

OULUN AMMATTIKORKEAKOULUN TEKNIKAN JA LUONNONVARA-ALAN LEHTI

TELULAINEN

ERIKOISNUMERO

Rakennus-, energia- ja talotekniikan osasto (RET)



Sisällysluettelo

3	Kohti vähähiilistä rakentamista
4	Hybridilaboratorion aurinkokeräinjärjestelmä
6	Mittausteknisillä taidoilla energiatehokkuuteen
8	Maatila energiafarmina
11	Vähähiiliset rakennuskannan avaimet
13	Energiatehokkuutta jätevedenpuhdistamolle
15	Energiatehokkuus kiinteistönhoidossa
17	Tavoitteena energiatehokkaat, vähähiiliset, päästöttömät opetussuunnitelmat
19	TallWood – hybridillä korkeammalle
21	Rakennusjätteet hyötykäyttöön – Suomi kiertotalouden mallimaaksi 2025
23	Onko loma-asunnon rakentaminen ekoteko?
25	Näkökulmia rakennusten pakolliseen ilmastaselvitykseen
27	Tuulivoimapuiston hankekehitys ja osaaminen
29	Pientaloihanne – rakentajan valinnat vuonna 2021
31	Tulevaisuuden osaaja hyödyntää dataa
33	Korkea rakentaminen haastaa LVI-suunnittelijan

Julkaisija Oulun ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja luonnonvara-alan yksikkö
Rakennus-, energia- ja talotekniikan osasto (RET)

Julkaisuvuosi 2021

Toimituskunta yksikönjohtaja Ville Isoherranen
koulutuspäällikkö Matti Toppi
koulutuspäällikkö Helena Tolonen
koulutuspäällikkö Tuomo Pesola
lehtori Pirjo Partanen
lehtori Soili Fabritius
lehtori Arja Maunumäki
lehtori Tuija Juntunen
etunimi.sukunimi@oamk.fi

Kansikuva Pixapay

ISSN 2670-2835

Kohti vähähiilistä rakentamista

Oulun ammattikorkeakoulu julkaisi maaliskuussa 2020 uuden strategiansa, jossa TKI-painoaloiksi määriteltiin vähähiiliset ja digitaaliset ratkaisut. Rakennettuun ympäristöön sekä rakentamiseen kohdistetaan suuria päästövähennysodotuksia seuraavien vuosien aikana. Vuonna 2017 ympäristöministeriö teetti vähähiilisen rakentamisen tiekartan, jolla vähennetään rakentamisen hiilijalanjälkeä sekä edistetään Suomen ilmastotavoitteita. Ympäristöministeriön tavoitteena on ohjata rakennusten elinkaaren aikaista hiilijalanjälkeä lainsäädännön avulla 2020-luvun puoliväliin mennessä.

Ympäristöministeriön ja Oulun ammattikorkeakoulun tavoitteet kohtaavat vahvasti vuonna 2020 muodostetulla rakennus-, energia- ja talotekniikan osastollamme. Yhdistämällä vahvan talo- ja energiatekniikan sekä rakennustekniikan osaamisen voimme olla kehittämässä tulevaisuuden ratkaisuja. Kehitystyötä tukemaan on rakennettu uudenlainen oppimisympäristö, hybridilaboratorio, jota olen ilokseni saanut esitellä tänä syksynä. Valmistuneet tilat tarjoavat alustan myös uusille kehityshankkeille, joista eräässä tämän lehden artikkelissa esiin nostetaan esimerkkinä vetyyn liittyvät ratkaisut.

Tavoitteenamme on saada seuraava suuri investointi kohdistumaan rakennustekniikan oppimisympäristöön, joka etenee hankevalmistelussamme nimellä ”Terve talo”. Tällä pyrimme kehittämään rakennuslaboratoriomme tiloja vastaamaan tulevaisuuden osaamistarpeita. Hanke mahdollistaa myös yhteistyön alueen yritysten, oppilaitosten ja tutkimusorganisaatioiden kanssa.

Telulaisen RET-teemanumero sisältää asiantuntijoiden tuottamia artikkeleita, joissa käsitellään energiatehokkuuteen ja ekologiseen rakentamiseen liittyviä ajankohtaisia teemoja sekä pohditaan tulevaisuuden mahdollisuuksia. Antoisia lukuhetkiä artikkelien parissa ja rauhallista joulun odotusta.

Matti Toppi

DI, insinööri (YAMK)

Koulutuspäällikkö, rakennus-, energia- ja talotekniikan osasto (RET)

Tekniikan ja luonnonvara-alan yksikkö

Oulun ammattikorkeakoulu



Oulun ammattikorkeakoulu tarjoaa koulutusta rakennus-, energia- ja talotekniikan insinöörin (AMK), rakennusarkkitehdin (AMK), rakennusmestarin (AMK) sekä insinöörin (YAMK) tutkintoihin. Vuosittain osastollamme valmistuu noin 200 osaajaa.



Rakennus-, energia- ja talotekniikan osasto on aktiivinen TKI-hankkeiden toteuttaja sekä haluttu yhteistyöpartneri. Hankeportfolion suuruus on n. 1 milj. € sisältäen kansallisia sekä kansainvälisiä hankkeita.

Hybridilaboratorion aurinkokeräinjärjestelmä

Oamkin hybridilaboratorion lämmitysjärjestelmään kuuluu aurinkokeräimiä, jotka ovat tyhjiöputki- ja tasokeräimiä. Niiden avulla voidaan perehtyä aurinkolämpöön. Todellinen lämmöntuotto saadaan suoraan keräimiltä datankeruuohjelmalla.

Oamkin Linnanmaan kampuksen hybridilaboratorion ulkopuolella olevat aurinkokeräimet tuottavat lämpöenergiaa osana hybridilämmitysjärjestelmää. Aurinkokeräinten päivittäistä ja tunnitista tuottoa voidaan seurata tietokannan avulla, johon data saadaan suoraa keräimiltä.

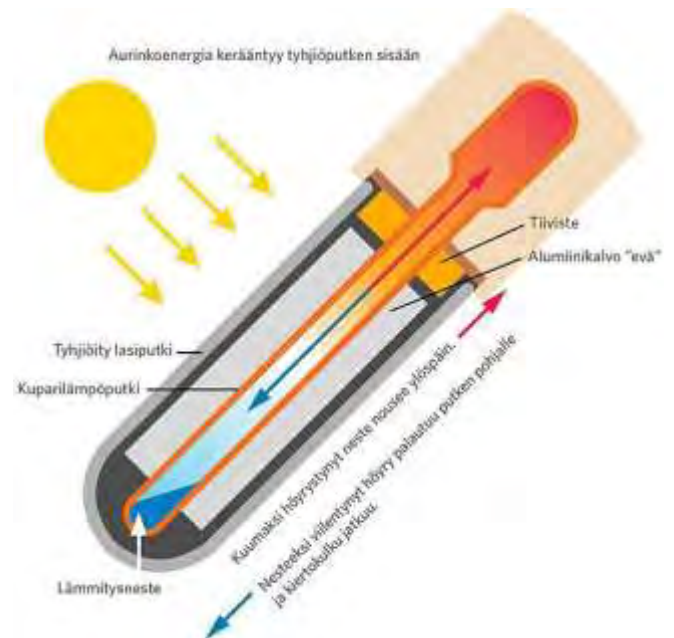


Oamkin hybridilämpöjärjestelmän aurinkokeräimet (Mielityinen 2021)

Aurinkokeräinjärjestelmä

Aurinkokeräinjärjestelmän periaate on muuttaa auringon säteily lämmöksi ja varastoida se käyttöön. Tyypillisesti sitä hyödynnetään tilojen, käyttöveden ja teollisuuden prosessiveden lämmityksessä. Suomen olosuhteissa voidaan aurinkolämpöä käyttää pitkästä talvesta huolimatta 8–10 kuukautena vuodessa. Suurin osa säteilystä on hajasäteilyä. Optimaalinen asennuskulma on 0–60° etelään. (1; 2; 3.)

Oamkin aurinkokeräinjärjestelmään kuuluvat tyhjiöputki- ja tasokeräin. Tyhjiöputkikeräimessä lämmönsiirtoneste kiertää putkessa tyhjiöidyn lasiputken sisällä (4).



Heat Pipe -tyyppisen tyhjiöputkikeräimen toimintaperiaate (Motiva 2020)

Tasokeräimessä kierto on absorboivan pinnan ja lasisen katteen välissä (5). Molemmilla keräimillä on omat kiertojärjestelmänsä, joihin sisältyy pump-puyksikkö säätimillä ja varolaitteilla. Lämpö varastoituu energiavaraajan kautta käyttöveteen.



Kytentäkaavio aurinkolämmön osuudesta hybridilaboratorion lämpöjärjestelmässä

Aurinkokeräinten tuotto saadaan SQL-tietokannasta, joka kerää dataa suoraan keräimiltä. Tällä tavoin laitteiston toimintaa voidaan seurata etänä.



Aurinkokeräinten kiertojärjestelmät ja energiavaraaja (Leskelä 2021)

Aurinkolämpö osana laboratorioharjoitusta

Aurinkokeräinjärjestelmää hyödynnetään lämmitystekniikan opintojakson harjoitustehtävässä, jossa tutustutaan hybridilaboratorion lämmöntuotantojärjestelmään. Aurinkokeräinten lämmöntuottoa verrataan teoreettisesti laskettuun tuottoon. Tehtävässä voidaan arvioida järjestelmän kannattavuutta ja pohtia, mitkä tekijät vaikuttavat lämmöntuoton vaihteluihin.

Pilvisyys ja varjostukset vaikuttavat

Datan perusteella tyhjiöputkikeräinten tuotto oli tasokeräimiä suurempaa. Molempien keräinten tapauksessa todellinen tuotto jää silti paljon teoreettisesti laskettua tuottoa pienemmäksi. Syynä tähän ovat puista ja rakennuksista aiheutuvat varjostukset sekä pilvisyys.

Rakennuksista aiheutuvat varjostukset vaikuttavat suurestikin aurinkokeräinten tuottoon. Puista aiheutuvat varjot taas ovat pehmeämpiä, eli säteily läpäisee ne helpommin. Kun varjostukset peittävät yli 20 % keräimen pinta-alasta, asentaminen ei ole kannattavaa.



Aurinkokeräinten sijoittelussa tulee huomioida rakennuksista, puista tai toisista keräimistä aiheutuvat varjostukset (Motiva 2020)

Yhteenveto

Aurinkokeräimiin perustuva laboratorioharjoitus voidaan tietokannan ja toimintakuvauksen perusteella suorittaa tarvittaessa myös etänä. Harjoitus antaa käsityksen siitä, miten paljon teoreettinen aurinkokeräinten tuotto eroaa todellisuudesta.

Aurinkokeräinjärjestelmän toimintakuvaus ja harjoitustehtävä tehtiin opinnäytetyönä (7).

Lähteet

1. Motiva 2020. Aurinkolämpöjärjestelmät. Hakupäivä 29.1.2021. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat.
2. Aurinkovoima. Aurinkokeräimet – usein kysyttyä. Hakupäivä 2.2.2021. <http://aurinkovoima.fi/fi/usein-kysyttya/aurinkokeraimet-usein-kysyttya>.
3. Motiva 2020. Auringonsäteilyn määrä Suomessa. Hakupäivä 12.2.2021. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa.
4. Motiva 2020. Tasokeräimet. Hakupäivä 29.1.2021. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/nestekiertoiset_keraimet/tasokeraimet.
5. Motiva 2020. Tyhjiöputkikeräimet. Hakupäivä 29.1.2021. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/nestekiertoiset_keraimet/tyhjioputkikeraimet.
6. Motiva 2020. Aurinkokeräinjärjestelmän asennus. Hakupäivä 2.12.2021. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/hankinta_ja_asennus/aurinkolampojarjestelman_asennus.
7. Leskelä, Jessika 2021. Aurinkolämpöjärjestelmän harjoitustyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Energiatekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 3.12.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/507893/Leskela_Jessika.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

Mittausteknisillä taidoilla energiatehokkuuteen

Mittaustekniset taidot luovat perustaa lähes kaikkien tekniikan alojen insinööriosaamiselle. Haluttaessa parantaa teknisten laitteiden toimintaa, tehostaa tuottavuutta tai kasvattaa hyötysuhdetta on kokeelliseen tutkimukseen liittyvä mittaaminen usein välttämätön osa kehitystyötä. Myös uuden keksimisessä luovasti toteutettu mittausjärjestely ja oikein valitut mittasuureet sekä -välineet ovat keskiössä. Laboratoriotöiden avulla energiatekniikan opiskelijat tutustuvat erilaisiin mittavälineisiin, datan keruuseen ja -käsittelyyn sekä mittaustarkkuuden analysointiin.

Osalle aloittavista insinööriopiskelijoista omakohmainen kokemus fysikaalisten suureiden mittaamisesta voi olla hyvin vähäinen. Niinpä Oamkin energiatekniikan opiskelijat suorittavat 1. opiskeluvuonna Mittaustekniikan opintojakson. Sen laajuus on 5 opintopistettä sisältäen lähinnä laboratorioissa tehtäviä mittaamiseen keskittyviä harjoitustöitä yhteensä kymmenen kappaletta. Näissä painotetaan fysikaalisten suureiden kokeellisessa tarkastelussa huomioitavia tekijöitä, soveltuvia mittalaitteita sekä mittaustarkkuuteen vaikuttavia seikkoja. Tämän opintojakson lisäksi mittaustekniikkaa opitaan soveltamaan mm. joissakin ns. ammattianeopintojaksojen harjoitustöissä määritettäessä esimerkiksi hyötysuhde ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenottokennolle. Toisaalta aurinkopaneelin tehontuoton mittaaminen eri kuormitustilanteissa on hyvin havainnollinen esimerkki hyötysuhteen optimointitilanteesta.

Näin saadusta lämpötehosta voidaan edelleen laskea kustannussäästö tietyssä ajassa kulloisenkin säätilan vallitessa.

Mittaustekniikan opintojaksolla ensimmäisenä harjoitustyönä tarkastellaan pyörimisliikettä, joka esiintyy itse asiassa useimmissa energian tuottamis-, muuntamis- tai siirtoprosesseissa. Tarkoitus on tutustua mittausjärjestelyn rakentamiseen sinänsä yksinkertaisen ja kaikille tutun liikeilmiön tutkimiseksi. Opiskelijat laativat ja testaavat pienryhmissä tietokoneavusteisen mittausjärjestelyn sekä selvittävät mitattavat suureet. Toistomittauksista kerätty mittausdata taulukoidaan ja jatkokäsitellään Excelillä. Välittömänä analysoinnin tuloksena saadaan mm. kuvaaja, jota tulkitsemalla lasketaan määritettäviä suureita mukaan lukien mittaustarkkuuden analyysi.

Lopuksi tärkeä vaihe on pohtia saatuihin tuloksiin sekä niiden tarkkuuteen vaikuttaneita tekijöitä; laskennallinen virheanalyysi antaa mahdollisuuden

selvittää eri mittasuureiden painoarvon lopputuloksen epätarkkuuteen.

Lämmöntalteenottokennon hyötysuhde

Havainnollinen kohde hyötysuhteen tutkimiseksi on ilmanvaihtokone ja siihen oleellisena osana kuuluva lämmöntalteenottokenno. Opiskelijoiden tehtävänä on selvittää IV-koneen LTO-kennon eli lämmönvaihtimen poistoilmasta talteen ottama lämpöteho. Näin saadusta lämpötehosta voidaan edelleen laskea kustannussäästö tietyssä ajassa kulloisenkin säätilan vallitessa. Harjoitustyö pyritään tekemään talvikaudella, jolloin myös käy ilmi kustannussäästön merkitys.

Lämmönvaihtimen tutkimiseksi sen eri puolille on jälkiasennettu yhteensä kahdeksan lämpötila- ja kosteusanturia. Antureiden ominaisuuksien selvittäminen on osa opiskelijan etukäteisvalmistautumista ko. harjoitustyöhön. Samalla korostuu anturivalinnan merkitys haluttaessa mitata tarkoitukseenmukaisella tavalla riittävä määrä eri suureiden arvoja. Opiskelija myös joutuu ottamaan kantaa mm. näytteenottotaajuuteen ja antureiden kalibrointitarpeeseen.

Varsinainen mittaaminen tapahtuu tietokoneavusteisesti valmiin ohjelmakoodin avulla. Tässä käytetään opiskelijakäyttöön suunniteltua ohjelmistoa, jonka peruserätyypit ovat riittävän yleistajuisia eritaustaisille opiskelijoille. Mittauksessa välittömät havainnot ovat mm. ilman lämpötila- ja kosteusarvoja, joista heti mittaustilanteessa voidaan todeta kennon lämpöä talteen ottava vaikutus.

Energian säästön kannalta vertailukelpoinen suure on jo paikan päällä laskettava ns. lämpötilahyötysuhde. Tässä kohtaa nousee esiin kuitenkin eri tavoin määritettyjen hyötysuhteiden rooli eri asioiden kuvaamiseksi. Laadittavan raportin myötä opiskelijat oppivat edellisen eron ns. energiahyötysuhteeseen, joka parhaimmin kuvaa kennon toiminnan hyvyttä ja merkitystä energiatehokkuuden näkökulmasta. (Salminen 2020.)

