

UUSIA ENERGIATEHOKKAITA TUOTTEITA JA PALVELUITA MERIKLUSTERISSA

SATAMARI-PROJEKTIN LOPPURAPORTTI

Teija Järvenpää, Teemu Heikkinen, Petri Lähde &
Minna M. Keinänen-Toivola

Teija Järvenpää, Teemu Heikkinen, Petri Lähde & Minna M. Keinänen-Toivola

**Uusia energiatehokkaita tuotteita ja palveluita meriklusterissa
– SataMari-projektin loppuraportti**

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Pori

2020

Projekti: SataMari: Meriklusterin energiatehokkuus Satakunnassa

Kirjoittajat: Teija Järvenpää, Teemu Heikkinen, Petri Lähde & Minna M. Keinänen-Toivola

Satakunnan ammattikorkeakoulu (SAMK) | Satakunta University of Applied Sciences

Sarja B, Raportit 16/2020

ISSN 2323-8356 | ISBN 978-951-633-326-0 (verkkojulkaisu)

© Satakunnan ammattikorkeakoulu ja kirjoittajat

Julkaisija:

Satakunnan ammattikorkeakoulu

PL 1001, 28101 PORI

www.samk.fi

Graafinen suunnittelu: Teija Järvenpää & Kristiina Kortelainen

Taitto: Teija Järvenpää

Kansikuvat: Teemu Heikkinen

Satakunnan ammattikorkeakoulun julkaisut ladattavissa: theseus.fi

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	7
2 DIGITAALISILLA TYÖKALUILLA ENERGIATEHOKKUUTTA.....	9
2.1 Energiansäästötyökalulla tehokkuutta tiloihin ja toimintoihin	9
2.2 Energiansäästötyökalun kortit	11
2.3 Energiasimuloinnilla säästöpotentiaali esiin	15
2.4 Satamasovelluksella tehokkuutta	16
3 RATKAISUJA MERITEOLLISUUSKIINTEISTÖIHIN.....	17
3.1 Lait ohjaavat meriklusteria energiatehokkuuteen.....	17
3.2 Aurinkoenergian hyödyntäminen	18
3.3 Energiatehokas valaistus	19
3.4 Käyttöperusteinen energialaskutus.....	20
3.5 Teollisuushallin toimintaolosuhteiden optimointi	20
3.6 Energiansäästöliikennevalot hallin oville	21
3.7 Energiatehokkaat toimintatavat	22
4 RATKAISUJA SATAMAAN	23
4.1 Sähköä satamalogistiikkaan.....	23
4.2 Maasähkö satamissa	24
4.3 Sataman rautatievaihteiden lämmityksen optimointi.....	24
5 ENERGIANSÄÄSTÖÄ LAIVANRAKENNUKSESSA	25
6 YHTEENVETO	26
LÄHDELUETTELO	

TIIVISTELMÄ

Satakunnan ammattikorkeakoulun toteuttamassa Meriklusterin energiatehokkuus Satakunnassa (SataMari) -hankkeessa selvitettiin käytännön toimia Satakunnan meriklusterin energiatehokkuuden parantamiseksi. Kolmivuotisessa (2018–2020) EAKR-rahoitteisessa hankkeessa pyrittiin myös luomaan uutta liiketoimintaa alalle tunnistamalla uusia tuotteita ja palveluita liittyen energiatehokkuuteen.

Tähän raportin koostettiin hankkeen toimet ja tulokset uusien tuotteiden ja palveluiden osalta. Raportissa kerrotaan uusista digitaalisista työkaluista energiatehokkuuden kehittämiseksi meriklusterissa, uusista ratkaisuista meriteollisuuskiinteistöihin ja satamiin sekä energiansäästömahdollisuuksista laivanrakennusprosessissa. Raportti osaltaan lisää meriklusterin toimijoiden energiatehokkuusosaamista niin Satakunnassa kuin koko Suomessa. Uudet ratkaisut tukevat meriklusteria kohti energiatehokkaampaa toimintaa. Uusien ratkaisujen kartoittamiseksi on tehty yhteistyötä pilottikohteiden kanssa. Uudet energiatehokkaat tuotteet voivat liittyä laivanrakennusprosessiin tai meriteollisuuden tuotteisiin. Energiatehokasta palvelua voivat olla muun muassa satamaoperaattorin tarjoamat energiatehokkaat varastointitilat led-valaistuksella ja kiinteistöyhtiön tarjoama aurinkosähkö aurinkopaneeleista vuokralaisille. Energiatehokasta liiketoimintaa voi syntyä satamissa esimerkiksi maasähkön tarjoamisesta laivoille. Toimien on oltava taloudellisesti kannattavia, jotta yritykset niitä lähtevät toteuttamaan. Energiatehokkuus merkitsee energiansäästöä, ja monet toimet ovat sekä taloudellisesti kustannustehokkaita että ympäristön kannalta hyviä ratkaisuita.

SataMari-hankkeen toiminta perustui Living Lab -toimintatapaan, jossa pilottialustoina olivat Raumalla meriteollisuuspuisto SeaSide Industry Park Rauma ja Rauman sataman alue. Alueilla tehtiin vähähiilisyttä tehostavia demonstraatioita 1) energiatehokkuudesta ja 2) uusiutuvasta energiasta. Yhdyskuntien vähähiilisyttä edistävänä uutena ratkaisuna tehtiin ohjeistus- ja päätöksentekotyökalu meriklusterin yritysten käyttöön. Energiansäästötyökalu on vapaasti käytettävissä osoitteessa <https://sub.samk.fi/satamari>. Sivustoille on koottu hankkeen kaikki tulokset.

1 JOHDANTO



Satakunta on yksi Suomen teollisimmista maakunnista. Satakunnassa asuu noin 4 % Suomen väestöstä, mutta silti maakunta tuottaa 6,9 % Suomen ulkomaankaupan arvosta. Tämän lisäksi maakunnan jalostuksen (teollisuus, energiantuotanto ja rakentaminen) arvonlisäys on suhteessa asukaslukuun Suomen maakunnista kolmanneksi suurin. Vientiä tukevat rannikkokaupunkien ja niiden suurten satamien ja sisämaan väliset tavara- ja henkilöliikenteen kuljetusketjut. Meriteknologiaan kuuluu sekä valmistavaa raskasta teollisuutta (teollisuuspuistot) että palvelujen tarjoajia (satamatoiminnot).

Merenkulun ympäristösääntelyn tavoitteena on vähentää maailmanlaajuisesti merenkulun negatiivisia terveys- ja ympäristövaikutuksia. Ympäristönsuojelu ja ilmastonmuutoksen hillintä (taloudelliset ohjaukset ja sääntely) vaikuttavat merenkulkuun ja meriklusteriin (satamat, varustamot ja laivanrakennus) ja tätä kautta elinkeinoelämään (logistiikka ja rahti, cleantech, ICT, vienti ja tuonti).

Satakunnan ammattikorkeakoulun toteuttamassa Meriklusterin energiatehokkuus Satakunnassa (SataMari) -hankkeessa selvitettiin käytännön toimia Satakunnan meriklusterin energiatehokkuuden parantamiseksi. Kolmivuotisessa (2018–2020) EAKR-rahoitteisessa hankkeessa pyrittiin myös luomaan uutta liiketoimintaa alalle tunnistamalla uusia tuotteita ja palveluita. SataMari-hankkeen toiminta perustui Living Lab -toimintatapaan, jossa pilottialustoina olivat Raumalla meriteollisuuspuisto SeaSide Industry Park Rauma ja Rauman sataman alue. Alueilla tehtiin vähähiilisyttä tehostavia demonstraatioita 1) energiansäästöissä ja 2) uusiutuvassa energiassa. Yhdyskuntien vähähiilisyttä edistävänä uutena ratkaisuna tehtiin päätöksentekotyökalu meriklusterin yritysten käyttöön.

SataMari-hankkeen tavoitteena oli:

1. selvittää Satakunnan merisektorin nykytilanne energiatehokkuudessa ja valmistautumisessa tuleviin säädöksiin
2. lisätä tietoisuutta ja kehittää osaamista politiikoista, strategioista, mutta ennen kaikkea löytää käytännön toimia energiatehokkuuden saavuttamiseksi meriklusterin alalla
3. pilotoida energiatehokkaita ratkaisuja meriteollisuudessa lainsäädännön, teknologian ja kustannustehokkuuden näkökulmista

4. luoda ohjeistus- ja päätöksentekotyökalu energiatehokkaiden ratkaisujen kehittämiseksi yrityksissä
5. lisätä alueen kilpailukykyä uusilla cleantech-ratkaisuilla ja digitalisaation avulla vastaamaan paremmin kiristyvään ympäristösäätelyyn niin maalla kuin merellä liittyen kasvihuonekaasupäästöihin.

