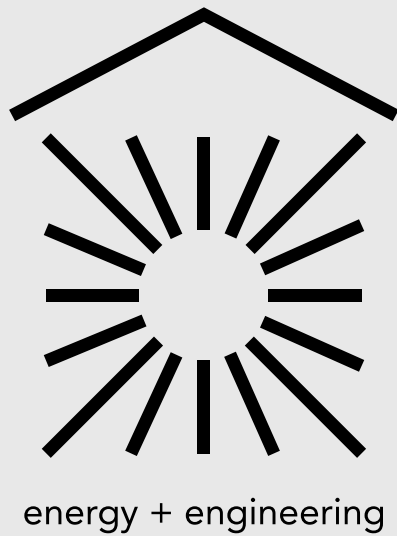




ERILAISTEN URHEILUHALLIEN ENERGIA TEHOKKUUS



Mirika Knuutila
Toimitusjohtaja @ Energy Plus Engineering Oy
Nuorempi tutkija @ LUT-Yliopisto

mirika.knuutila@epluse.fi

+358 45 783 418 52

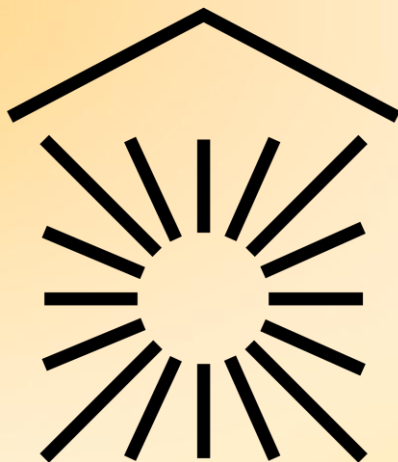
LinkedIn www.linkedin.com/in/mirikaknuutila

Julkaisut <https://orcid.org/0000-0001-6852-2145>



Energiaselvityksiä kiinteistönomistajille

Tarjoamme tarkkaa, läpinäkyvää ja ymmärrettävää
tietoa päätöksenteon tueksi



Tarkka analyysi - helposti ja nopeasti

Mahdollista LUT:in tutkimuksen pohjalta
kehittämämme tuntitason
energiatasesimulaatiotyökalun avulla

Uudenlainen lähestymistapa

Teemme laskennan mahdollisimman vähillä lähtötiedoilla
ja mahdollisimman nopeasti tukeaksemme investointien
päättökentekovaihetta.





Asiakastyytyväisyys

4.75/5

Vuonna 2024



"Ketterää ja ratkaisuhakuista palvelua."

"Lämminhenkistä ja asiakaslähtöistä palvelua."

"Ammattitaitoinen ja asiakaslähtöinen ote. Kiinnostus asiakkaan kohdetta kohtaan paistoi läpi."