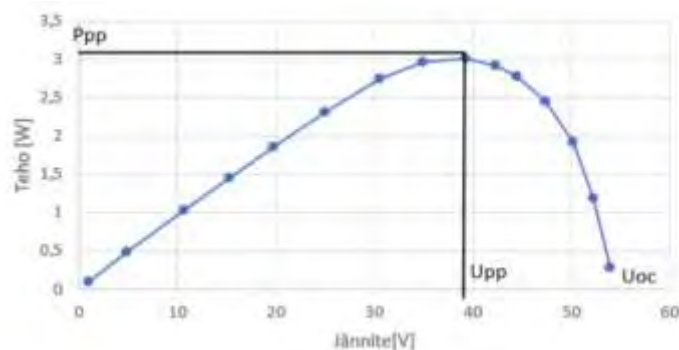


Ilmanvaihtokoneen lämmönvaihtimen hyötysuhteen mittausjärjestely

Aurinkopaneeli – mittaamalla paras tehontuotto

Monille opiskelijoille on entuudestaan tuttua käyttää taskulappua tai ladata puhelinta aurinkopaneelin antamalla sähköllä. Aurinkopaneeli tarjoaa myös hyvän mahdollisuuden sähköfysiikan perussuureiden ja niistä laskettavan hyötysuhteen koekelliselle tutkimiselle.

Laboratoriomittakaavassa voidaan ns. keinoaurinkona toimivilla lampuilla tuottaa riittävä määrä sopivaa valoa, jotta voidaan mitata paneelin antamaa virtaa ja jännitettä laajasti eri kuormitustilanteissa. Muuttamalla kuormituksen eli säätövastuksen arvoja opiskelijat huomaavat konkreettisesti selkeän vaihtelun paneelin antamassa sähkötehossa. Mittauksen virta- ja jännitearvoista on piirrettävissä myös havainnollinen tehokäyrä, josta voidaan lukea paras paneelin toiminta-alue. Edelleen mittaamalla keinoaurinko säteilyteho voidaan laskea paneelin energiahyötysuhde. (Ala-Myllymäki 2016.)



Aurinkopaneelin mitattu tehokäyrä

Mittausjärjestely mahdollistaa myös paneelin toiminnan häiriötekijöiden tarkastelun. Aurinkopaneelien asento- ja varjostustekijöitä voidaan tutkia joko käsivaraisesti ilman mittaustulosten analysointia tai niiden tarkasteluun on mahdollista rakentaa anturiohjattu mittauslaitteisto. Viimeksi mainitusta on hyviä kokemuksia automaatiotekniikkaan suuntautuneiden opiskelijoiden kanssa.

Mittausympäristöt kehittyvät

Suhteellisen yksinkertaisilla koejärjestelyillä voidaan luoda edellytykset riittävän tarkkoille mittaustuloksille, jotta voidaan ilmiöiden havainnollistamisen ohella esimerkiksi analysoida laitteiden hyötysuhteisiin vaikuttavia tekijöitä. Käytännön tekeminen todellisten mittalaitteiden ja koejärjestelyjen äärellä on ollut ja tulee jatkossakin olemaan tärkeä osa insinööriopintoja. Näin siitäkin huolimatta, että laitteiden toimintoja ja prosesseja voidaan jo nyt tarkastella ja hallita virtuaalisesti hyvin todentuntuisesti.

Jatkossa kehitettävää onkin siinä, miten voidaan yhdistää todellisen ja virtuaalisen mittaamisen parhaat puolet. Ja toisaalta: mittaustekniikan hyödyntäminen haastaa yhdistämään eri alojen osaajat toimimaan yhdessä!

Lähteet

Ala-Myllymäki, Esko 2016. Aurinkodemio. Oy Merinova Ab. Hakupäivä 9.11.2021. https://www.merinova.fi/wp-content/uploads/2016/09/aurinkodemio_loppuraportti.pdf.

Salminen, Samuel 2020. Poistoilman lämmöntalteenotto - Bayer Oy Turun tuotantolaitoksen poistoilman lämmöntalteenoton toiminta. Hakupäivä 27.10.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/334258/Salminen_Samuel.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

Maatila energiafarmarina

Maatilojen sivuelinkeinojen kehittämistä on harjoitettu siitä asti, kun työt puusavotoilla loppuivat. Puhtaan uusiutuvan energian tuotanto on koko ajan tärkeämpää. Olisiko puhtaan energia tuottamisesta kehitettävissä merkittävä sivuelinkeino tai jopa pääelinkeino joillekin suomalaisille maatiloille?

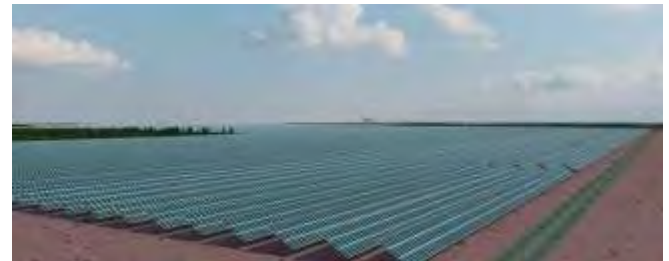
Yrittäjä Jukka Leikkonen on aktiivisesti pyrkinyt kehittämään maatilayrityksensä toimintaa ja tuotantoa, ja yksi uusista ideoista on hyödyntää osaa tilan noin 70 hehtaarin alasta energialiiketoimintaan. Leikkosen mukaan uusiutuvat energiamuodot tulevat olemaan tulevaisuuden energiaratkaisuissa merkittävässä roolissa. Hänen mukaansa on täysin mahdollista, että maatilat voisivat olla tässä tilanteessa yksi erittäin varteenotettava toimija. (1.)

Maatiloilla on etuna muita toimijoita laajemmat maa-alueet, joita voisi käyttää melko suuren luokan aurinkosähkön tai bioenergian tuottamiseen tai osana tuulipuistoa

Energiatekniikan projektissa keväällä 2021 yksi opiskelijaryhmä selvitti lypsykarjatilalle uusia energialiiketoiminnan mahdollisuuksia. Projektissa ei tarkasteltu yksittäisen tilan omaan käyttöön tuotettavan uusiutuvan energian kannattavuutta tai toimivuutta, vaan koko hankkeen lähtökohtana ja ideana oli uuden ja merkittävän suuruisen liiketoiminnan kehittäminen. Teknisten ratkaisujen sijaan koko työ aloitettiin liiketoimintamahdollisuuksien ja -edellytysten kartoittamisella. Tämä sisälsi niin asiakaspotentiaalien ja asiakastarpeiden kuin lainopillisten asioiden kartoittamista ja analysointia.

Aurinkoenergia

Ensimmäinen liiketoiminta-ajatus oli käyttää tilan yhtä noin kolmen hehtaarin peltoalaa aurinkosähkövoimalan tuotantoon. Kohde oli valikoitunut, koska rinnepellon suunta ja kaltevuuskulma olivat sopivat. Tutkimuksessa ei rajoitettu pelkästään tähän pinta-alaan, vaan suurempikin alue olisi mahdollista valjastaa aurinkosähkön tuotantoon.



Aurinkopaneelit kiinteällä maa-asennuksella (2)

Aurinkosähkö on nähty yhtenä tärkeimpänä tulevaisuuden uusiutuvan energian tuotantomuotona. Tällä hetkellä liiketoiminta ei vielä ole vakiintunutta, vaan uuden toimijan täytyy tässäkin toimia pioneerinä. Projektissa todettiin, että pelkkä aurinkovoima ei ehkä ole ratkaisu, jolla maatila muutettaisiin energiafarmiksi. Se on kuitenkin vaihtoehto, joka on hyvinkin nopeasti toteutettavissa pienimuotoisesti ja jota voidaan myöhemmin laajentaa. Se toimii hyvin myös yhdessä monen muun energiaratkaisun kanssa (3).

Jatkuuko tuulivoiman ylivertainen suosio vai tulee jotain muuta sen tilalle tai rinnalle? Sopiiko tämä uusi tulevaisuus myös energiafarmareille?

Tuulivoima

Tuulivoima on tällä hetkellä voimakkaimmin kasvava uusiutuvan energian tuotantomuoto Suomessa. Uusia voimaloita rakennetaan pääsääntöisesti rannikkoalueille. Tarkasteltavana ollut maatila sijaitsee Sisä-Suomessa, joten kyseessä olisi maatuulivoimala eikä alueella ole riittävän korkeita mäkiä tai vaaroja nykyisille tuulipuiston rakentajille. Vielä tällä hetkellä tuulivoimayhtiöitä kiinnostavat enemmän rannikkoalueet ja merituulivoima, joten syvällä sisämaassa olevien kohteiden toteuttaminen voi siirtyä myöhemmäksi. Tuulivoiman suurin kasvu saattaa jonkin ajan kuluttua hiipua, kun aurinkovoima ja vetytalous kehittyvät ja niiden merkitys kasvaa.



Tuulivoimaa Pohjois-Pohjanmaan rannikolla

Biokaasu

Bioenergian tuotantomahdollisuuksia maatilalla tarkasteltiin mm. liikennepolttoaineiden näkökulmasta sekä puhtaan sähköenergian tuotannon kannalta. Liikennepolttoaineena biokaasu on kiinnostava vaihtoehto ennen kaikkea raskaan liikenteen käyttövoimana. Tämänhetkisten suunnitelmien mukaan henkilöautoliikenne siirtyy suurelta osin sähköön, ainakin niin kauan kuin vety tulee laajamittaisesti käyttöön. Vetyautotkin ovat sähköautoja, mutta energian varastointi tehdään eri tavalla.

Liikennepolttoaineiden tuotannon kannalta olisi ehkä parasta, että lähitullä olisi biokaasun tankkausasema, johon kaasua voisi tilalta toimittaa. Jos taas harkitaan omaa tankkausasemaa, tilan tulisi sijaita vilkkaiden pääliikenneväylien välittömässä läheisyydessä riittävien asiakasvirtojen taakamiseksi.

Biokaasun tuotantoon voisi olla käytettävissä karjan lanta sekä nurmi, jota voitaisiin tuottaa joko osalla tai vaikka koko tilan peltopinta-alalla.

Peltobiomassa vaikuttaa mielenkiintoiselta biokaasun raaka-aineelta, kunhan sille löytyy käyttökohteita joko liikennepolttoaineena tai vaikka sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksen puhtaana

polttoaineena. Yhteistuotannon haasteena on riittävän lämmöntarpeen löytyminen sopivalta etäisyydeltä. Sähkölle kyllä löytyy käyttöä, ja se voidaan siirtää kauemmaksikin.

Yhden hehtaari alalta saadaan metaania keskimäärin noin 17 MWh (3). Tämä vastaa uuden kaukolämmitetyn omakotitalon vuotuista lämmityksen ja lämpimän käyttöveden energiatarvetta.



Peltomaisema Pohjanmaalla

Aurinkoenergiaa olisi kesällä käytännössä rajattomasti saatavilla, mutta sen varastointi talven varalle ei vielä onnistu. Olisiko vety ja vetytalous ratkaisu?

Vetytalous

Aurinkoenergian laajamittaisen käytön edellytys on kehittää akkuteknologiaa tehokkaampia sähköenergian varastointimenetelmiä. Kaikkein potentiaalisin menetelmä on muuttaa sähköenergia vedeksi ja varastoida se käytettäväksi sellaiseen aikaan, kun aurinkoenergiaa ei ole saatavilla. Tällainen varastointi auttaisi myös runsaasti vaihtelevan tuulivoiman tuotannon tasaamisessa. Vety voi tässä tarkastelussa olla myös jokin vety-yhdiste, tai se voi olla kiinnittynyt esimerkiksi johonkin kiinteään aineeseen. Nämä ovat vielä ratkaisuaan odottavia vetytalouden haasteita.

Biokaasua voidaan myös käyttää vedyn tuotannossa. Vedyn tuotantoon tarvittava energia voidaan tuottaa puhtaasti aurinkopaneelilla. Yhden hehtaarin peltopinta-alalta saatavalla energialla voisi ajaa sähköautolla 30 000–50 000 km. Ajomatkaan vaikuttaa valittu sähkön tuotantotapa ja sen hyötysuhde. Biokaasusta voidaan valmistaa vetyä useilla erilaisilla reformointireaktioilla. Vetytaloudessa on vielä useita kehityskohteita, muun muassa valmistusteknologia, varastointi ja kuljetusongelmat, joiden takia vety ei ole energiafarmarin tätä päivää. Voi kuitenkin olla, että lähiaikoina näemme ensimmäiset vetyfarmarit energiafarmareiden lisäksi.

Olemme tilanteessa, jossa kaikki mahdolliset päästöttömät energiaratkaisut ovat tarpeen

ilmaston lämpenemisen ehkäisemiseksi. Tarvitaan myös uusia ennakkoluulottomia avauksia erilaisiin tuotantomuotoihin ja toimijoihin. Päästöttömän energian tuotannon lisääminen vaatii myös lisäystä tutkimus- ja tuotekehityspanoksiin. Varmaankaan ei ole olemassa vain yhtä oikeaa ratkaisua, vaan käynnissä olevassa murroksessa tarvitaan erilaisia ratkaisuja ja niiden yhdistelmiä.

Luonnonvarojen säästämässä päästöttömät energianlähteet ovat merkittävässä roolissa, ja vetytalous taas auttaa säästämään luontoa, koska tarvitaan vähemmän akkumetalleja ja kaivoksia. Tärkeää on myös muistaa energian ja luonnonvarojen säästäminen. Mikään muu ei ole yhtä tehokasta energian käyttöä kuin sen käyttämättä jättäminen.

Lähteet

1. Leikkonen, Jukka 2021. Haastattelu sähköpostilla 30.9.2021.
2. Kantola, Antti 2020. Turvesuosta aurinkopaneelien meri: katso hätkähdyttävät havainnekuvat – Suomen suurimman aurinkovoimalaan jopa 400 000 paneelia. Maaseudun tulevaisuus 29.10.2020. Lehtiartikkeli. Hakupäivä 5.5.2021. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/talous/artikkeli-1.1227581>.
3. Motiva Oy. Biokaasun tuotanto maatilalla. Hakupäivä 12.10.2021. https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf.
4. Huhtaniska Janne, Lonkila, Joonas & Mahlakaarto, Jukka 2021. Maanviljelijästä energiafarmariksi. Oulun ammattikorkeakoulu. Energiatekniikan tutkinto-ohjelma. Energiatekniikan projektin raportti 7.5.2021. Ei julkaistu.

Vähähiilisen rakennuskannan avaimet

Muutettaessa rakennuskantaa vähähiiliseksi vaaditaan jokaisen toimijan yhteistyötä, selkeitä tavoitteita ja määrätietoista elinkaaren hallintaa. Rakennusten vähähiilisyyden arviointi antaa suuntaa tulevaisuuden vähähiilisille rakennuksille.

Suomen valtiolla on kovat tavoitteet saada Suomi hiilineutraaliksi vuoteen 2035 mennessä. Hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamiseksi ja ilmastokriisin hillitsemiseksi vaadittaisiinkin kaikkien yhteiskunnan osa-alueiden päästöjen vähentämistä nettonollaan tiukalla aikataululla. Koko maailman tulisi vähentää vuosittaisia kasvihuonekaasupäästöjä 32 Gt CO₂e vuoteen 2030 mennessä nykyisestä 59 Gt CO₂e:sta, jotta maan keskilämpötilan nousu saadaan rajoitettua 1,5 °C:seen. (United Nations 2020.)

Rakennettu ympäristö aiheuttaa noin 40 % maailman kasvihuonekaasupäästöistä. Rakentamisen päästöt kertyvät karkeasti jaoteltuna rakennusmateriaaleista, energiankulutuksesta, kuljetuksista, työmaatoimiminoista ja jätteiden käsittelystä. Päästöjä kertyy koko rakennuksen elinkaaren ajan. Rakennuksen vähähiilisyyden arvioinnissa tarkastellaan kussakin elinkaaren vaiheessa syntyviä päästöjä. Elinkaaren vaiheet on arviointinetytelmässä jaettu tuotevaiheeseen, rakentamiseen, käyttövaiheeseen ja elinkaaren loppuun. (Kuittinen 2019.)

Vähähiiliset energiaratkaisut

Fossiilisten polttoaineiden käyttö on suurin yksittäinen ilmaston lämpenemisen aiheuttaja. Jopa 76 % maailman päästöistä aiheutuu energiankulutuksesta. Rakentaminen ja rakennukset kuluttavat 40 % kaikesta Suomessa tuotetusta energiasta. Lämmitysjärjestelmä ja energiankäyttö määräävät noin 50–80 % rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljestä. Energiajärjestelmä on pitkän vaikutusajan vuoksi merkittävä tekijä rakennuksen hiilijalanjäljen kannalta. (Kestävä rakentaminen torjuu ilmastonmuutosta.)

Rakennuksen energiajärjestelmän vähähiilisyyteen vaikuttavat rakennuksen energiatehokkuus ja fossiilivapaa lämmitysjärjestelmä. Jo olemassa olevien rakennuksien energiatehokkuutta voidaan parantaa energiakorjauksilla.

Vähähiilisimpiä lämmitysmuotoja ovat maalämpö, suora ekosähkö, paikalliset aurinkokeräimet sekä ilmalämpöpumppu. Kaukolämpö voi olla myös

erittäin vähähiilinen vaihtoehto lämmitykseen kaukolämmön paikallisesta tuotantotavasta riippuen. Myös puu- ja pellettilämmitteinen talo voi olla yllättävän vähähiilinen.

Vähähiilisemmän rakennuskannan avaimet ovat tiedostava suunnittelu ja uusiutuvien energianmuotojen valinta.

Rakennusmateriaalien vähähiilisyys

Rakentamisessa fossiilisia polttoaineita kuluu lämmityksen ja sähkönkulutuksen lisäksi myös kuljetuksiin, työmaan ja korjausten energian käyttöön sekä rakennusmateriaalien valmistukseen. Etenkin uusiutumattomien ja neitseellisten raaka-aineiden käyttö rakennusmateriaalien valmistuksessa kuluttaa paljon fossiilisia polttoaineita ja luonnonvaroja sekä heikentää siten luonnon monimuotoisuutta.

