuhde voi olla 80–85 %. Vanhoissa ei-varaavissa kattiloissa hyötysuhde voi olla heikko, luokkaa 45 %. Tulisijan uusiminen modernimpaan varaavaan tulisijaan tai lämpökattilaan voi laskea polttopuiden kulusta jopa 50 %. Varsinkin avotakoissa on heikko hyötysuhde, keskimäärin 10 %:n luokkaa. Tämän vuoksi avotakka ei sovi lämmittämiseen ja on suositeltavaa muutettavaksi varaavaksi takaksi.

Puupolttoaine on uusiutuva energianlähde, jota on helppo säilyttää kuukausia tai vuosia. Puupolttoaineiden varastointi mahdollistaa kustannusten ennustettavuuden ja mahdollisuuden hankkia polttoainetta eri toimittajilta. Puupolttoaineen säilyttäminen kohteella vaatii kuitenkin aina tilaa, ja riippuen polttoaineesta se voi vaatia erikoisvarastoa.

Riskit

Otettaessa vanha pitkään käytöstä pois ollut tulisija uudelleen käyttöön, tai asennettaessa/rakennettaessa vanhan tulisijan paikalle uusi tulisija, on syytä aina ensin teettää savuhormin kuntotutkimus ja samassa yhteydessä hormien nuohous. Näin on erityisesti tilanteessa, jossa on tarkoitus käyttää uusia bioenergiamuotoja (hake, pelletti) perinteisten polttopuiden tilalla.

Kuntotutkimuksessa saattaa ilmetä sellaisia seikkoja, jotka edellyttävät joko savuhormin korjaus- ja tiivistystoimenpiteitä, kuten hormin massausta, kokonaan uuden metallisen sisäpiipun asentamista savuhormiin tai koko savuhormin uusimista. Savuhormien ulkopuolella korjaustarpeita voi ilmetä rappauspinoissa, väli- ja yläpohjien lävistyskohdissa ja piipun yläpään sadevesisuojuuksessa. Myös tulisijan korvausilman saanti tulee varmistaa. Hormin veto voi olla puutteellista, mutta sitä voidaan parantaa ns. takka- tai hormi-imurilla.

Uusia tulisijoja asennettaessa tai rakennettaessa (esim. Finlex YMP Muuratut tulisijat, ohjeet 1985) ja uusia savuhormeja rakennettaessa tai vanhoja savuhormeihin korjauksia tehtäessä, on aina huomioitava ajantasaiset paloturvallisuusmääräykset (Finlex YMP, asetus savupiippujen rakenteista ja paloturvallisuudesta 745/2017).

Tulisijojen käyttöön liittyy aina häikämyrkytyksen vaara eli tilojen käyttäjien on syytä kerrata esim. ”oikeaoppinen” tulisijan käyttö ja varsinkin se milloin varaavan tulisijan hormin pellin voi turvallisesti laittaa kiinni. Häikämyrkytyksen riskin minimoimiseksi tiloihin voidaan asentaa palovaroittimien lisäksi häikävaroittimia tai yhdistettyjä häikä- ja palovaroittimia. Varoittimet vaativat niiden toiminnan tarkistamista säännöllisesti.

Puupolttoaineen käyttö lämmitykseen vaatii aina työtä käyttäjältä. Myös polttoaineen hankinta ja kuljetus kohteen varastointipaikkaan vaatii työtä ja aikaa käyttäjältä. Markkinoilla on saatavilla automaattisia hake- ja pellettikattiloita, jolloin käyttäjän tarvitsee vain polttoaineen riittävyuden tarkistaminen, laitteiston seuranta ja tuhkan poisto.

Puupolttoaineiden saatavuuteen voi liittyä riskejä varsinkin tietyillä paikkakunnilla. Rakennetuilla alueilla ja kaupunkien keskustoissa puupolttoaineen toimittaminen voi olla käytännön syistä hankalaa. Lainsäädäntö on tällä hetkellä melko suotuisa puupolttoaineiden käytölle, mutta tulevaisuudessa sääntely voi vaikeuttaa polttoaineen saatavuutta ja käyttöä.

Puunpoltosta syntyy päästöjä, jotka heikentävät paikallista ilmanlaatua. Poltosta syntyvät päästöt sisältävät mm. hiukkasia, häkää, hiilivetyjä, mustaa hiiltä ja polyyklisiä aromaattisia yhdistelmiä. Erityisesti tiiviillä pientaloalueella puun poltolla on suuri merkitys ilmanlaadulle etenkin tuulettomalla pakkassäällä. Puhtaamman palamisen takaamiseksi kannattaa polttaa vain kuivaa puhdasta puuta ja huolehtia riittävästä tuloilmasta.

Elinkaari ja ilmastovaikutukset

Varaavan takan käyttöikä vaihtelee hyvin paljon mallista ja käytöstä riippuen. Hakekattilan ja varaavan vuolukivitakan käyttöikä on noin 25–30 vuotta, kun taas harvalla käytöllä ja oikein huollettuja tulisijoja voidaan käyttää yli 50 vuotta.

Puun poltto nähdään hiilineutraalina, koska puu sitoo hiiltä ilmakehästä kasvaessaan ja vapauttaa sen takaisin ilmakehään, kun puu poltetaan. Päästölaskennassa puunkäytön hiilidioksidipäästöt lasketaan osaksi maankäyttösektorin päästöjä ja tämän vuoksi puun polton päästökerroin on 0 g/MJ. Todellisuudessa puun poltosta vapautuva hiilidioksidimäärä on samaa luokkaa kuin kivihiilellä. Puunpoltosta syntyvä hiilidioksidi on kuitenkin biogeenistä, kun taas kivihiilestä vapautuu fossiilista hiiltä.

Puun hiilijalanjälkeen pienentäviä vaikuttavia tekijöitä on itse puunkorjaaminen, puutuotteen jalostus, varastoinnit / kuivatukseen tarvittavat suojarakenteet sekä kuljetukset eli mitä lähempää käytettävä puu saadaan sen parempi.

Tulisijan ja savuhormin purkaminen ja materiaalien kiertotalouskelpoisuus riippuvat niihin käytetyistä materiaaleista ja toisaalta tulisijoissa käytetystä poltetusta materiaalista. Lähtökohtaisesti kaikki tulisijat ja savuhormit pitää nuohota ja puhdistaa mahdollisimman puhtaaksi ennen niiden purkamista. Puunpoltosta syntyneen nuohousjäte voidaan toimittaa sekajätteeseen.

Purettavat tiilirakenteet voidaan useimmiten toimittaa normaalisti hyötykäyttöön, jos niissä ei ole todettu raja-arvot ylittäviä PAH-pitoisuuksia. Metalliset laitteet ja hormit voidaan yleensä toimittaa metallin kierrätykseen puhdistuksen jälkeen.

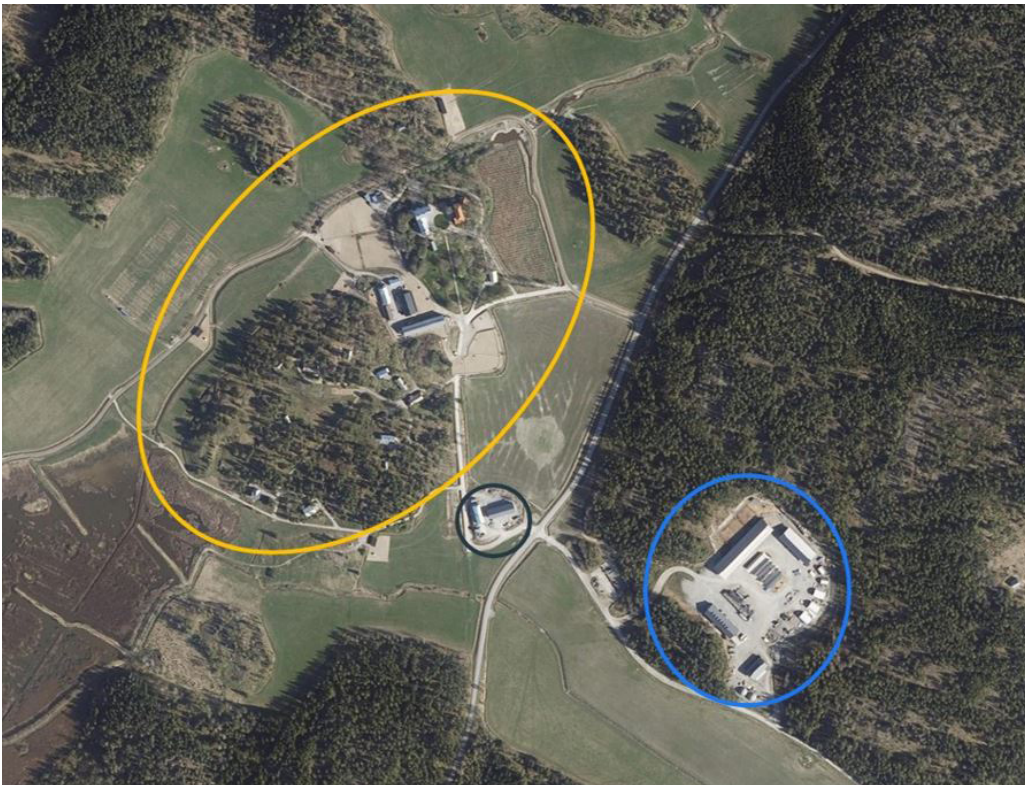
Vanhoissa tulisijoissa on usein käytetty mm. hellan- ja uuninluukkujen tiivisteinä asbestinarua (asbestia voi olla muuallakin). Joskus hormien suojana ja tiivistyksenä olevissa rappauksissa voi ilmetä asbestipitoisuuksia. Usein vanhat eri menetelmin lämmitetyt kattilat ja ko. järjestelmään kuuluvat lämpöjohdot on lämmöneristetty asbestipitoisilla materiaaleilla. Asbesti on vaarallista jätettä, jonka purkaminen on luvanvaraista ja sen saa purkaa vain asbestipurkuun erikoistunut ja siihen luvat omaava yritys ja henkilöstö.

3 Esimerkkikohteet

Tässä kappaleessa esitellään esimerkkejä kulttuurihistoriallisesti arvokkaista kohteista, joihin on asennettu vähähiilisiä energiaratkaisuja. Kohteita on yhteensä seitsemän kappaletta. Hyödynnettäviä energiaratkaisuja ovat bioenergia, aurinkopaneelit, maalämpö, pientuulivoima ja ilmalämpöpumppuratkaisut (ilma, vesi).

3.1 Kuitiassa kehitetään bioenergiaa

Kuva 14. Kuitian kartanolla tilan energialaitokset ja varastot on sijoitettu etäämmälle arvokkaasta pihapiiristä, maisemallisesti sulkeutuneeseen ympäristöön. Kaasu poltetaan näiden väliin jäävässä CHP-laitoksessa. Kartanon pihapiiri osoitettu keltaisella, energiantuotantokeskus sinisellä ja CHP-laitos mustalla. Ilmakuva: Maanmittauslaitos, Paikkatietoikkuna.



Kohdekuvaus

Paraisten kaupungin Lemlahdensaaren pohjoisosassa sijaitseva Kuitian (Qvidja gård) kivilinna on vanhin Suomessa säilynyt kartano. Sen rakentamisen pani alulle valtaneuvos Joachim Fleming oletettavasti 1480-luvulla. Kuitian kartanolinnan rakennuskanta ja puistomainen ympäristö muodostavat rikkaan ja ajallisesti syvän kulttuurihistoriallisen kokonaisuuden.

Kuitia on edelleen toimiva maatila, jolla on lihakarjaa ja hevosia. Sen nykyinen, osittain kaksikerroksinen päärakennus on rakennettu useammassa vaiheessa 1700- ja 1800-luvulla, mahdollisesti vanhempien kellareiden päälle. Talusrakennukset ja työväen asunnot ovat ryhmittyneet piha-aukion jatkeena olevalle harjanteelle ja mäelle. Kartanon oma hautausmaa on aidattu meren rannalle. (Museovirasto 2024)

Kuitian kartanolinna on valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö, jonka keskeiset rakennukset on asemakaavassa suojeltu. Maakuntakaavassa kartanolinnan ympäristö on osoitettu rakennetun ympäristön aluekokonaisuudeksi. Kartanon alueella on myös muinaismuistolain nojalla suojeltuja kiinteitä muinaisjäännöksiä.

Kartanoalueella on noin 40 rakennusta, joista kolme on asuinkäytössä. Näiden lisäksi on erilaisia konehalleja, toimistorakennuksia sekä tutkimustiloja. Asuinrakennusten pinta-ala on yhteensä noin 250 m², minkä lisäksi tilalla on suunnilleen saman verran muuta lämmitettävää tilaa. Asuinrakennuksissa oli aiemmin talokohtainen öljylämmitys, joka oli tullut elinkaarensa päähän niin ekologisesti kuin teknisestikin. Kartanolinna pidetään kylmillään ja sitä lämmitetään tarpeen mukaan ainoastaan tapahtumia varten.