REFERENSSIT



ENERGIATEHOKKUUSTOIMENPITEET JA SÄÄSTÖPOTENTIAALI ERILAISISSA URHEILUHALLEISSA



Ominaiskulutukset

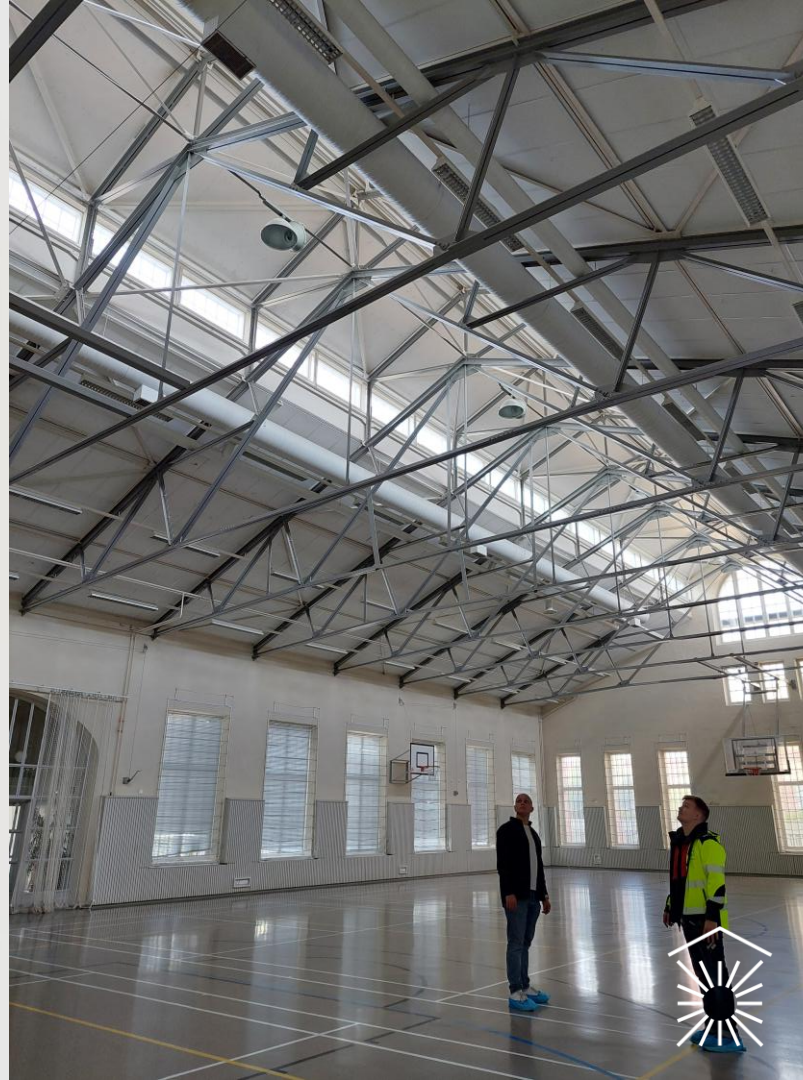
- Mediaani-ominaiskulutukset Motivan tutkimuksen 2011-2017 mukaan (https://www.motiva.fi/files/15570/Palvelusektorin_ominaiskulutukset_2011-2017.pdf):
- Uimahallit
 - Lämpö 114,3 kWh/m³
 - Sähkö 45,5 kWh/m³
- Jäähallit
 - Lämpö 19,7 kWh/m³
 - Sähkö 27,5 kWh/m³
- Muut urheilu- ja kuntoilurakennukset
 - Lämpö 24,4 kWh/m³
 - Sähkö 13,1 kWh/m³



Uimahallien ja muiden liikuntahallien kustannussäästöpotentiaali

- Uimahalleissa ja suuri-tilavuuksisissa urheiluhalleissa, joissa lämpö jaetaan tuloilman mukana, on suuri lämmönkulutus
- Erilaisista urheilukiinteistöstä löydetty keskimäärin 11 % vuotuinen energiansäästöpotentiaali
 - Urheiluhalleissa säästöpotentiaali vaihtelee hyvin paljon kohteittain
 - Automaatio, LED-valaistus, aurinkosähkö, hukkalämmön hyötykäyttö rakennuksen sisällä (esim. uimahallissa jäteveden lämmöntalteenotto)

UIMAHALLIT JA MUUT URHEILUHALLIT



Jäähallien kustannussäästöpotentiali

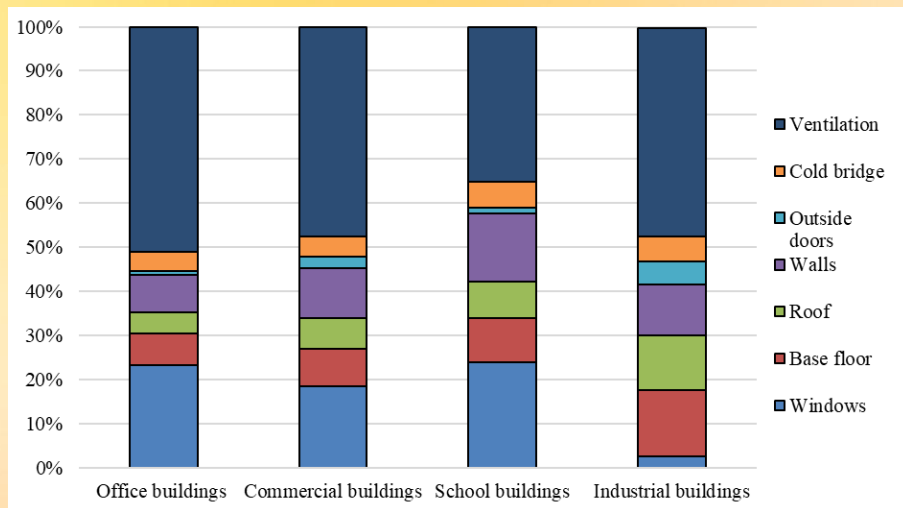
- Keskimäärin yhdessä jäähallissa **40 000 € vuotuinen säästöpotentiali**, johon päästään keskimäärin 100 000 € investoinnilla
 - → Takaisinmaksuajat keskimäärin 2.5 vuotta
- Monissa kohteissa säästöihin päästään suhteellisen pienillä toimenpiteillä
 - Esimerkiksi kylmänäpidon, kuivatuksen ja lämmityksen automaatiomuutokset ja pienet putkimuutostyöt