Rakennusmateriaaleista aiheutuvia päästöjä voitaisiin pienentää valitsemalla uusiutuvia, kierrätettyjä ja uusiokäytettyjä materiaaleja mahdollisimman paljon sekä vaihtamalla rakennusmateriaalien tuotannossa käytettävät fossiiliset polttoaineet uusiutuviin energialähteisiin. Kierrätysmateriaalien ja rakennusosien uusiokäyttöä tulisi rakentamisessa lisätä entisestään rakennuskannan vähähiilisyyden saavuttamiseksi. Tärkeää tavoitteen kannalta on myös rakennusmateriaalin kestävyys, sillä materiaalien kulutuskestävyys, pitkäikäisyys ja helppo korjattavuus vähentävät rakennuksen käytönaikaisten rakennusosien vaihtoja.

Rakennuksen hiilijalanjäljen pienentämisen lisäksi rakennuksen vähähiilisyyttä voidaan edistää kasvattamalla sen hiilikädenjälkeä. Hyvä esimerkki vähähiilisestä, helposti kierrätettävästä ja uusiokäytettävästä rakennusmateriaalista on puu. Puurakenteisiin sitoutunut hiili säilyy rakennuksessa hiilivarastona rakennuksen elinkaaren ajan pitäen hiilen poissa ilmakehästä.

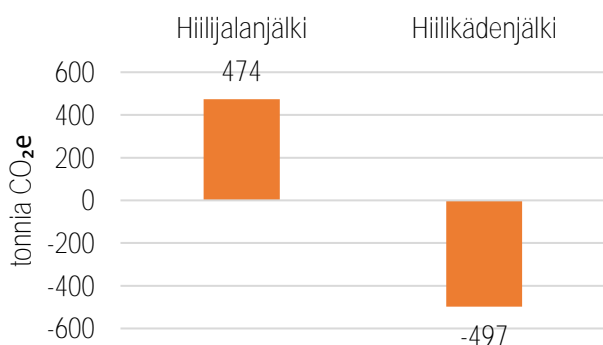
Rakennuksen vähähiilisyys kohtalo päätetään jo ennen rakentamista

Kattava rakennuksen peruskorjaus aiheuttaa vähemmän päästöjä kuin uuden vastaavan rakennuksen rakentaminen. Hyvin toteutetulla ylläpidolla ja ajankohtaisilla korjauksilla rakennuksen käyttöikä saadaan pidennettyä, mikä vähentää päästöjä pitkällä aikavälillä sekä säästää luontoa. Suunnittelussa olisikin tärkeää huomioida, että rakennukset suunnitellaan pitkäikäisiksi ja kestäviksi. Tulevaisuuden pitkäikäisten rakennusten tulisi kestää myös ilmaston lämpenemisen seurauksena yleistyvät sään ääri-ilmiöt.

Tiedostavalla suunnittelulla voidaan vaikuttaa suurimpaan osaan rakentamisen päästöistä valitsemalla vähähiiliset energiaratkaisut ja rakenneratkaisut. Määrätietoisilla vähähiilisyystavoitteiden asettamisella pystytäisiin saavuttamaan nykyistä huomattavasti pienemmät rakennuskannan päästöt.

Olennessa osassa tavoitteiden asettamisessa on myös poliittinen tahtotila ja riittävien minivaatimusten asettaminen rakentamisen vähähiilisyysdelle. Kaavoitus- ja rakennuslain uudistumisen myötä rakennetyyppikohtaisen vähähiilisyysraja-arvot tulevat osaksi rakennuslupaprosessia vuoteen 2025 mennessä.

Rakennetyyppikohtaisten raja-arvojen saavuttamiseksi suunnittelijalle olennainen työkalu on rakennuksen hiilijalanjäljen arviointi. Arvioinnin avulla saadaan tietoa siitä, mitä rakennuksen osaluueita optimoimalla tai muuttamalla saadaan rakennuksen hiilijalanjälkeä pienennettyä eniten.



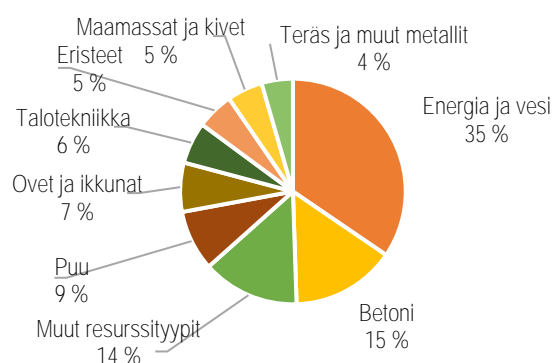
Oivangin majoitusrakennuksen elinkaaren hiilitase

Arvioinnissa hiilinegatiivinen rakennus

Kuusamoon nuoriso- ja matkailukeskus Oivangille on valmistunut uusi majoitusrakennus, josta toteutettiin rakennuksen vähähiilisyysarviointi Oulun ammattikorkeakoulussa osana Metsäkeskuksen johtamaa Puuta seinästä siltaan -hanketta.

Hankkeen tavoitteena on aktivoida puun käyttöä rakentamisessa Pohjois-Pohjanmaan alueella sekä tiedottaa rakentamisen hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen merkityksestä.

Rakennuksen vähähiilisyysarvioinnissa todettiin, että esimerkkikohteessa maalämmön käyttö pienensi rakennuksen hiilijalanjälkeä merkittävästi. Majoitusrakennuksen ulkoseinärakenteena käytetty massiivihirsi kasvatti rakennuksen hiilikädenjälkeä sen hiilijalanjälkeä suuremmaksi. Vähähiilisyysarvioinnissa Oivangin uusi majoitusrakennus todettiin hiilinegatiiviseksi.



Majoitusrakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki resurssityypeittäin

Rakennushankkeen tilaajana toimi Kuusamon kaupunki. Tilaajan edustajan mukaan hiilinegatiiviseen tulokseen pääsyssä auttoivat jo tilausvaiheessa asetetut tavoitteet, joissa pyrittiin mahdollisimman vähähiiliseen rakennukseen asiantuntijan suunnittelun avulla.

Lähteet

Rakennusteollisuus RT ry. Kestävä rakentaminen torjuu ilmastonmuutosta. Hakupäivä 15.11.2021. <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/julkaisuja/kestava-rakentamisen-torjuu-ilmastomuutosta.pdf>.

Kuittinen, Matti 2019. Rakennuksen vähähiilisyysarviointimenetelmä. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. Helsinki: Ympäristöministeriö. Hakupäivä 15.11.2021. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161761>. Hakupäivä 15.11.2021.

United Nations 2020. United Nations Environment Programme 2020. Nairobi. Emissions Gap Report 2020 - Executive summary, 9. Hakupäivä 15.11.2021. <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>.

Varis, Sini 2020. Rakennuksen elinkaariarvioinnin tulospöytäkirja. Nuoriso- ja matkailukeskus Oivangin uuden majoitusrakennuksen vähähiilisyysarviointi osana Puuta seinästä siltaan -hanketta. Hakupäivä 15.11.2021. <https://www.metsakeskus.fi/fi/hankkeet/puuta-seinasta-siltaan>.

Energiatehokkuutta jätevedenpuhdistamolle

Oulussa jätevettä puhdistetaan vuosittain noin 17,5 miljoonaa kuutiometriä, mikä kuluttaa paljon sähköenergiaa. Energiatehokkuutta optimoitaessa tarvitaan laajaa energiankulutusdataa, jotta voidaan tunnistaa merkittävimmät kulutus- ja sitä kautta kehityskohteet. Tällä hetkellä jätevedenpuhdistamoilla kerätään sähkönkulutustietoja, mutta niitä ei vielä juurikaan hyödynnetä, mikä on selkeä kehityskohde energiatehokkuuden parantamisessa.

Energiankulutus ja -hallinta jätevedenpuhdistamolla

Jätevedenpuhdistamon suurimmat sähkön kuluttajat ovat pumppaukset, ilmastukseen käytettävät kompressorit sekä lietteen kuivaus (1). Jätevedenpuhdistamoiden energiatehokkuutta voidaan mitata monella eri mittarilla. Käytetyin mittari on sähkönkulutus käsiteltyä jätevesikuutiota kohden.

Puhdistamon energiankulutukseen vaikuttavia tekijöitä ovat jätevesimäärien vaihtelut, vuodenaika, ulkolämpötila, tekniset ratkaisut, prosessien ajotavat, puhdistusvaatimukset, toimintahäiriöt ja käytettävät kemikaalit (2). Tuloksellisen ja tavoitteellisen energianhallintatyön perustana on, että tunnetaan energiakulutuksen jakautuminen prosessi- ja laitetasolle.

Energiakatselmuksen tavoitteena on analysoida kohteen energiankäyttöä sekä esittää toimenpiteitä energiatehokkuuden parantamiseksi (3).

Energianhallinnan kannalta on tärkeää pystyä seuraamaan energiankäyttöä. Taajuusmuuttajilla ja verkkoanalysointilaitteilla saadaan mitattua kulutustietoa prosessilaitteista. Kulutustiedon analysoinnilla ja raportoinnilla saadaan energiankulutus tiedoksi käyttöhenkilökunnalle, asiantuntijoille ja johdolle.

Taskilan jätevedenpuhdistamon energiankulutus ja energiakatselmus

Taskilan jätevedenpuhdistamo Oulussa on rakennettu vuonna 1974. Puhdistamolle johdetaan yhdyskuntajätevesiä, teollisuuden jätevesiä sekä huonevesiä ja siellä vastaanotetaan sako- ja umpikivialiettä.



Taskilan jätevedenpuhdistamo (Oulun Vesi)

Vuonna 2020 Taskilan jätevedenpuhdistamo kulutti sähköenergiaa noin 8 000 MWh. Vertailuna voisi todeta, että neljän henkilön asuttaman sähkölämmitteisen omakotitalon kokonaiskulutus on vuodessa 18,5 MWh. Jätevedenpuhdistamon kuluttamalla sähköllä sähköä riittäisi 432 omakotitalolle vuodeksi.

Vuosi	Sähköenergiankulutus (kWh)	Jätevesi (m ³)	TL_v (kWh/m ³)
2015	6 115 978	19 702 124	0,31
2016	6 456 133	16 978 443	0,38
2017	6 391 690	17 437 133	0,37
2018	6 815 940	17 120 433	0,40
2019	8 080 794	17 832 230	0,45
2020	8 018 244	17 421 718	0,46

Taskilan jätevedenpuhdistamon sähkönkulutus käsiteltyä jätevesikuutiota kohden

Uuden puhdistusprosessin käyttöönotto vuonna 2018 on lisännyt Taskilan puhdistamon sähköenergian kulutusta. Taskilan puhdistamon luvut ovat vuosina 2015–2020 olleet 0,31–0,46 kWh/m³. Lukemat ovat hyvät, kun niitä verrataan muihin suomalaisiin puhdistamoihin, kuten Turkuun 0,31 kWh/m³, Helsinkiin 0,37 kWh/m³, Kuopioon 0,74 kWh/m³ ja Lahteen 0,79 kWh/m³. Isoimmilla puhdistamoilla ovat pääsääntöisesti paremmat luvut sähkönkulutuksessa käsiteltyä jätevesikuutiota kohden.

Taskilan jätevedenpuhdistamolle tehtiin energiakatselmus, jonka tavoitteena on suunnitella sähkönkulutuksen seurantajärjestelmä.

Puhdistamoiden tulee kerätä sähkökulutustietoa laite- tai prosessikohtaisesti, jotta pystytään puuttamaan sähköenergian kulutukseen. (3.)

Sähkökulutuksen nykyinen seuranta

Taskilan jätevedenpuhdistamolla seurataan sähköenergiankulutusta ainoastaan ilmastuksen kompressoreista ja MBR-prosessin kompressoreista. Jätevedenpuhdistamolla sähköenergiankulutusta voidaan seurata taajuusmuuttajilla ja verkkoanalysointilaitteilla. (3.)

Vertailun vuoksi haastateltiin Lahden, Turun, Helsingin, Kuopion, Tampereen ja Jyväskylän puhdistamoiden henkilöstöä. Haastatteluissa kävi ilmi, että useimmat puhdistamot eivät hyödynnä lainkaan kerättyä dataa sähköenergiankulutuksesta. On myös puhdistamoita, jotka seuraavat sähkökulutusta vuotuisella tasolla pelkästään sähkölas-kusta. (3.)

Ehdotetut menetelmät seurantaan

Sähkökulutuksen seurantaan kehitettiin kolme erilaista mallia: CaseProsessi, CaseLaitteet ja CaseMK. Malleja voidaan käyttää sellaisenaan tai niitä voidaan yhdistellä. (3.)

CaseMK-mallissa tieto sähkökulutuksesta kerätään verkkoanalysointilaitteiden avulla moottorikeskuksista automaatiojärjestelmään. Moottorikeskuksen laitteet näkyvät pääkaaviossa (keskuksen laiteluettelo). (3.)

CaseProsessi-mallissa tieto sähkökulutuksesta kerätään jätevesiprosessikohtaisesti. Automaatiojärjestelmään tuodaan tieto kulutuksesta laitteiden taajuusmuuttajilta. Automaatiojärjestelmässä kerätyt tiedot kootaan laitteista prosessikohtaisesti. (3.)



Sähkökulutuksen seuranta: CaseProsessi

CaseLaitteet-mallissa sähkökulutus kerätään kaikista jätevesiprosessin laitteista taajuusmuuttajilla. Saatuja tietoja voidaan katsoa automaatiojärjes-

telmässä joko yksittäin tai yhdistellä kokonaisuuksiksi. (3.)

Ehdotettuja menetelmiä voidaan hyödyntää välittömästi sähkökulutuksen keräykseen. Kerätyllä tiedolla pystytään tulevaisuudessa puuttamaan kulutuksen poikkeamiin nopeasti. Seurantajärjestelmää voidaan hyödyntää prosessin ajotavan optimoinnissa ja energiatehokkuutta parantavien huolto- ja investointitoimenpiteiden toteuttamisessa. Taskilan jätevedenpuhdistamon täytyy vain tehdä päätös, mitä ehdotettua mallia se lähtee toteuttamaan.

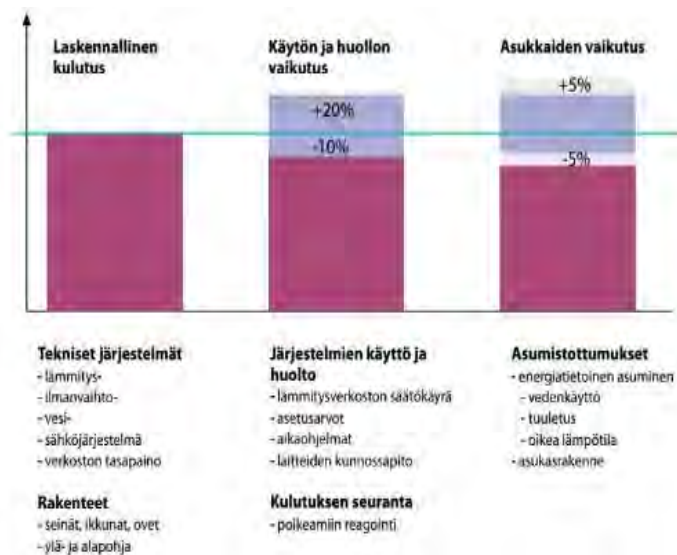
Lähteet

1. Heimola, Joonas 2018. Yhdyskuntajäteveden aktiiviliete-prosessiin perustuvien puhdistamoiden energiatehokkuus ja sen kehittäminen. Tampereen teknillinen yliopisto. Kandidaatintyö. Hakupäivä 23.8.2021. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/26518/Heimola.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
2. Motiva 2014. Energiatehokkuuden mittaus- ja seurantajärjestelmän hankinta. Opas. Hakupäivä 2.12.2021. https://www.motiva.fi/ajankohtaista/julkaisut/teollisuus/energiatehokkuuden_mittaus- ja_seurantajärjestelmän_hankinta_10766.shtml.
3. Mahlakaarto, Jukka 2021. Taskilan jätevedenpuhdistamon energiakatselmus. Oulun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Hakupäivä 2.12.2021. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021111120058>.
4. Oulun Vesi 2021. Vuosikertomus 2020. Hakupäivä 2.12.2021. <https://www.ouluvesi.fi/vuosikertomukset>.

Energiatehokkuus kiinteistönhoidossa

Kiinteistönpidon yksi tärkeä osa-alue on energiatehokkuus, johon käyttäjät voivat vaikuttaa omalla kulutuskäyttäytymisellään ja ylläpitäjät kiinteistön säädöillä, ohjauksilla ja laitteiden huolloilla ja uusimisella. Energiatehokkuus liittyy läheisesti myös asumisviihtyvyyteen sekä rakennusten kuntoon ja elinkaaren pituuteen. Energiatehokkuutta voidaan parantaa kiinteistönhoidon yhteydessä tehtävillä energiansäästötoimenpiteillä.

Rakennusten kulutus koostuu sähkön, lämmön ja veden kulutuksista. Kulutuksen suuruus riippuu sekä käyttäjien määrästä ja käyttötavoista että käytössä olevista laitteistoista. Laitteiden ikä ja niiden mitoitus sekä säädöt ja ohjaukset vaikuttavat kulutukseen. Tyypillisesti kulutusten vaikutus taloyhtiöiden hoitokuluihin on 30–40 % (1).



Vaikutus rakennuksen kulutuksiin (Jari Virta, Petri Pylsy)

Kiinteistönpidon yksi osa on kiinteistön ylläpito, joka koostuu kiinteistönhoidosta ja kunnossapidosta. Kiinteistöhoitoon kuuluu erilaisia toimenpiteitä ulko- ja sisäalueilla. Yksi kiinteistönhoidon vastuualue on teknisten järjestelmien ylläpito ja huolto.

Huoltotoimet ovat yleensä suunniteltuja ja aikataulutettuja toimenpiteitä, joilla ylläpidetään eri järjestelmien toimintakykyä. Osa huoltotehtävistä voi olla myös vain tarvittaessa suoritettavia.

