



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JERE MÄKELÄ

Rakennustyömaan sisävalmistus- vaiheen energiankäytön vähentämi- sen suunnitelma

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN TUTKINTO-
OHJELMA
2023

TIIVISTELMÄ

Mäkelä, Jere: Rakennustyömaan sisävalmistusvaiheen energiankäytön vähentämisen suunnitelma.

Opinnäytetyö, AMK

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma

Maaliskuu 2023

Sivumäärä: 41

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella MVR-Yhtymä Oy:n rakennustyömaalle energiankäytön suunnitelma sisävalmistusvaiheessa. Suunnitelmassa kehitettiin kyseiselle työmaalle energiatehokkaampia toimintatapoja, jotka toisivat säästöjä energiakustannuksissa. Rakennustyömaa, jolle tämä opinnäytetyö tehtiin, on nimeltään Satakruunu. Nousseet energiakustannukset ovat ajaneet rakennusalan yrityksiä tekemään ratkaisuja, joilla energiankulutusta saisi pienemmäksi rakennustyömailla. Tämän opinnäytetyön avulla MVR pyrkii pienentämään Satakruunun rakennustyömaan energiankulutusta.

Työssä perehdyttiin aluksi rakennustyömaahan, johon energiankäytön suunnitelma tehdään, sekä millaisessa työvaiheessa työmaa opinnäytetyön julkaisuhetkellä on. Opinnäytetyössä tutkittiin taustoja, miksi energia-aihe on ollut niin paljon esillä, sekä mitä nousseet energiakustannukset ovat aiheuttaneet etenkin rakennusalan yrityksille. Rakennusalan ammattilehdet ja eri tahojen teettämät kyselyt toimivat lähteinä selvitetäessä energiakustannusten vaikutuksia rakennusalaan.

Rakennustyömaalla kuluu eniten energiaa lämmitykseen, valaistukseen ja sähköön. Työmaan ja sen sosiaalilojen lämmittäminen ovat suurimmat energian kuluttajat, mikä myös ilmeni aiheeseen liittyvistä aiemmista tutkimuksista. Sisävalmistusvaiheessa valoa tarvitaan paljon, varsinkin kun väliseiniä on paljon. Sähköä tarvitaan rakennustyömaalla esimerkiksi työntekijöiden eri sähkötyökaluihin sekä työvaatteiden kuivatukseen.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi Satakruunun sisävalmistusvaiheen energiankäytön vähentämisen suunnitelma. Suunnitelmassa kerrottiin energiaa säästäviä tapoja, joilla poikettiin ns. normaaleista rakennustyömaan energiankäytön toimintatavoista. Suunnitelman pohjalta laskettiin valituista säästötoimista aiheutuvat kulutussäästöt. Kulutussäästöt laskettiin yhteen, joista laskettiin teoreettiset rahalliset säästöt. Huomattiin, että työmaan taukutilojen sähkölämmitys vie normaalisti paljon energiaa, koska pattereissa on aina sama lämpötila, vaikka esimerkiksi yöllä lämmitystä ei tarvita. Tämän ajastus työpäivien ajaksi toi laskennallisesti merkittävät säästöt. Valaistuksessa laitevalinta energiatehokkaaksi led-valonauhaksi toi hyvin säästöjä. Sähkön osalta kuivaushuoneessa olevan lämmittimen ajastamalla saa kulutusta vähennettyä.

Avainsanat: Energiankäyttö, energiatehokkuus, energiansäästö, lämmitys, valaistus, sähkö.

Abstract

Mäkelä, Jere: A plan to reduce the use of energy on construction site during internal building works.

Bachelor's thesis

Degree program in Construction and Municipal Engineering

March 2023

Number of pages: 41

The goal of this thesis was to plan a use of energy plan during internal building works for MVR-Yhtymä Oy's construction site. There were devised more energy efficient methods in the plan to get savings in energy costs. The construction site, for which this thesis was made, is called Satakruunu. Increased energy costs have led building trade companies to do solutions which can reduce energy usage in construction sites. With the help of this thesis, MVR aims to reduce Satakruunu's energy usage.

The thesis started with a study of the construction site to which the use of energy plan is made, and Satakruunu's stage of work was shown during the publication of the thesis. In the thesis were studied the reasons, why energy topic has been so much in the public eye, and the consequences of increased energy costs especially for construction companies. Professional journal of construction and different kind of surveys were used as sources to find out the impacts of energy costs to construction.

Most of the energy is used to heating, lighting or electricity in construction sites. Heating of the construction site and its break rooms are the biggest energy users, which occurred in previous studies on the subject. A lot of light is needed during internal building works, especially when there are many partition walls. Electricity is needed in construction site for example to workers' different kind of electric tools and to drying of workwear.

The result of this thesis was reducing the use of energy plan during internal building works at Satakruunu. The plan contains ways to save energy which are different from normal use of energy methods at construction. Some methods were selected to count energy savings. Energy savings were added which were turned into theoretical financial savings. The numbers showed that break rooms' electrical heating normally consumes a lot of energy because radiators are in the same temperature day and night although during nights it is not necessary. Setting a timer in radiators to only heat during working hours led to significant theoretical savings. Using LED lights as lighting led also to good savings. Setting a timer to heater in drying room reduces use of energy in the case of electricity.

Keywords: Use of energy, energy efficiency, energy saving, heating, lighting, electricity.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 OPINNÄYTETYÖN CASE-KOHTEEN PERUSTIEDOT	6
3 ENERGIA VUONNA 2022.....	9
3.1 Nousseet energiakustannukset vaikuttavat yrityksiin	9
4 RAKENNUSTYÖMAIDEN ENERGIAANKÄYTTÖ	14
4.1 Lämmitys	14
4.2 Valaistus.....	15
4.3 Sähkö	16
5 SATAKRUUNUN ENERGIAANKÄYTÖN SUUNNITELMA.....	18
5.1 Lämmitys	18
5.1.1 Rakennuskohteen lämmitys.....	18
5.1.2 Sosiaalityökohteen lämmitys.....	20
5.2 Valaistus.....	22
5.3 Sähkö	24
6 SUUNNITELMAN TUOTTAMAT TEOREETTISET SÄÄSTÖT	26
6.1 Lämmitys	26
6.2 Valaistus.....	28
6.3 Sähkö	32
6.4 Säästöt yhteensä.....	34
7 POHDINTA	35
8 YHTEENVETO.....	37
LÄHTEET	39

1 JOHDANTO

Tässä rakennus- ja yhdyskuntatekniikan opinnäytetyössä suunnitellaan esimerkkirakennustyömaalle energiatehokas energiankäytön suunnitelma. Tarkoituksena on keksiä ratkaisuja, joilla saadaan energiakustannuksia pienemmiksi vaikuttamatta negatiivisesti työntekoon ja työoloihin, sekä laskea ehdotetuista ratkaisuista teoreettisia taloudellisia säästöjä kyseiselle rakennustyömaalle.

Maailmalla vallitseva energiakriisi on pakottanut kaikenkokoisia yrityksiä tekemään toimenpiteitä, joilla on tavoiteltu pienempiä energiakustannuksia. Eritoten rakennustyömaat ovat suuria energiankuluttajia. Tässä tapauksessa tilaajayrityksenä työille toimii MVR-Yhtymä Oy, jolta on tullut halukkuus energia-aiheiselle opinnäytetyölle. Tällä hetkellä mediassakin päivittäin otsikoissa oleva energia-aihe valittiin opinnäytetyön aiheeksi sen ajankohtaisuuden vuoksi, sekä tilaajayritykseltä tulleen halukkuuden takia.

Vaikka tässä työssä keskitytään yhden työmaan energiankulutukseen, tavoitteena on saada yrityksen tuleville rakennustyömaille energiatehokkaampia ratkaisuja energiankäytön suhteen. Jos jokainen työmaa pystyy pienentämään esimerkiksi edes 10 % energiankulutustaan, pitkällä aikavälillä ja nykyisillä energian hinnoilla rahalliset säästöt nousevat merkittäviin summiin. Esimerkiksi sähkön hinnat ovat nousseet moninkertaisiksi tämän kriisin aikana (Parviala, 2022). Tästä syystä tuo 10 % säästökin voi näkyä rahallisesti, varsinkin isoissa rakennusyhtiöissä. Lisäksi on mahdollista, että sähkön osalta vanhoihin parin sentin kWh-hintoihin ei enää ainakaan lähitulevaisuudessa palata. On siis tärkeää miettiä energiansäästön kannalta yrityksille pysyviä ratkaisuja. Energiaa on kaikkialla ja käsitteenä se on valtava. Tässä työssä energian kannalta keskitytään vain rakennustyömaan kannalta oleellisiin asioihin, eli lämpöön, valoon ja sähkөөn.

2 OPINNÄYTETYÖN CASE-KOHTTEEN PERUSTIEDOT

Rakennustyömaan nimi, johon tämä opinnäytetyö kohdistuu, on nimeltään Satakruunu. Rakennuttajana tässä hankkeessa toimii Porin YH-Asunnot Oy ja pääurakoitsijana projektissa on MVR-Yhtymä Oy.

Opinnäytetyön tilaajayrityksenä ja Satakruunun pääurakoitsijana toimii MVR-Yhtymä Oy. MVR on satakuntalainen rakennusliike, joka rakentaa sekä uudisrakennuksia että korjaa korjaustarpeessa olevia rakennuksia. MVR on rakentanut ja rakentaa ympäri Satakuntaa erilaisia kohteita, kuitenkin pääosa kohteista on Porissa, jossa myös sijaitsee heidän toimipisteensä. MVR on rakentanut tai korjannut esimerkiksi Porin uimahallin, Satasairaalan eri osia, Isomäen jäähallin sekä Karhukorttelin. Karhukortteli on MVR:n omaa asuntotuotantoon, missä heillä on tälläkin hetkellä myynnissä erikokoisia huoneistoja. (MVR-Yhtymä Oy, n.d.) Yrityksen liikevaihto on ollut vuosina 2018–2021 noin 30–50 milj. €. MVR on työllistänyt samalla aikavälillä noin 40 henkilöä. (Suomen asiakastieto Oy, n.d.)

Satakruunu valmistuu Poriin Pormestarinluodon kaupunginosaan osoitteeseen Messukatu 2. Rakennuksesta tulee puurunkoinen ja yksikerroksinen ryhmäkoti nuorille. Talo jaetaan kahteen yksikköön, joita kutsutaan nimillä A- ja N-talo. Molemmissa taloissa tulee olemaan tulevien asukkaiden koteja. Rakennuksessa tulee myös olemaan henkilökunnalle työ- ja taukotilat sekä puku- ja pesuhuoneet. Samalle tontille rakennetaan myös pihavarasto. Työmaan sisävalmistusvaihe alkaa arviolta helmikuun 2023 puolivälissä, ja työmaa valmistuu arviolta marraskuun 2023 lopussa, johon myös käytännössä sisävalmistusvaihe päättyy.

Kuvassa 1 on havainnoitu 3D-mallin muodossa, miltä tontti tulee valmistuttuaan näyttämään. A-talo on rakennuksen mustalla julkisivulla kuvattu osuus, ja N-talo on punaisella julkisivulla kuvattu osuus. Kuvan vasemmassa alareunassa oleva pieni rakennus on kohteen pihavarasto.



Kuva 1. Näkymä arkkitehdin 3D-mallista Satakruunusta etelästä päin (Arkkitehtuuritoimisto Ilomäki Oy, 2022).

Tähän mennessä, eli opinnäytetyön julkaisuvaiheessa, Satakruunun rakennustyömaalle on saatu ulkoseinäelementit pystytettyä, joiden päälle kattoristikot ovat nostettu paikallensa, sekä ristikoiden päälle on asennettu vanerit ja bitumikate, lisäksi sisäpihan katokset on saatu pystytetyiksi (kuva 2). Toisin sanoen, työmaan sisävalmistusvaihe on käynnistymässä.