LÄMMÖNKULUTUKSEN SÄÄSTÖPOTENTIAALI URHEILUHALLEISSA



- Urheiluhalleissa usein suuri tilavuus → suuret ilmamäärät



Knuutila Mirika, Kosonen Antti, Jaatinen-Värri Ahti, Laaksonen Petteri. 2022. *Profitability Comparison of Active and Passive Energy Efficiency Improvements in Public Buildings*. Energy Efficiency 15. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-022-10046-9>

- Suurin osa kiinteistön lämpöhäviöstä syntyy ilmanvaihdon seurauksena → ilmanvaihdolla merkittävä vaikutus lämmönkulutukseen

1. Ilmanvaihdon ohjauksen tarkoituksenmukaisuus

- Automaatio: käyntiajat, kiertoilman käyttö

2. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton parantaminen tai lisääminen: LTO-laitteisto tai poistoilmalämpöpumppu

- Lisäeristäminen tai ikkunoiden vaihto ei usein ole taloudellisesti kannattava vaihtoehto energiansäästön kannalta korjausrakentaessa
- Voi olla tarpeellista muista syistä, esim. peruskorjauksen yhteydessä



- Ilmanvaihdon parannusten lisäksi lämmöntarpeessa on mahdollista säästää lämmönjakotavan valinnalla
 - Vesikiertoiset lämmityssäteilijät mahdollistavat alhaisemman sisälämpötilan
 - Esimerkki:
 - Joensuun Mehtimäessä olevan Janus-muovihallin vähäinen lämmönkulutus, myös käyttäjät tyytyväisiä
- Uimahalleissa suuri osa lämmönkulutuksesta menee veden lämmittämiseen
 - Lämmöntalteenotto jätevedestä