Nykyinen omistaja osti tilan vuonna 2014, ja rakennuksia alettiin kunnostaa seuraavana vuonna. Työ aloitettiin tuotantorakennuksista ja sen jälkeen jatkettiin asuinrakennuksiin. Vanha kivinavetta kunnostettiin talliksi. Päärakennuksen peruskorjaus valmistui vuonna 2023.

Suunnittelu ja toteutus

Kuitiassa hyödynnetään ja kehitetään uusiutuvaa energiaa monin tavoin. Aurinkosähköntuotanto edustaa vakiintunutta tekniikkaa, mutta bioenergian osalta käytössä on hyvinkin kokeellisia ratkaisuja. Tilan bioenergiaan perustuvaan energiantuotantokokonaisuuteen kuuluu neljä osaa, joiden valinnassa on vaikuttanut vahvasti myös tilan tulevaisuuden liiketoiminnan kehittäminen. Peruskokonaisuus koostuu seuraavista osista: hakelämpölaite, biokaasulaitos, puukaasulaitos ja biometanointilaitos. Kaikki ovat valmistuneet vuonna 2017. Tuotettu lämpö

jaetaan rakennuksiin tilan sisäisen lämpöverkon välityksellä. Tilalla on CHP-yksikkö (Combined Heat and Power), jossa puukaasuttimella tuotettua synteetikaasua polttamalla voidaan tuottaa lämpöä ja sähköä.

Kuitiasta on haluttu tehdä energia- ja ravinneomavarainen yksikkö, jossa voidaan käyttää tuotannon sivuvirtoja synteetikaasun ja siitä edelleen metaanin tuotantoon. Ajatus on vähitellen kehittynyt omavaraisesta maatilasta energiaa ja energiaratkaisuja tuottavaksi ja hiiltä sitovaksi yksiköksi. Energiaratkaisut ovat vielä kehitysvaiheessa, mutta tilan on tarkoitus olla tulevaisuudessa energiapositiivinen, myyntituotteena ainakin metaania, sekä mahdollisesti biohiiltä. Tuotettavaa metaania tullaan käyttämään myös tilan maataloudessa ja lämmityksessä. Tulevaisuudessa kaasuttimessa on tarkoitus käyttää poltto-/raaka-aineena hakkeen lisäksi myös jätteperäisiä materiaaleja.

Tilan puukaasuttimella tuotettu synteetikaasu käytetään ensisijaisesti metaanin raaka-aineena tuotantoalueella sijaitsevassa metanointilaitoksessa. Kaasu voidaan kuitenkin johtaa maahan kaivetun putkiston kautta myös tuotantoalueen ja kartanopihan puolivälissä, vanhassa tiilissä kuivurissa sijaitsevaan CHP-yksikköön ja sieltä edelleen asuinrakennuksiin.

Asuinrakennuksissa on vesikiertoiset lämpöpatterit, joihin lämpö tulee tilan sisäisestä lämpöverkosta. Lämpöenergia tuotetaan uudisrakennusalueella ja jaetaan sieltä vanhoihin rakennuksiin. Peruskorjauksen yhteydessä asuinrakennuksissa on jouduttu vaihtamaan hirsiiä ja uusimaan lahonneita kattorakenteita. Samalla eristeet on uusittu ja rakenteita on tiivistetty. Vanhoja ikkunoita on pyritty säästämään.

Huolimatta tilan poikkeavista energijärjestelyistä kokonaisuus rakennetun ympäristön näkökulmasta ei merkittävästi poikkea perinteisen hakelämpökeskuksen vaatimuksista. Laitteistot tarvitsevat ympärilleen rakennuksen (olemassa oleva tai uudisrakennus) ja energiansiirtoyhteydet tuotantoyksiköiden ja käyttökohteiden välille (lämpöputki/-verkko, kaasuputki, sähköjohto) sekä poltto-/raaka-aineen varastointitilat.

Bioenergian tuotantoalue on rakennettu noin puolen kilometrin päähän vanhasta pihapiiristä, valtakunnallisesti merkittävän rakennetun kulttuuriympäristön aluerajauksen ulkopuolelle. Uusi tuotantoalue sijaitsee metsäisellä alueella eikä näy kulttuurimaisemassa. Myös CHP-laitos, jossa kaasua poltetaan, sijaitsee paloturvallisuussyistä vanhan pihapiirin ulkopuolella.

Kuva 15. CHP-laitos on rakennettu vanhaan kuivuriin, joka sijaitsee kartanon pihapiirin ulkopuolella. Kuva: Pekka Heikkinen/Qvidja Gård.



Kuva 16. Uudet energiantuotantorakennukset sijaitsevat erillään vanhasta pihapiiristä eivätkä näy kulttuurimaisemassa. Kuva: Pekka Heikkinen/Qvidja Gård.



Kokemukset prosessista

Koska kyse on historiallisesti poikkeuksellisen merkittävästä alueesta, muutoksista pitää neuvotella museoviranomaisen kanssa. Uusiin tuotantorakennuksiin on tarvittu myös rakennusluvut. Yhteistyö lupa-asioissa Paraisten kaupungin kanssa on ollut sujuvaa. Museoviranomaisen kanssa neuvotteluihin on mennyt enemmän aikaa, koska käsittelyssä on ollut paljon vaativia yksityiskohtia. Keskusteluja on käyty rakentavassa hengessä ja lopulta on löydetty molempia osapuolia tyydyttävä ratkaisu. Pääasiassa museoviranomaisen kanssa on neuvoteltu kasvokkain, mutta lausuntojakin on pyydetty.

Vanhan pihapiirin alueella on paljon arkeologista kulttuuriperintöä, mikä edellyttää tutkimuksia aina ennen kaivamista. Se hidastaa projekteja, mutta samalla saadaan korvaamattoman arvokasta tietoa alueen historiasta.

Historiallisessa kohteessa on tavoiteltu yksinkertaisia ratkaisuja, jotka toimivat pitkälle tulevaisuuteen. Joidenkin suunnittelijoiden kanssa tämä on vaatinut enemmän työtä ja uuden oppimista. Toteutukseen on kuitenkin löydetty hyvät tekijät.

Tilan omistajan mukaan bioenergiaratkaisut ovat olleet ennen kaikkea kokeilua ja kehittämistä. Tämän kaltaisissa innovatiivisissa hankkeissa on varauduttava myös epäonnistumisiin ja kustannusarvion nousuun.

3.2 Aurinkopaneelit arvoalueilla

3.2.1 Tampereen lyseo

Kuva 17. Tampereen lyseo sijaitsee Pyynikinrinteen valtakunnallisesti merkittävässä kulttuuriympäristössä. Kuva: Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy.



Kohdekuvaus

Tampereen lyseon rakennus valmistui Pyynikille vuonna 1935 suunnittelijoinaan Hjalmar Åberg ja Atte Willberg. Rakennuksen arkkitehtuurissa yhdistyvät klassistiset ja funktionalistiset suunnitteluihanteet, ja sen piirteet ovat hyvin säilyneet. Koulutalon arvokas sijainti toriaukean päädyssä kertoo 1900-luvun alun sivistyspyrkimyksistä. Lyseon rakennus muodostaa perspektiivisen päätepisteen torinäkykymälle ja se on keskeinen osa Pyynikintorin maisemallista kokonaisuutta. (Pirkanmaan maakuntamuseo 2024)

Kohde sijoittuu Pyynikinrinteen valtakunnallisesti merkittävään rakennettuun kulttuuriympäristöön. Pyynikinrinne on edustava 1900-luvun alkupuolella rakennettu kaupunginosa, jonka rakennuskannasta pääosa on 1920-luvun puurakentamista klassisin piirtein. Erityisesti Pyynikintoria rajaavat suuret koulu- ja asuinrakennukset muodostavat edustavan torimiljöön. (Museovirasto 2024). Alueella on voimassa vanha asemakaava vuodelta 1935, jossa ei ole suojelumerkintöjä. Alueelle tullaan tekemään jossain vaiheessa suojelukaava.

Koulurakennus on tiilirunkoinen ja rapattu. Loivan aumakaton katteena on kone-saumattu peltikate. Rakennuksessa on alkanut mittava peruskorjaus, joka valmistuu marraskuussa 2025. Olemassa olevat luokkatilat säilytetään, mutta niihin tehdään pienempiä jaettavia oppimistiloja. Myös kellariin tehdään lisätilaa. Edellisen kerran rakennus on peruskorjattu 1990-luvulla, jolloin siihen on tehty koneellinen ilmanvaihto. Alkavan peruskorjauksen suunnittelussa on noudatettu samoja periaatteita kuin suojeltujen rakennusten muutostöissä.

Suunnittelu

Aurinkopaneelien asennus liittyy Tampereen kaupungin hiilineutraaliustavoitteisiin. Lyseorakennuksessa on kaukolämpö, joka säilyy myös tulevaisuudessa. Aurinkopaneeleista saatavaa energiaa käytetään apuna taloteknisten järjestelmien energiatarpeeseen. Suunnittelusta vastaa arkkitehtitoimisto. Peruskorjauksen arvioitu valmistumisaika on marraskuussa 2025, joten kokemuksia aurinkopaneelien toteutuksesta ja toimivuudesta ei vielä ole.

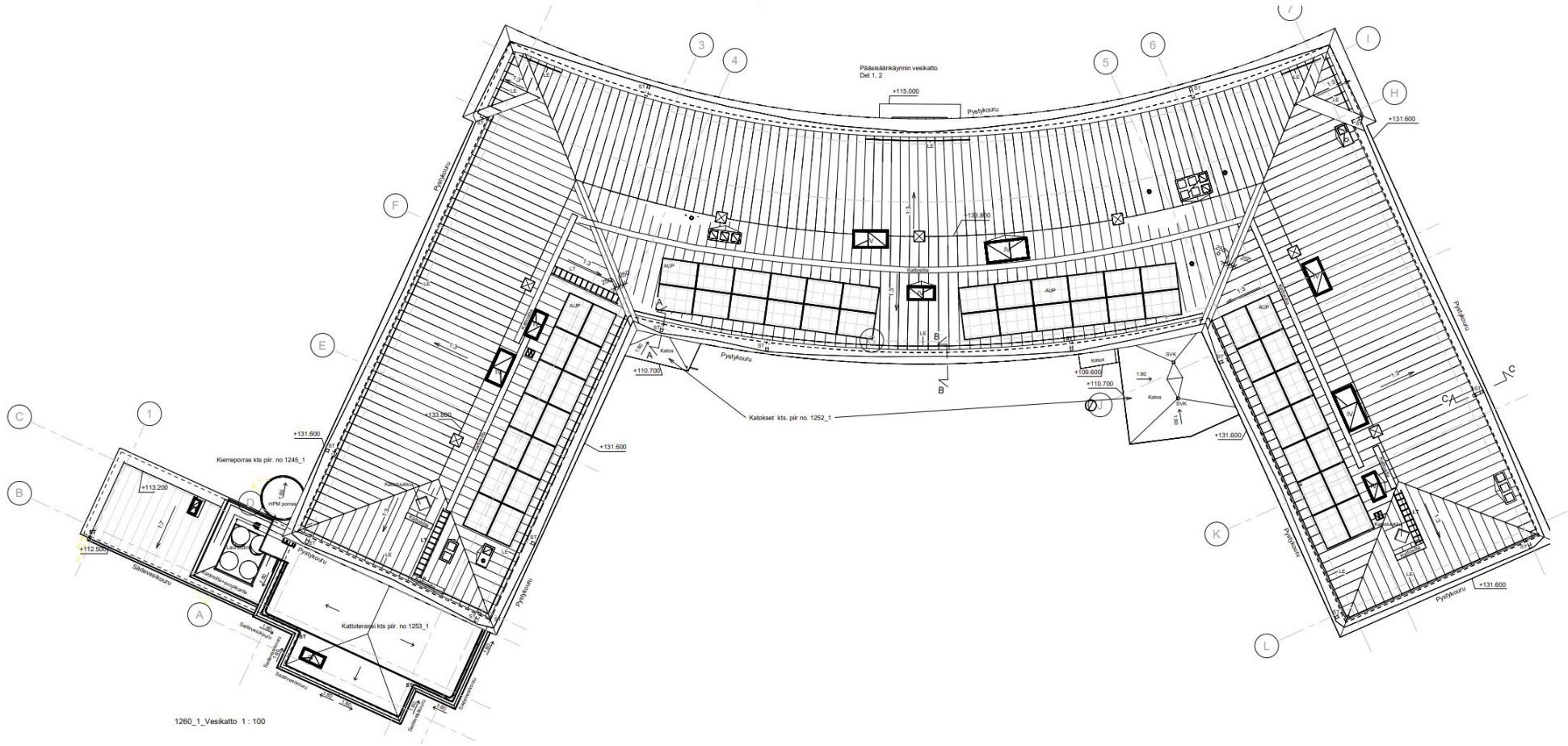
Rakennus on viisikerroksinen ja yli 20 metriä korkea, joten paneelit eivät juuri näy kadulle, mutta ne näkyvät lähellä sijaitseviin korkeisiin rakennuksiin. Kaupunkikuvallisesti merkittävimmät lapheet avautuvat pohjoiseen ja ne jätetään ilman paneeleita.