Kuva 2. Näkymä Satakruunun rakennustyömaasta etelästä päin.

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä Satakruunun rakennustyömaalle energia-
tehokas energiankäytön suunnitelma sisävalmistusvaiheessa, jolla saadaan
työmaalle rahallisia säästöjä. Suunnitelmassa kerrotaan toimia, joilla poike-
taan ns. normaaleista rakennustyömaan energiankäytön toimintatavoista,
joista lasketaan pääpiirteittäin teoreettiset rahalliset säästöt. Lisäksi tarkoituk-
sena on kehittää yrityksen toimintaa niin, että energiankulutuksen pienentämi-
nen koskisi tuleviakin rakennustyömaita. Korkeat energiakustannukset eivät
välttämättä ole häviämässä minnekään, joten on tärkeää saada energiansääs-
tämiseen hyvät toimintatavat tulevaisuuteenkin. Tällöin energian säästämisen
rahalliset säästöt kasvavat todella isoiksi. Energiaa on tärkeää säästää myös
ympäristön kannalta, johon saatetaan tulevaisuudessa kiinnittää enemmän
huomiota nimenomaan rakennustyömaiden osalta.

3 ENERGIA VUONNA 2022

Venäjä aloitti hyökkäyssodan Ukrainaan vuoden 2022 alkupuolella, minkä takia EU on asettanut Venäjää vastaan erilaisia pakotteita ja vastaavasti Venäjä on katkaissut viennin eri tuotteille tiettyihin valtioihin, joista yksi on myös Suomi. EU on kieltänyt siirtymäajoilla kesäkuussa 2022 venäläisen raakaöljyn sekä öljyjalosteiden tuonnin. Toukokuussa 2022 Venäjä katkaisi sekä maakaasun, että sähkön tuonnin Suomeen. Venäjä on katkaissut muidenkin tuotteiden vientiä. (Energiateollisuus, n.d.) Monet Venäjältä tuodut tuotteet ovat olleet halpoja vaihtoehtoja Suomelle, siksi niiden prosentuaalinen tuontiosuus Venäjältä on ollut suuri. Tiettyjä tuotteita ei tule Suomeen Venäjältä enää ollenkaan tai niiden tuontia on vähennetty merkittävästi. Tällöin esimerkiksi sähkön tarjonta laskee ja markkinahinnat nousevat. (Sallinen, 2022)

Energiakriisi on johtanut siihen, että Suomessa voi kovilla pakkasilla 2022–2023 talvena tulla sähköpula. Sähköpula tarkoittaa, että kotimainen tuotanto ja tuonti eivät riitä vastaamaan Suomen kokonaissähkönkulutusta. Jos tällainen tilanne tapahtuu, on hallinnoidut sähkökatkokset alueittain mahdollisia. (Fingrid, 2022) Rakennustyömaiden kannalta sähkökatkokset voivat olla työt kokonaan seisauttavia tapahtumia, etenkin sisävalmistusvaiheessa suuren valaistuksen tarpeen vuoksi. On siis tärkeää, että rakennustyömaat eivät kuluttaisi sähköä ja energiaa turhaan, jotta sähkökatkoksia ei tule ja työmaan työnteko jatkuisi edelleen normaalina.

3.1 Nousseet energiakustannukset vaikuttavat yrityksiin

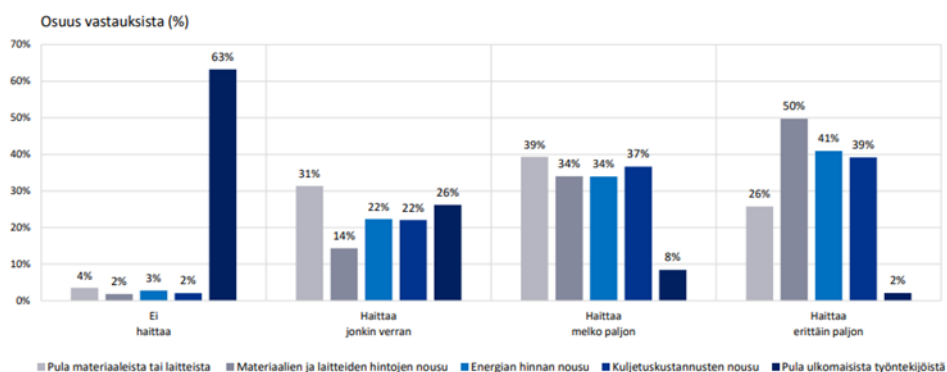
Rakennusliikkeet ovat rakennustyömaillaan joutuneet tekemään ratkaisuja, joilla sähkön kulutusta pitää pienentää. Syynä on ollut sähkön hinta, mutta myös ympäristöystävällisyys on osin näihin ratkaisuihin ajanut. Rakennuslehden artikkelia varten on haastateltu kolmea suurta rakennusliikettä. SRV tavoittelee yli 10 % pienempää energiankulutusta talvelle 2022–2023. SRV:n kokonaisenergiankulutukseksi on ilmoitettu noin 30000 megawattituntia, eli puhutaan suuresta kuluerästä. Skanskan edustaja mainitsee heidän aikovansa

panostaa siihen, että käytön aikainen lämmitysjärjestelmä saataisiin kytkettyä jo rakentamisvaiheessa. Heidän haastateltava henkilö on maininnut myös työmaan valaistuksen ajastamisen, jotta valot eivät olisi päällä turhaan. YIT:n edustaja mainitsee, että energiansäästöä tulisi miettiä isona kokonaisuutena, ja tulisi panostaa lämmityksen, tuuletuksen ja kuivatuksen oikeanlaiseen optimointiin. Kaikki kolme olivat myös maininneet rakennustyömaiden sosiaalitulojen olevan yksi suurimmista sähkönkuluttajista työmailla. (Lättilä, 2022)

Rakennusteollisuus teki kyselyn jäsenilleen, joka oli tarkoitettu rakennusalan henkilöille. Kyselyssä tiedusteltiin Ukrainan sodan vaikutuksia rakennusalaan. Kyselyyn vastasi 435 henkilöä eri puolilta Suomea. Yhtenä kohtana oli ”Arvioi mitkä tekijät haittaavat tuotantoa tällä hetkellä”. (Rakennusteollisuus, 2022) Kuvasta 3 voi nähdä miten tähän on vastattu.

Tuotannon esteet: materiaalit, työvoima, energia

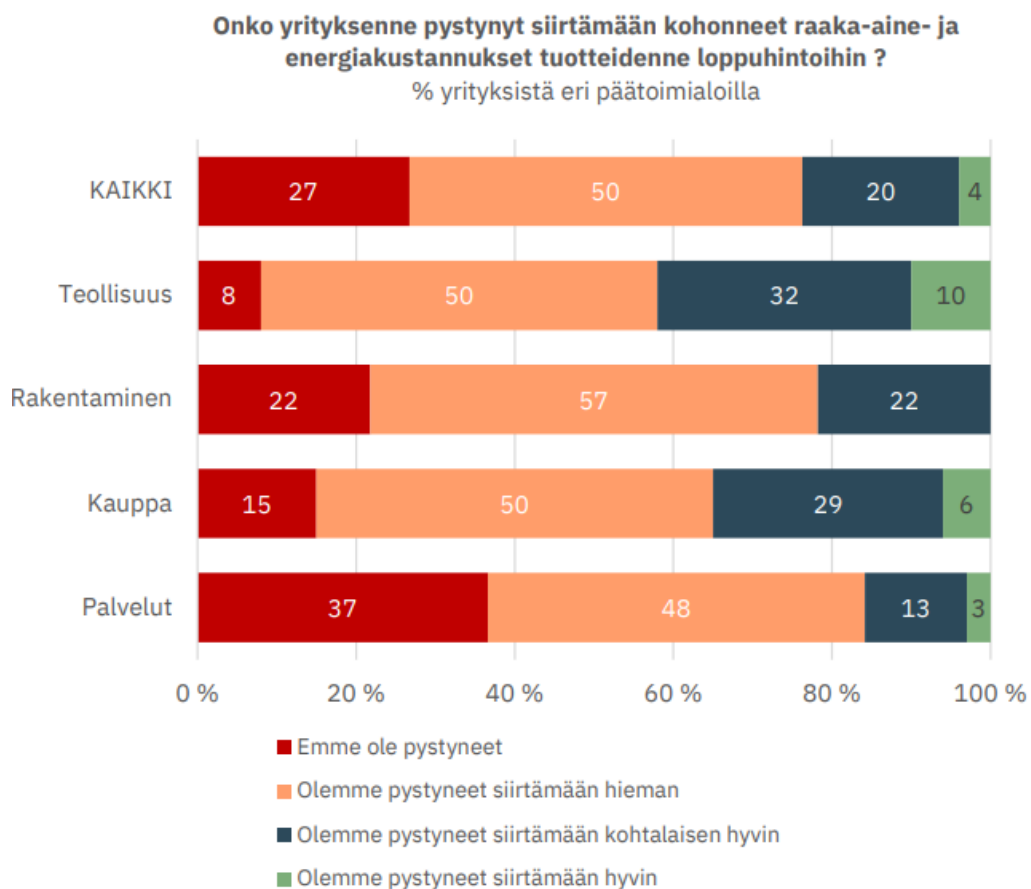
Arvioi mitkä tekijät haittaavat tuotantoa tällä hetkellä



Kuva 3. Tuotannon eri haittojen vaikutuksien merkittävyydet (Rakennusteollisuus, 2022).

Vastaajista 41 % ilmoitti, että energian hinnan nousu haittaa erittäin paljon tuotantoa ja vain 3 % vastasi, ettei energian hinnan nousu haittaisi tuotantoa. Näistä voidaan päätellä, että uhkaavista energian hintojen nousuista oltiin jo tuolloin hyvin tietoisia.

Kohonneet energiakustannukset ovat osasyynä myös rakennusalan yritysten aikomuksiin suunnitella lomautuksia seuraavalle puolelle vuodelle. Elinkeinoelämän keskusliiton teettämässä kyselyssä tiedusteltiin, että onko yritykset pystyneet siirtämään kohonneita raaka-aine- sekä energiakustannuksia loppuhintoihin. Kysely on toteutettu marras-joulukuun vaihteessa vuonna 2022. Kyselyyn vastasi 710 työnantajayritystä eri toimialoilta. (Elinkeinoelämän keskusliitto, 2022) Kuvasta 4 näkee miten kyselyyn vastanneet yritykset ovat pystyneet siirtämään kohonneita raaka-aine- ja energiakustannuksia loppuhintoihin.