LÄMMÖNKULUTUS

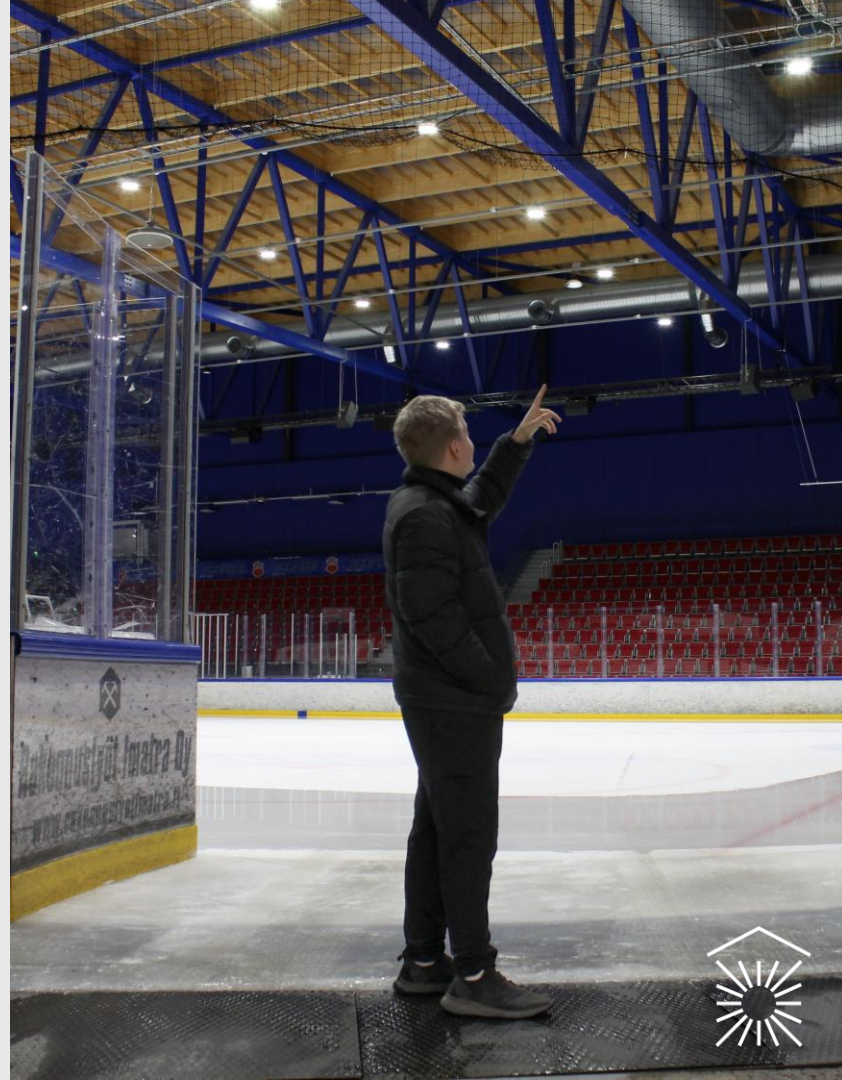


Jäähallin lämmönkulutus

- Jäähallien kylmäkoneistoista syntyy merkittävä määrä **hukkalämpöä**, jota hyödynnetään Suomen jäähalleissa vaihtelevalla tasolla
 - Ulkoa ostetun lämmön kulutus vaihtelee välillä ~0 MWh – 3 000 MWh
- Tärkeää tarpeenmukainen ilmanvaihto, merkittävä vaikutus lämmönkulutukseen

Case Imatran Jäähalli

- Imatran kaksirataisella jäähallilla investoitiin hukkalämmön hyödyntämisyjärjestelmään
- Lämpö ohjataan kylmäkoneiston lauhdelämpöpiiristä hallitilan ilmanvaihtokoneelle
 - 2 lämmönvaihdinta
 - Investointi 90 000 €
- Säästää ostolämmönkulutuksessa ~60 %
 - 900 MWh/vuosi → säästö 60 000 €/vuosi
- Takaisinmaksuaika alle 2 vuotta



- **Jäähallissa ilmanvaihdossa on erityispiirteitä**

- Hallitilan ilmanvaihdon tehtävänä on pitää jääradan ja katsomon olosuhteet tasaisina (kosteus, lämpötila, hiilidioksidi) eri käyttötilanteina ja vuodenaikoina
- Optimaalisessa tilanteessa jääradan päälle puhallettaisiin viileää (n. 5 – 10 C) ilmaa, ja katsomoon lämmintä ilmaa omilla tuloilmalaitteillaan
- Kiertoilman hyödyntäminen energiatehokasta ja kiertoilma mahdollistaa olosuhteiden pysymisen tasaisina

- **Ilman kuivaus**

- Isommissa halleissa tyypillisesti erillinen adsorptioilmankuivain (Munters) kovalle kosteuskuormille
 - Jääradan yläpuolinen ilma vaatii merkittävästi kuivausta vuositasona
 - Monesti varsinkin vanhojen Munters-kuivaimien energiankulutus on suurta, ja toiminta ei optimaalista
 - Kuivauksen porrastus tärkeää, Munters-kuivainta ei pitäisi tarvita talvella.
 - Ilman lämmitys voidaan toteuttaa kylmäkoneiston hukkalämmöllä, jäähdytys jääradan kylmäliuksella
- Kuivausteho monessa hallissa riittämätön, hallin lämpötilaa pidettävä kesällä ja syksyllä korkealla, jottei aiheudu kosteusongelmia (kondensoitumista) → jään lämpökuorma ja siten kylmäkoneiston sähkönkulutus kasvaa
 - Riittävän ja tarkoituksenmukaisen kuivauksen kannalta tärkeää riittävä mittarointi ja oikea ohjaustapa
 - Ohjaus ilman absoluuttisen kosteuden avulla (kastepisteohjaus) parempi tapa ohjata kuivausta kuin ohjaus suhteellisella kosteudella
- Lisäksi monesti vanhoissa ilmanvaihtokoneissa komponenttien järjestys ei ole optimaalinen
 - Esim. lämmöntalteenottokiekon sijainti, monesti raitisilmapuolella