Kiinteistönhoidossa käytetään erilaisia dokumentointi- ja seurantatyökaluja, joiden avulla laitteistoja ja niiden toimintaa sekä eri kulutuksia seurataan. Nykyisin käytetään erilaisia selainpohjaisia työkaluja, joita ovat esimerkiksi kiinteistönpitokirja ja energianhallintajärjestelmä. Kiinteistönpitokirjan yksi osa on huolto-ohjelma, joka sisältää huolto-ohjeet ja niiden ajoitukset. Kulutusseuranta

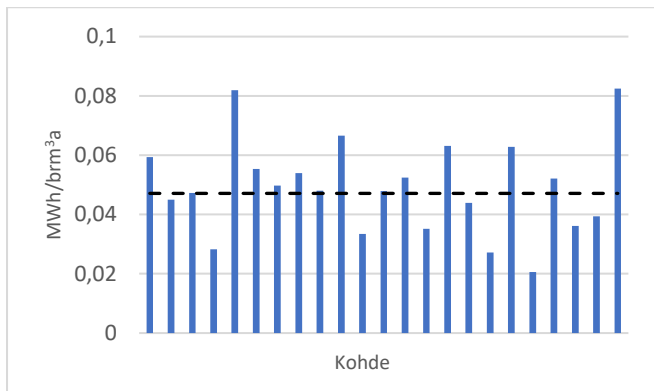
toteutetaan energianhallintajärjestelmällä, ja sillä voidaan havaita muutoksia kulutuksissa, esimerkiksi vesivuoto tai valaistuksen väärä käyttöaika.

Oulun kaupungin kiinteistöjen tarkastelua

Oulun kaupunki omistaa kiinteistöjä, joita ylläpitää ja joiden kunnosta ja toimivuudesta huolehtii Oulun Tilapalvelut -liikelaitos. 158 kiinteistön kulutuksia tutkittiin ja pyrittiin löytämään niiden joukosta mielenkiintoisia tapauksia jatkoselvittelyjen kohteeksi. Tarkasteltavasta joukosta tutkittiin sähkön, lämmityksen ja käyttöveden kulutusta ja niiden muutoksia muutaman viime vuoden aikana. Jatkoselvittelyyn valittuja kohteita tarkasteltiin paikan päällä ja niiden kiinteistönhoidosta vastaavia henkilöitä haastateltiin.

Kohteiden valintaa tehtiin siis useassa vaiheessa. Ensiksi tarkastelu rajattiin koskemaan vain kauko-lämmitettyjä kiinteistöjä niiden suuren määrän vuoksi. Seuraavaksi rajaukseen käytettiin eri kulutusten määrää ja tapahtuneita muutoksia. Yksi tarkastelun ulkopuolelle jätetty ryhmä oli käyttötarkoitukseltaan juuri muuttuneet tai saneeratut kiinteistöt. Näistä ei löydy kulutusseurantatietoja niin, että voitaisiin arvioida tapahtuneita muutoksia.

Kulutusten tarkasteluun käytettiin ominaiskulutuksia ja lämmityksen kulutuksen seurannassa huomioitiin normeerattu kulutus, jotta todelliset muutokset saatiin esille. Menetelmällä voidaan tehdä kulutuksista vertailukelpoisia muihin kohteisiin ja oman rakennuksen vastaaviin kausiin eri vuosina. Ominaiskulutuksessa jaetaan rakennuksen kulutus jollakin kulutusta selittävällä tekijällä, kuten henkilömäärällä tai rakennuksen tilavuudella. Kulutuspoikkeamien avulla voidaan tunnistaa kohteita, joissa on mahdollista parantaa energiatehokkuutta.



Normitetun kaukolämpöenergian ominaiskulutus kouluissa (Matias Pyhäjärvi)

Kuvassa on esitetty keskimääräinen kaukolämmön ominaiskulutus, johon eri kohteiden toteutusta ominaiskulutusta voidaan verrata. Usein erityisen suuriin tai pieniin kulutuksiin löytyy jokin muu selitys kuin varsinainen poikkeava kulutus. Tällaisia ovat esimerkiksi rakennuksen laajennus, jonka tilavuutta ei ole päivitetty järjestelmiin, tai saneeraus aika, jolloin rakennus on ollut kylmillään.

Sähkön, lämmön tai veden kulutusta voidaan vähentää neuvonnalla, aktiivisella kulutusseurannalla ja havaittuihin kulutuspoikkeamiin perustuvilla toimenpiteillä.

Valitut kohteet

Erialaisten tarkastelujen ja selvitysten jälkeen valittiin neljä koulurakennusta, joihin erityisesti keskityttiin. Näihin kohteisiin tehtiin vierailukäynti ja niiden kiinteistöhoitajia haastateltiin. Kohteissa käytiin läpi tekniset järjestelmät ja tarkasteltiin kiinteistönpitojärjestelmien dokumentteja. Erityisesti kiinnitettiin huomiota huolto-ohjelmiin ja niiden toteutumiseen sekä mahdollisiin eroihin huolto-ohjelmissä.

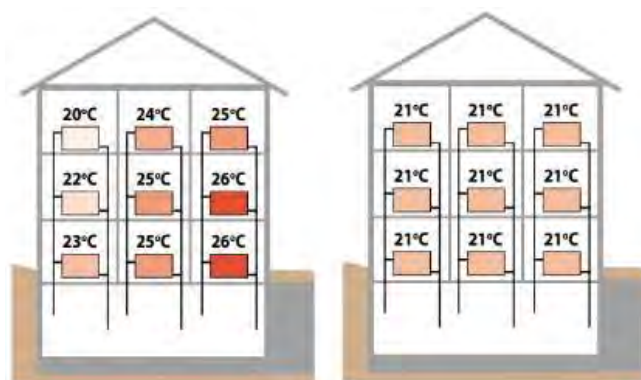
Haastatteluissa selvitettiin kiinteistöhoiton työtehtäviä sekä energianhallintajärjestelmän ja kiinteistönpitokirjan käyttöä. Teknisistä järjestelmistä tarkasteltiin mm. säätöjen ja ohjausten toteutusta sekä yleisesti järjestelmien toimintaa. Lisäksi tutkittiin valaistuksen, ilmastoinnin ja lämmityksen säätöjä ja ohjauksia. Työn aikana saatiin kuva käytössä olevista toimenpiteistä ja niiden eroista. Löytyneitä hyviä käytäntöjä liitettiin laadittuun raporttiin ja jaettiin muiden kiinteistöhoitajien käyttöön.

Havaittuja energiatehokkuuden kehittämiskohteita

Työn aikana havaittiin, että osassa kohteita oli käytössä huoltotehtäviä, joita kannattaisi ottaa käyttöön myös muissa kiinteistöissä. Joissain kohteissa oli huolto-ohjelmaan merkittyjen toimenpiteiden toteutusaika päättynyt eikä niitä ollut uudelleen aktivoitu järjestelmässä, joten ne tehtävät olivat jääneet tekemättä. Nämä kannattaa ottaa uudelleen käyttöön.

Yksi esille noussut kokonaisuus oli rakennuksen sisälämpötilojen eroavuudet eri puolilla rakennusta. Erot johtuvat lämmitysverkoston perussäädön puutteesta. Vaikka verkosto olisi joskus perussäädetty, erilaisten toimenpiteiden ja laitemuutosten ja laitteiden ikääntymisen johdosta se ei läheskään aina ole enää tasapainossa.

Lämmityksen toimintaa tulee seurata käyttäjien palautteen ja sisälämpötilamittauksien avulla.



Verkoston tasapainotus (Motiva)

Työn aikana havaittiin, että tarvitaan ohje, jonka avulla kiinteistöhoitajat voivat ryhtyä toimiin sisälämpötilaongelman ilmaantuessa. Ohje ei ole ainoastaan tekninen ohje verkoston tasapainotuksesta vaan myös ohje koko prosessista asukkaiden kuulemisesta alkaen aina jälkiseurantaan asti.

Lähteet

- Motiva Oy 2020. Energia- ja vesikustannusten vaikutus taloyhtiön hoitokuluihin. Hakupäivä 15.4.2021. https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoa_energian_ja_vedenkulutuksesta/energia_ja_vesikustannusten_vaiutus_taloyhtion_hoitokuluihin.
- Virta, Jari & Pylsy, Petri 2011. Taloyhtiön energiakirja. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus: Sitra. Hakupäivä 20.4.2021. https://issuu.com/mediat/docs/taloyhtion_energiakirja.

Tavoitteena energiatehokkaat, vähähiiliset, päästöttömät opetussuunnitelmat

Tulevaisuuden energiaratkaisuja pohditaan nyt, ja ammattikorkeakoulutuksessa halutaan olla merkittävästi mukana kehitystyössä. Katsetta suunnataan eteenpäin ja pohditaan, miten opetussuunnitelmissa huomioidaan pitkän aikavälin ekologinen vaikuttavuus ja vetytalous.

Oulun ammattikorkeakoulun (Oamk) energia- ja talotekniikan tutkinto-ohjelmissa energiatehokkuus on koulutuksen läpileikkaava osa. Energiatehokkuutta sivutaan usein julkisessa keskustelussa, mutta aina asioiden taustat eivät uutisissa tai keskusteluissa käy selkeästi ilmi, minkä vuoksi monen maallikon tietämys, mielipiteet ja kommentit jäävät yksipuolisten näkemysten varaan. Oamkin tavoitteena on kouluttaa insinöörejä, jotka osaavat katsoa myös ilmiöiden taakse ja kriittisesti arvioida erilaisia ratkaisuja.

Energiatekniikan koulutuksen aihealueita ovat energian tarve, tuotanto, jakelu ja käyttö. Näissä kaikissa tavoitteena on energiatehokkuus mutta myös mahdollisimman alhainen resurssien käyttö.

Kun yhdistetään perinteisiä ja uusia energiajärjestelmiä, on kokonaisuudessa mietittävä ympäristöä ja ekologiaa, ei vain tekniikkaa ja taloutta.

Talotekniikan koulutuksessa pääaihealueena on taloteknisten järjestelmien suunnittelu. Suunnitteluvaiheessa tehdyillä valinnoilla on suuri merkitys rakennuksen energiatehokkuuden toteutumiseen. Suunnittelijan tuleekin ymmärtää ratkaisujen vaikutus koko rakennuksen elinkaaren ajalla ja valita ratkaisuista kohteeseen sopivin. Energiankulutusta ja tarpeen mukaista käyttöä mietittäessä keskeisimmät talotekniikan osajärjestelmät ovat lämmitys, ilmanvaihto, jäähdytys, valaistus ja laitesähköenergia sekä lämpimän käyttöveden tuotto.

Opetussuunnitelman elinkaari

Opetussuunnitelmissa pyritään pysymään mukana ajassa. Kulloinkin vallalla ja kehitteillä olevia näkemyksiä ja ratkaisuja opiskellaan. Esimerkkinä tästä voidaan mainita vaikkapa elinkaariajattelu, jossa tarkastellaan erilaisten energiaratkaisujen vaikutusta koko niiden elinaikana. Elinkaaren aikana tulee huomioida kaikki osa-alueet investoinnista elinkaaren loppuun käyttö- ja huoltokustannuksineen. Opinnoissa tavoitteena on oppia ymmärtämään

ratkaisujen vaikutuksia yksittäistapauksia laajemmin. Ei riitä, että keskitytään esimerkiksi yhden rakennuksen energiankäyttöön, vaan eri ratkaisuja tulee ymmärtää niin kaupungin, maakunnan, valtion kuin koko maapallon näkökulmasta.

Opetussuunnitelmatyössä ennakointi on tärkeää, sillä vaikutukset näkyvät vasta usean vuoden päästä: jos opetussuunnitelmaan tehdään muutoksia nyt, vaikutukset opetukseen voivat realisoitua esimerkiksi muutaman vuoden kuluttua ja työllisyyteen 5 vuoden kuluttua.

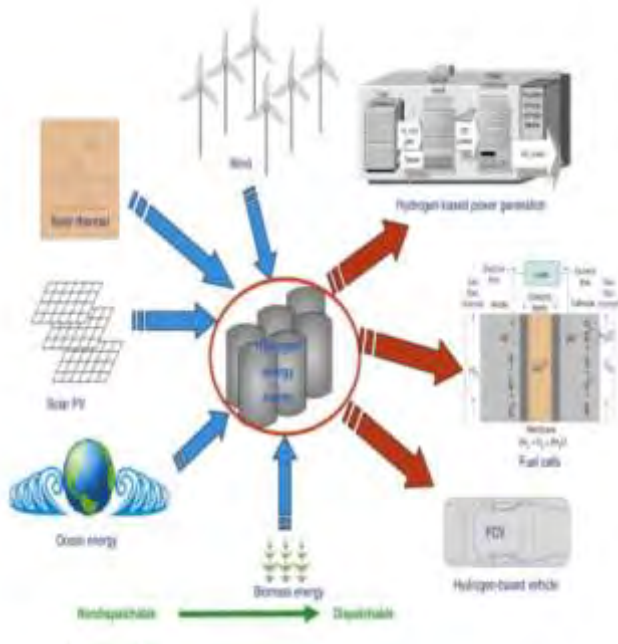
Vähähiilisyys on valittu Oamkin yhdeksi strategian painoalaksi. Tulevaisuudessa voi olla, että puhutaan jo päästöttömyydestä. Vähähiilisyys on energiatekniikassa mukana koko ajan, kun tarkastellaan erilaisia hybridiratkaisuja: niiden pohjana on aina päästötön tai uusiutuva energiamuoto, ja niitä täydennetään mahdollisesti muilla ratkaisuilla. Talotekniikassa pyrkimys vähähiilisyyteen näkyy tavoitteena minimoida rakennusten energiankulutus.



Vedyssäkö tulevaisuus? (EMSL 2010)

Kestävän kehityksen ja energiaratkaisun ytimenä mainitaan nyt usein vetytalous, jonka rakentamisessa tutkinto-ohjelmien keskeiseksi osaksi halutaan olla mukana etujoukoissa. Kuinka nopeasti ja miten se tapahtuu, riippuu monesta seikasta. Koska vety on päästötön energian kantaja, voi se olla merkittävä tekijä kohti hiilineutraaliutta. Vedyn valmistusprosessissa syntyy paljon hukkalämpöä, jota voitaisiin ottaa talteen ja hyödyntää

esimerkiksi rakennusten lämmittämisessä. Näistä näkökulmista on pohdittu vetytalouden huomioimista tulevaisuuden opetussuunnitelmatyössä.



Visio vedyn tuottamisesta uusiutuvista energialähteistä vetytalouden yhteiskunnassa (Nehrir & Caisheng 2016)

Jotta pitkälle luotaavaa opetussuunnitelmatyötä voidaan tehdä, on oltava jotakin tietoa vetytalouden nykytilanteesta mutta luotava myös skenaario tulevasta.

Pohdittaessa skenaariota vetytalouden tulevaisuudesta tarvitaan irrottamista nykyhetkestä ja sen rajoituksista.

Energiatekniikan tutkinto-ohjelman opetussuunnitelmaan voitaisiin sisällyttää vedyn tuotantoteknologioita. Vedyn varastoinnissa on vielä ongelmia ja avoimia kysymyksiä, ja on hyvä pohtia, tulisiko ratkaisujen etsimisessä olla energiatekniikan koulutuksella oma osansa. Oamkin hybridilaboratorion kehittämistä vetytaloutta huomioivaan suuntaan voisi myös visioida. Tämänkaltaiset suunnitelmat edellyttävät ajatuksia yhteistyöstä eri tahojen kesken.

Energiatekniikan koulutuksessa vetytaloutta on pidettävä mukana läpi tutkinto-ohjelman. Perusosaamisen taso pyritään saavuttamaan. Katse täytyy kuitenkin pitää tulevaisuudessa eikä jäädä kiinni kulloiseenkin tilanteeseen, koska vetytalouden kehitys on vielä alkuvaiheessa.

Talotekniikan tutkinto-ohjelmassa vedyn käyttö energiantuotannossa ei välttämättä näy mitenkään. Tämä oletamus pohjautuu siihen, että vetyä käytetään kaukolämmön tai sähkön tuotannossa. Onko avarakatseisuutta vai edes tarpeen miettiä, että vedyn käyttö voisi pitkällä aikavälillä haastaa ajattelua energiansäästön mittakaavasta? Mikäli puhdasta energiaa on tulevaisuudessa vedyn myötä saatavilla, olisiko perusteltua harkita tehtävien energiansäästötoimenpiteiden mittavuutta?

Talotekniikan puolella tulee seurata, miten vedyllä tuotettua energiaa jaellaan käyttöön. Tämä voi vaikuttaa vaikkapa rakennuksen lämmitysjärjestelmän valintaan: onko jossain vaiheessa tulevaisuudessa perustellumpaa valita suora sähkölämmitys kuin esimerkiksi lämpöpumppuratkaisu. Skenaariota luotaessa voidaan esittää kysymyksiä, jotka tietystä ajan hetkessä eivät kuulosta vielä mielekkäiltä.

Tavoitteena on, että tulevaisuuden opetussuunnitelman toteutus muuttuu ja mukautuu ennakoivasti vetytalouden kehitykseen ja kasvuun. Siten koulutus tarjoaa jatkuvasti osaavia insinöörejä yhteiskunnan eri sektoreiden tarpeisiin.

Lähteet

EMSL 2010. Hydrogen Molecules. Hakupäivä 5.11.2021. <https://www.flickr.com/photos/46275067@N05/4931679029>.
 Nehrir, Hashem M. & Caisheng, Wang 2016. Fuel cells. 6.7. Hydrogen Economy. Muhammad H. Rashid 2016. Electric Renewable Energy Systems. University of West Florida, U.S.A. Hakupäivä 5.11.2021. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/hydrogen-economy>.