Aikaisemmin SataMari-hankkeessa julkaistussa raportissa Energiatehokkaat ratkaisut & uusiutuvan energian käytön edistäminen meriklusterissa (Järvenpää ym. 2019) pääkohtina olivat pilottikohteiden energiakartoitukset sekä toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi. Raportissa ehdotettuja toimenpiteitä, kuten valaistustekniikan päivittäminen ja kiinteistöautomaation lisääminen, on hyödynnetty hankkeessa kehitettyyn ohjeistus- ja päätöksentekotyökaluun, jossa aiheista löytyy enemmän tietoa. Raportissa kuvataan teollisuuspuiston, sataman ja satamaoperaattorin energiankulutusprofiilit, energiatehokkuuden nykytila, hiilidioksidipäästöt ja säästöpotentiaali sekä nykyiset tuotteet ja palvelut liittyen energiatehokkuuteen.

Nykyisinä energiatehokkaina tuotteina ja palveluina tunnistettiin pilottikohteissa muun muassa seuraavia:

- uusiutuvalla energialla tuotetulla kaukolämmöllä lämmitettävät rakennukset
- teollisuuspuiston energiatehokas konsepti, jossa yritykset sijoittuvat samalle alueelle
- energiatehokas ja turvallinen ulkoalueiden led-valaistus sataman käyttäjille
- sähköinen tunnistautuminen portilla
- uusiutuvan dieselin käyttö sataman ajoneuvoissa
- samanlaisen tavaran varastointi lähemmäksi, esimerkiksi kontitettavan sahatavaran logistiikan energiatehokkuutta lisää tavaran sijoittaminen samaan paikkaan.

Tähän raportin koostettiin hankkeen toimet ja tulokset uusien tuotteiden ja palveluiden osalta. Raportissa kerrotaan uusista digitaalisista työkaluista energiatehokkuuden kehittämiseksi meriklusterissa, uusista ratkaisuista meriteollisuuskiinteistöihin ja satamiin sekä energiansäästömahdollisuuksista laivanrakennusprosessissa. Raportti osaltaan lisää meriklusterin toimijoiden energiatehokkuusosaamista niin Satakunnassa kuin koko Suomessa. Uudet ratkaisut tukevat meriklusteria kohti energiatehokkaampaa toimintaa. Uusien ratkaisujen kartoittamiseksi on tehty yhteistyötä pilottikohteiden kanssa. Uudet energiatehokkaat tuotteet voivat liittyä meriteollisuuden tuotteisiin tai laivanrakennusprosessiin. Energiatehokasta palvelua voivat olla muun muassa satamaoperaattorin tarjoamat energiatehokkaat varastointitilat led-valaistuksella ja kiinteistöyhtiön tarjoama aurinkosähkö aurinkopaneeleista vuokralaisille. Energiatehokasta liiketoimintaa voi syntyä satamissa esimerkiksi maasähkön tarjoamisesta laivoille. Toimien on oltava taloudellisesti kannattavia, jotta yritykset niitä lähtevät toteuttamaan. Energiatehokkuus merkitsee energiansäästöä, ja monet toimet ovat sekä taloudellisesti kustannustehokkaita, että ympäristön kannalta hyviä ratkaisuita.

2 DIGITAALISILLA TYÖKALUILLA ENERGIATEHOKKUUTTA



Digitaaliset työkalut helpottavat nykyistä arkeamme ja uudet työkalut auttavat myös energiatehokkuuden kehittämisessä. SataMari-hankkeen keskeisin tulos oli ohjeistus- ja päätöksentekotyökalu energiatehokkuuden parantamiseksi ja uusiutuvan energian lisäämiseksi meriklusterissa. Työkalua kutsutaan lyhyesti energiansäästötyökaluksi, ja siitä kerrotaan tarkemmin seuraavissa alaluvuissa 2.1 ja 2.2. Lisäksi tässä digitaalisten työkalujen luvussa kerrotaan uudesta satamasovelluksesta, jolla saadaan tehokkuutta ja polttoainesäästöjä.

2.1 ENERGIANSÄÄSTÖTYÖKALULLA TEHOKKUUTTA TILOIHIN JA TOIMINTOIHIN

Hankkeessa luotiin meriklusterin yrityksille ohjeistus- ja päätöksentekotyökalu energiatehokkuuden kehittämiseksi ja uusiutuvan energian lisäämiseksi. Kaikille avoin ja ilmainen digitaalinen työkalu koostaa tietoa energiansäästömahdollisuuksista yhteen paikkaan tietopankiksi. Työkalu on suunnattu meriklusterin yrityksille, mutta teollisuuden kiinteistöihin ja toimintoihin painottuva sisältö soveltuu myös muille teollisuusalan yrityksille. Yrityksissä erityisesti energia-asioista vastaava henkilö saa työkalusta eniten irti ja työkalu onkin suunnattu juuri kunnossapidosta tai energiatehokkuudesta vastaaville henkilöille tueksi ja apuvälineeksi energiatehokkuuden parantamisessa. Työkalun käyttö ei kuitenkaan edellytä mitään tiettyä koulutusta, vaan sisällöstä hyötyy myös muu yrityksen henkilökunta. Energiansäästötyökalun etusivun näkymä kuvassa 1.

Etusivu Tilat Toiminnot In English

SATAMARI OBTYK SataMari-hankkeet EU:lta 2014-2020 European Union

Energiansäästötyökalu

Meriklusterin yrityksille ohjeistus- ja päätöksentekotyökalu energiatehokkuuden kehittämiseksi ja uusiutuvan energian lisäämiseksi

Löydä ratkaisuja
Sivulle on koottu ratkaisuja, jolla voit parantaa yrityksesi energiatehokkuutta ja lisätä uusiutuvan

Ilmainen työkalu
Käyttö on maksuton eikä vaadi rekisteröitymistä.

Kenelle?
Sisältöä on tehty erityisesti ajatellen meriklusterin yrityksiä, mutta myös muiden alojen yritykset voivat

Kuva 1. Energiansäästötyökalun etusivu tietokonenäkymässä.

Työkalun sisältö on monipuolista: energiatehokkaita toimenpiteitä avataan lyhyissä kuvauksissa, valokuvien, toimenpide-ehdotuksien sekä hankkeen aikana tehdyin videoin. Työkalu rakentuu niin, että nettisivuilla tieto on jaettu kahteen alasuun "tilat" ja "toiminnot", joiden alla erilaisia energiatehokkaita ratkaisuja on esitelty pdf-korttien muodossa. Tilat-alasivulta löytyy ratkaisuja rakennusten energiansäästöön, liittyen lämmitykseen, sähköön ja uusiutuvaan energiaan. Toiminnot-alasivulta löytyy ratkaisuja henkilöstön, logistiikan ja tuotantoprosessien energiatehokkuuden parantamiseen. Pdf-muotoiset kortit voi sivuilta avata luettavaksi, tallentaa tai tulostaa itselleen. Neuvoja löytyy muun muassa valaistuksen ohjauksesta, sisälämpötilan pienentämisestä, aurinkoenergian hyödyntämisestä ja työajoneuvojen ekopäivityksestä. Teknisten ratkaisujen lisäksi huomioon otetaan henkilöstön rooli sekä erilaiset lainsäädännölliset asiat ja sopimukset. Lisäksi vinkataan mahdollisista taloudellisista tuista, joita on saatavilla kyseiseen toimenpiteeseen. Apuja annetaan myös yrityksille siihen, mitkä ovat helppoja ja nopeita toimenpiteitä toteuttaa – korteissa arvioidaan toimenpiteen helppoutta sanallisesti ja asteikolla 1–3. Alla esimerkkinä Sisälämpötilan pienentäminen -kortti (Kuva 2). Luvussa 2.2 esitellään tarkemmin energiansäästötyökalun kortteja. Työkalu löytyy hankkeen nettisivuilta <https://sub.samk.fi/satamari>.



Kenttämittaus telakkahallissa. Kuva: Teija Järvenpää.

SISÄLÄMPÖTILAN PIENENTÄMINEN

Rakennuksen lämmittäminen kuluttaa paljon energiaa ja ison rakennuksen lämmittäminen vielä enemmän. Oleellista on lämpötilaero sisä- ja ulkoilman välillä: mitä korkeampaa sisälämpötilaa ylläpidetään, sitä suurempaa on lämmön hukka. Siksi on tärkeää ja järkevää seurata sisälämpötilaa luotettavilla mittareilla ja säätää lämpötila tilan toimintaan riittävälle tai esim. vuokrasopimuksessa sovitulle tasolle. Tarvittaessa sisälämpötilaa voidaan laskea ja siten säästää energiakuluissa. Aina tulee kuitenkin huolehtia, että sisäilmasto ja työskentelyolosuhteet pysyvät hyvinä ja tarkoituksenmukaisina.