Loiva katto avautuu etelä-lounaaseen kolmella lappeella, joille saadaan mahtumaan 52 aurinkopaneelia neljään suorakaiteenmuotoiseen paneelikenttään niin, että koko kate ei peity. Auringonpaiste osuu katolle esteettömästi. Paneelit asennetaan noin 15–20 cm irti katteesta samaan kaltevuuskulmaan katon kanssa. Kennosto, kehykset ja kiinnikkeet maalataan samaan sävyyn kатteen kanssa. Tuotetoimittajalta tilataan valmiiksi polttomaalattu tumma kehys.

Peruskorjauksen yhteydessä koko talotekninen järjestelmä uusitaan energiatehokkaammaksi ja rakennuksen tiiveyttä parannetaan. Yläpohjaan tulee lisää lämmitettävää tilaa IV-koneiden laajenevan tilatarpeen myötä. Katolle on aiemmin tehty runsaasti IV-asennuksia, joista osa voidaan tulevassa peruskorjauksessa poistaa ja saada näin tilaa aurinkopaneeleille.

Uudet läpiviennit vaativat tarkkaa suunnittelua. Ullakolle tehdään muun muassa uusi IV-huone, kattotuoleja ja vesikattorakenteita uusitaan ja vahvistetaan sekä vanhoja läpivientejä tukitaan. Kattomuoto ja räystäskorko säilyvät ennallaan. Johtovedot tehdään kulkusiltojen yhteyteen ja läpivientikohdat kulkusiltojen alle. Läpivientien kohdalla nostetaan pellitys ylös niin, että vesi ei pääse sisälle.

Kuva 18. Tampereen lyseon katon pohjapiirustus, johon on merkitty aurinkopaneelien sijoituspaikat. Kuva: Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy.



Kokemukset prosessista

Voimassa olevan kaavan rakennusoikeus ei kattanut kellarin käyttöönottoa, joten rakennushanke vaati poikkeamislupamenettelyä. Asiasta neuvoteltiin Tampereen kaupungin kaavoituksen kanssa ja samalla käsiteltiin katu-, viherympäristö- ja pysäköintiasioita.

Aurinkopaneelien asentaminen tehdään rakennuslupaa edellyttävän peruskorjauksen yhteydessä, ja aurinkopaneelien sijainti on esitetty lupapiirustuksiin liittyvissä julkisivukuvissa. Alueellisen vastuumuseon kanssa käytiin ennakkoneuvottelu, jossa sovittiin yksityiskohdista, kuten kehysten ja kiinnikkeiden väriytyksestä.

Neuvottelu museoviranomaisen kanssa koettiin hyödylliseksi ja sujuvaksi. Museo ymmärsi tarpeen vähähiilisten energiamuotojen käyttöönotolle, ja vaatimukset niiden sovittamisesta arvokkaaseen rakennukseen olivat kohtuullisia ja hyvin perusteltuja. Neuvotteluissa nostettiin esiin rakennuksen arvoja ja saatiin hyviä vinkkejä siitä, miten arvot voidaan huomioida parhaalla mahdollisella tavalla.

Hanke on rakennusvaiheessa ja valmistuu vuonna 2025.

Kuva 19. Havainnekuva rakennuksesta ja paneeleista. Kuva: Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy.



3.2.2 Kuitian kartanon navetta

Kuva 20. Kuitian navetan katolle asennetut aurinkopaneelit. Kiinnikkeet ja kehykset on tilattu katteen värisinä. Kuva: Mia Puotunen, Varsinais-Suomen ELY-keskus.



Kohdekuvaus

Kuitian kartano (Qvidja Gård) on valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö. Kartanon 1860-luvulla rakennettu navetta sijaitsee kartanon talouspihalla. Lähes 60 metriä pitkä, rinteeseen rakennettu navetta on muurattu pääosin tiilestä, mutta pohjoisseinän korkea kivijalka on muurattu luonnonkivistä. Rakennusta on laajennettu siipiosalla 1910–20-luvuilla, jolloin uuteen osaan on sijoitettu karjakeittiö ja maituhuone. Luonnonkivistä muurattu alaosa on ollut lantalana.

Vanha navetta on muutama vuosi sitten kunnostettu pihatoksi hevosille. Rakennus oli päässyt erittäin huonoon kuntoon ja katto oli romahtanut. Peruskorjauksen yhteydessä kattorakenteet ja vesikatto uusittiin kokonaan ja samalla poistettiin välipohja. Talli on nyt yhtä korkeaa tilaa ja katon harjalla on valoikkunat. Katteena on saumapelti.

Suunnittelu ja toteutus

Navetan katolle on asennettu aurinkopaneelit vuonna 2023. Aurinkopaneelit on asennettu samaan kaltevuuteen katon kanssa ja paneelien kiinnitystelineet ja kehykset on tilattu vesikatteen kanssa saman sävyiseksi maalattuna. Aurinkopaneelien sijoittaminen rakennuksen etelälapeelle ei vaikuta Linnanpihan näkymiin ja erityispiirteisiin. Suunnittelusta on vastannut kulttuurihistoriallisesti arvokkaisiin rakennuksiin perehtynyt arkkitehtitoimisto ja hankkeesta on pyydetty lausunto Museovirastolta.

Kohteessa on haluttu kiinnittää erityistä huomiota paloturvallisuuteen, minkä vuoksi aurinkosähköjärjestelmässä on käytetty mikroinvertteriä, joka mahdollistaa matalan jännitteen hyödyntämisen. Mikroinvertterijärjestelmän jännite pysyy maksimissaan 60 voltissa, mikä pienentää valokaaririskiä.

Pitkällisin neuvottelu Museoviraston kanssa oli käyty jo navetan muutostöiden kohdalla, joten aurinkopaneelien asentaminen ei enää tuottanut ongelmia. Asiaan vaikutti erityisesti se, että koko katto oli rakennettu uudelleen, eikä navetan etelälape näy Linnanpihalle.

Kartanon alueella on myös muinaismuistolain suojelemia kiinteitä muinaisjäänköksiä, mutta peruskorjauksen yhteydessä oli jo kaivettu mm. uudet johtolinjat ja tehty niiden edellyttämät muinaismuistolain mukaiset arkeologiset koetutkimukset, valvonnat ja dokumentoinnit.

Omistajan mukaan aurinkopaneelit ovat olleet helppo ja varmatoiminen ratkaisu. Niitä on jo aiemmin toteutettu tilalle rakennetuissa uudisrakennuksissa.

3.3 Maalämpö Vampulan kirkossa

Kuva 21. Vampulan kirkko sijaitsee maakunnallisesti merkittävällä maisema-alueella ja rakennus on suojeltu kirkkolailla. Kuva: Niina Uusi-Seppä/ Ramboll.



Kirkkojen lämmityskulut ja niiden kohtuullistaminen on ajankohtainen aihe seurakunnissa. Seurakunnilla on paljon kiinteistöjä, joista kirkot ovat kookkaimpia ja niiden lämmityskulut ovat suuret. Kirkkohallitus ohjaa seurakuntia siirtymään hiili-neutraaliin lämmitykseen. Moniin kirkkoihin onkin jo asennettu ilmalämpöpumppuja, vesi-ilmalämpöpumppuja tai maalämpö. Lämpöpumppujen ulkoyksiköt tulee sijoittaa kirkoissa vähintään metrin etäisyydelle seinästä. Haasteena voi olla se, että haudat sijaitsevat usein aivan kirkon vieressä. Putket voidaan yleensä kuljettaa kirkon ryömintätilassa. Sisäyksiköiden sijoitus ja väriytyy on harkittava tapauskohtaisesti.

Myös maalämpökaivojen sijoittaminen kirkon pihalle voi olla haasteellista, kun kirkkoa ympäröi hautausmaa. Joissain kirkoissa lämpökaivot on onnistuttu sijoittamaan kirkkotarhan ulkopuolelle. Vanhoja lämpökeskuksia pystytään yleensä hyödyntämään teknisinä tiloina tai vaihtoehtoisesti tekninen tila voidaan rakentaa kellaritiloihin.

Uusi kirkkolaki tuli voimaan 1.7.2023. Kirkkolain 3 luvun 21 §:ssä säädetään kirkollisista rakennuksista ja lupamenettelystä. Jos suojellun kirkollisen rakennuksen ulkoi tai sisätiloihin tehdään olennaisia muutoksia, kirkkohallitukselta tulee hakea lupa. Tavallisimmin tällaisia muutoksia ovat ilmalämpöpumppujen ulko- ja sisäyksiköt.

Kohdekuvaus

Vampulan kirkko sijaitsee Loimijoen rannalla Huittisissa, Satakunnassa. Loimijoen kulttuurimaisema on maakunnallisesti merkittävä maisema-alue ja Vampulan kirkonkylä on maakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö. Vuonna 1894 valmistunut, arkkitehti Helge Ranckenin suunnittelema puukirkko on muodoltaan päätytornillinen ristikirkko, jota ympäröi vanha hautausmaa. Kirkko on suojeltu kirkkolailla.

Kirkkoon mahtuu noin 500–600 henkilöä ja se on pinta-alaltaan 550 m². Kirkkosali on korkea ja lämmitettävää tilaa on 3200 m³. Rakennuksessa oli aiemmin polttoöljyllä toimiva kiertoilmalämmitysjärjestelmä, jonka sisäänpuhallus- ja paluuilma-aukot oli sijoitettu kirkon kuorialueelle. Penkkien alla oli lisäksi sähköllä lämpiäviä pattereita. Kirkossa on pidetty alhaisempi lämpö talvisin ja esimerkiksi jumalanpalvelukset on järjestetty seurakuntakeskuksen tiloissa.

Suunnittelu ja toteutus

Vampulan kirkkoon alettiin suunnitella vaihtoehtoista lämmitysjärjestelmää erityisesti öljyn hinnan voimakkaan nousun vuoksi. Ensin harkittiin vesi-ilmalämpöpumppua, mutta LVI-asiantuntijoiden mukaan sen lämmitysteho ei olisi ollut riittävä ja lämpöpumpun rinnalla olisi pitänyt säilyttää öljylämmitys. Maalämpö katsottiin paremmaksi vaihtoehdoksi.

Tekniikan tuonnissa kirkkoon hyödynnettiin kirkon kylkeen 1960-luvulla rakennettua matalaa lämpökeskusta. Lämpöputket asennettiin alapohjaan, jossa oli hyvin tilaa asennuksille ja asentajille. Patterit sijoitettiin ikkunoiden alle. Penkkejä jouduttiin lyhentämään pattereiden kohdalta, koska penkit ulottuivat ulkoseinään saakka. Uudet patterit ovat matalalämpöradiaattoreita, jotka soveltuvat paremmin maalämpöjärjestelmän alhaisemmalle lämpötilatasolle verrattuna edelliseen öljylämmitysratkaisuun.

Penkkien alla olevat sähkölämmittimet jäivät varajärjestelmäksi ja kovilla pakkasilla tarvittaviksi lisälämmönlähteiksi. Lattialämmitystä ei harkittu, koska se olisi edellyttänyt lattian purkamista ja uusimista. Lattialämmityksestä saatava teho ei olisi ollut

riittävä ilmavuodoista kärsivään kirkkoon. Tulevaisuudessa on vielä tarkoitus tiivistää ja lisäeristää yläpohjaa ja uusia ikkunat. Kirkon ikkunat teetetään puusepäntyönä samanlaisiksi kuin vanhat. Asiasta on neuvoteltu Museoviraston kanssa.

Kaivoille löydettiin sopivat paikat hautausmaan käyttämättömistä osista, mistä johdun kaivuutöitä jouduttiin tekemään melko pienellä alueella. Lämpökaivot piti kuitenkin porata ensin arvioitua syvemmäksi ja paikkaa jouduttiin hieman siirtämään.

Kokemukset prosessista

Suunnitteluvaiheessa konsultoitiin Kirkkohallitusta ja Museovirastoa, josta käytiin katsomassa kohdetta. Museoviraston edustajan kanssa käytiin suunnitelmat läpi paikan päällä ja katsottiin sopivat paikat kaivoille ja läpivedoille.

Alkuperäinen hankkeen toteutusaika oli 2021–2022. Hankinta kuitenkin viivästyi ja alkuperäinen kustannusarvio nelinkertaistui hintojen nousun ja lisätöiden (mm. asbestipurun) vuoksi. Uusi maalämpöjärjestelmä on nyt valmistunut, mutta sitä joudutaan vielä säätämään talvipakkasilla. Lopputarkastus tehdään alkuvuodesta 2024.

Business Finlandilta saatiin avustusta koneisiin ja ulkopuolisiin palveluihin. Avustusta myönnettiin enintään 15 % arvioiduista kokonaiskustannuksista, mikä jäi lopulta varsin pieneksi summaksi suhteessa lopullisiin kustannuksiin. Vasta tulevat vuodet osoittavat, kuinka paljon energiakustannuksiin saadaan säästöä uuden järjestelmän avulla.