- **Automaatiolla** ja ohjaavien mittareiden oikealla sijoittamisella tärkeä rooli ilmanvaihdon energiatehokkaassa toiminnassa

- Lämmitys mahdollista porrastaa, usein lämmityksessä käytetään turhaan kaukolämpöä, kun hukkalämpö riittäisi hallilämpötilan ylläpitämiseen



SÄHKÖNKULUTUKSEN SÄÄSTÖPOTENTIAALI URHEILUHALLEISSA



- Urheiluhalleissa suurin sähkönkuluttaja on usein ilmanvaihto
 - Tarpeenmukainen ohjaus perustuen olosuhteisiin
- Sähkönkulutukseen vaikuttaa myös LED-valaistuksen käyttöönotto ja valaistuksen ohjaus
- Sähkönkulutuksen optimoinnin lisäksi voi olla mahdollista ohjata kulutusta edullisimmille tunneille (pörssisähköohjaus) ja leikata huipputehoja
- Jäähalleissa suuri sähkönkulutus
 - Yksirataisessa harjoitusjäähallissa kokonaissähkönkulutus tyypillisesti ~400 – 700 MWh/vuosi
 - Merkittävin sähkönkuluttaja **jäähallin kylmäkoneisto**
 - Esim. pieni harjoitusjäähalli, vuosittainen sähkönkulutus 400 - 500 MWh/vuosi, kylmäkoneiston sähkönkulutus 200 – 250 MWh/vuosi
 - Kylmäkoneiston sähkönkulutukseen vaikuttaa kylmäkoneiston tyyppi ja jäähän kohdistuva lämpökuorma
 - Kylmäkoneiston valinta (kylmäaine, kylmäliuos, suora vai välillinen järjestelmä) vaikuttaa sähkönkulutukseen
 - Lämpökuorman minimoinnilla minimoidaan myös kylmäkoneiston sähkönkulutus
 - Lämpökuormia mm. ilmasta jäähän kohdistuva konvektiolämpökuorma, lämpösäteily jäähallin sisävaipasta jäähän, ihmisten lämpökuorma, valaistus, jäähöityminen
 - Hallitilan ilmanjaolla tärkeä rooli, vaikuttaa lämpökuormaan
- Muita merkittäviä sähkönkuluttajia muun muassa jäähalleissa
 - Erilliskuivaimet (sorptiokuivaimet) → Ohjauksessa usein kehitettävää, mahdollisuus hyödyntää hukkalämpöä
 - Esimerkki: Kisajäähallissa **muuttamalla kuivaus ja ilmanvaihto tarpeenmukaiseksi** vuosisäästöpotentiaali sähkönkulutuksessa n. 200 – 300 MWh → 20 000 € - 30 000 €/vuosi
- Yli 500 kW nimellislämpötehon kylmäkoneistot oikeutettuja **alempaan sähköveroluokkaan**, koskee monia jäähalleja, säästöpotentiaali n. 6 000 € - 20 000 €/vuosi



VEDENKULUTUKSEN SÄÄSTÖPOTENTIAALI URHEILUHALLEISSA



- Jätevesien lämmöntalteenotto voi olla kannattavaa, jos vedenkulutus suurta, esim. uimahallit
 - Jotta kannattavaa, kohteessa oltava suuret jätevesimäärät
- Jätevedestä voidaan ottaa lämpöä talteen
 - Passiivisesti
 - Virtaukset eivät kohtaa
 - Lämmöntalteenottoon ei tarvita ostoenergiaa
 - Lämpöpumpun avulla
 - Mikäli lämmön käyttökohde vaatii korkeampaa lämpötilaa, voidaan lämpötilaa nostaa hyvällä hyötysuhteella lämpöpumpulla