TOIMI NÄIN:

- ☞ **Lämpötilan mittaaminen** tarkasti on sinänsä yksinkertainen toimenpide. Tarvitaan vain kalibroitu luotettava lämpömittari ja riittävän kattava useamman edustavan mittapisteen ja ajankohdan mittaus päivänä, jolloin ulkolämpötila selkeästi alittaa asetetun sisälämpötilan. Sisälämpötilan mittaus on hyvä toistaa säännöllisesti esim. pari kertaa lämmityskaudessa tai järjestää automaattinen seuranta.
- ☞ **Lämmityksen säätö** voidaan tehdä manuaalisesti uusintamittauksella tarkistaen tai termostaattisäätöisen automaatiojärjestelmän asetusarvoja muuttamalla. Tässäkin ko. järjestelmän lämpötilamittarin tulee olla lämpötila-kalibroitu eli mitata oikein tai sen mittausvirhe on tiedettävä ja huomioitava.

ESIMERKKI: Hallin sisälämpötilan lasku.

Suurhallissa piti olla 8 °C asetettuna lämmityskauden minimilämpötilaksi, mutta mittauksissa osoittautui, että lämpötila oli itseasiassa lähempänä 10 °C. Hallin yläosassa noin asteen verran enemmänkin. Energiasimuloinnin mukaan (Taulukko 1) mallihallin lämpötilan pudottaminen 10:sta asteesta 8:aan säästää energiaa noin 308 MWh/a, mikä olisi noin 21 % lämmityskuluista ja säästäisi noin 14 800 € (kun kaukolämmön hinta 48€/MWh). Jo 1 °C pudotus (10 → 9) säästäisi noin 159 MWh eli noin 11 % vuoden lämmityskuluista. Simulointiin lisättiin myös lämpötilan noston vaikutuksia. Säästöjen suuruus riippuu paljon rakennuksen koosta ja lämmönkulutuksesta.

Taulukko 1. Lämmitystarpeen muutos MWh:na, %:na ja euroina vuodessa eri sisälämpötiloilla.

	Referenssi T _{sisä} (10 °C)	Muutos vuodessa (MWh, % ja €) eri sisälämpötiloilla						
		14 °C	13 °C	12 °C	11 °C	10 °C	9 °C	8 °C
Lämmitys (MWh)	1 459	710	522	341	167	0	-159	-308
%		48,7 %	35,8 %	23,4 %	11,5 %	0,0 %	-10,9 %	-21,1 %
Ero (€)	70 017 €	34 072 €	25 056 €	16 371 €	8 024 €	0 €	-7 621 €	-14 770 €

HUOMIOITAVAA:

- **Osaamisvaatimus:** Toimenpide ei vaadi kuin luotettavan lämpömittarin, sen oikean käytön sekä lämpötilan mahdollisen säädön.
- **Investoinnin suuruus:** Investointina on minimissään vain lämpömittari ja senkin voi lainata. Lämpötilan mittaus ja seuranta kannattaa yhdistää kiinteistöautomaation päivityksen/investoinnin yhteyteen.
- **Haasteet:** Teknisiä haasteita ei ole. Mittaus ja säätö voidaan suorittaa muuta työtä häiritsemättä.
- **Energiansäästö-potentiaali:** mahdollisesti merkittävä.
- **Toimenpiteen helppous:** 1, todella nopea ja helppo toimenpide.

Hankkeen aikana on tehty paljon erilaisia käytännön mittauksia, laskelmia, mallinnuksia ja selvityksiä, joita tuotiin myös työkaluun. Toimenpiteiden yhteydessä kerrotaan käytännön esimerkki, mikä auttaa käyttäjää hahmottamaan toimenpidettä paremmin sekä mahdollisesti vertaamaan omaan tilanteeseen. Esimerkeissä on hyödynnetty energiasimulointia, jonka avulla esimerkiksi tuodaan konkreettisia säästöarvioita mallinnetun hallin tai toimistotilan tapauksissa. Energiasimuloinnista kerrotaan tarkemmin luvussa 2.3.

Työkalun kehitystyö on sisältänyt työkalun toteutusmuodon ja korttien aiheiden ideointia, korttien sisällön tekemistä, korttien sisällön vertaisarviointia hanketiimin kesken, korttien ulkoasun suunnittelua ja taittotyötä, nettisivutoteutuksen tekemistä sekä saavutettavuusvaatimusten huomioon ottamista niin nettisivuilla kuin pdf-korteissa (Saavutettavuusvaatimukset [www-sivut 2020](#)). Kohderyhmää on osallistettu työkalun tekemiseen siten, että työkalusta kysyttiin palautetta kahdella eri kyselyllä 21.8.2020 ja 28.9.2020 sähköpostitse hankkeen sidosryhmiltä. Palautetta saatiin suhteessa pyyntöihin eli sähköposteihin varsin niukasti: noin 10 % vastasi kyselyihin. Saatu palaute oli myönteistä, rakentavaa ja hyödyllistä. Palautteen perusteella työkalua kehitettiin, päätettiin joustavasta korttien pituudesta (1–2 sivua) ja korttien sisältöä kehitettiin (mm. euromääräisiä säästöarvioita lisättiin kortteihin) ja tehtiin korjauksia (mm. tekniseen käytettävyyteen).

Energiansäästötyökalua esiteltiin yleisölle Erasmus+ Greenship -hankkeen Towards Zero Emissions -tilaisuudessa 29.10.2020 Raumalla ja etänä. Työkalu julkaistiin virallisesti suurelle yleisölle Raumalla ja etäyhteydellä 12.11.2020 Central Baltic Efficient Flow -hankkeen järjestämässä Rauman satama – tehoa digitaalisuudesta -seminaarissa, jossa osallistujia oli yhteensä 55. Hanketiimi vinkkasi työkalusta Energiatehokas Suomi -talkcast 18.11.2020 live-kommenttipalstalla, jota seurasi noin 270 osallistujaa. Lisäksi hankkeen sosiaalisen median kanavissa työkalua on tuotu esiin.

2.2 ENERGIANSÄÄSTÖTYÖKALUN KORTIT

Energiansäästötyökalun tilat-osio on jaettu aihealueisiin, joihin kuuluvat lämpö, sähkö ja uusiutuva energia. Toiminnot-osio on jaettu kahteen aihealueeseen, joita ovat henkilöstö ja logistiikka & tuotantoprosessit. Kolmenkymmenen kortin nimet ja lyhyet kuvaukset on esitetty taulukoissa 1–5.

Lämpöenergian säästöön tehtiin 9 kappaletta kortteja, ja ne liittyvät muun muassa lämmönkulutuksen seurantaan, sisälämpötilan pienentämiseen, ilmanvaihdon lämmöntalteenottoon ja lämmönerityksen parantamiseen (Taulukko 1).

Taulukko 1. Lämpö-aihealueen kortit.

Kortin nimi	Kuvaus
Rakennuksen energiamallinnus & mallihallin tiedot	Tutustutaan miten nykyisten rakennusten mallintaminen 3D-tietomalliksi helpottaa erilaisten energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten arviointia.
Lämmönkulutuksen seuranta ja analysointi	Kerrotaan, mitä mittauksia rakennuksesta jo todennäköisesti löytyy, mitä ne mittaavat ja kuinka tuloksia voi hyödyntää.
Sisälämpötilan pienentäminen	Tiedetäänkö tilojen todellinen lämpötila, onko se mitattu? Tilojen todellisen ja luullun lämpötilan välillä voi olla heittoja, jotka johtavat energiahukkaan tai epämiellyttävään lämpötilaan. Ohjeita mittaukseen ja esimerkki säästöistä.
Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto	Ilmanvaihdon mukana lämpöä puhalletaan ulos ja kylmää otetaan sisälle. Tässä tutustutaan lämmöntalteenottoon ja sen tuomiin säästöihin.
Ilmavuotojen pienentäminen	Katsotaan, mistä rakennukset vuotavat ja kuinka paljon. Esimerkkinä: kuinka paljon vuodot vaikuttavat telakkahallin energiankulutukseen.
Lämpökameran hyödyntäminen	Lämpökamera on monipuolinen laite, joka sopii rakennuksen lämpövuotojen etsintään ja monenlaiseen kunnonvalvontaa muissakin laiteistoissa. Kortissa esimerkkejä käyttökohteista.
Lämmöneristyksen parantaminen	Kerrotaan, mitä hyötyjä lisäeristyksellä saavutetaan. Esimerkki telakkahallin lisäeristämisen vaikutuksista.
Lämmönkulutuksen normitus	Normeerauksella sään vaikutusta voidaan rajata pois ja näin vertailla eri kuukausien ja vuosien lämmitysenergiantarpeita. Tällöin voida verrata säätötoimien tai toiminnan poikkeamien todellista vaikutusta energiankulutukseen.
Ikkunoiden optimointi	Selvitetään, mitä vaikutuksia hallin ikkunoilla on energiankulutukseen, valaistukseen ja tilojen lämpenemiseen.