Seurakunnassa suunnitteluprosessi koettiin melko vaikeaksi ja asiantuntija-apu oli tarpeen. Urakkatarjouspyyntöjen tekeminen on haastavaa ja lisätöiden määrää on vaikea ennakoida. Myös seurakunnan päätöksenteon hitaus koettiin ongelmalliseksi. Se vaikutti kustannusten nousuun ja työmaa joutui välillä seisomaan päätöksiä odotellessa.

Toteutus sujui urakoitsijan puolelta hyvin ja kirkko oli suljettuna vain lyhyitä aikoja. Työmaa pidettiin siistinä, joten kirkko ja hautausmaa pystyttiin pitämään käytössä. Hyvä yhteydenpito seurakunnan kanssa ja ennakoiva viestintä ovat tärkeitä asioita näin herkässä kohteessa. Työskennellessä hautojen läheisyydessä on huomioitava myös omaiset.

Vanhaan järjestelmään liittyneet suuret aukot ja ritilät saatiin umpeen ja sivutuotteena lattia- ja seinäpinnat maalattiin. Uudet läpiviennit ovat pienempiä, ja lopputulos on koettu esteettisesti paljon aiempaa paremmaksi.

Kuva 22. Ilmalämmitysjärjestelmän kanava ennen maalämmön asennusta.
Kuva: Jukka Hammaren/FinProma Oy.

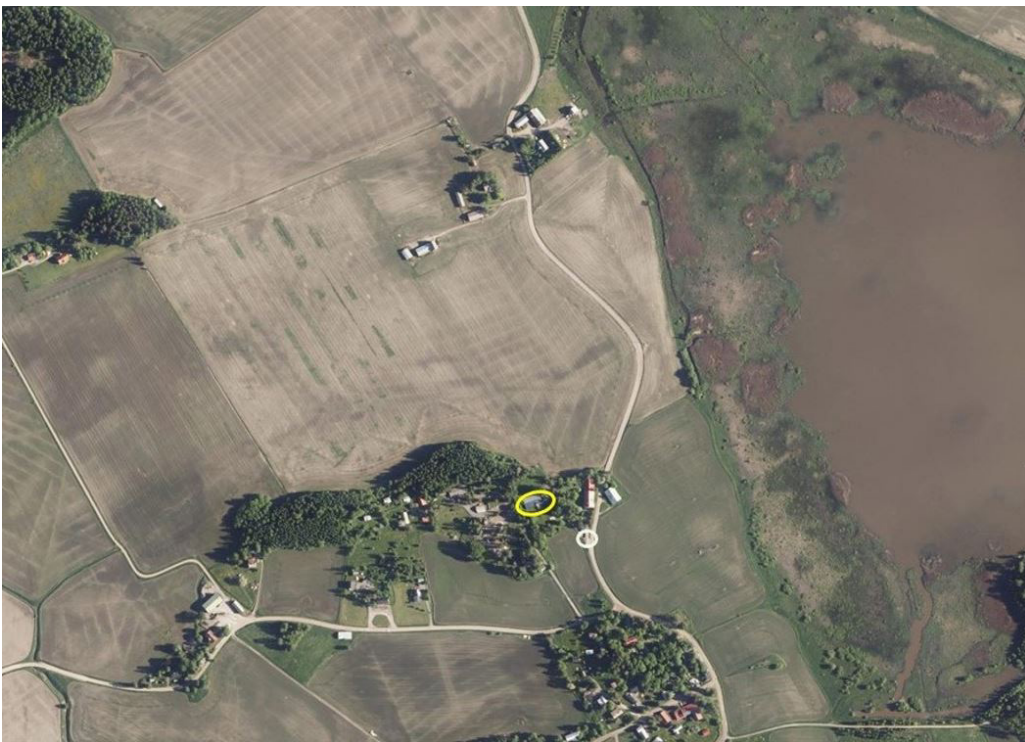


Kuva 23. Maalämpöjärjestelmän asennuksen jälkeen seinä ennallistettiin.
Kuva: Jukka Hammaren/FinProma Oy.



3.4 Pientuulivoimaa, maalämpöä ja aurinkovoimaa Kanteleen meijerissä

Kuva 24. Kanteleen meijeri sijaitsee valtakunnallisesti arvokkaalla Porvoonjokilaakson maisema-alueella. Metsäsaarekkeessa sijaitseva navetta ja saarekkeen eteläpuolella sijaitseva mylly eivät näy avoimessa viljelymaisemassa. Navetta osoitettu kuvassa keltaisella ympyrällä ja tuulimyllyn sijainti valkoisella. Ilmakuva: Paikkatietoikkuna.



Kohdekuvaus

Kanteleen meijeri sijaitsee Itä-Uudellamaalla, Pukkilassa, Kanteleen kyläkeskuksen laidalla. Meijeri sijaitsee metsäsaarekkeen reunassa, ja sen pohjois-, itä- ja eteläpuolella avautuu avoin peltomaisema. Kanteleenjärvi sijaitsee meijerin itäpuolella noin 150 metrin etäisyydellä.

Pukkilan ensimmäinen meijerirakennus, juustokellari ja sikala valmistuivat jo vuonna 1914. Vuonna 1935 meijeriosuuskunta rakensi uuden, aiempaa huomattavasti tilavamman tiilimeijerin, johon sisältyy osia vanhasta meijerirakennuksesta. Osuusmeijeri toimi vuoteen 1956 asti, minkä jälkeen rakennuksessa on ollut erilaista yritystoimintaa. Nykyisin se toimii asuinrakennuksena ja työtilana. Tyylliltään vaalea,

rapattu rakennus edustaa lähinnä 1920-luvun klassismia, mutta siinä on myös funktionalismin piirteitä. Pihapiiriin kuuluu lisäksi suurikokoinen tiilinen sikalarakennus, joka on rakennettu vuonna 1935. Myös sikalassa on ollut yritystoimintaa, mutta nyt se on kylmillään.

Kanteleen meijeri sisältyy Porvoonjokilaakson viljelymaisemaan, joka on valtakunnallisesti arvokas maisema-alue. Porvoonjokilaakso on elinvoimainen ja monipuolinen eteläsuomalainen jokilaakso, jonka kulttuurihistoriallisia erityispiirteitä ovat pitkä asutus- ja viljelyhistoria sekä useat arvokkaat kylä- ja kartanoympäristöt. Porvoonjokilaakso ja vanha Porvoo muodostavat yhden Suomen 27:stä kansallismaisemasta. Meijerirakennuksella on maisemallisia, elinkeinohistoriallisia ja kulttuurihistoriallisia arvoja paikallisen kyläyhteisön kannalta ja se muodostaa maisemassa kauas näkyvän maamerkin (AT/S, alue jolla ympäristö säilytetään, Porvoonjokilaakson osayleiskaava).

Meijerin perustus on betonia ja runko rapattua tiiltä. Katteena on nykyisin tiili-profiloitu peltikate, aikaisemmin katteena oli tiili. Rakennuksessa on lämmitettävää tilaa noin 700–800 m². Nykyinen omistaja on ostanut talon vuonna 1982, jolloin se ei ollut asuttavassa kunnossa ja rakennuksessa on tehty laaja peruskorjaus. Ikkunat ja ovet on vaihdettu ja yläpohjaan lisätty eristettä, mutta seiniä ei ole lisäeristetty.

Kuva 25. Meijeri ja tuulivoimala sijoittuvat metsäsaarekkeeseen. Kuva: Eeva Sumiloff.



Suunnittelu ja toteutus

Rakennuksen omistajan tavoitteena on ollut rakentaa energiajärjestelmä, jolla voidaan alentaa lämmityskustannuksia ja vähentää ilmastopäästöjä omalla vähähiilillä sähköntuotannolla ja entistä energiatehokkaimmilla ratkaisuilla. Kohteessa on hyödynnetty maalämpöä, aurinkoenergiaa ja pientuulivoimaa.

Rakennuksessa oli aiemmin kevyellä polttoöljyllä toimiva ilmalämmitysjärjestelmä ja yläkerrassa suora sähkölämmitys. Öljypoltin hajosi vuonna 2002, minkä jälkeen asennettiin maalämpö. Maalämpöön päädyttiin, koska samalla kylällä oli jo yksi maalämpöjärjestelmä, josta oli hyviä kokemuksia. Hakelämpöä ei pidetty hyvänä vaihtoehtona, oman metsän sekä varastointitilan puuttuessa.

Vuonna 2018 maalämpöpumpun kompressori rikkoutui. Kompressorin sijaan vaihdettiin koko lämpöpumppu uuteen, energiatehokkaampaan malliin. Samaan aikaan lisättiin yläpohjan eristystä. Yläkertaan on jätetty myös yksi puilla lämпиävä uuni, jota käytetään silloin tällöin.

Vuonna 2015 sikalan katolle asennettiin aurinkopaneelit ja vuonna 2023 saatiin valmiiksi 10 kWp pystyakselinen ns. savonius-tuulivoimala.

Ennen tuulivoimalan rakentamiseen ryhtymistä tehtiin tuulimittauksia useamman vuoden ajan sopivan paikan löytämiseksi. Alun perin voimalaa suunniteltiin tontin pohjoislaidalle, mutta tuulimittausten perusteella paikka vaihtui tontin etelälaidalle. Myöhemmin paikkaa jouduttiin vielä siirtämään muutamalla metrillä, kun peruskalliota ei löytynytäkään oikeasta paikasta. Tuulivoimalan perustuksen rakentaminen on iso työ, johon tarvitaan isoja nostureita. Myös nosturit tarvitsevat tukevan ja tasaisen alustan. Pientuulivoimaloiden rakentamisesta on vielä vähän kokemusta Suomessa, joten neuvoja saatiin lähinnä ulkomaiselta laitevalmistajalta. Rakennushankkeen projektinhallinnassa oli ongelmia ja urakoitsijaa jouduttiin vaihtamaan kesken työn.

Tuulivoimalan rakentamiseen tarvittiin toimenpidelupa. Rakennusvalvonta suhtautui hankkeeseen melko kielteisesti, ja myös naapuri vastusti hanketta. Lopulta aluearkkitehdin myönteinen lausunto mahdollisti luvan saamisen. Museoviranomaisen kanssa ei neuvoteltu. Lupaviranomaisen ja naapurin suhtautuminen hankkeeseen hidasti toteutusta useilla vuosilla.

Kokemukset prosessista

Maalämpö

Vuonna 2002–2003 maalämpökaivojen poraamiseen ei Pukkilassa vielä tarvittu lupia. Maalämpöön siirryttäessä kaikkein suurin työ ja kustannus oli vesikeskuslämmityksen rakentaminen, mihin nähden itse lämpöpumppu ja porakaivot olivat pieni kustannus. Vesikiertoisen keskuslämmityksen rakentaminen vanhaan taloon oli iso työ, kun lattiat jouduttiin avaamaan ja tekemään läpivientejä massiivisiin kivi-seiniin. Timanttiporausta jouduttiin tekemään paljon, työ oli kallis ja kesti pitkään. Maalämpökaivot onnistuttiin sijoittamaan niin, ettei koneita tarvinnut tuoda pihaan lainkaan. Porausjäte käytettiin tontilla täyttömaana. Maalämmön käyttöönottoon liittyvä keskuslämmitys osoittautui alkuperäiselle LVI-urakoitsijalle liian vaikeaksi ja urakoitsijaa piti vaihtaa.

Omistaja on kuitenkin tyytyväinen lopputulokseen. Maalämpö on osoittautunut taloudellisesti ennakoitua paremmaksi ratkaisuksi. Se on parantanut asumismukavuutta ja ollut teknisesti luotettava ja huoleton. Myöhemmin selvisi, että ensimmäisen maalämpöpumpun käynnistyksen tehoiikki (0,05 sekuntia) ylitti selvästi pääsulakkeiden kapasiteetin. Asia selvitettiin hyvässä yhteistyössä verkkoyhtiön kanssa. Se oli yksi vaikuttava tekijä, kun vuonna 2018 päätettiin hankkia kokonaan uusi, invertterityyppinen lämpöpumppu. Maalämpöinvestointi maksoi itsensä takaisin (öljyn hintaan verrattuna) ennätysnopeasti.

Aurinkovoima

Aurinkovoimalan kanssa oli alkuvaikeuksia, koska aurinkovoima oli vielä vuonna 2015 uutta verkkoyhtiöllekin. Voimalan kapasiteetti ylitti verkon vastaanottokyvyn ja voimalan toimintaa jouduttiin rajoittamaan muutaman vuoden ajan. Aurinkovoimalan alkuvuosien tuotto on osin tämän vuoksi jäänyt arvioitua huonommaksi. Aurinkovoimala on ollut käytössä huoleton, eikä ole tarvinnut huoltoa.

Lupaa aurinkovoimalan rakentamiseen ei vuonna 2015 tarvittu eikä asiasta neuvoteltu museoviranomaisen kanssa. Omistajan mukaan sikalarakennuksen estetiikka vain parani koko katon peittäneen kennoston myötä. Rakennuksessa oli maalaamaton aaltopeltikatto, joka on paneelien asentamisen jälkeen maalattu näkyviltä osiltaan mustaksi yhtenäisen vaikutuksen aikaansaamiseksi.