JÄTEVEDEN LÄMMÖNTALTEENOTTO



- Jäähalleissa merkittävä vedenkulutus
- Suuri osa vedestä kuluu jäänhoitoon
 - Yksirataisen harjoitusjäähallin jäänhoitokoneen vedenkulutus luokkaa 600 – 1000 m³/vuosi
 - Riippuu käyttökauden pituudesta ja käyttöasteesta
- Jäänhoitovettä mahdollista puhdistaa kierrättää, ja säästää vesi- ja jätevesimaksussa (+ laatutekijät)
 - Puhdistettu jäänhoitovesi voi säästää myös kylmäkoneiston sähkönkulutuksessa, säästöpotentiaali riippuu lähtötasosta
 - Kaikki jäähallit eivät maksa jätevesimaksua jäänhoitovedestä, jos jäänhoidosta syntyvä lumi ajetaan ulos
- Esimerkiksi:
 - kaksirataisen jäähallin jäänhoidon vedenkulutus 2000 m³/vuosi, vesi- ja jätevesimaksu yhteensä 5 €/m³ → kierrätysjärjestelmällä säästetään 1800 m³/vuosi vedenkulutuksessa, säästö 9000 €/vuosi vesimaksuissa

VEDEN KIERRÄTYS

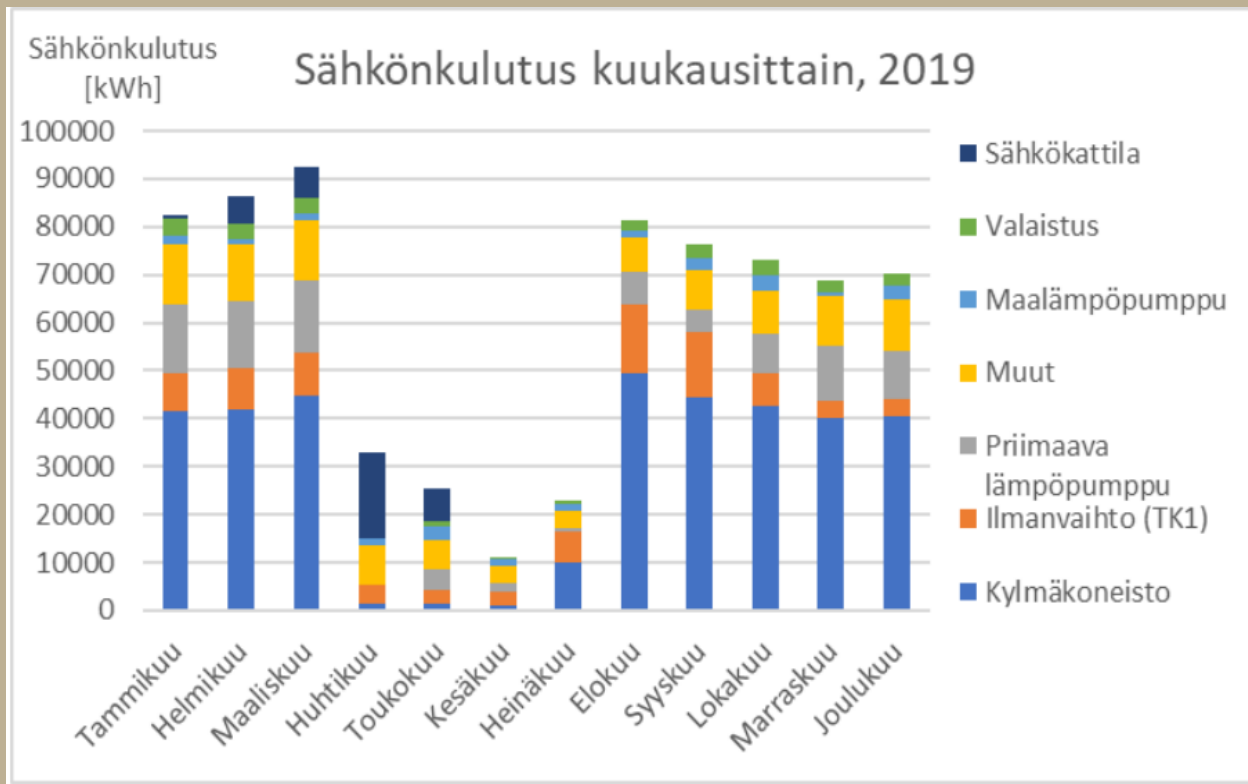


AUTOMAATIO JA PÄIVITTÄINEN TOIMINTA



- Automaatiolla ja päivittäisellä käyttöhenkilökunnan toiminnalla merkittävä rooli urheiluhallien ja erityisesti jäähallien energiankulutuksessa
- Automaation toiminnassa on monesti optimoitavaa, mutta paraskaan automaatiojärjestelmä ei pysty huomioimaan kaikkea (esim. poikkeustilanteet ja –päivät toiminnassa)
 - Toimiva automaatio luo pohjan jäähallin tehokkaalle toiminnalle, mutta aktiivinen ja osaava käyttöhenkilökunta pystyy vaikuttamaan toimintaa omalta osaltaan
 - Esim. jään/betonilaatan lämpötilat voidaan asettaa aikaohjelmalle ja asetusarvot ohjelmaan, mutta käyttöhenkilökunta säätää lämpötiloja olosuhteiden muutoksen (vuodenajan, kosteustilanteen, käyttötilanteen) mukaan