Taulukkoon 2 on koottu sähköenergian säästöön liittyvät ratkaisut. Sähkö-aihealueeseen tehtiin 8 kappaletta kortteja, joiden aiheina muun muassa sähkönkulutuksen mittaaminen ja seuranta, valaistustekniikan päivitys, valaistuksen ohjaus, kiinteistöautomaation lisääminen ja aurinkosuojaus.

Taulukko 2. Sähkö-aihealueen kortit.

Kortin nimi	Kuvaus
Sähkönkulutuksen mittaaminen, seuranta ja analysointi	Kerrotaan mitä hyötyjä sähkönkulutuksen mittauksella saavutetaan, mitä toimenpiteitä vaaditaan ja mitä loistehon kompensointi on.
Valaistustekniikan päivitys	Esimerkki led-valaistuksen tuomista säästöistä. Katsotaan, minkälaisiin kohteisiin led-valaistus sopii ja mitä on huomioitava.
Valaistuksen ohjaus	Valaistuksen ohjauksella pidennetään valaisimien käyttöikää ja voidaan saavuttaa suuriakin energiansäästöjä. Lisäksi voidaan parantaa työskentelyoloja.
Kiinteistöautomaation lisääminen	Automaatiotason nostamisella parannetaan kiinteistön energiatehokkuutta. Säästöjä syntyy energiankulutuksen optimoinnista sekä kiinteistön ylläpidon ja huollon tehostumisesta.
Ilmanvaihdon tarkistus ja säätö	Tilojen käytön muuttuessa ilmanvaihdon säätö saattaa unohtua ja energiaa hukataan tai työskentelytilan olosuhteet ovat heikot. Ilmanvaihto on suuri energiankuluttaja, joten säästöpotentiaali on suuri.
Aurinkosuojaus	Aurinkosuojauksen avulla voidaan vähentää rakennuksissa jäähdytystarvetta ja säästää näin energiakustannuksissa sekä parantaa viihtyvyyttä.
Liikajäähdytyksen minimointi työtiloissa	Tiloja jäähdytetään helposti kesällä liian kylmäksi. Tämä lisää energiakuluja ja luo epämukavan työympäristön. Tutustu oikeaan jäähdytyslämpötilaan ja säästöesimerkkiin.
Sähkölämmityslaitteiden optimointi	Erilaiset sähkölämmitykset kuten saattolämmitys voivat unohtua päälle kesäajaksi ja ilman oikeanlaista säätöä ne hukkaavat runsaasti energiaa. Esimerkki sulanapidon energiankulutuksesta.

Tilat-osiossa viimeisenä on vielä uusiutuva energia, johon tehtiin 4 kappaletta kortteja. Niiden aiheina ovat energiantuotanto, lämpöpumput, aurinkosähkö ja -lämpö sekä tuulivoima (Taulukko 3).

Taulukko 3. Uusiutuva energia -aihealueen kortit.

Kortin nimi	Kuvaus
Energiantuotanto	Fossiilisten polttoaineiden kallistuessa ja uusiutuvien hinnan laskiessa on aika miettiä oman energiantuotannon uudistamista. Tässä esitellään vaihtoehtoja ja kustannuksia.
Lämpöpumput	Lämpöpumpuilla voi hyödyntää hukkaenergioita ja korvata muuta energiantuotantoa. Ne tarjoavat hyviä säästömahdollisuuksia.
Aurinkosähkö ja -lämpö	Aurinkoenergia sopii lähes jokaiseen kohteeseen. Kortissa kerromme järjestelmien tuottomahdollisuuksista.
Tuulivoima	Tuulivoima lisääntyy huimaa vauhtia, mutta kuinka yritykset voisivat sitä hyödyntää. Vastauksia tästä kortista.

Toiminnot-osio alkaa henkilöstöön liittyvillä korteilla, joita on 4 kappaletta. Niiden aiheina ovat henkilöstön motivointi ja koulutus, tyhjäkäyntikävelyt, energiakatselmus sekä energiatehokkuussopimukset (Taulukko 4).

Taulukko 4. Henkilöstö-aihealueen kortit.

Kortin nimi	Kuvaus
Henkilöstön motivointi ja koulutus	Katsotaan, kuinka henkilöstön toiminta vaikuttaa energiankulutukseen ja millä toimenpiteillä toimintaa voi parantaa.
Tyhjäkäyntikävelyt	Tutustutaan vuoden 2019 energianerokkaaksi teoksi palkittuun ideaan, jossa selvitetään tuotannon ulkopuolisen ajan energiankulutusta (Remes 2020).
Energiakatselmus	Energiakatselmuksessa selvitetään ja analysoidaan kohteen energian käyttö ja energiansäästöpotentiaali sekä esitetään säästötoimenpiteet kannattavuuslaskelmineen.
Energiatehokkuus-sopimukset	Miten liitytään vapaaehtoiseen energiatehokkuuden kehittämissopimukseen, jonka tavoitteena on tehostaa energiankäyttöä, säästää kustannuksia ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä.

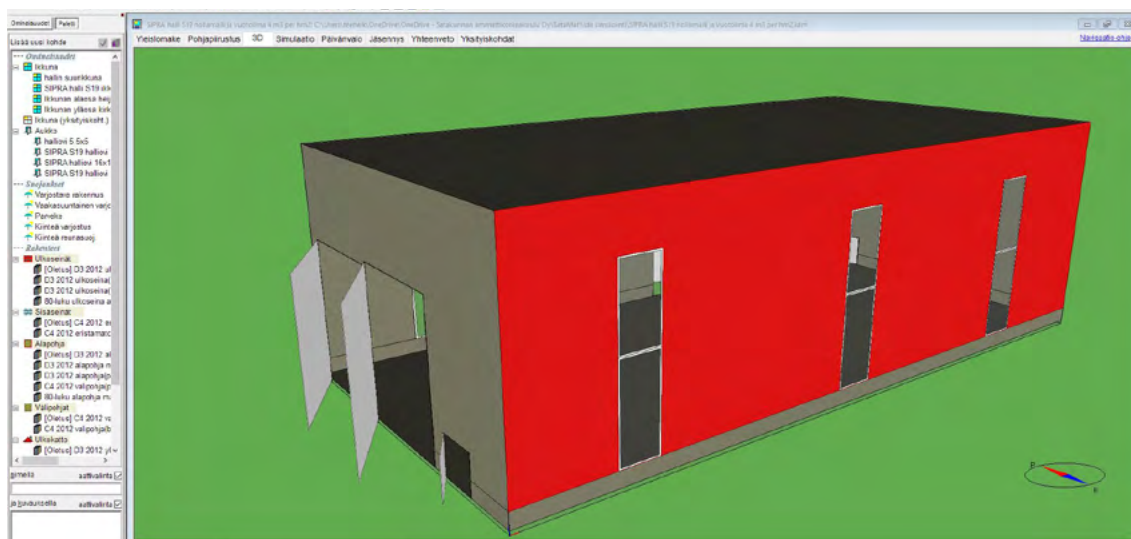
Logistiikka & tuotantoprosessit -aihealueen alle tehtiin 5 kappaletta kortteja, joiden aiheena ovat työajoneuvojen ekopäivitys, biopolttoaineiden käyttö, tekniikan uusiminen ja laitehuollot, veden kulutuksen minimointi sekä paineilmajärjestelmien optimointi (Taulukko 5).

Taulukko 5. Logistiikka & tuotantoprosessit -aihealueen kortit.

Kortin nimi	Kuvaus
Työajoneuvojen ekopäivitys	Perehdytään eri tapoihin vähentää työajoneuvojen päästöjä, kustannuksia ja energiankulutusta.
Biopolttoaineiden käyttö	Selvitetään mitä ovat biodiesel, uusiutuva diesel ja biokaasu, sekä, miten niitä voi hyödyntää työajoneuvoissa.
Tekniikan uusiminen ja laitehuollot	Katsotaan, miten parantaa vanhojen laitteiden energiatehokkuutta ja mitä vaatimuksia sähkömoottoreille on tulossa.
Veden kulutuksen minimointi	Veden piilokulutus voi jäädä huomaamatta ja aiheuttaa suuria laskuja. Kortissa kerrotaan, mikä aiheuttaa kulutusta ja miten siihen voi puuttua.
Paineilmajärjestelmien optimointi	Paineilma on teollisuuden kallein energiamuoto. Kortissa perehdytään erilaisiin säästökohteisiin paineilmajärjestelmissä.