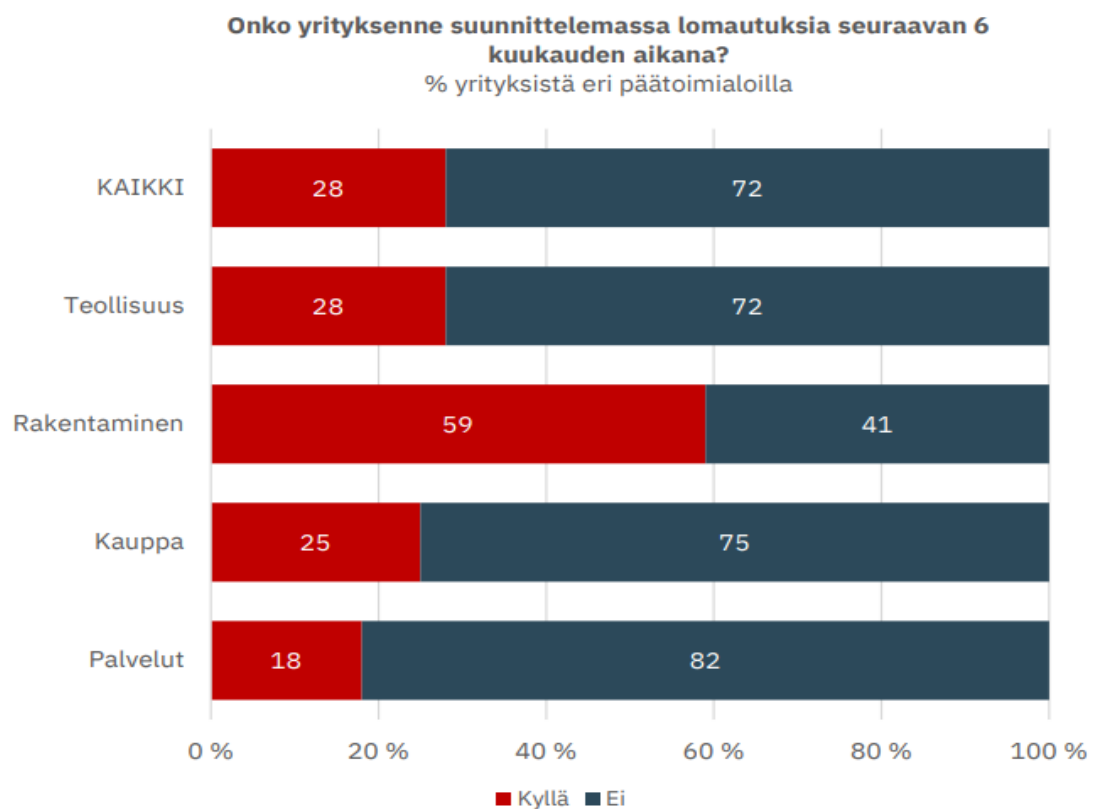


Kuva 4. Yrityksien kyky siirtää kohonneet kustannukset loppuhintoihin toimialoittain (Elinkeinoelämän keskusliitto, 2022).

Kuvassa 4 näkyvistä tuloksista voi päätellä, että kyselyyn vastanneet rakennusyrietykset eivät ole pystyneet siirtämään kohonneita kustannuksia loppuhintoihinsa. 79 % vastanneista yrityksistä ei ole pystynyt siirtämään kohonneita kustannuksia tai on vain hieman pystynyt siirtämään niitä lopputuotteisiinsa. Yksikään kyselyyn vastannut rakennusyrietykset ei ole pystynyt siirtämään

kohonneita kustannuksia hyvin lopputuotteisiinsa, kun taas muut toimialat siihen ovat edes joissakin määrin pystyneet.

Edellisessä kappaleessa mainitut tulokset ovat syinä siihen, että osa kyselyyn vastanneista yrityksistä suunnittelee lomautuksia seuraavan puolen vuoden aikana. Kuvasta 5 näkee miten kyselyyn vastanneet yritykset suunnittelevat lomautuksia seuraavalle kuudelle kuukaudelle toimialoittain.



Kuva 5. Yrityksien lomautuksien suunnitleminen toimialoittain (Elinkeinoelämän keskusliitto, 2022).

Kuvassa 5 ilmenneistä tuloksista voi päätellä, että kyselyyn vastanneista yrityksistä noin joka neljäs suunnittelee lomautuksia seuraavalle puolelle vuodelle. Kyselyyn vastanneiden rakennusyrityksien vastaukset eroavat muista toimialoista selvästi. 59 % vastanneista rakennusyrityksistä suunnittelee lomautuksia seuraavalle puolelle vuodelle. Eli reilusti yli puolet ovat tässä tilanteessa vastanneista rakennusyrityksistä. Luku on hälyttävä ja ero muihin ilmoitettuihin aloihin on valtava. Kyselyssä kysyttiin myös Kiinaan liittyviä riskejä liiketoimintaan, sekä yrityksen viennin osuutta sinne. Rakennusalan osalta

tähän kyselyyn vastanneet yritykset eivät juurikaan koe, että Kiinaan liittyvät riskit ovat aiheuttaneet muutoksia heidän liiketoimintaansa. Lisäksi 100 % rakennusyrityksistä vastasi, että heillä ei ole vientiä Kiinaan.

Energian säästäminen ei ole tärkeää pelkästään pienempien kustannusten takia. Energiaa on myös ilmastonmuutoksen vuoksi tärkeä säästää. Uhkana ilmastonmuutoksessa on maapallon keskilämpötilan nousu. Energiankäytön vähentäminen ja tehostaminen ovat keinoja, joilla voi ehkäistä ilmastonmuutosta, ja säästää luonnonvaroja. (Motiva, 2021; Rauman Energia, n.d.)

Suomella on pitkän aikavälin tavoitteena olla hiilineutraali yhteiskunta, jonka yksi merkittävistä keinoista on energiankäytön vähentäminen ja energiatehokkuus (Valtioneuvosto, 2017, s. 14). Rakentamisessa terminä on tästä käytetty vähähiilinen rakentaminen. Rakentamisen hiilijalanjäljen pienentämiseen tul- laan tekemään erilaisia säädöksiä. Hiilidioksidiraja-arvot rakennustyypeittäin on yksi esimerkki keinoista, joilla pyritään pienentämään hiilijalanjälkeä raken- nushankkeissa. Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan rakennushankkeissa syntyviä kiel- teisiä ilmastovaikutuksia. Hiilijalanjäljen vastakohta on hiilikädenjälki, joka ra- kentamisessa tarkoittaa rakennushankkeissa syntyviä myönteisiä ilmastovai- kutuksia. Jos hiilijalanjälkeä ja -kädenjälkeä syntyy yhtä paljon, hiilineutraalius toteutuu. (Hakaste & Kuittinen, 2019) Hiilikädenjälkeä syntyy esimerkiksi puulla rakennettaessa. Puu sitoo hiilidioksidia rakennuskantaan. Tästä syystä Suomen valtio on asettanut tavoitteita puurakentamisen lisääntymisen suh- teen. Suomen valtio on myös tukenut julkisia rakennuttajia eri tavoin puura- kentamisen suhteen. Tukea on annettu niin taloudellisella kuin opetuksellisella tasolla. (Ympäristöministeriö, 2020)

Kun rakennetaan puurunkoinen talo, millä Satakruunukin toteutetaan, niin be- tonin käyttö vähenee merkittävästi. Betoni on ympäristöä kuormittavaa siinä käytetyn sementin vuoksi, vaikka sementtiä ja sen käyttöä on vuosien varrella muokattu ympäristöystävällisemmiksi (Betoni, n.d.). Eli tästä Satakruunun ra- kennustyömaasta, ja valmiista rakennuksesta, voi syntyä hiilikädenjälkeä puu- runkoisuuden vuoksi.

4 RAKENNUSTYÖMAIDEN ENERGIANKÄYTTÖ

Rakennustyömailla kuluu paljon energiaa eri tarpeisiin. Merkittävimmät energiankäyttöä vaativat asiat rakennustyömailla ovat lämmitys, kuivatus, valaistus ja nostaminen. (Ympäristöosaava, n.d.)

4.1 Lämmitys

Lämmityksen osuus on prosentuaalisesti erittäin suuri koko työmaan energiankäytöstä. Rakennustyömaiden lämmitys on silti tärkeää monestakin syystä. Lämpöä tarvitaan esimerkiksi siihen, että työntekijöiden työolosuhteet ovat riittävän hyvät. Hyvä lämpötila työntekoon voi olla toiselle selvästi normaalia huoneämpötilaa kylmempi, kun taas toiselle sopii parhaiten juuri se huoneenlämpö. Tavoitelämpötila rakennustyömailla on 10–20 °C. Lämmitystä työmailla tarvitaan myös kosteudenhallintaan. Rakenteet kuivuvat nopeammin, kun niitä lämmitetään. (Ratu S-1236, 2021, s. 11)

Rakennustyömailla on oltava työntekijöille taukotilat, joissa henkilö pystyy tekemään elämisen kannalta tärkeitä perustarpeitaan. Rakennustyömaiden sosiaalitulojen lämpötila tulee olla vähintään 18 °C, ulkokäymälää lukuun ottamatta (Työministeriön päätös rakennustyömaiden henkilöstötiloista 977/1994, 3 §). On siis sanomattakin selvää, että talvipakkasilla työmaiden taukotilojen lämmitys on välttämätöntä. Taukotilat ovat kuitenkin merkittäviä energiasyöppöjä. Karhunen (2011, s. 24) on tutkimuksessaan osoittanut, että työmaatilat kuluttavat paljon energiaa, kun niitä tarvitaan taukotiloina työntekijöille rakennustyömaan aikana. Etenkin talvella lämmityksen tarpeen lisääntyessä, kulutukset kasvoivat paljon. Taukotilojen energiankulutus moninkertaistui talviaikaan, kun verrattiin kulutusta kesän kulutuksiin. Taukotiloissa usein myös pidetään sama lämpö yllä vuorokauden ja jopa viikonloppujen yli. Tällöin yli puolet lämmitettävästä ajasta on käytännössä turhaa.

Talvibetonointi vaatii kylmissä olosuhteissa lämmitystä, tai vaihtoehtoisesti valussa voidaan käyttää kuumabetonia, jotta betoni saavuttaa jäätymislujouden.

Jäätymislujuuden saavutettuaan betoni ei enää vahingoitu jäätyessään. Jäätymislujuuden arvo betonilla on 5 MN/m^2 . Jos betonia lämmitetään, se tapahtuu joko lanka-, muotti- tai infrapunalämmityksellä. (Ratu 0403, 2012)

Kuten aiemmin jo mainittiin, lämmitys vie paljon energiaa rakennustyömailla. Lämmityksen osuutta rakennustyömailla on aiemminkin tutkittu. Lämmityksen on huomattu vievän noin 70 % koko työmaan energiankäytöstä (Hämäläinen, 2012, s. 85; Rintamäki, 2016, s. 27).

4.2 Valaistus

Kuten jokapäiväisessä elämässä tarvitaan valoa etenkin talvella, tarvitaan sitä myös rakennustyömailla. Pimeinä talviaamuina valaistus on välttämätöntä. Lisäksi kun rakentamisessa päästään sisävalmistusvaiheeseen ja luonnonvalo ei välttämättä tule paljoakaan sisään, valaistusta saatetaan tarvita jokaisessa työtehtävässä koko työvuoron ajan.

Rakennustyömaan ollessa tyhjänä työntekijöistä valaistusta ei siellä tarvita työnteon kannalta. Usein eri urakoitsijat tekevät aamusta iltaan töitä, joten työmaa on tyhjänä vain yön yli. Myös viikonloppuina voidaan tehdä töitä, jos tilanne niin vaatii. Työmailla ei siis öisin tarvita valoa. Eli on käytännössä turhaa pitää yötä päivää valoja päällä työmailla. Rakennustyömaiden iso ongelma on kuitenkin varkaat. Houkutteleeko kuitenkin työmaan pimeys vai valo enemmän varkauksiin? Kuka on vastuussa, jos työmaa on täysin pimeä ja varas loukkaa itsensä vakavasti työmaa-alueella? Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) ei ole mainintaa, miten valaistuksen suhteen tulisi toimia työmaan ollessa tyhjänä. Kuitenkin jos rakennustyömaa-alue on rajattu aidoilla ja portit ovat kiinni, siellä ei kenenkään ulkopuolisen tulisi kulkea.

Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta (205/2009, 26 §) on määrätty, että rakennustyömailla ja erityisesti kulkuteilla on oltava riittävä valaistus, joka on järjestettävä niin, ettei siitä aiheudu liiallisia valaistuseroja

sekä häikäisyä on vältettävä. Lisäksi asetuksessa on määrätty, että valaisimien asennukset eivät saa aiheuttaa ylimääräisiä työturvallisuusriskejä.

4.3 Sähkö

Rakennustyömailla sähköä tarvitaan paljon. Jo edellä mainitut taukotilat ovat työmaan suurimpia sähkönkuluttajia, jos niiden lämmitys tapahtuu sähköllä. Lisäksi sosiaali-tiloissa pitää olla ruuan säilyttämistä ja lämmittämistä varten jääkaappi ja mikroaaltouuni, jotka tietenkin toimivat sähköllä sekä tiloissa on myös oltava vaatteiden kuivattamista varten omat laitteensa, jotka toimivat niin ikään sähköllä (Työministeriön Päätös Rakennustyömaiden Henkilöstötiloista 977/1994, 5 §, 8 §) .