- **Erityisen tärkeää on käyttöhenkilökunnan perehdyttäminen ja kouluttaminen järjestelmiin ja niiden toimintaan ja käyttöön**
 - Energiakustannusten lisäksi on huomioitava, että jäähallien järjestelmissä tapahtuu aina vikaantumisia ja poikkeustilanteita
 - Mitä enemmän käyttöhenkilökunta tietää järjestelmistä, sitä nopeammin ongelmakohta pystytään paikantamaan ja ongelma ratkaisemaan
- Mittaukset ja seuranta
 - Optimaalisessa tapauksessa jäähallin merkittävimpien osajärjestelmien (kylmäkoneisto, lämpöpumppu, ilmanvaihtojärjestelmä, erilliskuivain) kulutukset mitataan erikseen, ja nämä kulutustiedot tallentuvat automaatiojärjestelmään
 - Helpottaa kulutusseurantaa ja mahdollistaa poikkeamien havainnoinnin nopeasti





- Osajärjestelmien kulutusmittaukset mahdollistavat suurimpien kulutuskohteiden ja epäkohtien havainnoinnin

Munne, Konsta. 2020. Diplomityö. Jäähallin energiatehokkuusselvitys: Mäntän Jääareena. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020101684267>



MUUT ENERGIAINVESTOINNIT JA SÄÄSTÖTOIMENPITEET



- Aurinkosähkö voi olla kannattava investointi varsinkin kesällä käytössä olevissa jäähalleissa sekä muissa suuren sähkönkulutuksen kohteissa
- Aurinkovoimala kannattaa suunnata Etelään tai sen lähi-ilmansuuntiin
- Aurinkovoimalan tarkkaan rahalliseen kustannussäästöpotentiaaliin, optimaaliseen mitoitukseen ja takaisinmaksuaikaan vaikuttavat erityisesti:
 1. Kohteen sähkönkulutuksen suuruus ja sen jakautuminen vuorokauden tunneille ja eri vuodenajoille
 2. Sähkön hinta, sen vaihtelut ja sopimustyyppi
- → Tarkka kustannussäästöpotentiaali, optimimitoitus ja takaisinmaksuaika on aina kohdekohtainen
 - Selviää kannattavuus- ja mitoituslaskennan kautta