TallWood – hybridillä korkeammalle

Puun käytön lisääminen rakentamisessa on noussut yhdeksi keinoksi ilmastonmuutoksen hallinnassa. Ilmastokeskustelua on hallinnut eräänlainen vastakkainasettelu puun ja betonin välillä. TallWood-hankkeessa pyritään edistämään puun käyttöä monikerrosrakentamisessa hybridimallilla, jossa materiaaleja käytetään niiden parhaat ominaisuudet tunnistaen ja tunnustaen sekä vuosikymmenien takaiset vääryydet korjaten.

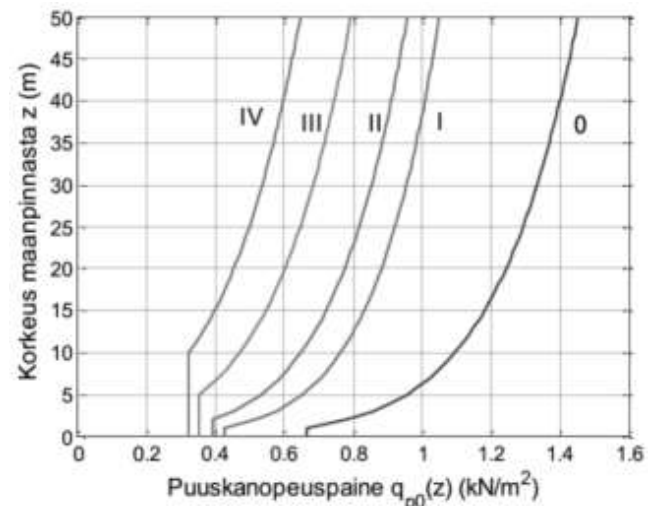
Kerrostalojen valtamateriaali on vuosikymmenien ajan ollut betoni. Tämä on johtunut pääosin rakentamismääräyksistä, jotka eivät ole mahdollistaneet puun käyttöä kantavana rakenteena useampikerroksissa (> 2) taloissa. Palomääräysten muutoksen myötä puun käyttö on tullut mahdolliseksi myös korkeammissa taloissa.

Puurunkoisten kerrostalojen osuus ei ole kuitenkaan lähtenyt toivottuun nousuun. Viime vuosina, erilaisista ohjelmista huolimatta, puurunkojen osuus koko kerrostalokannasta on ollut n. 5 % (Paakkala 2020). Tilanne on polkenut paikallaan, ja syyksi on ilmoitettu mitä moninaisempia syitä: osaamisvajetta eli koulutuksen puutetta, urakoitsijoiden haluttomuutta vaihtaa toteutustapaa, ihmisten haluttomuutta ostaa puukerrostaloissa olevia asuntoja.

Puurakentamista on leimannut eräänlainen mustavalkoisuus: kaikki on yritetty tehdä väkisin puusta. Oikeampi tapa olisi käyttää materiaaleja siten, että niiden parhaat ominaisuudet tulevat hyödynnetyksi oikeissa paikoissa. Fysikaalisten reunaehtojen tunnistaminen ja tunnustaminen on tärkeää optimaalisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

Jotkut näyttävätkin unohtaneen sadun kolmesta pienestä porsaasta.

Korkeassa rakentamisessa tärkeäksi tekijäksi ja haasteeksi tulevat rakennuksen jäykistäminen ja stabiliteetti. Rakennuksen stabiliteetin kannalta rakenteen omapaino on edullinen, tasapainottava kuorma. Betonilla on tässä vertailussa viisinkertainen etu puuhun verrattuna. Kaatavan kuorman eli tuulikuorman osalta tilanne muuttuu sitä haastavammaksi, mitä korkeammalle pyritään, koska kuorman intensiteetti kasvaa rakennuksen korkeuden mukaan. Rakennuspaikalla eli maastoluokalla on lisäksi merkittävä vaikutus tuulikuorman suuruuteen.



Tuulen puuskanopeuspaine rakennuksen korkeuden funktiona maastoluokissa 0-IV (RIL 201-1-2017, 136)

Aika on kypsä uudelle rakennejärjestelmälle

Betonirakenteisten asuinkerrostalojen suosio on perustunut 1960-luvun lopulla kehitettyyn betonielementtistandardiin (BES). Tällöin mm. liitokset ja mittasuositukset vakioitiin, mikä helpotti suunnittelua ja yhtenäisti tuotantoa. Rakennejärjestelmäksi valittiin tuolloin kantavat seinät -järjestelmä eikä paremmaksi todettua pilari-laatta-järjestelmää. Perusteena valinnalle oli sementin kulutuksen maksimointi (Mölsa 2021).

Kantavat seinät -järjestelmässä huoneistojen väliset seinät tehdään betonista, jolloin ääneneristys huoneistojen välillä saadaan kuntoon. Kantavien seinien vuoksi huoneistot ovat pääsääntöisesti samanlaisia jokaisessa kerroksessa. Kantavuudessa, varsinkin nykyisissä rakennuksissa, on usein ylikapasiteettia pienten asuntokokojen takia, ja kantavat seinät ovatkin olleet usein raudoittamattomia betonirakenteina. Jäykistys eli vaakuormien hallinta ei tuota ongelmia betoniseinien runsaan määrän ja materiaalin suuren tilavuuspainon takia.

Pilari-laatta-järjestelmää on pidetty ja käytetty liike- ja toimistorakennusten rakennejärjestelmänä vaapamman tilankäytön ja muunneltavuuden takia.

Toteutustapana se on urakoitsijoille tuttu, joten kynnys sen käyttöönottoon myös asuinrakennuksissa pitäisi olla matala. Järjestelmän tuominen asuinkerrostalotuotantoon näyttää saaneen jalansijaa muutamissa uusissa kohteissa aivan viime aikoina ja osoittaneen tehokkuutensa myös tuotannon näkökulmasta (Mölsä 2021).

Pilari-laatta-järjestelmässä huoneistojen ei tarvitse olla kopioita alemmista kerroksista, mikä tuo uudenlaista vapautta arkkitehtisuunnitteluun. Huoneistojen väliset seinät voidaan toteuttaa, äänitekniset vaatimukset täyttäen, kevyemmällä rakenteilla ja ympäristöä vähemmän kuormittavilla materiaaleilla. Rakennuksen rungon stabiliteetti ja kantavuus ovat hallittavissa järkevästi sijoitetuilla rakennosilla. Pilari-laattarunkoinen rakennus on lisäksi helppo muuttaa uuteen käyttötarkoitukseen, mikäli tällaiseen on tarvetta rakennuksen elinkaaren aikana.

Uusien muuttujien myötä on tullut tarve minimoida sementin kulutus maksimoinnin sijaan.

Aika näyttäisi olevan kypsä asuinkerrostalojen uudelle rakennejärjestelmälle. Uusien muuttujien myötä on tullut tarve minimoida sementin kulutus maksimoinnin sijaan. Uusia runko- ja rakenneratkaisuja ja innovaatioita on toivottu jopa Arkkitehti-liiton puheenjohtajan äänellä (Helander 2020, 5).

Hybridillä puurakentaminen uuteen nousuun

Hybridirakentamisella on useampia määritelmiä. Tässä yhteydessä sillä tarkoitetaan eri materiaalien uudenlaista käyttöä. Rakennuksen ei tarvitse olla betoni- tai puutalo, vaan se voi olla molempia materiaalien parhaat ominaisuudet huomioiden.



Pilari-palkki-laattarungolla toteutettu Pudasjärven Hirsihovi (Pariainen 2021)

Suunnittelu on avainasemassa onnistuneen lopputuloksen saavuttamisessa. Perinteinen malli, jossa arkkitehti on vienyt suunnittelua hyvinkin pitkälle, kaipaa hieman hienosäätöä hybridirakentami-

sessä. Ajatuksena on, että rakennuksen runkoratkaisu päätetään ja lukitaan jo suunnittelun alkuvaiheessa. Rakennesuunnittelijan varhaisella mukana ololla varmistetaan, että ratkaisusta löytyvät kantavuudessa ja jäykistämisessä tarvittavat rakennososat ja se täyttää fysikaaliset reunaehdot. Uuden rakennejärjestelmän myötä ylimääräistä kapasiteettia kun on rajoitetummin.

Puurakentamisen haasteena voidaan pitää rakennusaikaista kosteuden hallintaa. Puu kosteudelle herkkänä materiaalina asettaa vaatimuksia kuljekselle, varastoinnille ja työnaikaiselle suojaukselle. Säsuojauksen pettäminen johtaa herkästi vaikeasti korjattaviin ja kustannuksia aiheuttaviin tilanteisiin (Bäckgren 2017).

Hybridimallissa rakennuksen runko vesikattoon asti voidaan tehdä paremmin säätä ja kosteutta kestävästä materiaalista. Puuosien asennus voidaan aloittaa ja tehdä helpommin hallittavissa olosuhteissa ja näin välttyä kalliiden säsuojien käytöltä. Kaiken toiminnan perustana ovat kuitenkin kilpailukyky ja kustannustehokkuus, jos maksajana on tavallinen asunnonostaja.

Lähteet

Bäckgren, Noora 2017. Jätkäsaaren homehtuneet Wood City -puu kerrostalot ovat Stora Enson osin rahoittama tutkimuskohde – Työmaalla testattiin, miten puurakentaminen onnistuu ilman säsuojaa. Rakennuslehden verkkolehti 10.11.2017. Hakupäivä 5.10.2021. <https://www.rakennuslehti.fi/2017/11/jatkasaaren-homehtuneet-wood-city-puukerrostalot-ovat-stora-enson-osin-rahoittama-tutkimuskohde-tyomaalla-testattiin-miten-puurakentaminen-onnistuu-ilman-saasuojaa/>.

Helander, Henna 2020. Pääkirjoitus - Voiko betonilla tehdä vastuullista rakentamista? Betoni 2/2020, 5.

Mölsä, Seppo 2021. Pilari-laattarunko voisi vähentää betonirakennuksen ilmastopäästöjä – Kalasataman tornissa se myös nopeutti selvästi rakentamista. Rakennuslehden verkkolehti 22.4.2021. Hakupäivä 5.10.2021. <https://www.rakennuslehti.fi/2021/04/pilari-laattarunko-voisi-vahentaa-betonirakennuksen-ilmastopaastoja-kalasataman-tornissa-se-myos-nopeutti-selvasti-rakentamista/>.

Pajakkala, Pekka 2021. Rakentamisen näkymät – Puurakentamisen näkökulma. Puupäivä-Webinaari 5.11.2020. Forecon. Hakupäivä 5.10.2021. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/11/Rakentamisen-ja-puurakentamisen-nakymat-Pekka-Pajakkala-5.11.2020-Puupaiva-webinaari.pdf>.

RIL 201-1-2017 2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto (RIL).

Rakennusjätteet hyötykäyttöön – Suomi kiertotalouden mallimaaksi 2025

Suomi ei saavuttanut ensimmäistä tavoitettaan nostaa rakennusjätteen hyötykäyttö 70 prosenttiin vuonna 2020. Tavoitteen saavuttaminen on haastavaa myös uudelle tavoiteajalle 2025, ellei löydetä käyttöä mujulle eli vaikeasti kierrätettävälle hienorakeiselle rakennusjätteelle. Rakennusjätteen kierrätysbisneksessä uusi materiaali muuttuu kiinnostavaksi vasta, kun sen tuottaminen on taloudellisesti kannattavaa.

Rakentamisesta ja purkamisesta syntyy valtavasti jätettä. Koko Euroopan tasolla noin kolmannes kaikesta ihmisen toiminnan seurauksena syntyvästä jätteestä liittyy rakentamiseen. Suomessa rakennus- ja purkujätettä syntyy ympäristöministeriön tuoreimman arvion mukaan 1,6 miljoonaa tonnia vuodessa. (1.)



Eri jätelajien osuus EU:ssa (2)

Jätelain mukaan jätteen kierrätyksellä tarkoitetaan toimintaa, jossa jäte hyödynnetään aineena, ei kuitenkaan jätteen hyödyntämistä energiana eikä jätteen valmistamista polttoaineeksi tai maantäyttöön käytettäväksi aineeksi. Uudelleenkäytöllä tarkoitetaan jätteeksi päätyneen tuotteen tai sen osan käyttämistä uudelleen samaan tarkoitukseen, johon se on alun perin suunniteltu. Kierrätys ja uudelleenkäyttö vähentävät ympäristövaikutuksia ja kasvihuonekaasupäästöjä sekä jätehuollossa että tuotteiden valmistusketjussa. (1.)

Rakentamisen jätteisiin ja kierrätysmateriaalien kasvavaan käyttöön vaikuttaa Euroopan unionin 2008 antama jätedirektiivi. Siinä veloitetaan jäsenvaltiot tehostamaan jätteen kierrätystä. Jätelainsäädännön ensimmäisenä tavoitteena on jätteen synnyn ehkäisy, sen jälkeen jätteen uudelleenkäyttö tai hyödyntäminen materiaalina, jätteen

hyödyntäminen energiana ja viimeisenä jätteen sijoittaminen kaatopaikalle tai poltto ilman energiahyödyntämistä. (3.)

Suomi ei saavuttanut rakennus- ja purkujätteiden kierrättämisessä EU-maiden yhteisesti kirjaamaa tavoitetta: kaikesta rakennusjätteestä 70 % saadaan jalostettua uudelleenkäyttöön kelpaavaksi materiaaliksi vuoteen 2020 mennessä. Tällä hetkellä materiaalikierrätyksen arvioidaan olevan 50–60 %. (2.)

Suurin osa rakennusjätteestä tulee saneeraus- ja korjausmailta

Vanhemman asuinkerrostalokannan putki- ja julkisivuremonttien takia korjausrakentamisen tarve pysynee entisellään. Rakennusten purkaminen todennäköisesti jopa lisääntyy muun muassa väestökehityksen polarisoitumisen ja yhdyskuntarakenteen tiivistymisen myötä. Rakentamisen jätteistä iso osa on peräisin korjaus- ja purkutyömailta. Uudisrakentamisen osuus rakennusjätteestä on vain noin 15 %. (1.)

Keinot hyötykäytön parantamiseen

Ensisijainen keino rakennusjätteen vähentämiselle on hankkia työmaalle vain tarvittava materiaalmäärä. Kun materiaalimenekki lasketaan tarkemmin, syntyy myös hukkamateriaalia vähemmän. Toinen tärkeä keino on lajitella syntyvät jätelajikkeet. Tällöin jätteet on helpompi kierrättää ja raaka-aineet menevät useimmin uusiokäyttöön. (1.)

Rakennusten purkujätteet lajitellaan yleensä jo purkuvaiheessa, ja arvokkaille materiaaleille löytyy helposti uudelleenkäyttökohde. Ongelmana on lajittelusta jäljelle jäävä, hienorakeinen muju. Muju on tekstuuriltaan ja viskositeetiltaan vaihtelevaa, epämääräistä massaa, jota esiintyy mm. autotallin nurkassa ja suurtalouskeittiöiden valmistamien laatikko- ja vuokatyyppisten ruokalajien tarjoiluastioiden pohjalla. Myös arvoituksellinen ja tarpeeton silppu tai hake saattaa olla mujua. (4.)

Mujua syntyy rakennustyömailla paljon: Suomen rakennusjätteestä noin kolmasosa on kaikkein vaikeimmin kierrätettävää, pienirakeista mujua. Se sisältää kaikenlaisia rakennusmateriaaleja. Iso osa on kiveä, tiiltä ja betonia sekä puumateriaalia. Joukossa on myös kaikkea, mitä rakennuksesta löytyy, kuten eristeitä, kipsiä, lasia ja metalleja. (1.)

Jos 70 %:n kierrätysasteeseen halutaan päästä, pitää keksiä keinot mujun uudelleen käyttöön.

Tällä hetkellä mujun jatkokäytölle on kaksi vaihtoehtoa: osa poltetaan energiaksi, osa on käytetty hyödyksi kaatopaikkojen peittämisessä. Kumpikaan vaihtoehtoista ei edistä tavoitetta saada jäte kierrätettyä uudeksi materiaaliksi. Kaatopaikkojen peittäminen ei ole uudistuneen lainsäädännön myötä enää edes sallittua. (1.)

Mujusta meluaitojen materiaaliksi?

Kun iso rakennus, esimerkiksi käytöstä poistettu koulu puretaan, lajitellaan jäte jo purkutyömaalla. Arvokkaille materiaaleille löytyy helposti uudelleenkäyttökohteensa, mutta iso ratkaisematon kysymys on, mitä voisi tehdä lajittelun jälkeen jäljelle jäävälle pienirakeiselle mujulle. (5.)

Nyt vaikeimmin kierrätettävästä mujusta valmistetaan laboratoriossa korkeellisia uusiomateriaaleja.

Mujun jatkokäytön tekee ongelmalliseksi sen sekalainen ja vaihteleva koostumus. Eri purkukohteista tulee eri aineista koostuvaa jätettä. Vaikeasti kierrätettävälle jättemujulle etsitään liiketoiminnan kannalta järkeviä, uudenlaisia käyttökohteita. Tutkimuksen kohteena ovat muun muassa betonin korvaajaksi sopivat tuotteet. Kyse voi olla esimerkiksi valutuotteista, joihin jätettä saa käytettyä isoja määriä. Sellaisia ovat pitkät meluvallit, betonielementit ja betoniporsaat. (5.)



Pieneksi jauhautunutta sekalaista rakennusjätettä, mujua (4)

Suomen on hankala saavuttaa rakennus- ja purkujätteen 70 %:n kierrätysastetta ilman, että tälle hankalasti kierrätettävälle materiaalille löytyy käyttökohteita.

Kiertotalouden mallimaaksi 2025

Purkujätteessä on seassa joitakin haitallisia aineita, kuten erilaisia pinnoiteaineita. Sen vuoksi on tutkittava, miten valmistettavia tuotteita on käsiteltävä, jotta tällaiset aineet eivät liukene käyttökohteessa. Paineita löytää käyttökohteita hankalasti kierrätettävälle jättemujulle lisää Suomen linjauksella kiertotalouden edelläkävijämaa vuoteen 2025 mennessä. (5.)