Rakennuksen kuivatus voi kuluttaa paljon energiaa sähkön muodossa. Rakennuksen ollessa sisävalmistusvaiheessa halutaan sisätiloissa pitää tietyt olosuhteet. Kosteustasojen ei haluta olevan liian korkeina liian kauaa, ja sisälämpötilan tulisi olla lähellä 20 °C, jotta saadaan paremmat olosuhteet rakenteiden kuivumiselle, ja tällöin voidaan välttää kosteusvauriot. Kun rakennusta kuivutetaan sisävalmistusvaiheessa, on rakennuksen vaipan oltava mahdollisimman tiivis, jotta kuivatus tapahtuu mahdollisimman kustannustehokkaasti. (Kosteudenhallinta.fi, 2020)

Rakennustyömailla työntekijöillä on paljon erilaisia työkaluja käytössään, etenkin sisävalmistusvaiheessa työmaan täytyessä monesta eri urakoitsijasta. Eri urakoitsijoita voivat sisävalmistusvaiheessa olla rakennusurakoitsijan lisäksi IV-urakoitsija, putkiurakoitsija ja sähköurakoitsija. Iso osa kaikkien em. urakoitsijoiden työkaluista on sähkö- tai akkukäyttöisiä, joten ne tarvitsevat sähköä. Niitä usein ladataan aina, kun niitä ei käytetä. Ne siis voivat olla latauksessa turhaan pitkiä aikoja. Makitan (n.d.) verkkosivuilta näkee, kuinka heidän valikoiman akkujen latausajat ovat 15–130 minuuttia. Usein rakennustyömailla akut jätetään työvuorojen päätteiksi yön yli lataamaan. Akut ovat niiden täytyessä useita tunteja turhaan latauksessa, jolloin sähköä kuluu turhaan.

Kuvasta 6 voi nähdä, kuinka paljon erilaisia akkutyökaluja voi työntekijä työnteossaan käyttää.



Kuva 6. Erilaisia akkutyökäyttöisiä työkaluja (Hilti, n.d.).

Jari Hämäläinen on tehnyt tutkimuksen aiheesta Rakennustyömaan energia- tutkimus, joka käsittelee samoja asioita tämän opinnäytetyön kanssa. Hämäläisen diplomityö on tehty vuonna 2012, ja jo silloin on puhuttu energian hintojen noususta (Hämäläinen, 2012, s. 2).

Hämäläisen tutkimuksessa on tehty paljon teoriataustaa liittyen rakennustyömaan käyttämiin laitteisiin ja työvaiheisiin, jotka kuluttavat energiaa. Esiin nousee sisällysluetteloä katsoessa, sekä teoriaosuudessa, että lopputuloksissa moneen kertaan lämmittämistä vaativat asiat, kuten työmaan lämmittäminen. (Hämäläinen, 2012, s. 5) Hämäläisen mukaan (2012, s. 84) 70 % rakennustyömaan rakennusaikaisesta energiankulutuksesta kuluu lämmittämiseen.

5 SATAKRUUNUN ENERGIANKÄYTÖN SUUNNITELMA

Satakruunun työmaan sisävalmistusvaiheen energiankäytön suunnitelma on tarkoitus tehdä siten, että energiaa kuluisi mahdollisimman vähän, joten energiaa pyrittäisiin käyttämään vain niinä aikoina, kun sitä tarvitaan. Kun energiaa tarvitaan tällä rakennustyömaalla eri tarpeisiin, sitä on myös tarkoitus käyttää vain sen verran, kun sitä tarvitaan. Energiankäytön pienentyessä paloturvallisuusriski pienenee, kun tiettyjen laitteiden käyttöä, latausaikaa tms. lyhennetään eri keinoilla.

5.1 Lämmitys

Kuten aiemmin tässä työssä mainittiin, lämmittäminen on prosentuaalisesti suurin energiankuluttaja rakennustyömailla. Jos pitäisi yhdellä keinolla pienentää tämän rakennustyömaan kokonaisenergiankulutusta sisävalmistusvaiheessa, järkevintä olisi todennäköisesti optimoida työmaan ja sen taukotilojen lämmittäminen. Lämmitystarpeeseen Suomen olosuhteissa vaikuttaa suoraan ulkoilman lämpötila. Mitä kylmempää on ulkona, sitä enemmän tarvitaan lämmitystä, ja toisaalta kesällä ainakin sosiaalitalat ovat kokonaan lämmittämättömiä.

5.1.1 Rakennuskohteen lämmitys

Itse rakennettavaa kohdetta on lämmitettävä jo rakennusaikana, jotta rakenteet pääsevät kuivumaan, sekä saadaan miellyttävämmät työolot työntekijöille. Kun rakennusta aletaan lämmittämään rakentamisvaiheessa, järkevintä on se aloittaa sisävalmistusvaiheessa.

Satakruunun rakennusta aletaan lämmittämään sisävalmistusvaiheen lähtiessä käyntiin, eli kun rakennuksella on ulkoseinät pystyssä ympäri rakennuksen, ja kun katto on saatu vesitiiviiksi. Ulkoseinät toteutetaan Satakruunun rakennuksessa seinäelementteinä. Elementtien saumat on tiivistettävä hyvin ennen kokonaisvaltaista lämmityksen aloitusta. Jos saumat tehdään

huolimattomasti, lämpöä häviää niiden kautta, ja lämmitystarve lisääntyy turhaan. Elementit asennetaan ilman ovia ja ikkunoita, jolloin niiden paikoilla on vain reiät. Sisälle rakennukseen johtava rakennusaikainen pääovi tehdään väliaikaiseksi. Väliaikainen ovi tulee olemaan tehty vanerista. Tämä ovi on syytä tehdä huolellisesti tiiviiksi, jotta tämänkään aukon kautta ei syntyisi liikaa lämpöhäviöitä. Muut oviaukot joko suljetaan tiiviisti vanerilla ja eristetään styrokseilla, tai mahdollisesti tehdään rakennuksen toiseen päähän toinen väliaikainen ovi. Elementeissä ei myöskään ole ikkunoita valmiiksi asennettuina. Asennettavista seinäelementeistä löytyvät vain ikkuna-aukot. Kokonaisvaltainen lämmitys aloitetaan vasta, kun ikkunat on asennettu. Ikkunoiden asennuksien yhteydessä on myös syytä tiivistää ikkunoiden puitteet huolellisesti, jotta lämpöä ei näiden kautta häviä liikaa.

Satakruunun käytönaikaiseksi lämmitysmuodoksi tulee kaukolämpö, joka jaetaan rakennuksen tiloihin lattialämmityksellä. Käytönaikainen lämmitysjärjestelmä olisi hyvä saada käyttöön mahdollisimman nopeasti. Mitä enemmän ja nopeammin päästään rakennusta lämmittämään kaukolämmöllä, sähkökäyttöisten lämmittimien käyttötarve pienenee. Kaukolämmöllä lämmittäminen on huomattavasti halvempaa verrattuna sähkökäyttöisiin lämmittimiin.

Yläpohjaan tulee lämmöneristettä. Nämä lämmöneristeet on syytä olla asennettuna hyvin, ennen kuin rakennusta aletaan lämmittämään, koska lämmin ilma on kevyempää ja se kohoaa ylöspäin. Jos yläpohja olisi eristämätön lämmityksen alkaessa, paljon lämmintä ilmaa pääsisi karkaamaan ulkoilmaan yläpohjan lävitse.

Kun lämmittäminen aloitetaan kaikkien edellä mainittujen asioiden ollessa kunnossa, lämpötilaa ei pidetä liian ylhäällä. Lämpötila pidetään sopivana työolosuhteiden kannalta, eikä esimerkiksi normaalin asumiseen tarkoitetun rakennuksen sisäilman lämpötilan tasolla. Rakennustyömaalla työskentely voidaan luokitella raskaaksi tai keskiraskaaksi työksi, jolloin noin 17 °C on hyvä lämpötila, kun työntekijä tekee töitä (Työsuojeluhallinto, 2022). Tällöin ilma ei todennäköisesti tuntuisi liian kylmältä eikä liian kuumalta. Yksilöllisiä eroja tietenkin on. Työntekijän tehdessä töitä ja hänen ollessa muutenkin liikkeessä, 17 °C

voi tuntua miellyttävämmältä verrattuna normaaliin sisäilman lämpötilaan. Jo parin °C:n pudotus vähentää kuitenkin huomattavasti lämmitystehoa, jolloin rahallisia säästöjä syntyy. Jos kuivatuksen kannalta huomataan, että 17 °C ei riitä, niin lämpötilaa nostetaan. Rakennuksen kuivatus menee ehdottomasti kaiken edelle, jotta kosteusteknisesti valmiista rakennuksesta tulee moitteeton. Tällöinkin selvitetään se lämmitystehontarve, joka kuivattaa riittävästi rakenteita, jotta tässäkin tapauksessa ei rahallisesti lämmitetä liikaa.

Kun lämmitys on kokonaisvaltaisesti aloitettu, ikkunat ja väliaikaiset ovet ovat paikallaan. Vaikka ne olisivat riittävän hyvin eristettyjä, niitä on myös pidettävä kiinni mahdollisimman paljon. Esimerkiksi ovien jäädessä auki lämpöä karkaa rakennuksesta pois turhaan. Oviin, joista rakentamisaikana kuljetaan, laiteetaan laput, joissa lukee ”Laita ovi kiinni”. Kun ovissa on kiinni em. laput, kaikki niistä ovista kulkevat tajuavat todennäköisemmin varmistaa, että kyseinen ovi menee kunnolla kiinni.

5.1.2 Sosiaalitilojen lämmitys

Rakennustyömaan sosiaalitiloissa on oltava riittävä lämpötila, koska niissä vietetään taukoja paikallaan, ja ihmisen ollessa paikallaan vallitseva lämpötila tuntuu viileämmältä. Taukotilojen lämpötilaksi ei välttämättä riitä rakennettavan rakennuksen sisällä oleva työskentelylämpötila, etenkin talvella. Lisäksi teoriaosuudessa mainitaan työministeriön päätöksestä, joka siis kertoo, että rakennustyömaan henkilöstötiloissa lämpötilan on oltava vähintään 18 °C.

Satakruunun rakennustyömaan taukotiloissa on sähkölämmitys, joka jaetaan koppeihin patterien avulla (kuva 7). Kuvan mukaisia 1000 W pattereita on taukotiloissa yhteensä 14.



Kuva 7. Taukotilan 1000 W:n sähköpatteri.

Taukotilojen sisäilman lämpötilaksi halutaan 18 °C. Sisäilman lämpötila nousee niissä todennäköisesti noin 18 °C:seen, kun asetetaan pattereihin lämpötilaksi noin 15–17 °C, koska muut sähkölaitteet ja ihmiset lämmittävät sisäilmaa myös jonkin verran. Jos huomataan, että edellä mainittu lämpötila pattereissa ei selvästikään riitä, ja iso osa työntekijöistä sanoo sosiaalityloissa olevan liian kylmä, lämpötilaa pattereissa nostetaan yhden °C:n verran. Kesällä patterit todennäköisesti ovat suurimman osan ajasta sammutettuina lämpimien ulkoilman lämpötilojen vuoksi.