Aurinkovoimalaan haettiin energiatukea ja sitä myönnettiin 50 % haetusta summasta. Perusteluna oli se, että rakennus on 50 % asuinkäytössä. Tuulivoimalaan tukea ei myönnetty. Tukien hakeminen koettiin melko työlääksi.

Tuulivoima

Kokonaisuutena tuulivoimalahanke koettiin vaikeaksi ja raskaaksi prosessiksi ja vasta tulevat vuodet näyttävät kannattiko siihen ryhtyä. Alkuperäinen budjetti ylittyi 100 %, eikä toimintavarmuudesta ole vielä kokemusta. Omistajan mukaan 23 metriä korkeasta tuulivoimalasta ei tullut rumentavaa maamerkkiä ja valitun mallin pitäisi olla linnuille helpompi havaita kuin siivellinen voimala. Tuulivoimalan myllytyyppi on myös hiljainen, mutta kovalla tuulella voi kuulua huminaa, joka tuulen suunnan ollessa eteläinen resonoi rakennuksen peltikaton kanssa.

Näiden kokemusten perusteella energiahankkeissa kannattaa heti alkajaisiksi olla yhteydessä verkkoyhtiöön ja naapureihin. Jos naapurien vastustus on suurta, kannattaa miettiä, mitä se käytännössä merkitsee hankkeen toteutuksen ja oman jakamisen kannalta. Verkkoyhtiö osanee jo nykyisin kertoa sähköverkon asettamat rajat hankkeelle, mikä voi vaikuttaa suunnitteluun jo heti alusta lähtien. Etenkin maaseudulla ilmassa kulkevat sähkölinjat ja vanhat muuntajat ovat kapasiteetiltaan vaatimattomia. Harvaan asutulla alueella on vähän sähkökäyttäjiä ja jänniteverkossa voi nousta liian korkeaksi.

Vaikutukset energiankulutukseen

Energiahankkeiden kannattavuuden arviointia vaikeuttaa energian hinnassa tapahtuvat voimakkaat vaihtelut. Ennen vuotta 2003 maalämmön asentamista energiaa kului sähkönä yli 150 000 kWh / vuosi. Tämän lisäksi öljypoltin kulutti kevyttä polttoöljyä noin 5 000 kg / vuosi. Nyt sähköä ostetaan vähän yli 50 000 kWh / vuosi ja myydään ylituotantoa verkkoon noin 11 000 kWh /vuosi. Nettokulutus on noin 40 000 kWh/vuosi, josta osa menee sähköautojen lataukseen. Meijerirakennuksen vuotuinen ostoenergia on noin 32 000 kWh. Tässä on mukana lämmityksen lisäksi kaikki muu sähkön käyttö kuten valaisu, viihde-elektroniikka ja työkäyttö. Luvuissa on vuosittain jonkin verran vaihtelua.

Kokonaisuutena yli 2/3 pudotusta alkuperäiseen ostoenergiaan verrattuna voidaan pitää erittäin hyvänä. Noin 800 neliön mukaan laskettuna ostoenergian kulutus on noin 50 kW/m² vuodessa.

Kuva 26. Tuulivoimala pihan suunnasta kuvattuna. Kuva: Eeva Sumiloff.



3.5 Lämpöpumput

3.5.1 Ilmalämpöpumppu Lyökin luotsiasemalle

Kuva 27. Lyökin luotsiasema on tyypillinen esimerkki Saaristomeren luotsiasemarakentamisesta. Kuva: Kirsti Virkki/Varsinais-Suomen ELY-keskus.



Kohdekuvaus

Uudenkaupungin saaristossa sijaitseva Lyökin tunnusmajakka ja luotsiasema on valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö (RKY). Lyökin vuonna 1757 valmistunut pooki on Suomen vanhin tunnusmajakka ja mahdollisesti vanhin yhä olemassa oleva merimerkki. 1890-luvulla rakennettu luotsivartioasema sijaitsee alkuperäisellä avoimella näköalapaikallaan neljä merimailia tunnusmajakasta eteläkaakkoon.

Lyökin luotsiasema on hyvä esimerkki Saaristomeren alueelle tyypillisestä luotsiasemarakentamisesta. Vaaleaksi maalattu vartiotupa on yksikerroksinen, hirsrunkoinen ja lautavuorattu rakennus, jossa on tähystystorni ja päätykuisti. Korkea sokkeli on tehty käsin hakatusta graniitista. Rakennuksen julkisivumateriaalit, vesikatto ja ikkunat sekä valtaosa sisustusmateriaaleista ovat alkuperäistä rakentamisaikankohtaansa uudemmat ja jo kertaalleen uusitut. Pääpiirteissään rakennus on kuitenkin säilyttänyt hyvin sekä ulkoasunsa että huonejaon.

Lyökin luotsiasema on suojeltu lailla rakennusperinnön suojelemisesta vuonna 2023. Suojelu koskee rakennuksen ulkoasua ja rakennusrunkoa. Sisätiloissa suojelu koskee alkuperäistä huonetilajakoa (pois lukien keittiön ja kylpyhuonetilan muutos), sisäkattoja ja alkuperäisiä ovia. Rakennuksessa tehty viimeisin korjausvaihe on palauttava, restauroiva, säilymistä edistävä ja arvoja säilyttävä, vaikka korjaukset ovat muuttaneet huonetilajakoa. (Rakennussuojelua koskeva päätös, VARELY/5901/2015)

Suunnittelu ja toteutus

Nykyisin vapaa-ajan asuntona toimivan rakennuksen pinta-ala on noin 65 m². Pohjakerroksessa on tupa, eteinen, keittiö sekä WC- ja suihkutila. Makuuhuone on tornissa. Vuonna 1967 tehdyssä remontissa tulisijat on purettu ja tilalle asennettu öljykamina. 1980-luvun pintaremontin yhteydessä öljykamina vaihdettiin kevytkaminaan ja sähköpattereihin. Samassa yhteydessä uusittiin ikkunat, jotka kuitenkin vastaavat muodoltaan ja materiaaliltaan vanhoja ikkunoita.

Luotsiasema vaihtoi omistajaa vuonna 2013, minkä jälkeen rakennuksessa on tehty peruskorjaus ja siihen asennettiin ilmalämpöpumppu vuonna 2016. Lattiat jouduttiin avaamaan ja alapohja uusimaan, jotta ilmalämpöpumpun putkisto oli mahdollista sijoittaa alapohjaan ja kaivaa maahan sokkelin alta. Lämpöeristetty kupariputki jatkuu asennusputken sisällä ulkoyksikköön, joka on noin viiden metrin päässä rakennuksesta. Putki onnistuttiin upottamaan kallioiden väliin noin puolen metrin syvyyteen. Ulkoyksikössä ilma vaihtuu hyvin, vaikka tuulikuormaa on vähennetty pystyritilän umpinaisuudella. Ulkoyksikkö on peitetty kuparipellitellyllä kuorella ja ritilä on tehty mineraalikuljetetystä puusta.

Sisäyksikkö on sijoitettu tuvan päätyseinään ikkunan päälle. Paikka on näkyvä, mutta sisäyksikkö on väriltään harmaa kuten tapettikin. Putkitus ja johdot menevät sisäpuolella ikkunan karmilaudan alla, huokoisen puukuitulevyn tasossa, alapohjan läpi ryömintätilaan. Kondenssivesi johdetaan ryömintätilassa sokkelin ali salaojaan. Sisäyksikön sijoittumiseen vaikutti tarve saada lämpö jakautumaan mahdollisimman tasaisesti myös rakennuksen keskellä olevaan torniin.

Peruskorjauksen yhteydessä ala- ja yläpohjan eriste vaihdettiin uuteen puukuitueristeeseen ja seiniin asennettiin kaksinkertainen puukuitulevy. Vanhat sähköpatterit vaihdettiin neljään uuteen, herkällä termostaatilla varustettuun ilmavirtaussähköpatteriin.

Tupaan asennettiin lisäksi moderni kaakeliuuni kevytkaminan tilalle. Ilmalämpöpumpun ja sähköpattereiden avulla rakennuksessa pidetään 16 asteen peruslämpö.

Kuva 28. Ilmalämpöpumpun ulkoyksikkö sijaitsee noin viiden metrin päässä rakennuksesta. Kuva: Henri Raitio.



Kokemukset prosessista

Suunnitelman laatiminen vaati monimutkaista selvittelyä. Pumppu voitiin asentaa näin, koska alapohjan rakenteet olivat remontin yhteydessä auki niiden huonon kunnan takia. Ratkaisu heikentää jonkin verran hyötysuhdetta, mutta kiinteistön omistajan mukaan tämä on hyväksyttävissä. Käytännön toteutuksessa oli mahdollista käyttää erityisen asiantuntevaa asentajaa ja omistaja on itse toteuttanut muun muassa ulkoyksikön koteloinnin.

Rakennuksen peruskorjauksen yhteydessä neuvoteltiin museoviranomaisen kanssa erilaisista ratkaisuista, mutta ilmalämpöpumpun asentamiseen rakennusvalvonta ei edellyttänyt luvan hakemista. Rakennus ei tuolloin ollut vielä lailla suojeltu, mikä vaikutti asiaan.

Kohteeseen harkittiin myös ilmavesilämpöpumppua, mutta niistä ei ollut vielä saatavissa riittävästi kokemuksia ja maalämpö olisi ollut ylimitoitettu ratkaisu näin pieneen kohteeseen. Ilmalämpöpumppu katsottiin hyväksi ratkaisuksi, koska sen vuosihyötysuhde on kolme kertaa tehokkaampi kuin suora sähkölämmitys. Ratkaisu on ollut teknisesti toimiva ja lisännyt asumismukavuutta. Arkkitehtuurin kannalta ratkaisua voi pitää erittäin onnistuneena.

Kuva 29. Lyökissä ilmalämpöpumpun ulkoyksikkö on sijoitettu etäämmälle rakennuksesta ja koteloitu ympäristöön sopivaksi. Kuva: Henri Raitio.



3.5.2 Ilmalämpöpumput katolla As Oy Pyynikinkulma

Kuva 30. Asunto-osakeyhtiö Pyynikinkulma sijaitsee Pyynikinrinteen valtakunnallisesti merkittävässä kulttuuriympäristössä. Kuva: As Oy Pyynikinkulman arkisto.



Kohdekuvaus

As Oy Pyynikinkulma sijaitsee Tampereen Pyynikin kaupunginosassa. Kaksikerroksisen asuinrakennuksen on suunnitellut Frans Jousi ja se on valmistunut vuonna 1921. Rakennuksessa on nähtävissä viitteitä vuosisadan alun jugendista sekä 1920-luvun klassismista.

Kohde sisältyy Pyynikinrinteen valtakunnallisesti merkittävään rakennettuun kulttuuriympäristöön ja on kokonsa ja sijaintinsa vuoksi kaupunkikuvallisesti erittäin merkittävä. Rakennus on suojeltu vuonna 1987 hyväksytyssä asemakaavassa merkinnällä sr-3, *kaupunkikuvan säilymisen kannalta tärkeä rakennus*. Rakennusta ei saa purkaa ilman pakottavaa syytä. Rakennuksessa suoritettavien korjaus- ja muutostöiden tulee olla sellaisia, että rakennuksen kaupunkikuvan kannalta merkittävä luonne säilyy. (Pirkanmaan maakuntamuseo 2024)

Asuinkerrostalon ensimmäinen kerros on rungoltaan kahden kiven täystiilimuuri. Toinen kerros on pääosin hirsirakenteinen. Toinen pääty on kokonaan tiilirunkoinen. Lämmitettävän tilan pinta-ala on noin 1000 m², minkä lisäksi rakennuksessa on kellarikerros. Ullakot on otettu asuinkäyttöön hirsirunkoiselta osuudelta 1980–90-lukujen vaihteessa.

Peruskorjauksessa taloon on tehty julkisivukorjauksia ja palautettu alkuperäisen kaltaisen rappaus, joka oli aiemmassa korjauksessa muutettu pelti- ja puuverhoukseksi. Ikkunat on pääosin uusittu 1990-luvulla.

Suunnittelu ja toteutus

Rakennus lämpiää kaukolämmöllä ja asunnoissa on vanhat uunit, joita lämmittään tarpeen mukaan. Lisälämmönlähteenä käytössä on erilaisia sähköratkaisuja kuten sähkötakka, siirrettäviä sähköpattereita ja pesutiloissa sähköinen lattialämmitys. Alakerran asunnoissa ei ole ollut yleensä ongelmia kylmyyden tai kuumuuden kanssa, mutta ullakkohuoneisiin kaivataan kesällä viilennystä.

Taloyhtiö teki vuonna 2020 ohjeistuksen pumppujen asentamisesta. Ohjeistuksen mukaan ilmalämpöpumpun asentamisesta tehdään aina erillinen suunnitelma yhtiön hallitukselle ennen pumpun asennusta. Suunnitelmassa on selkeästi esitettävä, miten tarpeelliset läpiviennit ja kytkennät tehdään. Ilmalämpöpumpun ulkoyksikön saa asentaa vain talon katolle arkkitehdin suunnitelman mukaisesti. Ulkoyksikköä ei saa asentaa julkisivuun eikä läpivientejä vesikattoon sallita. Ulkoyksikkö tulee maalata peltikaton väriseksi (punaiseksi) eikä se saa näkyä kadulle. Ilmalämpöpumpun saa asentaa vain luvat omaava asennusliike. Ohjeistusta tehtäessä neuvoteltiin kaupunginarkkitehdin kanssa.