2.3 ENERGIASIMULOINNILLA SÄÄSTÖPOTENTIALI ESIIN

Energialaskennan avuksi voi käyttää tietokoneohjelmistoja, joilla rakennuksen toimintaa voidaan jo varsin tarkasti mallintaa. Energiamallintamisen avulla voidaan helposti kokeilla, miten erilaiset energiatehokkuustoimet vaikuttaisivat rakennuksen energiankulutukseen. Mallinnuksessa rakennuksesta luodaan mahdollisimman realistinen 3D-tietomalli rakennuksen sijainnin, rakennepiirustusten, energian ja veden kulutustietojen sekä valaistuksen ja talotekniikan käyttötietojen perusteella (ks. kuva 3). Tavoitteena on ensin päästä simuloituilla kulutuksilla mahdollisimman lähelle todellisia toteutuneita energiankulutusmääriä. Tämän jälkeen mallin tietoja kuten ilmanvaihdon tai valaistuksen aikatauluja, asetuslämpötiloja tai eristysvahvuuksia voidaan yksi kerrallaan muuttaa ja ajaa mallille energiasimulointeja eri ajanjaksoille. Tuloksista nähdään, miten kyseiset muutokset vaikuttaisivat rakennuksen lämmön- ja sähkönkulutukseen ja sitä kautta toisivat säästöjä energiakuluihin. Simulointitulosten avulla voidaan havainnollistaa energiatehokkuustoimien säästöpotentiaalia ja muodostaa prioriteettijärjestys, kun tiedetään käytännön toimenpiteiden kustannusarviot.

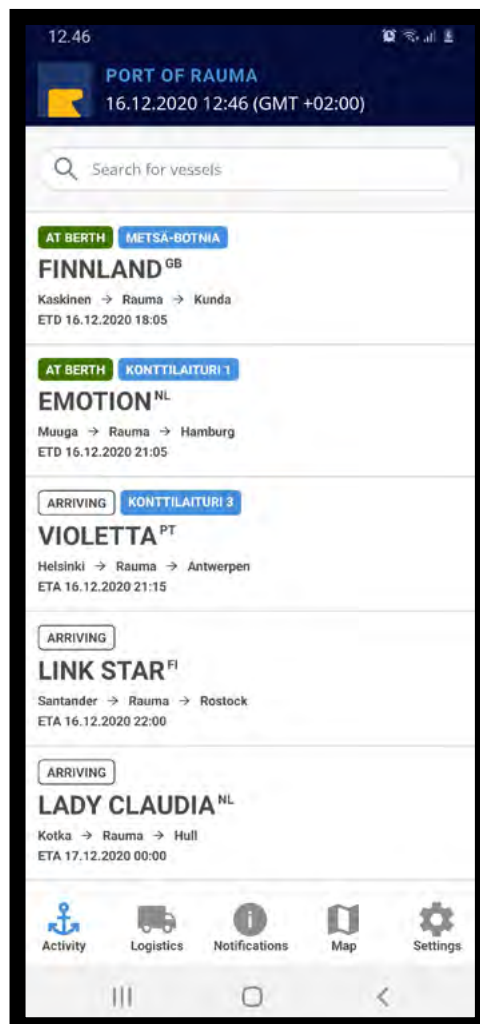


Kuva 3. Telakkahallin simulointimalli IDA ICE -ohjelmassa. Kuva: Teemu Heikkinen.

Etenkin meriklusterin kiinteistöyhtiöt voisivat hyödyntää energiamallinnusta ja simulointia omissa energiatehokkuusinvestoinneissaan ja palveluissaan miettiessään, mihin rakennukseen ja toimenpiteeseen tai tekniikkaan olisi järkevä investoida ja milloin investointi kannattaisi toteuttaa. Lisätietoja energiamallinnuksesta SataMarin energiansäästöyökalusta Rakennuksen energiamallinnus & mallihallin tiedot -kortista. Hankkeessa simulointiin käytettiin ruotsalaisen EQUA Simulation AB:n toimittamaa IDA Indoor Climate and Energy -ohjelmistoa (EQUA Simulation www-sivut 2020).

2.4 SATAMASOVELLUKSELLA TEHOKKUUTTA

Satamat voivat tarjota energiatehokkaana palveluna sovellusta, jonka avulla eri toimijat voivat optimoida satamassaoloaikaa ja säästää polttoainekuluissa. Central Baltic Efficient Flow -hankkeessa kehitetty satamasovellus Port Activity App on laajentumassa Rauman Satamasta kaikkiin Suomen satamiin (Lehtonen 2020). Port Activity App -satamasovellus tarjoaa kaikille osapuolille reaaliaikaista tietoa tavaravirtojen kulusta maalla ja merellä. Kun turhaa odotteluaikaa voidaan minimoida, lisääntyy kaikkien toimijoiden tehokkuus ja energiaa säästyy. Kuvassa 4 on näkymä Rauman Sataman Port Activity applikaatiosta. Satamatoiminnossa voidaan tulevaisuudessa hyödyntää Rauman älyväylän tuomia mahdollisuuksia. Älyväylä esimerkiksi tukee oikea-aikaista ja kustannustehokasta alusten saapumista ja satamatoimintoja.



Kuva 4. Näkymä Rauman Satamalle tehdystä Port Activity -sovelluksesta. Kuva: Teemu Heikkinen.

3 RATKAISUJA MERITEOLLISUUSKIINTEISTÖIHIN



Meriteollisuuden kiinteistöissä on paljon energiansäästöpotentiaalia ja myös mahdollisuuksia hyödyntää uusiutuvaa energiaa. Meriteollisuuskiinteistöihin liittyviä uusia energiatehokkaita tuotteita ja palveluita on esitelty seuraavissa luvuissa. Aiheina on tutumpia teemoja, kuten valaistus, sekä kokeellisempia, kuten energiansäästöliikennevalot. Teknisten ratkaisujen lisäksi on huomioitu lainsäädännöllisiä velvoitteita (luku 3.1).

3.1 LAIT OHJAAVAT MERIKLUSTERIA ENERGIATEHOKKUUTEEN

Vuonna 2020 on hyväksytty laki liittyen myös teollisuuskiinteistöjen automaatiotasonnostoon. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivistä (EPBD) johdetun lain mukaan rakennuksiin, joissa käytetään energiaa sisäilmaston ylläpitämiseen eli siis muussa kuin asuinkäytössäkin oleviin rakennuksiin (mm. tuotanto-, liike- ja toimistorakennuksiin) on asennettava automaatio- ja ohjausjärjestelmä, jos lämmitysjärjestelmän tai yhdistetyn tilojen lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän nimellisteho on yli 290 kilowattia. Tavoitteena on nopeuttaa olemassa olevien rakennusten kustannustehokkaita peruskorjauksia ja lisätä älykkään teknologian käyttöä rakennuksissa. Olemassa oleviin rakennuksiin järjestelmä täytyy asentaa vuoden 2024 loppuun mennessä. On arvioitu, että investoinnin takaisinmaksuaika on 2,5–3 vuotta. Jos rakennuksessa on jo automaatio- ja ohjausjärjestelmä, tulee se tarvittaessa päivittää vaatimusten mukaiselle tasolle. Direktiivi on saatettu osaksi Suomen lainsäädäntöä ja laki on astunut voimaan 11.11.2020. Laki asettaa vaatimuksia automaation älykkyyden suhteen ja järjestelmän on kyettävä muun muassa tekemään vertailevaa analyysiä rakennuksen energiatehokkuudesta ja kertoa käyttöhenkilökunnalle energiatehokkuuden parantamisen mahdollisuuksista. Vaatimuksista löytyy tarkemmat tiedot laista. Lisätietoja automaatio- ja ohjausjärjestelmistä SataMarin energiansäästötyökalusta Kiinteistöautomaation lisääminen -kortista. (Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä 733/2020, 3 §.)

3.2 AURINKOENERGIAN HYÖDYNTÄMINEN

Suomessa meriklusterin yritykset sijaitsevat usein etelä- tai länsirannikolla, missä on Suomen parhaat olosuhteet aurinkoenergian hyödyntämiselle. Käytännössä aurinkoenergiasta puhuttaessa tarkoitetaan lähes aina aurinkosähkö- eli PV-järjestelmiä. Aurinkolämpöjärjestelmät, eli yleensä nestettä lämmittävät aurinkoenergiajärjestelmät, ovat jääneet kustannuksissa takamatkalle muun muassa keräimissä tarvittavien suurten ja kalliiden metallimäärien vuoksi.

Meriklusterin yritykset voivat tarjota aurinkoenergiaa palveluna. Yritys voi investoida aurinkoenergiajärjestelmään ja hyödyntää järjestelmän tuottaman energian omassa toiminnassaan. Näin olleen yritys voi tarjota tuotteitaan tai palveluitaan osittain tuotettavan aurinkoenergialla. Yritys voi myös myydä tai tarjota aurinkoenergiaa vuokralaisilleen.