Usein rakennustyömaiden taukotilojen lämpötila on vuorokauden ympäri maanantaista sunnuntaihin koko ajan sama, vaikka jo työpäivinä ainakin puolet tästä ajasta on turhaa, jos työmaalla työskennellään aikavälillä 7:00-15:30. Tällä rakennustyömaalla lämpötilaa ei pidetä sosiaalityloissa vuorokausien ympäri työpäivän aikana halutun sisäilman lämpötilan tasolla, vaan työmaan ollessa tyhjänä patterit otetaan kokonaan pois päältä, paitsi joissakin tiloissa voidaan tarvita öisinkin lämpöä, ettei esimerkiksi sähkölaitteet kärsi vaurioita kylmyyden vuoksi. Jos on mahdollista, niin pattereihin kytketään ajastimet, jotka tekevät nämä toimenpiteet automaattisesti. Vuorokauden ympäri lämmittämisen sijasta, sosiaalityloja lämmitetään työpäivinä aikavälillä 5:30-16:00. Jos työntekijöitä työskentelee esimerkiksi myöhään iltaisin, ajastus ohitetaan niiden taukotilojen osalta, joita kyseiset työntekijät tarvitsevat. Eli esimerkiksi

työnjohdon työmaatoimistoa ei tarvitse tällöin lämmittää, kun taas kaikkien käytössä olevia sosiaalitiloja on lämmitettävä, jos niitä käytetään. Vaikka kaikki sosiaalitilat eivät olisi ajastetusti lämmitettyjä, niin edes osan sosiaalityötilojen lämmitysaika vuorokaudessa putoaa 24 tunnista 10,5 tuntiin.

Jos työmaan taukotiloja lämmitetään koko viikko samalla lämpötilalla, lämmitykseen kuluva tunteja tulee viikossa 168. Jos työmaan taukotilojen lämmitys ajastetaan edellisessä kappaleessa mainituilla tavoilla, lämmitykseen vaadittavia tunteja tulee enää vain 52,5.

5.2 Valaistus

Satakruunun rakennustyömaalla valaistusta pidetään sisävalmistusvaiheessa päällä vain silloin, kun sitä tarvitaan. Osa valoista on kuitenkin hyvä pitää päällä koko työvuoron ajan. Esimerkiksi kulkutiet on määrätty olevan riittävän valaistuja, joten niiden olisi hyvä olla valaistuna aina koko työpäivien ajan.

Rakennustyömaa-alueen koko valaistus ulkovalaistuksesta sisävalaistukseen ajastetaan ajastimella. Aikaväli, johon ajastus asetetaan, on työpäivinä noin 6:00-16:00. Tuon ajan ulkopuolella mikään valo ei syty, ellei ajastimen kytkemistä ohiteta. Kun valot on ajastettu, kenenkään työmaalla työskentelevän henkilön ei tarvitse huolehtia valojen sytyttämisistä tai sammuttamisista. Lisäksi valot eivät ole lainkaan turhaan päällä työvuorojen ulkopuolella. Ajastin kytketään niin, että se on helppo ohittaa, jos töitä tehdään edellä mainitun aikavälin ulkopuolella.

Ulkovalaistukseen asetetaan ajastuksen lisäksi hämäräkytkin. Tällöin nämä valot sammuvat aina aamulla, kun luonnonvalo on riittävä. Satakruunun rakennustyömaalla on ulkovaloina kaksi kappaletta kuvan 8 mukaisia valomastoja, joiden päihin on asennettu kaksi 200 W:n valaisinta. Niiden lisäksi ulkona sijaitsee vielä yksi valomasto, jossa on kolme kappaletta 150 W:n valaisimia.



Kuva 8. Satakruunun rakennustyömaan valomasto.

Nämäkään valot eivät tule olemaan hämäräkytkimen ansiosta hetkeäkään turhaan päällä. Jotta työmaan pimeys ei öisin houkuttelisi esimerkiksi varkaita työmaalle, niin ulkovaloihin kytketään myös liiketunnistin normaalin ajastuksen ulkopuolelle. Tämä voi tehdä sen että, kun rakennustyömaalle saapuu sinne kuulumattomia henkilöitä, he voivat pelästyä valojen syttymistä, jolloin heidän työmaan toimintaan negatiivisesti vaikuttavat aikeensa voisivat pysähtyä valojen äkkinäisen syttymisen takia. Työmaalla on tietenkin myös hälytysjärjestelmä, joka kutsuu vartijat paikalle hälytyksen alkaessa.

Sisävalmistusvaiheessa kulkuteiden valaistus pidetään siis päällä koko työvuoron ajan, jotta yleisvalaistus on riittävä työturvallisuuden näkökulmasta. Muualla kuin kulkuteilla sijaitsevien työpisteiden valaistus kytketään

mahdollisuuksien mukaan liiketunnistimin niin, että valot eivät sammu, kun kyseistä valoa työntekijä tarvitsee, vaikka hän ei liikkuisi jatkuvasti. Kyseiset valot kuitenkin sammuisivat silloin, kun sen läheisyydessä ei olla tietyn ajan jälkeen. Näiden valojen tulee myös syttyä välittömästi ja moitteettomasti, kun työntekijä näille työpisteille saapuu, jotta ylimääräistä vaivaa työntekijöille ei synny.

Valaistukseen liittyvät laitevalinnat vaikuttavat merkittävästi niiden kuluttamaan energiaan. Tämän takia valaistuksen laitevalintoihin panostetaan Satakruunun rakennustyömaalla. Tämän työmaan sisävalmistusvaiheessa pyritään suosimaan LED-valoja niiden hyvän energiatehokkuuden vuoksi.

5.3 Sähkö

Sähköä on tarkoitus käyttää Satakruunun sisävalmistusvaiheessa samalla tavalla kuin lämpöä ja valoakin. Eli pyritään välttämään turhaa sähkön kulutusta, ja käytetään sähköä vain sitä tarvittaessa.

Rakennustyömailla töitä tehdessä työvaatteet voivat kastua hiestä märäksi. Kuivattamiseen tarvitaan tällöin kuivauskaappeja tai kuivaushuoneita, joissa kuivauslaitteet toimivat sähköllä. Satakruunun sisävalmistusvaiheessa työvaatteiden kuivattamiseen käytetään molempia. Kuivauskaappeja on vuokrattu vuokrayritykseltä kaksi kappaletta, jotka on varustettu tehonsäädöillä ja ajastimilla. Kuivaushuoneeseen on asetettu rakennuslämmitin kuivattamaan vaatteita. Kuvassa 9 näkyy Satakruunun rakennustyömaan kuivaushuone, jossa 2 kW rakennuslämmitin.



Kuva 9. Satakruunun rakennustyömaan kuivaushuone.

Kuivauslaitteilla kuivataan vaatteita siihen asti, kunnes vaatteet on saatu kuiviksi, eikä pidetä laitteita kuumina työvuoron päättymisestä seuraavan työvuoron alkamisajankohtaan eli tulevaan aamuun asti. Vaatteet kuivuvat helposti lyhyemmälläkin kuivatusajalla, ellei vaatteet kastu läpimäriksi, jolloin voidaan koko yö poikkeuksellisesti niitä vaatteita kuivattaa. Kuivatus ajastetaan työvuorojen päättymisestä noin neljään tuntiin lukuun ottamatta poikkeustilanteita, jolloin kuivatusta tarvitaan enemmän. Vaikka laitteet sammuvat, kuivattavat ne edelleen vaatteita lämmön säilymisen vuoksi, kunhan vaatteet on kuivumisen kannalta ripustettu hyvin.

Kuten aiemmin tässä työssä on jo mainittu, niin rakennustyömaan sähkötyökalujen akut, tai osa niistä, ovat latauksessa usein rakennustyömailla aina, kun niitä ei käytetä, vaikka akuissa olisikin virtaa riittävästi. Ja kuten aiemmin huomattiin, Makitan sähkötyökalujen akkujen latausajat liikkuvat 15–130 minuutin välillä. Öiden ja viikonloppujen yli ladattaessa akut ovat suurimman osan ajasta turhaan latauksessa. Satakruunun sisävalmistusvaiheessa lataukset ajastetaan reiluun pariin tuntiin, jolloin turha latausaika pienenee useilla tunneilla. Tällä tavalla säästetään sähköä, ja sen lisäksi akkujen toimintakyky pysyy pidempään parempana, kun niitä ei yli ladata.

6 SUUNNITELMAN TUOTTAMAT TEOREETTISET SÄÄSTÖT

Energiankäytön suunnitelmalla aikaansaavat säästöt ovat teoreettisia. On lähes mahdotonta laskea tarkkaan kaikki energiaa kuluttavat laitteet ja niiden käyttöajat. Lisäksi ne voivat kuluttaa eri määrän esimerkiksi sähköä eri tilanteissa. Näistä syistä säästöt lasketaan tärkeimmistä ja selkeimmistä säästöä tuovista toimista. Lisäksi säästöt lasketaan vain puhtaasti käyttösähkön osalta, eli sähkönsiirtoa ei tässä työssä huomioida. Tällä rakennustyömaalla sähkö-sopimustyyppinä toimii pörssisähkö, joten on mahdotonta tietää tarkkaan tulevaisuuden sähkön hintoja, koska ne muuttuvat joka tunti. Edeltävästä syystä rahalliset säästöt lasketaan eri esimerkkihinnoilla. Vaikka säästöjä ei joka asiasta lasketa, kaikki suunnitelmassa mainitut toimet vähentävät kokonaiskulutusta, jolloin säästöjä syntyy koko suunnitelmasta. Osasta tulee paljonkin säästöjä, ja osasta tulee vähemmän säästöjä. Säästöt on laskettu tämän rakennustyömaan päättymiseen asti, eli noin yhdeksän kuukauden ajalta maaliskuusta marraskuun loppuun. Laskelmissa ei siis ole huomioitu talviaikaa paljon, koska sisävalmistusvaihe alkaa loppupalvella, sekä työmaa päättyy arviolta alkupalvella. Jos työmaa olisi alkanut eri vaiheessa, ja talviaikaa olisi osunut sisävalmistusvaiheeseen enemmän, olisi energiankulutus ja siihen kohdistuvat säästöt olisivat molemmat olleet huomattavasti suurempia. Seuraavien alaotsikoiden alla on laskettu eri keinojen tuottamat säästöt Satakruunun rakennustyömaan sisävalmistusvaiheessa niin, että ensin on laskettu valittujen energiansäästötoimenpiteiden kulutussäästöt, sekä lopuksi kulutussäästöistä aiheutuvat teoreettiset rahalliset säästöt.

6.1 Lämmitys

Arvioidaan, että maaliskuu-, loka- ja marraskuu ovat kylmiä kuukausia, jolloin tarvitaan pattereiden lämmitystä sosiaalityöaloissa. Huhti- ja syyskuussa sosiaalityöaloja tarvitsee lämmittää noin puoliteholla. Touko-, kesä-, heinä- ja elokuussa lämmitystä ei käytännössä tarvita ollenkaan. Patterit eivät ole päällä täydellä teholla kylmimpinäkään kuukausina. Arvioidaan, että pattereilla pitää lämmittää kylminä kuukausina noin 800 W:n teholla, huhti- ja syyskuussa tarvitaan

500 W:n teho, sekä lämpimimpinä kuukausina patterit ovat kokonaan pois päältä.

Taulukossa 1 on laskettu yhden patterin normaali kulutus rakennustyömaan päättymiseen asti. Normaalilla kulutuksella tarkoitetaan sitä, että normaalisti rakennustyömailla toimitaan siis niin, että patterit ovat päivästä ja viikosta toiseen samassa lämpötilassa. Niitä säädetään yleisesti vain, kun ulkoilman lämpötilat muuttuvat pysyvästi, kuten edellisessä kappaleessa on arvioitu. Tehosarakkeessa on edellisen kappaleen mukaisesti arvioidut patterin vaatimat tehot, tunnit-sarakkeessa on kyseisen kuukauden aikana lämmitetyt tunnit, eli tässä tapauksessa koko kuukausi on lämmitettävää aikaa, lukuun ottamatta siis lämpimiä kuukausia. Kulutus-sarakkeessa on laskettu kahden edeltävän sarakkeen välinen tulo, jonka vastaus on vielä jaettu luvulla 1000, jolloin on saatu wattitunnit [Wh] muutettua kilowateiksi [kWh]. Lopuksi taulukon alareunaan on summattu yhteen kaikkien kuukausien kulutukset, joka on siis arvio yhden sosiaalitalan patterin kulutuksesta kilowattitunneissa ilman ajastusta sisävalmistusvaiheen alusta työmaan päättymiseen.