Tavoitteeseen pääsemiseksi tarvitaan rakennustyömailla selkeitä toimenpiteitä, sillä tulevaisuudessa tavoite kierrättämisestä ja uudelleenkäytöstä kuitenkin vain kasvaa. On siis vain vähän yli neljä vuotta aikaa saavuttaa ensin nykyinen tavoite rakennusjätteen kierrätysasteesta ja olla lisäksi Euroopan mallimaa. (5.)

Lähteet

1. Tupala, Tommi 2020. Onko rakennusjätteen 70 % kierrätystavoite mahdollista saavuttaa? Lassikko, Lassila&Tikanen. Hakupäivä 29.8.2021. <https://lassikko.lt.fi/onko-rakennusjätteen-kierratystavoite-mahdollista-saavuttaa>.
2. Euroopan parlamentti 2018. Jätehuolto EU:ssa faktoina ja lukuina. Hakupäivä 29.9.2021. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20180328STO00751/jatehuolto-eu-ssa>.
3. Rakennusteollisuus.fi. Jätedirektiivi ja jätelainsäädäntö. Hakupäivä: 21.5.2021. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tieto-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentamisen-materiaalitehokkuus/Jatedirektiivi-ja-lainsaadannon-kokonaisuudistus/>.
4. Tolpo, Antje 2020. Suomi pulassa rakennusjätteen kanssa neljän vuoden päästä alkaa aika kierrätyksen mallimaana, mutta omakin tavoite on liian kaukana. Yle.fi. Hakupäivä 22.5.2021. <https://yle.fi/uutiset/3-11341859>
5. Tolpo, Antje 2020. Yle-uutiset 9.5.2020. Hakupäivä 28.9.2021. <https://yle.fi/uutiset/3-11341859>.

Onko loma-asunnon rakentaminen ekoteko?

Rakennettu ympäristö aiheuttaa noin kolmanneksen Suomessa syntyvistä kasvihuonepäästöistä. Ekologisuutta huomioidaan rakentamisessa entistä paremmin myös vapaa-ajan asunnoissa. Artikkelin perustuu Jonne Huhtalan Oulun ammattikorkeakoulun opinnäytetyöhön Loma-asunnon suunnittelu.

Suomalaiset ovat mökkikansaa, sillä Suomessa on yli 500 000 vapaa-ajan asuntoa. Suomi on aina tilastojen kärkipäässä siinä, kuinka monta vapaa-ajan asuntoa on asukasta kohden.

Vapaa-ajan asuntoja rakennettiin 2000-luvun alussa noin 4 000 vuodessa. Rakentaminen hiipui välillä merkittävästi huippuvuosista. Viime vuosina niitä on rakennettu noin 2 000 vuodessa, mutta rakentaminen on lähtenyt jälleen kasvuun. Suosioon vaikuttavat mm. tämän hetken maailmantilanne sekä uusien ikäryhmien kiinnostus mökkeilyä kohtaan.

Vuonna 2019 mökin omistajien keski-ikä oli 63 vuotta ja alle 40-vuotiaita mökin omistajia oli vain 6 %. Tällä hetkellä suurinta innokkuus mökkeilyä kohtaan on Suomen Omakotiliitto ry:n tekemän kyselyn mukaan 18–34-vuotiailla. (1.)

Kyselyn perusteella suurin syy mökkeilylle on luonnossa oleminen ja vastapainon hakeminen hektiselle arjelle. Mökkeilyä pidetään tärkeänä ilmastomuutoksen vuoksi: se nähdään vaihtoehtona ulkomaanmatkoille ja näin keinona pienentää hiilijalanjälkeä. (1.)

Kautta aikain on rakennettu ekologisia loma-asuntoja, vaikka aiemmin kasvihuonepäästöjä ei rakentamisessa ole huomioitukaan.

Loma-asunto hirrestä

Rakentamisessa puun käyttö on ympäristöystävällinen ratkaisu. Suurin osa vapaa-ajan asunnoista on hirsirakenteisia, ja sama trendi näyttää jatkuvan edelleen, sillä vuosittain noin 70 % loma-asunnon rakentajista päätyy hirsiratkaisuun. (1.)

Ympäristön kannalta yleisimmin käytettävistä rakennusmateriaaleista paras vaihtoehto on hirsi, sillä hirrellä on suuri biogeenisen hiilen varastointikyky. Tyypillinen hirsimökki sitoo hiiltä noin 30 000 kiloa, mikä vastaa noin 250 000:ta autolla ajettua kilometriä. Kautta aikain on siis rakennettu ekologisia loma-asuntoja, vaikka aiemmin kasvihuone-

päästöjä ei rakentamisessa ole huomioitukaan. (2.)



Tyypillinen suomalainen mökki on 49 m² ja sijaitsee järven rannalla (Suomela 2021)

Loma-asuntojen ympäristöystävällisyys

Rakennukset kuluttavat noin 40 prosenttia Suomen energian kokonaiskulutuksesta. Uusista loma-asunnoista noin 60 % rakennetaan talviasutaviksi, ja tällöin myös energiatehokkuus on hyvällä tasolla. Ympäristöministeriön tavoitteena on, että rakentamista syntyviä päästöjä tullaan ohjaamaan lainsäädännöllä vuoteen 2025 mennessä. (3.)

Rakentamiseen liittyvä lainsäädäntö määrittelee tällä hetkellä sen, miten energiatehokkuus tulee huomioida rakentamisessa. Yleisesti rakennuksen energiatehokkuutta laskettaessa käytetään energiatehokkuuden määrittämiseen vertailulukua (E-luku). E-luvulle asetettuja raja-arvoja ei kuitenkaan sovelleta loma-asuntoihin. Ympäri vuotiseen käyttöön tulevan loma-asunnon energiatehokkuudessa kiinnitetään huomiota vain vaipan lämpöhäviölle asetettuihin vaatimuksiin. (3.)

Kun loma-asunnoille ei ole energiatehokkuusvaatimuksia, käy niihin lämmitysmuodoksi mikä tahansa. Lähes jokaiselta mökiltä löytyy kuitenkin tulisija, joka käyttää uusiutuvaa energialähdettä eli puuta. Uusiutuvaa energiaa hyödynnetään myös käyttämällä aurinkoenergiaa etenkin sellaisilla ton-teilla, jotka ovat sähköverkon ulkopuolella.

Suurin osa loma-asunnoista sijaitsee järven tai muiden vesistöjen rannalla, joten loma-asuminen vaikuttaa merkittävästi vesistöjen kuntoon. Uusi jätevesiasetus koskee kaikkea vapaa-ajan rakentamista, millä pyritään varmistamaan, että jätevedet käsitellään asiallisesti. Puhtaat vesistöt ovat kansallisaarteita, jotka tulee säilyttää hyväkuntoisina jälkipolville.

Mökille vai kaukomaille?

Jos kaukomatkojen sijaan rakennetaan puurakenteisia loma-asuntoja ja lomaillaan kotimaassa järven tai joen rannalla, säästetään aikaa ja rahaa sekä vähennetään hiilidioksidipäästöjä. Finnairin päästölaskurin mukaan esimerkiksi Helsinki–Tokio-matkan hiilijalanjälki on 499,29 hiilidioksidikiloa yhtä matkustajaa kohden (4). Meno-paluulento täydellä koneella tuottaa siis enemmän hiilidioksidipäästöjä kuin yhden hirsisen vapaa-ajan asunnon rakentaminen sitoo.

Meno-paluulento täydellä koneella tuottaa siis enemmän hiilidioksidipäästöjä kuin yhden hirsisen vapaa-ajan asunnon rakentaminen sitoo.

Vaikka ympäristöministeriön ohjeiden mukaisessa hiilijalanjälkilaskennassa ei huomioidakaan hiilikädenjäljen positiivista vaikutusta, rakentamisessa käytettävään sahatavaraan sitoutuu Suomessa vuosittain miljoonia tonneja hiilidioksidia. Näin ollen puurakentamisen voidaan katsoa olevan aina ekoteko.



Rakentamisessa puun käyttö on ympäristöystävällinen ratkaisu (Manninen 2021)

Lähteet

1. Peltonen, Heidi 2020. Joidenkin näkemysten mukaan puurakentaminen on aina ekoteko. Koillissanomat 16.5.2020. Kysely: Yhä useampi suomalainen mökkeilee tai suunnittelee mökin hankkimista. Hakupäivä 4.5.2021. <https://www.koillissanomat.fi/kysely-ya-useampi-suomalainen-mokkeilee-tai-suunn/2532177>.
2. Suomi rakentaa 2021. Kohti ekologista loma-asumista. Hakupäivä 4.5.2021. <https://www.suomirakentaa.fi/lomarakentaja/suunnittelu-ja-valmistelu/ekologinen-lomarakentaminen>.
3. Rakennusteollisuus 2021. Rakennettu ympäristö ja ilmastonmuutos. Hakupäivä 4.5.2021. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Materiaalitehokkuus/>.
4. Finavia.fi. 2018. Kuinka paljon lentomatka kuormittaa ilmastoa? Testaa suosituimmat päästölaskurit. Hakupäivä 7.12.2021. <https://www.finavia.fi/fi/uutis-huone/2018/kuinka-paljon-lentomatka-kuormittaa-ilmastoa-testaa-suosituimmat-paastolaskurit>.

Näkökulmia rakennusten pakolliseen ilmastaselvitykseen

Maankäyttö- ja rakennuslain uudistusesityksen mukaan hiilijalanjälkeä ja hiilikädenjälkeä seurattaisiin rakentamisluvun yhteydessä laadittavalla ilmastaselvityksellä. Näkemyksiä uudistukseen on selvitetty kyselyllä, johon ovat vastanneet tulevaisuuden rakennusalan ammattilaiset sekä rakennushankkeeseen ryhtyvät. Tähänastiset vastaukset viittaavat ilmaston kannalta hyvään suuntaan

Maankäyttö- ja rakennuslain uudistuksen keskeisinä ajatuksina ovat ilmastaselvityksen lisäksi rakennuksen elinkaaren pidentäminen ja kiertotalousajattelu. Ilmastaselvitys tulisi laatia kaikista rakennuksista, vaikka siinä asetetut raja-arvot eivät koskisi erillispientaloja. Erillispientaloille määriteltäisiin tavoiteiäksi vähintään 75 vuotta. Nykyinen tekninen käyttöikä on noin 50 vuotta eli käytännössä höyrynsulkumuovien, viemäreiden ym. kestoikä pisimmillään. Kiertotalousajattelu näkyy siinä, että haettaessa rakennukselle rakennus- ja purkulupaa tulisi esittää rakennus- ja purkumateriaaliselvitys. (1.)

EU:n rahoittaman ESBE (Enhanced Sustainability of Built Environment by Collaboration and Digitalization) -hankkeen kotisivuille www.esbe.io on laadittu kysely, jolla on tarkoitus testata nykyisten ja tulevien rakennusalan ammattilaisten sekä myöhemmin rakennushankkeeseen ryhtyvien, kuten pienrakentajien, näkemyksiä etenkin maankäyttö- ja rakennuslain uudistukseen liittyen. (2.) Tulevilla asiantuntijoilla tarkoitetaan jotakin rakennusalan korkeakoulututkintoa parhaillaan opiskelevia. Keskeinen kysymys ilmastaselvityksen laatimisesta on, kuka sen laatii ja onko laissa esitetty erityistä pätevyysvaatimusta laatijalle

Kyselyllä halutaan vastaajien näkemyksiä mm. hiilijalanjäljestä ja sen laskemisesta, oman kiinteistön/asunnon elinkaaresta, uusiutuvan energian käytöstä ja energiatehokkuudesta.

Kyselyn otanta tässä vaiheessa on melko pieni (120), mutta jo nyt vastauksissa on nähtävissä mielenkiintoisia suuntia, koska ne edustavat lähitulevaisuuden rakentamista ja rakentamisen asenneilmapiiriä. Kyselyn tuloksia tullaan päivittämään tulevan vuoden aikana sitä mukaa, kun saadaan vastauksia.

Kyselyn mukaan valtaosalla (58,5 %) on jonkinlainen käsitys hiilijalanjälkiasioista. Mutta vain noin neljännes tietää eri materiaaleista aiheutuvat

rakennuksen elinkaaren mukaiset CO₂-päästöjen suuruudet. Merkittävää on, että yli puolet (64 %) piti rakennuksen hiilijalanjälkilaskentaa tärkeänä. Lähes 90 %:n mielestä hiilijalanjälkilaskenta ohjaa rakentamista ilmaston lämpenemistä hidastavaan suuntaan.

Kyselyn mukaan lähes 70 % vastaajista haluaa energiatehokkuusluvun eli e-luvun kaltaisen c-luvun eli ilmastaselvityksen kuvaamaan hiilijalanjälkeä ja hiilikädenjälkeä. Valtaosan mielestä c-luvun laskeminen lisää rakentamisen byrokratiaa, mutta silti he ovat valmiita maksamaan c-luvun laskemisesta.



Kyselyyn vastanneiden mielipide hiilijalanjälkilaskennan tärkeydestä (Tolonen, Taskila 2021)

Vastaajien selkeä mielipide oli, että c-luvun laskijan tulisi olla pätevä. Jatkossa on syytä pohtia, riittääkö pätevyysalan korkeakoulututkinto vai tarvitaanko erityinen hyväksymismenettely.

Mielenkiintoista on, että vain noin puolelle kyselyyn vastanneiden rakennuksista on laskettu energiatehokkuustodistus eli ns. e-luku. Vaikka tämä on ollut pakollinen yli kymmenen vuotta, se on vaikuttanut vastaajista vain noin 35 %:n asuntokaupan toteutumiseen. Vastaajista ne, jotka asuvat vuokralla, eivät tosin ole välttämättä tietoisia rakennuksen energiatehokkuudesta.

Kysymykseen siitä, pitäisikö ilmastaselvityksen tekeminen hyvittää jollakin tavoin, opiskelijoiden kanta oli selkeä: hiilijalanjäljen laskentakustannuksia voisi hyvittää kiinteistöveron huojennuksena.

Näin mahdollinen alennus voisi tapahtua useana vuonna peräkkäin. Rakennuslupamaksun yhteydessä kyse olisi kertahuojennuksesta.

Tämänhetkisessä Maankäyttö- ja rakennuslaissa rakentamisen näyttävät olevan (kyselyn perusteella) epäselvät. Päävastuu rakentamisesta on rakennushankkeeseen ryhtyvällä, siis rakentajalla itsellään. Opiskelijoista vain noin alle 10 % tunnisti tämän. Jopa rakennusalalla työskenteleville vastuukysymys on vastausten perusteella epäselvä.

Huolestuttavaa on, että puolet vastaajista ei tiedä rakennuksensa arvioitua käyttöikä. Silti suurin osa haluaa, että rakennus kestäisi vähintään 100 tai jopa 200 vuotta. (3.) Nykyrakennukset kestävät vain pari sukupolvea eli noin 50 vuotta. Kun tekninen käyttöikä on ylitetty, edellyttää rakenteiden korjaaminen niiden rikkomista. Vastausten mukaan kukaan korjaajista ei kuitenkaan haluaisi rikkoa mitään korjatessaan.

Vain noin 30 %:lle vastaajien asuinrakennuksista on laadittu rakennuksen kuntoarvioon liittyvä PTS eli pitkän tähtäimen suunnitelma, jossa erilaiset korjaukset on jaksotettu ja kustannuseritelty seuraavalle 10 vuodelle. PTS:n laatiminen ei koske omakotitaloja, minkä vuoksi PTS-luku on varsin alhainen.

Kysyttäessä talon lämmitysjärjestelmiä uusiutuvan energian osalta näkyy selvästi Oulun kaupungin kaukolämmön merkittävä osuus. Huomionarvoisaa on, että ilmalämpöpumppu on vain 13 %:lla vastanneiden talouksista. Koska kysymykseen oli mahdollista valita monta vastausvaihtoehtoa, luvuissa näkyy, että järjestelmiä voi olla useita. Uuni on usein varajärjestelmänä. Jäähdytys on noin 30 %:lla talouksista. Tämä tulee varmuudella lisääntymään merkittävästi tulevaisuudessa. Suurin osa aikoo ottaa käyttöön ilmalämpöpumppuja tai aurinkopaneeleita.

Huomionarvoisaa on, että vastaneista yli 38 %:lla on uusiutuvan energian sähkösopimus. Vastausten opiskelijapainotuksella tämänkaltainen sopimus on yli 40 %:lla. Vain 15 % vastaajista ei tiennyt energian alkuperää – ts. ei välittänyt, miten energia tuotetaan. Toisaalta Suomen energiatuotannosta lähes 80 % voi olla luokiteltavissa uusiutuvaksi tai päästöttömäksi, jos mukaan otetaan ydinenergia-tuotanto.

Vain noin viidennes on peruskorjaamassa rakennuksiaan. Lähes 2/3 kaikista vastausten omakotiasujista suunnittelee peruskorjausta. Vain noin puolet peruskorjaajista suunnittelee samalla lisäeristystä.

Merkittävä tieto on, että 77 % uudisrakentamista aikovista suunnittelee mieluummin tavanomaista rakentamista 0-energiarakentamisen tai passiivirakentamisen sijaan. Kyselyyn vastanneista 56 % on halunnut massiivipuorakennuksen. (3.)



Kyselyyn vastanneiden suunnittelemat rakennustyyppit (Tolonen, Taskila 2021)

Tällä hetkellä yleisimmän tarjolla olevan rakennusratkaisun eli puurankaelementtirakennuksen haluaa 30 % vastaajista ja kivirakennuksen vain 13,5 %. Vastausten opiskelijapainotuksella lähes 60 % haluaa massiivipuorakennuksen ja 15 % kivirakennuksen. Näillä valinnoillaan he ilmaisevat toiveen mahdollisimman suuresta hiilikädenjäljestä tai rakennuksen pitkästä elinkaaresta. (3.)