Käytännön toteutuksessa ei ole ollut ongelmia. Kattoon ei ole tehty läpivientejä, vaan putket on tuotu räystäään alapuolelle. Asennuksissa käytetään luotettuja ja hyväksi todettuja tekijöitä, minkä lisäksi taloyhtiö on asettanut valvojan toimenpiteille.

Ullakolla ilmalämpöpumppu voitaisiin asentaa vielä yhteen asuntoon. On pohdittu myös sitä, miten pumput voitaisiin asentaa alempien kerroksien asuntoihin, jotta osakkaita kohdeltaisiin yhdenvertaisesti. Putket voisi olla mahdollista vetää katolta alempiin huoneistoihin porraskäytävän kautta. Porrashuoneiden sisätilaremonttia on jo alustavasti suunniteltu ja putkivedot kotelointeineen olisi mahdollista suunnitella samassa yhteydessä. Ulkoyksiköitä tai putkivetoja ei haluta rakennuksen julkisivuun myöskään sisäpihan puolelle.

Kuva 31. Ilmalämpöpumppuja on vaikea havaita katolla, koska ne on maalattu katon väriseksi. Kuva: As Oy Pyynikinkulman arkisto.



Kokemukset prosessista

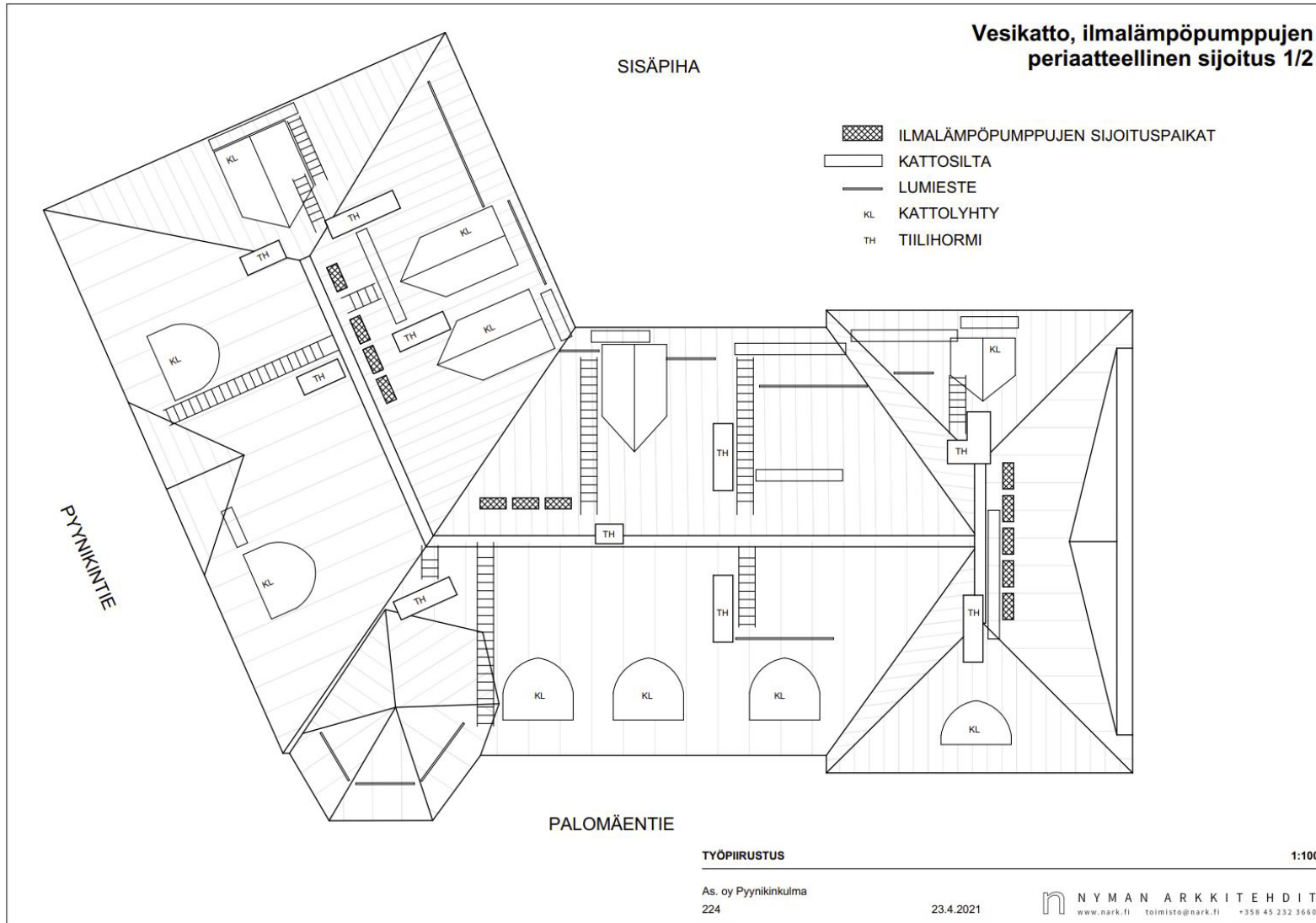
Julkisivuremontin yhteydessä oltiin yhteydessä alueelliseen vastuumuseoon, jonka kautta haettiin myös avustusta suunnittelua ja korjausta varten. Korjausavustusta saatiinkin maksimimäärä. Ilmalämpöpumppeihin ei ole haettu avustusta.

Energiatehokkuutta ei ole vielä juurikaan parannettu. Yläpohjan lisäeristäminen on hankalaa, koska ullakko on otettu asuinkäyttöön. Seiniä ei ole eristetty, koska tiili-muuri on varsin energiatehokas ja seinärakenteen kasvattaminen heikentäisi rakennuksen suojelun perusteena olevia arvoja ja ominaispiirteitä. Siinä vaiheessa, kun vesikatto joudutaan uusimaan, voidaan lisätä yläpohjan lämmöneristystä. Katon tekninen korotus olisi mahdollista tehdä rakennuksen arvoja uhkaamatta.

Taloyhtiön edustajan mukaan tärkeintä on kuitenkin asumisen taito ja se, että asukkaat ymmärtävät asuvansa 100-vuotiaassa talossa. Asukkaat arvostavat taloa ja haluavat, että sen arvo säilyy. Rakennuksen ominaispiirteet huomioivissa korjaustoimenpiteissä on kyse investoinnista, jolla parannetaan kiinteistövarallisuuden arvoa.

Museoviranomaisen kanssa käyty keskustelu on sujunut hyvässä yhteisymmärryksessä ja se on koettu hyödylliseksi. Yhdessä on löydetty molempia osapuolia tyydyttäviä ratkaisuja, joiden avulla rakennuksen arvo säilyy.

Kuva 32. Työpiirustus ilmalämpöpumppujen sijoituksesta. Kuva: Nyman Arkkitehdit.



3.5.3 Ilmalämpöpumput Hyrylän torpalla

Kuva 33. Hyrylän torppa. Kuvan vasemmalla puolella näkyy vesi-ilmalämpöpumpun ja ilma-ilmalämpöpumppujen ulkoyksiköt. Kuva: Jukka Korri/Ramboll.



Yhdistystoiminnan vilkastuessa 1900-luvun alussa Suomeen alettiin rakentaa talloilla työväentaloja, maamiessuurataloja ja nuorisoseurataloja. Seurantalot on oma erityinen rakennustyyppinsä, jonka arvot perustuvat arkkitehtuurin ohella erityisesti kulttuurihistoriaan. Niillä on käyttöhistoriansa kautta merkitystä useille sukupolville kokoontumis- ja juhlapaikkana. Seuratalojen ylläpito on vapaaehtoisuustyötä, joten lämmitysjärjestelmän helppokäyttöisyys ja kohtuulliset lämmityskustannukset ovat keskeisiä asioita rakennusten säilymisen kannalta.

Kohdekuvaus

Tuusulan Työväenyhdistys osti kirvesmies Ferninand Liljan torpan Koskenmäeltä Tuusulanjoen rantatörmältä vuonna 1903. Pienestä mökistä on useiden vaiheiden jälkeen kasvanut Hyrylän Torppa, joka toimii nykyisin vilkkaana yhdistys- ja juhlatalona. Vanhassa torpassa on isännöitsijän toimisto, WC ja narikka. Ravintolaosa valmistui vuonna 1907 ja juhlasali vuonna 1926. Vuonna 1967 juhlasalin jatkoksi rakennettiin talonmiehen asunto ja samoihin aikoihin talo vuorattiin mineritlevyillä. Kaminalämmityksestä siirryttiin öljylämmitykseen.

Rakennus on pääosin hirsirunkoinen, mutta 60-luvulla rakennettu talonmiehen asunto on rankorakenteinen ja sen kellariin on tehty pesutilat. Juhlasalin katto on laskettu energiataloudellisista syistä, mutta ravintolaosuus on jätetty korkeaksi.

1980-luvun remontissa poistettiin minerit-vuoraus ja seiniin asennettiin tuulen-suojalevyt ja laudoitus. Laudoituksen alla on ilmarako. Samoihin aikoihin uusittiin ikkunat ja terassit. Yläpohjaa on lisäeristetty selluvillalla.

Suunnittelu ja toteutus

Rakennus on käytössä ympäri vuoden ja siinä on lämmitettävää tilaa noin 550 m². Lämmitysjärjestelmän uudistaminen tuli ajankohtaiseksi öljyn hinnan kallistuessa. Juhlasaliin on asennettu vuonna 2018 kaksi suuritehoista ilmalämpöpumppua, joille on käyttöä sekä lämmityksessä talvella että viilennyksessä kesällä.

Vuonna 2021 Hyrylän torppaan asennettiin ilmavesipumppu. Peruslämpö tulee ilmasta veteen -järjestelmästä, joka toimii vesikiertoisten pattereiden kautta kuten öljylämmityskin. Öljylämmitys on säilytetty varalämpölähteenä, ja sillä lämmitetään edelleen käyttövesi. Ilmavesilämpöpumppu todettiin sopivaksi vaihtoehdoksi, koska siinä voidaan hyödyntää olemassa olevia vesikiertoisia pattereita. Kohteeseen ei voitu asentaa maalämpöä, koska se sijaitsee pohjavesialueella.

Ilmavesilämpöpumppu asennettiin 1960-luvulla rakennettuun päätyyn, josta läpiviennit ja kaapelit johdettiin sisään kellarin kautta. Sisätiloissa lämmitysputkistot on koteloitu katon rajaan jo 1990-luvulla. Osaan pattereista vaihdettiin termostaattit.

Ilmavesipumpun lisäksi käytetään ilmalämpöpumppuja. Ravintolaan asennettiin uusi ilmalämpöpumppu syyskuussa 2022. Ravintolan ja juhlasalin ilmalämpöpumppujen ulkoyksiköt on sijoitettu 1980-luvulla rakennetun terassin yhteyteen lastausoven viereen.

Kokemukset prosessista

Lämpöpumppujen asentamiseen ei vaadittu lupia. Ennen asennusta ratkaisusta keskusteltiin energia-asiantuntijan ja Kotiseutuliiton neuvonta-arkkitehdin kanssa ja etsittiin sisä- ja ulkoyksiköille teknisesti ja ulkonäöllisesti sopivimmat paikat. Asennustöissä käytettiin asiantuntevaa, hyväksi tiedettyä yritystä ja työn toteutusta valvoi rakennusinsinööri.

Kunta on myöntänyt kohteelle peruskorjausavustusta ja energiakorjauksiin saatiin vuonna 2023 25 000 euron avustus Kotiseutuliitolta. Avustuksen hakeminen ja yhteistyö Kotiseutuliiton kanssa sujui hyvin. Valitettavasti Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittamaa ja Suomen Kotiseutuliiton jakamaa energia-avustusta ei ainkaan toistaiseksi jaeta.

Rahoitusta korjauksiin on saatu myös Euroopan Unionin maaseuturahastosta, mutta EU-rahoituksen hakuun liittyvä paperityö on koettu kohtuuttoman suureksi vapaaehtoistyöntekijöille.

Uusi lämmitysjärjestelmä on koettu toimivaksi. Lämmityskulujen arvioidaan olevan nyt noin 40 % aiemmasta ja öljyn käyttö on puolittunut. Öljyä kuluu kuitenkin edelleen yllättävän paljon käyttöveden lämmitykseen, minkä vuoksi siinäkin halutaan siirtyä tulevaisuudessa ilmavesilämpöpumppuun. Lämpövuotoja on havaittu erityisesti ravintolan yläpohjassa ja sitä on tarkoitus lisäeristää tulevaisuudessa.