Usein meriklusterin yrityksillä on jo valmiiksi paljon tyhjää ja varjoista vapaata kattotilaa aurinkovoimalan asentamiseen. Lisäksi esimerkiksi laivanrakennukseen liittyvän yrityksen oma energiankulutus on niin suurta, että isollekin katolle mahtuvan voimalan energiantuotanto saadaan käytettyä kohtuudella itse. Hinnoiltaan etenkin isot aurinkovoimalat ovat jo Suomessakin kustannuksiltaan järkevä hankinta. Kuten kuvan 5 tapauksessa, aurinkovoimalan voi toteuttaa myös PPA-mallilla eli pitkäaikaisella energian ostosopimusmallilla (Power Purchase Agreement), jossa järjestelmän rakennuttaa ja omistaa eri taho kuin varsinainen aurinkosähkötuotannon ostaja ja käyttäjä. Voimala voidaan rakentaa esimerkiksi käyttäjän rakennuksen katolle. Pitkäaikaisessa PPA-sopimuksessa sovitaan muun muassa sähkön ostosta ja hinnasta 10–20 vuoden ajalle. Malli on käyttäjälle hyvä, koska hänen ei tarvitse sitoa isoja pääomia voimalan investointiin eikä huolehtia voimalan toiminnasta saaden kuitenkin käyttöönsä puhdasta aurinkosähköä sovittuun hintaan. Omistaja puolestaan voi varmistaa investointinsa kestävyuden ja tuoton panostamalla laadukkaaseen järjestelmään. Lisäksi omistaja saa itselleen pitkäaikaisen ja vuositasolla tasaisen tulonlähteen, jolla kuolettaa investointiaan ja tehdä tulosta. Tutustu videolla aurinkovoimalan toteuttamiseen: [Aurinkovoimalatoteutus PPA-mallilla case: SeaSide Industry Park \(youtube.com\)](#).



Kuva 5. Aurinkovoimala Rauman Meriteollisuuskiinteistöjen hallin katolla. Kuva: Teemu Heikkinen.

3.3 ENERGIATEHOKAS VALAISTUS

Meriklusterin yritykset voivat tarjota energiatehokasta valaistusta osana palveluitaan. Palveluna voi olla satamaoperaattorin tarjoamat energiatehokkaat varastointitilat led-valaistuksella ja tarpeenmukaisella ohjauksella (kuva 6) tai teollisuuspuiston tarjoamat energiatehokkaasti valaistut toimi- ja tuotantotilat meriklusterin yrityksille.



Kuva 6. Led-valaistusta logistiikkahallissa. Kuva: Teemu Heikkinen.

Energiatehokkaammilla ja paremmin ohjattavilla valaisimilla ja valaistuksen käyttöaikaa optimoimalla voidaan vähentää valaistuksen energiankulutusta. Valaistuksen tekniikka on kehittynyt ja aiempaa paremman valaistuksen voi saada entistä pienemmillä käyttökuluilla. Energiatehokkaiden ledien hyviin ominaisuuksiin kuuluvat matalan energiankulutuksen lisäksi muun muassa nopea syttyminen, pitkä käyttöikä, hyvä ohjattavuus ja värinointokyky. Vaikka ledit ovat pitkäikäisiä, ovat led-valaisimet usein kertakäyttöisiä eli ainoastaan lamppua ei voi vaihtaa vaan eliniän päättyessä on uusittava koko valaisin. Laadukkaaseen ja kestäväan valaisimeen kannattaa siis panostaa ledejä hankkiessa.

Nykyisen valaistuksen energiankulutusta voi vähentää rajoittamalla valaistuksen käyttöaikaa, esim. aikaohjauksen, hämäräkytkinten ja käyttöopastuksen avulla. Säästöpotentiaalia on merkittävästi riippuen tilasta/alueesta, ohjauksesta, käyttöprofiilista ja -tarkoituksesta. SataMari-hankkeen yrityksessä varastohallien valaistukseen lisättiin ohjaus liiketunnistimilla toimivaksi. Pääasiassa varastokäytössä olevissa halleissa ei olla jatkuvasti, vaan tavaraa tuodaan ja viedään, jolloin valaistuksen tarve vaihtelee. Tällaisissa kohteissa valaistuksen ohjauksella voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä. Lisätietoa valaistustekniikan päivittämisestä ja valaistuksen ohjauksesta SataMarin energiansäästötyökalussa.

3.4 KÄYTTÖPERUSTEINEN ENERGIALASKUTUS

Kulutuksen mukainen laskutus on hyvä tapa pienentää niin energian kuin vedenkin kulutusta. Käyttöperusteinen energialaskutus on energiatehokasta palvelua, jolla vuokralainen voi energiaviisaasti toimimalla pienentää omaa energiankulutustaan. Jos samoissa vuokratiloissa toimii useita yrityksiä, olisi hyvä pyrkiä käyttöperusteiseen energialaskutukseen. Paitsi että se olisi reilu ratkaisu sekä vuokraajan että vuokralaisten kannalta, mahdollistaisi se myös vuokralaisen oman energiankäytön tarkkailun ja säästämisen. Esimerkiksi sähkön ja paineilman kulutuksen osalta voitaisiin laskuttaa niiden kulutuksen mukaan tilan/alueen liityntäpisteiden mittareiden mukaisesti. Lämmön osalta neliö-/kuutioperusteinen ja asetussisälämpötilaan perustuva laskutus voisi olla järkevämpi ja reilumpi tapa lämmön siirtyessä helposti alueelta tai tilasta toiseen. Tutkimuksista tiedetään, että energiankulutuksen mittaaminen ja seuranta johtaa tyypillisesti kulutuksen pienenemiseen ja energian tehokkaampaan käyttöön. Tässäkin on toki tärkeää se, että varsinainen energiaa käyttävä henkilöstö on myös sitoutettu ja motivoitu energiatehokkuuteen. Lisätietoa sähkön- ja lämmönkulutuksen seurannasta sekä kiinteistöautomaation lisäämisestä SataMarin energiansäästötyökalussa.

3.5 TEOLLISUUSHALLIN TOIMINTAOLOSUHTEIDEN OPTIMOINTI

Rauman sataman alueella sijaitsevassa korkeassa teollisuushallissa suoritettiin lämpötilamittauksia 13.3.–4.6.2020 välisenä aikana. Kyseessä on pinta-alaltaan noin 1300 neliöinen ja noin 25,5 metriä korkea halli, joka on yhdeltä seinältään kiinni toisessa vastaavassa hallissa. Tarkoituksena oli selvittää missä määrin oletettua lämpökerrostumista todellisuudessa esiintyy hallissa ja, miten esimerkiksi ison hallioven aukaiseminen vaikuttaa lämpötiloihin. Mittaus suoritettiin kahdella eri mittalaitteistolla, joista molemmat oli räätälöity vertikaalimittausta varten. Mittalaitteet koostuivat tietyin välein korkeussuunnassa olevista lämpötila-antureista ja niihin yhdistetyistä päätelaitteista. Mittaustilanteessa molemmat anturiketjut käytännössä roikkuivat noin 18 metrin korkeudelta (Kuva 7). Niin sanotulla köysianturilla mitattiin reilun tunnin ajan lämpötiloja 0,5–1 metrin välein. Toinen itsenäinen mittalaitte



Kuva 7. Lämpötilaloggerin anturit viritettyinä mittaukseen 18 m korkeudesta. Kuva: Teemu Heikkinen.

(loggeri) asennettiin paikoilleen pidempiaikaiseen mittaukseen, ja se mittasi ja tallensi kahdeksan eri korkeuden lämpötilat viiden minuutin välein 83 päivän ajan. Alun perin suunniteltiin vain viikon mittausjaksoa, mutta koronapandemia tuli väliin, ja mittausjakso pidentyi. Tässä tapauksessa pandemiatilanteen ansiosta mittausjaksolle saatiin sekä lämmityskauden että kesäkauden mittaustuloksia.

Maalis-kesäkuun loggeri-mittauksista nähtiin, että ilma hallissa oli keskimäärin varsin sekoittunutta eli tasalämpöistä varsinkin lämmityskaudella, ollen 12–13 °C. Lämmityskaudella (mittausjakso 13.3. –20.4.2020) ero lattiataason ja maksimitason (18 m) välillä oli yleisimmin vain 0,4 asteen luokkaa ja lämmityskauden ulkopuolella (mittausjakso 1.5.–4.6.2020) kyseinen ero oli yleisimmin 1,1 asteen luokkaa. Edellisten ero selittynee sillä, että lämmittäessä puhallinkonvektorit sekoittavat samalla sisäilman, kun taas niiden ollessa pois päältä ilma pääsee paremmin kerrostumaan. Koko mittausjaksolla suurin mitattu ero oli 6,9 °C.