Maankäyttö- ja rakennuslain uudistus on lausuntokierroksella parhaillaan 27.9 - 7.12.2021 (1). Laki on tarkoitus saattaa voimaan kuluvalle hallituskaudella eli aikaisintaan se tulisi voimaan vuonna 2023 tai 2024.

ESBE-hanke on EU:n rahoittama Oulun ammattikorkeakoulun johtama hanke, jossa ovat mukana Uumajan ja Luulajan yliopistot. Hankkeen tavoitteena on arvioida rakentamisen digitalisaation, elinkaarianalyysimenetelmien haasteita ja mahdollisuuksia rakennetun kestävän ympäristön saavuttamiseksi.

Kysely on avoinna hankkeen kotisivuilla, ja siihen on mahdollista vastata 31.5.2022 saakka. Seuraavan kerran kyselyn päivitetty tulokset julkaistaan Oulun kevään Rakentajamessuilla 22.4.2022. Lisätietoja: Oulun ammattikorkeakoulu, kai.tolonen@oamk.fi.

Lähteet

1. mrluudistus.fi. Maankäyttö- ja rakennuslaki uudistuu. Hakupäivä 25.11.2021. <https://mrluudistus.fi/>.
2. ESBE 2021. Enhanced Sustainability of Built Environment by Collaboration and Digitalization. Hakupäivä 25.11.2021. <https://www.esbe.io/fi/etusivu/>.
3. Tolonen, Kai, Harju, Pekka & Pitsinki, Vesa 2021. Hiilijalanjäljen ja elinkaarianalyysin laskenta. Esitys Oulun rakentajamessuilla 24.9.2021.

Tuulivoimapuiston hankekehitys ja osaaminen

Tuulivoimatuotannon kehittyessä ja kasvaessa tarvitaan lisää osaamista ja alan ammattilaisia niin tuulivoimapuiston hankekehitykseen kuin rakentamisen eri vaiheisiin. Onko Suomessa riittävästi osaamista ja koulutusta kasvavan alan kehittämiseen? Tuulivoiman taloudelliset ja työllistävät vaikutukset ovat merkittävät kunnille ja yrityksille.

Energiantuotanto on merkittävä kasvihuonekaasujen ja hiukkaspäästöjen päästölähde. Tuulivoimalla tuotettu sähkö ei lisää päästöjä ilmaan, maahan tai vesistöihin. Tuulivoima on yksi globaalisti kasvavista uusiutuvan energian tuotantotavoista. (1.)

Tuulivoimapuistoja on suunnitteilla Suomeen enätysmäärä. Tuulivoimapuiston toteuttaminen on usean vuoden projekti, johon tarvitaan osaamista monelta eri osa-alueelta. Tulevaisuudessa tarvitaan niin tuulivoimateknologian kuin ympäristötieteen osaamista. Tuulivoimatuotannon koulutusta tulisi parantaa, jotta tulevaisuuden hiilineutraalin yhteiskunnan kehitys toteutuu. (2.)

Onnistuneen tuulivoimahankkeen toteuttaminen identifioimisesta luvitetuksi tuulivoimahankkeeksi vaatii monen alan erityisasiantuntijuutta.

Tuulipuiston suunnittelu

Tuulivoimapuiston suunnittelu alkaa sopivan alueen valinnasta edeten esiselvityksen jälkeen maan hankinnasta aina hankekehitykseen asti. Tuulivoiman hankekehityksessä huomioidaan tuulivoimoiden aiheuttamat vaikutukset verraten hankealueen nykytilaan, eli tavoitteena on estää haitallisten ympäristövaikutusten syntymistä alueen luontaiseen kehitykseen hyvällä ja perinpohjaisella suunnittelulla. (2.)

Yhden tuulivoimahankkeen kehitys vie useita vuosia. Onnistunut tuulivoimahankkeen toteuttaminen identifioimisesta luvitetuksi tuulivoimaprojektiksi vaatii monen alan erityisasiantuntijuutta. Tuulivoimahankkeen eteneminen tuottavaksi hyvin huolletuksi tuulipuistoksi vaatii taas omat eri alojensa osaajat. (2.)

Hankekehitys

Tuulivoiman hankekehitys on maankäytön suunnittelua, joka tähtää voimaloiden rakentamiseen. Käytännössä se on eri asioiden yhteensovittamista, kuten rakennuspaikan ja parhaiden

tuuliolosuhteiden hakemista huomioiden etäisyydet asutukseen sekä vähäiset vaikutukset luontoon. Hankekehityksen aikana pyritään varmistamaan hankkeen taloudelliset edellytykset sekä minimoimaan negatiiviset vaikutukset. Hankekehitys sisältää muun muassa suunnittelua, neuvottelua maanomistajien kanssa maanvuokrauksesta, mitauksia, ympäristövaikutusten arviointia, projektin järjestelyä, lupia ja kaavoitussopimusten tekoa. (3.)

Parhaiden tuulipuistojen sijaintipaikkojen tunnistaminen on hankekehittäjän ja projektin etenemisen kannalta tärkein taito. Hyvä sijaintipaikka tuulipuistolle edellyttää monen asian yhteensovittamista. Huomioitavia ovat muun muassa maisema-arvot, etäisyys asutukseen, luontoarvot ja alueen asukkaiden mielipide tuulivoimahankkeeseen. Kerätyn tiedon avulla valitulle alueelle tehdään tuulimittaukset, jotka varmistavat hankkeen taloudellisten edellytysten toteutumisen (4.)



Mittausmasto (Heidi Paalatie)

Tuulipuiston alueen kaavoitus

Tuulivoimarakentamiseen sovelletaan samoja säännöksiä kuin muuhunkin rakentamiseen. Suurten tuulivoimaloiden toteutuksen tulee perustua maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999, MRL) mukaiseen kaavoitukseen. Kaavoituksessa määritellään tuulivoimarakentamiseen soveltuvat alueet. Rakennuslupa tai toimenpidelupa vaaditaan aina tuulivoimalan rakentamiseen. (5.)

Kaavaprosessi jaennetaan neljään eri vaiheeseen: aloitus-, valmistelu-, ehdotus- ja hyväksymisvaiheeseen. Kuvasta nähdään tarkemmin kaavoituksen eteneminen ja sen eri vaiheet. Kaavoitus aloitetaan suunnittelulla ja osallistumis- ja arviointisuunnitelman laatimisella. Aloitusvaiheessa määritellään kaavan alustavat tavoitteet, selvitystarpeet ja vaikutusten arvioinnin laajuus. (5.)



Kaavoituksen eteneminen (Kajaanin kaupunki)

Valmisteluvaiheessa tarkennetaan kaavan sisältöä koskevia ratkaisuja, kuten sen tavoitteita, täydennetään selvityksiä ja suunnitellaan kaavaratkaisun periaatteita ja vaihtoehtoja sekä selvitetään niihin liittyviä vaikutuksia. Kaavaluonnos ja valmisteluaineisto asetetaan nähtäville ja järjestetään yleisötilaisuus, joka on avoin osallisille ja kunnan asukkaille. (5.)

Tulevaisuuden työpaikka

Tuulivoimatuotannon ollessa kasvusuunnassa se työllistää yhä enenevässä määrin suomalaisia. Työllisyysvaikutukset muodostuvat tuulivoimahankkeiden suunnittelusta, rakentamisesta, käytöstä sekä kunnossapidosta.

Jenna Aikion opinnäytetyössä selvitettiin tuulivoimaprojektin eri vaiheita, ja kokonaisuuteen sisältyi myös osaamiskartoitus liittyen hankekehityksen eri vaiheisiin. Osaamisen tarve ja projektin vaiheet voidaan jakaa moneen osaan. Yrityksen suunnittelussa rekrytointia sopivan osaajan löytämistä helpottaa, jos haettavalle henkilölle luodaan osaa-

misprofiili. Rekrytoinnissa voidaan hakea moniosaajaa tai tietyn alan asiantuntijaa.

Työllistyminen tuulivoima-alalle on enemmän kiinni halusta kehittyä tuulivoiman asiantuntijaksi kuin omasta koulutustaustasta Tuulivoima-alan koulutus Suomessa tulee jälkijunassa, joten alan asiantuntijoiden kouluttaminen on vielä ainakin jäänyt yritysten harteille.

Suurimpana haasteena yrityksille onkin päättää, vaaditaanko tuulivoimateknologian moniosaajia vai pyritäänkö rekrytoimaan osa-alueittain alansa erikoisosaajia.

Lähteet

1. Suomen Tuulivoimayhdistys 2021. Miksi tuulivoimaa. Hakupäivä 21.5.2021. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/miksi-tuulivoimaa>.
2. Aikio, Jenna 2021. Tuulivoimapuiston hankekehitys ja henkilöstön osaamiskartoitus. Oulun ammattikorkeakoulu. Energia- ja ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 3.12.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/500148/Aikio_Jenna.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
3. YIT 2021. Tuulivoiman hankekehitys. Hakupäivä 21.5.2021. https://www.yit.fi/infrapalvelut/laitosrakentamisen/tuulivoima/tuulivoiman-hankekehitys?creative=506707634073&keyword=&match-type=b&network=g&device=c&clid=EAlaIQob-ChMiv5nlgZPi8AIVAdayCh1iLg-SIEAAYASAAEgKFzFD_BwE.
4. Paalatie, Heidi 2020. Suomen tuulivoimayhdistys ry. Epävarmuuden hintaa hankekehityksessä voi hallita. 02/2020. Hakupäivä 24.5.2021. <https://www.e-julkaisu.fi/sty/tuulivoima/2-2020/mobile.html#pid=32>.
5. Ympäristöministeriö 2016. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Helsinki: Valtioneuvoston hallintoyksikkö.

Pientaloihanne – rakentajan valinnat vuonna 2021

Omakotitaloasumisella on pysyvä ja vahva asema suomalaisessa pientalorakentamisessa. Pientalojen ulkoasua ohjaavat arkkitehtoninen ajankuva ja tekniikka, ja rakentamistapana ykkösratkaisu on avaimet käteen -konsepti. Jälleenrakennuskauden tarpeista lähtenyt elementeistä koottu talopaketti kasvattaa edelleen osuuttaan pientalomarkkinoilla.

Valtaosa talopakettitaloista on puurankaelementtirakenteisia, mutta myös hirsirakentaminen on suosittua.

Ympäristöhallinnon Asukasbarometri 2016 -tutkimukseen mukaan omakotitaloasumisella on pysyvä asema suomalaisessa pientalorakentamisessa. Barometriin vastanneista yli puolet pitää omakotitaloasumista ihanteellisimpana asumismuotona.

Sotien jälkeen eri vuosikymmenillä pientaloilla ovat olleet omat ominaispiirteensä niin ulkonäön kuin tilaratkaisuidenkin osalta. Pientaloihanne 2020 -kyselyllä haluttiin selvittää, minkälainen on tämän päivän pientaloihanne ja mihin rakentamisessa halutaan panostaa. Kysely tehtiin verkkokyselynä helmikuun 2021 aikana osana Oulun ammattikorkeakoulun rakennusarkkitehtuurin opinnäytetyötä. Vastauksia saatiin kahden viikon aikana yli 400.

Kyselyssä selvitettiin vastaajien ajatuksia pientalon ulkonäöstä, rakennusmateriaaleista ja toiminnallisuuksista. Lisäksi kysyttiin valmiutta käyttää rakennusbudjettia energiatehokkuuden parantamiseen yli määrätason tai uusiutuvan energian tuottoon omalla rakennuspaikalla.

Pientaloihanne 2020

Vastausten perusteella ihannepientalon tulisi sijaita kaupungin lähetyvillä olevalla pientaloalueella 1 000–2 000 m²:n kokoisella omistustontilla. Lähes 40 %:lla vastaajista ihannepientalo on talovalmistajan valmismalli ja 60 %:lla valinta on elementtitalopaketti, johon myös massiivipuutalot kyselyssä luettiin. Rakentamistavaksi valitaan lähes joka toinen kerta avaimet käteen -toimitus, kuitenkin niin, että neljännes rakentajista haluaa itse tehdä viimeisteleviä sisätöitä.

Runkomateriaalivalinta on useimmiten massiivipuuta eli hirsistä tai CLT (umpipuinen liimattu elementti). Vastaajista tällaisen massiivipuurakenteisen talon valitsi lähes puolet ja yhteensä puurakenteiseen taloon päätyi noin 80 %. Hirsitaloteollisuuden mukaan hirsipientalojen toteutuneita aloituksia vuonna 2020 oli noin 1 400.



Moderni hirsitalo on ulkonäöllisesti kaukana ristinurkkaisista perinteisistä hirsitaloista (Honkarakenne 2018)

Kyselyn mukaan joka toinen talo on yksikerroksinen ja joka toinen puolitoista- tai kaksikerroksinen. Kellaria 2020-luvun taloon ei yleensä valita – kuten ei vuosikymmeniin ole tehty. Kattomuotona taloissa on useimmiten harjakatto. Autotalli tai -katos on useimmiten kahdelle autolle. Autosuojan yhteyteen sijoitetaan lämmintä varasto- tai harrastustilaa.

Merkittävimpiä uutena piirteinä on yhä useamman halu nauttia löylyistä myös erillisessä ulkosaunassa.

Merkittäviä uusia mieltymyksiä ei tilojen perusratkaisun suhteen ole, vaan päälinjat ovat olleet samat rintamamiestalojen jäätyä syrjään standardiratkaisuna 1960-luvulla. Talon kolme makuuhuonetta ovat kooltaan 12–13 m². Näiden lisänä talossa on vierashuone sekä työhuone. Oleskeluun avautuvan avokeittiön ohella talossa on lähes poikkeuksetta kodinhoituhuone ja vaatehuone arjen toimiin. Sisäsaunan yhteydessä pesuhuoneessa on kaksi erillistä suihkua ja talosta löytyy lisäksi kaksi wc:tä. Merkittävimpiä uutena mieltymyksenä on yhä useamman halu nauttia mökkitunnelmasta omassa arjessa erillisen ulkosaunan löylyissä.

Talon lämmitysjärjestelmä on maalämpöpumppu ja sitä täydentämään rakennetaan varaava takka tunnelmaa luomaan. Tulisija antaa myös lämmitysvarmuutta sähkökatkojen varalle. Leivinuuni on

ajatuksissa harvalla, ja muutoinkin puulla lämmitäminen on harvinaisempaa kuin aikaisemmin.

Taloautomaatiojärjestelmien kaikkia mahdollisuuksia ei ehkä vielä tunnisteta, mutta monia niihin liittyviä osajärjestelmiä on jo otettu mukaan energian käytön hallintaan. Usein talo on automatisoitu ainakin lämpötilan ja ilmanvaihdon etäohjauksella. Myös turvajärjestelmille on kysyntää. Tällaisia ovat esimerkiksi etä- ja videovalvonta, liiketunnistimet, savu- ja vesi-ilmaisimet, murtohälyttimet sekä numerokoodilla ja etäohjauksella toimivat lukituksen varmentavat järjestelmät.

Pientaloalueen rakennusvuosikymmenen näkee katukuvasta

2020-luvun rakentamisessa on nähtävissä, että rakentajat eivät juuri ole valmiita ottamaan riskejä. Rakennuksen väri, muoto, kokoluokka ja aukotus ovat hyvin yhteneviä ja ajankohdan trendien mukaisia. Ulkonäöltään erilaiset, katukuvasta erottuvat rakennukset ovat yleensä arkkitehdin asiakkaalle yksilöllisesti suunniteltuja. Usein näitä tapauksia arvostetummilla ja yksityiseen tontinomistukseen perustuvilla asuinalueilla. Voidaan kysyä, onko tähän yksi-ilmeisyyteen syynä rakennusbudjetti, parhaan mahdollisen jälleenmyyntiarvon tavoittelu, mielikuvituksen ja uskalluksen puute vai halu olla erottumatta liikaa massasta. Mahdollisesti myös rakentamisen ohjaus voi yksipuolistaa tulosta.

Ratkaiseva murros tilaratkaisujen perusteissa tapahtui 1950-luvulta poistuttaessa. Rintamamiestalo-tyylin mukaisesta, yhden savuhormin lämmön ympärille kootusta asuintilojen sijoittelusta siirryttiin vapaampaan, avoimeen tilajäsentelyyn.

Ulkonäöllisesti samalla vuosikymmenellä valmistuneet pientaloalueet ovat usein hyvin homogeenisia.

Samaa yhdenmukaisuuden tavoittelun tai tuloksen piirrettä tosin on ollut kautta aikain. 1960-luvun kytkettyjen asuintalojen riveistä löytyy laajoine ikkunapintoineen matalia, julkisivuiltaan vaaleita, kalkkihiekkatällisiä ja puuosiltaan tummasävytteisiä, loivasti harjakattoisia taloja. 1970-luvun alkupuolen ratkaisuna oli tasakattoiselta vaikuttava matala ja myös kytketty punatiilitalo. 1970-luvun loppupuolella energiakriisin vaikuttamina rakennettiin vaipan alaltaan minimoituja, niukasti aukotettuja jyrkkäkattoisia käkikellotaloja. 1980-luvun asuinalueen talot toivat kontrastia edellisiin: ne verhoiltiin

vaalealla, usein murrettupintaisella kalkkihiekkatällillä ja koristeltiin pylväin ja kaarin.



Skandinaavinen selkeys ja isot ikkunat ovat osa 2000-luvun pientaloarkkitehtuuria (Stenius 2021)

1990-luvulla asuinalueet muuttuivat keveämmiksi pääosin puuverhoiltujen vaaleiden pastelliväritteisten talojen myötä. 2000-luvun puolelle tultaessa puuverhoillut harjakattoiset elementtirakenteiset pientalot jatkoivat keveämpää katukuvaa. 2020-luvun alun pientaloalueiden kuvaksi näyttää muodostuvan tummasävytteisempi julkisivun ilme sekä jyrkät pulpettikatot. Modernit, urbaanit, lyhytnurkkaiset city-hirsitalot ovat tulossa hallitseviksi.