Tärkein syy lämmitysjärjestelmän muutokseen oli öljyn ja sähkön hintojen nousu. Suurin osa seurantaloon ylläpitokustannuksista muodostuu lämmityskuluista, minkä vuoksi niiden pienentäminen on keskeinen osa rakennuksen ylläpitoa. Rakennuksen säilymisen kannalta on tärkeää, että talo on jatkuvassa käytössä ja sillä on talonmies, mutta myös talkootyötä tarvitaan. Käyttökulut pyritään kattamaan tilojen vuokratuloilla, minkä lisäksi kunta tukee rakennuksen ylläpitoa kohtuullisilla avustuksilla.

Kuva 34. Kulmassa olevalle terassille asennetut ulkoyksiköt eivät juuri näy pihalle.
Kuva: Jukka Korri/Ramboll.



Kuva 35. Hyrylän torpassa ulkoyksiköitä ei ole asennettu katujulkisivulle vaan pätyyn. Putkikotelo on maalattu seinän väriseksi. Kuva: Jukka Korri/Ramboll.



3.6 Yhteenveto esimerkkikohteista

Hankkeen aluksi tehdyn kyselyn ja esimerkkikohteiden yhteydessä tehtyjen haastattelujen avulla kerättiin kokemuksia erilaisten vähähiilisten energiaratkaisujen soveltamisesta kulttuurihistoriallisesti arvokkaisiin kohteisiin. Yhteistä hyvin toteutetuille ratkaisuille on se, että niissä on käytetty ammattitaitoista suunnittelijaa. Kulttuurihistoriallisesti arvokkaassa kohteessa ratkaisut on suunniteltava tapauskohtaisesti. Rakennuksen ominaispiirteet huomioivissa, huolellisesti toteutetuissa toimenpiteissä on kyse investoinnista, jolla parannetaan kiinteistövarallisuuden arvoa.

Haastattelujen perusteella vuorovaikutus museoviranomaisen kanssa on todettu sujuvaksi ja hyödylliseksi. Yhdessä on löydetty molempia osapuolia tyydyttäviä ratkaisuja, joiden avulla rakennuksen arvot ja ominaispiirteet säilyvät. Samalla on voitu saada hyviä neuvoja rakennuksen kunnostamiseen ja korjausavustusten hakemiseen.

Ilmalämpöpumppujen ulkoyksiköiden sijoittelu ja verhoilu sekä kanavien piilottaminen ovat arkkitehtonisesti usein haastavia, mutta hyvällä suunnittelulla useimmiten ratkaistavissa. Hyviä vaihtoehtoja voivat olla ulkoyksiköiden asentaminen katolle kuten As Oy Pyyrikinkulmassa tai sijoittaminen etäämmälle seinästä omaan verhoiltuun koteloonsa kuten Lyökin luotsiasemalla. Putket voidaan koteloida metalli- tai puukoteloon ja maalata seinän tai katon väriseksi. Lauhdevesien johtamiseen on syytä kiinnittää erityisen suurta huomiota, jos ilmalämpöpumpun ulkoyksikkö on kiinni rakennuksen seinässä.

Aurinkopaneelit tulee asentaa katonharjan alapuolelle samaan kaltevuuteen lappeen kanssa. Paneelien kehysten ja kiinnikkeiden maalaaminen tummaksi tai katon kanssa samaan sävyyn vähentää paneelien erottumista. Kattomuoto ja katemateriaali ovat tärkeä osa rakennuksen ominaispiirteitä, minkä vuoksi Museoviraston mukaan kattopintaa pitäisi jättää myös näkyviin.

Rakennettaessa maalämpöä historialliseen ympäristöön on etukäteen selvitettävä kaivuutöiden mahdolliset vaikutukset arkeologiseen kulttuuriperintöön. Erityisen tarkkaan kaivuutyöt on suunniteltava kirkkomailla ja vanhoissa kartanopuistoissa. Maalämpö sopii parhaiten kohteisiin, joissa on valmiina vesikiertoinen keskuslämmitys, eikä uusi lämmitysjärjestelmä edellytä rakenteisiin kajoamista. Lattioiden purkamista lattialämmityksen asentamiseksi ei suositella kulttuurihistoriallisesti arvokkaisiin kohteisiin.

Bioenergiaa on käytetty erityisesti maatalouden lämmitysratkaisuna jo pitkään ja ratkaisut ovat vakiintuneita ja kehittyneitä. Maatilan pihapiirissä on yleensä paljon rakennuskantaa, josta voidaan löytää sopivat tilat lämpökeskukselle ja polttoainetarastolle. Jos sopivaa rakennusta ei ole valmiina, paras ratkaisu on sijoittaa uudisrakennukset etäämmälle arvokkaasta pihapiiristä kuten Kuitian kartanolla on tehty.

Pientuulivoima on vielä harvinaista ja sen käytöstä on vähän kokemuksia. Pienelläkin tuulivoimalalla on maisemallisia vaikutuksia ja erityisesti arvoalueilla pitää neuvotella museoviranomaisen kanssa ennen rakentamiseen ryhtymistä. On tärkeää huomioida myös naapurien mielipide, koska tuulivoimalasta voi aiheutua maisemahaitan lisäksi meluhaittoja.

Kanteleen meijerillä saadut kokemukset sähköverkon kapasiteetin riittämättömyydestä on hyvä muistaa erityisesti harvaan asutuilla alueilla, ja olla jo varhaisessa vaiheessa yhteydessä paikalliseen verkkoyhtiöön.

4 Rahoitusmahdollisuudet, tuet

Tässä luvussa kuvataan vähähiilisten energiamuotojen hankintaan soveltuvat rahoitusmahdollisuudet ja tukimuodot. Yksikään esiteltyistä rahoitusmahdollisuuksista tai tukimuodoista ei ole tarkoitettu erityisesti kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden kohteiden energiaratkaisuja varten, vaan ne ovat yleisesti tarjolla. Soveltaminen on kuitenkin mahdollista myös kulttuurihistoriallisesti arvokkaisiin kohteisiin. On hyvä huomioida, että erityisesti tukimuotojen osalta tilanne kuvastaa oppaan kirjoitusajankohtaa (kevät 2024). Ajan kuluessa tukiehdot saattavat muuttua, tukia saattaa kokonaan poistua ja uusia tulla tilalle.

4.1 ESCO (Energy Service Company)

ESCO (Energy Service Company) -hankkeissa energiatehokkuuspalveluita tarjoava yritys toteuttaa asiakasyrityksen tiloissa erilaisia toimenpiteitä ja investointeja, joiden tarkoituksena on vähentää energiankulutusta ja tehostaa energiankäyttöä. ESCO-palvelut soveltuvat sekä teollisuusyrityksiin että julkiselle ja yksityiselle palvelusektorille. Yksi ESCO-hankkeiden keskeisistä piirteistä on, että palveluntarjoaja ei ainoastaan toteuta energiatehokkuustoimenpiteitä, vaan myös takaa syntyvät energiansäästöt ja todentaa niitä. ESCO-yhtiö ottaa siis toiminnallisen vastuun toteutettavasta investoinnista, jonka kustannukset voidaan kattaa pienentyneen energiakulutuksen tuomilla säästöillä. (Motiva 2023)

Tämä säästöjen takuujärjestelmä tekee ESCO-hankkeista houkuttelevia, koska riski jää paljolti palveluntarjoajalle. Asiakas voi luottaa siihen, että palvelun kustannukset katetaan saavutetuilla säästöillä. Asiakas voi myös rahoittaa investoinnin itse ESCO-palveluntarjoajan sijaan.

Yrityksille toteutettaville ESCO-hankkeille on saatavilla myös tukea Business Finlandilta. Tuki on suurempi kuin tavanomainen energiatuki. ESCO-tukea voi hakea loppuasiakas eli yritys, jonka kiinteistössä hanke toteutetaan. Kohteita, joihin tukea haetaan, voivat olla esimerkiksi rakennusten talotekniikkajärjestelmät, teollisuuden käyttöhyödykejärjestelmät tai energiantuotanto. Saadakse

tukea ESCO-palveluihin, hakijan on kyettävä tarjoamaan vähintään 50 %:n säästö-takuu. Lisäksi on tärkeää, että todentamiskäytön aikana suoritettujen säästöjen prosenttiosuus kokonaissäästöistä on vähintään 80 %, kun määrä lasketaan euroina. (Motiva 2023)

Energiatohokkuussopimuksen ulkopuolella olevalle yritykselle tai yhteisölle tuen enimmäismäärä on 15 % ESCO-palvelulla toteutettaville tavanomaisen tekniikan hankkeille. Tuen avulla voidaan kattaa energiatohokkuussopimuksen alaisia yrityksiä, jolloin tuki on enintään 25 %. Tukea haetaan Business Finlandin asiointipalvelusta. Hakijalta vaaditaan muun muassa selkeä suunnitelma energiansäästötoimenpiteistä, todiste ESCO-palvelun käytöstä ja takuu syntyvästä energiansäästöstä. Tukea ei myönnetä hankkeille, jotka on käynnistetty ennen tukipäätöstä. (Motiva 2023)

4.2 Kotitalousvähennys

Kotitalousvähennys on veroetu, jonka avulla yksityinen henkilö voi vähentää osan kotitalous- tai remonttipalveluista maksamastaan työn osuudesta verotuksessaan erilaisissa omakotitaloon tai vapaa-ajan asuntoon tehdyissä ostopalveluissa. Vähennyksen määrä riippuu tehtyjen töiden työkorvauksen määrästä tai palkkaamisen kustannuksista.

Maalämmön, aurinkosähkön ja muiden uusiutuvien energiamuotojen asentaminen voidaan katsoa remonttipalveluksi, johon on mahdollista saada kotitalousvähennystä. Vuonna 2024 vähennyksen enimmäismäärä on 2250 euroa vuodessa henkilöä kohden, ja se koostuu 40 % työn kustannusten määrästä. Öljylämmityksen luopumiseen johtavien remonttien kohdalla on voimassa korotettu vähennysoikeus. Niiden osalta vähennyksen enimmäismäärä on 3500 euroa/hlö ja työn arvonlisäverollisesta osuudesta voi vähentää 60 %. Huomioitavaa kuitenkin on, että omavastuuosuus on 100 euroa. (Verohallinto 2024)

Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että esimerkiksi aurinkopaneelien asennuksen tai maalämpöpumpun ostamisen yhteydessä voi saada huomattavan suuruisen verohelpotuksen. Vähennys tapahtuu hakijan tuloveroista, joten maksimaalinen hyödyntäminen edellyttää, että tuloveroa on kertynyt vastaava määrä.

On hyvä huomioida, että kotitalousvähennystä ei saa, mikäli samaan työhön saa muita tukia tai avustuksia, kuten ELY-keskuksen myöntämää avustusta pientalon öljylämmityksestä luopumiseksi.

4.3 Business Finland – Energiatuki

Business Finlandin energiatuki on suunnattu yrityksille ja yhteisöille, jotka aikovat investoida hankkeisiin liittyen uusiutuvan energian tuotantoon, energiansäästöön tai energiakatselemukseen. Tuki ei sovellu maataloille, asunto-osakeyhtiöille tai asuinkiinteistöille, eikä yrityksille, joiden rahoitus tulee valtion talousarviosta. Yrityksen tai yhteisön koolla ei ole merkitystä. Hakijan tulee osoittaa hakemuksessaan, miten hanke edistää uusiutuvan energian tuotantoa ja kohdistuu energiansäästöön, sekä miten se vie kohti vähähiilisempää energiasektoria pitkällä aikavälillä Business Finlandin verkkosivuilla on ajankohtaista tietoa tukikelpoisista hankkeista ja maksimitukimääristä. (Business Finland 2024)

Uuden teknologian hankkeet ovat etusijalla energiatuen saamisessa. Harkinnanvaraisesti voidaan tukea myös tavanomaisen teknologian hankkeita. Hakemuksen tulee olla hyvin valmisteltu. Tukea voidaan myöntää sekä investointi- että selvityshankkeisiin. Jotta energiatukea voi saada, tulee sitä hakea ennen hankkeen käynnistämistä. Lisäksi tuella on oltava merkittävä vaikutus hankkeen käynnistämiseen. Lisätietoa Business Finlandin rahoitusehdoista löytyy heidän verkkosivuiltaan.

Ennen tuen hakemista yrityksen on varmistettava riittävä oma rahoitus hanketta varten. Rahoituksen myöntämisestään on esimerkiksi yrityksen maksukyvyttömyys, verovelka tai investoinnin edellyttämä muun rahoituksen puuttuminen.

4.4 ELY-keskuksen tuet öljy ja kaasulämmityksestä luopumiseen

Yksityishenkilöt, jotka omistavat ympärivuotisesti asutun omakoti- tai paritalon, voivat hakea avustusta öljy- tai maakaasulämmityksen poistamiseksi ja vaihtamiseksi muihin lämmitysmenetelmiin, jotka eivät käytä fossiilisia polttoaineita tai biokaasua tai -öljyä.