Aika-ajoin tehtävän mittauksen avulla vuokraaja voi tarkistaa, että tarpeenmukaiset ja vuokrasopimuksessa sovitut käyttölämpötilat täyttyvät ja toisaalta, että hallia tai tilaa ei yllämmitetä ja siten tuhlaata energiaa. Mittaus voi tuoda esiin myös mahdollisia ongelmia tai vikoja lämmitysjärjestelmässä tai sen anturoinnissa. Kaikkiaan vuokraaja voi näin tarjota vuokraisilleen optimaalisempaa ja reilumpaa tilapalvelua.

3.6 ENERGIANSÄÄSTÖLIIKENNEVALOT HALLIN OVILLE

Suurissa teollisuushalleissa on monesti useita ovia, eri puolilla rakennusta ja mahdollisesti eri kokoisia. Kun hallin ovia auotaan samaan aikaan, syntyy ristivetoa. Ristiveto tehostaa sisäilman jäähdytystä, mikä ei ole lämmityskaudella toivottavaa. Hankkeessa on selvitetty hallin sisälämpötiloja sekä yksittäisen oven aukaisemisen vaikutusta, mistä tarkempi selvitys edellisessä raportissa *Energiatehokkaat ratkaisut & uusiutuvan energian käytön edistäminen meriklusterissa (Järvenpää ym. 2019)*. Opiskelijaryhmä teki osana opintojaan tuotekehitysprojektina selvityksen, jossa he ideoivat energiansäästöliikennevalot vähentämään ristivetotilanteita ja näin säästämään lämmityskuluissa. Ajatuksena oli, että liikennevalot hallien ovilla ilmaisevat muiden ovien aukiolon. Kun jokin ovi on auki, palaa muilla ovilla punainen valo, kun kaikki ovet ovat suljettuina, palaa kaikilla ovilla vihreä valo. Järjestelmä kytkeytyy pois päältä, kun ulkolämpötila on suurempi kuin hallin sisälämpötila. Suurimpien ovien, kuten kuvassa 8, yhteyteen voi lisätä varoitusvalon, joka varoittaisi kovasta tuulesta.



Kuva 8. Telakkahallin aukinaisia ovia. Kuva: Teija Järvenpää.

Meren rannalla sijaitsevilla halleilla kovilla tuulilla ei aina voida avata suuria nosto-ovia lainkaan rikkoontumisriskin ja mahdollisten muiden vaaratilanteiden vuoksi.

Selvityksessä järjestelmän toteutukseen ehdotetaan logiikka, johon voi tarpeen mukaan lisätä moduuleita niin, että kaikille ovien antureille saadaan oma tulotieto. Jokaiselle ovelle tulisi oma merkkivalo sekä sisä- että ulkopuolelle ilmaisemaan muiden ovien aukiolosta. Lisäksi tuulianturi, jonka hälytysvalo tulisi isoimpien ovien viereen. Järjestelmää ei ole suoraan saatavilla, vaan sen koostamiseen tarvitaan sähkö- ja automaatiotekniikan osaamista, mutta esimerkiksi opiskelijaryhmältä työ onnistuisi. Järjestelmän komponentit maksaisivat arviolta 2200 €, jossa ei ole huomioitu kytkentöihin tarvittavia tarvikkeita eikä työn osuutta. Järjestelmä on toteuttamiskelpoinen ja sitä olisi mahdollisuus hyödyntää myös laajemmin, esimerkiksi liittämällä siihen hälytysjärjestelmä.

3.7 ENERGIATEHOKKAAT TOIMINTATAVAT

Työntekijät päivittäisissä toimissaan liikkuvat toimitiloissa ja käyttävät erilaisia energiaa enemmän tai vähemmän kuluttavia koneita ja laitteita. Heidän toiminnallaan on siis paljon merkitystä yrityksen energiatehokkuuden parantamisessa. Lisätietoa henkilöstön motivoinnista ja koulutuksesta SataMarin energiansäästötyökalussa. Esimerkiksi telakka tai satama-alueella siirryttäessä esimerkiksi tauoille ja lounaalle työntekijät käyttävät helposti esimerkiksi työkonettaan, jolla olivat juuri työskentelemässä. Sen sijaan heitä voisi kannustaa liikkumaan jalan tai käyttämään yrityksen tarjoamia polkupyöriä tai sähköpyöriä. Se olisi myös työterveyden kannalta parempi vaihtoehto. Jos toimintamalli on merkittävästi erilainen aiemmasta, vaatii se ehkä enemmän toimintakulttuurin muutosta ja mahdollisia liikennejärjestelyjä. Vaikka vanhat suomalaiset sananlaskut ovat monilta osin aikansa eläneitä, tässä asiassa sananlasku ”vanhassa vara parempi” toimii energiatehokkuuden näkökulmasta. Pyörä on erinomainen ja energiatehokas väline muun muassa satama- tai telakka-alueella liikkumiseen.

4 RATKAISUJA SATAMAAN



Satamat logistiikan tärkeinä solmukohtina tarjoavat monipuolisia palveluita käyttäjilleen. Satamiin liittyviä uusia tuotteita ja palveluita on esitelty seuraavissa luvuissa, joissa käsitellään sähköistymisen mahdollisuuksia satamalogistiikassa, maasähköä sekä sataman rautatien vaihdelämmitystä.

4.1 SÄHKÖÄ SATAMALOGISTIikkaan

Yhteiskunta sähköistyy jatkuvasti ja sähköistyminen alkaa näkyä myös työkoneissa. Logistiikan koneiden sähköistäminen esimerkiksi trukeista lähtien toimii uutena palveluna logistiikkapalveluja käyttäville. Esimerkiksi sataman laivojen kuormaukseen ja purkuun liittyvien koneiden sähköistämisen myötä koko ketjun energiatehokkuus kasvaa ja hiilijalanjälki pienenee. Tämä näkyy osaltaan myös sataman kautta kulkevien tuotteiden hiilijalanjäljessä. Pienemmän kokoluokan trukeille löytyy vastaavia sähköisiä malleja jo varsin kattavasti ja isommillekin työkoneille yhä enenevässä määrin. Sähkökäyttöiset trukit ovat käyttövoimakustannuksiltaan huomattavasti dieselkäyttöisiä trukkeja kannattavampia. Energiaa säästyy sähkökäyttöisissä koneissa myös, kun tyhjäkäyntikulutus jää pois. Sähkötrukki ei tuota pakokaasuja, mikä on työturvallisuustekijä etenkin halleissa työskenneltäessä. (Puromäki 2019, 57.)

Sähkö- eli käytännössä akkukäyttöiset työkoneet vaativat myös omat latausjärjestelmänsä käyttöpaikan yhteyteen. Työkoneissa tarvitaan paljon akkukapasiteettia, mikä taas vaatii lataamiseen suuria sähkövirtoja ja paksuja kaapeleita. Jos käyttöpaikan sähköliittymä ei ole riittävän suuri, pitää sitä vahvistaa latausjärjestelmiä varten, mikä lisää osaltaan alkuinvestointikustannuksia.

Sähköistymisen myötä satama voi tarjota vähähiilisempää palvelua asiakkailleen ja säästää samalla omissa polttoainekustannuksissaan. Työkoneiden sähköistämisestä voit lukea lisää SataMarin energiansäästötyökalusta Työajoneuvojen ekopäivitys-kortista.

4.2 MAASÄHKÖ SATAMISSA

Satamissa maasähköllä voidaan vähentää alusten polttoaineenkulutusta. Maasähkön avulla laivan ei tarvitse käyttää omia apukoneitaan sähkön tuottamiseksi, vaan se saa tarvittavan sähkön maista. Maasähkövalmiuden tarjoaminen satamissa on energiatehokasta palvelua. Maasähkön käyttö vähentää paikallisia päästöjä ja melua satamissa. Huomionarvoista on, että mikäli maasähkö tuotetaan fossiililla polttoaineilla, syntyy päästöjä joka tapauksessa ja vain uusiutuvilla energialähteillä tuotettu sähkö aidosti vähentää kokonaispäästöjä. Maasähkö soveltuu parhaiten aluksille, jotka ovat satamassa pidempään. Esimerkiksi joidenkin risteilyalusten kääntöajat ovat niin nopeita, ettei ole taloudellisesti järkevää käyttää maasähköä. Suomessa maasähköä tarjoavia satamia ovat jo muun muassa Helsingin Satama, HaminaKotkan Satama, Oulun Satama ja Kemlin Satama.