Taulukko 1. Yhden 1000 W patterin arvioitu sähkönkulutus ilman ajastusta.

Yhden patterin arvioitu normaali kulutus			
Kk	Teho [W]	Tunnit [h]	Kulutus [kWh]
Maaliskuu	800	744	595,2
Huhtikuu	500	720	360
Toukokuu	0	0	0
Kesäkuu	0	0	0
Heinäkuu	0	0	0
Elokuu	0	0	0
Syyskuu	500	720	360
Lokakuu	800	744	595,2
Marraskuu	800	720	576
		Yhteensä	2486,4

Taulukossa 2 on laskettu yhden patterin kulutus käyttämällä kappaleen 5 mukaista ajastusta. Lämmitettäviä tunteja tulee siis vuorokaudessa 24 tunnin sijasta 10,5 ja viikossa 168 tunnin sijasta 52,5. Tunnit on laskettu kertomalla arkipäivien lukumäärä luvulla 10,5. Tunnit-sarakkeessa ei olla huomioitu arkipäiviä.

Taulukko 2. Yhden 1000 W patterin arvioitu sähkönkulutus ajastuksella.

Yhden ajastetun patterin arvioitu kulutus			
Kk	Teho [W]	Tunnit [h]	Kulutus [kWh]
Maaliskuu	800	241,5	193,2
Huhtikuu	500	210	105
Toukokuu	0	0	0
Kesäkuu	0	0	0
Heinäkuu	0	0	0
Elokuu	0	0	0
Syyskuu	500	220,5	110,25
Lokakuu	800	231	184,8
Marraskuu	800	231	184,8
		Yhteensä	778,05

Taulukoiden tuloksista voi päätellä, että pattereita vuorokauden ympäri lämmittämällä energiaa kuluu paljon turhaan. Ajastamalla yhden patterin kokonaiskulutus putoaa noin 1700 kWh:lla, joka on prosentteissa lähes 70 %:n pudotus.

"Koppikylässä", eli sosiaalitila kompleksissa, on 1000 W pattereita 14 kappaletta. Ilman ajastusta Satakruunun työmaan sosiaalitiloissa sähköä kuluisi patterien lämmittämiseen työmaa-aikana arviolta noin 35000 kWh, kun taas vastaavasti lämmittämistä ajastamalla vain työpäivien ajaksi sähköä kuluisi arviolta 11000 kWh. Energian säästöä saa siis tällä keinolla noin 24000 kWh.

6.2 Valaistus

Ulkovaloja tarvitaan tällä rakennustyömaalla pimeinä aamuina. Pimeitä aamuja voidaan olettaa olevan tämän työmaan aikana maaliskuu-, syys-, loka- sekä marraskuussa ja puolet huhtikuusta. Ulkovaloihin kytkemällä hämäräkytkimet sammuvat ne automaattisesti. Ilman niitä valot sammutetaan aina manuaalisesti. Manuaalisesti sammuttamalla arvioidaan, että valot ovat päällä tunnin liian kauan. Ulkovalojen yhteisteho on 1250 W.

Taulukossa 3 on laskettu, kuinka paljon sähköä säästyy, jos hämäräkytkemällä ulkovalot eivät ole päällä päivittäin yhtä ylimääräistä tuntia. Teho-sarakkeessa näkyy ulkovalojen yhteisteho. Tunnit-sarakkeessa on tunnit, jotka kuluisivat, kun valot olisivat päällä turhaan arkipäivittäin yhden tunnin. Säästö-sarakkeessa on laskettu kahden edeltävän sarakkeen välinen tulo, jonka vastaus on

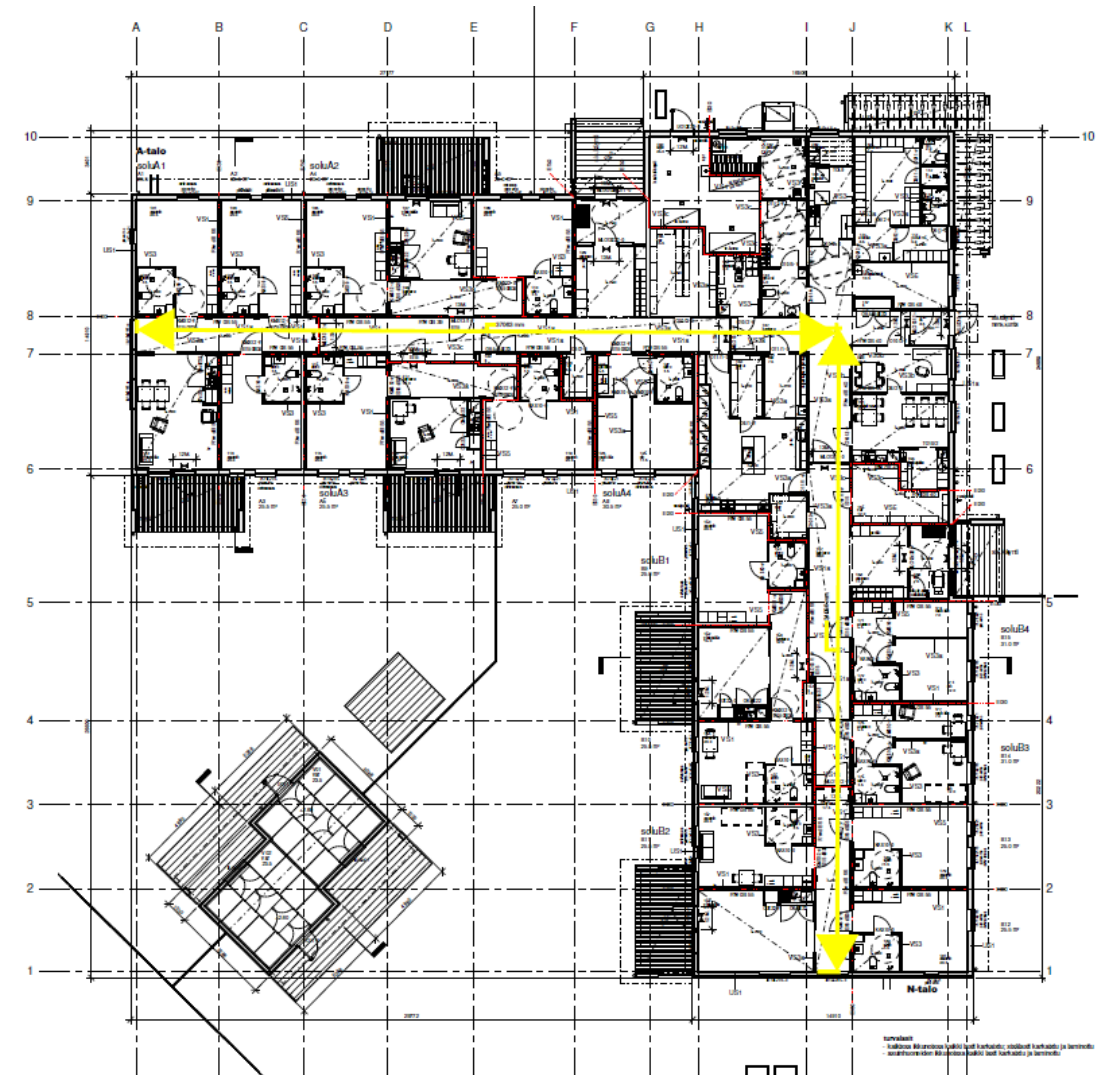
vielä jaettu luvulla 1000, jolloin on saatu wattitunnit [Wh] muutettua kilowateiksi [kWh]. Arkipyhiä ei olla tässäkään huomioitu. Lopuksi taulukon alareunaan on summattu yhteen kaikkien kuukausien säästöt, joka on siis arvio ulkovalojen kokonaissähkösäästöstä hämäräkytkemällä kilowattitunneissa.

Taulukko 3. Ulkovalojen arvioitu sähkösäästö hämäräkytkemällä.

Ulkovalojen arvioitu sähkösäästö			
Kk	Teho [W]	Tunnit [h]	Säästö [kWh]
Maaliskuu	1250	23	28,75
Huhtikuu	1250	10	12,5
Toukokuu	0	0	0
Kesäkuu	0	0	0
Heinäkuu	0	0	0
Elokuu	0	0	0
Syyskuu	1250	21	26,25
Lokakuu	1250	22	27,5
Marraskuu	1250	22	27,5
		Yhteensä	122,5

Taulukon 3 tuloksesta voi päätellä, että yhdelläkin tunnilla voi olla kokonaiskuvassa merkitystä. Energiaa säästyy tällä toimenpiteellä koko lopun työmaan aikana noin 123 kWh. Jos työmailla pidetään esimerkiksi ulkovaloja päällä öiden ja viikonloppujen yli vain varkauksien estämiseksi, turhaa kulutusta on tällöin erittäin paljon.

Rakennuksen kulkutiet valaistaan valonheittimien sijasta led-valonauhalla. Kulkuteiden valaistus ajastetaan kappaleessa 5 mainitulla tavalla. Sisällä rakennuksessa tarvitaan sisävalmistusvaiheessa kesälläkin paljon valoa, koska väliseinät estävät valon tulemisen ikkunoista kulkuteille, jonka voi kuvasta 10 huomata. Pääkulkutietä on rakennuksessa yhteensä noin 71 metriä, jotka on osoitettu kuvassa 10 keltaisella viivalla.



Kuva 10. Kuvakaappaus arkkitehdin pohjakuvasta (Arkkitehtuuritoimisto Ilo-mäki Oy, 2022).

Valonheittimillä valaistaessa, valonlähteitä tarvitsisi kulkuteiden risteyskohtaan, sekä molempien kulkuteiden päihin. Risteyskohtaan tarvitsisi molempiin suuntiin kaksi valaisinta valaitsemaan kulkuteitä. Kulkuteiden molempiin päihin tarvitsisi myös kaksi valaisinta. Näiden valaisimien teho olisi noin 150 W per valaisin, jolloin yhteistehoksi kulkuteille tulisi 1200 W. 71 metriin pitää varata led-nauhaa noin 80 metriä. Led-nauhan teho on noin 6,5 W/metri (Nettimyyni.fi, n.d.), jolloin 80 metrin led-nauhan kokonaisteho kulkuteitä valaistaessa on 520 W.

Taulukossa 4 on laskettu 1200 W:n kulkutievalaistuksen sähkönkulutus, jos ne olisivat ajastettuina klo 6:00-16:00, eli työpäivässä tulisi 10 tuntia valaistavaa

aikaa. Tunnit on saatu kertomalla kuukauden arkipäivät ja luku 10 keskenään. Arkipäiviä ei olla tässäkään huomioitu. Kulutus-sarake toimii samoin, kuin aiemmissakin tämän työn taulukoissa.

Taulukko 4. Kulkuteiden valaisun sähkönkulutus valonheittimillä.

Kulkuteiden valaisu valonheittimillä			
Kk	Teho [W]	Tunnit [h]	Kulutus [kWh]
Maaliskuu	1200	230	276
Huhtikuu	1200	200	240
Toukokuu	1200	230	276
Kesäkuu	1200	230	276
Heinäkuu	1200	220	264
Elokuu	1200	230	276
Syyskuu	1200	210	252
Lokakuu	1200	220	264
Marraskuu	1200	220	264
		Yhteensä	2388

Taulukon 4 tuloksesta näkee, että kulkuteiden valaisemiseen kahdeksalla 150 W:n valaisimella kuluisi noin 2400 kWh koko työmaa-aikana, jos ne olisivat ajastettuina arkipäivisin klo 6:00-16:00. Jos näillä valaisimilla valaistaisiin yötä päivää työmaata varkauksien estämiseksi, kulutus olisi yli kaksinkertainen tähän verrattuna, koska valaistava aika kasvaisi tällöin yli kaksinkertaiseksi

Taulukossa 5 on laskettu 80 metrin led-valonauhan tämän työmaan aikainen kulutus. Kulutus on laskettu 6,5 W/metrin teholla, sekä samoilla tuntimäärillä, kuin edellinenkin taulukko on laskettu.