AURINKOSÄHKÖ



- Sähkön hinta: energiasopimus urheiluhalleissa usein kunnalta
- Osalla paikkakunnista sähkön siirtosopimuksissa on erilaisia sopimusvaihtoehtoja
 - Olemme tarkastelleet siirtosopimuksen tyyppin vaihtamisen kannattavuutta ja löytäneet merkittäviä säästöjä
- Kaukolämmön ja sähkön siirtosopimuksissa on tehopohjaisia maksuja (kaukolämmön perusmaksu ja sähkön siirrossa tehomaksu), jotka pohjautuvat monesti vuoden korkeimpaan kulutuspiikkiin
 - Näitä piikkejä on kohteesta riippuen mahdollista leikata, ja siten laskea perusmaksun suuruutta
 - Myös sähköakut voivat tulevaisuudessa olla kannattava investointi muun muassa jäähalleissa, mahdollistavat tehopiikkien leikkauksen, kulutuksen siirtämisen halvoille tunneille sekä aurinkosähkön ylijäämätuotannon varastoinnin



energy + engineering

YHTEENVETO



- Urheiluhalleissa suurimmat energian- sekä rahansäästöpotentiaalit ovat usein:
 - Kaikissa urheiluhalleissa tärkeää **tarpeenmukainen ilmanvaihto**
 - Käyntiajat, kiertoilma, lämmöntalteenotto
 - **Automaation korjaukset ja ohjaus käyttötilanteen mukaan**
 - Hukkalämmön hyötykäyttö kiinteistössä
 - Etenkin uimahallit ja jäähallit
 - Merkittävän sähkönkulutuksen kohteissa aurinkosähkö
 - Myös lämmönjaon tavalla voidaan säästää lämmönkulutuksessa
- Kannattavimmat toimenpiteet ja investoinnit ovat kohdekohtaisia ja löytyvät tarkemmalla analyysillä ja kannattavuuslaskennalla



- Erityisen tärkeää **kokonaisuudenhallinta** on uimahalleissa tai jäähalleissa, joissa on useita merkittäviä osajärjestelmiä, joiden toiminta on kytkeytynyt toisiinsa
 - Esimerkiksi: jäähallissa hallitilan kuivauskapasiteetista tinkiminen lisää kosteusongelmia → hallitilan lämpötilaa on nostettava → kylmäkoneiston sähkönkulutus kasvaa
 - Myös käyttöhenkilökunnan toiminnalla merkittävä vaikutus kulutukseen → **käyttöhenkilökunnan koulutus**
- Energiatehokas urheiluhalli vaatii riittävät mittaukset ja jatkuvan energiatehokkuuden seurannan
 - Mittausten ja seurannan avulla löydetään poikkeamat
 - Vaikka laitteisto itsessään olisi energiatehokasta, voi laitteiden asetusarvot lisätä energiankulutusta tarpeettomasti



- EplusEn energiaselvitys räätälöidään aina kohteen tarpeisiin
- Voimme tarkastella:
 1. Nykyisen järjestelmän optimointi
 - Esimerkiksi olosuhteiden ohjaus, ilmanvaihdon säätöjen tarkistus, aikaohjelmat, automaation läpikäynti
 2. Sähkö- ja lämpösopimusten läpikäynti
 - Esimerkiksi sähkön siirtosopimuksessa voi olla useita vaihtoehtoja
 3. Energiansäästöinvestoinnit
 - Esimerkiksi hukkalämmön hyödyntäminen, vedenkierrätysjärjestelmä, aurinkovoimala
- → Ensin nykyisen järjestelmän toiminta optimaaliseksi, sitten investointien selvitys
- Mahdollisissa olosuhdemuutoksissa ja investoinneissa otetaan aina huomioon kohteen olosuhteet
 - Usein energiatehokkuusparannukset ja toimenpiteet parantavat myös olosuhteita
 - Otetaan käyttöhenkilökunnan asiantuntemus ja näkemykset huomioon sekä opastetaan energiansäästöön

ENERGIASELVITYKSET JÄÄ- JA URHEILUHALLEIHIN





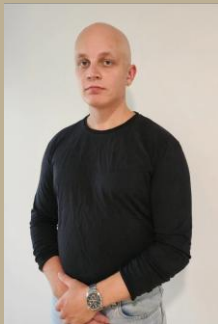
Mirika Knuutila

Toimitusjohtaja
Puh. 045 783 418 52
mirika.knuutila@epluse.fi



Konsta Munne

Asiantuntija
Puh. 045 783 419 53
konsta.munne@epluse.fi



Eemeli Ekosaari

Asiantuntija
Puh. 045 783 985 54
eemeli.ekosaari@epluse.fi