4.3 SATAMAN RAUTATIEVAIHTTEIDEN LÄMMITYKSEN OPTIMOINTI

Satama-alueella on yleensä myös paikallinen rautatieverkosto ja vaihteita, joiden avulla tulo- ja lähtöraiteet jakaantuvat sataman eri osiin. Vaihteet eivät toimi, jos liikkuvien kiskojen väleihin pakkaantuu lunta tai jäätä ja siksi niissä saatetaan käyttää sulatusjärjestelmiä. Lumenpoistoa raiteilta ja vaihteilta voidaan tehdä myös konein auraten/harjaten ja käsivoimin.

Sulanapitojärjestelmien tapauksessa sulanapito on toteutettu eri kokoisilla vaihteenlämmitysvastuksilla, joista johtuva ja säteilevä lämpö sulattaa lumen ja jään. Yksittäisen vaihteenlämmitysvastuksen vaatima sähköteho vaihteille sadoista wateista useampaan tuhanteen wattiin. Niin sanottu metriteho on välillä 233–594 W/m vastusten pituuden vaihdellessa kolmen ja kuuden metrin välillä. (Suortti 2017, 9.)

Yhden vaihteen yhteydessä voi olla kymmenen eri pituista ja tehoista vaihteenlämmitysvastusta, jolloin vaihteen tehonkulutus voi olla korkeimmillaan kymmeniä kilowatteja. Kun satama-alueella on esimerkiksi 10 vaihdetta, energiankulutus kaikkia vaihteita lämmittäessä on helposti satoja kilowattitunteja tunnissa lämmityksen aikana. Eli riippuen ratojen käytöstä ja lämmityksen ohjauksesta (aika-asetuksista, lämpötilarajoista ja mahdollisesta automatiikasta tai manuaalikäytöstä) vuosikulutus voi olla helposti satoja megawattitunteja vuodessa. Säästöpotentiaali voi siis olla suurikin riippuen toki täysin nykytilanteesta. Lisäksi sulanapidon asetukset voivat olla henkilöliikenteen määräysten ja nopeuksien mukaiset ja energiaintensiivisemmät, vaikka kyseessä olisi rahtisataman alueen tavaraliikenne eivätkä nopeudet olisi koskaan lähelläkään 100 km/h.

Nykytilanne kannattaa tarkistaa tapauskohtaisesti sekä päivittää sataman ja rautatieverkon käytölle ja vaatimuksella riittävät sulanapitoratkaisut. Lisäksi esimerkiksi anturointia ja automatiikkaa niin, ettei vaihteita lämmitetä pelkän pakkasen vuoksi vaan ainoastaan silloin, kun vaihteissa on lunta tai jäätä. Lisätietoa sähkölämmityslaitteiden optimoinnista SataMarin energiansäästöyökalusta.

5 ENERGIANSÄÄSTÖÄ LAIVANRAKENNUKSESSA



Laivat ovat meriklusterista keskeinen toimintakokonaisuus. Laivoilla on myös omat Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n asettamat energiatehokkuutta parantavat säädöksensä. Näitä ovat uusia rakennettavia laivoja koskeva Energiatehokkuuden suunnitteluindeksi (EEDI) ja kaikkia käytössä olevia aluksia koskeva Laivan energiatehokkuuden hallintasuunnitelma (SEEMP). EEDI keskittyy siis alusten energiatehokkaaseen suunnitteluun ja SEEMP alusten energiatehokkaaseen käyttöön.

Satakunnassa Rauman meriteollisuuspuistossa rakennetaan lähitulevaisuudessa useita mittavia uuden sukupolven laivoja (Wasaline Aurora Botnia, Tallink Silja MyStar, Laivue2020). Wasalinen Aurora Botniasta tulee maailman ympäristöystävällisin laiva ja se rakennetaan Clean Design -luokan määräysten mukaisesti. Wasaline on allekirjoittanut ensimmäisenä pohjoismaisena laivayhtiönä SAILS-aloitteen (SAILS, Sustainable Actions for Innovative and Low-Impact Shipping). Uusissa aluksissa energiatehokkuus on osa suunnitteluprosessia. Niissä otetaan käyttöön hybridiratkaisuja, kuten biopolttoaineita ja akustoja. Uudet digitaaliset ratkaisut luovat osaltaan mahdollisuuksia energiansäästöön alusten operoinnissa, kun polttoaineen kulutusta voi seurata reaaliajassa.

6 YHTEENVETO



Uudet energiatehokkaat tuotteet ja palvelut meriklusterissa sisältävät monipuolisesti erilaisia ratkaisuja niin meriteollisuuskiinteistöihin, satamiin kuin laivanrakennusprosessiin. Uusiin energiatehokkaisiin tuotteisiin ja palveluihin lukeutuvat esimerkiksi aurinkosähkö ja energiatehokkaat led-valaistut varastointitilat. Meriklusterissa voi syntyä myös uutta energiatehokasta liiketoimintaa, mistä maasähkön tarjoaminen aluksille on yksi esimerkki. Tässä raportissa esitellyt energiatehokkuuteen liittyvät tuotteet ja palvelut tukevat meriklusteria kohti energiatehokkaampaa tulevaisuutta.

Erilaiset digitaaliset ratkaisut ovat tärkeä osa uusia energiatehokkaita tuotteita ja palveluita. Digitaaliset sovellukset ja työkalut yhdistävät laajasti meriklusteria sidosryhmineen. Hyvä esimerkki digitaalisesta työkalusta on SataMari-hankkeessa kehitetty energiatehokkuuden ohjeistus- ja päätöksentekotyökalu meriklusterin yrityksille, joka tässä raportissa kattavasti esiteltiin (luvuissa 2.1 ja 2.2). Toivottavasti yritykset löytävät kaikille avoimen työkalun avulla uusia energiansäästötoimia ja saavuttavat säästöjä niin rahassa, energiassa kuin hiilidioksidipäästöissäkin.

Energiatehokkuuden kehittäminen Satakunnan meriklusterissa on saanut hyvän perustan SataMari-hankkeen myötä. Vaikka kolmivuotinen hanke päättyikin, jää energiansäästötyökalu yritysten käyttöön edistämään energiatehokkuuden kehitystä ja uusiutuvan energian käytön kasvua koko Suomessa.

LÄHDELUETTELO

EQUA Simulation www-sivut. 2020. IDA Indoor Climate and Energy. Viitattu 16.12.2020. <https://www.equa.se/en/ida-ice>

Järvenpää T., Heikkinen T., Mustonen J., Lähde P. & Keinänen-Toivola M. 2019. Energiatehokkaat ratkaisut & uusiutuvan energian käytön edistäminen meriklusterissa. Satakunnan ammattikorkeakoulu, Sarja B, Raportit, Satakunnan ammattikorkeakoulu. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019062717576>

Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä. 2020. L 11.11.2020/733. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200733>

Lehtonen, I. 2020. Raumalla käytössä oleva Suomessa ainutlaatuinen satamasovellus hyödyttää jatkossa koko Suomen merenkulkua. Länsi-Suomi 12.11.2020. Viitattu 16.12.2020. <https://ls24.fi/uutiset/raumalla-kaytossa-oleva-suomessa-ainutlaatuinen-satamasovellus-hyodyttaa-jatkossa-koko-suomen-merenkulkua>

Puromäki, H. 2019. Selvitys dieseltrukkien korvaamisesta sähkötrukeilla ja vaihdon kannattavuus. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. <https://www.theseus.fi/handle/10024/262817>

Remes, M. 2020. MSK Plast: Vuoden 2019 energianerokkaaksi teoksi valittu tyhjäkäyntikävely paljastaa energian tuhlauksen. Energiatehokkuussopimukset 29.1.2020. Viitattu 18.12.2020. <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/msk-plast-tyhjakayntikavely-paljastaa-energian-tuhlauksen/>

Saavutettavuusvaatimukset www-sivut. 2020. Viitattu 18.12.2020. <https://www.saavutettavuusvaatimukset.fi/>

Suortti, R. 2017. Vaihteenlämmityksen lämmönsäätöjärjestelmän kehitysprojekti. Metropolia ammattikorkeakoulu. Insinöörityö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201705046336>

Tähän raporttiin koostettiin SataMari-hankkeen toimet ja tulokset uusien tuotteiden ja palveluiden osalta. Raportissa kerrotaan uusista digitaalisista työkaluista energiatehokkuuden kehittämiseksi meriklusterissa, uusista ratkaisuista meriteollisuuskiinteistöihin ja satamiin sekä energiansäästömahdollisuuksista laivanrakennusprosessissa. Raportti osaltaan lisää meriklusterin toimijoiden energiatehokkuusosaamista niin Satakunnassa kuin koko Suomessa. Uudet ratkaisut tukevat meriklusteria kohti energiatehokkaampaa toimintaa.

ISSN 2323-8356 | ISBN 978-951-633-326-0 (verkkójulkaisu)

samk