Taulukko 5. Kulkuteiden valaisun sähkönkulutus 80 metrillä led-valonauhaa.

Kulkuteiden valaisu led-valonauhalla			
Kk	Teho [W]	Tunnit [h]	Kulutus [kWh]
Maaliskuu	520	230	119,6
Huhtikuu	520	200	104
Toukokuu	520	230	119,6
Kesäkuu	520	230	119,6
Heinäkuu	520	220	114,4
Elokuu	520	230	119,6
Syyskuu	520	210	109,2
Lokakuu	520	220	114,4
Marraskuu	520	220	114,4
		Yhteensä	1034,8

Taulukon 5 tulokset kertovat, että energiatehokkaampi laitevalinta vähentää kokonaisenergiankulutusta huomattavasti. Led-valonauhalla kulkuteitä valaistaessa kulutus putoaa alle puoleen, kun verrataan 150 W:n valaisimiin. Energiaa säästyy tällä laitemuutoksella arviolta noin 1350 kWh. Jotta saavutettaisiin kyseisellä led-valonauhalla taulukon 4 mukainen 1200 W:n teho, nauhaa tarvittaisiin hieman yli 180 metriä. Tällä 180 metrillä voi valaista kulkuteiden lisäksi esimerkiksi kuvassa 10 näkyviä huoneita.

6.3 Sähkö

Tällä hetkellä sähköllä toimiva 2 kW:n rakennuslämmitin kuivattaa työvaatteita öiden ja viikonloppujenkin yli. Vaatteet kuivuvat vähemmälläkin teholla, ellei kyseessä ole läpimärkä vaate. Useimmiten sisävalmistusvaiheessa työvaatteet ovat ainoastaan kosteita, joten lämmittimen ei tarvitse olla ympärivuorokautisesti päällä. Energiankäytön suunnitelmassa mainitaan, että lämmitin ajastetaan työvuoron päättymisestä neljäksi tunniksi päälle. Tässä ajassa kosteat vaatteet kuivuvat kuiviksi, sekä sähkön käyttö vähenee merkittävästi. Vaikka vaatteet jäisivät kosteiksi mainitun neljän tunnin jälkeen, ne edelleen jatkaisivat kuivumistaan lämmön säilymisen ansiosta.

Taulukossa 6 on laskettu arvio sähkönkulutuksesta, joka kuluu vaatteiden kuivumiseen ilman ajastusta. Tunnit on arvioitu niin, että vaikka lämmitin on käytännössä koko ajan päällä, tulee myös aikoja, jolloin se ei ole kuivaushuoneen ollessa tyhjänä vaatteista. Kuukaudessa on tunteja noin 700, ja arvioidaan normaalisti kuukaudessa kuluvan 500 tuntia lämmittimen käyttämiseen.

Taulukko 6. Kuivatuksen normaali sähkönkulutus 2 kW:n lämmittimellä.

2 kW:n lämmittimen normaali kulutus kuivatuksessa			
Kk	Teho [W]	Tunnit [h]	Kulutus [kWh]
Maaliskuu	2000	500	1000
Huhtikuu	2000	500	1000
Toukokuu	2000	500	1000
Kesäkuu	2000	500	1000
Heinäkuu	2000	500	1000
Elokuu	2000	500	1000
Syyskuu	2000	500	1000
Lokakuu	2000	500	1000
Marraskuu	2000	500	1000
		Yhteensä	9000

Taulukon 6 tuloksista näkee, että lämmittimen lämmittämiseen kuluu normaalisti arviolta 9000 kWh tämän rakennustyömaan loppuaikana. Kyseessä on kuitenkin vain yksi laite, joten kokonaiskulutus vaikuttaa isolta.

Taulukossa 7 on laskettu saman laitteen kulutus ajastamalla se. Tunnit on laskettu kertomalla kuukauden arkipäivien määrä päivittäisellä tuntimäärällä 5. Päivittäiseksi tuntimääräksi on arvioitu 5, koska mahdollisesti välillä tarvitaan poikkeuksellisesti enemmän kuivatusta. Muuten taulukko toimii edeltävien taulukoiden kanssa samalla tavalla.

Taulukko 7. Kuivatuksen sähkönkulutus ajastamalla 2 kW:n lämmitin.

2 kW:n lämmittimen ajastettu kulutus kuivatuksessa			
Kk	Teho [W]	Tunnit [h]	Kulutus [kWh]
Maaliskuu	2000	115	230
Huhtikuu	2000	100	200
Toukokuu	2000	115	230
Kesäkuu	2000	110	220
Heinäkuu	2000	105	210
Elokuu	2000	115	230
Syyskuu	2000	105	210
Lokakuu	2000	110	220
Marraskuu	2000	110	220
		Yhteensä	1970

Taulukosta 7 voidaan päätellä, että sähköä kuluu merkittävästi vähemmän, kun lämmitintä ei pidetä päällä turhaan öiden ja viikonloppujen yli. Tällä tavalla ajastamalla 2 kW:n laite kuluttaa noin 7000 kWh vähemmän sähköä tämän rakennustyömaan aikana.

6.4 Säästöt yhteensä

Satakruunun rakennustyömaan sisävalmistusvaiheen energiankäytön suunnitelmasta aiheutuvasta laskennallisesta energian säästöstä lämmityksen osalta laskettiin sosiaalitulojen patterien ajastuksen tuoma kulutussäästö. Säästöksi laskettiin noin 24000 kWh. Valaistuksessa laskettiin ulkovalojen hämäräkytännän sekä kulkuteiden energiatehokkaamman laitevalinnan tuomat säästöt. Näiden kahden yhteenlaskettu laskennallinen kulutussäästö on yhteensä noin 1473 kWh. Sähkön osalta säästöistä laskettiin kuivaushuoneen lämmittimen ajastamisen aiheuttama säästö. Lämmittimen ajastus tuottaisi laskennallisesti noin 7000 kWh:n säästöt. Yhteensä säästöjä saatiin laskennallisesti noin 32500 kWh. Luku on merkittävä, kun otetaan huomioon, että laskettuja seikkoja on vain muutama. Kun otetaan koko suunnitelma huomioon, energiaa tulee säästymään paljon enemmän.

Työmaan sähkösovimustyyppinä on pörssisähkö, joten 32500 kWh:n aiheuttama rahallinen säästö lasketaan kolmella eri sähkön esimerkkihinnalla. Taulukossa 8 on laskettu saadun kulutussäästön aiheuttama rahallinen säästö kolmella eri esimerkkihinnalla. Rahallinen säästö on laskettu kertomalla sähkön hinta kulutussäästöllä.

Taulukko 8. Kulutussäästöstä tulevat teoreettiset rahalliset säästöt pörssisähkön aiemmilla kuukauden keskihinoilla.

Sähkön hinta [€/kWh]	Kulutussäästö [kWh]	Rahallinen säästö [€]
0,1	32500	3250
0,2	32500	6500
0,3	32500	9750

Taulukosta 8 näkee, että energiankäytön suunnitelmalla syntyy rahallisia säästöjä. Kyseessä on siis puhtaasti energian osuuden säästö. Tällöin myös sähkönsiirtomaksu pienenee eli säästöjä saadaan todellisuudessa vielä enemmän. Esimerkkihinnat on valittu pörssisähkön historian perusteella. Viimeisen vuoden aikana pörssisähkön kuukausittainen keskihinta on ollut noin 10–30 senttiä kilowattitunnilta (Fortum, 2023). Tästä syystä esimerkkihinnat säästöjen laskemiseen on valittu taulukon 8 mukaisesti.

7 POHDINTA

Energiaa kuluu yleisesti ottaen rakennustyömailla paljon turhaan, jopa öisin ja viikonloppuisin työmaan ollessa täysin tyhjillään. On selvää, että energiakustannuksiin menee tällöin paljon rahaa, vaikka kyseessä on käytännössä puhdasta hukkaenergiaa. Järkevintä on lähteä esimerkki rakennustyömaan, eli Satakruunuun, sekä myös yleisesti ottaen kaikkien rakennustyömaiden sisävalmistusvaiheen kokonaisenergiankulutusta pienentämään minimoimalla tätä ns. hukkaenergiaa, koska sitä on kohtuullisen paljon, sekä sitä ei kukaan tarvitse, koska työmaalla ei ketään ole. Normaalisti siis esimerkiksi sosiaalitulojen patterit ovat samassa lämpötilassa yötä päivää maanantaista sunnuntaihin, vaikka alle puolet ajasta niitä tarvitsee lämmittää kylminä kuukausina. Myös työaikana pystytään kokonaisenergiankulutusta sisävalmistusvaiheessa pienentämään ajastamalla ja liiketunnistamalla paljon eri laitteita. Kaikki keinot yhdessä tuovat huomattavan rahallisen säästön tälle rakennustyömaalle. Jos tälle työmaalle tehtäviä säästötoimenpiteitä tehtäisiin MVR:n kaikille työmailla, puhtaasti euroissa saataisiin varmasti iso säästetty summa kasaan. Muutenkin jo käynnissä oleviin tai juuri käynnistyviin työmaihin ei välttämättä olla vielä laskennassa huomioitu nousseita energiakustannuksia kunnolla, joten pienempi kokonaisenergiankulutus, niin sisävalmistusvaiheessa, kuin muissakin vaiheissa tulisi tarpeen. Mitä aikaisemmin säästötoimet otetaan käyttöön, sitä enemmän on mahdollista saada säästöjä aikaan.

Osa säästötoimenpiteisiin liittyvistä kytkennöistä ei välttämättä ole mahdollista. Esimerkiksi pattereihin ajastimen kytkeminen vaatisi sähköalan ammattilaisen taitoja, joten tällaiset voivat jäädä kytkemättä kokonaan. Käsin tietysti pystyisi juuri pattereita säätämään, mutta kun patterit ovat kylminä öiden yli ja sosiaalitulojen lämmittäminen vaatii jonkin verran aikaa, joten patterit tulisi kytkeä ennen kenenkään työvuoron alkamista, jotta kenelläkään ei olisi aamuisin kylmä. Tämä todennäköisesti tuottaisi liikaa päänvaivaa, jolloin on mahdollista, että tyydytään pitämään patterit jatkuvasti lämpiminä. Tämän työn tekijällä olisi ollut halukkuutta olla päättämässä sosiaalitulojen valinnoissa. Markkinoilta on mahdollista vuokrata matalaenergia sosiaalituloja, mikä olisi voinut olla

kokonaisuudessaan halvempi vaihtoehto työmaalle, etenkin vallitsevilla energiakustannuksilla. Sähkösovimustyyppin ollessa pörssisähkö on käytännössä pakko laskea rahalliset säästöt esimerkkihinnoilla, kuten tässä työssä tehtiin, koska sähkönhintaa muuttuu tunnin välein. Tämä tietenkin antaa lopputuloksille hieman epäluotettavuutta. Pörssisähkön hyödyntämisestä yöllä voisi toisaalta enemmän pohtia, koska yleisesti yöllä pörssisähkön hinta on halvempi.

Vaikka kaikkien säästötoimenpiteiden rahallisia säästöjä ei laskettu, niin kaikki ne pienentävät kokonaisenergiankulutusta, jolloin siis rahallisia säästöjä syntyy. Oli kyseessä, sitten pieni tai suuri energiankulutuksen vähennys, yhdessä kaikki toimenpiteet tuovat merkittävän säästön rahallisesti. Mutta kuten tässä työssä on laskettu, sekä aiempien tähän aiheeseen liittyvien tutkimuksien lopputuloksia tutkittu, lämmitys ja sen optimointi on erittäin suuressa roolissa rakennustyömaan sisävalmistusvaiheen kokonaisenergiankulutuksen pienentämisessä.