Avustusta hallinnoi ja myöntää Pirkanmaan ELY-keskus, ja sen suuruus on joko 2 500 euroa tai 4 000 euroa. 4 000 euron avustus on saatavilla, jos öljy- tai maakaasulämmitys vaihdetaan maalämpöpumppuun, ilma-vesilämpöpumppuun tai kaukolämpöön. 2 500 euroa avustusta on saatavilla, jos lämmitysjärjestelmä vaihdetaan muihin ei-fossiilisiin lämmitysmenetelmiin. (ELY-keskus, Öljylämmityksen vaihtajalle 2024)

Hakemuksia voi jättää niin kauan kuin avustukselle varattua rahaa on saatavilla, avustuksen statuksen voi tarkistaa ELY-keskuksen verkkosivuilta. Avustusta voivat hakea yksityiset henkilöt ja kuolinpesät, jotka omistavat pientalon tai pientalossa sijaitsevan asunnon hallintaan oikeuttavia osakkaita. Hakijan tai valtuutuksen antaneiden ei tarvitse asua talossa. Lisäehtona avustuksen saamiseksi on, että talon on oltava jatkuva asuinpaikka. Avustusta ei myönnetä vapaa-ajankohteille. Avustusta ei myöskään myönnetä, jos pientalon omistaa kiinteistöosakeyhtiö tai keskinäinen kiinteistöosakeyhtiö.

4.5 Maatilojen energiatuki

Maatilan energiainvestointeihin, kuten aurinkopaneeliin, voidaan myöntää investointitukea. Maatalouden investointitukea voi saada 18 vuotta täyttänyt viljelijä, joka harjoittaa tai ryhtyy harjoittamaan maatilalla maataloutta elinkeinonaan. Alle 3000 euron investointeihin tukea ei myönnetä. Tukea voidaan myöntää kolmen verovuoden aikana enintään 1 500 000 euroa. Tuessa on mahdollisuus valtiontakaukseen maksimissaan 800 000 euron energiainvestointiin. Tukea voidaan myöntää energiantuotantoon, energiansäästöön tai energiatehokkuuden parantamiseen. Investointi on tukikelpoinen vain siltä osin, kun energia käytetään maatalouden tuotantotoiminnassa. Avustuksen määrä hyväksyttävistä kustannuksista on 50 %. (Ruokavirasto 2023)

4.6 Aran myöntämät tuet

Ara on myöntänyt energia-avustuksia asuinrakennusten energiatehokkuutta parantaviin korjaushankkeisiin vuosina 2020–2023. Energia-avustukset päättyivät vuoteen 2023. Avustuksia ei voi enää hakea eikä uusista energiatuki hauista ole ilmoitettu. (Ara 2023)

5 Luvat

Opasta varten tehdyn kyselyn vastauksissa nousi esiin, että lupakäytännöt vaihtelevat kunnittain. Kunnissa on erilaisia rakennusjärjestyksiä, eikä kaikissa ole mainintaa luvan hakemisesta uusiin energiajärjestelmiin.

Myös kiinteistönomistajien tietoisuus lupakäytännöistä vaihtelee. Ilmalämpöpumpun tai aurinkopaneelien asentaminen voi tuntua pieneltä toimenpiteeltä, johon ei huomata kysyä lupaa. Laitemyyjien ja asentajien pitäisi osata informoida asiakkaitaan paremmin.

Kulttuurihistoriallisesti arvokkaaseen ympäristöön tai suojeltuun rakennukseen kohdistuvissa hankkeissa tulee olla yhteydessä alueelliseen vastuumuseoon ennen rakennusta tai kaupunkikuvaa muuttaviin hankkeisiin ryhtymistä. Kirkollisiin rakennuksiin kohdistuviin muutoksiin on haettava lupa Museovirastolta ja Kirkkohallitukselta.

Yleisesti ottaen ennen hankkeen aloitusta kannattaa ottaa yhteyttä kohdekunnan viranomaisiin, erityisesti rakennusvalvontaan, ja selvittää mitä lupia juuri kyseisessä kunnassa vaaditaan. Lupia selvittäessä on syytä ilmoittaa viranomaiselle, että kohde on kulttuurihistoriallisesti merkittävä tai suojeltu.

6 Abstract

Various public entities have been seeking guidance on integrating low-carbon energy sources into sites with cultural and historical value and their surroundings. International and national regulations also lead to the need to improve energy efficiency in these locations. This report compiles good examples and practices to support the adoption and fitting of low-carbon energy sources in culturally and historically valuable buildings and areas. Ramboll Finland Oy was responsible for the implementation of this work, and it was guided by a steering group comprised of representatives from expert organizations. The report's target group is the property owners, as well as municipal building control authorities and planners, environment specialists of museums with regional responsibility and the Centres for Economic Development, Transport and the Environment (ELY Centres), designers, project and equipment operators, and other interested parties.

This publication addresses only low-carbon energy sources in the renovation of sites with cultural and historical values, not, for instance, additional insulation or other renovations related to improving energy efficiency. Sites with cultural and historical value refer to buildings, structures, and built environments that have been assessed as culturally and historically significant in national, regional, or local inventories. The impact of energy sources is the most significant factor in the operational emissions of properties.

In sites with cultural and historical value, care must be taken to ensure that energy solutions do not impair the characteristics that form the values of the site. In addition to the building's architecture, urban landscape values and other environmental values, such as archaeological heritage and vegetation, must be considered. Changes made to a site with cultural and historical value should be designed in such a way that they can be removed later, and the building can be restored to its original state.

In integrating low-carbon energy sources into sites with cultural and historical value, it is always necessary to assess the structural condition and load-bearing capacity before deciding on the project's progression. Equipment – whether placed on the roof or on the wall – should be placed on less visible surfaces, and on the other hand, pipe/wiring conduits should be either fully concealed or placed/

covered in the most “unnoticeable” way possible. Many energy sources require penetration through the building envelope for the transfer of electricity or heat into interior spaces. When making a penetration, it must be done carefully to prevent any possible air or water leakage at the point of penetration, while also ensuring that any potential leak is easily detectable.

The energy sources examined in this report include solar energy: solar collectors and panels, bioenergy, geoenery, small-scale wind power, and heat pumps (air-water, air-to-air, exhaust air heat pump). These energy sources reduce the need for purchased energy and can entirely replace high-emissions energy sources such as oil heating. Heat pump solutions are highly energy efficient. Ground-source heat pumps can offer the greatest benefit from an energy efficiency perspective. However, with ground-source heat, the space required for drilling, wells, and horizontal piping, as well as the environmental impacts during construction, must be considered. Air-sourced heat pumps have a smaller environmental impact, but also are not as energy efficient compared to ground-source heat. Bioenergy refers to fireplaces and separate heating boilers. In practice, bioenergy does not affect energy efficiency, but its low-carbon quality comes from replacing, for example, oil heating. The use of bioenergy requires more work from the user during operation than electric-based solutions such as heat pumps. Bioenergy solutions demand storage space for fuel, the impacts of which must be considered in the built environment. Solar energy solutions are usually installed on the roofs of the buildings, where the bearing capacity of the roofs and the effects of the panels on architecture and the cityscape must be taken into consideration. Solar electricity reduces the need for purchased electricity when the sun shines. Similarly, solar thermal collectors reduce the need for purchased heating. Regarding small-scale wind power, one must consider the area’s wind conditions, the visual effects of the turbine, the terrain conditions required by the foundations, and their impacts on the built environment.

The work presented seven example sites where low-carbon energy sources have been implemented. A survey conducted at the beginning of the project and interviews carried out in connection with the example sites were used to gather experiences on integrating various low-carbon energy solutions into culturally significant places. A common feature of well-executed solutions is that they have used a professional designer. In a site with cultural and historical value, solutions must be planned on a case-by-case basis. When building features are considered in carefully executed measures, it is an investment that enhances the value of property assets.

In the example sites, good practices for utilizing energy solutions emerged. With air-source heat pumps, the layout and cladding of exterior units as well as the concealment of ducts are often architecturally challenging, but with good design, they can usually be resolved. Pipes can be encased in metal or wooden boxing and painted the color of the wall or ceiling. Regarding solar panels, painting the frames and brackets of the panels dark or the same shade as the roof reduces the panels' prominence. In utilizing bioenergy, especially on farms, existing buildings can be used, or a new building can be placed further from a valuable courtyard. The example sites also highlighted the need to ensure the adequacy of the power grid, especially in sparsely populated areas, when planning for electric-based heating production or new electricity generation.

In projects affecting culturally or historically significant environments or protected buildings, it is necessary to contact the museum with regional responsibility before commencing any projects that alter the building or the cityscape. For changes to ecclesiastical buildings, a permit must be obtained from the Finnish Heritage Agency and the Church Council.

Generally, before starting a project, it is advisable to contact the authorities in the target municipality, especially the building control department, and find out what permits are specifically required in that municipality. When figuring out permits, it is necessary to inform the authorities that the site is culturally and historically significant or protected.

7 Lähteet

- Ara. *Energia-avustukset*. 2023. https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Energiaavustus.
- Business Finland. *Energiatuki*. 2024. <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/energiatuki>.
- Digi- ja väestötietovirasto. *Kulttuuriympäristösananst*. 2024. <https://sanastot.suomi.fi/terminology/16506fef-a5fd-43bf-b28e-afce1bb030ac>.
- Eklund, Esa. *Jokamiehen opas Pientuulivoiman käyttöön*. https://www.motiva.fi/files/6010/Joka_miehen_opas_pientuulivoiman_kayttoon.pdf: Motiva / Kodin Vihreä Energia, 2011.
- ELY-keskus, *Öljylämmityksen vaihtajalle*. 2024. <https://www.ely-keskus.fi/oljylammityksen-vaihtajalle>.
- Fingrid. *Sähköntuotannon ja -kulutuksen CO2-päästöarviot*. 2024. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2/>.
- Green Buildings Council Finland. *Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi valmistunee alkuvuodesta*. 2023. <https://figbc.fi/rakennusten-energiatehokkuusdirektiivi-valmistunee-alkuvuodesta>.
- Hakala, Otto. "Aurinkopaneeli ja -paneelituotannon hiilijalanjälki." *Turun Ammatti-korkeakoulu*, 2021.
- Juvonen, Janne, ja Toivo Lapinlampi. "Energiakaivo : Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa." *Ympäristöministeriö*. 18. 08 2013. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/40953>.
- Motiva *Aurinkosähköjärjestelmän teho*. 2024. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelman_teho.
- Motiva. *BUILD UP Skills -koulutusmateriaalit*. 2021. https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_pientalo/rakentajan_ohjeet/build_up_skills_finland/build_up_skills_-koulutusmateriaalit.
- Motiva *CO2-päästökertoimet*. 2023. https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/co2-paastokertoimet.
- Motiva. *Energiatehokkuus- ja ESCO-palvelut*. 2023. https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatehokkuus-ja_esco-palvelut.
- Motiva *Ilmalämpöpumppu*. 2022. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiaat/ilmalampopumppu.

- Motiva Oy. 2. 8 2022. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/ennen_jarjestelman_hankintaa/lupa-asiat.
- Motiva Oy ESCO-hankkeiden tuki. 2023. https://www.motiva.fi/ratkaisut/energia-katselmustoiminta/tuetut_energiakatselmukset/katselmus-_ja_investointituet/esco-hankkeiden_tuki.
- Motiva Poistoilmalämpöpumppu. 2022. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/poistoilmalampopumppu.
- "Motivan Lämpöä ilmasta -esite." <https://www.sulpu.fi/la%cc%88mpo%cc%88a%cc%88-ilmassa-la%cc%88mmitysja%cc%88rjestelma%cc%88t-ilmala%cc%88mpo%cc%88pumput/>. 2012.
- Museovirasto. *Kulttuurympäristön palveluikkuna*. 2024. www.kyppi.fi.
- *Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY*. 2024. www.rky.fi.
- Pirkanmaan maakuntamuseo. *Siiri-tietokanta*. 2024. <https://siiri.tampere.fi/>.
- Ruokavirasto. *Maatalouden investointituet*. 2023. <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/investoinnit/maatalouden-investointituet/>.
- Satakunnan museo. *Pakki-tietokanta*. 2024. www.y-pakki.fi.
- Suomen Tuulivoimayhdistys. 2024. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/pientuulivoima/tietoa-pientuulivoimalan-ostajalle>.
- Syke. *Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet*. 2024. <https://www.ymparisto.fi/luonto-vesistot-ja-meri/maisemat/arvokkaat-maisema-alueet>.
- Tukes. 2023. <https://tukes.fi/-/aurinkosahkojarjestelmien-asennuksissa-tehdaan-paljon-virheita>.
- Valtioneuvosto. *Uusi jäteasetus velvoittaa nykyistä tehokkaampaan erilliskeräykseen ja kierrätykseen*. 2021. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/uusi-jateasetus-velvoittaa-nykyista-tehokkaampaan-erilliskeraykseen-ja-kierratykseen>.
- Verohallinto. *Kotitalousvähennys*. 2024. <https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/verokortti-ja-veroilmoitus/vahennykset/kotitalousvahennys/>.
- Ympäristöministeriö. *Ehdotus ympäristöministeriön asetukseksi rakennuksen ilmastoselvityksestä*. 2021. <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=0b297461-cdee-4657-9a4e-d2791315257d>.
- *Luonnos hallituksen esitykseksi rakentamislain muuttamisesta*. 2023. <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=65211281-8a8f-4eb3-9465-ff3246a312c0>.



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet

ISBN: 978-952-361-378-2 PDF

ISSN: 2490-1024 PDF