Rakennusten ulkoasua ohjaa paitsi arkkitehtoni ajankuva myös tekniikka. Umpiolasi-ikkunoiden kehitys mahdollisti laajat ikkunapinnat 1960- ja -70-lukujen pientaloissa. Ne kuitenkin katosivat 1970-luvun energiakriisin myötä. Uudempi energiakriisi puolestaan paitsi lisäeristi rakennuksen vaipan myös suorakulmaisti ja oikaisi edellisen vuosikymmenen rönsyt rakennuksista. Samaan suuntaan kehitystä vei edellä mainittu 1970-luvun murros, joka palautti käyttöön savuhormin ympärille kietoutuneen kompaktin rintamamiestalon idean, mutta tällä kertaa käkikelloversiona. Ovatkohan hiilijalanjälkitaustaiset niukkuusihanteet ja kompaktiasumisen ratkaisut seuraava muutoslinja?

Lähteet

Hirsitaloteollisuus 2020. Hirsiomakotitalojen markkinaosuus on edelleen kasvussa. Hakupäivä 27.9.2021. <https://www.hirsikoti.fi/fi/media/hirsiomakotitalojen-markkinaosuus-on-edelleen-kasvussa>.

Honkarakenne 2018. Moderni hirsitalo on täynnä kauniita yksityiskohtia. Hakupäivä 27.9.2021. <https://www.honka.fi/fi/blog/2018/02/21/moderni-hirsitalo-ontaynna-kauniita-yksityiskohtia/>.

Stenius, Petra 2021. Suomalaisen pientalon vuosikymmenet ja pientaloihanne 2020. Oulun ammattikorkeakoulu. Rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 1.10.2021. <https://www.theseus.fi/handle/10024/494636>.

Suomen ympäristökeskus 2016. Asukasbarometri 2016. Kysely kaupunkimaisista asuin ympäristöistä. Hakupäivä 1.10.2021. <https://www.ymparisto.fi/asukasbarometri>.

Tulevaisuuden osaaja hyödyntää dataa

Energia-, sähkö- ja talotekniikka sekä näitä yhdistävä automaatioala ovat olleet murroksessa pitkään. Yli tuhannen neliömetrin hybridilaboratoriossa Oulun ammattikorkeakoulun (Oamk) tiloissa voidaan antaa uusien osaamistarpeiden mukaista koulutusta. Tällä vastataan työvoiman ja osaajien tarpeeseen, jonka arvioidaan olevan vuoteen 2030 mennessä 10 000 henkilötyövuotta.

Pohjois-Suomesta on tulossa tuuli- ja ydinvoimarakentamisen myötä hiilivapaan sähkön viejämaakunta, ja ala digitalisoituu vauhdilla.

Hybridilaboratorion koulutus- ja kehitysyhteistyö liittyy olennaisesti datan hyödyntämiseen elinkeinoelämän tarpeisiin peilaten.

Kertyvää dataa voidaan pidemmällä aikavälillä hyödyntää esimerkiksi sähkön kulutusjoustop, älykkään kunnossapidon, energiaennusteiden, Big data -sovellusten sekä virtuaalisen ja lisätyn todellisuuden kehittämisessä.

Korkean teknologian hybridilaboratorio-oppimisympäristöä on kehitetty EaaSLab- eli Energia-, sähkö- ja talotekniikan oppimisympäristö -hankkeessa. Laboratoriosta kehitetään koulutus-, tutkimus- ja yritys yhteistyön keskittymä, ja siihen kuuluvat energiatekniikan, LVI-tekniikan sekä sähkö- ja automaatiotekniikan laboratoriot. Se vastaa meillä olevan energiamurroksen ja työelämän tarpeisiin pitkälle tulevaisuuteen.



Oulun ammattikorkeakoulun hybridilaboratorion pohjapiirros

Tulevaisuuden oppimisympäristö apuna osaajapulaan

Energiatekniikan laboratoriossa lämpöä tuotetaan aurinkokeräimillä, maalämpöpumpulla, bioöljy-, pelletti- tai sähkökattiloilla. Hybridilaboratorion etuna opetuksessa on laboratorion sisäinen

kaukolämpöverkko. Sen avulla opiskelijat pääsevät tutustumaan lämmön tuotantoon, siirtoon ja kulutukseen kokonaisuutena. Tuotettu lämpö johdetaan laboratorion sisäiseen kaukolämpöverkkoon ja edelleen talotekniikan laboratorioon. Vaihtoehtoisesti lämpöä voidaan varastoida lämminvesivaraajaan. Näin lämpöä voidaan varastoida ja hyödyntää silloin, kun se on taloudellisesti kannattavaa.

LVI- eli talotekniikan laboratoriossa lämpö kulutetaan lämmönsiirtimien välityksellä patteriverkostoon, iv-koneiden lämmityspattereille ja käyttövesiverkostoon. Ylijäämlämpö voidaan johtaa ulkoilmaan. Uudet tilat tarjoavat talotekniikan opiskelijoille mahdollisuuden saada laitteista ja niiden toiminnasta kokonaiskuva.



Hybridilaboratorion lämpöverkon oppimisympäristöä, kuvassa Mikko Mielityinen, Tuula Sivonen ja Elina Hulkkonen

Sähkötekniikan laboratorion älysähköverkko on laaja kokonaisuus, johon on liitetty aurinkosähkövoimala, akkuvarasto, oma muuntamo, generaattori-varatehojärjestelmä sekä sähköauton lataus-asetat. Ylimääräinen tuotanto syötetään kampuksen sähköverkkoon. Omavoimainen älysähköverkko on erotettavissa myös omaksi saarekeverkokseen.



Hybridilaboratorion katolla sijaitsevan aurinkosähköjärjestelmän suuntatutkimukseen suunniteltu paneelijärjestelmä, kuvassa vasemmalta Tuula Sivonen, Mikko Mielityinen, Ville Isoherranen, Heidi Takalo ja Elina Hulkkonen

Digitaalinen koulutusympäristö mahdollistaa verkoihin ja ilmiöihin tutustumisen myös laboratorion ulkopuolelta. Sekä lämpö- että sähköverkko on an-turoitu ja dataa tuotetaan tietokantaan hyödynnet-täväksi esimerkiksi digitaalisten kaksosten kehitys-työssä. Keskeistä tulevaisuuden sovellusten kehittämisessä on datan mittaaminen, analysointi ja jär-jestelmien ohjaus automaattisesti. Datan tallentu-minen tietokantaan ja etäyhteydet mahdollistavat työskentelyn hybridilaboratorion digitaalisessa ympäristössä.

Energia-, sähkö- ja talotekniikan oppimisympä-ristö- eli EaaSLab-hankkeessa investoitiin hybridi-laboratorion sisäiset lämpö- ja sähköverkot ope-tus- ja tutkimuskäyttöön. Jälkimmäisen yhteyteen hankittiin laitesuoja, joka sisältää keskijännite-muuntajan kytkentäelementteineen, neljä (à 22 kW) sähköauton latauspistettä sekä generaattori-varatehojärjestelmä. Hankkeessa investointiin myös teollisuuden älykäs moottorikeskus, älykäs valaistusjärjestelmä, virtausprofiililaitteisto, aurin-kosähköjärjestelmä ja sähkön varastointijärjes-telmä. Perusinfrastruktuurin lisäksi laboratorion si-säisistä lämpö- ja sähköverkoista tuotettiin digitaal-iset kaksoset.

Hanketta rahoittivat Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR), jossa tuen myöntäjänä oli Pohjois-Poh-janmaan liitto, sekä alueen yritykset, ja sen koko-naisbudjetti oli lähes kaksi miljoonaa euroa. Han-ketta toteutettiin 1/2019–6/2021.

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



POHJOIS-POHJANMAA
Council of Oulu Region



OAMK
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU

Korkea rakentaminen haastaa LVI-suunnittelijan

Korkean asuinrakentamisen LVI-suunnitteluosaaminen lisääntyy vähitellen Suomessa. Suunnittelukohteita on edelleen melko harvassa, minkä seurauksena kilpailu korkean rakentamisen suunnittelukohteista kovenee. Kilpailu syö yleensä yrityksiä kannattavuutta, joten mukana olevien ja mukaan pyrkivien toimijoiden on hyvä varautua tiukkenevaan hintakilpailuun.

Suomessa rakennetaan korkeita rakennuksia aiempaa enemmän: yli 50 m korkeita asuinrakennuksia on noin 40, joista 19 on valmistunut vuoden 2010 jälkeen.

Rakennus	Korkeus	Krs	Valm.	Sijainti
Majakka	134 m	35	2019	Helsinki
Loisto	124 m	32	2021	Helsinki
Niittyhulppo	85 m	24	2017	Espoo
Luminary	70,52 m	21	2018	Tampere
Tupalankulma	61 m	18	2017	Iälvonmäki
KOAS Tower	60 m	16	2018	Jyväskylä
Keskikatu 6	60 m	16	1975	Kerava
Vantaan Astrum	59,35 m	17	2018	Vantaa
Airiston Tähti	58 m	18	2001	Turku
Safarirakennin Masto	54,1 m	16	2017	Oulu
Oulun Pajarinkulma	52,6 m	12	2016	Oulu
Oulun Puistovaltti	52 m	16	2018	Oulu
Oulujoen Siltaahti	50 m	16	2018	Oulu

Suomen kolme korkeinta asuinrakennusta ja eräiden kaupunkien korkeimpia asuinrakennuksia

Korkean asuinrakentamisen LVI-suunnitteluosaimista on ollut harvoilla toimijoilla. Osaamisen lisääntyessä rakennuttajat voivat valita suunnittelun toteuttajan suuremmasta ryhmästä LVI-alan asiantuntijoita, mikä lisää kilpailua. LVI-suunnittelutoimistojen taloudellisesta menestymisestä korkeiden asuinrakennusten suunnitteluprojekteissa ei ole käytössä tilastotietoa. Kilpailu syö yleensä yrityksiä kannattavuutta. LVI-alan toimijat voivat varautua kilpailuun ja kannattavuuden säilymiseen kehittämällä LVI-suunnitteluprosesseja ja projektin hallintaa.

Korkean rakentamisen osaajien tarve kasvaa

Osaavia, asiaan perehtyneitä ammattilaisia tarvitaan lisää, mikä edellyttää koulutuksen lisäämistä. Tällä hetkellä osassa paikkakunnista edellytetään myös aikaisempaa kokemusta korkean rakentamisen suunnittelutehtävistä, jotta suunnittelija täyttää kelpoisuusvaatimukset.

Koulutusta ja kokemusta tulisi tarkastella pätevyyksien arvioinnissa kokonaisuutena, jotta suunnittelutoiminta ei rajoittuisi vain muutamille toimijoille väärinä kilpailu.

Korkeasta rakentamisesta on laadittu suunnittelun eri vaiheita ohjaava rakentamistapaohje, mutta toistaiseksi suomenkielisiä ja suomalaisen korkeaan rakentamiseen suunnattuja ratkaisukeskeisiä ohjekortteja ei ole saatavissa. Korkean rakentamisen LVI-tekniisiä ohjeita löytyy englannin kielellä. Mitoitusohjeet poikkeavat suomalaisista mitoitusohjeista, mistä johtuen niitä sovelletaan tarvittavin osin. Lähitulevaisuudessa tulisi saada suunnittelun tueksi lisää suomalaista korkeaa rakentamista tukevia ohjekortteja, jotka pohjautuvat hyväksi havaittuihin ratkaisumalleihin.

Korkean rakentamisen vaatavuustekijät

LVI-suunnittelun näkökulmasta rakennuksen korkeus aiheuttaa haasteita mm. laitteistojen paineenkestossa, verkostojen paineenhallinnassa ja rakennuksen painesuhteissa. Lämmityksen ja käyttövesiverkoston ongelmien ratkaisemiseksi tulee rakennus jakaa tekniikan osalta pystysuuntaisiin vyöhykkeisiin ja tehdä ratkaisuvaihto siten, että vyöhykkeille saadaan sopivat painetasot. Käyttövesiverkostossa ylemmät vyöhykkeet vaativat paineenkorotusta, mutta samalla tulee huolehtia, ettei paine kasva alemmilla tasoilla liian suureksi.

Korkean rakennuksen ilmanvaihto tehdään lähtökohtaisesti joko keskitettynä tai asuntokohtaisena. Molemmissa ratkaisuissa on omat etunsa. Keskitetty ilmanvaihto on usein edullisempi toteuttaa ja huoltaa mutta lisää kuilujen tarvetta ja on riskialttiimpi hormivaikutukselle.

Ilmanvaihdolla voidaan vaikuttaa rakennuksen painesuhteisiin, joten painesuhtetarkastelut tulee tehdä huolellisesti, ja usein käytetään apuna eri laskentamenetelmiä ja simulointia. LVI-suunnittelijan tehtävä on esittää parhaiten hankkeen tavoitteita palvelevat ratkaisut, joiden pohjalta valitaan yhdessä tilaajan kanssa parhaiten soveltuvat vaihtoehdot.

Korkeassa rakennuksessa muodostuu lämmityskaudella hormivaikutus, jolloin sisä- ja ulkoilman välisen lämpötilaeron vuoksi ilma pyrkii nou-

semaan voimakkaasti rakennuksen alaosaan kohti rakennuksen yläosaa. Tämän seurauksena alaosaan muodostuu alipaine ja yläosaan ylipaine. Lämpötilaeron luoman nosteen lisäksi hormivaikutusta voimistaa tuulen aiheuttama dynaaminen paine, mihin vaikuttavat tuulen nopeus ja suunta rakennukseen nähden. Hormivaikutus lisää vuotoilmamäärää rakennuksen ulkovaipan ja sisärakenteiden läpi. Tämä lisää epäviihtyisyyden, kosteusvaurioiden ja haju- ja meluhaittojen riskiä sekä voi hankaloittaa ovien avaamista ja sulkemista.

Hormivaikutusta pystytään hallitsemaan rakenteellisilla, arkkitehtonisilla ja taloteknisillä keinoilla, joten LVI-suunnittelijalla on merkittävä rooli, kun pohditaan keinoja painesuhteiden hallitsemiseksi. Korkeassa rakennuksessa hormivaikutuksen hallitsemisesta tulee laatia selvitys, joka toteutetaan yhteistyössä eri suunnittelulajien kanssa.

Rakennusturvallisuuden uudelleen arvioiminen

Tulipalotilanteessa rakennuksen korkeus hankaloittaa ja hidastaa pelastustoimia. Rakennuksen korkeuden kasvaessa myös vaaraan joutuvien henkilöiden määrä kasvaa. Korkeassa rakennuksessa LVI-suunnittelija osallistuu paloturvallisuuden, esimerkiksi savunpoiston suunnitteluun.

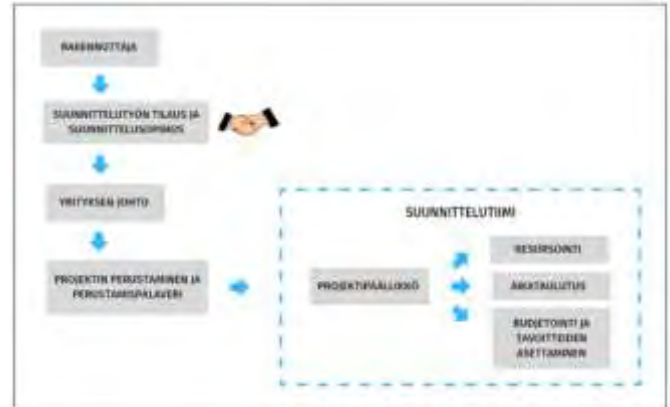
Korkeassa rakennuksessa käytetään savunpoistopuhaltimien lisäksi paineistuslaitteistoa, jolla pyritään pitämään porrashuoneet ja poistumistiet savuttomina evakuointi- ja pelastustoimien ajan. Paineistus ei saa kuitenkaan luoda sellaista ylipainetta, joka haittaa merkittävästi ovien aukaisua.

Suunnitteluprosessien kehittäminen yrityksen eduksi

Korkea rakentaminen haastaa LVI-suunnittelijan ja suunnittelutoimiston monin tavoin. Helsingin kaupungin korkean rakentamisen rakentamistapaohje antaa hyvän kuvan asiantuntijapalveluita tarjoaville yrityksille eri asiantuntijoiden tehtävistä rakennushankkeessa.

Rakennuksen korkeuden kasvaessa myös riskien määrä kasvaa, joten suunnittelijoilta edellytetään poikkeuksellisen vaativaa pätevyyttä.

Korkean rakennuksen LVI-suunnittelu edellyttää teknisen osaamisen lisäksi myös toimivaa prosessia, jotta hankkeen eri vaiheiden edellyttämät tehtävät osataan huomioida ja tehdä oikeaan aikaan. Suunnitteluprosessin kehitystyö on välttämättömyys toimivan, tuloksekkaan ja laadulliset kriteerit täyttävän suunnittelutyön mahdollistamiseksi.



LVI-suunnittelija tulee kiinnittää rakennushankkeeseen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta LVI-tekniikan erityisvaatimukset tulee huomioitua (Heikkilä, Mäenpää 2021)

Urakkamuodolla on vaikutusta siihen, miten hankkeen eri vaiheet etenevät ja paljonko ne limittyvät päällekkäin. Urakkamuodosta riippumatta LVI-järjestelmien valinnat vaikuttavat rakennuksen käyttö-, huolto ja investointikuluihin, joten LVI-suunnittelija kannattaa kiinnittää mukaan jo hanke-suunnitteluvaiheessa.

Lähteet

Heikkilä, Samu & Mäenpää, Sakari 2021. Korkean asuinrakennuksen LVI-suunnitteluprosessin kehitystyö: case Airlon Development Oy. Oulun ammattikorkeakoulu. Talotekniikan tutkinto-ohjelma (YAMK). Opinnäytetyö. Hakupäivä 26.11.2021. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021110919543>.