Lopputulokset eivät ole täsmälleen eksakteja, koska ensinnäkin ajastetut käyttäjät todennäköisesti elävät paljon työmaan edetessä suuntaan, jos toiseenkin. Eli kulutettava aika tulisi muuttumaan todennäköisesti välillä etenkin venyvien työvuorojen vuoksi. Toisaalta työmaan työntekijämäärän vahvuudeltaan hiljaisempina päivinä esimerkiksi kohdevalaistusta tarvitaan vähemmän, jolloin energiaa kuluu vähemmän. Myös esimerkiksi lämmitettävät kuukaudet ovat arvioita, jotka on yritetty arvioida hieman alakanttiin, jotta ei ns. luvata liian hyviä säästöjä.

Tätä aihetta olisi hyvä tutkia tarkemmin isommassakin mittakaavassa. Jollakin isolla työmaalla voisi tutkia tietyn kuukauden kulutusta, jota sitten yritettäisiin pienentää näillä säästötoimilla, josta sitten näkisi konkreettisesti säästöjen määrät. Edeltävästä voisi vielä laajentaa esimerkiksi useimmille työmaille, joista nähtäisiin enemmän yrityksen tasolla energiansäästöjä rakennustyömaille. Sosiaalituloja voisi jatkotutkia vertaillen matalaenergiatilaa ja ns. normaalin taukotilan kulutuksia esimerkiksi talvella. Todennäköisesti matalaenergiatilat ovat vuokriin kalliimpia, mutta maksaisivatko ne itsensä takaisin energiatehokkaampien lämmitysominaisuuksien vuoksi.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella esimerkkirakennustyömaalle nimeltä Satakruunu energiatehokas energiankäytön suunnitelma, jolla saataisiin työmaan kokonaisenergiankulutusta pienennettyä sisävalmistusvaiheessa, joka sitten johtaisi rahallisiin säästöihin. Kohonneet energiakustannukset olivat johtaneet MVR:n tarpeeseen vähentää työmaan energiankulutusta.

Teoriaosuudessa tutustuttiin nykyhetken energia-aiheeseen, ja siihen onko kohonneet energiakustannukset vaikuttaneet yrityksiin, ja mitä toimia ne ovat saattaneet aiheuttaa tai tulevat aiheuttamaan erityisesti rakennusalalla. Selvisi, että eri toimiin oli jo ryhdytty energiakustannusten pienentämiseksi, sekä lisää toimenpiteitä saattaa olla luvassa. Lisäksi tutustuttiin aiheeseen liittyviin tutkimuksiin, joista voitiin jo pääteellä mitä asioita esimerkiksi kannattaa säästötoimenpiteissä painottaa. Jo moneen kertaan mainittu lämmitys siis nousi esiin eri tutkimuksissa vahvasti esiin. Teoriaosuudessa tutustuttiin myös rakennustyömaiden energiankäyttöön ja energiaa kuluttaviin asioihin, joista lukija pystyy päättämään, että energiaa käytetään työnteossa paljon eri tarpeisiin.

Teoriaosuuden pohjalta tehtiin Satakruunun sisävalmistusvaiheen energiankäytön suunnitelma. Suunnitelmassa pyrittiin saamaan turha energiankäyttö mahdollisimman pieneksi, jotta rahallisia säästöjä voitaisiin saavuttaa. Energiaa säästäviä toimia lueteltiin perusteluineen, tai kerrottiin, miksi tietty työvaihe tehdään ennen kuin kyseisessä kohdassa tarvitaan energiaa. Suunnitelmassa hyödynnettiin runsaasti automatiikkaa liittyen usein energian automaattiseen aikakatkaisuun. Tätä osiota havainnollistettiin valokuvilla eri energiaa kuluttavista laitteista, jotka otettiin esimerkkityömaalta.

Säästötoimenpiteistä laskettiin pääpiirteittäin teoreettiset kulutussäästöt, jotta voitiin todistaa, että energiansäästö on kannattavaa. Säästöt laskettiin osaluueittain kilowattitunneissa. Lasketut kulutussäästöt summattiin lopuksi yhteen, josta saatiin kyseisten toimenpiteiden kokonaissäästö. Tästä

kulutussäästöistä laskettiin rahalliset säästöt kolmella eri esimerkkihinnalla, jotka mukailevat kuluneen vuoden kuukausittaisia pörssisähkön keskihintoja. Jokaista suunnitelmassa mainittua seikkaa ei laskettu kappaleen 6 alussa mainituista syistä. Vaikka suunnitelman jokaista säästötoimenpidettä ei laskettu, kaikki ne kuitenkin tuottavat säästöjä niiden parantaessa energiatehokkuutta.

LÄHTEET

Arkkitehtuuritoimisto Ilomäki Oy. (12.5.2022). Sokopro. <https://www.sokopro.fi>

Betoni. (n.d.). Sementti ja kasvihuonekaasupäästöt. Haettu 2.2.2023, osoitteesta <https://betoni.com/tietoa-betonista/betoni-rakennusmateriaalina/sementti-seosaineiden-kaytto/>

Elinkeinoelämän keskusliitto. (2022). EK:n yrityskysely [kysely]. Haettu 19.12.2022 osoitteesta <https://ek.fi/wp-content/uploads/2022/12/Joulukuun-pikagallup-003.pdf>

Energiateollisuus. (n.d.). Ukrainan sota. Haettu 15.10.2022 osoitteesta https://energia.fi/energiapolitiikka/ukrainan_sota

Fingrid. (12.10.2022). Tietoa sähköpulasta. <https://www.fingrid.fi/kanta-verkko/tietoa-sahkopulasta/>

Fortum. (9.3.2023). Sähkön spot-hinta. https://www.fortum.fi/kotiasiak-kaille/sahkoa-kotiin/opas/spot-hinta?utm_term=&utm_campaign=Search+-+Dynamic+-+tCPA+-+05/20&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=3752639039&hsa_cam=10116276415&hsa_grp=103164997842&hsa_ad=519234340308&hsa_src=g&hsa_tgt=aud-461020972266:dsa-465869455172&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&qclid=Cj0KCQiApKagBhC1ARIsAFc7Mc4Lha4UGz-F3bY5yABmeGzVo0T1GL7HAwCPOrGSx6yjhZyA5DAH5W4aAh-tyEALw_wcB

Hakaste, H. & Kuittinen, M. (2019). Vähähiilinen rakentamisen ajankohtaiskatsaus. Ympäristöministeriö. <https://elinkaarilaskenta.fi/wp-content/uploads/sites/6/2020/03/5-Kuittinen-ja-Hakaste.pdf>

Hilti. (n.d.). Akkukäyttöiset työkalut. Haettu 5.12.2022 osoitteesta https://www.hilti.fi/c/CLS_CORDLESS_TOOLS_7123

Hämäläinen, J. (2012). RAKENNUSTYÖMAAN ENERGIATUTKIMUS [Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto]. Rakennustieto. <https://www.rt.fi/globalassets/rakentamisen-kehittaminen/rakennustyomaan-energiatutkimus.pdf>

Karhunen, A. (2011). Työmaatilojen energiankulutuksen vähentäminen. [AMK-insinööri, Metropolia ammattikorkeakoulu]. Theseus. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/32487/Karhunen_Anne.pdf;jsessionid=5C757FAA268E692457A2B6AF77C696E0?sequence=1

Kosteudenhallinta.fi. (30.6.2020). Tilaajan aikataululle asettamat tavoitteet. <https://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakentamisen-valmistelu/tilaajan-aikataululle-asettamattavoitteet>

Lättilä, H. (7.10.2022). Työmailla on jo käynnistetty sähkönsäästötalkoita - ”Uusissa kohteissa täytyy pohtia, miten energia hinnoitellaan niissä”. Rakennuslehti. <https://www.rakennuslehti.fi/2022/10/tyomailla-on-jo-kaynnistetty-sahkonsaastotalkoita-uusissa-kohteissa-taytyy-pohtia-miten-energia-hinnoitellaan-niissa/>

Makita. (n.d.). Latauslaitteet. Haettu 19.12.2022 osoitteesta https://www.makita.fi/products/latauslaitteet.html?lng_code=fi&_id=1671444419538&brand_prefix=&group_id=17992&fromfilter=1

Motiva. (n.d.). Miksi energiaa kannattaa säästää? Haettu 1.2.2023, osoitteesta https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/ajankohtaista_ nyt_ kotona/miksi_ energiaa_ kannattaa_ saastaa

MVR-Yhtymä Oy. (n.d.). Haettu 15.12.2022 osoitteesta <https://mvr-yhtyma.fi/>

Nettimyynti.fi. (n.d.). Led valonauha 50 m 25000 lm. Haettu 22.2.2023 osoitteesta https://www.nettimyynti.fi/koti/led-valonauha-50-m-25000-lm-zodiak-soveltuu-sisa-ja-ulko-kayttoon/p/6438168110042/?gclid=CjwKCAiA19efBhAkEiwA4TorimFrRF-Muxd8x0YnNuMX2qg7p4TWwKXTWob_siP-mpA4P3fAHf4mjW8hoC8gAQAvD_BwE#description

Parviala, A. (7.8.2022). Tässä markkinoiden varmin ennuste: Sähkön hinta kolminkertaistuu loppuvuonna, mutta keväällä nähdään hintaromahdus. Yle:n www-sivut. <https://yle.fi/a/3-12558752>

Rakennusteollisuus. (2022). Ukrainan sodan vaikutukset rakennusalaan [kysely]. <https://www.rt.fi/globalassets/ajankohtaista/ajankohtaista-liitteet/2022/rt-ukraina-kooste-21.4.2022.pdf>

Ratu 0403. (2012). Betonointi. Menekit ja menetelmät. Rakennustieto. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

Ratu S-1236. (2021). Olosuhteiden hallinta rakentamisessa. Rakennustieto. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

Rauman Energia. (n.d.). Energiansäästö. Haettu 1.2.2023, osoitteesta <https://raumanenergia.fi/palvelut/energiansaasto>

Rintamäki, E. (2016). RAKENNUSTEN RAKENTAMISVAIHEEN ENERGIANKULUTUS – CASE HYPERMARKETIN SANEERAUS JA LAAJENNUS. [Kandidaatintyö, Lappeenrannan teknillinen yliopisto]. <https://lut-pub.lut.fi/bitstream/handle/10024/129928/Emilia%20Rintam%C3%A4ki%20-%20Kandidaatinty%C3%B6.pdf?sequence=3>

Sallinen, P. (8.3.2022). Näin Suomi korvaa venäläisen energian. Energiauutiset. <https://www.energiauutiset.fi/kategoriat/markkinat/venalainen-energia-korvattavissa>

Suomen asiakastieto Oy. (n.d.). MVR-Yhtymä Oy. Haettu 15.12.2022 osoitteesta <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/mvr-yhtyma-oy/20583477/taloustiedot>

Työministeriön päätös rakennustyömaiden henkilöstötiloista 977/1994. Haettu 1.12.2022 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940977>

Työsuojeluhallinto. (24.10.2022). Lämpöolot. Haettu 20.2.2023, osoitteesta <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot>

Valtioneuvosto. (2017). Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriö. https://www.motiva.fi/files/12818/Valtioneuvoston_selonteko_kansallisesta_energia-_ja_ilmastostrategiasta_vuoteen_2030.pdf

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009. Haettu 1.12.2022 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205#Pidm45053758253392>

Ympäristöministeriö. (2020). Julkisen puurakentamisen kansalliset tavoitteet. https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Julkisen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C6C1AD000-161609.pdf/1fc95a52-5c50-4c9b-1f5d-325395658d72/Julkisen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C6C1AD000-161609.pdf?t=1603259868530

Ympäristöosaava. (n.d.). Energiatehokas rakentaminen. Haettu 4.12.2022 osoitteesta <https://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22805>